

Madkultur - vane og variation

Koststudier baseret på isotopanalyser af skeletmateriale fra vikingetidsgravpladsen Galgedil på Nordfyn

≈

Gastronomy - Norm and Variation

Dietary studies based on isotope analyses of skeletal remains from Viking Age graves at Galgedil on Northern Funen



Marie Kanstrup

Årskortnummer: 19960810
 Prøve 6. Konferensspeciale
 Vejleder: Mads Kähler Holst
 Afleveringsdato: 14. februar 2008
 Antal anslag: 298.492

Tak

I forbindelse med dette specialeprojekt er der mange mennesker at takke, men først og fremmest vil jeg rette en stor tak til Elisabeth Munksgaard Fonden for at tildele mig de nødvendige økonomiske midler til at realisere projektet.

Dernæst vil jeg takke museumsinspektør Kirsten Prangsgaard, Odense Bys Museer, for tilladelse til at anvende materialet fra Galgedil og for godt samarbejde samt hjælp og opmuntring.

Jeg er desuden dybt taknemmelig for den gode modtagelse Jan Heinemeier og Henrik Kjeldsen, Aarhus AMS ^{14}C dateringscenter gav mig og mit projekt. Ligeledes vil jeg takke personalet og specialestuderende tilknyttet dateringslaboratoriet for varm og venlig modtagelse samt for mange faglige, kollegiale og sociale, gode stunder.

Pia Bennike, Niels Lynnerup samt øvrig personale på Antropologisk Laboratorium skylder jeg tak for at kunne nyde godt af deres professionalisme, hjælp og gode konstruktive samtaler angående udtagning af humant prøvemateriale.

Knud Rosenlund og Inge Bødker Enghoff, Zoologisk Museum, Københavns Universitet skal ligeledes have mange tak for hjælp og vejledning i forbindelse med at finde frem til passende faunareferencer. Også tak til Jacob Kveiborg, Moesgårds Museums Konserverings- og Naturvidenskabelige afdeling, der har været behjælpelig vedrørende spørgsmål om faunamateriale.

Sluttelig vil jeg gerne takke min vejleder Mads Kähler Holst for god opmuntring, struktureret vejledningsforløb og konstruktiv kritik undervejs.

Endelig retter jeg en varm tak til Lisbeth Christensen, der overbeviste mig om, at Galgedil var en velegnet lokalitet til et specialeprojekt om kost og kultur på basis af isotopanalyser.

Indholdsfortegnelse

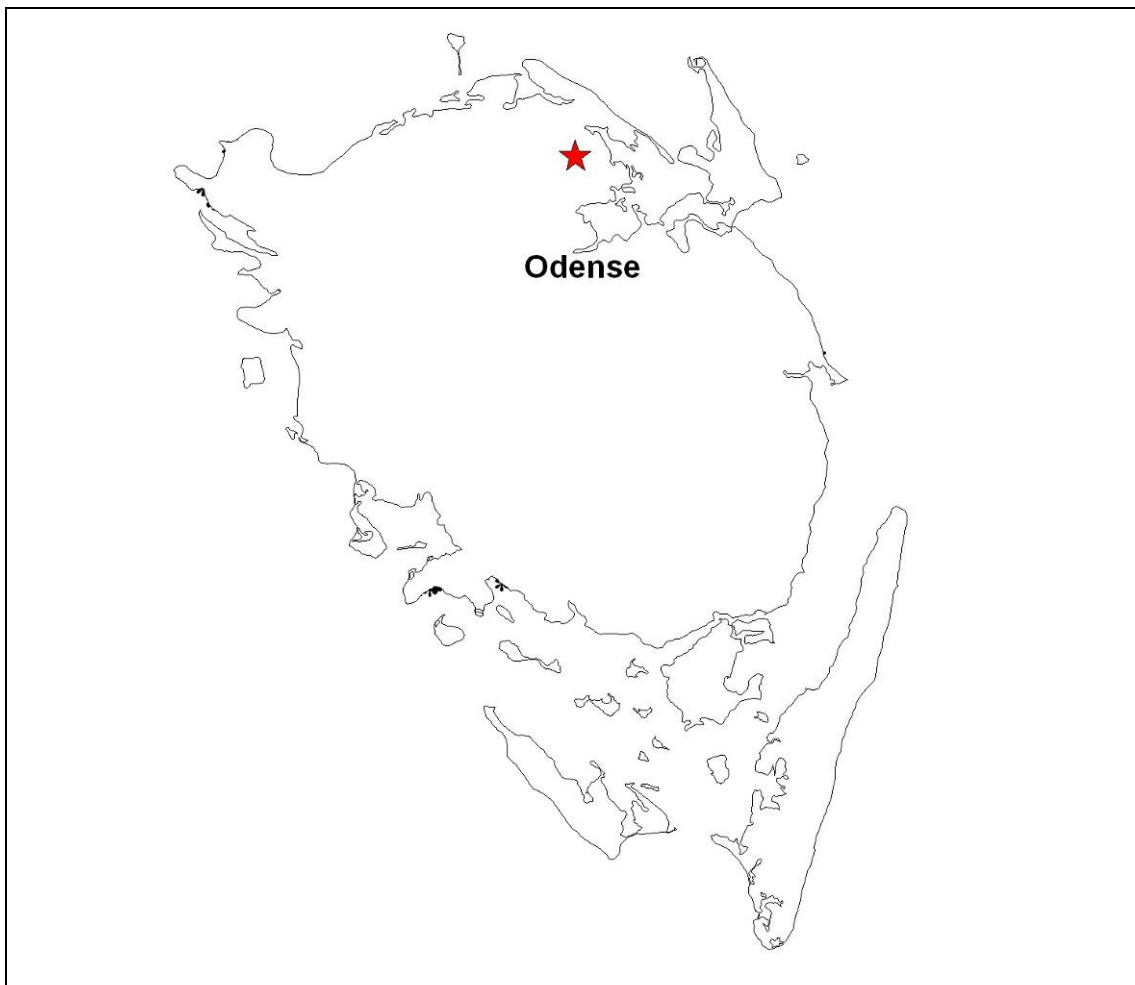
1. Introduktion.....	1
1.1. Problemformulering.....	1
1.2. Indledning.....	3
1.3. Konferensspealets opbygning	5
2. Kost, kostvaner og kulturel identitet.....	7
2.1. Rekonstruktion af forhistoriens kost	7
2.1.1. Kilder til belysning af kost	7
2.1.2. Vikingetidens kost	11
2.2. Kostvaner	17
2.2.1. Kost og kostpåvirkninger	17
2.2.2. Kost og kulturel identitet	21
3. Metode	23
3.1. Isotopanalyser	23
3.1.1. Introduktion til isotopanalyser	23
3.1.2. Kulstof, kvælstof og rekonstruktion af kost	27
3.2. Datering	37
3.2.1. ¹⁴ C datering, kalibrering og reservoir-effekt	37
3.2.2. Kronologiske problemstillinger	43
3.2.3. Dateringsresultater	45
4. Kildemateriale	50
4.1. Galgedil.....	50
4.1.1. Gravpladsen	51
4.1.2. Ressourceområde.....	59
4.2. Skeletmaterialet	61
4.2.1. Knoglernes bevaringsgrad	61
4.2.2. Forurening, fejkilder og forbehandling	62
4.2.3. Udvælgelse og præsentation af analysemateriale.....	65
4.3. Faunareferencer.....	68
4.3.1. Passende faunareferencer	69
4.3.2. Præsentation af faunareferencer	71
5. Analyseresultater.....	74
5.1. Introduktion	74
5.2. Kvalitet	75
5.3. Præsentation af analyseresultater	77
5.4. Sammenligning af forbehandlingsmetoder	84

6. Tolkning og diskussion af analyseresultater.....	87
6.1. Kostrekonstruktion	87
6.1.1. "End value" beregninger	87
6.1.2. "Base line" kostscenarier.....	94
6.2. Kostvariationer	96
6.2.1. Intra-individuel analyse ("Life History")	96
6.2.2. Køn og kost.....	103
6.2.3. Statur og kost.....	107
6.2.4. Status og kost.....	109
6.2.5. Dobbeltbegravelsene	115
6.3. Komparative isotopdata.....	119
6.3.1. Diakron udvikling.....	119
6.3.2. Synkrone sammenligninger	122
6.4. Opsummering.....	123
 7. Konkluderende bemærkninger og sammenfatning	 126
 8. English summary.....	 130
 9. Litteratur.....	 133

1. Introduktion

1.1. Problemformulering

Med udgangspunkt i et velbevaret skeletmateriale fra vikingetidsgravpladsen Galgedil på Nordfyn (se Figur 1) har dette speciale til formål at bidrage til kostforskningen i pågældende periode. Hensigten er at studere kostsammensætningen i det aktuelle materiale ud fra isotopanalyser af kulstof (C) og kvælstof (N). For at opnå en bedre forståelse af gravpladsens brugsperiode udføres desuden supplerende ^{14}C -dateringer. I forbindelse med ^{14}C -dateringerne er det prioriteret at redegøre for kalibrering, reservoir effekt og reservoir korrektion. Ud fra resultaterne fra Galgedil og tolkningerne deraf håber jeg, at kunne bidrage til den mere generelle forståelse af vikingetidens madkultur.



Figur 1. Galgedils placering ca. 13 km N for Odense. Figur lavet ud fra kortmateriale stillet til rådighed af Odense Bys Museer. Målestok 1:1000000.

Konferensspecialets målsætning er således:

- At rekonstruere kosten, som den afspejles i isotopsammensætningen.
- At sammenligne kostrekonstruktionen med det eksisterende kendskab til vikingetidens kost og subsistensøkonomi. Et kendskab som er baseret på mere traditionelle arkæologiske vidnesbyrd.
- At vurdere om der er tale om en, i kosthenseende, homogen population.
- At undersøge om det ud fra isotopanalyserne er muligt at identificere kostmæssig variation i et individs livsforløb, indenfor en gruppe og/eller mellem grupper.
- At opnå en bedre dateringsramme af gravpladsen ud fra supplerende ^{14}C -dateringer.
- At diskutere reservoirkorrektion og ^{14}C -datere associeret materiale for at efterprøve den traditionelle reservoirkorrektion udført af AMS ^{14}C -dateringslaboratoriet, Aarhus Universitet.
- At undersøge om det er muligt, ud fra isotopanalyserne, at påvise diakron variation i kosten.
- At diskutere tolkningerne af gravgaver i form af mad. Er de udtryk for den generelle og gennemsnitlige hverdagskost, eller er der tale om særlige madgaver i forbindelse med gravlægningen?

Galgedil er en vikingetidsgravplads på Fyn med mere end 50 grave. Der er tale om en nyere veldokumenteret udgravning foretaget af Odense Bys Museer i årene 1999-2006. Gravene dateres arkæologisk til ca. 800-900 e. Kr. (Christensen 2005, 46-53; Klitgaard 2000, 13-13-18). Det meget velbevarede knoglemateriale fra Galgedil har været undersøgt mht. køn, alder og sygdomsforekomster af Pia Bennike, Antropologisk Laboratorium, Københavns Universitet, og der er udført en række aDna-analyser af ph.d. Linea Melchior, Retsmedicinsk Institut, Københavns Universitet. Med isotopanalyserne ønsker jeg at bidrage yderligere med informationer om kostforhold. Derfor er der her en unik mulighed for, med afsæt i og kombination af de forskellige undersøgelser, at få det bedst mulige udgangspunkt i bestræbelsen på at belyse kost, liv og trivsel i vikingetiden. Resultaterne fra dette specialeprojekt vil således ikke blot kunne indgå i en større helhed og nuancere og perspektivere den viden, vi allerede har om lokaliteten, men også bidrage til den generelle viden om vikingetiden.

Der er inden for dansk arkæologi enkelte eksempler på anvendelse af isotopanalyser på et vikingetidsmateriale (Tauber 1981, 332-333), men ikke i et systematisk omfang. Med mit konferensspeciale ønsker jeg således både at bidrage til

belysning af et vigtigt aspekt af vikingetidssamfundet og gøre systematisk brug af et, for dansk arkæologi, relativt sjældent anvendt analyseredskab.

1.2. Indledning

Mad er helt fundamentalt for mennesker. Herfra fås energi og andre livsforholdenheder. Dermed ikke sagt, at mad er en banal ting. I nutidens daglige indkøbssituation og madlavning kører meget ”på rutinen” og der reflekteres måske ikke så meget over hvad der tilberedes, serveres og spises. Alligevel fylder mad meget i vores bevidsthed og er virkelig noget der kan få os op på barrikaderne. Hvad enten det gælder forældres ønske om sund og varieret kost i daginstitutioner og skoler, eller skandalesager om fødevareindustriens fusk med fordærvet kød, og som konsekvens deraf, en ministers afgang.

For nylig overhørte jeg en samtale om, hvordan vi husker med maven. En rejse eller særlig begivenhed huskes ud fra det man fik at spise. Rejsemål og familiefester bliver nærmest rangordnet efter madens kvalitet og ikke mindst kvantitet. Maden til familiefester og højtider er i høj grad reguleret og alternativer er meget lidt velkomne. Derimod er det i rejseøjemed acceptabelt, ja nærmest tilskyndet, at udforske den lokale mad og gøre sig nye kulinariske erfaringer. Selv på museer synes der at være opstået en forståelse for, at kulturhistorie ikke kun kan formidles til ører og øjne, men også til de besøgendes ganer.

Der opstod en øget opmærksomhed omkring fortidens kostvaner, da helsebølgen slog ind over os i 80’erne (Price 1989, 1-9; Schoeninger 1989, 38-67). Siden da er fortidens kostvaner ofte anvendt i argumenter for den ene eller anden form for diæt eller slankekur. Reelt set er vores viden omkring forhistorisk kost næppe stor nok til at danne grundlag for en egentlig kostplan som f.eks. stenalderdiæten. Trods dette figurerer der referencer til forskellige mere eller mindre velunderstøttede arkæologiske fakta på Internettet, hvis man søger på emnet stenalderdiæt. Derfor er det til stadighed vigtigt, at forskningen inden for kost og levevilkår i forhistorien udvikler sig fagligt og mere aktivt bidrager sagligt til helsedebatten.

Menigmands generelle opfattelse af vikingetiden, vikinger og levevilkårene dengang blev allerede udfordret i Pia Bennikes afhandling om palæopatologi i 1985. Den romantiske forestilling om de store, stærke og stolte vikinger var ikke helt samstemmende med de faktuelle forhold, der viste, at gennemsnitshøjden i netop vikingetiden var forholdsvis lav (Bennike 1985, 49f). Ofte sættes dårlige levevilkår i

forbindelse med netop nedgang i gennemsnitshøjde og i den sammenhæng er studier af kosten i vikingetiden meget relevant.

Rekonstruktion af forhistorisk kost kan bidrage til mere end bare at belyse, hvad der blev ”sat til livs”. Gode rekonstruktioner af kost/kostvaner har potentiale til at danne grundlag for yderligere tolkninger om:

- subsistensstrategier
- gruppestørrelse
- arbejdsdeling
- bebyggelsesmønstre

(Schoeninger 1989, 38)

En meget stor andel af produktionen i vikingetiden var, modsat nu, primær. Det gjaldt om at producere mad. En stor del af hverdagen må da have været centreret om mad. Dette medfører en tæt tilknytning til stort set alle dele af samfundet. Mad kan derfor anvendes som indgang til at studere vikingetidssamfundet. Kosten kan være en potentiel indgang til forståelse af den specialisering og sociale differentiering, der sker i løbet af vikingetid og tidlig middelalder. Koststudier kan eksempelvis belyse den sociale differentiering: trælle, frie bønder og overklasse eller mænd versus kvinder. Erhvervsspecialisering og forskelle mellem land og by, kan ligeledes studeres ud fra koststudier. Det er allerede gjort ud fra analyser af faunamateriale (Randsborg 1980, 56), men også isotopanalyser ville kunne bidrage betydeligt til at belyse madkulturen på landet versus i byen. Menneskers mobilitet kan også detekteres ud fra koststudier baseret på isotopanalyser.

Kostvaner er i høj grad en kulturel konstruktion og der er flere eksempler på, hvordan religiøse tilhørsforhold kan læses direkte ud fra kosten i nutidens Danmark. Introduktionen af kristendommen i Danmark i løbet af vikingetiden medførte store kulturelle ændringer, der muligvis også satte sig sine spor i ændrede kostvaner. Det er flere steder blevet fremført, at med kristendommen blev også fastedagene introduceret (Kjersgaard [1978], 217). Således siger et ordsprog fra middelalderen:

”Then haffwer goth at fasthe ther findher fiske paa sijn diske”

(Den har let ved at faste (kan sagtens holde faste), der finder fisk på sin disk (tallerken))

(citater: Laale *et al.* 1966, 23 nr. 197)

Doktrinen foreskriver, at der på fastedage ikke spises kød, men indtagelse af fisk er tilladt i den mere moderate udgave ”fyrmæn”. Med tiden synes fastereglerne at blødes

op og animalske produkter som smør, æg og mælkeprodukter accepteredes på lige fod med fisk.

Trods det, at de store Jellingesten proklamerer et nøjere fastsat tidspunkt for kristningen af ”Dannerne” er der almindelig enighed om, at der er tale om en løbende proces, der mest sandsynlig er foregået over en lang årrække og med divergerende lokal, regional og sociokulturel intensitet (Kieffer-Olsen 1997, 188). Ligeledes kan man tænke sig, at også fastereglene har haft forskellig gennemslagskraft.

Galgedilgravpladsen har begravelser fra netop denne meget interessante periode.

Koststudier baseret på isotopanalyser af skeletmaterialet fra Galgedil forventes derfor at kunne bidrage til denne problemstilling.

1.3. Konferensspecialets opbygning

Der indgår en hel del analysearbejde og metodiske overvejelser angående anvendelsen af isotopanalyser i dette specialeprojekt. Det afspejles i tekstens opbygning, at hovedvægningen er lagt her.

I bestræbelserne på at belyse forhistorien tildeles subsistensøkonomiske studier ofte en vigtig rolle. I kapitel 2 kommer jeg derfor kort ind på forskellige tilgange til belysning af subsistensøkonomi. I sammenhæng med dette arbejde finder jeg det vigtigt at pointere forskellen mellem menu og måltid. De kildekritiske problematikker, der er forbundet med de mere traditionelle tilgange til belysning af kost i forhistorien fremhæves og vikingetidens kost, som den for tiden fremstår i forskellige arkæologiske oversigtsværker, præsenteret i dette kapitel. Enkelte nyere ambitiøst anlagte udgravninger og forskningsprojekter i Danmark har påvist, hvilket stort potentiale, der er i et nøjere kendskab til subsistensøkonomien i forhistorien (Viborg Søndersø og Tårnby (Enghoff 1999, 41-85). Udover at beskæftige mig med de naturvidenskabelige resultater fra isotopanalyserne, har jeg fundet det inspirerende at afsøge mere humanistiske tilgange til mad og madkultur. Det åbner op for at anskue mad, madvaner eller madkultur som meget mere end bare den fysiske livsnødvendige ernæring.

Kendskabet til og anvendelsen af isotopanalyser inden for arkæologisk forskning voksede generelt støt gennem sidste halvdel af det 20. årh. Her i begyndelsen af det 21. årh. finder jeg det dog mest hensigtsmæssigt, i forbindelse med mit specialearbejde i Kapitel 3, at bidrage med en grundig gennemgang af metodens historik og anvendelse samt de problematikker, der stadig står som begrænsende faktorer i bestræbelserne på at

få analyseresultater til at fremstå som væsentlige bidrag til forståelsen af levevilkår og livet som sådan i forhistorien.

For bedre at kunne komme med et kvalificeret bud på, hvad Galgedilgravpladsen er udtryk for, har det været nødvendigt at foretage supplerende ^{14}C dateringer. I Kapitel 3 begrundes derfor ligeledes behovet for yderligere dateringer og væsentlige problematikker angående ^{14}C datering diskuteres. Resultaterne fra dateringer præsenteres endeligt i dette kapitel.

Kapitel 4 er en præsentation af kildematerialet anvendt i specialeprojektet. Selve lokaliteten præsenteres kort og området, hvori lokaliteten er beliggende, beskrives med henblik på at belyse, hvilke mulige fødeemner, der har været for de gravlagte på Galgedilgravpladsen. Skeletmaterialets beskaffenhed, antropologiske interesser og metodemæssige overvejelser er faktorer, der er vigtige at forklare og belyse, da de er afgørende for det analysemateriale, der er hoved-omdrejningspunktet i dette konferensspeciale. Kapitlet afspejler således den arbejdsproces, jeg har været igennem i løbet af specialeprojektet. Desuden er der et mindre afsnit om de faunareferencer, der er anvendt i forbindelse med undersøgelsen.

Analyseresultater præsenteres ifølge gældende konventioner i Kapitel 5. I det efterfølgende kapitel (6), tolkes og diskuteres analyseresultaterne. Overskrifterne på delelementerne i kapitlet er Kostrekonstruktion, Kostvariation og Komparative isotopdata. Variationen i kosten undersøges i relation til Køn, Statur og Status. Derudover omhandler et enkelt afsnit mere specifikt gravpladsens dobbeltbegravelser. Resultatdelene har dog indvirkning på hinanden og opdelingen bliver derfor mindre skarp her.

Kapitel 7 er en sammenfatning af konferensspecialets hovedresultater og konkluderende bemærkninger.

2. Kost, kostvaner og kulturel identitet

Inden for arkæologi anvendes der forskellige kilder til belysning af kost. Valget kan være afhængigt af, hvilken tidsperiode der undersøges, men også den overordnede videnskabsteoretisk tilgang arkæologen har. Der kan arbejdes ud fra et strengt empirisk kildemateriale, hvor tolkninger udelukkende baseres på de materielle levn. I de yngre perioder er det muligt til en hvis grad at inddrage skriftlige kilder. Endelig kan der inddrages etnoarkæologiske, etnografiske eller socialantropologiske studier i forsøget på at lave fornuftige analogier til tolkningerne omkring forhistorisk kost.

2.1. Rekonstruktion af forhistoriens kost

2.1.1. Kilder til belysning af kost

Arkæologi baserer sig på de materielle levn, og størsteparten af de kilder, der er tilgængelige og benyttes i forbindelse med at belyse den forhistoriske, kost stammer da også fra arkæologiske fund. De materielle levn deles op i indirekte og direkte kilder (Renfrew & Bahn 1996, 253), se også Tabel 1. De indirekte kilder belyser groft set, hvad man *kan* have spist, mens de direkte kilder belyser, hvad man rent faktisk *har* spist. Man kan også vælge at sige, at førstnævnte belyser menu, mens sidstnævnte belyser måltid.

Dernæst kan man ud fra det forskelligartede kildemateriale opnå kvalitative og/eller kvantitative informationer. Kvalitativ information er f.eks. oplysning om tilstedeværelse, eksempelvis en artsliste over faunamateriale. Kvantitative oplysninger bidrager yderligere med proportionelle andele og er mere egnede til inddragelse i analytiske arbejder. Som eksempel kan nævnes udregning af andelen af forskellige husdyr, deres aldersfordeling og deraf udnyttelsen af husdyr (Hatting 1999, 110-110-123; Enghoff 2005, 239-270). Det er forskellige formationsprocesser, der i høj grad er afgørende for, om et kildemateriales informationspotentiale er kvalitativt eller kvantitativt.

Formationsprocesser deles op i naturlige og kulturbetingede processer. Naturlige processer er eksempelvis medvirkende til nedbrydning/bevaring eller forsegling/forstyrrelse afhængig af forholdene på deponeringstidspunktet og i deponeringsmiljøet (Schiffer 1987, 428). Kulturbetingede processer involverer pre- og postdepositionel menneskelig indblanding og er yderst vigtig at forholde sig til.

Tabel 1. Arkæologiske kilder til belysning af kost

Indirekte kilder	Direkte kilder
Pollenanalyser	Maveindhold
Makrofossilanalyser/Arkæobotanik	Fækalier
Faunamateriale/Arkæozoologi	Knoglekemiske analyser
Madskorper på lerkar, andre madrester og lipidanalyser	
Arkæologiske fund af genstande	

For at kunne vurdere et kildemateriales potentiale er en forudgående nøjere kildekritisk gennemgang af materialet nødvendigt.

Pollenanalyser har traditionelt bidraget til vores forståelse for naturens og kulturlandskabets udvikling gennem hele den forhistoriske periode (Andersen 1967, 219; Iversen 1967, 348). Alt efter pollenprøvernes kontekst beskriver pollenanalysen det lokale eller det regionale miljø (Aaris-Sørensen 1998, 47ff). Pollenanalyse giver ikke et nøjagtigt billede af fortidige miljøer, men et mere overordnet indblik i de ændringer, der er sket i de vegetationsmæssige forhold (Renfrew & Bahn 1996, 239).

Makrofossilanalyser bidrager med mange væsentlige informationer om vegetationen. Det er med gode analyser muligt at belyse de agrare strategier; hvilke planter, der groede i nærheden af pladser, men også hvilke, der udnyttedes. Metoden er dog behæftet med mange problemer hvad angår taphonomiske processer og repræsentativitet, hvilket kan være udfordrende når de arkæobotaniske undersøgelser skal omsættes til arkæologiske tolkninger om agrarsamfundet i forhistorien (Hambro Mikkelsen 1995 (1994), 96f).

Også i forbindelse med arkæozoologiske undersøgelser er taphonomi og repræsentativitet store udfordringer, særligt hvis analyse af faunamateriale anvendes i ikke bare kvalitative, men også kvantitative udsagn (Noe-Nygård 1988 (1987), 7-52; Hambro Mikkelsen 1995 (1994), 77f). I det faunamateriale, der findes på arkæologiske udgravninger, er der eksempelvis en tendens til over-repræsentation af større og mere kompakte knogler og knogledele. Det kan skyldes udgravningsteknik, men også de kulturelle formationsprocesser i forhistorien kan her have en særlig uhensigtsmæssig indflydelse på kildematerialet. Fiskeben forventes at være stærkt underrepræsenteret (Enghoff 2005, 241ff). Noget lignende gælder fugleknogler, ifølge mere grundige undersøgelser. Ved at sammenligne artsantal og fragmentantal kan svindets dimensioner anskueliggøres (Møhl 1971, 327). Gode udgravninger og analyser af faunamateriale har

dog afstedkommet væsentlige vidnesbyrd om hvilke husdyr, der blev holdt, hvornår de blev slagtet og deraf indirekte, hvad der sandsynligvis blev spist i forhistorien.

Arkæologiske genstande kan ligeledes bidrage med information om produktion eller fremskaffelse af fødeemner samt om tilberedelse og indtagelse af mad. Der er dog igen indirekte udsagn, altså hvilke muligheder, der har eksisteret rent kostmæssigt. Og her er periode, bevaring og fundkontekst også af største betydning for, dels hvor nuanceret den information, som genstandene bidrager med, er, dels hvor repræsentativ den er.

I Tabel 1 er kategorien ”Madskorper på lerkar, andre madrester og lipidanalyser” ikke markeret eller defineret som en enten indirekte eller direkte arkæologisk kilde. Jeg mener der er tale om et område, hvor det i nogle tilfælde er muligt at betragte kildematerialet som potentielt direkte. Det er muligt ud fra denne kildegruppe at få indblik i endnu et trin i processen ”fra jord til bord”, nemlig tilberedningen. Madskorper på lerkar kan undersøges mikroskopisk og kemisk og eksempelvis give mere nuancerede informationer om, hvad der blev tilberedt og opbevaret (Renfrew & Bahn 1996, 286f). Andre madrester som f.eks. forkullede fragmenter af brød i særlige kontekster, som eksempelvis ofringer og grave, menes at vidne om mere symbolsk brug af mad (Hansson 1997, 58f).

Lipidanalyser (lipid: samlebetegnelse for fedtstof og fedtlignende stoffer) anvendes særligt i forbindelse med lerkar for at undersøge, hvad der blev tilberedt i forhistoriske kokekar. Metoden udnytter, at delelementer af maden, på molekyl størrelse, absorberes i uglaseret keramik. Lipidanalyser antages at belyse det seneste eller de få seneste madlavninger (Isaksson 2007, 294). For nærmere og mere detaljeret beskrivelse af metoden se Heron & Evershed (1993).

Denne kategori af kilder kan ikke med sikkerhed og uden forbehold kaldes direkte i forbindelse med belysning af kost. Det, der blev tilberedt i lerkar, er dog med stor sandsynlighed ikke kun endt på bordet, men også i maverne. Under overnævnte særlige kontekstuelle forhold, kan der dog forekomme tolkningsmæssige vanskeligheder.

De få direkte arkæologiske kilder, der kan bidrage med information om kost, forekommer først og fremmest sjældent og dernæst er de problematiske, idet det er svært at vurdere, hvor repræsentativt disse kilder belyser den gennemsnitlige kost. Et klassisk eksempel på dette er moseligenes maveindhold. De unikke tilfælde, hvor maveindholdet er blevet undersøgt har afstedkommet et meget detaljeret indblik i ingredienserne i det sidste måltid. Fokus har været rettet mod vegetabilierne selvom der

også forekommer rester fra animalsk føde i tilfældet med Grauballemanden (Harild *et al.* 2007, 178ff; Helbæk 1958, 106ff). Nyligt udførte isotop-analyser af Grauballemandens hår viser, at den gennemsnitlige kost har været terrestrisk og størstedelen af de indtagne proteiner har været animalske (Wilson *et al.* 2007, 194f).

Ligesom isotopsammensætningen i håranalyser vidner om den gennemsnitlige kost over en længere tidsperiode, bestemt af hvilke intervaller af hårlængden, der undersøges, vidner isotopsammensætningen i knogler om den gennemsnitlige kost i et længere og nærmere bestemt tidsrum afhængig af knogleelementet.

Det er således vigtigt, at vurdere repræsentativiteten af det kildemateriale, der ligger til grund for de eksisterende syntese og fremstillinger af kost, levevilkår og subsistens i forhistorien generelt, og deraf også vikingetiden. Inden for de senere år er der endelig kommet øget fokus på at opprioritere undersøgelser af flora og fauna i det arkæologiske materiale. Her er det dog meget vigtigt at pointere, at det er i feltsituationen grundlaget for videre analyser dannes. De valg, der tages i en udgravningssituation, kan have de største konsekvenser for informationspotentialitet i kildematerialet. I forbindelse med nogle af de større forskningstiltag og tværvideenskabelige projekter inden for vikingetidsstudier er vigtigheden af at holde kulturjord blevet stærkt understreget (Enghoff 2000, 59-132). Ved sådanne tiltag øges analyseresultaternes udsagnsværdi betydeligt.

For at belyse vikingetidens kost kan man, udover de rent materielle levn, i et vist omfang også inddrage, om end få, egnede skriftlige kilder, der beretter om kost og kostvaner. De skriftlige, kulinariske kilder er sjældent samtidige og dateres almindeligvis til middelalderen og for de flestes vedkommende til den senere del af middelalderen (Grewé & Hieatt 2001, 158; Skaarup 1999, 124-124-149). Skriftlige kilder i form af myter og sagn er ligeledes behæftet med væsentlige kildekritiske problemer. Ikke alene angående hvornår, de er nedskrevet – og af hvem. Det er ligeledes svært at vurdere, hvor generelle fortællingernes oplysninger har været, og dermed om de er dækkende for hele Norden (Bæksted & Schjødt 2001, 23f). Alligevel finder jeg det berettiget, i mangel af bedre og med forsigtighed, at forsøge at inddrage noget af dette kildemateriale i rekonstruktionen af vikingetidens kost ud fra betragtningen af, at visse aspekter af madvaner er yderst sejlivede. Dog er det problematisk, at der netop på dette tidspunkt i forhistorien sker store ændringer i samfundet. Disse kan sandsynligvis have været så gennemgribende, at det har medført

nye og anderledes leveregler - også hvad angår mad. Indirekte kan de skriftlige kilder dog være med til at belyse kostforhold i vikingetiden på en mere nuanceret måde.

En anden mulig, om end lidt speciel, ikke-materiel kildegruppe, der kan bidrage med udsagn om erhverv og subsistens er stednavne. I det fynske område er der eksempelvis i forbindelse med projektet ”Atlas over Fyns kyst i jernalder, vikingetid og middelalder” (Crumlin-Pedersen *et al.* 1996, 160) foretaget en nøjere gennemgang af stednavne i de kystnære egne. Relevant for området omkring Galgedil er der udpeget enkelte lokaliteter, der tyder på, at fiskeriet har haft en hvis betydning i nærmiljøet (Holmberg 1996, 141f (samt Katalog i: Crumlin-Pedersen *et al.* 1996, s. 262f).

2.1.2. Vikingetidens kost

Forestillingerne om vikingetiden er mange, og fokus har af gode grunde oftest været på togterne og de vidtrækkende kontakter epoken bød på (Arnold 2006, 244; Roesdahl 1987, 335; Sawyer 1962, 254-9). Bag de saftige historier lå dog en meget mere jordnær dagligdag, der måske ikke umiddelbart har det helt store blikfang. De hjemlige forhold har dog utvivlsomt haft afgørende betydning for de mere udadvendte begivenheder i vikingetiden og har derfor, med rette, efterhånden tiltrukket sig større opmærksomhed (Näsman 2006, 205-241; Randsborg 1980, 206; Roesdahl 1980, 324). Forskningen har i nyere tid bestræbt sig på at afdække vikingetidens statsdannelse eller rigssamlingen. Hertil er subsistensøkonomiske studier ofte inddraget og der er sammenstillet flere oversigtlige værker om landbrugets historie i Danmark, både generelt (Bjørn *et al.* 1988, 416) og regionalt (Ethelberg & Historisk Samfund for Sønderjylland 2003, 844).

Kendetegnende for disse oversigtlige gennemgange af landbrugets historie er, at der males med meget bred pensel, også når det gælder fremstillingen af subsistensøkonomien i vikingetiden. Nyere udgravninger med større fokus på tværvidenskab har afstedkommet flere gode eksempler på mere nuancerede beskrivelser af forholdene i vikingetid og middelalder, hvad angår kost og levevilkår (Iversen *et al.* 2005, 587; Svart Kristiansen & Jysk Arkæologisk Selskab 2006, 574).

Den aktuelle periode for dette specialeprojekt udmærker sig ved, at der netop fra 900-1000 e. Kr. sker store landbrugsomlægninger, karakteriseret ved ekspansion, specialisering og øget hierarkisering (Hedeager & Kristiansen 1988, 110; Jensen 2004, 290ff). I perioden 900-1100 tallet udfases og ophører den ellers så sejlivede jernalderlige vandrelandsby og landsbyerne bliver mere stedfaste (Porsmose 1988, 207). Den dynamiske udvikling i bebyggelsesmønsteret har dog ikke fulgt samme stringente

mønster. Hvornår udviklingen har fundet sted, i hvilket tempo og efter hvilken model er påvist at være ret så nuanceret (Callmer 1986, 199ff). En større social gruppe end den umiddelbare nære familie synes også at have været økonomisk afhængig af den enkelte gårdsenhed i vikingetiden (Hedeager & Kristiansen 1988, 145). Ud fra studier af faunamateriale fra de tidligste bydannelser og landbebyggelserne menes der at have været en begyndende udveksling mellem by og land i vikingetiden (Randsborg 1980, 3).

Klimatisk set har forholdene i størstedelen af vikingetiden været gunstige for kornproduktion, dog med en kortvarig køligere periode omkring år 1000 (Jensen 2004, 317; Odgaard 2006, 335). Selv meget små udsving i gennemsnitstemperaturen på årsbasis kan have haft stor indvirkning på levevilkårene, og der er argumenteret for sammenhæng mellem de mere kølige perioder og ændringerne i bebyggelsesbilledet; marginale områder opgives og landbruget lægges om (Randsborg 1980, 48).

Det er tidligere postuleret, at der i perioden 400 – 1200 e. Kr. ikke er tilkommet væsentlige nye elementer i kosten, hvorfor nogle af de helt tidlige litterære kilder accepteres som at kunne afspejle forhold relativt langt tilbage i tiden (Ramskou 1974, 29). Herved negligeres dog den indflydelse kristendommens indførelse kan have haft på kosten.

Husdyrholdet menes generelt at have været vigtigst i vikingetiden (Roesdahl 1980, 72). Kornavlens derimod synes på basis af pollendiagrammer først at have fået den helt store betydning i løbet af middelalderen (Iversen 1967, 439f; Jensen 2004, 320). Pollendiagrammerne viser derudover en nedgang i lancetvejbred (en ”græsningsindikator”) i vikingetiden. Dette tolkes som vidnesbyrd om gradvis mindre fokus på animalske proteiner end tidligere i landbrugets historie (Randsborg 1980, 53).

2.1.2.1. Animalsk føde

Fund af faunamateriale på forskellige udgravninger ligger til grund for forsøg på at bestemme den relative betydning af de forskellige pattedyr. Generelt er der tale om tamdyr, da vildt oftest udgør under 1 % af dyreknogeterne (Randsborg 1980, 55f). Vildt anses allerede i vikingetiden som forbeholdt overklassen (Roesdahl 1980, 135). Geder tildeles ikke nogen særlig betydning i kosten (Hedeager & Kristiansen 1988, 161). Det er dog her vigtigt at påpege de ofte store vanskeligheder, der er forbundet med sikkert at artsbestemme knoglerne fra hhv. får og geder. Mange mulige knogler fra geder kan således gemme sig bag den store andel af får. Geder er kendt fra mytologiske sammenhænge som eksempelvis i Edda-digtet ”Rígsþula” (Rigs vandring), hvor

trællenes efterkommere holder geder (Larsen 1943, 156) og i fortællingen om Thors bukkeforspand (Ramskou 1974, 45). Den mytologiske sammenhæng indikerer i sidstnævnte tilfælde, at gedekød ikke har været ringeagtet. Er det reelt, at der ikke spises meget gedekød i vikingetidssamfundet, kan det derimod skyldes eventuelle taburegler.

Et andet dyr, der umiddelbart heller ikke blev spist i noget nævneværdigt omfang, er hesten. Undtagelsesvis foreligger der i Eyrbyggja Saga beretninger om nedslagning af heste, men her drejer det sig om utæmmede dyr (Ramskou 1974, 47). I tidligere perioder kendes enkelte eksempler på mere systematisk hestehold og slagting af heste, som ved ældre jernalders Feddersen-Wierde, hvor 12,75 % af slagtedyrene er hest (Hardt 2003, 83). Indtagelse af hestekød synes for alvor at være tabubelagt efter kristendommens indførsel.

Ud fra omhyggelige studier af faunamateriale fra Tårnby på Amager opgøres fordelingen mellem køddyrene i lokalitetens tidligste faser (1-3), 950-1400 e. Kr. Hovedparten af materialet skønnes at stamme fra 1200-tallet (Gotfredsen 2005, 447). Periodemæssigt falder disse arkæozoologiske informationer derfor umiddelbart udover, hvad der antages som relevant for vikingetiden. Alligevel synes resultaterne fra Tårnby, at vidne om 7-800 års driftskontinuitet (Gotfredsen 2005, 467) og fordelingen mellem de større køddyr i Tårnby synes ikke at være i modstrid med de mere generelle opgørelser fra vikingetiden. På lokaliteten Tårnby har svin udgjort ca. 40 %, kvæg har udgjort ca. 34 % og får har udgjort ca. 20 %. Af fårene er 42 % slagtet som unge lam (max ½ år). Dette påpeges at være et landligt træk, idet de unge dyr dominerer meget mere i byer og på borge (Gotfredsen 2005, 458ff).

Randsborg vurderede i 1980, ud fra omtrent 20 pladser, at dyresammen-sætningen var differentieret mellem landbebyggelsen og de tidlige byer. Andelen af kvæg/svin i førstnævnte har været mindre end 70 % og større end 75 % i sidstnævnte (Randsborg 1980, 56).

De mere nuancerede og veldokumenterede fund af faunamateriale kommer ofte fra kulturlagene i de tidligste byer. Fra undersøgelserne af faunamaterialet fra Århus Sønder vold ses, foruden kvæg, får og svin, høns og gæs samt 15 forskellige arter af fisk også eksempler på havpattedyr i form af forskellige sælarter (Møhl 1971, 326f). Perioderne 10.-12. årh. og 13.-14. årh. sammenlignes og forskellige forskydninger i sammensætningen af faunamaterialet fremhæves. Andelen af kvæg bliver større og selve kvæget bliver større. Andelen af får vokser ligeledes, men fårene selv bliver mindre, hvilket muligvis skyldes dårlige vækstforhold. Svinenes betydning svinder ind

og torskens proportionelle andel forekommer også mindre. Sidstnævnte kan dog skyldes udgravningsteknik, hvis det da ikke er en reel nedgang betinget af klimaændringer (Møhl 1971, 323).

På flere kendte og mindre kendte lokaliteter fra vikingetiden er der fundet vidnesbyrd om fiskeri, der dog ikke menes at have haft en betydelig subsistens-økonomisk rolle (Henriksen 1994, 181-191; Enghoff 2000, 59-132; Roesdahl 1980, 73f). Der er dog som tidligere nævnt betydelige problemer med repræsentativiteten, hvad angår vidnesbyrd om fiskeri. Brug af vandsoldning i nyere udgravninger viser netop, at fisk nogle steder har spillet en større rolle end tidligere antaget (Enghoff 2005, 239-270). Uden grundig vandsoldning er det oftest fiskeben fra de større fisk, der erkendes. Trods tiltagende bedre indblik i forhistoriens fisk og fiskeri ud fra grundigere udgravninger og analyser (Enghoff 2005, 469-478; Enghoff 1999, 41-85; Enghoff 2000, 59-132) tyder det på, at sild først i middelalderens store sildefiskeri i Øresundsområdet har opnået en større betydning. Sild kendes fra den ældre Edda, hvor Thor i Hárbarðsljóð (Graaskæg) spiser havregrød og sild til morgenmad (Larsen 1943, 118) og "... ingen kost fås bedre!" (Ramskou 1974, 50). Fiskeriets betydning kan potentielt vurderes uafhængigt og direkte ud fra isotopanalyser.

2.1.2.2. Vegetabilier

Det er uklart præcis hvor stor betydning kornprodukter har haft. I mange fund fra vikingetiden er rugen dominerende (Hedeager & Kristiansen 1988, 158f). Et enkelt fund fra Ejstrup nær Sæby vidner om et varieret agerbrug med fem afgrøder (rug, byg, havre, hvede og hør), hvor kvaliteten af afgrøderne rug og byg er bemærkelsesværdig god (Jensen 2004, 320). Hirse dyrkes i vikingetiden i Danmark (Roesdahl 1980, 128), men ikke i noget omfang af betydning, at dømme ud fra makrobotanik (personlig meddelelse Peter Hambro Mikkelsen).

Ud over kornprodukter er der fundet vidnesbyrd om anvendelse af ærter, bønner, kål, kvan og karse, samt frugt, bær og nødder som supplement og smagsgivere i kosten. Eksempelvis nævnes æbler, blommer, brombær, hindbær, skovjordbær, hyldebær, enebær og slåen, samt porse, humle og hasselnødder, (Ramskou 1974, 63; Roesdahl 1980, 134). Løg kendes fra historien om Kraka (Ramskou 1974, 33). Selv om rug i vikingetiden har været dyrket i Danmark er der også vidnesbyrd om import af rug fra fjernereleggende egne (Helbæk 1971 (1970), 279-296). Der kan være tale om rug særligt velegnet til brødbagning.

Kornprodukterne har været anvendt til grød og brød samt, for bygs vedkommende, ølbrygning. Desuden kan en del af kornprodukterne desuden have været anvendt som dyrefoder, hvilket dog i arkæologisk sammenhæng ikke synes udforsket nærmere. Af brødtyper kendes fra vikingetiden fladbrød bagt på bageplader og brød bagt i ovn eller direkte på gløder under en omvendt gryde (Hansson 1997, 58f; Ramskou 1974, 34).

2.1.2.3. Køkkenudstyr

I særlige arkæologiske fund fra vikingetiden, som eksempelvis Osebergskibet, kan man ud fra det helt unikke genstandsmateriale og fundsammensætninger få et mere detaljeret indblik i, hvad et køkken indeholdt; kedler, stegepande, trug, fade, bøtter, tønder, lerkar, lamper, huggeblok, kværnsten, rammen til en si eller sigte, knive, økser og øser (Ramskou 1974, 30f). Hvor repræsentativt dette overdådige udstyr er for de generelle og dagligdags forhold er umiddelbart ikke ligetil at vurdere. Ud fra skibsgravens helt exceptionelle rige udtryk vil det være mest oplagte, at bedømme fundet som noget helt unikt. Således kan det eneste stort set komplette køkkenudstyr fundet i tidlig vikingetid ikke projiceres ned på de mere jævne samfundslag. Det er desuden ganske sjældent, at køkkenudstyr findes i grave, hvilket yderligere bidrager til, at fundet ikke synes repræsentativt.

Den bevidste handling at medgive køkkenudstyret som gravgave kan alternativt betragtes som det, der reelt set får køkkenudstyret til at fremstå som noget særligt. Dette muliggør anskuelsen af fundet som en slags idealkøkken i vikingetiden som andre almindelige husholdninger mere eller mindre lever op til. Køkkenudstyret i sig selv synes heller ikke at afspejle store rigdomme, men fremstår som noget særligt, idet det indgår i den helt unikke kontekst Osebergskibet udgør. Der er tale om genstande, der trods alt afspejler en meget dagligdags og almenmenneskelig sfære, hvorfor det er nærliggende også at sammenkæde dem med de mere jævne samfundslag. Derudover kan materialevalg, kvalitet, dimensioner og antal af de enkelte delelementer meget vel afspejle, at der her er tale om et køkken af en særlig kaliber. De enkelte bestanddele i Osebergskibets køkkenudstyr vidner om, hvilke muligheder der har været for tilberedning og opbevaring af mad. Enkelte genstande kendt fra andre fundsammenhænge mangles dog; store gafler, klæberstenskar, stegespid og ildstål (Ramskou 1974, 31). Det er dog her vigtigt at pointere, at der foreligger en mulighed for, at sammensætningen af Osebergskibets køkkenudstyr kan afspejle, at der er tale om et

køkken knyttet til skibet og dermed togterne. Dermed kan dette køkken altså repræsentere en anderledes situation end den hjemlige.

Lipidanalyser af keramikskår fra yngre jernalder (inklusiv vikingetid) i Sverige vidner om, at ”gryderetter” (one-pot stew) med en blanding af vegetabilier og animalske ingredienser har været almindelig kost. Samme dominans af ”gryderetten” ses i kogebogen *Libellus de arte coquinaria* (Grewe & Hieatt 2001, 158), hvilket tolkes som tegn på kostmæssig kontinuitet fra yngre jernalder til middelalder (Isaksson 2007, 295).

2.1.2.4. Andre kulinariske kilder

En anden ofte anvendt kilde til belysning af mere nuancerede kostforhold er Vilhelm Erobrerens ”skovtursmåltid” før slaget ved Hastings 1066 som det er afbilledet på Bayeux-tapetet (Ramskou 1974, 39ff; Rud 2006, 69ff). Middagen har bestået af en sammensætning af suppe, fisk, steg og kage. Igen er det svært at argumentere for, at dette måltid, indtaget før et slag og af de ledende i samfundet, er repræsentativt for den mere daglige kost. Tilmed er det usikkert om måltidet overhovedet kan siges at afspejle en nordisk spiseskik. Alligevel indvirker scenen på vores generelle om end noget brede opfattelse af vikingetidens kost. Bayeux-tapetet menes generelt at gengive en del kulturtræk, som også har gyldighed i Norden på dette tidlige tidspunkt af middelalderen (Rud 2006, 7).

En gennemgang af førømtalte ”Rigs Vandring” afspejler forskellene i kosten i de tre væsentlige sociale klasser: trællene, de frie jordbesiddende bønder og overklassen. Desværre er en del af de strofer, der beretter om maden, der bydes på hos de frie jordbesiddende bønder gået tabt (Ramskou 1974, 40ff). Der er dog forskel på de forskellige gengivelser/oversættelser, om pågældende strofe helt mangler, eller om blot det meste af strofens ordlyd mangler (Gjellerup 2001, 325; Larsen 1943). Kilden anskueliggør derfor først og fremmest maden i samfundets ekstremer.

Tabel 2. Oversigt over maden, der nævnes i ”Rigs Vandring” ud fra en kombination af Klaus Gjellerups oversættelse fra 1895 (2001-udgaven) og Martin Larsens oversættelse fra 1943. Den mellemste kategori (Bønder) er markeret med grå, da der her er stor usikkerhed om, hvorvidt kalv rettelig hører til her eller hos Trælle/ufri. I sidstnævnte tilfælde skulle der da være tale om den fine mad forbeholdt særlige begivenheder eller gæstebud.

Overklassen	Bønder	Trælle/ufri
Fint brød (hvede) Flæsk og fuglestege Kander med vin	Sødet kalv	Grovbrød (tungt og tykt. Tæt af avner) Søbe (fx suppe, grød, vælling, øllebrød. eller kogt kål)

Der har næppe været det store spild, når dyr blev slagtet. Blod og fedt blev udnyttet i lige så høj grad som kød. Fund af pølsepinde ved Elisenhof er eksempelvis tolket som anvendt i tilberedning af blodpølser. Der har dog været forskel på anvendelsesmuligheder, idet holdbarhed og konserveringsmuligheder her spiller en stor rolle. Foruden slagtedyr har der ligeledes været holdt dyr for mælkeprodukternes skyld. Mælkeydelsen har dog ingenlunde været af de dimensioner kendt fra moderne landbrug, men antages pr ko at være 250-300 l/år. Mælk forarbejdedes videre til ost, smør og valle. Sidstnævnte kan også anvendes til kødkonservering i kortere perioder (Hardt 2003, 77ff; Ramskou 1974, 51f).

2.2. Kostvaner

2.2.1. Kost og kostpåvirkninger

Store, afgørende og derfor aldrig færdigdiskuterede emner inden for arkæologi viser sig ofte også at omhandle kostomlægninger. Her tænkes der specifikt på neolitiseringsprocessen (Andersen 1989, 13-28; Jennbert 1985, 196-197; Madsen 1987 (1986), 229-239; Mahler 1981, 51-61). Også mindre, mere lokale diskussioner, som eksempelvis fortolkningerne angående de grønlandske Nordbokoloniers ophør, har anvendt fødevarer-situation i kombination med antagelser om tradition versus innovation eller tilpasningsevne i argumentationen (Arneborg *et al.* 1999, 157-168).

Særligt i forbindelse med neolitiseringsprocessen diskuteres det til stadighed hvilke faktorer, der må opfattes som udslagsgivende for udviklingen. Er det de ydre rammer eller de indre socioøkonomiske forhold, der har været afgørende? Spørgsmålet har ikke været ligetil at besvare, hvilket kan bero på, at der er tale om en form for kombination af disse to yderpunkter. Nordbokoloniernes ophør knyttedes tidligere sammen med antagelser om, at vikingerne ikke kunne tilpasse sig forholdene i de grønlandske kolonier. Isotopanalyser kombineret med ¹⁴C-dateringer har dog netop vist, at der gradvis fandt en tilpasning sted og andre mindre naturdeterministiske forklaringer har derfor været fremsat (Arneborg 1999, 273).

Mennesket udviser altså i nogle tilfælde gode evner til at tilpasse sig ændringer, der påvirker fødevarer-situationen og påkræver kostomlægninger. Der er dog eksempler fra historien på, at dette ikke altid er tilfældet. Under den irske hungersnød i 1840'erne lykkedes det ikke med massiv befolkningstilbagegang til følge (Skovmand 2003, 290ff). Flere forfejlede nødhjælpsprogrammer viser, at føde ikke blot er at regne som en

livsforhold som mennesker forholder sig til instinktivt og rationelt (Douglas 1984, 5). At indtage føde er også en menneskelig adfærd, der i høj grad er kulturelt betinget og kommunikativ: "The typical social norms which are connected with the meals may change, but the intimacy of communication remains" (citat: Teuteberg 1992, 3). Mad har desuden to modsatrettede kulturelle egenskaber: "food serves both to solidify group membership and to set groups apart." (citat: Mintz & Bois 2002, 109).

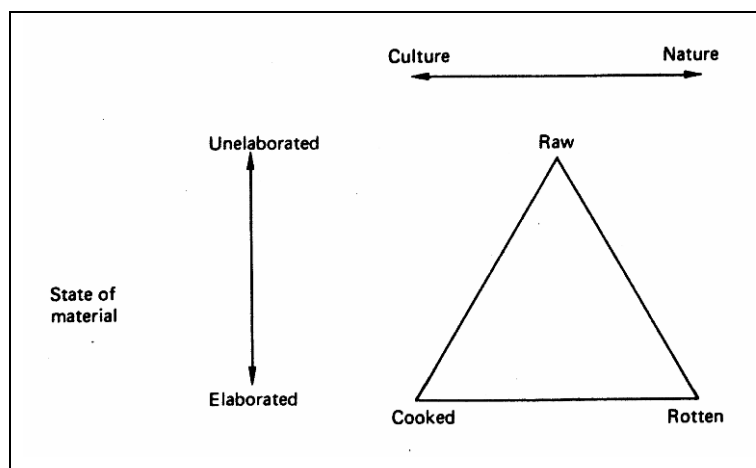
I arkæologi forefindes ikke nogen eksplicit teoridannelse omkring opfattelse af og studier af mad, kost og menneskers adfærd, hvad dette angår. Her må vi vende os om mod socialantropologi og sociologi, hvor særligt førstnævnte har afstedkommet væsentlige bidrag til den humanistisk forankrede udforskning af menneskers mad og madvaner. De socialantropologiske studier deles overordnet i to hovedretninger, hvis orientering og fokus tilsyneladende er helt modsatrettede, hvilket har afstedkommet megen debat. De to teoretiske retninger anes i forbindelse med neolitiseringsprocessen og den grundlæggende uenighed om, hvad der forårsagede denne radikale ikke kun samfundsmæssige, men også kostmæssige ændring.

Hovedtrækkene i socialantropologiens teoridannelse omhandler studiet af mad kan karakteriseres som en udvikling fra funktionalisme til strukturalisme. Siden er der opstået en modreaktion, hvor udviklingsorienterede perspektiver er kommet i fokus og mere nutidig teori tillægges holistisk inspiration. For yderligere og mere indgående information om teoridannelsens historik henvises til Murcott (1988, 1-40), Mennell *et al.* (1992), Wood (1995) og Mintz & Du Bois (2002, 99-119).

Som eksempler på den funktionalistiske antropologiske retning kan nævnes Bronisław Malinowski, James George Frazer og Audrey Richards, og deres studier med særlig vægt på mad og madvaner. Richards forsøgte ud fra feltstudier i Sydafrika i 1930'erne at demonstrere, at madvaner udtrykker eller symboliserer et mønster af sociale relationer (Mennell *et al.* 1992, 7). Malinowski og Frazer illustrerer, hvordan en melanesisk landsbys sociale liv er opbygget –og struktureret omkring mad som yams, taro og svin (Malinowski & Frazer 1922, 147f). Funktionalisme tager udgangspunkt i en overordnet antagelse om, at menneskelig adfærd styres af fysiske og kulturelle behov. I 1900 tallets begyndelse blev naturforhold som klima og landskab tildelt en stærk normativ indflydelse på menneskers liv (Schutkowski 2006, 6). Formålsbestemt, cirkelsluttende og tidløs er den gængse kritik af den funktionalistiske tilgang, der dog med neofunktionalismen i 1980'erne igen synes at have vundet indpas blandt sociologer (Mennell *et al.* 1992, 7).

Funktionalismen præger også det samarbejde, der historisk har været mellem sociologer og ernæringseksperter. Det er i høj grad en bekymring angående ernæringseksperters mere eller mindre hovedløse anvendelse af funktionalistiske fortolkninger, der har været med til at sætte skub i den strukturalistiske teoridannelse, særligt for Mary Douglas' vedkommende (Douglas 1984, 6).

Foruden Mary Douglas bør Lévi-Strauss nævnes som af stor betydning, for den strukturalistiske udvikling inden for socialantropologiske studier af mad og kultur. Førstnævnte står dog i dag som en modifikation af netop Lévi-Strauss inden for samme overordnede teoretiske skole. Inspireret af lingvistik anvender Lévi-Strauss simple binære oppositionspar i bestræbelserne på at finde frem til menneskeartens universelle kulturelle træk. Derfor studeres mad indgående og det med særligt fokus på selve madlavningen (Murcott 1988, 6f). I et simpelt system med to binære oppositionspar (natur vs. kultur og ubearbejdet vs. bearbejdet) opstiller Lévi-Strauss et skema (se Figur 2), der bliver kendt som den kulinariske trekant. Denne er dog på mange måder en grov simplifikation, der med sine to dimensioner forenkler synet på madlavningen. Her skal blot nævnes, at trekanten eksempelvis ikke passer på de tilfælde, hvor mad intentionelt rådnes, hvilket i høj grad er et kulturelt fænomen. Trods hård kritik har Lévi-Strauss bidraget væsentligt til forståelsen af de kulturelle konventioners betydning i menneskers opfattelse af - og tilgang til mad (Murcott 1988, 8).



Figur 2. Den kulinariske trekant udviklet af Levi-Strauss ud fra to binære oppositionspar: Kultur > Natur og Ubearbejdet > Bearbejdet (efter en gengivelse i Murcott 1988:7)

Mary Douglas opfattes som sagt som en modifikation af Lévi-Strauss. Lévi-Strauss' alt for universelle og generaliserende idéer og den binære og vilkårlighed menes at ligge til grund for Douglas' opposition (Murcott 1988, 13). Feltstudier i Afrika og studier af Leviticus (3. Mosebog) samt en stor interesse for klassifikation og modsætningerne ren

og uren har primært dannet basis for Douglas' interesse for mad - og spiseregler. Sidstnævnte er meget dominerende i nogle samfund, mens de tilsyneladende er mindre betydningsfulde i andre. Forklaringen mener Douglas at finde i samfundets tilstand, eller som hun skriver: "...food is not likely to be polluting at all unless the external boundaries of the social system are under pressure." (citat: Douglas 2004, 157). Argumentationen fører videre til at koble madklassifikation, menneskers adfærd omkring mad og madlavning sammen med social orden og den overordnede kosmologi (Douglas 2004, 205). Hermed åbnes op for nye og spændende tolkningsmuligheder for madregler og Mary Douglas krediteres rettelig for at sætte fokus på, at mennesker spiser mad og ikke foder (Murcott 1983). Dette ses tydeligt i eksempler fra 80'ernes forskning, bl.a. i sætninger som: "eating what is "good for you" is always more than a matter of mere nutritional value" (citat: Atkinson 1983, 17).

Om end Mary Douglas kritiserer Lévi-Strauss for at være for universel og selv forsøger at fundere sin egen forskning på mere solide empiriske studier (Wood 1995, 12), bærer de begge præg af at anvende egne erfaringer i argumentationen, der derfor ofte bliver lidt anekdotepreget. Springet fra Mary Douglas' eksempler fra diverse feltstudier, såvel i Afrika som i samtidens England, til de overordnede klassifikationer, hun søger at fremsætte, virker ofte for stort og usammenhængende. Det er også blevet hævdet, at strukturalisternes bestræbelser på at klassificere ikke nødvendigvis forklarer det, der allerede er et erkendt faktum, nemlig at mennesker spiser det, de er vant til (Wood 1995, 32). Derudover kritiseres strukturalister generelt for at vægte det symbolske alt for meget, hvilket ikke levner meget plads til rationalitet og/eller variation (Murcott 1988, 14).

I 1980'erne opstod en decideret modreaktion på den strukturalistiske teori-dannelse. Tidligere er retningen blevet kaldt materialisme for at understrege modsætningen til den symbolisme strukturalismen opererede med (Mennell *et al.* 1992, 14f). Hermed fokuseres mere på rationelle og historisk forankrede forklaringsmodeller, hvorfor også termen *udviklingsorienteret* (egen lidt usikre oversættelse af den engelske term "developmentalism") senere er blevet mere almindelig anvendt som prædikat for denne tilgang (Wood 1995, 6). Inden for denne skole er der forskel på den afstandstagen, der er til tidligere tiders strukturalistiske forskning. Desuden er der forskel på, hvor naturdeterministisk der arbejdes inden for denne teoretiske retning.

Sociologien har først på et senere tidspunkt end socialantropologien øjnet potentialet i studier af mad og madvaner. Dette forklares ved, at forholdet mellem kost

og kultur ofte er blevet taget for givet (Wood 1995, 3), hvilket så har forsinket egentlige sociologiske analyser af kostens kulturelle aspekter i forhold til social-antropologien. Sociologer har dog nyligst i teoridebatten påpeget nødvendigheden af at forsøge at inddrage begge socialantropologiske retninger, idet de anses som komplementære til hinanden. Såvel materielle som kulturelle faktorer påvirker madvaner (Wood 1995, 42121). En sådan mere holistisk tilgang bør derfor stå som et ideal for fremtidig forskning.

Den Fælles for socialantropologi og sociologi er grundholdningen; at ethvert aspekt af menneskelig aktivitet skal studeres i relation til den sociale kontekst (Murcott 1988, 2). Madvaner skal altså ses i relation til den sociale kontekst. Det mener jeg, der er mulighed for med en kombination af isotopanalyser og arkæologiske og biologisk antropologiske informationer, hvormed kost inddrages som en væsentlig del af menneskets kulturelle identitet. Hvor socialantropologiens strukturelle tilgang studerer kultur for at forklare kostvaner (Murcott 1988, 5), bør arkæologien inddrage isotopanalyser for at belyse kost og dermed opnå information om kultur.

2.2.2. Kost og kulturel identitet

Som belyst i det forudgående afsnit er der, trods teoretiske forskelligheder, udpræget enighed om, at mad er andet end blot en livsfornødenhed. Kost og kostvaner dannes, formes og transformeres af både indre samfundsmæssige strukturer og mere ydre mekanismer og naturmæssige forhold.

Mange af de socialantropologiske og sociologiske studier af mad og madkultur tager ofte udgangspunkt i fjerne egne og/eller i samtiden, og direkte analogier til forhistoriske perioder kan selvfølgelig kun foreslås med forbehold og med forsigtighed. Den helt grundlæggende erkendelse, at madvaner til dels er kulturelt betingede, må dog også være gældende for de forhistoriske perioder og samfund, som arkæologer studerer. En generel og overordnet definition af kultur i antropologi og sociologi er: alt der læres, deles og overleveres mellem grupper af mennesker fra generation til generation (Mennell *et al.* 1992, 20). Hermed kan kost og koststudier med rimelighed forventes at kunne bidrage væsentligt til kulturhistorisk forskning og studier af kulturel identitet, hvilket også Mary Douglas i høj grad har pointeret (Douglas 1984, 14).

Menneskelig adfærd omkring og relation til mad er langt mere nuanceret, end hvad arkæologer oftest er i stand til at afdække. Det burde dog ikke afholde arkæologer fra at forsøge at se ud over de rent rationelle og måske, for os moderne mennesker, mest

logiske tolkninger. Arkæologien er netop velegnet til, at belyse traditionsaspektet. Ved at inddrage isotopanalyser er der mulighed for at undersøge om der er overensstemmelse mellem de arkæologiske iagttagelser af ændringer i økonomien i forhistorien og det reelle fødeindtag. Et eksempel er den gængse opfattelse, at arkæologisk dokumenterbare innovationer eller intensivering i eksempelvis den agrare landbrugsproduktion er sammenhængende med - eller afstedkommer kostændringer. Ved hjælp af isotopanalyser er det nyligt blevet påvist, at der, trods arkæologiske vidnesbyrd om intensivering af den agrare produktion i løbet af romersk jernalder, ikke sker en synlig ændring i kosten (Jørgensen 2007, 204f). Dette kan muligvis skyldes, at forandringer i subsistensøkonomien sætter sig et forsinket spor i fødeindtaget, der er styret af vaner og dermed er konservativt og sejlivet.

”The building and decomposition of food behaviour patterns is a slow process and cannot immediately be changed by simple rational appeals.”

(citat: Teuteberg 1992, 6)

Alternativt kan en øget kornproduktion være udtryk for andet, end at den lokale befolkning er begyndt at spise flere kornprodukter. Intensiveringen bør muligvis ses i et bredere subsistensøkonomisk perspektiv. Agrare produkter kan have haft en betydning i forbindelse med handel og udveksling, og er ikke nødvendigvis endt i de lokale maver. Fra socialantropologien kendes et lignende eksempel. Dog er der her tale om introduktionen af et nyt husdyr (ged), der udelukkende introduceres med henblik på handel og udveksling (Douglas 2004, 206).

I dette og forudgående afsnit har jeg ønsket at synliggøre nogle af de perspektiver, der ligger i at overveje den betydning mad har haft i også forhistoriske samfund. Inspirationen er hentet fra socialantropologien og sociologien, men også historikere har rettet opmærksomheden mod mad og madvaner.

”... peoples have been metaphorically and symbolically characterized by their eating and drinking habits since ancient times.”

(citat: Teuteberg 1992, 18)

Isotopanalyser og andre knoglekemiske analyser, mener jeg, kan bidrage væsentlig til at løfte opgaven med at studere madens betydning i forhistoriske samfund. Ud fra sådanne analyser, der giver direkte information om kostens hovedbestanddele, er det muligt at undersøge kostmæssige forhold mellem de forskellige individer i en population i relation til alder, køn og status. Derudover kan forskellige populationer sammenlignes og kosten sættes i relation til geografi, kronologi, samfundsform og lignende.

3. Metode

3.1. Isotopanalyser

3.1.1. Introduktion til isotopanalyser

Isotopanalyser identificerer isotopsammensætningen i kemiske forbindelser.

Isotopanalyser er derfor en potentiel vigtig analytisk redskab for arkæologer. Der er en hel del introducerende litteratur, der omhandler studier af stabile isotoper og metodens arkæologiske anvendelser (Katzenberg 2000, 305-305-327; Mays 1998, 242; Pollard 1998, 285-285-301; Sealy 2001, 269-279). Efterhånden menes anvendelsen af isotopanalyser at være så udbredt og almindelig kendt indenfor arkæologien, at der inden for britisk arkæologi tales om "isotope archaeology" (Pollard 1998 med reference til Stos-Gale 1995). I Sverige er "Benkemi" en selvstændig disciplin på "Arkeologiska Forskningslaboratoriet", Stockholms Universitet. Her dækker "Benkemi" dog både over isotopanalyser, sporstofanalyser og Dna-analyser. I forbindelse med dette specialeprojekt vil jeg, i tråd med Z.A. Stos-Gale(1995, 12), definere isotoparkæologi som "en gren af arkæologisk forskning, der anvender isotopanalyser for at løse arkæologiske problemstillinger" (egen oversættelse).

Isotoper er forskellige former af det samme atom. Et atom består af protoner, neutroner og elektroner. Antallet af protoner i en atomkerne er bestemmende for, hvilket grundstof (atom), der er tale om. To atomkerner med det samme antal protoner, men med forskellige antal af neutroner er to isotoper af det samme atom. Derfor er antallet af neutroner i en atomkerne bestemmende for, hvilken isotop af det pågældende grundstof der er tale om (Clark & Fritz 1999, 2).

Det inden for arkæologien vel nok bedst kendte eksempel er kulstof (C), hvis mest udbredte form er ^{12}C (6 protoner og 6 neutroner), men derudover også forekommer som ^{13}C og ^{14}C . Sidstnævnte er almindeligt kendt i arkæologien i forbindelse med datering. ^{14}C er en ikke-stabil (radioaktiv) isotop og henfalder, hvilket er grundlæggende for, at isotopen kan anvendes til datering. Derimod er ^{13}C en stabil isotop, hvilket kan udnyttes inden for studier af kost og til en hvis grad også proveniens. Anvendelsen af kulstofisotoper i arkæologiske forskningsprojekter uddybes nærmere i de følgende afsnit.

De mest anvendte isotoper inden for arkæologiske undersøgelser er sammenstillet i tabelform i Bilag 1. I tabellen er endvidere angivet enkelte henvisninger til udvalgte arbejder, der anvender isotopanalyser.

I princippet har de forskellige isotoper af et grundstof samme kemiske egenskaber, idet disse primært er betinget af antallet af protoner og ikke mindst elektroner. Det har dog vist sig, at den lille masseforskel, der er mellem en let og en tung isotop af samme grundstof (f.eks. ^{12}C og ^{13}C) resulterer i fraktionering, der kan forklares som en form for diskriminering af den tungere eller lettere isotop i forskellige fysiske, kemiske og biologiske reaktioner (Clark & Fritz 1999, 6).

Et meget klassisk eksempel på dette er fordampning og nedbør. Når vand fordamper, vil vandmolekylerne med de letteste isotoper fordampe hurtigst. Det modsatte er tilfældet under fortætning. Nedbør vil derfor isotopmæssigt (for brint og ilt vedkommende) blive gradvist lettere i takt med at afstanden fra ækvator øges, dvs. den falder ved en lavere temperatur. Dette hedder "rain-out" effekt (den "tunge" nedbør falder første). Denne effekt kan også ses i forskellen mellem nedbør fra varme eller kolde årstider. Nedbør om sommeren er isotopmæssigt tungere end nedbøren om vinteren. I forbindelse med istider sker der en meget langsom berigelse af den tunge iltisotop (^{18}O) i oceanerne, idet der ikke sker en tilbagestrømning af den isotopmæssigt lettere nedbør, der under istider bindes i isen. Vandstanden sænkes og forholdet mellem fordampning og tilbageførsel ændres. Hvor isen fra istider bevares over længere tidsrum kan man ved at studere ^{18}O -indholdet i iskerner få informationer om årstidsvariationer og længerevarende udsving i klimaet (Knudsen *et al.* 2006, 243ff).

Forskellige processer skaber fraktionering:

- fysisk effekt (fordampning, diffusion)
- ligevægtseffekt (skift mellem faser)
- kinetisk effekt (f.eks. fotosyntese)

(Sealy 2001, 269)

Som nævnt i eksemplet med fordampning og nedbør ovenfor, sker der en fraktionering ved termodynamiske (fysiske) processer, men også ved simple kemiske processer sker der en fraktionering. Derudover er der forskellige biokemiske processer, der resulterer i fraktionering (f.eks. de enkelte forskellige fotosynteser). Herom mere i afsnit 3.1.2. Fraktioneringen angives ofte som en fraktioneringsfaktor (Clark & Fritz 1999, 21ff).

Det er isotopfraktioneringen, der er helt grundlæggende for isotopanalyser og muliggør studier af kost, klima, proveniens og meget andet. Fraktionering resulterer i meget små ændringer i den egentlige rate mellem forekomsten af den tunge isotop og den lette isotop. Ændringen angives som en udregnet delta-værdi, hvor raten mellem den tunge versus den lette isotop i en given prøve bestemmes relativ til den samme rate i en international bestemt standard (Clark & Fritz 1999, 6).

Delta-værdien angives som:

$$\delta R = [(R_{\text{sample}} / R_{\text{reference}}) - 1] * 1000 \text{ ‰ reference.}$$

(hvor R er det proportionelle forhold mellem hhv. den tunge og lette isotop eksempelvis $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$)

Deltanotationen gør det endvidere muligt at sammenligne resultater fra forskellige laboratorier (Stos-Gale 1995, 14). Der er etableret internationalt anerkendte isotop-referencer eller ”standards”, velegnet til specifikke isotoper. Relevant i sammenhæng med dette specialeprojekt anvendes, i forbindelse med isotopanalyser af kulstof (C), VPBD standarden (Vienna Pee Dee Belemnite, afledt fra PDB, der er en marin kalksten fra en ganske bestemt formation (Pee Dee) i South Carolina). For isotopanalyser af kvælstof (N) anvendes AIR N₂ (atmosfærisk N) som standard, da atmosfærisk luft har en meget homogen N-isotopsammensætning. To organisationer, ”International Atomic Energy Agency” (IAEA) og ”National Institute of Standards and Technology” (NIST), samarbejder om at kalibrere, katalogisere og distribuere referencematerialer. De offentliggør også opgørelser for egnede standarder til analyser af andre isotoper (Clark & Fritz 1999, 6f) (http://www.cobsil.com/iso_main_stable_principles.php).

Stabile isotoper blev opdaget tilbage i starten af 1900-tallet og takket være intensive studier og store fremskridt i instrumentering, var de fleste stabile isotoper identificeret i midt 1930’erne (Clark & Fritz 1999, 4). I 1942 anvendtes et masse-spektrometer kommercielt for første gang i forbindelse med analyser af petroleum. Op gennem 50’erne og 60’erne udvikledes instrumenteringen yderligere og studier af stabile isotoper vandt hurtigt frem inden for kemi, biologi og geokemi (Katzenberg 2000, 306).

Allerede inden det teknisk set var muligt, har arkæologien haft forhåbninger til, at kemiske analyser kunne bidrage væsentlig i bestræbelserne på at danne et fyldestgørende indblik i forhistorien ud fra materielle levn. Et godt eksempel på dette er

forskningen inden for metallurgi (Pollard 1998, 285f). Her har interessen for proveniens af uorganisk materiale som metaller, men også keramik, fungeret som drivkraften i de forskningsmæssige fremskridt i 1960'erne og 1970'erne, med anvendelsen af blyisotoper (Stos-Gale 1995, 22). Udviklingen i slutningen af 1980'erne i instrumentering medførte, at det blev billigere at udføre isotopanalyserne (Katzenberg 2000, 306). Betydningen heraf for applikationen af metoden i arkæologisk forskning er indlysende.

Stabile iltisotoper, og til en vis grad også brint- og kulstofisotoper, er også anvendt i forbindelse med rekonstruktion af forhistoriens klima, som i eksemplet med nedbør og fordampning. Denne type analyser har eksempelvis været inddraget i diskussionerne om sammenhængen mellem perioder med megen vulkansk aktivitet og efterfølgende klimaforringelser. Desuden er klimastudier baseret på isotopanalyser anvendt i forbindelse med den arkæologiske udforskning af Nordbokoloniernes nedgangsperiode og endelige ophør i Grønland (Arneborg *et al.* 1999, 157-168; Pollard 1998, 287f).

Beskæftiger man sig med isotopanalyser i forbindelse med rekonstruktion af kosten i forhistorien, er første og mest sejlivede ”læresætning”: ”Du er hvad du spiser”. Det er med udgangspunkt i denne sætning, at mange vigtige bidrag til den arkæologiske forskning er blevet til (Ambrose 1993, 59-130; Pate 1994, 161-209; Sealy 2001, 269-279). I slutningen af 1970'erne anvendtes isotopanalyser til at studere spredningen af majsbaseret landbrug i Nordamerika. Resultaterne herfra var med til at løse et problem, der ikke lod sig løse ud fra traditionel arkæologisk forskning, og studiet var stærkt medvirkende til at legitimere anvendelsen af isotopanalyser inden for koststudier (Pollard 1998, 289). Mindst lige så vigtig var Taubers undersøgelser fra 1981, af isotopsammensætning (kulstof) i menneskeknogler fra mesolitikum til slutningen af yngre jernalder. Tauber påviste et markant skift fra en høj til en nærmest minimal udnyttelse af marine ressourcer ved overgangen fra mesolitikum til neolitikum (Pollard 1998, 285-285-301; Tauber 1981, 112-126; Tauber 1981, 332-333; Tauber 1989, 258-265). Taubers studier viser, at også dateringslaboratorierne interesserede sig for variationerne i isotopsammensætningen. Det havde nemlig betydning for dateringsmetoden (Katzenberg 2000, 306). I afsnit 3.2. vil isotopforholdenes implikationer for kulstofdatering blive gennemgået nærmere.

Fra slutningen af 1979'erne og op gennem 80'erne introduceredes også anvendelsen af analyser af kvælstofisotoper indenfor koststudierne (Katzenberg 2000,

307). Ved kontrollerede fodringsforsøg af mindre dyr blev en fraktioneringsfaktor mellem føde og fødeindtager påvist. Dermed kan analyser af nitrogenisotoper give informationer om, hvor i fødekæden et givent dyr/menneske befinder sig. Dette var medvirkende til at afhjælpe situationer, hvor kulstofisotop-resultater var svært tolkelige (Katzenberg 2000, 315), foruden selvfølgelig at videreudvikle metodens muligheder generelt.

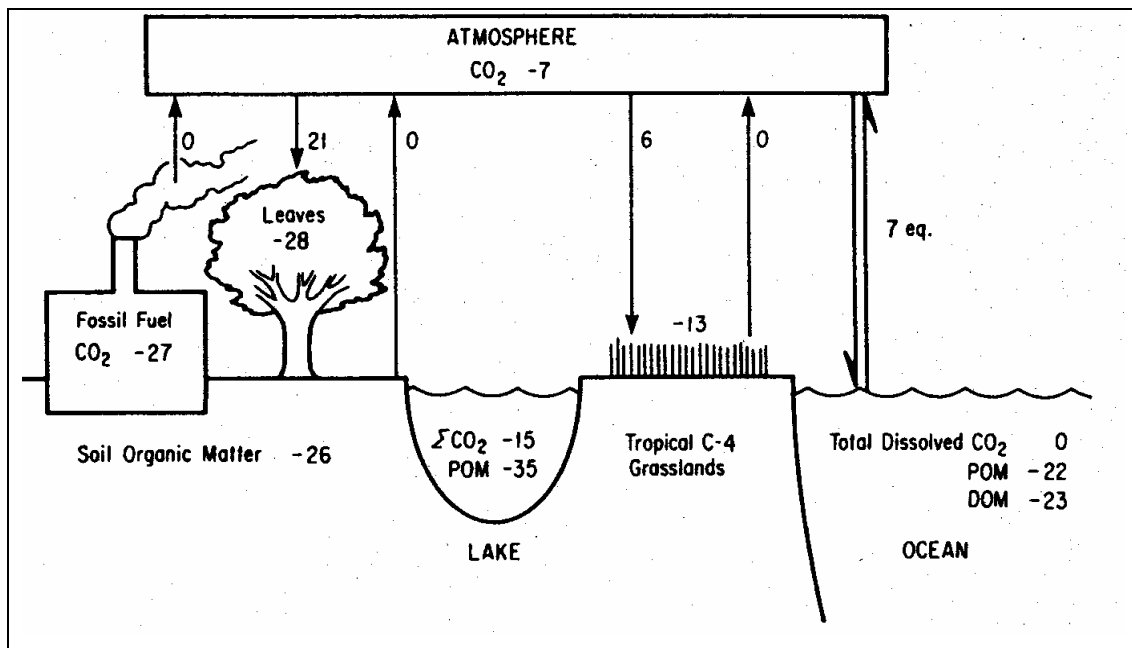
Helt nye tiltag studerer de implikationer, animalsk gødskning kan have for kvælstof-isotopværdierne (Bogaard *et al.* 2007, 335-343). Faktisk er det muligt, ud fra moderne plantemateriale, at spore berigelsen af ^{15}N i kulturlag (Commisso & Nelson 2007, 440-450). Områder med intensiv gødskning i forhistorien kan identificeres, og sådanne undersøgelser kan bidrage til et mere detaljeret og nuanceret indblik i gårdsstrukturernes forskellige funktioner.

Som anført i Bilag 1 har også andre isotoper, end de her i teksten nævnte, været anvendt i forbindelse med arkæologisk forskning. Jeg begrænser mig til at fremhæve brugen af strontium (Sr), særligt i forbindelse med proveniensstudier, men også (her dog anvendt som sporstof) i forbindelse med koststudier og bestemmelse af trofiniveau (Pollard 1998, 296ff; Sealy 2001, 274). I nyere tiltag indenfor "Benkemi" i Sverige og britisk arkæologisk forskning er det desuden forsøgt at anvende svovlisotoper i studiet af menneskets mobilitet (Andersson 2006; Richards *et al.* 2001, 185-190). I forbindelse med svovl (S) ses der også en forskel mellem marine sulfater (^{34}S beriget) og magmatiske eller sedimentære sulfitter (^{34}S forarmet), hvilket potentielt kan bruges i koststudier (Pollard & Wilson 2001, 199).

3.1.2. Kulstof, kvælstof og rekonstruktion af kost

3.1.2.1. Kulstof

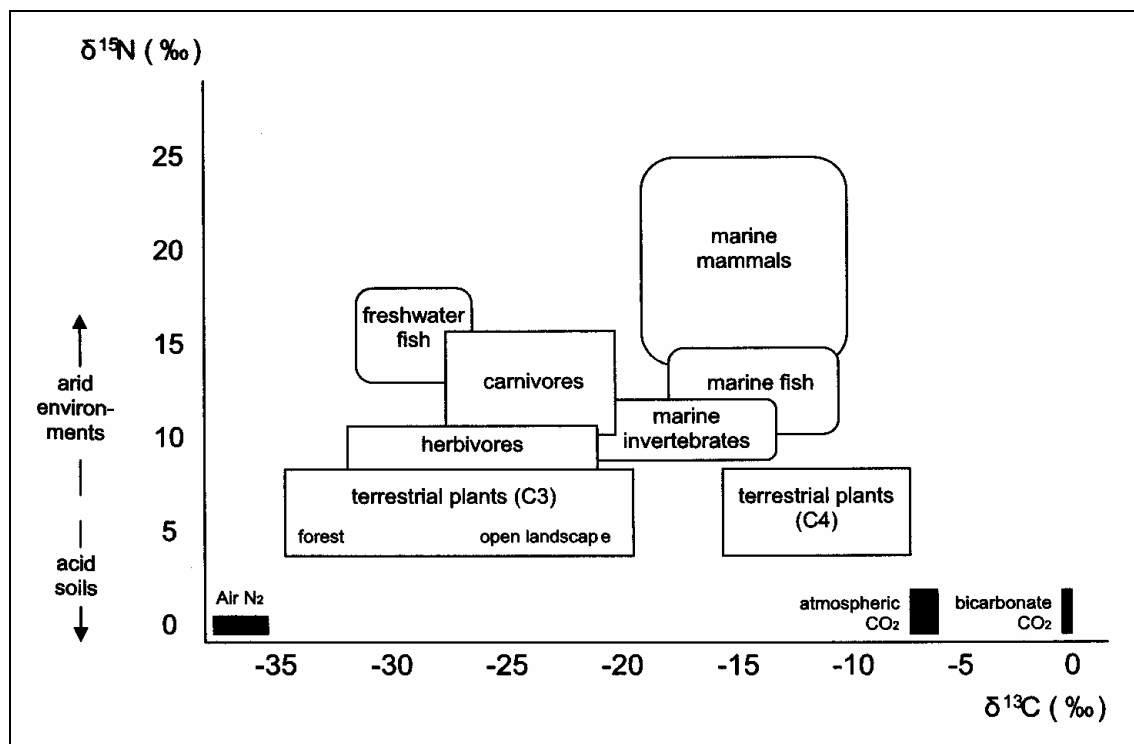
Kulstof dannes kontinuerligt i atmosfæren og forekommer, som tre forskellige isotoper (se Bilag 1). Kulstof optages via fotosyntesen nederst i fødekæden. Planter på land-jorden (terrestriske planter) optager kulstof fra atmosfærens CO_2 . Vandplanter optager vandets indhold af opløst uorganisk kulstof, der varierer i $\delta^{13}\text{C}$ -værdi afhængig af miljø (hav, flod eller sø). I Figur 3 præsenteres distributionen af $\delta^{13}\text{C}$ i økosystemet. Trods det, at kulstofcyklen er den bedst studerede globale cyklus er de estimerede reservoirværdier behæftet med en vis usikkerhed (Pollard & Wilson 2001, 195).



Figur 3: Distributionen af $\delta^{13}\text{C}$ i et økosystem. Enkeltstående tal angiver $\delta^{13}\text{C}$ værdier (‰) for det pågældende reservoir, mens tallene ved pilene angiver fraktioneringen (efter Peterson & Fry 1987, 301).

Terrestriske planter kan anvende en af tre forskellige former for fotosynteser (C_3 , C_4 og CAM) til at optage CO_2 fra atmosfæren. De forskellige fotosynteser resulterer i forskellige fraktioneringer og deraf forskellige $\delta^{13}\text{C}$ -værdier (Pate 1994:172), se også Figur 3 og Figur 4. Størstedelen af de terrestriske planter anvender C_3 fotosyntesen, hvorimod planter som majs, hirse og tropiske græsser er C_4 -planter. Eksempler på planter med CAM fotosyntesen er kaktus og sukkulenter (Chisholm 1989, 12f). Forskellen i fraktionering er særlig udtalt mellem C_3 - og C_4 -planter, hvilket netop muliggjorde den førnævnte forskningsindsats i forbindelse med undersøgelserne af majsagerbrugets opdukken og udbredelse i Nordamerika (side 16).

Forskellen i $\delta^{13}\text{C}$ mellem atmosfærens og havets CO_2 danner grundlag for at studere forholdet mellem terrestrisk versus marin føde. Som det fremgår af Figur 4, overlapper de marine værdier med værdierne for C_4 -planter/ C_4 -planteædere. Derfor kan $\delta^{13}\text{C}$ -værdier kun bruges til at skelne mellem terrestriske og marine fødeindtagere i områder, hvor C_4 -planter ikke indgår i kosten (Pate 1994, 175). I tidevandsområder og deltaområder sker der en "run-off effekt" af biogent kulstof. $\delta^{13}\text{C}$ i fisk fra sådanne områder ser derfor terrestriske ud (Chisholm 1989, 31). Derfor kan man udelukkende udlede noget om det klart marine indslag i kosten ud fra $\delta^{13}\text{C}$. For også at belyse kostens indhold af ferskvandsarter kan $\delta^{15}\text{N}$ med fordel inddrages i koststudierne (Cook *et al.* 2001, 453-460).



Figur 4: Sammenstilling af mulige fødeemner og deres respektive $\delta^{13}\text{C}$ og $\delta^{15}\text{N}$ værdier (efter Schutkowski 2006:169)

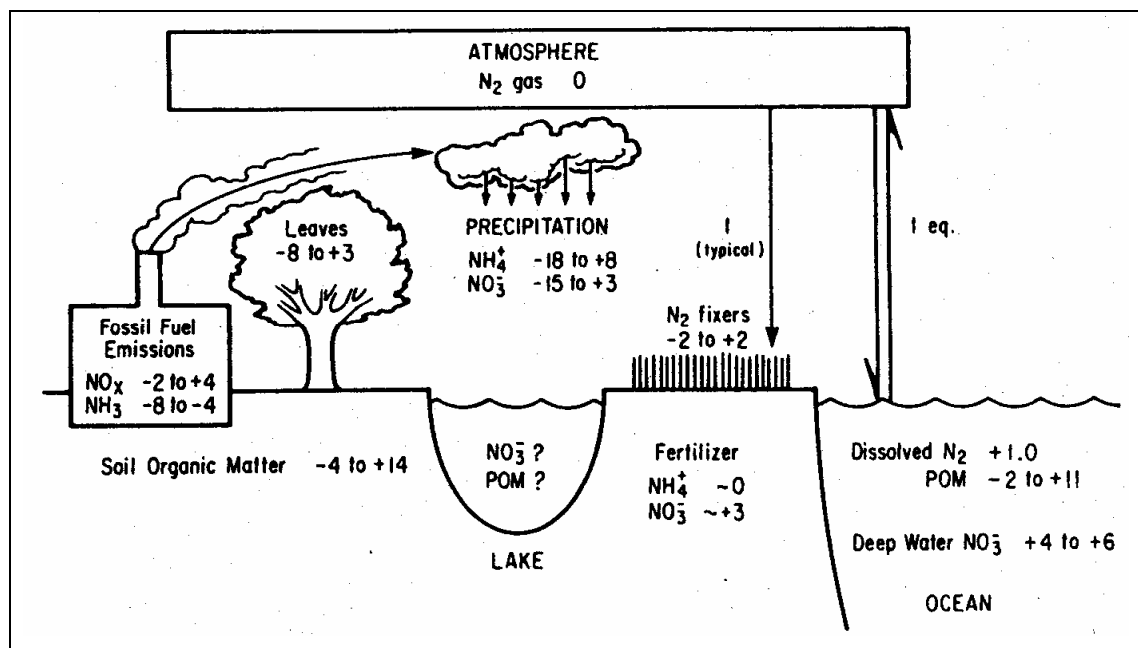
Rekonstruktion af kost ud fra isotopanalyser baseres på den antagelse, at isotopsammensætningen i en fødeindtagers væv er en direkte og konstant funktion af kostens isotopsammensætning (Lovell *et al.* 1986; Ambrose 1993:60). Deraf sætningen: ”du er hvad du spiser”. Der er dog en systematisk forskel (fraktionering) mellem forskellige vævstyper. Dette resulterer i, at $\delta^{13}\text{C}$ i det organiske knoglevæv (collagen) er ca. 5 ‰ større end kosten (Ambrose & Norr 1993, 4). Det vil sige ”du er hvad du spiser + 5 ‰” (Katzenberg 2000, 314). I bestræbelserne på at rekonstruere forhistorisk kost, har dette kun betydning, hvis moderne ikke-collagent væv inddrages i undersøgelsen. I praksis sker dette efterhånden sjældent. Der er efterhånden stor enighed om, at det er bedst at indsamle referencemateriale i form af faunamateriale fra (ideelt) samme tid og sted som det humane materiale, der indgår i en given undersøgelse. Mere herom i afsnit 4.3.

Undersøges isotopsammensætningen i den mineralske del af knoglen (apatit), er fraktioneringen mellem kost og væv anderledes. $\delta^{13}\text{C}$ -værdien for knogle-apatit er generelt 3-10 ‰ højere end for collagen (Ambrose 1993:71). Dette er ikke af betydning i dette specialeprojekt, men i større komparative sammenligninger er det vigtigt at sikre sig, at resultaterne stammer fra samme vævstype og ideelt også samme forbehandlingsmetode.

En vigtig forudsætning for at anvende isotopanalyser i koststudier er, at $\delta^{13}\text{C}$ tilsyneladende ikke påvirkes af hverken alder eller køn. En befolkning med homogen kost antages at have en lille variation i $\delta^{13}\text{C}$. En del analyser blev udført på en population af bisonjægere fra 3500-5500 BP, der ud fra andet kildemateriale skønnedes at have en meget ensartet kost (Lovell *et al.* 1986, 51-65). Som forventeligt var standardafvigelsen for $\delta^{13}\text{C}$ meget lille, $\sigma = 0,3 \text{ ‰}$ og variationer større end dette skønnedes derfor at afspejle egentlige kostmæssige forskelle. Samtidig er $0,3 \text{ ‰}$ den maximale usikkerhed på den førmtalte fraktioneringsfaktor mellem kost og collagen, kaldet ΔDC , hvor D: diet og C: collagen (Lovell *et al.* 1986, 53f).

3.1.2.2. Kvælstof

Det forholder sig noget anderledes med $\delta^{15}\text{N}$, der ikke kun udviser fraktionering mellem forskellige vævstyper, men også for hvert trin (trofiniveau) i fødekæden (Ambrose 1993, 62). Kontrollerede fodringsforsøg udført i slutningen af 1970'erne og i 1980'erne viste, at fraktioneringen i $\delta^{15}\text{N}$ for hvert trin i fødekæden er ca. $3\text{--}4 \text{ ‰}$ (Deniro 1987, 188).



Figur 5: Distributionen af $\delta^{15}\text{N}$ i et økosystem. Enkeltstående tal angiver $\delta^{15}\text{N}$ værdier (‰) for det pågældende reservoir, mens tallene ved pilene angiver fraktioneringen (efter Peterson & Fry 1987, 302).

Der har gennem længere tid været en del debat om, hvorledes stressfaktorer som temperaturudsving, vandindtag og fejlnæring påvirker $\delta^{15}\text{N}$ (Ambrose 2000, 244ff; Katzenberg 2000, 317f). Igen har kontrollerede fordringsforsøg været inddraget for at løse problematikken. Forsøgsdyrenes (rotter) $\delta^{15}\text{N}$ -værdier viste sig at være relative immune over for de forskellige opstillede stresssituationer. Forsøget kan dog ikke umiddelbart afgøre, om dette indikerer, at hypotesen om stressfaktorerne ikke holder, eller om der blot er anvendt ikke egnede forsøgsdyr (Ambrose 2000, 256f).

Kvælstof (N) findes eksempelvis i Jordens atmosfære som N_2 molekyler, hvor de udgør 78 %. Kvælstofkredsløbet fremgår af Figur 5. Der forekommer to isotoper af grundstoffet kvælstof (^{15}N og ^{14}N , se også Bilag 1). Terrestriske planter optager kvælstof fra forskellige kilder:

- Bakteriel fiksering af N_2
- Bakterielt nedbrudt organisk materiale
- Nedbør

(Pate 1994, 179f)

$\delta^{15}\text{N}$ i nedbrudt organisk materiale er højere end atmosfærens N_2 -niveau (Deniro 1987, 184), hvilket ses i bælgplanter. Disse kan nemlig optage N direkte fra atmosfæren. $\delta^{15}\text{N}$ kan således afspejle differentieret brug af f.eks. bælgplanter (Pollard & Wilson 2001, 198).

Det er påvist, at diende afkom har højere $\delta^{15}\text{N}$ -værdier relativt til moderen. Forskellen mellem moder og unge er tilsyneladende artsspecifik uden, at der eksempelvis er tydelige forskelle mellem f.eks. planteædere og rovdyr (Jenkins *et al.* 2001, 336-341). Når det gælder mennesker ses en forskel mellem mor og afkom på ca. 2-3 ‰ (Fuller *et al.* 2006, 291), hvilket svarer til lidt mindre end et helt trofiniveau. Denne forskel mellem mor og afkom har muliggjort studier af amningsmønstre (Balasse *et al.* 1999, 593-598; Lidén *et al.* (2003)), der videre kan bidrage til at belyse palæodemografiske forhold (Sealy 2001, 273).

Nyere forskning har påvist, at graviditet har en indvirkning på $\delta^{15}\text{N}$. Det er dog indtil videre kun påvist på moderne hårprøver (Fuller *et al.* 2004, 2889-2896) og der er siden stillet spørgsmålstejn ved, om der er tale om en så tilpas kortvarig ændring, at det ikke vil resultere i en tydelig ændring af $\delta^{15}\text{N}$ i collagen (Jørkov 2007, 41).

3.1.2.3. Kostrekonstruktion

Når isotopanalyser bruges til kostrekonstruktion på basis af et arkæologisk materiale, er der to meget grundlæggende forudsætninger, der skal være opfyldt:

- 1) kendskab til isotopers distribution i fødekæden
- 2) sikkerhed for, at der ikke er sket kompromitterende post-mortem ændringer eller forurening

(Sealy 2001, 269)

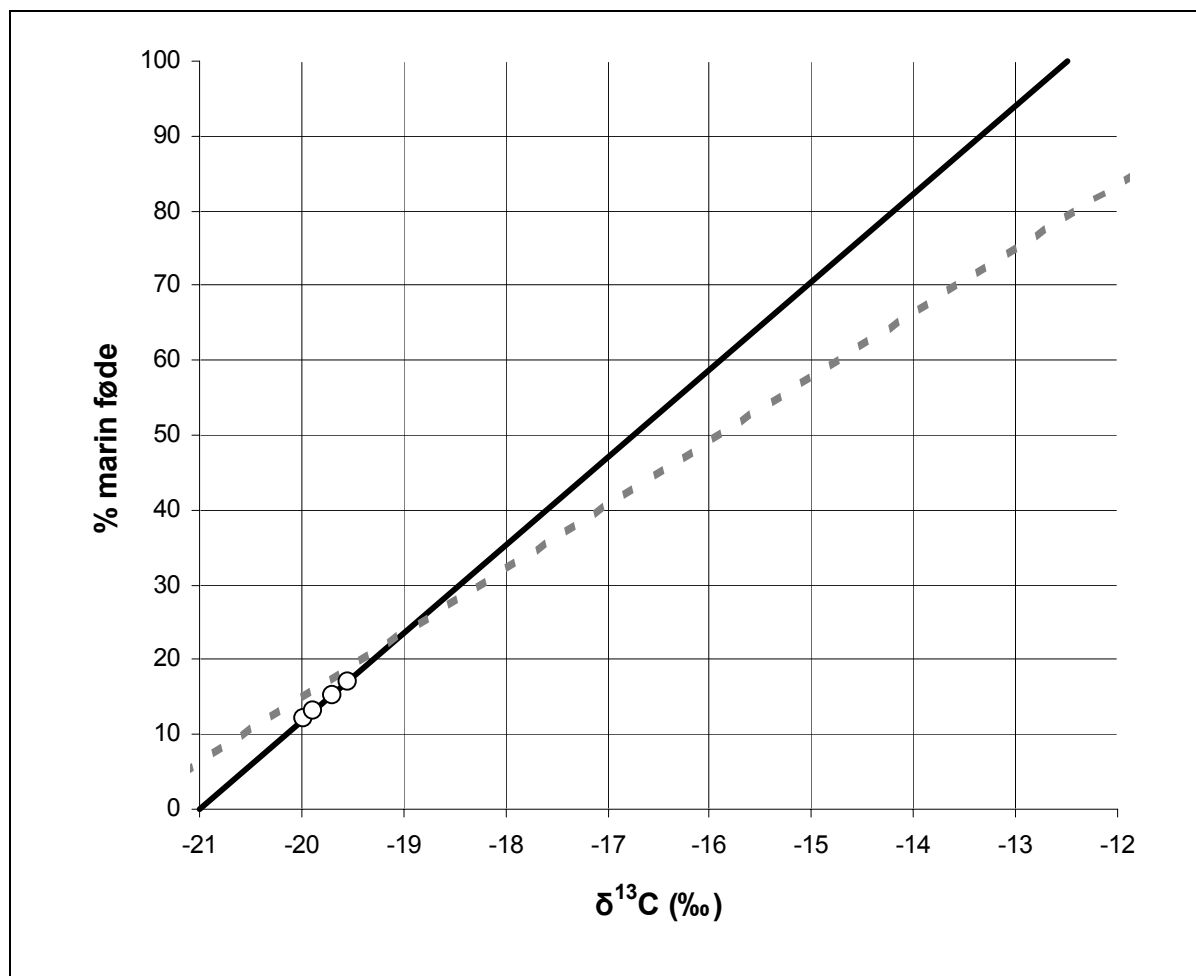
Som tidligere nævnt er der tale om en direkte metode til at undersøge kost og ernæring i forhistorien. Udregninger af de forskellige fødebestanddeles proportionelle andele i kosten er også forsøgsvis foretaget ud fra isotopanalyser. Endnu bør metoden dog kun opfattes som potentiel kvantitativ, idet kendskabet til de bagved-liggende principper stadig ikke er tilfredsstillende (Ambrose 1993, 59).

De mere grove og primitive beregninger tager udgangspunkt i de $\delta^{13}\text{C}$ "end values", der, enten skønsmæssigt eller ud fra analyser af faunamateriale, menes at være indenfor den pågældende kost. "End values" er de respektive værdier for ekstremerne i et muligt kostspekter. Aktuelt i forbindelse med udregninger baseret på humant materiale fra Skandinavien, vil der være værdier fra respektive marine og terrestriske mulige fødeemner. Ud fra dette og ved simpel linear interpolation estimeres den proportionelle andel af marin versus terrestrisk kost (Chisholm 1989, 14). For udregningen er opstillet følgende generelle formel:

$$\% \text{ marin kost} = (\delta_T - \delta_{\text{CO}} - \Delta\text{CD}) / (\delta_M - \delta_T) * 100 \%$$

Her er T er den gennemsnitlige terrestriske "end value", M er den gennemsnitlige marine "end value", CO er den målte værdi på collagen i det enkelte tilfælde og ΔCD er fraktioneringen mellem kost (diet) og collagen (Ambrose 1993:83). ΔCD skal kun med i udregningen i de tilfælde, hvor værdier fra forskellige vævstyper indgår.

Den lineare interpolation kaldes også "mixing line". Figur 6 viser et eksempel på en sådan "mixing line" model, med udgangspunkt i de værdier, der generelt anvendes på dansk materiale.



Figur 6: Eksempel på en "mixing line" model baseret på gennemsnitlige danske marine og terrestriske "end values". Ud fra de fire første ^{14}C -dateringer, der foreligger fra Galgedil udregnes den marine andel af kosten ud fra $\delta^{13}\text{C}$ -værdier (-19,97 ‰; -19,88 ‰; -19,70 ‰ og -19,55 ‰) til mellem 12 % og 17 %. Den grå stiplede linie markerer en alternativ "mixing line" model fremsat for nylig (Fischer *et al.* 2007, 2125-2150).

Det er også muligt på basis af "mixing line" modellen at estimere $\delta^{13}\text{C}$ -værdierne ud fra antagelser om kostens formodede sammensætning. Egentlige isotopanalyser skulle derefter be- eller afkræfte sådanne antagelser. Hvis alle fastedagene blev overholdt har op imod ca. 180 dage om året været fastedage (Roesdahl 1999, 130). Hermed bliver den marine andel af kosten ca. 49 % ($180/365 \cdot 100\%$) og $\delta^{13}\text{C}$ må da forventes at ligge omkring -16,8 ‰.

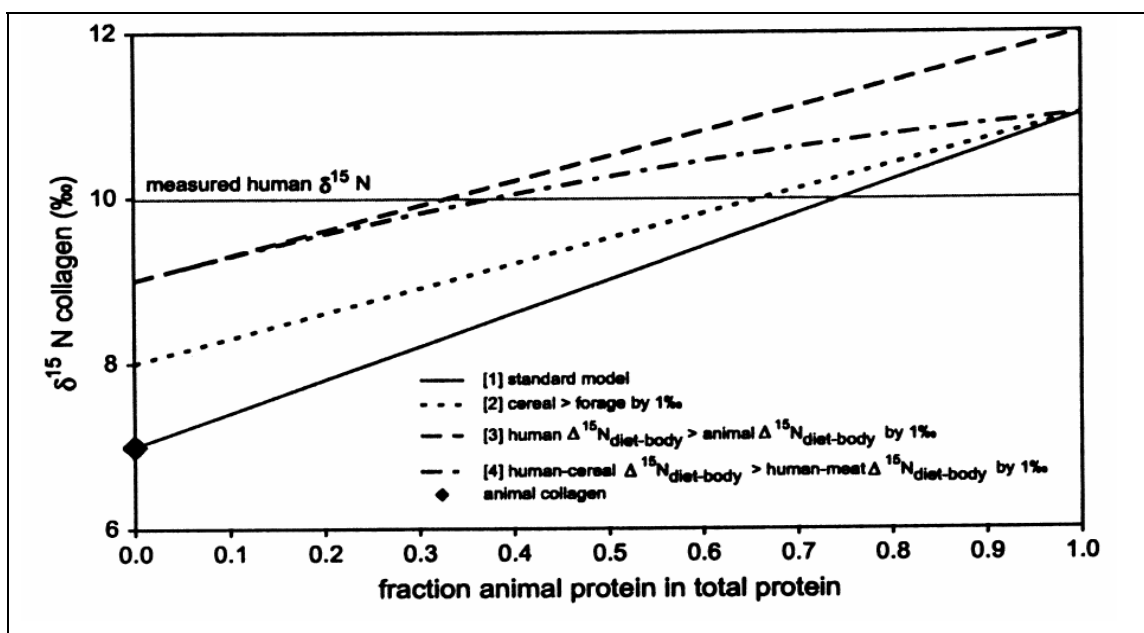
Da "end point values" kan variere både regionalt og lokalt, stilles der store krav til indsamlingen af faunareferencemateriale (Ambrose 1993, 82). Mere herom i afsnit 4.3. De grove beregninger af det proportionelle forhold mellem marin og terrestrisk føde udføres oftest ud fra $\delta^{13}\text{C}$ -værdier og anvendes, inden for kulstofdatering, til reservoir korrektion (for nærmere gennemgang heraf se afsnit 3.2.2.).

Det er mere problematisk at anvende $\delta^{15}\text{N}$ på lignende måde. Det er dog eksempelvis gjort i forsøg på at vurdere kostens proportionelle andel af ferskvandsfisk i indlandsmateriale (Cook *et al.* 2001, 453-460). Ud fra $\delta^{15}\text{N}$, og igen ved simpel linear interpolation, kan den proportionelle andel af animalsk protein også estimeres.

Modellen for disse estimeringer bygger på følgende antagelser:

- (a) Mennesker, der udelukkende spiser planteprotein har samme $\delta^{15}\text{N}$ -værdier som lokale planteædende dyr
- (b) Mennesker, der spiser animalsk protein fra planteædere har $\delta^{15}\text{N}$ -værdier som de lokale planteædere plus en antaget berigelse på mellem 3 og 5 ‰
- (c) Relationen mellem (a) og (b) er lineær

Der er dog mange forbehold over for disse antagelser, og alternative modeller er for nyligt blevet præsenteret (Hedges & Reynard 2007, 1240-1251), se også Figur 7. En væsentlig problematik i denne forbindelse er erkendelsen af, at selv med et fødeindtag bestående af 80 % planteføde og 20 % animalsk føde vil størstedelen af det kvælstof, der er i collagen stamme fra animalske fødeemner (Ambrose & Norr 1993, 84).



Figur 7. Standardmodellen, der anvendes når den proportionelle andel af animalsk protein estimeres. Til sammenligning vises tre alternative modeller (Hedges & Reynard 2007, 1246, fig.1).

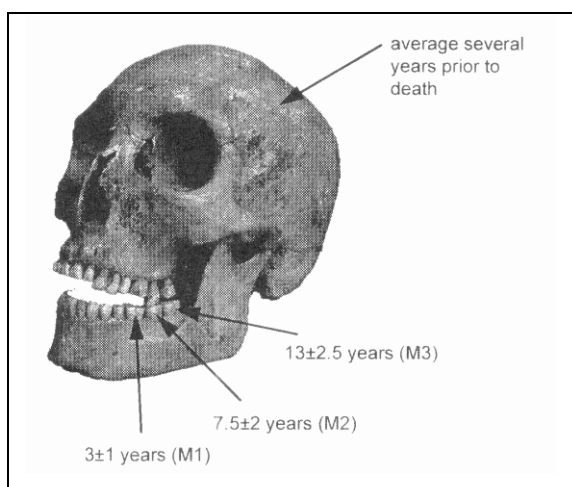
En anden tilgang, til at vurdere de forskellige mulige fødeemners betydning i kosten, er at indsamle og udføre isotopanalyser på flest mulige fødeemner inden for ideelt samme tid og sted som det analyserede humane materiale. Ud fra dette laves et "base-line" plot, hvor $\delta^{13}\text{C}$ - og $\delta^{15}\text{N}$ -værdier for humane prøver og referenceprøver vises. Ud fra kendskab til fraktionering mellem føde og fødeindtager, kan forskellige mulige kostscenarier sammenlignes med de faktuelle resultater (Deniro 1987, 190; Eriksson 2003, 20).

Denne tilgangsmåde giver et mere nuanceret billede, der desuden ofte resulterer i flere tolkningsmuligheder.

3.1.2.4. Rekonstruktion af en kostmæssig livshistorie

Nyere forskning har vist, at det, ud fra isotopanalyser på flere prøver fra samme individ, er muligt at rekonstruere individets kostmæssige livshistorie ("life history"). Her udnyttes kendskabet til, at forskellige vævstyper har forskellige omsætningstider (egen direkte oversættelse af "turn over rate"). I knogler foregår der kontinuerligt en kompleks proces, hvor der på den ydre (periosteale) del sker en tilvækst (deposition) samtidig med, at der på den indre (endosteale) del sker en nedbrydning (resorption) (Armstrong *et al.* 1989, 232f). Eksempelvis regner man med en omsætningstid på 10-15 år for collagen i knogler (Sealy *et al.* 1995, 291), Lovell *et al.* (1986:51) anfører dog 25-30 år som omsætningstiden. Derimod er der stort set ingen omsætning af collagen i tænders dentin. Tænder dannes og bryder frem i henhold til et efterhånden veldokumenteret mønster. De tre store kindtænder (molarer) dannes på forskellige tidspunkter uden overlap af betydning (Hillson 1996, 129ff), se også Figur 22 med tandskema. Molarerne regnes derfor som optimale at inddrage, når et individs kostmæssige livshistorie skal kortlægges (Eriksson 2003, 16).

Ikke alene giver disse nye tiltag mulighed for at komme meget tæt på det enkelte individs levevilkår. Informationer om kost fra op til fire forskellige perioder i individets liv kan på den måde inddrages, se Figur 8. Der er herved mulighed for at detektere større omlægninger i kosten. Skiller et enkelt individ sig markant ud i f.eks. 5-10 års alderen, men i øvrigt, i de sidste 10-15 leveår, ligner den generelle population kostmæssigt kan dette indikere, at der er tale om en tilflytter (Sealy *et al.* 1995, 290-300).



Figur 8. Illustration af hvilke levetidspunkter de enkelte elementer af skelettet rummer information om. M=molar

(efter Eriksson 2003:16)

3.1.2.5. ”Du er hvad du spiser - eller er du?”

Isotopforskningen har afstedkommet en problematisering af sætningen, ”du er hvad du spiser”. Collagen er et protein, der består af forskellige aminosyrer. Menneskekroppen kan selv danne visse aminosyrer (de ikke-essentielle), mens andre skal tilføres kroppen via proteiner i fødeindtaget (de essentielle). Essentielle aminosyrer indeholder generelt flere C-atomer end de ikke-essentielle. Collagen vil derfor primært afspejle den proteinholdige del af kosten. $\delta^{13}\text{C}$ for collagen korrelerer dårligt med $\delta^{13}\text{C}$ for hele kosten, når isotopsammensætningen er meget forskellig i kostens proteindelen og ikke-proteindelen (Ambrose & Norr 1993, 7, 27ff). Som eksempel kan nævnes en hypotetisk situation, hvor introduktionen af agerbrug (dvs. udelukkende vegetabilier) ikke ville synes i $\delta^{13}\text{C}$ isotopanalyser, hvis protein-indtaget hovedsageligt kom fra fisk. Med en kost bestående af 80 % vegetabilier og 20 % kød/fisk vil det meste kvælstof i collagen stamme fra kød/fisk (Ambrose 1993, 84). $\delta^{15}\text{N}$ afspejler altså i mindst lige så høj grad proteindelen i kosten.

En forskningsgren inden for isotopstudier og kostanalyser tager udgangspunkt i knoglers mineralske del, karbonat (også kaldet apatit). Karbonat dannes ud fra opløst bikarbonat i blodet. Det opløste bikarbonat stammer fra kostens indhold af kulhydrater, lipider og proteiner, altså den totale kost (Katzenberg 2000, 309). Hvad angår apatit er der dog helt andre problemstillinger, der gør sig gældende. Det er anderledes svært at sikre sig, at analysematerialet afspejler den oprindelige isotopsammensætning. Den diagenese (nedbrydning og omdannelse), der gør sig gældende for apatit, er kompleks og deraf svært at gardere sig imod. Der er gjort forsøg på at overkomme problemerne, men Katzenberg efterlyser sammenlignende studier af de to mest anvendte forbehandlingsmetoder af apatit, for bedre at kunne vurdere potentialet af denne retning indenfor isotopstudier (Katzenberg 2000, 311). Desuden er det ikke muligt at måle $\delta^{15}\text{N}$ på apatit. Kombinationen af $\delta^{15}\text{N}$ og $\delta^{13}\text{C}$ er ellers at foretrække, når kostrekonstruktioner baseres på isotopværdier. Ideelt set kunne resultater af isotopanalyser baseret på hhv. collagen og apatit kombineres. Reelt set er de ekstra omkostninger dette ville afstedkomme i høj grad en begrænsende faktor.

Trods stor udvikling indenfor metoden er der stadig begrænsninger angående de informationer, man rent faktisk får ud af analyserne. Dette er særlig udtalt, når der er tale om kost bestående af adskillige forskellige fødegrupper. Her ses, at forskellige fødekombinationer kan give samme isotopresultat. En mulig løsning på dette problem er at isolere og undersøge specifikke aminosyrer eller andre biomolekyler. Dette kan

eksempelvis gøres ved hjælp af on-line GC/IRMS (gaskromatografisk isotop ratio massespektrofotometri) (Katzenberg 2000, 321). Herved kan isotopresultaterne potentielt forfines og nuanceres.

3.2. Datering

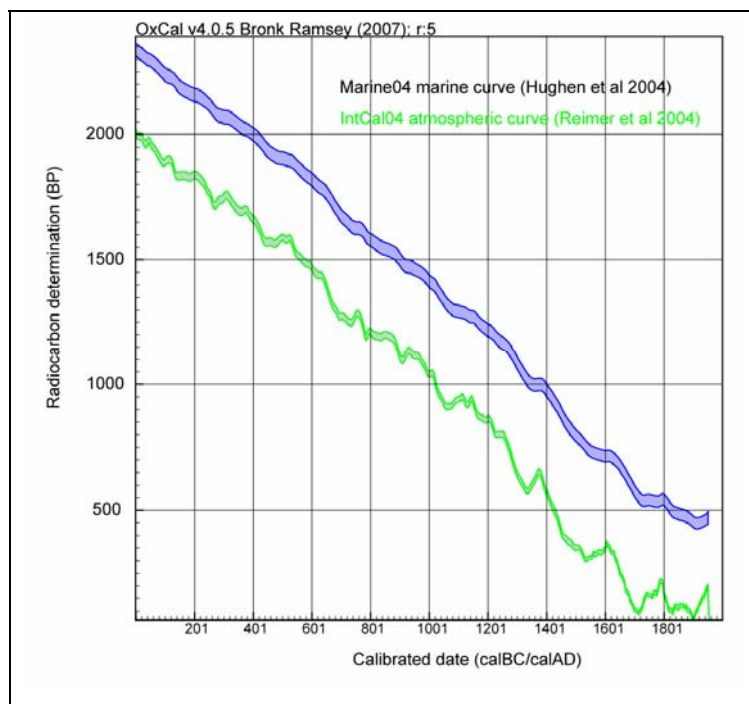
3.2.1. ^{14}C datering, kalibrering og reservoireffekt

Kulstofdatering (^{14}C) er en naturvidenskabelig absolut dateringsmetode. ^{14}C dannes ved kosmisk stråling og indgår i kulstofcyklen illustreret i Figur 3. ^{14}C henfalder med en halveringstid på 5730 år. Når en organisme dør stopper optaget af ^{14}C . Ved at måle det tilbageblevne ^{14}C i organisk materiale kan en alder beregnes. Hensigten med dette afsnit er ikke at komme med en detaljeret gennemgang af ^{14}C -datering, da det efterhånden er en, af arkæologer, velkendt dateringsmetode. De grundlæggende principper og problematikker er allerede grundigt belyst, og jeg vil her blot henvise til introducerende og oversigtlige gennemgange som Tauber (1993, 40-43), Renfrew & Bahn (1996, 608131-139) og Skovhus Thomsen (1989, 61-70). Sidstnævnte beskriver principperne i dateringer ved accelerator-masse-spektrometri (AMS), der er anvendt på prøverne i dette specialeprojekt.

Der er dog enkelte aspekter ved ^{14}C -datering, der her fortjener en mere uddybende gennemgang. Det drejer sig om kalibrering og reservoireffekt.

3.2.1.1. Kalibrering

Svingninger i ^{14}C -indholdet i atmosfæren, der hovedsageligt opstår ved ændringer i solens aktivitet og i jordens magnetfelt nødvendiggør kalibrering af ^{14}C -dateringerne for at få en bedre absolut tidsskala (Andersen 2007, 75ff; Tauber 1976, 420ff). Der er dels tale om større svingninger, men også mindre korttidsvariationer på op til et par hundrede år (Tauber 1993, 40-43). Svingningerne benævnes ofte med det engelske udtryk ”wiggles”. Ved en kombination af dendrokronologi og ^{14}C datering er der lavet korrektionstabeller, også kaldet kalibreringskurver (Andersen 2007, 78f; Stuiver & Pearson 1992, 19-33).



Figur 9. Sammenligning af den terrestriske og marine kalibreringskurve. Her ses tydeligt, hvorledes svingninger i atmosfærens ^{14}C -indhold, udlignes i den modellerede kurve for det gennemsnitlige verdenshav

(efter OxCal v4.0.5 Bronk Ramsey (2007); r:5)

Trods stadig mere forfinede kalibreringskurver og øgede muligheder i de forskellige kalibreringsprogrammer tilgængelig via Internettet (f.eks. OxCal, der er anvendt ved kalibrering af dateringerne i dette specialeprojekt), er der stadig problematiske områder på kalibreringskurven, hvorfor omregningen fra ^{14}C -alder til kalenderår medfører meget brede dateringsintervaller. De hurtige variationer giver problemer ved kalibrering. På kalibreringskurven (Figur 9) ses områder med særlig mange wiggles, hvilket danner uhensigtsmæssige plateauer på kurven.

Ønskes en præcis og snæver datering af organisk materiale, er det anbefalelsesværdigt at studere kalibreringskurven forud for indsendelse af prøve. Falder den forventelige alder sammen med et område med mange wiggles, et såkaldt plateau, giver det kalibrerede ^{14}C -resultatet sandsynligvis et tidsinterval, der spænder mindst lige så bredt som den traditionelle arkæologiske datering, der kan findes ud fra f.eks. typologi, stratigrafi eller fundsammenhæng. Ofte ser man netop også ^{14}C -datering anvendt, når der ikke er andet daterende materiale.

Trods problemer med kalibrering i visse perioder, viser det sig dog ofte, som det også er tilfældet med materialet fra Galgedil, at ^{14}C -datering kan resultere i overraskende nyt, der ligger ud over det forventede. For at imødekomme og overvinde de vanskeligheder, der er forbundet med plateauer på kalibreringskurven, er der opstået ambitiøse projekter, hvor "wigggle-matching" anvendes (Friedrich *et al.* 2006, 548; Ramsey *et al.* 2001, 381-389). Ved hjælp af dendrokronologi udnytter man

eksempelvis, at det med større stykker træ er muligt at samstemme dateringerne med det faktuelle antal år og dermed indpasse dem mere nøjagtigt på kalibreringskurven. Det er også muligt i de computerbaserede kalibreringsprogrammer at tage hensyn til eksempelvis stratigrafi og dermed indsnævre de kalibrerede tidsintervaller (Buck *et al.* 1996, 2ff).

I tilfældet med Galgedil forventedes en datering på 800-900 e. Kr. Var dateringerne faldet ud som forventet, kunne de, grundet et plateau, ikke dateres nærmere end til samme tidsinterval. Resultaterne viser sig i fire tilfælde at falde uden for det forventede (Tabel 3 og Figur 12). Dette ses tydeligt til trods for, at resultaterne efter kalibrering også er påvirket af et plateau.

3.2.1.2. Reservoir-effekt

En anden væsentlig problemstilling i forbindelse med ^{14}C -datering er reservoir-effekter. Som tidligere nævnt (afsnit 3.1.1) sker der forskellige isotopfraktioneringer i kulstofkredsløbet (Figur 3). Den marine reservoir-effekt er betegnelsen for en grundlæggende aldersmæssig forskydning af marine prøver, der skyldes, at det relative indhold af ^{14}C er mindre i havet end i atmosfæren.

Marine prøver fremstår således som ældre, end de reelt er, hvorfor der også tales om, at havet har en "egenalder" eller en reservoiralder (Heinemeier *et al.* 1993, 293). Typisk regnes der med en reservoiralder på ca. 400 år i de åbne danske farvande, hvorimod reservoiralderen i undersøgte danske fjorde varierer mellem 400 og 900 år. Dette tilskrives en hårdtvandseffekt, hvor opløst uendeligt gammelt karbonat fra undergrunden i forskellig grad tilføres vandet (Heier-Nielsen *et al.* 1995, 875-882).

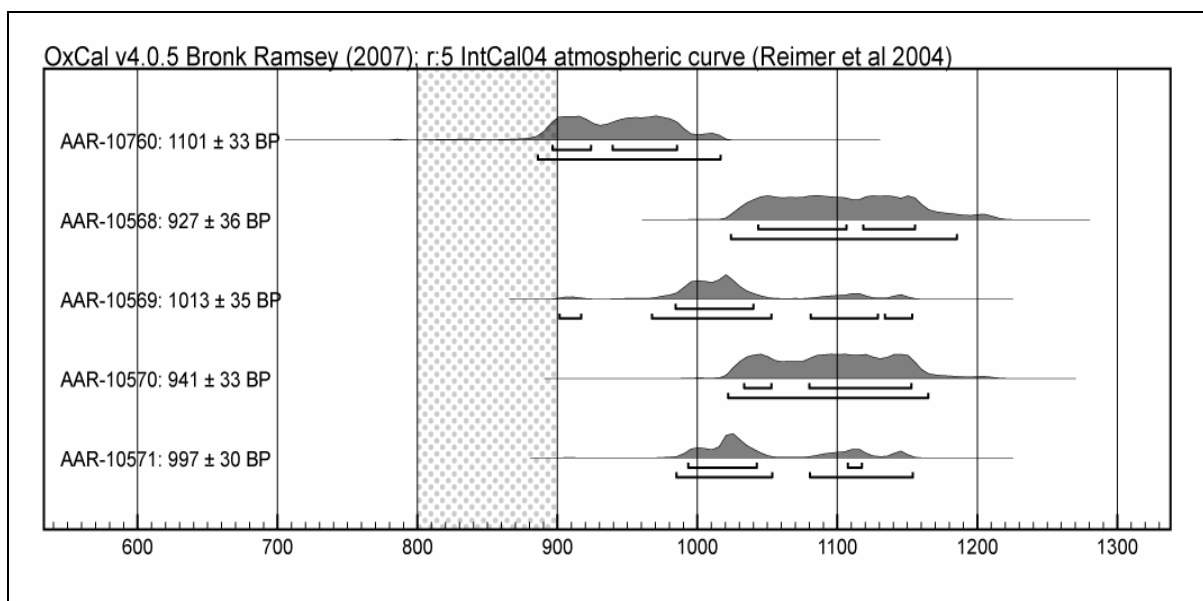
Det er altså nødvendigt at korrigere de "rå" ^{14}C -resultater ud fra den antagelse, at en terrestrisk fødeindtager med 100 % marin føde, har den samme reservoiralder som 100 % marine prøver. Ved AMS ^{14}C dateringslaboratoriet (Aarhus Universitet), anvendes reservoirkorrektion når et marint indslag er op imod 10 %. Dette synes erfaringsmæssigt at give de mest realistiske resultater ifølge Jan Heinemeier (2004, 258).

Tabel 3. De første ^{14}C -dateringer fra Galgedilgravpladsen
(resultaterne fra ^{14}C -dateringerne er pt. upublicerede, men bringes her med tilladelse fra museumsinspektør Kirsten Prangsgaard, Odense Bys Museer).

AAR #	Anlæg	Prøve-type	^{14}C alder (BP)	Reservoir korregeret ^{14}C alder (BP)	Kalibreret ^{14}C alder		$\delta^{13}\text{C}$ (‰) VPDB	$\delta^{15}\text{N}$ (‰) AIR
					1 σ (68,2 %)	1 σ (95,4 %)		
10760	AYR	Trækul (bøg)	1101 $\pm$ 33	-	896-985 BC	886-1016 BC	-24.26	-
10568	AXE	Knogle (Human)	995 $\pm$ 36	927 $\pm$ 36	1043-1155 BC	1024-1185 BC	-19.55	11.43
10569	AKJ	Knogle (Human)	1061 $\pm$ 35	1013 $\pm$ 35	984-1040 BC	901-1153 BC	-19.97	10.55
10570	BEW	Knogle (Human)	993 $\pm$ 33	941 $\pm$ 33	1033-1153 BC	1022-1165 BC	-19.88	11.53
10571	BFQ	Knogle (Human)	1057 $\pm$ 30	997 $\pm$ 30	993-1117 BC	985-1154 BC	-19.70	11.54

Reservoirkorrektionen findes ved at udregne den procentuelle marine andel i kosten ved linear interpolation ud fra en ”mixing line” model (tidligere vist i afsnit 3.1.2.). Dernæst udregnes reservoirkorrektionen ved hjælp af følgende formel:

$$\text{Reservoirkorrektionen} = \text{den procentuelle marine andel i kosten} * 400 \text{ } ^{14}\text{C} \text{ år}$$



Figur 10. Kalibrering af de første ^{14}C dateringer fra Galgedilgravpladsen. Den forventede alder ud fra oldsagsfund på gravpladsen er markeret med prikket signatur

Herefter kalibreres den korrigerede alder efter den terrestriske kalibreringskurve. De danske farvande er ikke særligt dybe, og antages dermed ikke at være sammenlignelige med forholdene i det generelle gennemsnitlige verdenshav. Det skyldes, at de danske farvande ikke har den samme forbindelse til det meget gamle (^{14}C alder) dybhav og det antages derfor, at fluktuationerne i ^{14}C -indhold bedre kan sammenlignes med atmosfæren end med havet. Derfor anvendes den terrestriske kalibreringskurve og ikke den marine (mundtlig meddelelse Jan Heinemeier). At man i det danske område alligevel opererer med en reservoiralder på 400 år er lidt af et sammentræf, men det menes at kunne tilskrives den effekt, der kommer fra udløb fra fjorde og åsystemer, der kan have meget højere reservoiralder.

3.2.1.3. Reservoirkorrektion af Galgedildateringerne

Hovedproblemerne angående reservoirkorrektion drejer sig således om både at beregne den procentuelle marine andel så korrekt som muligt, men også at anvende rette reservoiralder.

Problematikken omkring reservoirkorrektion er aktuel i forbindelse med materialet fra Galgedil i to henseender. Dels viser de første dateringsresultater, og dermed også ^{13}C -målingerne, at der har været et marint indslag i kosten. Galgedil er desuden beliggende på vestsiden af Odense Fjord, der ikke er med i undersøgelsen fra 1995 af Heier-Nielsen m.fl. Det står derfor åbent, om det er korrekt at anvende den gængse reservoiralder for danske farvande på materialet fra Galgedil.

I dette speciale-projekt er det muligt at teste reservoirkorrektionen, da der er flere eksempler på grave med fundkombination af menneskeskelet og terrestriske dyreknogler. Hermed er der mulighed for at datere på associeret materiale fra samme grav, hvilket er anbefalet af Jan Heinemeier (2004, 258). Tilsvarende undersøgelser er blandt andet udført på materiale fra Nordbokolonierne i Grønland, hvorved der fremkom vigtigt nyt omkring bosættelsernes tilbagegang og endelige ophør (Arneborg *et al.* 1999, 157-168).

De fire før omtalte dateringer af jordfæstegrave (Tabel 3) er præsenteret som både ”rå” og reservoirkorrigerede resultater. Uden reservoirkorrektion ville dateringerne falde ud mere som forventeligt, hvilket kan give fornyet næring til diskussionerne om berettigelsen for reservoirkorrektion og metoderne dertil. Det er vigtigt igen at pointere, at der netop med Galgedil er mulighed for at teste den reservoirkorrektion, der foretages

på AMS ^{14}C dateringslaboratoriet, og datering af associeret gravmateriale er netop et delelement i dette specialeprojekt.

I et nyere metodisk studie sammenlignes tre forskellige forbehandlingsmetoder til ekstrahering af det collagen, der anvendes både når det gælder datering og isotopanalyser. Studiet viser en signifikant, om end meget lille, forskel i $\delta^{13}\text{C}$, særligt mellem to af de tre forskellige forbehandlingsmetoder (Jørkov *et al.* 1824-1829). Tilmed er forskellen at finde mellem den traditionelle forbehandlingsmetode, der anvendes ved AMS ^{14}C dateringslaboratoriet, og en modificeret forbehandlingsmetode, der introducerer ultrafiltrering og undgår behandling med NaOH. Forskellen i $\delta^{13}\text{C}$ opgives til at være $0,32\text{‰} \pm 0,22$ (2σ). Undersøgelsen antyder således, at forbehandlingen ved AMS ^{14}C dateringslaboratoriet giver lidt for høje $\delta^{13}\text{C}$ -værdier. Dermed kan der være fare for, at det marine indslag og dermed reservoireffekten overvurderes.

Med udgangspunkt i de første fire dateringer af humant knoglemateriale fra Galgedilgravpladsen har jeg forsøgsvis udregnet, om en sådan forskel kan spille ind på dateringsresultatet. Som det fremgår af Bilag 2-3, ser det dog ikke ud til at valget af forbehandlingsmetode har nogen reel indvirkning på det endelige dateringsresultat. Når dateringerne tilmed ligger i et interval, der giver meget brede sandsynlighedsfordelinger på kalibreringskurven, udglattes denne lille forskel yderligere.

Den procentuelle andel af marint indslag i kosten bestemmes altså dels ud fra $\delta^{13}\text{C}$, der, som nævnt ovenfor, kan variere lidt alt efter forbehandlingsmetode og dels ud fra måleusikkerhed, hvilket dog er en mindre væsentlig faktor. Desuden er de ”end values”, der opstilles i en ”mixing line” model også af betydning, når der laves reservoirkorrektion. Traditionelt arbejdes der ved AMS ^{14}C dateringslaboratoriet med de værdier, der ligger til grund for ”mixing line” modellen i Figur 6.

Et nyere isotopstudie af Fischer m.fl. fra 2007 af materiale fra meso- og neolitikum antyder dog, at disse tal måske bør justeres. Ud fra dette ambitiøst anlagte studie, hvor især antallet af faunareferencer er betydeligt større end hidtil set inden for lignende studier i Danmark, estimeres $\delta^{13}\text{C}$ ”end values” til $-21,7\text{‰}$ og $-10,1\text{‰}$ for hhv. 0 % og 100 % marin kost (Fischer *et al.* 2007, 2143). Disse reviderede ”end values” resulterer i højere procentsatser for den marine del af kosten, når $\delta^{13}\text{C}$ er mindre end $-19,1\text{‰}$. Deraf følger så en mere radikal reservoirkorrektion (se også Figur 6 og Bilag 2-3). Når $\delta^{13}\text{C}$ derimod er højere end $-19,1\text{‰}$ bliver reservoirkorrektionen mindre.

Igen har jeg testet, om valget af ”mixing line” model har en reel indflydelse på dateringerne fra Galgedil. På de aktuelle dateringer ses ingen egentlig effekt. Det er således ikke, i tilfældet med Galgedil, af så stor betydning, hvilke af de omtalte ”end values”, der anvendes. Og det vurderes derfor, at den pt. rutinemæssigt anvendte reservoirkorrektion på AMS ^{14}C dateringslaboratoriet, er fuldt ud tilfredsstillende.

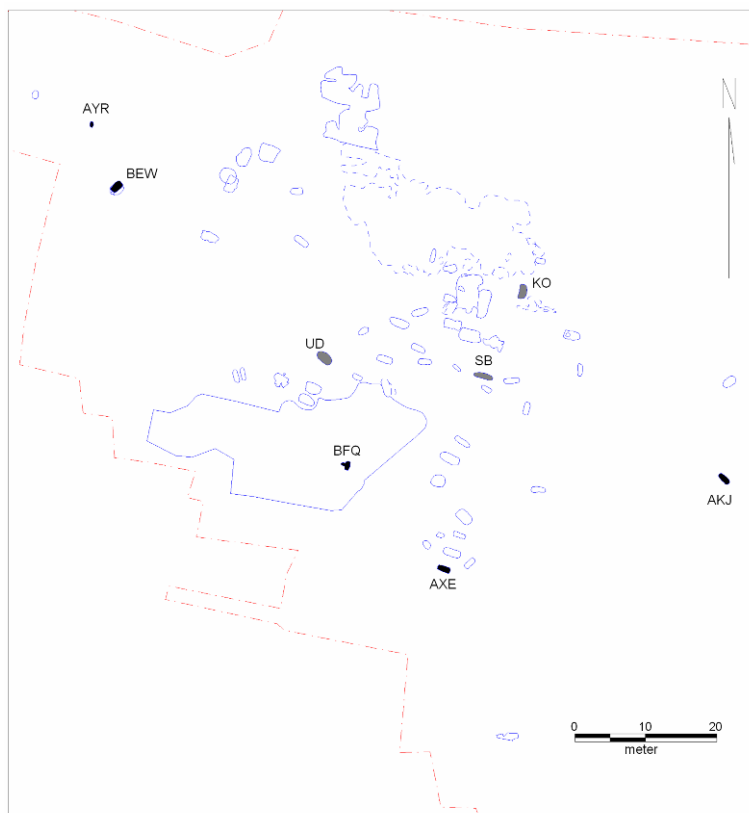
Tilbage står så det mere åbne spørgsmål, om den gennemsnitlige egenalder på 400 år også er rimelig at anvende på materialet fra Galgedilgravpladsen. Det vil blive vurderet i de følgende to afsnit. Her gøres der også rede for udvælgelsen af materiale til yderligere dateringer, og resultaterne fra disse nyeste ^{14}C dateringer præsenteres.

3.2.2. Kronologiske problemstillinger

Som indledningsvist nævnt er Galgedilgravpladsen initialt dateret til 800-tallet ud fra de arkæologiske fund. Dateringen baserer sig dels på gravpladsens type og dels på gravfund i form af smykker og dragtudstyr som f.eks. remendebeslag, skålspænder, trefligede spænder og bæltespænder (Christensen 2005, 46-53; Klitgaard 2000, 13-13-18). I en enkelt grav fremkom en økse (J. Petersens type H (Petersen 1919, 43)), der støtter en overordnet datering af gravpladsen til den førkristne vikingetid. Enkelte fund af dyreknogler, tolket som madgaver, er yderligere med til at give gravpladsen et førkristent præg (Klitgaard 2000, 13-13-18).

Efter udgravningens afslutning er der udtaget materiale til ^{14}C datering fra fire jordfæstegrave og en mulig vikingetidig brandgrav. Resultaterne herfra (se Figur 10) viser dateringer, der placerer jordfæstegravene i en noget sen del af vikingetiden. Ud fra sandsynlighedsfordelingen af kalibreringsresultatet er en datering til begyndelsen af 1000-tallet mest sandsynlig. Brandgraven dateres til 900-tallet.

Resultaterne kan dog være påvirket af udvælgelsen af materiale til datering. Det er fire af de mere perifert beliggende jordfæstegrave, der er valgt (se Figur 11). Antages det, at der på gravpladsen er tale om en form for horisontal stratigrafi med en kerne af ældre begravelser og de yngre begravelser i periferien, er dateringsresultaterne måske ikke så overraskende. Brandgravens perifere placering understøtter dog ikke umiddelbart denne antagelse. Alternativt kan der være tale om, at de gravlagte har fået ”antikviteter” med sig i graven. Er dette tilfældet, ville Galgedilgravpladsen være et meget ungt eksempel på en gravplads med mange førkristne karakteristika.



Figur 11. Oversigtsplan med ^{14}C daterede grave.

Med sort signatur er angivet de anlæg, der er dateret på foranledning af Odense Bys Museer (AYR, BEW, BFQ, AXE og AKJ). Anlæg, hvorfra der er udtaget materiale til ^{14}C datering i forbindelse med dette specialeprojekt, er markeret med grå signatur (KO, UD og SB).

Digitalisering: Marie Kanstrup

Det vil kræve yderligere ^{14}C dateringer at afklare denne dateringsmæssige problemstilling. For at imødekomme dette har jeg i forbindelse med mit specialeprojekt udført yderligere fem ^{14}C dateringer; tre på humant materiale fra jordfæstegrave og to på associeret 100 % terrestrisk faunamateriale. Jordfæstegravene er udvalgt med henblik på at undersøge dels, om der er tale om en gravplads med længere brugstid end tidligere antaget, og dels om der er tale om en form for horisontal stratigrafi. Desuden er der udvalgt grave, der tilgodeser eget ønske om, at teste validiteten af den reservoirkorrektion, der rutinemæssigt foretages af AMS ^{14}C dateringslaboratoriet (Heier-Nielsen *et al.* 1995, 875-882; Christensen & Lynnerup 2004, 258). Problematikken angående reservoir effekt og korrektion er nøjere beskrevet i afsnit 3.2.1.

Dateringerne er af største betydning, når det senere skal diskuteres, hvad gravpladsen er udtryk for. Overensstemmelse mellem ^{14}C dateringerne og den meget snævre datering ud fra oldsager ville understøtte tidligere tolkninger, hvor gravpladsen knyttes til flere gårde (Klitgaard 2000, 17). Derimod vil en længere brugsperiode indikere, at der kan være tale om en gravplads for én enkelt gårdsenhed gennem længere tid.

Tilbage står spørgsmålet om anvendelse af gamle oldsagstyper som gravgaver. Det er eksempelvis påvist ved Ladbyskibet, der dateres til 900-925, at et spænde i graven er produceret allerede omkring 850 (Sørensen *et al.* 2001, 168). Denne problematik kan potentielt belyses ved hjælp af flere ^{14}C dateringer og der ligger således et spændende og perspektivrigt arbejde forude, hvor også grave med mere snævert daterbare genstande burde ^{14}C dateres.

3.2.3. Dateringsresultater

Der er til ^{14}C datering udvalgt materiale fra tre mere centralt beliggende grave (KO, SB og UD), i modsætning til de fem første dateringer, der alle er foretaget på mere perifere anlæg (se Figur 11). Fra to af de tre anlæg er der udtaget prøver fra, hvad der ud fra beretningen opfattes som, associeret humant og 100 % terrestrisk materiale. Fra KO blev der udtaget prøver fra et ungt individ (16 år) af ukendt køn og fra et lam/ungt får, hvis knogler lå i anatomisk orden. Fra SB blev der taget prøver fra en voksen mand (35-46 år, usikker kønsbedømmelse) og fra tænder og kæberester fra en hest, der blev fundet i gravniveau og i gravlagtes maveregion. Fra UD er der udtaget prøve fra en 30-35 årig mand, der er gravlagt i en dobbeltgrav med en min. 45 årig kvinde (usikker kønsbedømmelse).

For uproblematisk at kunne sammenligne dateringsresultaterne, er der i forbindelse med dette specialeprojekt anvendt samme forbehandlingsmetode, som på de tidligere udførte. I det resterende analysearbejde er der anvendt en forbehandlingsmetode, der efterhånden anbefales og foretrækkes af adskillige isotoplaboratorier (Eriksson 2003; Ramsey *et al.* 2004, 155-163; Richards *et al.* 1998, 1247-1252). Se mere herom i afsnit 4.2.2. Dateringsresultaterne præsenteres her i Tabel 4 og Figur 12. Sidstnævnte præsenterer de nye dateringer sammen med de tidligere udførte.

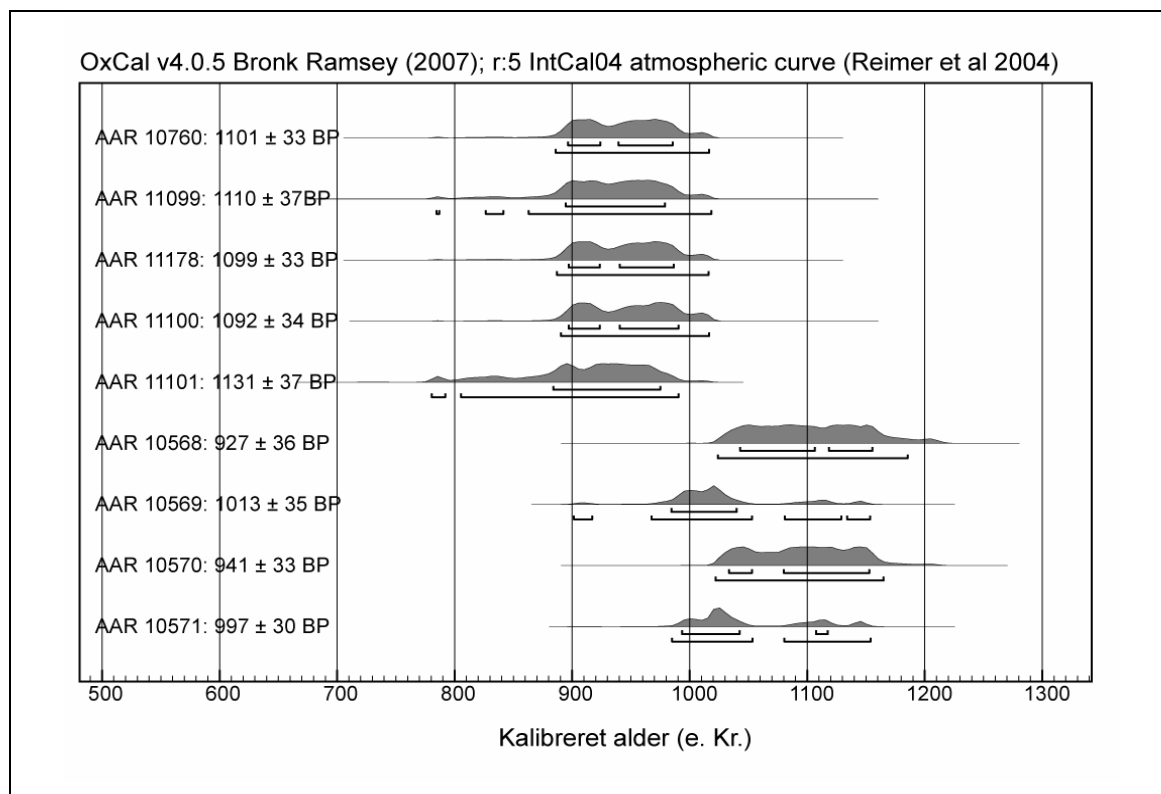
Som det fremgår af Tabel 4, er der, i tilfældet med kombination af datering af humant og 100 % terrestrisk materiale i anlæg SB, tydeligvis ikke tale om samtidigt materiale. Der må snarere være tale om en uheldig, tilfældig placering af ældre materiale. Derfor kan denne datering desværre ikke anvendes i forsøget på at teste reservoirkorrektionens validitet. I figuren, hvor samtlige vikingetidige dateringer præsenteres (Figur 12), er AAR-11179 derfor heller ikke med.

Dateringsresultaterne viser, at de tre mere centralt beliggende grave er ældre end de fem mere perifere, der tidligere er blevet ^{14}C dateret. Dette understøtter således tesen

om, at der kan være tale om en form for horisontal stratigrafi. Flere ^{14}C dateringer er dog påkrævet, før dette endeligt kan afgøres. Af de fire jordfæstegrave, der tidligere er dateret, gælder det nemlig ikke, at de mest perifere grave er de yngste. Graven AKJ (AAR-10569), der ligger helt mod øst, er således en smule ældre end de to yngste dateringer på pladsen. De tre nye dateringer er i det store hele samtidige med brandgraven (den kan dog vise sig at være for gammel, hvis det daterede trækul, har en betydelig egenalder). Denne grav ligger tilmed meget perifert og understøtter som nævnt ikke tesen om horisontal stratigrafi på pladsen, hvilket blot igen understreger vigtigheden af at ^{14}C datere yderligere grave på pladsen.

Tabel 4. Dateringsresultater. Kalibrering er foretaget i OxCal kalibreringsprogrammet (<https://c14.arch.ox.ac.uk>). Senest opdateret: 11/12-2007, (c) Christopher Bronk Ramsey 2007
For forklaring for principperne vedrørende reservoirkorrektion henviser til afsnit 3.2.1.

AAR #	Anlæg	Prøve-type	^{14}C alder (BP)	Reservoir korrigeret ^{14}C alder (BP)	Kalibreret ^{14}C alder		$\delta^{13}\text{C}$ (‰) VPDB	$\delta^{15}\text{N}$ (‰) AIR
					1 σ (68,2 %)	1 σ (95,4 %)		
11099	KO	Knogle (Human)	1214 $\pm$ 37	1110 $\pm$ 37	894-979 BC	784-1018 BC	-18.78	11.65
11100	SB	Knogle (Human)	1170 $\pm$ 34	1092 $\pm$ 34	897-990 BC	890-1016 BC	-19.34	12.22
11101	UD	Knogle (Human)	1207 $\pm$ 37	1131 $\pm$ 37	884-975 BC	780-990 BC	-19.39	13.35
11178	KO	Knogle (får/lam)	1099 $\pm$ 33	-	897-986 BC	887-1016 BC	-21.72	6.50
11179	SB	Tand (Hest)	1861 $\pm$ 40	-	87-216 BC	66-242 BC	-22.12	6.03



Figur 12. Sammenstilling af samtlige vikingetidige dateringer fra Galgedilgravpladsen.

AAR-11101 er den eneste af dateringerne, der strækker sig ned i den arkæologisk forventelige alder. Det er også blot en ganske lille del af sandsynlighedsfordelingen, der strækker sig ned i 800-tallet, og det er mest sandsynligt, at graven er fra 884-975 e. Kr. Der savnes således stadig naturvidenskabelige dateringer, der kan understøtte den arkæologiske datering af gravpladsen. Her vil det i særlig grad være interessant at undersøge grave med mere snævert daterbare genstande for at teste, om der er overensstemmelse mellem den arkæologiske og naturvidenskabelige datering.

De to dateringer AAR-10568 og AAR-10570 resulterer i meget brede sandsynlighedsfordelinger efter kalibrering, og gravene kan vise sig at være anlagt helt op i første halvdel af 1100-tallet. AAR-10568 stammer fra graven AXE, der er beliggende i en mindre klynge mod syd bestående af 7 grave (Figur 12). Blandt disse findes en enkelt barnegrav, der ellers forekommer sjældent på gravpladsen. Hvor manglen på barnegrave ofte tolkes som indikation på, at der er tale om en førkristen gravpladsen, kan tilstedeværelsen af barnegraven derimod ses som et tegn på, at der enkelte steder ses en mulig kristen indflydelse. Dette vil være i god overensstemmelse med den sene datering.

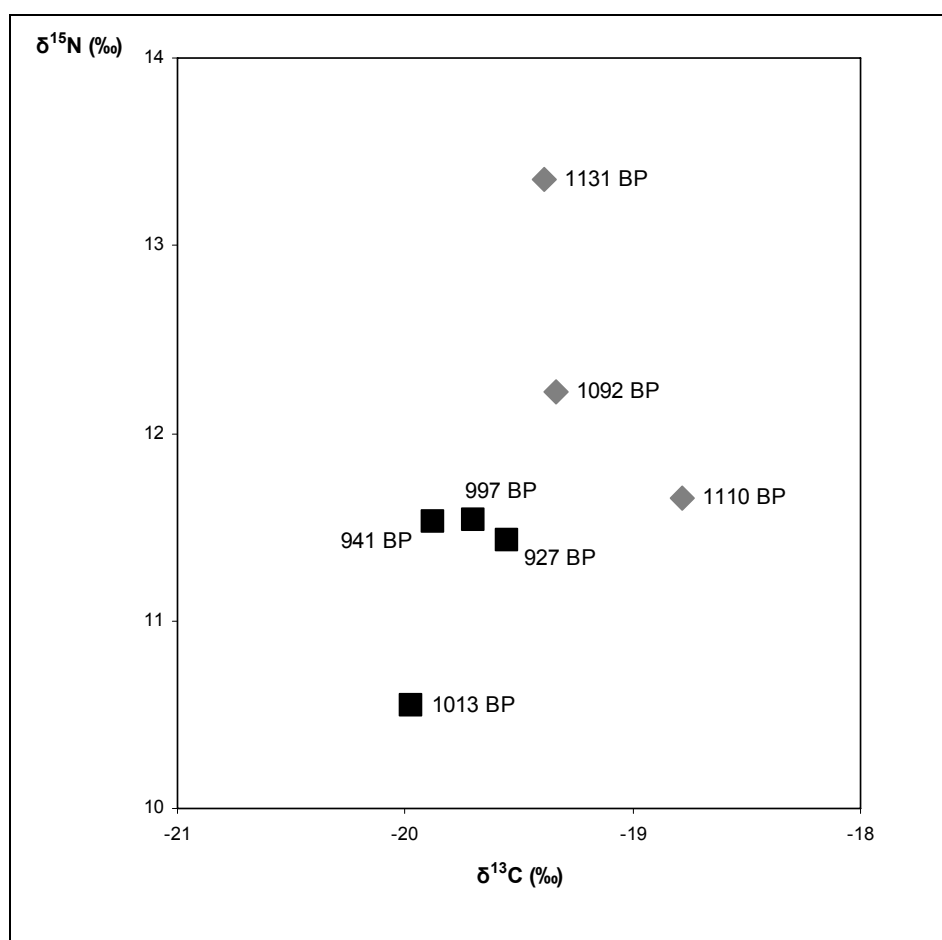
AAR-10570 er fra anlæg BEW, der er en ganske speciel gravlæggelse. Graven var i overfladen markeret med to store sten, der i sig selv er et anderledes træk. I graven fandtes kun skeletmateriale fra underkroppen, og sammen med gravens ringe størrelse tolkes anlægget som en intentionel begravelse af et halvt individ (Christensen 2005, 46-53). Graven ligger lettere isoleret nær en klynge på 6 grave mod nordvest på gravpladsen. I disse grave er der fremkommet eksklusive gravgaver, der har indvirket på den arkæologiske datering til 800-tallet. Umiddelbart synes det derfor ikke at være sandsynligt, at der er nogen forbindelse mellem det gravlagte halve individ og gruppen af mere rige grave. Der kan, hvis den arkæologiske datering er valid, være tale om en tidsmæssig forskel på 150-300 år. Endnu en gang bør vigtigheden af yderligere ^{14}C dateringer derfor pointeres.

Når dateringerne falder inden for en kulturhistorisk set meget interessant periode i forhistorien, har det indvirkning på den generelle tolkning af gravpladsen. Det førkristne udtryk i gravgaver, gravform og demografisk sammensætning er allerede blevet understreget (Christensen 2005, 46-53; Klitgaard 2000, 13-13-18). Med de informationer, der nu foreligger ud fra ^{14}C dateringerne, er gravpladsen tydeligvis også anvendt længere op i tid end først antaget. Derfor bør de få træk, der tyder på kristen indflydelse, ligeledes fremhæves. Det drejer sig om de forholdsvis mange grave uden gravgaver eller med blot en jernkniv og de enkelte eksempler på børne-begravelser, der trods alt er. En kristen indflydelse i de yngste gravlæggelser er derfor en mulighed og har den sat sig spor i kosten, burde dette være muligt at se kunne ses i isotopanalyserne. En sådan sammenligning ses i Figur 13.

Resultaterne fra isotopanalyserne viser en svag tendens til forskel mellem de ældste og de yngste dateringer. Overraskende er denne forskel dog ganske modsat af, hvad der kunne forventes i en periode, hvor kristen indflydelse begynder at gøre sig gældende. Med kristendommen introduceres, som tidligere nævnt, også nye leve- og dermed kostregler som faste eller den mere moderate udgave fyrmen, der tillader indtagelse af fisk på dage, hvor man ellers afholder sig fra at spise kød. Fyrmen menes at have været mere udbredt i Skandinavien end den strengere faste (Kjersgaard [1978], 14ff). En øget indtagelse af fisk kan ses i knoglernes isotopsammensætning, hvilket slet ikke ses på Galgedil. Tværtimod har de yngste grave generelt lavere indtag af marin føde. Fyrmen synes således ikke, ud fra disse undersøgelser, at have vundet indpas på denne del af Fyn i perioden 1000-1150 e. Kr., hvilket måske netop understreger de historiske kilder, der sammenkæder fyrmens opdukken med en større religiøs vækkelse

i Europa og særligt i Danmark i 1100-årene (Kjersgaard [1978], 15). Fremtidige isotopanalyser af middelalderligt skeletmateriale kan i kombination med solide kronologiske studier, bidrage til en nærmere belysning af tidsperspektivet for konsolideringen af denne ændrede levevis.

Det ene tilfælde, hvor det har været muligt at datere sikkert associeret materiale fra samme grav, viser, at validiteten af den reservoirkorrektion, der er foretaget på dateringsresultaterne er god nok. Dateringerne fra anlæg KO lyder på 1110 ± 37 BP (efter reservoirkorrektion) for det humane knoglemateriale og 1099 ± 33 BP for det 100 % terrestriske materiale, hvilket er i indbyrdes god overensstemmelse. Der er dog mulighed for at foretage yderligere dateringer for at understøtte resultaterne fra dette arbejde. Anlæg UO rummer en lignende kombination af humant materiale og anatomisk korrekt placerede dyrekogler og vil være oplagt at inddrage i fremtidige dateringsprojekter.



Figur 13.
Isotopværdierne
fra de syv ^{14}C
daterede
jordfæstegrave.
Alderen er
reservoir-
korrigeret og
angivet som BP.

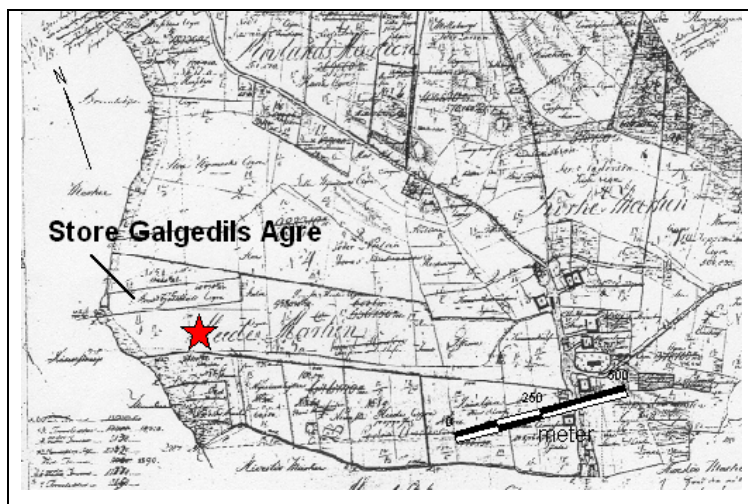
Sort signatur:
De første
udførte
dateringer.

Grå signatur:
dateringerne i
forbindelse med
dette speciale-
projekt.

4. Kildemateriale

4.1. Galgedil

Lokaliteten er undersøgt arkæologisk over en lang årrække. Mest intensivt -og bedst veldokumenterede er udgravningskampagnerne 1999-2002 og 2004-2005. Der foreligger to mindre foreløbige præsentationer af lokaliteten, hvor gravpladsen er i fokus (Christensen 2005, 46-53; Klitgaard 2000, 13-13-18). Derudover er hovedresultaterne fra de enkelte aktuelle år i meget kort form publiceret i ”Arkæologiske udgravninger i Danmark”. På dkonline er det muligt, at danne sig et indtryk af den tidlige arkæologiske aktivitet og interesse, der har været på stedet, der har været præget af en grundlæggende misforståelse angående stedsnavnet (<http://www.dkonline.dk/wincgi/dkc.exe?Function=GetLokalitet&Systemnr=5498>). Lokaliteten hedder Galgedil og kan fejlagtigt have været fortolket som et tidligere rettersted ud fra stedsnavnet, der dog kan være en nyere konstruktion end først antaget. Det kan meget vel være tildelt stedet, efter man i historisk tid har påtruffet velbevarede skeletdele ved grusgravning. Er dette tilfældet, er der altså her tale om en klassisk ringslutning.



Figur 14. Modificeret udgave af Original 1 kort fra 1796, hvor marknavnet Galgedil er anført og Gravpladsen placering er markeret med stjerne.

Allerede tilbage i 1954 registrerede Albrechtsen begravelser på stedet. De dateredes dog, ud fra fund af en lille lerkop i den ene grav, til ældre jernalder. Der er tale om en brandgrav og to jordfæstegrave. Af de to jordfæstegrave er den ene en dobbeltgrav (<http://www.dkonline.dk/wincgi/dkc.exe?Function=GetLokalitet&Systemnr=5498>). Graven med koppen kan meget vel tænkes at være fra ældre jernalder. Jeg vil dog gerne

pointere, at dobbeltgraven har store paralleller med gravene fra vikingetiden, hvoraf der er flere eksempler på dobbeltgrave som denne. Der er tale om en dobbeltgrav, hvor individerne er gravlagt henover hinanden. Et typisk træk er det fænomen, at det nederste individ har enkelte gravgaver, hvorimod det øverst gravlagte individ oftest er gravlagt uden gravgaver. Skeletmaterialet fra denne dobbeltgrav er deponeret på Panum Instituttet og indgår i de antropologiske undersøgelser af skeletmaterialet fra Galgedil. Dobbeltgravens placering på gravpladsen fremgår ikke af de digitaliserede oversigtsplaner og er derfor ikke medtaget i dette specialeprojekt.

I 1987 og 1988 blev der foretaget en mindre udgravning af gruber med indhold af rester af bronzestøbeforme, smeltedigler og bronzedråber/-redskaber dateret til yngre bronzealder (AUD 1989 nr. 117). Delvist nedgravet i en af disse gruber blev der fundet humant ubrændt skeletmateriale. Det fremgår ikke af beretningen, hvad der egentlig er sket med disse knogler, og de figurerer ikke i materialet på Panum Instituttet.

Der er udover de ovennævnte anlæg fra yngre bronzealder og ældre jernalder fundet enkelte sporadiske aktivitetsspor fra stenalderen i form af enkeltfund/løsfund. De nyere, mere intensive gravninger med større fladeafdækninger har afdækket spor efter aktiviteter fra andre perioder i området, bl.a. neolitiske huskonstruktioner samt huskonstruktioner og diverse bopladsspor i form af gruber og stolpehuler fra bronze-/jernalder (AUD 2001 nr. 194; AUD 2005 nr. 176; AUD 2006 nr. 191). Jeg vil ikke komme nærmere ind på disse andre arkæologiske fund på lokaliteten. Det er dog en afgørende faktor, at der er en risiko for indblanding af ældre materiale i jordfæstegravenes gravfyld, når analysemateriale i form af fauna-materiale til datering og isotopanalyser udvælges (se afsnit 3.2.3). Her er det vigtigt at forsøge at sikre sig *in situ* materiale.

Udover de to publicerede korte introducerende og foreløbige artikler om Galgedil har jeg haft adgang til beretning, plantegninger, foto og andet dokumentation vedrørende de forskellige udgravningskampagner. Ud fra dette vil jeg i det følgende afsnit kort præsentere gravpladsen i sin helhed, eftersom den nu er regnet for færdigundersøgt.

4.1.1. Gravpladsen

Nu hvor gravpladsen Galgedil er afgrænset og færdigundersøgt, fremstår den som en af de største kendte vikingetidsgravpladser på Fyn. Særligt kendetegnende for pladsen er ikke kun det meget velbevarede skeletmateriale, men også enkelte flotte genstandsfund

(Christensen 2005, 46-53; Klitgaard 2000, 13-13-18). Ud fra de gravgaver, der kan dateres nærmere, og det faktum, at der i en del tilfælde er medgivet gravgaver, er gravpladsen dateret bredt til den førkristne del af Vikingetiden. Enkelte af gravene er ud fra gravgaver dateret nærmere til 800-tallet (Christensen 2005, 46-53). De første ¹⁴C-dateringer fra gravpladsen viser overraskende nok, at der er foretaget begravelser så sent som den første del af 1000-tallet (upubliceret data, gengivet med tilladelse fra Kirsten Prangsgaard, Odense Bys Museer, se også afsnit 3.2.3). Gravpladsen ser således ud til at have en noget længere brugstid end først antaget, og begravelserne er tilmed foregået på et kulturhistorisk meget interessant tidspunkt, nemlig omkring overgangen fra hedenskab til kristendom.

Der er tale om flere forskellige gravekampagner udført over en længere årrække, med efterhånden mange implicerede udgravningsledere og ansvarlige inspektører, samt naturvidenskabelige resultater, der endnu afventer (herunder resultaterne for nærværende projekt). Derfor foreligger der endnu ikke en endelig afsluttet beretning eller bygherrerapport. Alene det mere specifikke antal af grave kan være svært at nå frem til ud fra hhv. beretningerne, de to foreløbige publiceringer, AUD afrapporteringerne og de antropologiske rapporter fra Antropologisk Laboratorium på Panum Instituttet. Min opgørelse af antallet af grave beror på en søgning i beretningerne, som de har været tilgængelige for mig i form af en samlet generering af de forskellige kampagner på lokaliteten, der er skrevet ind i Odense Bys Museers arkæologiske database, ”ArkData”.

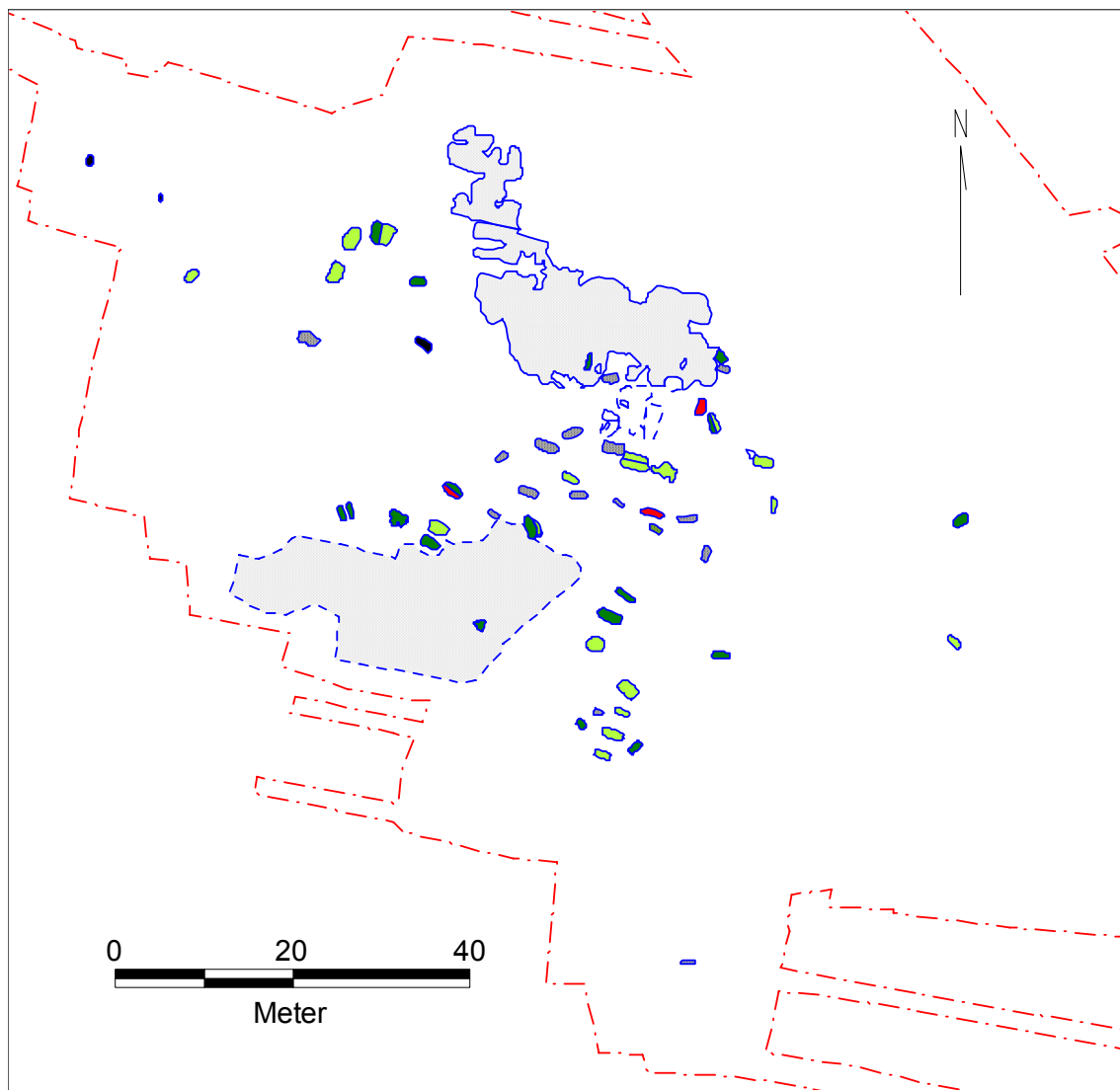
Herved kommer jeg frem til et antal på 59 mulige grave, hvoraf de tre er brandgrave. Derudover er yderligere otte af jordfæstegravene at betegne som ”usikre” til ”tvivlsomme” (se også Bilag 4 for et skema over jordfæstegrave). Klassificering som usikker/tvivlsom beror enten på fravær af humant knoglemateriale i anlægget, eller at store forstyrrelser besværliggør iagttagelsesforholdene og dermed tolkningsbetingelserne. Det vil kræve en nøjere gennemgang af selve dokumentationen af de forskellige udgravninger for med større sikkerhed at forsøge at fastlægge det præcise antal af grave. Dette vil jeg næppe kunne ændre ved inden for dette specialeprojekts rammer, hvorfor det må afvente en nøjere gennemgang og forhåbentlig fremtidig publikation af Galgedil. Da lokaliteten i øvrigt er moderat til kraftig forstyrret af grus-tagning, giver det ikke mening at arbejde alt for meget på et endelig antal af grave, idet antallet formodentlig har været højere i vikingetiden. Det antal, jeg kommer frem til medregner heller ikke dobbeltgraven fundet af Albrechtsen i 1954 eller den formodede

grav fra gravningerne sidst i 1980'erne. Gravenes fordeling fremgår af Figur 15. Her ses også de mest omfattende forstyrrelser i form af grustagninger. I figuren fremstilles jordfæstegrave samt mulige vikingetidige brandgrave alene, af hensyn til overskueligheden. Der henvises til Bilag 5 for en plan over lokaliteten med alle registrerede anlægs- og konstruktionsspor.

Udover den allerede nævnte dobbeltgrav er der på Galgedil registreret yderligere fem dobbeltgrave, og der er yderligere to eksempler på grave med to individer. I begge disse tilfælde er der tale om spædbørn, gravlagt med, i det ene tilfælde en kvinde på ca. 25 år og i det andet tilfælde en kvinde på ca. 50 år. Ud fra min gennemgang af beretninger og antropologiske rapporter når jeg frem til, at der er ubrændt knoglemateriale fra 55 individer gravlagt på Galgedil. Dertil kommer så de minimum tre individer fra de allertidligste udgravninger på stedet foruden selvfølgelig også et ikke nærmere bestemt antal individer, der sandsynligvis er gravet væk i forbindelse med grustagning.

I den første foreløbige publikation af lokaliteten er gravpladsen foreslået som begravelsesplads for ca. 3 gårde (Klitgaard 2000, 13-13-18). Forudsætningen for denne tolkning er den datering gravpladsen opnår alene på baggrund af oldsagerne deponeret i gravene. ¹⁴C dateringerne viser dog tydeligt, at gravpladsens brugstid har været længere end først antaget. Gravpladsen kan vise sig at strække sig over hele vikingetiden, svarende til en brugstid på ca. 250 år. Dette svarer til ca. 10 generationer, hvilket igen svarer til 5-6 begravelser pr. generation. Tallet har givetvis været højere, de mere usikre grave, grave uden knogler og mulige destruerede grave taget i betragtning. Alligevel når antallet af begravelser pr. generation næppe højere op, end hvad der peger på en lille social gruppe.

Ud fra revideringen af gravpladsens brugstid kan begravelserne stamme fra én og samme, om end større, gårdsenhed. I vikingetiden synes én enkelt gårdsenhed netop at have dannet den økonomiske ramme for en større og mere differentieret social gruppe end familien i traditionel forstand (Hedeager & Kristiansen 1988, 145).



Figur 15. Oversigtsplan med jordsfæstegrave og mulige vikingetidige brandgrave (markeret som sorte). De prikkede områder viser det omtrentlige omfang af forstyrrelser i form af sand- og grustagning. Rød signatur: De grave, der er dateret i dette projekt. Lys grøn: prøve fra knogle. Mørkegrøn: Prøve fra knogle og tand. Skravering: Ikke muligt at udtage prøve.
Digitaliseret af Marie Kanstrup (ud fra digitaliserede planer udlånt af OBM)

Der er udpræget få barnegrave på lokaliteten, hvilket er med til at understrege den førkristne tolkning, der i øvrigt også støttes af den variation, der kan iagttages i forbindelse med orientering, udformning og indhold (Christensen 2005, 46-53). I enkelte grave er der fundet dyrekogler, der tolkes som madgaver. Et klart tegn på, at der er tale om førkristne begravelser. I et tilfælde er der tale om anatomisk ordnede knogler fra en gris slagtet i en relativ ung alder. To andre eksempler er grave med knogler fra lam/får også i anatomisk orden (Klitgaard 2000, 15f). Udover disse helt tydelige eksempler på at medgive madgaver er der andre eksempler, hvor der er fundet enkelte dyrekogler og/eller – tænder. Her er det vigtigt at have *in mente*, at der er tale

om en lokalitet med mange ældre aktivitetsspor. I nogle tilfælde kan det være svært at bestemme, om en knogle eller tand er bevidst nedlagt som en gravgave eller, om der er tale om et tilfældigt indslag i gravfylden. Sidstnævnte sås i tilfældet med hestetænder og kæbedele i grav SB (se også afsnit 3.2.3).

En overordnet problematik der, i forbindelse med præsentationen af gravpladsen, er vigtig at fremhæve. Det diskuteres til stadighed hvad førkristne gravpladser repræsenterer, og hvad de er udtryk for (Härke 1997, 19-27). Især diskuteres det, om det tilkom alle i samfundet at blive begravet på gravpladser. Den generelle slående mangel på børnegrave på førkristne gravpladser er et tydeligt eksempel på, at der forekommer skævvridninger og repræsentativitetsproblemer i det ellers meget informationsrige arkæologiske materiale, som en førkristen gravplads udgør. Hvis ikke alle samfundslag er repræsenteret på Galgedilgravpladsen, forekommer det muligt, at der er tale om gravlagte fra mere end én enkelt større gård. Lokaliteten rummer dog grave, der umiddelbart, ud fra gravgodset at dømme, afspejler de forskellige samfundslag. Der er således grave helt uden gravgods, grave med blot en enkelt jernkniv samt mere veludstyrede grave. Således kan det ud fra gravgaverne alene postuleres, at det tilsyneladende tilkom de fleste i samfundet at blive gravlagt på Galgedilgravpladsen. Da gravpladsen strækker sig længere op i tid, end tidligere antaget, kan de kristne tendenser have influeret på gravgodset, hvilket yderligere problematiserer tolkningen af gravpladsen.

En del grave på gravpladsen er uden genstande eller indeholder blot en simpel jernkniv. Enkelte grave har dog et mere varieret gravudstyr, med eksempelvis dragtspænder (trefligede og skålformede), bæltspænder eller remendebeslag (Christensen 2005, 46-53; Klitgaard 2000, 13-13-18). Der er ingen eksempler på rytterudstyr, et træk, der menes at være karakteristisk for periodens stormænd (Jensen 2004, 314). Der er dog, i en enkelt af gravene (UL), fundet en økse, hvilket ofte kædes sammen med magt og mere fremstående mænd i samfundet. Øksen som gravgave afløser i løbet af 900-tallet den tidligere tradition med at nedlægge våben i gravene (Jensen 2004, 337; Klitgaard 2000, 13-13-18).

Som nævnt tidligere er der flere eksempler på dobbeltbegravelser på Galgedilgravpladsen, enkelte af disse kunne vise sig at være regulære eksempler på trælle-begravelser (KL, TR og AQQ), hvis træll defineres som: en person med få eller ingen gravgaver placeret ovenpå en anden person med rigere gravgaver (Randsborg

1980, 134). En træl betragtes som en marginal person og tilstedeværelsen af en ”trællestand” må i høj grad være et tegn på et stratificeret samfund.

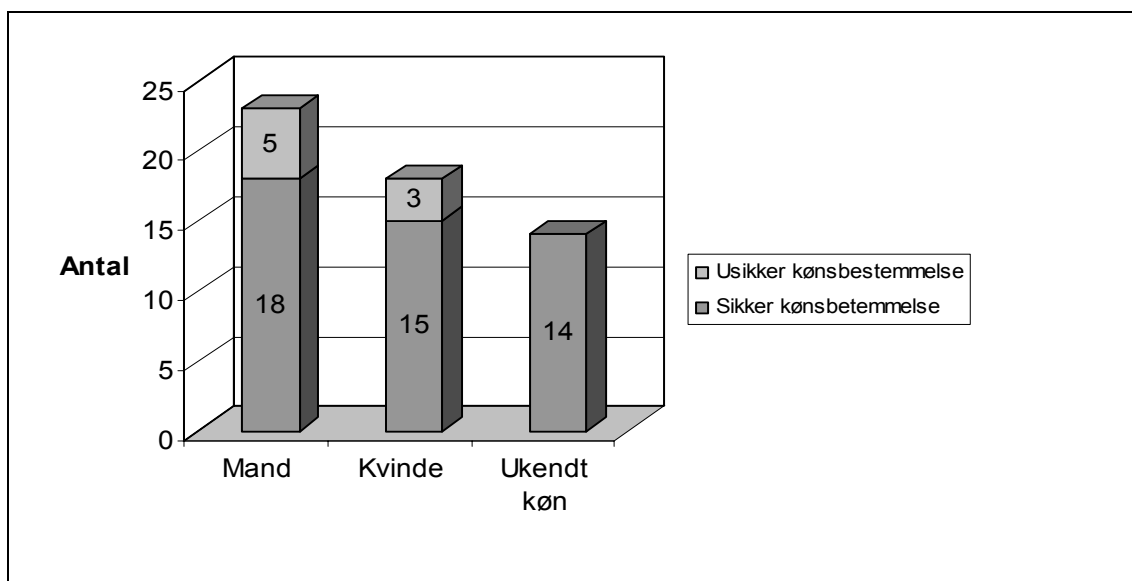
Dobbeltbegravelsen, LD, er i beretningen tolket som en kammergrav ud fra størrelsen. Der er dog ikke fundet sikre konstruktionsspor eller særlige rige gravgaver, der kan understøtte denne tolkning. Kammergrave dateres generelt til 10. årh. e. Kr. og har en tendens til en vestdansk forekomst (Eisenschmidt 1994, 152 [48]: Karte 6; Randsborg 1980, 123). Der kendes dog eksempler på kammergrave på Langeland (Grøn *et al.* 1994, 197 [3]) og Fyn (Jacobsen 2001; Nielsen & Runge 2007, 2-20). Kammergravene på lokaliteterne Stengade I og II på Langeland har, med en enkelt undtagelse, været ganske jævnt udstyrede. Ligeledes er kammergravene på en nylig udgravet lokalitet i Odenses sydøstlige udkant ganske ordinære i gravinventaret (Nielsen & Runge 2007, 13f). Derfor kan man alene ud fra fraværet af rige gravgaver i anlæg LD på Galgedilgravpladsen ikke udelukke, at der kan være tale om en kammergrav. Anlæg LD opfylder ligeledes, dog kun lige akkurat, at være over 1,5 m bred i gravniveau. Dette opstilles i en nyere afhandling som et kriterium for at definere en grav uden trækonstruktioner, som en kammergrav (Eisenschmidt 1994, 24).

Gravenes rumlige fordeling (se Figur 15) giver mulighed for at foreslå mulige opdelinger eller grupperinger af de gravlagte. Her skal dog fremhæves de forstyrrelser, der er i form af sand- og grustagninger, hvorfor en rumlig analyse af lokaliteten bør behæftes med visse forbehold. Hovedparten af gravene ligger som en vifte i et område på ca. 50 m i diameter. Mod nord og sydvest er der større forstyrrelser og denne hovedgruppe af grave kan have været større end det umiddelbare førstehåndsindtryk. Mod sydvest fremkom dog, efter mere grundig afsøgning, blot en enkelt grav (BFQ) i det forstyrrede område. Mod nordnordvest ses en tydelig afgrænsning af denne hovedgruppe af grave. Først 10 m længere mod nordvest ses en mindre gruppe grave, der således rumligt skiller sig ud. Ligeledes ligger der mod øst to grave med en indbyrdes afstand på ca. 12 m, der isolerer sig i forhold til hovedgruppen af gravlæggelser. Endelig ligger der en enkelt veludstyret grav 20 m syd for hovedgruppen.

At enkelte grave ligger isoleret er et velkendt og omdiskuteret fænomen fra samtidige gravpladser (Nielsen & Runge 2007, 11). Enkelte grave, der overordnet set synes at høre til hovedgruppen, indtager dog her en mere perifer placering. Det drejer sig særligt om ALX og BFQ. Sidstnævnte ligger dog i det mere problematiske

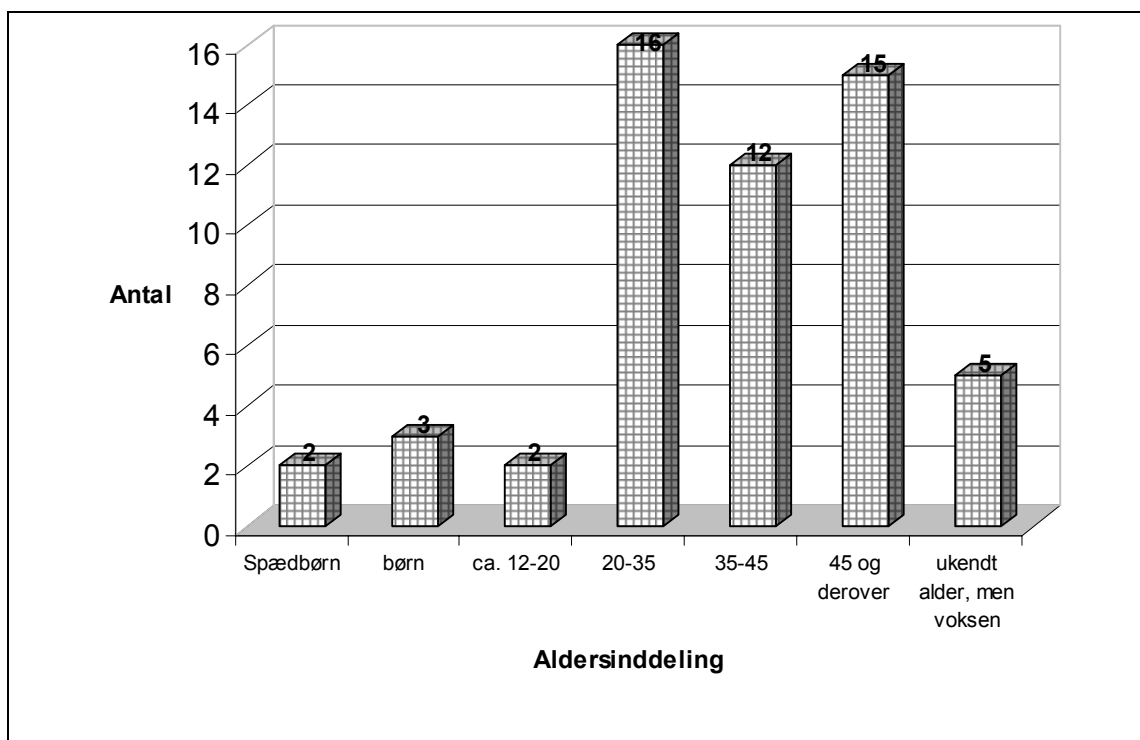
forstyrrede område af gravpladsen. Med isotopanalyser, er det muligt at teste, om disse rumlige opdelinger afspejler sig i kostforholdene.

Ud fra de antropologiske rapporter er det som førnævnt tydeligt at se, at børn er stærkt underrepræsenteret på gravpladsen. Køns- og aldersfordeling fremgår af Figur 16 og 17. I Bilag 6-7 ses tematiske kort, hvor den rumlige fordeling af køn og alder illustreres. Figur 18 og Bilag 8-10 viser de gravlagtes statur.



Figur 16. Kønsfordelingen på Galgedil.

Kønsbestemmelsen er foretaget på Antropologisk Laboratorium, Panum Institutet.



Figur 17. Mere nuanceret aldersinddeling.

Denne aldersinddeling er lavet ud fra de aldersbedømmelser, der er foretaget på Antropologisk Laboratorium, Panum Institutet (se også Bilag 4).

I kønsfordelingen synes der ikke at være de store skævvridninger, og de gravlagte på Galgedil er mest sandsynlig et repræsentativt udsnit af befolkningen, hvad køn angår. 10 af de 14 individer, der ikke lod sig kønsbestemme, er enten spædbørn, børn eller unge individer. Disse er oftest ikke mulige at kønsbestemme ud fra almindelig traditionel antropologisk undersøgelse.

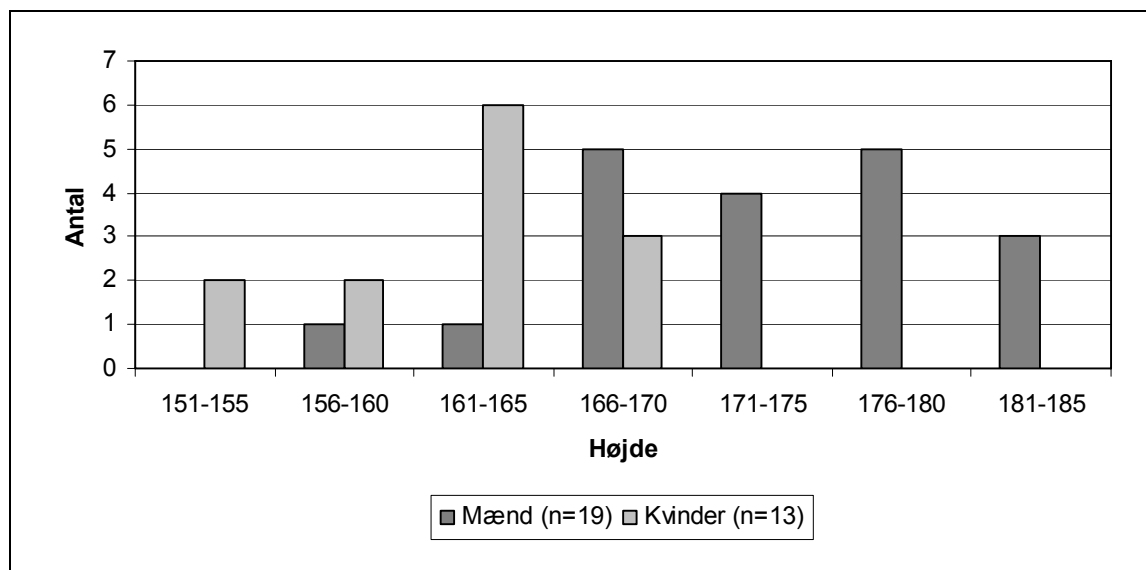
For at se mere nuanceret på aldersinddelingen i hovedparten af de gravlagte, der er MA (middle adult), svarende til 26- 45 år, har jeg forsøgsvis anvendt min egen lidt alternative aldersinddeling, for at se, hvad den grovere aldersinddeling dækker over (Figur 17). Herved ses, at der er en nogenlunde ensartet fordeling af de 26-45årige i tre underinddelinger.

Ud fra undersøgelserne af køns - og aldersfordeling er der ikke noget der tyder på, at Galgedilgravpladsen skiller sig ud fra de gængse iagttagelser på samtidige gravpladser. Heraf udledes det, at den demografiske sammensætning på gravpladsen er repræsentativ for vikingetidens gravpladser. Dermed ikke sagt, at gravpladsen er repræsentativ for den demografiske sammensætning i befolkningen i denne periode. Dertil er særligt de manglende barnegrave en begrænsende faktor.

Gennemsnitshøjden er muligt at beregne ud fra 32 individer (13 kvinder og 19 mænd). Mændenes højde varierer mellem 160-185 cm, med en gennemsnitshøjde på 173 cm. Kvindernes højde varierer mellem 152-168 cm, med en gennemsnitshøjde på 162 cm. Gennemsnitshøjderne er en lille smule højere, end hvad der generelt er gældende for vikingetiden, særligt hvad kvinderne angår (Bennike 1985, 37). Ofte knyttes levevilkår og herunder særligt kost- og ernæringsmæssige forhold sammen med statur. Lidt højere gennemsnitlig legemshøjde blandt de gravlagte på Galgedil kan således indikere bedre levevilkår. Forskellen er ikke stor, men dog nævneværdig.

Den rumlige fordeling, når det gælder køn, alder og højde viser ingen klare grupperinger. Der synes snarest at være tale om klynger med en blandet sammensætning, hvilket tyder på der er tale om mindre eventuelt familiebaserede grupperinger.

Overordnet set fremstår Galgedilgravpladsen som af de største kendte gravpladser fra vikingetiden på Fyn. Alle samfundslag synes ud fra gravfund at dømme, at være repræsenteret, dog uden én eller flere meget rige grave, som f.eks. Rosenlund og særligt Ladby (Jacobsen 2001; Sørensen *et al.* 2001, 293). Hvis der ses bort fra disse pladseres respektive helt unikke grave (kammergrav med rytterudstyr og våben samt skibsgraven) findes der dog en del generelle lighedspunkter mellem deres øvrige grave og gravene Galgedil, angående form og indhold.



Figur 18. Statur (legemshøjde) for henholdsvis mænd og kvinder. Højdeberegningen er foretaget af Antropologisk Laboratorium, Panum Institutet.

Det er desuden værd at bemærke, at Galgedil er beliggende omkring 6 km fra Glavendrupstenen, runestenen over goden *Alle* (Crumlin-Pedersen *et al.* 1996, 134). Monumentet menes, at indikere et potentielt stormandsområde (Sørensen *et al.* 2001, 293). De enkelte samtidige grave, der nævnes som relevante i forbindelse med monumentet, er beliggende i mindst lige så stor afstand som Galgedilgravpladsen, der således, trods en tilsyneladende stor afstand, er den nærmeste større erkendte gravplads i Glavendrupstenens opland.

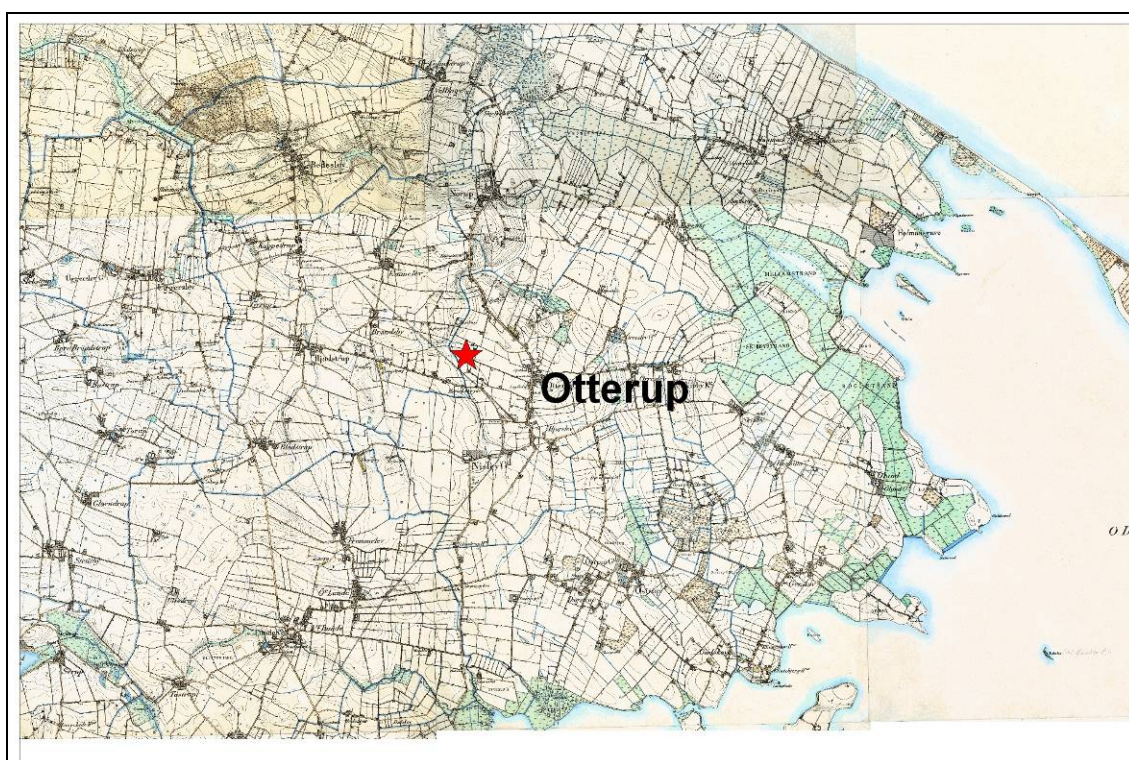
4.1.2. Ressourceområde

Når isotopanalyser anvendes til at rekonstruere forhistorisk kost, er det vigtigt at danne sig et nøje kendskab til de mulige fødeemner, der er i et givent område. I forbindelse med Galgedilgravpladsen kræver dette en præsentation af lokalitetens ressourceområde. Kendskabet til samtidige bopladser i dette område af Fyn er ringe, og det overordnede kendskab til subsistens-økonomien i vikingetiden antages derfor som udgangspunkt også at være gældende for Galgedil lokaliteten.

Gravpladsen er beliggende i den vestlige udkant af Otterup, Lunde Herred på Fyn, ca. 1,5 km vest for Otterup Kirke. Området ligger på det højeste punkt i terrænet på en åslignende grusbakke, der dominerer i denne del af området, hvis landskabsform ellers er et glat morænelandskab og betegnes ”Sletten”. Lokaliteten skråner jævnt til alle sider, kraftigst mod syd og vest. Horsebækken og et vandlidende område op til bækken afgrænser lokaliteten mod vest og sydvest. Undergrunden på selve lokaliteten er

fortrinsvis sand og grus med mindre indslag af ler. Mod nord og øst er der områder med sandet muld, der således i vikingetiden har været bedre egnet til agrar produktion.

På baggrund af bygdeinddelingen fra omkring 1780 karakteriseres Otterupegnen som en del af den store fynske "Slette", der har kystbygder umiddelbart mod øst (Porsmose 1996, 47, Fig.3). Landskabet i disse kystbygder er kraftigt ændret grundet tilgroning af vige og inddæmningsprojekter (Crumlin-Pedersen *et al.* 1996, 134). Derfor fremstår landskabet omkring Otterup i dag formentlig mest som et indlandsområde. Afstanden til nordkysten er i dag 6-7 km, mens den til Odense Fjord er ca. 5,5-6 km.



Figur 19. Galgedilgravpladsen markeret med rød stjerne på højkantskort (1883-90). Øst for Otterup ses større inddæmmede områder med lysegrøn signatur.

Figuren er lavet ud fra kortmateriale stillet til rådighed af Odense Bys Museer. Målestok 1:100000.

Ved gennemsyn af gamle kort kan man imidlertid se, at landskabet har forandret sig en del. Af Videnskabernes Selskabs Kort fra 1780 fremgår det tydeligt, at afstanden fra Otterup til Odense fjord har været mindre end i det moderne danske landskab (Crumlin-Pedersen *et al.* 1996, 135; Smed 1978, 50). Forskellen er mere udtalt, hvis man ser på Pontoppidans kort fra 1766. Her ses en mindre fjordarm i umiddelbar nærhed af Otterup (www.historiskatlas.dk). Figur 19 viser lokalitetens placering på højkantskort (1883-90). Her er afstanden blot 3,5-4 km til de inddæmmede områder, der sandsynligvis har

været lavvandede områder og Odense fjords inderste fjordarme i vikingetiden. Blot 4 km østsydøst for Otterup ligger den lille landsby Skeby, der menes at have været mulig at sejle til i yngre jernalder (Crumlin-Pedersen *et al.* 1996, 142). Området øst for Otterup har således i jernalder og vikingetid haft gunstige forhold, når det gælder mulighed for fiskeri af både brak- og saltvandsfisk (Crumlin-Pedersen *et al.* 1996, 137).

Fra yngre jernalder til middelalder synes hele den nordfynske Kattegatskyst at være blottet for fiskeri af betydning, med undtagelse af bøndernes eget småskalafiskeri. I dette område kendes heller ikke fund af skaldynger fra disse perioder (Christoffersen & Porsmose 1996, 162ff). Mere detaljerede undersøgelser viser dog, at der er vidnesbyrd om fiskeri i form af hvæssesten til opskærping af kroge. Hvæssestenene er af lys glimmerskifer, der i sen vikingetid og ind i middelalderen importeredes i store mængder fra Norge (Henriksen 1997, 11).

Ud fra det helt lokale område samt ved at betragte det omkringliggende landskab kan et førstehåndsindtryk af ressourceområdet skitseres. Der er tale om et område, hvor boniteten ikke umiddelbart synes at kunne have båret et intensivt og udbytterigt agrart baseret landbrug. Til gengæld mener jeg husdyrhold have haft en større rolle, da der er større arealer velegnet til græsning. Desuden kan der have været tale om et ekstensivt fiskeri, hvilket dog er svært at påvise ud fra gravpladsens fundmateriale. Her kan isotop-analyser virkelig bidrage med nye direkte informationer at supplere vores viden med.

I *Det Sønderjyske landbrugs Historie* fra 2003, gøres der opmærksom på, at landsbyer og enkeltgårde i nærheden af Hedeby bærer præg af en nonagrar produktion. Denne tendens forventes at kunne genfindes omkring Ribe (Ethelberg 2003, 346). Jeg mener i den forbindelse, det er vigtigt også at påpege Galgedils placering i forhold til Odense. Man bør måske forsøge at tænke ud over det oplagte levegrundlag, landbruget, og være mere åben over for eventuelle supplementer hertil.

4.2. Skeletmaterialet

4.2.1. Knoglernes bevaringsgrad

Gravpladsen Galgedil udmærker sig ved generelt godt bevarede skeletter, hvilket sjældent er tilfældet med vikingetidens jordfæstegrave. De gode bevaringsforhold skyldes fortrinsvis, at undergrunden hovedsageligt består af kalkholdigt sand, der giver gode bevaringsforhold for knogler. At undergrundens beskaffenhed også har haft altafgørende indflydelse på gravpladsens mistrøstige skæbne, hvor utallige små og

større grustagninger har truet og højst sandsynlig også destrueret et ukendt antal grave er et, i arkæologien, paradoks.

I de følgende underafsnit vil forskellige faktorer, af betydning for udvælgelsen af analysematerialet, blive kommenteret nærmere. Indledningsvist i projektførsløbet, blev der opstillet mål for, hvor mange og hvilke prøver, der ideelt set skulle tages. Om realiteterne muliggør disse indledende målsætninger vil efterfølgende blive vurderet i forbindelse med præsentationen af det egentlige analysemateriale i afsnit 4.2.3.

For at sikre et så repræsentativt udsnit af de gravlagte på Galgedil som muligt, har jeg prioriteret at tage minimum én prøve fra hvert individ. Bevaringsforholdene og, i enkelte tilfælde, den arkæologiske kontekst vil da blive afgørende for, hvorvidt dette er muligt. Dernæst har jeg tilstræbt at tage prøver fra tænder, dannet i ca. 5-10 års alderen for at sammenligne isotopsammensætningen over tid for det enkelte individ. Dette er beskrevet nærmere i afsnit 3.1.2. Denne tilgang kan især være interessant i forbindelse med dobbeltgrave, grave, der ligger parallelt og tæt, grave med "madoffer", de mere veludstyrede grave og de grave, der har en perifer placering. For at holde resultaterne fra disse grave op mod de mere almindelige grave, har jeg desuden tilstræbt at tage to prøver pr. individ i et antal af de mere jævnt udstyrede grave. Igen har bevaringsforholdene og hensynet til materialet afgjort, hvor mange prøver jeg realistisk har kunnet tage.

4.2.2. Forurening, fejlkilder og forbehandling

Overvejelser omkring mulige forurenings- og fejlkilder er afgørende for valg af kemisk forbehandling. Som nævnt tidligere i metodeafsnittet, er en af forudsætningerne, for at kunne rekonstruere kost på basis af isotopanalyser, at sikre sig mod kompromitterende forurening eller post-mortem ændringer i isotopsammensætningen. Fire væsentlige punkter bør nævnes i forbindelse med prøvepræparering og ekstraheringsprocedure:

1. undgå at fjerne eller ændre dele af collagen (hvis dette alligevel sker, skal resultater heraf fjernes, for at måle på så intakt collagen som muligt)
2. fjern alt forurenende kulstof
3. undgå at tilføje forurenende kulstof
4. vælg en simpel procedure

(Chisholm 1989, 24)

Når døden indtræffer starter en hel række nedbrydningsprocesser, der dels afhænger af dødebehandling og dels af deponeringsmiljø. Af betydning for dette specialeprojekt er

de processer, der er med til at nedbryde collagen og eventuelt ændre isotopsammensætningen i collagen, hvad angår kulstof (C) og kvælstof (N). For en mere generel gennemgang af nedbrydningsprocesser henvises til Grupe (1993, 257-274) og Pate (1994, 183f). Collagen består som tidligere nævnt af forskellige aminosyrer. De enkelte aminosyrer har hver deres isotopsammensætning, og hvis visse aminosyrer nedbrydes nemmere, er der risiko for, at den overordnede isotopsammensætning skævvrides.

Isotopfraktionering kan opstå som resultat af nedbrydningsprocesser. Når collagen eksempelvis nedbrydes i form af hydrolyse af peptidbindingerne, kan der opstå en lille berigelse af ^{15}N , hvorimod dette ikke har indflydelse på C-isotopraten (Bada *et al.* 1989, 3337-3341). For at reducere de mulige fejlkilder, der opstår ved sådanne nedbrydningsprocesser, er det vigtigt at bestræbe sig på at vælge en kemisk forbehandling (ekstraheringsprocedure), der muliggør, at isotopsammensætningen måles på så intakt collagen som muligt (Chisholm 1989, 22f).

Udover de ændringer i isotopsammensætningen nedbrydningsprocesserne i sig selv kan medføre, er det mindst lige så vigtigt at sikre sig imod forurening af fremmed C og N. Her er det hovedsageligt humøse substanser, der er problematiske, særligt hvad angår C-isotopraten. Svampe i jorden synes derudover at påvirke collagens $\delta^{15}\text{N}$ værdi ganske lidt (Grupe *et al.* 1993, 267). Den kemiske forbehandling er efterhånden veludviklet i retning af at sikre sig mod forurening fra humøse substanser. Dette skyldes især, at det kan have store implikationer for datering af meget gamle prøver, da de er mere følsomme overfor yngre forurening (Ramsey *et al.* 2004, 155-163). Forurenende kulstof kan også være et problem, hvis man har et materiale, der er konserveret eller sammenlimet, hvilket kræver yderligere forbehandling. Dette har dog kunnet undgås i tilfældet med materialet fra Galgedil. For at undgå at tilføje forurening undervejs i den kemiske forbehandling, forudsættes en høj grad af renlighed og omhyggelighed i laboratoriearbejdet.

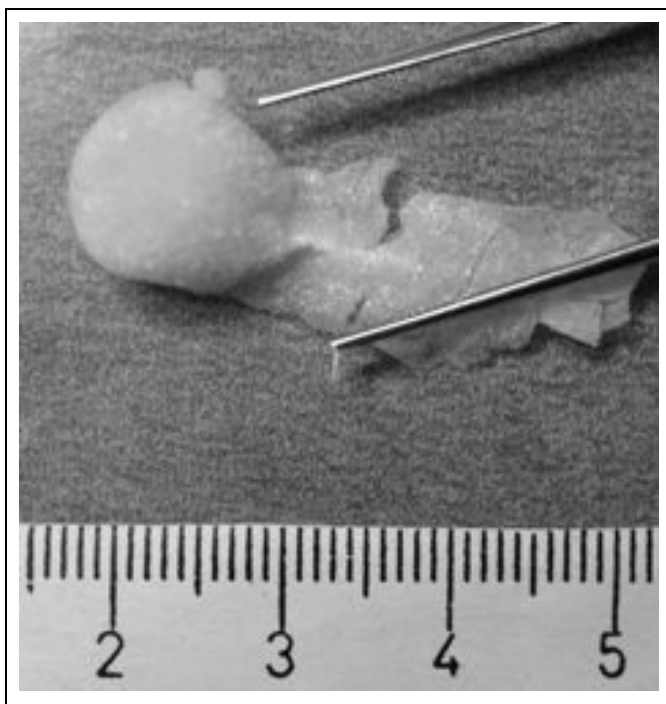
En simpel forbehandlingsprocedure kan både nedsætte risikoen for at tilføje forurening og medvirke til at unødigt udbyttetab undgås. Når dette er sagt, er det nok snarere det økonomiske incitament, der er mest tungtvejende i forbindelse med arkæologiske forskningsprojekter. I dette projekt har jeg for isotopanalyseens vedkommende valgt at anvende en lidt modificeret udgave af den sædvanlige ekstraheringsprocedure på AMS ^{14}C dateringslaboratoriet. Deres forbehandling bygger på den almindeligt anvendte Longin collagen-ekstraheringsmetode publiceret i 1971 (Longin 1971, 241-242). Den modificerede udgave heraf, som jeg anvender, blev

præsenteret af Brown *et al.* i 1988, hvor ultrafiltrering af collagenopløsningen blev introduceret. Ved anvendelse af ultrafiltrering sorteres mere fragmentarisk materiale fra og dermed mulige forureninger i form af humøse substanser. Herved bliver ”collagen” mere lig det oprindelige *in vivo* collagen. Da der er tale om nedbrudt materiale vil jeg, i overensstemmelse med Ambrose (1990, 432), fremover referere til ekstraheringsresultatet som ”collagen”. I korte træk er forbehandlingen foregået således:

1. Demineralisering i 1 M HCl (i køleskab ved 5 °C). Opløsningen røres i jævnlige og står, indtil der ikke længere kan iagttages luftbobler, hvilket bevidner at reaktionen er tilendebragt (ca. ½-1½ time). Dernæst renses prøven 2 gange i demineraliseret H₂O.
2. Behandling med 0,2 M NaOH i 15 min. for at fjerne baseopløselig forurening. Dernæst renses prøven 2 gange i demineraliseret H₂O.
3. 0,01 M HCl tilsættes. Opløsningens pH skal være under 2,5. Derefter sættes opløsningen i varmeskab ved 70 °C i 16 timer. Herved opløses ”collagen”.
4. ”Collagen” opløsningen filtreres med et 5-8 µm Eze filter (Elkay laboratorieprodukt) og overføres til ultrafilter (Amicon Ultra 4 mL, >30 kDa). Ultrafiltrering sker i centrifuge ved ca. 1800 g i op til 30 min.
5. ”Collagen” opløsningen fryses og frysetørres.

For en mere grundig gennemgang af forskellige mulige kemiske forbehandlinger henvises til Ambrose 1990 samt et nyere metodisk studie, hvor tre forskellige metoder sammenlignes (Jørgensen *et al.* 1824-1829). For en mere udførlig gennemgang af forbehandlingen, der er anvendt i dette specialeprojekt henvises til Bilag 11. Til ¹⁴C dateringsprøverne er den anvendte forbehandlingsmetode grundlæggende den samme, dog er der ikke anvendt ultrafiltrering, og ”collagen” opløsningen inddampes til ca. 2 ml forud for frysning og frysetørring.

For at sikre sig, at analysematerialet er repræsentativt for collagen, er der gennem mange års metodeudvikling opstået visse kvalitetsparametre, som analysematerialet bør holdes op imod. Udbyttet af ”collagen” i forhold til massen af det udborede knogle kan indledningsvis være indikerende for kvaliteten af det ekstraherede ”collagen” og særligt for nedbrydningsgraden. Fastsættelsen af et acceptabelt udbytte af ”collagen” divergerer fra en nedre værdi på 3,5 % (Ambrose 1990, 438) ned til 0,5 % (van Klinken 1999/6, 689). I nyere undersøgelser er udbytte helt ned til 0,1 % accepteret og medtaget i videre analyser (Fischer *et al.* 2007, 2125-2150). Dette skyldes i høj grad introduktionen af ultrafiltrering i forbehandlingen. Dette ekstra trin i forbehandlingen reducerer udbyttet med op til en faktor 5 (Jørgensen *et al.* 1824-1829). I tilfælde med ”collagen” udbytte, der varierer fra 2 % og ned til 0,5 % er det vigtigt, at yderligere indikationer på nedbrydning vurderes mere nøje.



Figur 20. Udseendet af det ekstraherede "collagen" er ligeledes indikerende for kvaliteten omend der her mere er tale om en form for erfaringsmæssig, og derfor mere subjektiv, bedømmelse. "Collagen" af god kvalitet ligner hvidt og meget luftigt bomuld.

- C/N raten kan udregnes og være med til at vurdere reliabiliteten af "collagen". Værdier på 2,9-3,6 er generelt anset som acceptable (Deniro 1985, 806-809), mens der i andre tilfælde, og særligt i forbindelse med kulstofdateringer kræves værdier på 3,1-3,5 (van Klinken 1999/6, 691). I nærværende analysearbejde anvendes værdierne foreslået af DeNiro, hvilket er samstemmende med egne tidligere arbejder ved Arkeologiske Forskningslaboratorium, Stockholms Universitet.
- C- og N-koncentrationerne (udtrykt i %) i "collagen" bør endvidere være sammenlignelige med C- og N-koncentrationerne i collagen fra moderne humant knoglemateriale, der ligger mellem 15,3-47 % for C-koncentrationen og mellem 5,5-17,3 % for N-koncentrationen (Ambrose 1990, 441). Der menes at være større risiko for forurening, når C % < 20 % og N % < 11 % (van Klinken 1999/6, 691).

Ved at inddrage de nævnte kvalitetskontroller øges sandsynligheden for, at isotop-signalet, der fås ved analyserne, er det originale og dermed øges udsagnsværdien af analysen.

4.2.3. Udvalgelse og præsentation af analysemateriale

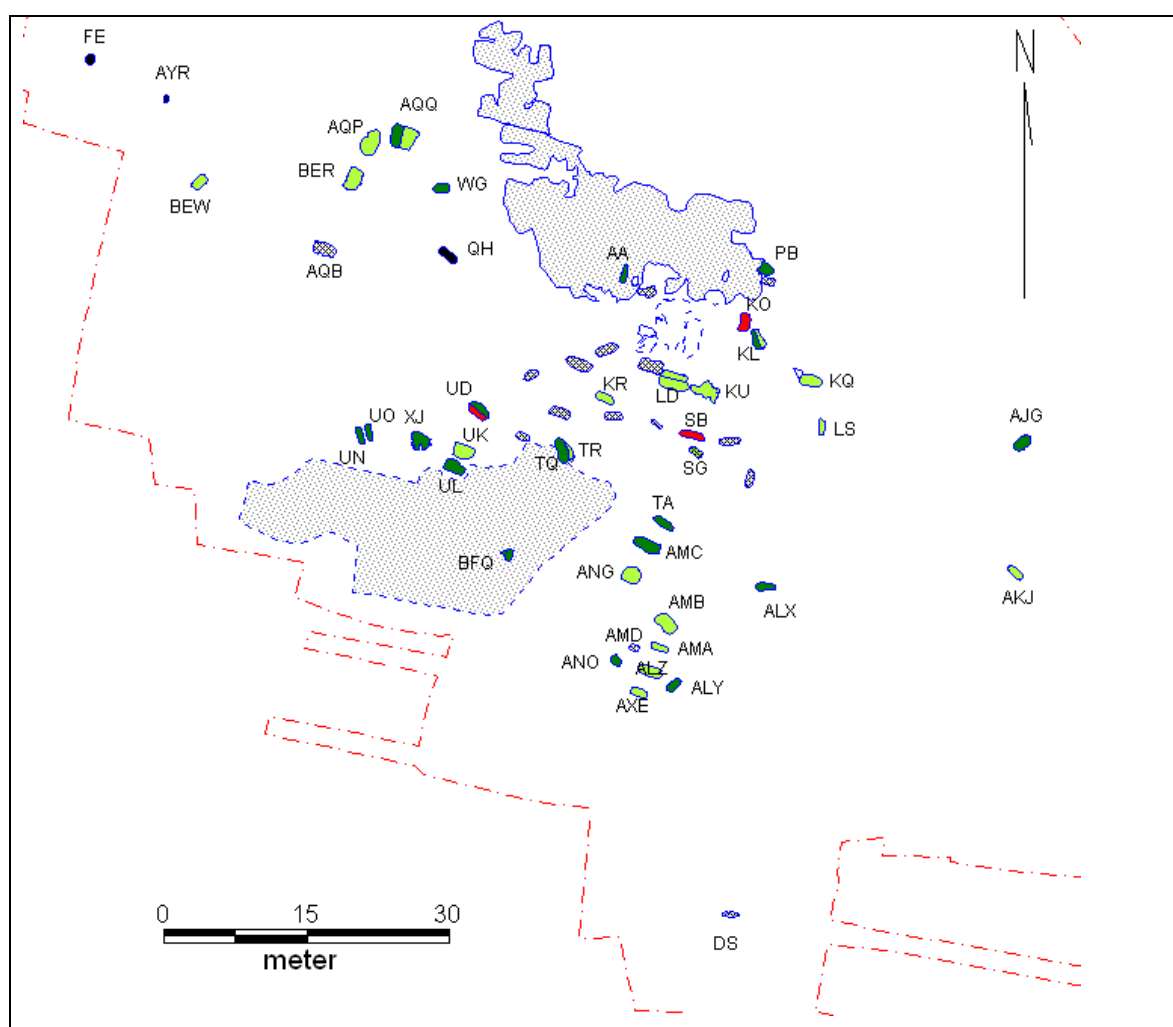
Skeletmaterialet fra Galgedil er undersøgt og deponeret på Antropologisk Laboratorium, Panum Institutet. Udvalgelse af analysemateriale og prøveudtagning er foretaget i samarbejde med og under vejledning af Pia Bennike, Niels Lynnerup og Marie Louise Jørgov.

Der er udtaget prøver fra skeletmateriale fra 44 individer. Det ene individ (SG) havde så dårligt bevaret knoglemateriale, at det ikke lykkedes at ekstrahere "collagen",

hvorfor der ikke foreligger analyseresultater fra dette individ. Yderligere tre individer (KO og SB, samt det vestlige individ i dobbeltgraven UD) er ikke fuldt ud medtaget i koststudiet, baseret på isotopanalyser.

Det drejer sig om grave, hvor materiale er udtaget til ^{14}C datering. Her er der anvendt en anden forbehandlingsmetode i forbindelse med datering, hvorfor de tre individer i princippet bør udelukkes fra den mere detaljerede og komparative del af analysearbejdet.

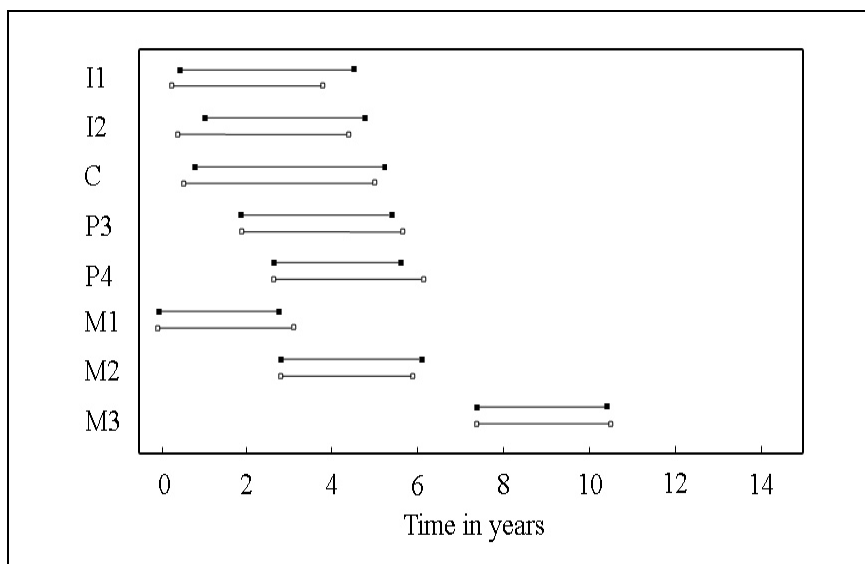
Således indgår der analysemateriale fra 40 individer, hvilket svarer til ca. 71 % af de 55 individer, hvorfra der forligger ubrændt skeletmateriale. Størrelsen af prøvepopulationen bedømmes derfor som repræsentativ for hele den gravlagte population.



Figur 21. Markering og anlægsangivelser af de grave, der er udtaget prøve fra. Lys grøn markering: Prøve fra knoglemateriale er udtaget. Mørk grøn markering: Prøve fra både knoglemateriale og tand udtaget. Rød markering: analysemateriale anvendt til ^{14}C datering. Sort markering: Brandgrav. Digitalisering: Marie Kanstrup.

Sammensætningen af prøvepopulationen mht. køn synes også at være repræsentativ. Ca. 78 % af de antropologisk bestemte kvinder og 100 % af mændene indgår i analysen. Rumligt set har det ikke været muligt at inddrage analysemateriale fra en del af de grave, der ligger i den nordvestlige del af gravpladsens hovedkoncentration af grave (se Figur 21). Det samme gælder for graven DS, der ligger isoleret mod syd.

Prøver fra tænder har haft høj prioritet i forbindelse med dette specialeprojekt. For virkelig at afdække et individs kostmæssige "livshistorie" er det ideelt at udtage prøver fra hver af de tre molarer (de blivende, tre bagerste kindtænder) samt fra knoglemateriale (Eriksson 2003, se også Figur 8). Dette har dog ikke været muligt i forbindelse med dette specialeprojekt. I samråd med Pia Bennike er der indgået et kompromis, for at tilgodese biologisk antropologiske interesser i netop disse kindtænder. Der er i stedet udtaget prøver fra præmolarerne (de blivende små kindtænder). Disse tænder dannes i ca. 3-10 års alderen (Hillson 1996, 129ff) og det er derfor kun muligt at sammenligne isotopsammensætningen i to forskellige livsstadier. 1. molar kan være påvirket af en amningseffekt, hvorfor denne tand alligevel ofte er problematisk at inddrage i intra-individuelle analyser. I alt indgår der analysemateriale fra 19 tænder, fordelt på 9 kvinder, 9 mænd og et ikke kønsbestemt individ.



Figur 22. Skematisk fremstilling af kronens dannelse. Resten af tanden dannes dernæst successivt.

Det estimeres, at den del af præmolarerne (de små kindtænder) der anvendes i analysen må være dannet i 5-10 års alderen.

I=incisor (fortand),
C=canine(hjørnetand),
P=premolar (præmolar),
M=molar

(modificeret efter Reid & Beynon (1998, 471, fig. 3)(1998:471, fig. 3)).

Generelt er den rumlige fordeling af anlæggene, hvorfra der er taget to analyseprøver, nogenlunde repræsentativ (se igen Figur 21). Bevaringstilstanden, tilstedeværelsen af præmolarer og det overordnede antal af tænder har været begrænsende faktorer i udvælgelsen af analysemateriale. Det har desværre ikke været muligt at efterleve

bestræbelserne på, at tage prøve fra både tand og knogle fra begge individer i en dobbeltbegravelse. Der er dog i to tilfælde udtaget analysemateriale fra parallelt beliggende grave (UN og UO samt TA og AMC). I begge tilfælde er der tale om mand og kvinde begravet parallelt og tæt på hinanden. Sådanne begravelser bliver i arkæologiske sammenhænge ofte tolket som ægtefolk begravet side om side. I det ene tilfælde er der dog tale om tre grave, der ligger relativt tæt (TA, AMC og ANG). Det er her være svært at afgøre til hvilken side den formodede ægteskabelige relation er.

Bortset fra, at der ikke kunne tages to prøver fra begge individer i en dobbeltbegravelse, synes analysematerialet stort set at leve op til de indledende målsætninger for prøveudtagningen. Den overordnede repræsentativitet er god, og det har været muligt at tage tandprøver fra ca. 50 % af de individer, hvor knoglemateriale er udtaget. I ét af de tre tilfælde af isolerede grave er der taget to analyseprøver. Ligeledes er der taget materiale fra både tand og knogle fra én af de fire sikre eksempler på gravlagte med madoffer som gravgave. Seks af de mere veludstyrte grave indgår i den intra-individuelle analyse, hvilket jeg finder tilfredsstillende.

4.3. Faunareferencer

Som anført tidligere (afsnit 3.1.2.) er det, i forbindelse med rekonstruktion af kost udført på basis af isotopanalyser, vigtigt at kende isotopforholdene i de mulige fødeemner i den pågældende tidsperiode og det pågældende sted.

Den industrielle revolution og den efterfølgende afbrænding af fossilt brændstof har ændret atmosfærens isotopsammensætning for kulstof. Derfor vil moderne botaniske og faunareferencer fremstå ca. 1,5 % lavere end tilsvarende førindustrielle referencer (Mays 1998, 183). Alene af den grund er det vigtigt at finde frem til faunareferencer fra, ideelt set, samme tid og sted som det humane materiale, der indgår i undersøgelsen. For kvælstofs vedkommende er der en tendens til, at det øgede forbrug af kunstgødning ligeledes påvirker isotopsammensætningen i moderne botaniske, og dermed også moderne faunareferencer. Kunstgødning resulterer i lavere $\delta^{15}\text{N}$ værdier i modsætning til animalsk gødning, der viser en svag tendens til at forhøje $\delta^{15}\text{N}$ værdierne (Bogaard *et al.* 2007, 335-343). I de næste afsnit vil der blive redegjort for de overvejelser, muligheder og begrænsninger, der ligger til grund for den endelige udvælgelse af faunareferencemateriale.

4.3.1. Passende faunareferencer

På selve gravpladsen er der, som allerede nævnt, enkelte eksempler på egnet faunamateriale. Det drejer sig særligt om gravene med gravgaver i form af forskellige udskæringer, hvor dyreknoglerne ligger i anatomisk orden. Derudover blev egnet materiale udvalgt ud fra en gennemgang af den zoologiske bestemmelse af faunamateriale og de enkelte anlægsbeskrivelser i beretningen. Af hensyn til risikoen for indblanding af ældre materiale blev enkeltfundne knogler og tænder fravalgt. Desuden fravalgtes materiale, der ikke entydigt var fundet i gravniveau. Umiddelbart var det blandt faunamaterialet fra selve Galgedilgravpladsen muligt at få referencemateriale fra får/lam, ko, pattegris og hest. Fiskereferencer var der ingen af på lokaliteten, så her var det nødvendigt at inddrage alternative relevante referencer i analysen.

De to forsøg på at udvælge associeret faunamateriale til at teste validiteten af reservoirkorrekturen dateringsresultaterne rutinemæssigt undergår, viser tydeligt, at selv faunamateriale i gravniveau kan være ældre indblanding fra tidligere tiders aktivitet på pladsen (se afsnit 3.2.). Tand- og kæbedele fra hest fundet i grav SB viste sig at være betydeligt ældre end gravlæggelsen. Det til trods for, at det i beretningen fremgår, at faunamaterialet var placeret i gravlagtes maveregion. Derfor skærpede jeg efterfølgende kravene til udvælgelsesproceduren, og faunamateriale fra ko/kvæg fundet i gravkontekst blev vurderede jeg for usikkert at anvende. Dette understregede yderligere vigtigheden af at inddrage andet relevant faunamateriale fra lokaliteter i umiddelbar nærhed af Galgedil og fra omtrent samme periode.

Ved en søgning i Zoologisk Museums Kartoteksdatabase (venligst udført af Knud Rosenlund) har det været muligt at indhente oplysninger om, hvilke arkæologiske lokaliteter, der har afstedkommet fund af faunamateriale fra Fyn i perioden Yngre Germansk Jernalder til Middelalder. Ved gennemgangen af de mulige lokaliteter er forekomster af fiskeknogler opprioriteret, da disse ofte er underrepræsenteret i det overordnede faunamateriale fra arkæologiske udgravninger. Dette skyldes som tidligere nævnt, forskellige taphonomiske faktorer som bevaringsforhold, behandling (tilberedning) og ikke mindst udgravningsteknik (Enghoff 1999, 42). Det kræver systematisk soldning af kulturjord for at sikre sig et mere repræsentativt materiale, hvad angår fiskeknogler (Enghoff 2005, 239-270). Desuden er det også højst tænkeligt, at mange affaldsrester fra fiskeri, fiskeforarbejdning og – tilberedning er endt som foder til hunde og muligvis også svin. Som tidligere nævnt er der forud for dette specialeprojekt

foretaget fire ^{14}C dateringer fra ubrændt knoglemateriale fra Galgedil. I forbindelse med datering og grundet den tidligere nævnte reservoir-effekt bliver der samtidig med datering rutinemæssigt udført analyse af $\delta^{13}\text{C}$. Resultaterne herfra viser, at den marine andel i kosten ligger mellem 12 % og 17 %, hvilket er med til at understrege vigtigheden af at inddrage fiskeknogler i analysearbejdet.

Ud fra databasen var det muligt at indkredse to egnede lokaliteter, der kunne bidrage væsentligt til specialeprojektet, da de havde den ønskede sammensætning af fiske- og faunamateriale. Det drejer sig om lokaliteterne Baes Banke beliggende på Fyns Hoved og Mageløs/Klaregade i Odense (Henriksen 1994, 181-191; Jacobsen 2001).

4.3.1.1. Baes Banke (FSM 7657; 080112-137)

Lokaliteten er beliggende på østsiden af Baes Banke, Fyns Hoved. Fund af økser fra vikingetid vakte interessen for lokaliteten og en prøveudgravning blev foretaget i 1993. Herved fremkom et op til 80 cm tykt kulturlag, hvis omfang ud fra udgravningen skønnes til ca. 2000 m². Kun få kvadratmeter af kulturlaget er dog udgravet. Den øverste horisont i kulturlaget dateres bredt til vikingetid og pladsen er tolket som en landingsplads. Udover forskellige genstande lå der massevis af velbevarede knogler i kulturlaget fra bl.a. store torskefisk, men også fra kvæg, svin, får/ged, hest samt krondyr og rådyr. Sidstnævnte var repræsenteret ved gevir-fragmenter med bearbejdningsspor, hvilket vidner om kamproduktion på stedet (Henriksen 1994, 181-191). En hvæssesten til opskærpning af fiskekroge fundet på lokaliteten vidner yderligere om, at der har foregået fiskeri fra pladsen (<http://www.dkconline.dk/wincgi/dkc.exe?Function=GetLokalitet&Systemnr=136456>).

4.3.1.2. Mageløs/Klaregade (OBM 9787; 080407-131)

Lokaliteten er beliggende på den sydlige del af en nordøst-sydvest orienteret terrænhøjning, der omfatter Odenses centrale del. Mod syd falder terrænet ned mod et vådområde langs Odense Å. Ved udlægning af to søgegrøfter fremkom, af relevans for denne sammenhæng, to anlæg tolket som grubehuse, der kan dateres ud fra genstandsinventar til yngre germansk jernalder eller, mere sandsynligt, vikingetid. Udover forskellige genstande lå der i grubehusenes bund- og fyld-lag knogler fra dyr og fisk (Jacobsen 2001).

Pladserne kan således med rimelighed siges at opfylde kravet om at være fra samme tid som Galgedilgravpladsen. De opfylder derimod ikke kravet om at være fra

samme sted, men der er trods alt tale om sammenlignelige ressourceområder. Særligt med hensyn til fiske-referencematerialet kan det med rimelighed antages, at der er tale om fisk fra samme farvande, Odense fjord og Kattegat. Det kan dog ikke udelukkes, at der kan indgå fisk fra Østersøen, bælterne eller Nordsøen. Netop i vikingetiden ses de første, sikre om end meget få, fund af fremmede fiskearter i Hedeby (Enghoff 2000, 123). Danmark er groft set kystnær overalt, og regional handel med fisk kan derfor være meget svær at dokumentere. Først i middelalderen er handel med fisk mere veldokumenteret (Enghoff 2000, 124). Når muligheden foreligger, at der kan være foregået handel med både fisk og tamdyr i vikingetid og tidlig middelalder, forekommer det ikke så vigtigt at sikre sig at anvende faunamateriale fra samme sted i meget snæver forstand.

4.3.2. Præsentation af faunareferencer

Fra selve Galgedilgravpladsen har det været muligt at inddrage får, pattegris og hest (se også Tabel 5). Sidstnævnte er dog ^{14}C -dateret til ældre jernalder og medtages derfor ikke i det videre analysearbejde og tolkninger af resultaterne. Hest tildeles heller ikke traditionelt en betydningsfuld rolle i vikingekosten og bedømmes derfor som en undværlig faunareference. Det eksemplar af gris fra Galgedilgravpladsen, der er medtaget i analysen, er fra en blot få uger gammel pattegris, der således kan udvise forhøjede $\delta^{15}\text{N}$ værdier grundet amningseffekt. De to får, der indgår i analysen er ligeledes noteret som unge i den zoologiske rapport (min. 3/4 år) og de kan ligeledes være påvirket af amningseffekt.

Faunamaterialet fra lokaliteterne Baes Banke og Mageløs/Klaregade har jeg selv gennemgået på Zoologisk Museum i København med særlig hensyntagen til de mest sikre daterede kontekster og en opprioritering af fiskeknogler. Et tidligere udført kursorisk gennemsyn af en samling fiskeknogler fra Baes Banke havde vist en dominans af ryghvirvler fra torsk (Henriksen 1994, 181-191). Der var dog også et enkelt eksempel på et fiskeben fra en fladfisk, der dog havde så ringe en vægt (under 100 mg), at det ikke blev medtaget i det videre analysearbejde. Med hjælp fra Inge Bødker Enghoff blev der udvalgt 6 ryghvirvler fra torsk af en vis størrelse, da mindre ryghvirvler er svære at skelne fra ryghvirvler fra Hvilling.

Tabel 5. Faunareferencer analyseret i forbindelse med Galgedilprojektet

Prøve #	Lokalitet	Sogn	Journal #	Anlægs#	X #	Art	For- behandling
GAL 69	Galgedil	Otterup	OBM 4520	KO	X531	Får/lam	¹⁴ C
GAL 70	Galgedil	Otterup	OBM 4520	SB	X950	Hest	¹⁴ C
GAL 71	Galgedil	Otterup	OBM 4520	UO	X717	Får/lam	Isotop
GAL 72	Galgedil	Otterup	OBM 4520	LS	X322	Pattegris	Isotop
GAL 73	Galgedil	Otterup	OBM 4520	KO	X531	Får/lam	Isotop
GAL 74	Baes Banke	Stubberup	OBM 7657	Kulturlag	X91	Ko/kvæg	Isotop
GAL 75	Baes Banke	Stubberup	OBM 7657	Kulturlag	X91	Svin	Isotop
GAL 76	Baes Banke	Stubberup	OBM 7657	Kulturlag	X91	Får/ged	Isotop
GAL 77	Mageløs	Odense	OBM 9787	F	X14	Ko/kvæg	Isotop
GAL 78	Mageløs	Odense	OBM 9787	F	X14	Svin	Isotop
GAL 79	Mageløs	Odense	OBM 9787	F	X14	Får/ged	Isotop
GAL 80	Mageløs	Odense	OBM 9787	F	X14	Gås	Isotop
GAL 81	Mageløs	Odense	OBM 9787	F	X14	Høne	Isotop
GAL 82	Baes Banke	Stubberup	OBM 7657	Kulturlag	X106	Torsk	Isotop
GAL 83	Baes Banke	Stubberup	OBM 7657	Kulturlag	X106	Torsk	Isotop
GAL 84	Baes Banke	Stubberup	OBM 7657	Kulturlag	X106	Torsk	Isotop
GAL 85	Baes Banke	Stubberup	OBM 7657	Kulturlag	X106	Torsk	Isotop
GAL 86	Baes Banke	Stubberup	OBM 7657	Kulturlag	X106	Torsk	Isotop
GAL 87	Baes Banke	Stubberup	OBM 7657	Kulturlag	X106	Torsk	Isotop
GAL 88	Mageløs	Odense	OBM 9787	F	X14	Laksefisk	Isotop
GAL 89	Mageløs	Odense	OBM 9787	F	X15	Aborre	Isotop
GAL 90	Mageløs	Odense	OBM 9787	F	X15	Aborre	Isotop
GAL 91	Mageløs	Odense	OBM 9787	F	X14	Hornfisk	Isotop
GAL 92	Mageløs	Odense	OBM 9787	F	X14	Hornfisk	Isotop
GAL 93	Mageløs	Odense	OBM 9787	F	X14	Hornfisk	Isotop
GAL 94	Mageløs	Odense	OBM 9787	F	X14	Hornfisk	Isotop
GAL 95	Mageløs	Odense	OBM 9787	F	X14	Hornfisk	Isotop

Derudover prioriterede jeg at udvælge ryghvirvler med en vægt på min. 200 mg, hvilket er den generelle prøvestørrelse i dette isotopprojekt. Det er muligt at beregne længden på de udvalgte eksemplarer, ud fra hvilken ryghvirvel der er tale om, og dennes bagerste ledflades største diameter (Enghoff 1994, 65-96). Længdeudregninger viser, at der med stor sandsynlighed er tale om minimum 4 forskellige individer, der har været mellem ca. 52 og 65 cm lange (se Bilag 12). Udover fiskeknoglerne blev der udvalgt tre knoglefragmenter artsbestemt som ko/kvæg, svin og får/ged. I alle tre tilfælde er der mest sandsynlig tale om voksne individer.

Fra de bedst arkæologisk daterede kontekster fra Mageløs/Klaregade blev der udvalgt materiale repræsenterende ko/kvæg, svin, får/ged, gås, høne, hornfisk, aborre og

en ikke nærmere bestemt laksefisk. For landdyrenes vedkommende var der i alle tilfælde mest sandsynligt tale om voksne individer. Artsbestemmelse blev venligst udført af Knud Rosenlund og supplerende af Inge Bødker Enghoff i forbindelse med fiskebenene. Tabel 5 viser en samlet oversigt over specialeprojektets faunareferencer.

For de fleste fiskereferencer gælder, at der er tale om salt- og brakvandsarter. Aborre forekommer både som ren ferskvandsfisk og som brakvandsfisk. Det er på forhånd ikke muligt at afgøre, om fiskeknoglerne fra Mageløs/Klaregade vil vise sig at give et marint signal og dermed ikke bidrage med et ferskvandssignal. For ikke at komme til at stå helt uden faunareferencer fra ferskvandsmiljø inddrages resultaterne fra fiskeknogler fundet ved Tissø i vikingetidig kontekst (Jørkov 2007, 132 og Appendix 4). Herved inddrages arterne karpe og gedde (præsenteres senere i Tabel 10) i kostrekonstruktionsarbejdet.

5. Analyseresultater

5.1. Introduktion

I det følgende præsenteres resultaterne af isotopanalyserne. Prøverne er alle målt ved AMS ^{14}C dateringslaboratoriet på GV Instruments IsoPrime massespektrometer i kombination med Euro Vector 3024 continuous flow Elemental Analyzer (CF-EA). Den generelle præcision for systemet er opgjort til $\pm 0,2 \text{ ‰}$ og $\pm 0,3 \text{ ‰}$ for hhv. $\delta^{13}\text{C}$ og $\delta^{15}\text{N}$ og nøjagtigheden er estimeret til $\pm 0,2 \text{ ‰}$ for både $\delta^{13}\text{C}$ og $\delta^{15}\text{N}$. Præcision er et mål på reproducerbarheden. Nøjagtighed er et mål på, hvor eksakt målingen er, og vurderes ud fra sammenligninger mellem flere forskellige isotoplaboratorier. En detaljeret beskrivelse og gennemgang af procedurer, kalibrering og kvalitetssikring af målinger gives i Jesper Olsens Ph.d. afhandling (8-44), mens en oversigt over principperne i massespektrometri er at finde på Bilag 13.

I dette kapitel vurderes analyseresultaterne indledningsvis i forhold til de opstillede kvalitetsparametre, og for optimal sikring af anvendelige og pålidelige data (som beskrevet i afsnit 4.2.2.). Datafremlæggelsen følger gældende konventioner. Data præsenteres både i tabelform (Tabel 6 og 7) og som spredningsplot (Figur 24 og 25). En mere detaljeret oversigt med informationer om de enkelte prøver er vedlagt som Bilag 14.

I forbindelse med isotopanalyserne er der anvendt en forbehandlingsmetode, der inkluderer ultrafiltrering (se også afsnit 4.2.2. og Bilag 11). Det er for nyligt blevet påvist i et metodisk studie, at isotopværdierne påvirkes signifikant, om end det kun er ganske lidt afhængigt af forbehandlingsmetode (Jørkov *et al.* 1824-1829). I dette metodiske studie ændres der dog på flere parametre fra den ene til den anden forbehandlingsmetode. Det kan derfor ikke entydigt afgøres, hvad den lille forskel egentlig skyldes.

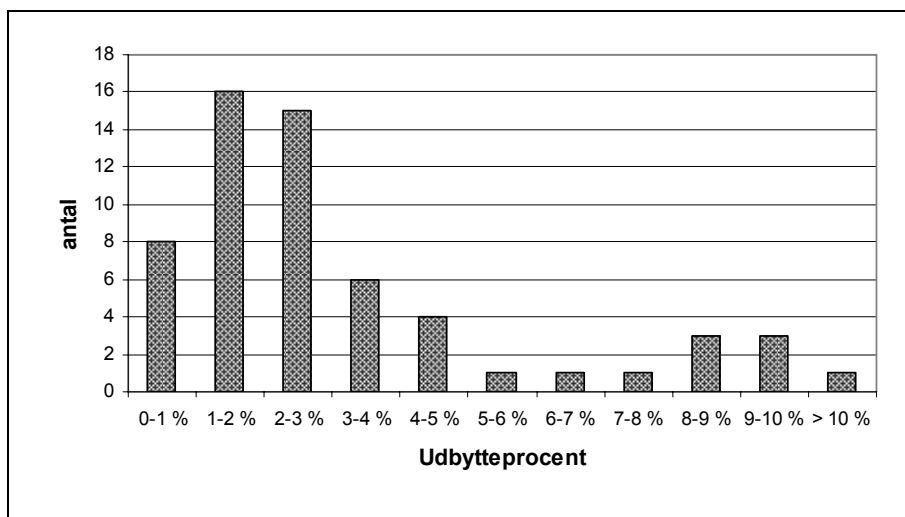
Forud for dette specialeprojekt er der foretaget fire ^{14}C dateringer på humant ubrændt knoglemateriale, der har været igennem den, for AMS dateringscenteret, traditionelle forbehandlingsmetode. Fra disse 4 individer er der udboret mere knoglemateriale, som er forbehandlet med ultrafiltrering. Inden for rammerne af dette specialeprojekt er der ligeledes foretaget to forbehandlinger af knoglematerialet fra det unge får i anlæg KO, der er anvendt i forbindelse med at teste reservoirkorrekturen af ^{14}C dateringerne (se afsnit 3.2). Derfor er der i alt mulighed for at sammenligne

isotopværdier fra fem prøver, hvor den eneste forskel i forbehandlingsmetode er ultrafiltrering. Resultaterne fra dette vil ligeledes kort blive præsenteret og kommenteret i dette kapitel.

5.2. Kvalitet

I alt er der foretaget 95 prøveudtagninger og forbehandlinger. Fem er anvendt til ^{14}C datering. Af de resterende 90 er der i enkelte tilfælde foretaget to udboringer og forbehandlinger af samme knogledele. Det drejer sig eksempelvis om GAL 09 og GAL 23, der er to forgæves forsøg på at ekstrahere "collagen". Desuden er der foretaget to forskellige forbehandlinger af knoglemateriale fra fåret i anlæg KO (GAL 70 og GAL 73). En enkelt af prøverne (GAL 87) fra faunamaterialet gav ikke noget reelt "collagen" udbytte. I forbindelse med udtagning af prøvemateriale fra tænder er det ofte meget små mængder, der kan udbores. For at optimere chancerne for at få et brugbart "collagen" udbytte er der i flere tilfælde taget materiale fra to tænder (hvilke fremgår af Bilag 14). Her har det været muligt at begrænse dette til materiale fra individer, hvor det ud fra knoglematerialets udbytteprocenter skønnedes nødvendigt. Ud af de 95 prøveudtagninger foreligger der således resultater i form af isotopværdier fra 83 prøver, hvoraf de 24 er faunareferencer.

Figur 23 viser en præsentation af fordelingen af de humane prøvers udbytteprocenter. Størstedelen af prøverne har et "collagen" udbytte på 1-3 %, mens den gennemsnitlige udbytteprocent ligger på 3,5 %. Det høje gennemsnit skyldes, at en enkelt prøve (GAL 42: 29,23 %) gav et ekstraordinært højt udbytte. Årsagen kan være, at det anvendte ultrafilter har været defekt. Ses der bort fra denne enkeltstående prøve ligger det gennemsnitlige udbytte på 3,1 %. Ved introduktionen af ultrafiltrering i forbehandlingen forventedes det, ud fra et tidligere metodisk studie (Jørgov *et al.* 1824-1829), at udbyttet af "collagen" ville reduceres med helt op til en faktor 5. I de fem tilfælde, hvor det i dette specialeprojekt har været muligt at sammenligne udbytte fra de to forskellige forbehandlingsmetoder, er der en reduktion i udbyttet på gennemsnitligt ca. 70 % (se data i Bilag 15). Dette taget i betragtning forekommer de udbytteprocenter, der her præsenteres, at være i overensstemmelse med godt bevaret knoglemateriale. Udseendet af det frysetørrede "collagen" var ligeledes i god overensstemmelse med velbevaret knoglemateriale (Figur 20). Det gennemsnitlige "collagen" udbytte for faunamaterialet er 3,6 %. Her var der en enkelt prøve, der ikke gav noget reelt udbytte, hvorfor den er udeladt i udbytteberegningen.



Figur 23.
Fordelingen af de humane prøvers (n=59) udbytteprocent.

De to prøver fra humant materiale, der slet ikke gav noget udbytte er ikke medtaget i sammentællingen.

Prøverne, der er målt på massespektrometer er som minimum målt i dublet. I de tilfælde, hvor standardafvigelsen mellem to målinger af samme materiale afveg for meget fra hinanden, er der foretaget yderligere målinger. Ommålinger blev udført, hvis der på mere end én parameter var standardafvigelser på mere end 0,2. Det drejer sig om GAL 01, GAL 11, GAL 18 og GAL 40. Efter ommålingerne var standardafvigelserne på det samlede antal målinger tilfredsstillende. På en enkelt prøve foreligger der kun én måling på $\delta^{15}\text{N}$ (GAL 46). Dette skyldes, at der er tale om en prøve fra en tand med et meget lille reelt "collagen" udbytte. Det var derfor ikke muligt at udtage og måle på endnu en prøvefraktion her fra.

Kvalitetsparametrene er opfyldt for alle isotoprøver forbehandlet med ultrafiltrering. Værdierne for C:N raten, C % og N %, ligger alle inden for acceptable værdier i henhold til gældende konventioner (se også afsnit 4.2.2.). Desuden er de forskellige prøvers værdier for de enkelte parametre meget ensartede, hvilket resulterer i små standardafvigelser. C:N raten har en gennemsnitsværdi på 3,2 og en standardafvigelse på 0,1. C % er gennemsnitlig ca. 44 % med en standardafvigelse på 0,01. N % er gennemsnitlig ca. 16 % med en standardafvigelse på 0,006.

En enkelt af de prøver (GAL 12), der er forbehandlet med henblik på ^{14}C datering har en noget lavere C % og N %, end hvad der generelt er tilfældet for materialet fra Galgedil. Værdierne falder lige akkurat uden for det acceptable, men C:N raten er acceptabel. Værdien for $\delta^{15}\text{N}$ er også så høj, at jeg finder det mest tilrådeligt at udvise stor skepsis over for målingen. Udbytteprocenten for dette materiale er desuden relativ lav. Dette indikerer, at knoglematerialet er stærkt nedbrudt, hvilket kan medvirke til at skævvride isotopsammensætningen.

Størsteparten af målingerne i dublet fald meget ensartede ud. Overordnet var spredningen, dvs. præcisionen bedre, end det generelt specificerede for massespektrometret. Præcisionen var bedre end 0,1 ‰. Dette skyldes forbedringer af massespektrometret og vidner desuden om, at forbehandlingen er udført omhyggeligt og under anvendelse af en effektiv forbehandlingsprocedure.

5.3. Præsentation af analyseresultater

I dette afsnit præsenteres isotopmålingerne i Tabel 6 og 7 og som spredningsplots (Figur 24 og 25). Tolkning og diskussion af resultaterne vil blive gennemgået i Kapitel 6.

Tabel 6. Analyseresultater, humant materiale

Prøve #	Art	Collagen udbytte (%)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰) VPDB	$\delta^{15}\text{N}$ (‰) AIR	C %	N %	C:N
GAL 01	Human	2,0	-19,36	12,36	0,44	0,16	3,27
GAL 03	Human	1,5	-19,55	11,67	0,43	0,15	3,22
GAL 04	Human	1,6	-19,46	12,28	0,45	0,16	3,23
GAL 05	Human	2,3	-19,76	10,73	0,45	0,16	3,20
GAL 06	Human	1,0	-18,93	11,46	0,44	0,16	3,24
GAL 08	Human	2,1	-19,66	10,34	0,44	0,16	3,24
GAL 10	Human	0,8	-19,98	9,56	0,43	0,15	3,33
GAL 11	Human	0,6	-20,01	9,20	0,43	0,15	3,30
GAL 13	Human	1,9	-19,85	10,62	0,43	0,15	3,41
GAL 14	Human	0,7	-19,74	11,17	0,44	0,16	3,26
GAL 15	Human	6,3	-20,01	10,56	0,44	0,16	3,29
GAL 16	Human	2,9	-19,74	11,54	0,44	0,16	3,31
GAL 17	Human	3,6	-19,96	11,28	0,44	0,16	3,26
GAL 18	Human	4,6	-20,01	11,44	0,42	0,15	3,33
GAL 19	Human	0,5	-19,94	10,75	0,43	0,15	3,36
GAL 20	Human	0,6	-19,54	11,63	0,44	0,16	3,27
GAL 21	Human	1,8	-20,12	11,62	0,44	0,15	3,31
GAL 22	Human	4,2	-19,22	10,75	0,44	0,16	3,31
GAL 24	Human	5,2	-20,45	11,84	0,41	0,14	3,40
GAL 25	Human	2,9	-19,97	11,46	0,44	0,16	3,27
GAL 26	Human	1,6	-20,38	10,98	0,44	0,16	3,33
GAL 27	Human	4,7	-19,77	10,46	0,44	0,16	3,25
GAL 28	Human	1,1	-19,81	11,86	0,44	0,16	3,27
GAL 29	Human	7,6	-20,38	11,55	0,45	0,16	3,28
GAL 30	Human	1,5	-19,69	11,55	0,44	0,15	3,38
GAL 31	Human	0,6	-20,09	11,37	0,45	0,15	3,45
GAL 32	Human	0,5	-19,70	11,96	0,45	0,15	3,49
GAL 33	Human	0,6	-20,23	10,67	0,45	0,15	3,47
GAL 34	Human	1,0	-19,93	11,20	0,44	0,16	3,30

$\delta^{13}\text{C}$ ligger mellem -18,4 ‰ og -20,5 ‰ for alle de humane prøver, hvilket svarer til et spænd på 2,1. Middelværdien for $\delta^{13}\text{C}$ er -19,7 ‰ med en standardafvigelse på 0,4. Der er tidligere gjort rede for, at isotopmålinger med en standardafvigelse på mere end 0,3 inden for en given population indikerer reelle kostforskelle i pågældende population (Lovell *et al.* 1986, jævnfør afsnit 3.1.2.). Ud fra $\delta^{13}\text{C}$ værdierne fra prøverne fra Galgedilgravpladsen synes der således ikke at være tale om en i kosthenseende homogen population.

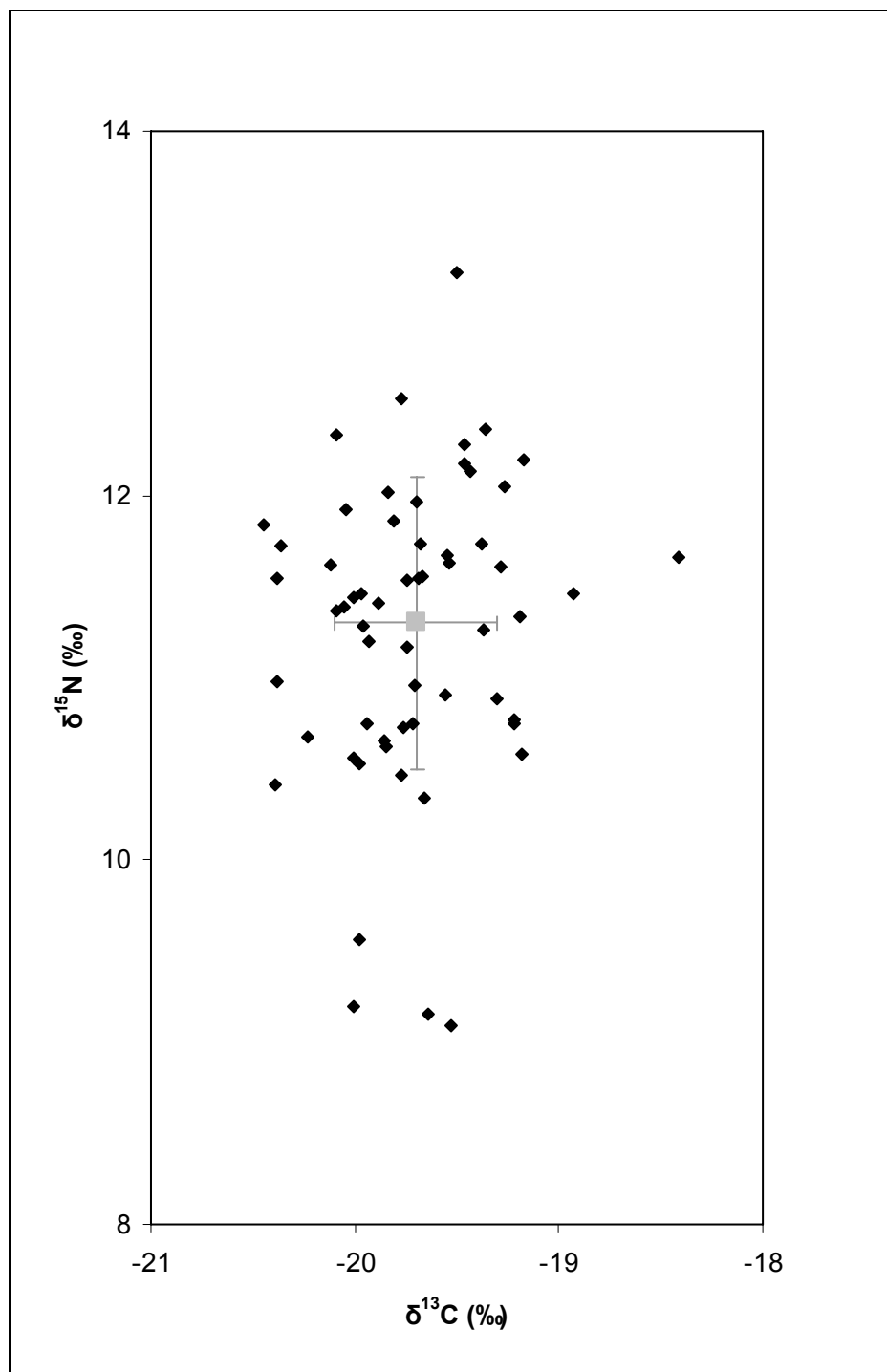
Tabel 6 fortsat

Prøve #	Art	Collagen udbytte (%)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰) VPDB	$\delta^{15}\text{N}$ (‰) AIR	C %	N %	C:N
GAL 35	Human	1,1	-20,39	10,41	0,43	0,16	3,24
GAL 36	Human	9,4	-19,37	11,26	0,45	0,17	3,19
GAL 37	Human	9,5	-19,17	12,20	0,45	0,17	3,18
GAL 38	Human	2,0	-19,19	11,34	0,46	0,17	3,19
GAL 39	Human	2,5	-19,28	11,61	0,46	0,17	3,17
GAL 40	Human	8,2	-19,53	9,09	0,44	0,16	3,13
GAL 41	Human	9,5	-19,27	12,05	0,45	0,16	3,19
GAL 42	Human	29,2	-19,38	11,73	0,45	0,17	3,19
GAL 43	Human	8,6	-19,30	10,88	0,45	0,16	3,17
GAL 44	Human	8,4	-19,18	10,58	0,45	0,17	3,17
GAL 45	Human	3,4	-19,72	10,75	0,45	0,17	3,20
GAL 46	Human	1,7	-19,68	11,73	0,44	0,16	3,27
GAL 47	Human	2,9	-19,64	9,15	0,44	0,16	3,19
GAL 48	Human	2,3	-19,98	10,53	0,45	0,16	3,21
GAL 49	Human	2,8	-18,41	11,66	0,45	0,17	3,19
GAL 50	Human	2,0	-20,09	12,33	0,44	0,16	3,18
GAL 51	Human	1,9	-19,77	12,53	0,44	0,16	3,19
GAL 52	Human	2,9	-19,67	11,56	0,45	0,16	3,21
GAL 53	Human	4,1	-19,71	10,96	0,44	0,16	3,19
GAL 54	Human	2,7	-19,50	13,22	0,44	0,16	3,19
GAL 55	Human	2,6	-20,36	11,72	0,45	0,16	3,21
GAL 56	Human	2,2	-20,05	11,39	0,45	0,16	3,21
GAL 57	Human	3,5	-19,22	10,77	0,43	0,16	3,24
GAL 59	Human	7,5	-19,86	10,65	0,43	0,16	3,20
GAL 61	Human	1,9	-19,43	12,13	0,43	0,16	3,19
GAL 63	Human	2,5	-19,56	10,91	0,42	0,15	3,21
GAL 65	Human	3,7	-20,04	11,92	0,42	0,15	3,21
GAL 66	Human	2,8	-19,84	12,02	0,43	0,16	3,20
GAL 67	Human	3,0	-19,88	11,41	0,43	0,16	3,20
GAL 68	Human	2,9	-19,46	12,17	0,41	0,15	3,19

$\delta^{15}\text{N}$ ligger mellem 9,1 ‰ og 13,2 ‰ for alle de humane prøver, hvilket svarer til et spænd på 4,1. Middelværdien for $\delta^{15}\text{N}$ er 11,3 ‰ med en standardafvigelse på 0,8. Der foreligger ikke studier, der på samme måde, som det er tilfældet med $\delta^{13}\text{C}$, vurderer om populationer er kostmæssige homogene ud fra standardafvigelsen af populationens $\delta^{15}\text{N}$ værdier. Det store spænd fra de laveste til de højeste værdier svarer omtrent til godt ét skift i trofiniveau, og der er sandsynligvis tale om egentlige kostforskelle mellem de enkelte individer på Galgedilgravpladsen. Hvad disse kostmæssige forskelle kan relateres, til undersøges i afsnit 6.2.

Sammenlignes middelværdier og standardafvigelser med datasættets reelle spredning (se Figur 24), ses det, at enkelte resultater ligger langt udenfor det gængse. Det drejer sig fortrinsvis om GAL 10 og 11 (individerne i dobbeltgraven anlæg TR) samt om GAL 40 og 47, der repræsenterer et individ i to forskellige alderstrin (det sekundært gravlagte individ i dobbeltgraven KL). Desuden har et enkelt resultat (GAL 54) en meget høj $\delta^{15}\text{N}$ værdi. Der er her tale om en prøve fra en tand, der er dannet i 5-10 års alderen. Knoglematerialet fra samme individ (gravlagte i anlæg UO), der afspejler den omtrentlige kost de sidste 10-15 leveår, viser et isotopresultat ($\delta^{13}\text{C}$: -19,97 ‰ og $\delta^{15}\text{N}$: 11,46 ‰), der ligger indenfor middelværdi og standardafvigelse. Den store forskel i $\delta^{15}\text{N}$ kan tyde på, at der i dette individs livsforløb er sket radikale kostmæssige ændringer. Endelig er der et eksempel på en prøve (GAL 49), der har en noget højere $\delta^{13}\text{C}$ værdi end generelt. Igen drejer det sig om en tandprøve. Resultatet ($\delta^{13}\text{C}$: -19,22 ‰ og $\delta^{15}\text{N}$: 10,75 ‰) fra samme individs (gravlagte i anlæg TA) voksenliv er omtrent indenfor middelværdi og standardafvigelse for hele populationen. Her kan resultaterne ligeledes tolkes som indikation på et reel og større kostændring i løbet af individets liv.

For at undgå, at disse fremhævede afvigende værdier ikke har en u hensigtsmæssig stor indflydelse på standardafvigelsen for $\delta^{13}\text{C}$, udelades de, og middelværdi og standardafvigelse udregnes igen. Der sker ingen ændringer for beregningerne af $\delta^{13}\text{C}$, hvilket betyder, at det ikke er et afvigende resultat, der får populationen som helhed til at fremstå som heterogen i kosthenseende. For $\delta^{15}\text{N}$ ændres middelværdi (11,4 ‰) og standardafvigelse (0,6), når de afvigende resultater elimineres fra udregningen. De fire prøver med markant lavere $\delta^{15}\text{N}$ værdier, der alle stammer fra en særlig gravkontekst, nemlig dobbeltbegravelser, har således indflydelse på det generelle billede af populationen. Det samme gælder det ene eksempel på en meget høj $\delta^{15}\text{N}$ værdi.



Figur 24.
Spredningsdiagram
med alle humane
prøver ($n=59$).
Middelværdi $\pm 1\sigma$
er angivet med grå
signatur.

Helt overordnet vil jeg her også undersøge, om der kan ses en umiddelbar forskel mellem resultaterne fra knoglematerialet og resultaterne fra tænderne. Resultaterne fra disse to vævstyper giver information om kosten for to forskellige aldersgrupper. I tilfældene her: 5-10årige og voksne i deres 10-15 sidste leveår. Knogleprøverne fra de voksne individer har en middelværdi på -19,7 ‰ og en standardafvigelse på 0,4 for $\delta^{13}\text{C}$. Middelværdien for $\delta^{15}\text{N}$ er 11,1 ‰ og standardafvigelsen 0,8. Værdierne ligger mellem -20,5 ‰ og -18,9 ‰ i $\delta^{13}\text{C}$, hvilket giver et spænd på 1,6 ‰. For $\delta^{15}\text{N}$ ligger

værdierne mellem 9,1 ‰ og 12,4 ‰, hvilket giver et spænd på 3,3 ‰. Tandprøverne (repræsenterende de 5-10årige) har en middelværdi på -19,7 ‰ og standardafvigelse på 0,4 for $\delta^{13}\text{C}$, mens de tilsvarende værdier for $\delta^{15}\text{N}$ er hhv. 11,5 ‰ og 0,9. Værdierne ligger mellem -20,4 ‰ og -18,4 ‰ i $\delta^{13}\text{C}$, hvilket giver et spænd på 2,0 ‰. For $\delta^{15}\text{N}$ er spændet på 4,1 ‰ med værdier mellem 9,1 ‰ og 13,2 ‰. Ud fra middelværdi og standardafvigelse synes de to grupper ikke at adskille sig markant fra hinanden. Dog udviser individerne større spænd i både $\delta^{13}\text{C}$ og $\delta^{15}\text{N}$ som 5-10 årige, end de gør i deres 10-15 sidste leveår. Standardafvigelsen i $\delta^{15}\text{N}$ er desuden en lille smule højere for de 5-10 årige, end for de voksne. Det kan dog ikke udelukkes, at der ligger fysiologiske forklaringer bag dette.

Faunamaterialets isotopværdier er præsenteret i Tabel 7 og Figur 25. Disse værdier anvendes i afsnit 6.1, som basis for rekonstruktionerne af vikingetidens kost. Her skal blot knyttes et par enkelte overordnede kommentarer til resultaterne. Den helt unge pattegris har, som forventet, en høj $\delta^{15}\text{N}$ værdi. Dette tilskrives den amningseffekt, der er fra moder til diende afkom (Ambrose 1993, 63; Sealy 2001, 273). Generelt opgives amningseffekten til ca. 2-4 ‰ (Jenkins *et al.* 2001, 336-341). Sammenlignes pattegrisen (GAL 72) med de to voksne svin (GAL 75 og GAL 78), der er medtaget som faunareferencer, ses en forskel på 4,02-4,14 ‰. Det er lidt højere end forventet, hvilket kan skyldes, at de andre svin er fra andre lokaliteter, hvor de har haft andre vilkår end svin i området omkring Galgedilgravpladsen. Der er højst sandsynlig forskel på, om svin er holdt i bebyggelsens umiddelbare nærhed med adgang til f.eks. køkkenaffald, eller om de har været holdt som skovsvin. I middelalderen har der været en klar skelnen mellem og tilsvarende varierende pris på svin afhængig af opdræt (Kjersgaard [1978], 47). Tæt skovbevoksning har en effekt på $\delta^{13}\text{C}$, der kaldes ”canopy effect” (Ambrose 1993, 90), og resulterer i mere negative $\delta^{13}\text{C}$ værdier. Dette er netop tilfældet når man sammenligner $\delta^{13}\text{C}$ værdierne mellem pattegrisen fra Galgedil og svinene fra hhv. Baes Banke og Mageløs/Klaregade.

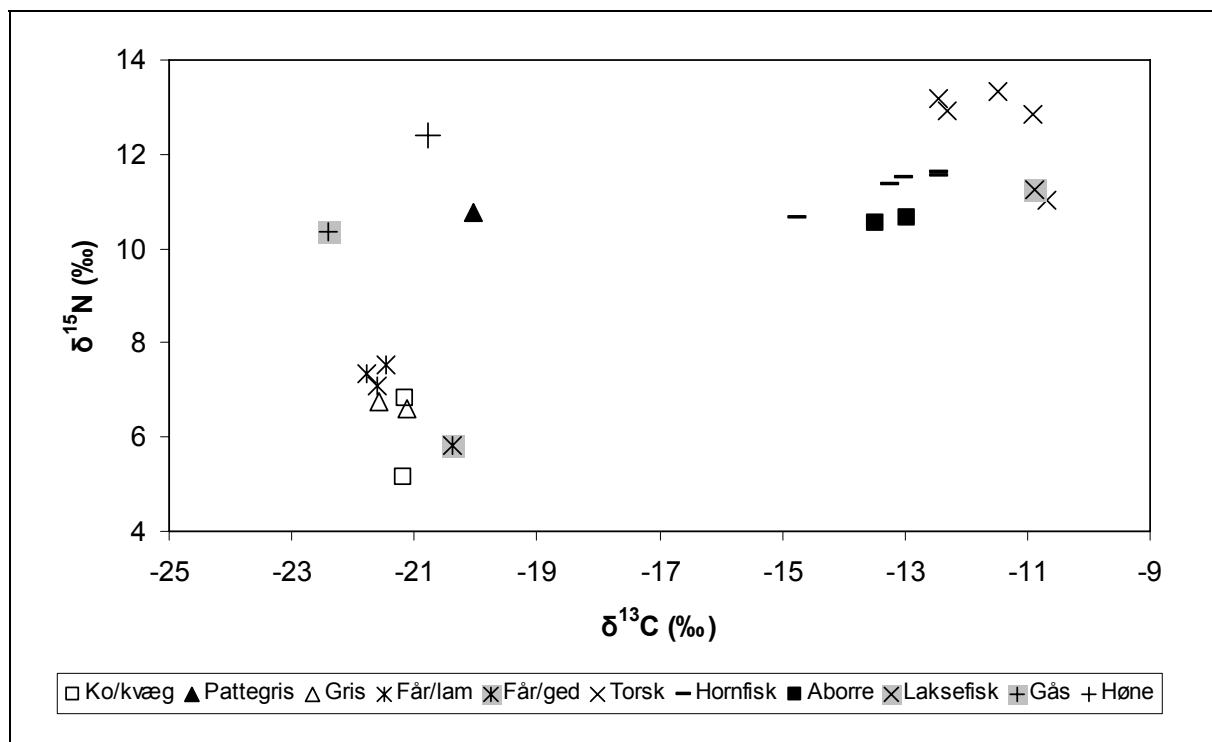
De to eksemplarer af ko/kvæg varierer en del fra hinanden i $\delta^{15}\text{N}$. Som det er tilfældet for svin, kan dette skyldes en reel forskel i levevilkår. Udover ”canopy effect” kan dyrs isotopværdier være påvirket af det foder, de eventuelt får. Animalsk gødet foder kan påvirke $\delta^{15}\text{N}$ i positiv retning (Bogaard *et al.* 2007, 335-343).

Tabel 7. Analyseresultater fra faunareferencemateriale

Prøve #	Art	Collagen udbytte (%)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰) VPDB	$\delta^{15}\text{N}$ (‰) AIR	C %	N %	C:N
GAL 71	Sheep	6,2	-21,78	7,35	0,43	0,16	3,19
GAL 72	Pig	5,6	-20,43	10,76	0,42	0,15	3,22
GAL 73	Sheep	7,9	-21,61	7,08	0,44	0,16	3,18
GAL 74	Cow	2,5	-21,18	5,16	0,44	0,16	3,17
GAL 75	Pig	1,7	-21,58	6,74	0,44	0,16	3,30
GAL 76	Sheep	2,8	-21,46	7,55	0,44	0,16	3,20
GAL 77	Cow	6,4	-21,15	6,82	0,44	0,16	3,15
GAL 78	Pig	5,8	-21,13	6,62	0,45	0,16	3,18
GAL 79	Sheep	6,5	-20,38	5,82	0,44	0,16	3,17
GAL 80	Goose	5,2	-22,41	10,35	0,44	0,16	3,20
GAL 81	Hen	5,2	-20,79	12,39	0,45	0,17	3,20
GAL 82	Cod	1,9	-12,46	13,17	0,44	0,16	3,20
GAL 83	Cod	2,8	-11,49	13,33	0,44	0,16	3,22
GAL 84	Cod	0,9	-10,68	11,02	0,43	0,16	3,19
GAL 85	Cod	1,1	-10,90	12,83	0,44	0,16	3,19
GAL 86	Cod	0,6	-12,31	12,93	0,43	0,15	3,25
GAL 88	Salmon	1,7	-10,89	11,25	0,43	0,16	3,17
GAL 89	Perch	2,7	-12,96	10,65	0,43	0,16	3,19
GAL 90	Perch	3,1	-13,48	10,53	0,43	0,16	3,17
GAL 91	Garfish	2,1	-14,76	10,66	0,43	0,16	3,20
GAL 92	Garfish	2,8	-13,02	11,50	0,44	0,16	3,17
GAL 93	Garfish	3,2	-12,45	11,54	0,44	0,16	3,16
GAL 94	Garfish	3,0	-12,45	11,62	0,44	0,16	3,16
GAL 95	Garfish	2,2	-13,26	11,37	0,43	0,16	3,18

Der foreligger også den mulighed, at det ene dyr ikke har været fuldt udvokset og dermed stadig kan have været påvirket af amningseffekt. Knoglefragmenterne fra de to eksemplarer var ikke så store og karakteristiske, at en helt nøjagtig aldersbedømmelse var mulig. Derfor kan det ikke endegyldigt afgøres her, hvilken forklaring, der er mest sandsynlig. Også for fårene ses variationer i $\delta^{15}\text{N}$. Tre ud af fire prøver har relativt svagt forhøjede værdier. Dette kan indikere en rest af amningseffekt i forhold til det fjerde eksemplar.

Generelt viser resultaterne fra faunamaterialet, at der er store perspektiver i, at foretage mere systematiske prøvetagninger af såvel helt unge, næsten udvoksede og helt voksne dyr for bedre at kunne afgøre, hvornår og hvor længe dyrene dier. Dernæst ligger der perspektiver i at foretage systematiske undersøgelser af dyr på samme alderstrin, men fra forskellige kontekster for at belyse levevilkår. Et andet oplagt emne at studere nærmere ville være trækdyr, der fysiologisk udviser sikre træk på, at de har haft en særlig funktion og sammenholde dette med isotopanalysernes udsagn om kost.



Figur 25. Spredningsplot over alle faunareferencernes isotopværdier.

Det har været muligt at udføre prøveudtagning og analyse af faunamateriale fra et eksemplar af hhv. høne og gås (der dog ikke umiddelbart kunne klassificeres sikkert som tamgås). Dette er ikke tidligere gjort i forbindelse med publicerede danske isotopundersøgelser af arkæologisk relevans. Resultaterne fra de to eksempler på fjerkræ viser høje $\delta^{15}\text{N}$ værdier, særligt for hønens vedkommende, der ligger højere end pattegrisen, som er påvirket af amningseffekt. Forklaringen ligger mest sandsynlig i fjerkræns levevis, der umiddelbart, ud fra de her præsenterede resultater, i høj grad er præget af en føde i form af husholdningsaffald. Fjerkræ kan hypotetisk komme højt op i trofiniveau, hvis de eksempelvis spiser mider, der lever i animalsk køkkenaffald. Der bør dog foretages yderligere undersøgelser af fjerkræns isotopværdier for at kunne vurdere, om de to resultater præsenteret her er repræsentative for mere generelle værdier for gås og høne. Engelske isotopprojekter har i enkelte tilfælde medtaget ikke nærmere artsspecificerede tam-fjerkræ. Her er $\delta^{15}\text{N}$ værdierne ikke så høje som i tilfældet med de to eksempler fra Odense (Müldner & Richards 2005, 43).

Tabel 8. Middelverdier og standardafvigelser (1 σ) for faunareferencerne

Art	Antal	$\delta^{13}\text{C}$				$\delta^{15}\text{N}$			
		min	/ max	Middel	$\pm 1\sigma$	min	/ max	Middel	$\pm 1\sigma$
Ko/kvæg	2	-21,18	-21,15	-21,17	$\pm 0,02$	5,16	6,82	5,99	$\pm 1,17$
Pattegris	1	-20,04				10,76			
Svin	2	-21,58	-21,13	-21,36	$\pm 0,32$	6,62	6,74	6,68	$\pm 0,08$
Får/lam	2	-21,78	-21,46	-21,62	$\pm 0,16$	7,08	7,55	7,33	$\pm 0,24$
Får/ged	2	-20,38				5,82			
Gås	1	-22,41				10,35			
Høne	1	-20,79				12,39			
Torsk	5 (6)	-12,46	-10,68	-11,57	$\pm 0,80$	11,02	13,33	12,66	$\pm 0,94$
Hornfisk	5	-14,76	-12,45	-13,19	$\pm 0,95$	10,66	11,62	11,34	$\pm 0,39$
Aborre	2	-13,48	-12,96	-13,22	$\pm 0,37$	10,53	10,65	10,59	$\pm 0,08$
Laksefisk	1	-10,89				11,25			

De to prøver fra aborre viser klart, at der ikke er tale om ferskvandsfisk, hvilket gør det nødvendigt senere i analyse- og tolkningsarbejdet at inddrage ferskvandsreferencer fra andre danske isotopprojekter. Generelt udviser fiskereferencerne større variation end landdyrene, hvilket bør forklares med de mere komplekse forhold, der påvirker kulstof og kvælstof i det marine miljø. At der kan være signifikante forskelle i isotopsammensætningen inden for samme fiskeart, afhængigt af leveområde, er for nylig påvist (Barrett *et al.* 2008, 850-861). Selv inden for et relativt lille farvand som Kattegat ses der en form for gruppering. Det har ikke været muligt at sammenligne fiskearter fra to forskellige kontekster i dette analysearbejde og dermed diskutere, om der kan argumenteres for noget tilsvarende her. Der er dog mange perspektiver i, også når det gælder fisk, at undersøge langt flere individer af hver art og gerne fra sandsynlige forskellige fangstområder. Den ene prøve fra torsk (GAL 84) adskiller sig klart fra de andre i $\delta^{15}\text{N}$, og er samtidig et lille eksemplar. Der er dog ikke nogen entydig eller klar sammenhæng generelt mellem fiskens længde og isotopværdierne (se sammenligning i Bilag 16).

5.4. Sammenligning af forbehandlingsmetoder

Det har i fem tilfælde været muligt at sammenligne isotopværdier, hvor der er foretaget to forskellige forbehandlinger af samme prøvemateriale. Det drejer sig om humant materiale fra anlæggene AKJ, AXE, BEW og BFQ samt materiale fra det får/lam, der er medgivet som gravgave i anlæg KO. I et metodisk studie er det for nyligt blevet påvist, at valg af forbehandlingsmetode kan have indflydelse på isotopværdierne. Resultaterne

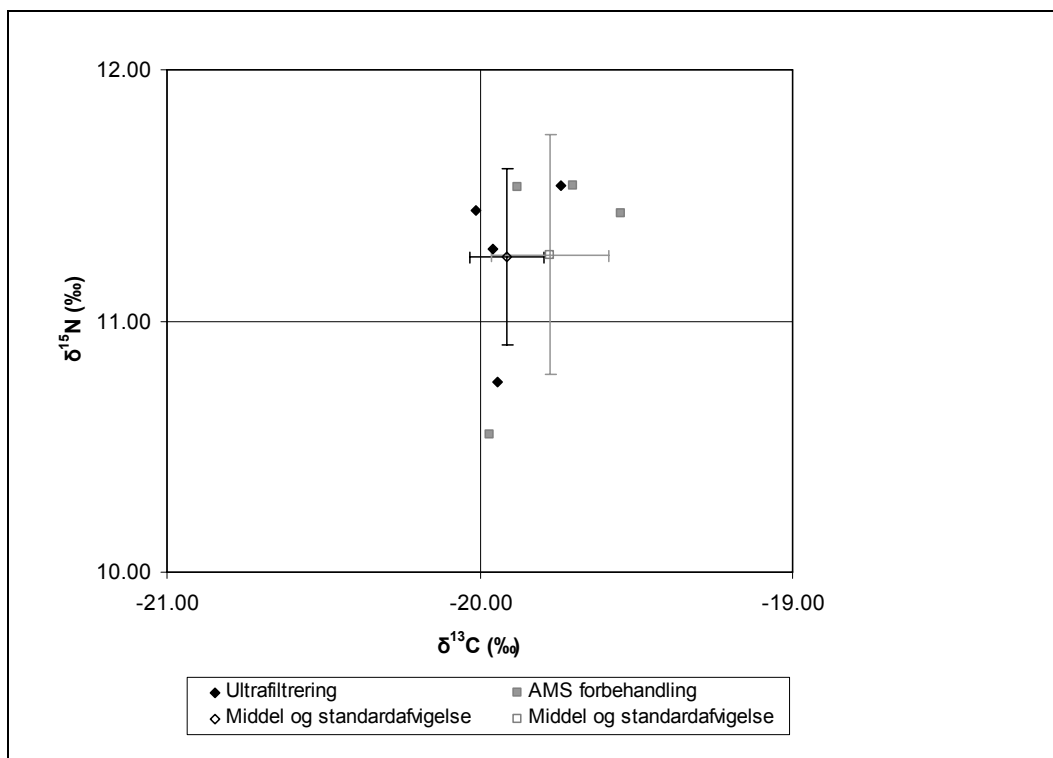
viser en lille (0,3 ‰), men signifikant forskel i $\delta^{13}\text{C}$ (Jørkov *et al.* 1824-1829). I undersøgelsen ændres der dog på flere forhold fra den ene til den anden forbehandlingsmetode (om der anvendes NaOH, om ultrafiltrering anvendes og varmebehandlingstiden). Det er derfor ikke mulig at tilskrive forskellen i $\delta^{13}\text{C}$ til én enkelt parameter. I de her præsenterede resultater er ultrafiltrering den eneste forskel på de to forskellige forbehandlinger. Der er altså kun ændret en enkelt parameter.

Tabel 9. Isotopresultater fra fem prøver forbehandlet ved to forskellige metoder

Anlæg	Prøve #	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	AAR-#	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	Forskel i $\delta^{13}\text{C}$	Forskel i $\delta^{15}\text{N}$
AXE	GAL 16	-19,74	11,54	10568	-19,55	11,43	-0,19	0,11
BEW	GAL 17	-19,96	11,28	10570	-19,88	11,53	-0,08	-0,25
BFQ	GAL 18	-20,01	11,44	10571	-19,70	11,54	-0,31	-0,10
AKJ	GAL 19	-19,94	10,75	10569	-19,97	10,55	0,03	0,20
KO (får/lam)	GAL 73	-21,61	7,08	11178	-21,72	6,03	0,11	1,05

Ud fra resultaterne i Tabel 9 (og Figur 26) synes der ikke umiddelbart at være tale om en systematisk ændring. $\delta^{13}\text{C}$ ændrer sig lidt i begge retninger med en lille tendens til, at værdierne bliver en smule højere ved forbehandling uden ultrafiltrering. Den gennemsnitlige ændring i $\delta^{13}\text{C}$ er -0,09 og 0,2 for $\delta^{15}\text{N}$. Det ene eksempel på ikke-humant materiale har relativt større forskel i isotopværdierne fra de to forskellige forbehandlinger. Hvad dette skyldes er usikkert, men for at udelukke påvirkning fra artsspecifikke forhold foretages beregningen igen, uden GAL 73. Hermed bliver den gennemsnitlige ændring i $\delta^{13}\text{C}$ -0,14 og 0 for $\delta^{15}\text{N}$. Værdierne for $\delta^{15}\text{N}$ ændrer sig ligesom $\delta^{13}\text{C}$ lidt i begge retninger, og udlignes således, at den gennemsnitlige ændring bliver 0.

En *paired Student's t-test* viser ingen signifikant forskel, hverken i $\delta^{13}\text{C}$ ($p=0,156$; $t=1,88$; degrees of freedom = 3) eller i $\delta^{15}\text{N}$ ($p=0,928$; $t=0.983\text{E-}01$; degrees of freedom = 3). Udregningerne er foretaget på Internettet (<http://www.physics.csbsju.edu/stats/t-test.html>) og er vedlagt som Bilag 17 og 18. Jeg mener derfor, at der bør dog foretages langt flere af sådanne sammenligninger, af prøver med forskellige forbehandling, for at sikre et bedre statistisk grundlag.



Figur 26. Sammenligning af fire humane prøvers isotopværdier relativ til forbehandlingsmetode

De her opnåede resultater for $\delta^{15}\text{N}$ stemmer godt overens med Jørkovs studie (2007). Når det gælder $\delta^{13}\text{C}$, er den gennemsnitlige ændring til gengæld mindre end halvdelen af hvad der konkluderes i Jørkovs arbejde. Ultrafiltrering alene giver altså en mindre gennemsnitlig ændring, end når der også er behandling med NaOH og længden af varmebehandlingstiden til forskel. I afsnit 3.2. har jeg påvist, at den lille forskel i $\delta^{13}\text{C}$ på 0,3 ‰ reelt set ikke betyder noget, når $\delta^{13}\text{C}$ målingen anvendes i forbindelse med reservoirkorrektion. Dermed vil den lille forskel, påvist her, være helt ubetydelig i forbindelse med reservoirkorrektion. Forskellen er dog tilstrækkelig til, at resultater fra én type forbehandling kun med forbehold kan sammenlignes med resultater fra en anden. Desuden bør isotopresultaterne fra prøver forbehandlet uden ultrafiltrering ikke medtages i beregningerne af gennemsnitsværdi og standardafvigelser.

6. Tolkning og diskussion af analyseresultater

6.1. Kostrekonstruktion

6.1.1. "End value" beregninger

I det følgende vil den marine andel i kosten blandt de gravlagte på Galgedilgravpladsen estimeres. Desuden vil mulighederne for at estimere andelen af animalsk protein vurderes. For overhovedet at kunne anvende de modeller, der er foreslået til at estimere den animalske proteinandel, skal det med nogenlunde sandsynlighed kunne godtgøres, at ferskvandsfisk ikke har haft nogen betydelig rolle i kosten. Det er ikke lykkedes at finde passende ferskvandsreferencer i det fynske faunamateriale, jeg har gennemgået. Derfor inddrages her materiale fra Tissø, der vurderes at være fra vikingetiden. Resultaterne stammer fra et nyligt afsluttet ph.d.-projekt, og de upublicerede data præsenteres her med tilladelse fra Marie Louise Jørkov (2007).

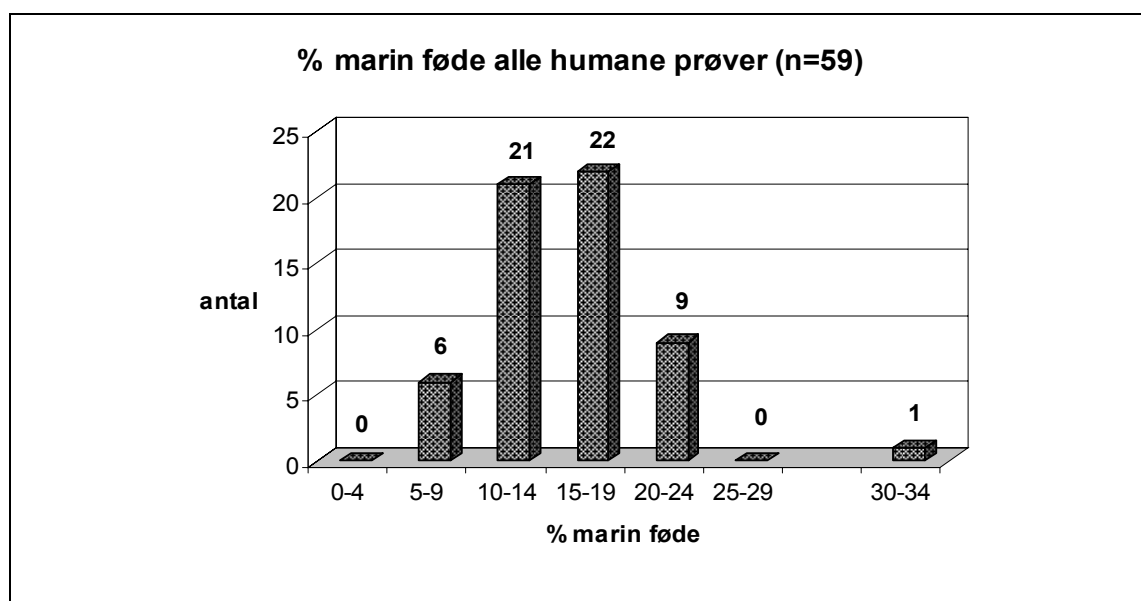
Tabel 10. Ferskvandsreferencer (udvalgt fra Jørkov 2007, Appendix 4)

Plads	Prøve #	ZMK #	Art	Element	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$
Tissø, Fugledegård	BGCyp	ZMK 3/2004	Karpe	Vertebra	-22,1	11,3
Tissø, Fugledegård	FGCyp	ZMK 1/1999	Karpe	Vertebra	-23,8	11,4
Tissø, Fugledegård	FGGrubA1Gedde	ZMK 1/1999	Gedde	Quadratum	-23,5	13,1
Tissø, Fugledegård	FGGrubA6Gedde	ZMK 1/1999	Gedde	Quadratum	-24,8	11,0
Tissø, Fugledegård	FGAborre	ZMK 1/1999	Aborre	Hyomandibulare	-11,6	10,8
Tissø, Fugledegård	FGSkalle	ZMK 1/1999	Skalle	Svælgben	-24,1	11,7

Som i tilfældet med fiskebenene fra aborre fra Klaregade/Mageløs er aborren fra Tissø også en klar brakvandsfisk. Dette er interessant, idet der ved Tissø burde være større sandsynlighed for at finde en regulær ferskvandsaborre. Ferskvandsfiskene fra Tissø udviser meget lave $\delta^{13}\text{C}$ -værdier og høje $\delta^{15}\text{N}$ -værdier. Hvis ferskvandsfisk har haft en betydelig rolle i kosten, burde de gravlagte ved Galgedil have lavere $\delta^{13}\text{C}$ værdier, end tilfældet er. $\delta^{15}\text{N} > 12\text{‰}$ og meget lave $\delta^{13}\text{C}$ -værdier er kendetegnende for betydelige mængder ferskvandsfisk i kosten (Jørkov 2007, 31). Derfor kan det for de fleste individers vedkommende udelukkes, at ferskvandsfisk er indtaget i nævneværdige mængder (se også afsnit 6.1.2. og Figur 32). Enkelte individer kan dog have haft et supplement af ferskvandsfisk i kosten. Det drejer sig om individerne i gravene TQ, UO og WG. Her kan der være tale om et indslag af ferskvandsfisk, idet de har lidt lavere

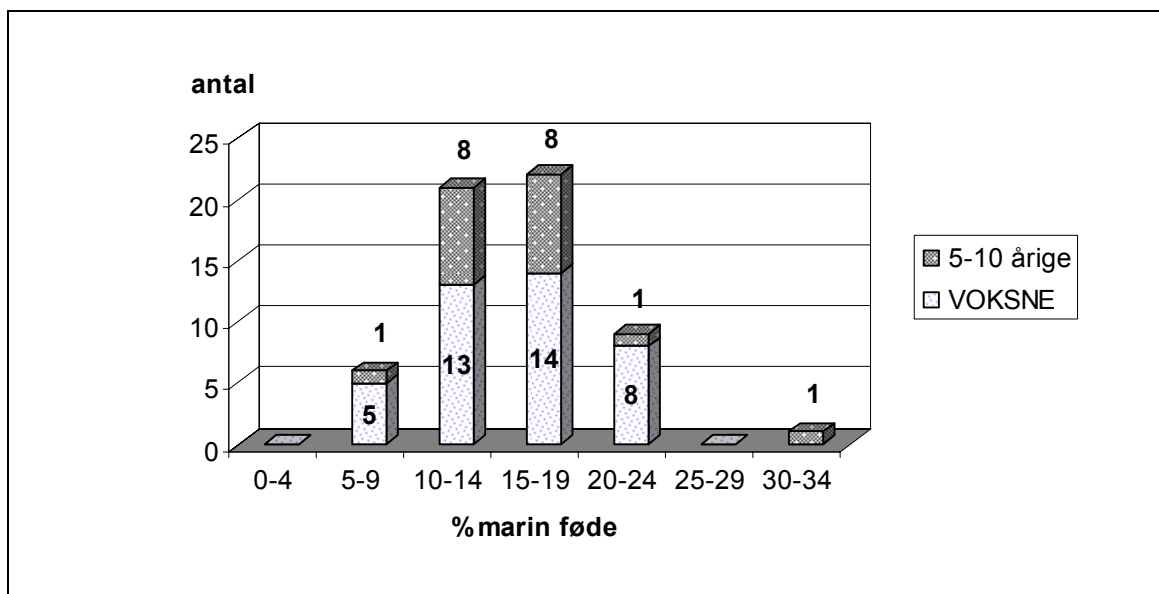
$\delta^{13}\text{C}$ -værdier, end hvad indtagelse af de resterende mulige fødeemner, der her er undersøgt, kan resultere i. En undtagelse er dog det ene eksemplar fra en gås, der ligeledes har en relativ lav $\delta^{13}\text{C}$ -værdi. I denne undersøgelse er det ikke muligt at afgøre, om det er indtagelse af gås eller ferskvandsfisk, der resulterer i de relativt, men ikke markant lavere $\delta^{13}\text{C}$ -værdier. De tre individers mulige indtagelse af en lille andel ferskvandsfisk er dog ikke tilstrækkelig til at forkaste antagelsen om, at der generelt ikke er indtaget ferskvandsfisk i betydelige mængder.

Ud fra $\delta^{13}\text{C}$ værdierne og de "end values", der generelt anvendes ved AMS ^{14}C dateringslaboratoriet, beregnes den marine andel i kosten. For at samle resultaterne i overskuelige grupper har jeg inddelt $\delta^{13}\text{C}$ værdierne i intervaller på 0,3 ‰, hvilket svarer til intervaller af ca. 5 % marin andel i kosten. Resultaterne af disse beregninger vises i Figur 27.



Figur 27. Fordelingen af samtlige humane prøvers procentuelle indtag af marin føde.

En enkelt prøve (GAL 49) skiller sig ud ved at indikere et marint fødeindtag på 30-34 %. Bortset fra dette, synes der at være en jævn fordeling med en del individer, der har indtaget 10-14 % og 15-19 % marin kost (hhv. 36 % og 37 %). Derudover har et mindre antal individer et marint fødeindtag på under 10 % (10 % af samlede prøvepopulation). Og endelig er der ca. 15 %, der har et marint indslag i kosten på 20-24 %. Sammenlignes resultaterne fra knoglematerialet med resultaterne fra tandprøverne, ses der en tendens til, at de 5-10 årige ikke udgør en særlig stor andel af de individer, der hhv. har mindre end 10 % og mere end 20 % marint indslag i kosten (Figur 28). GAL 49 er dog også i denne henseende en klar undtagelse (se også afsnit 5.3).



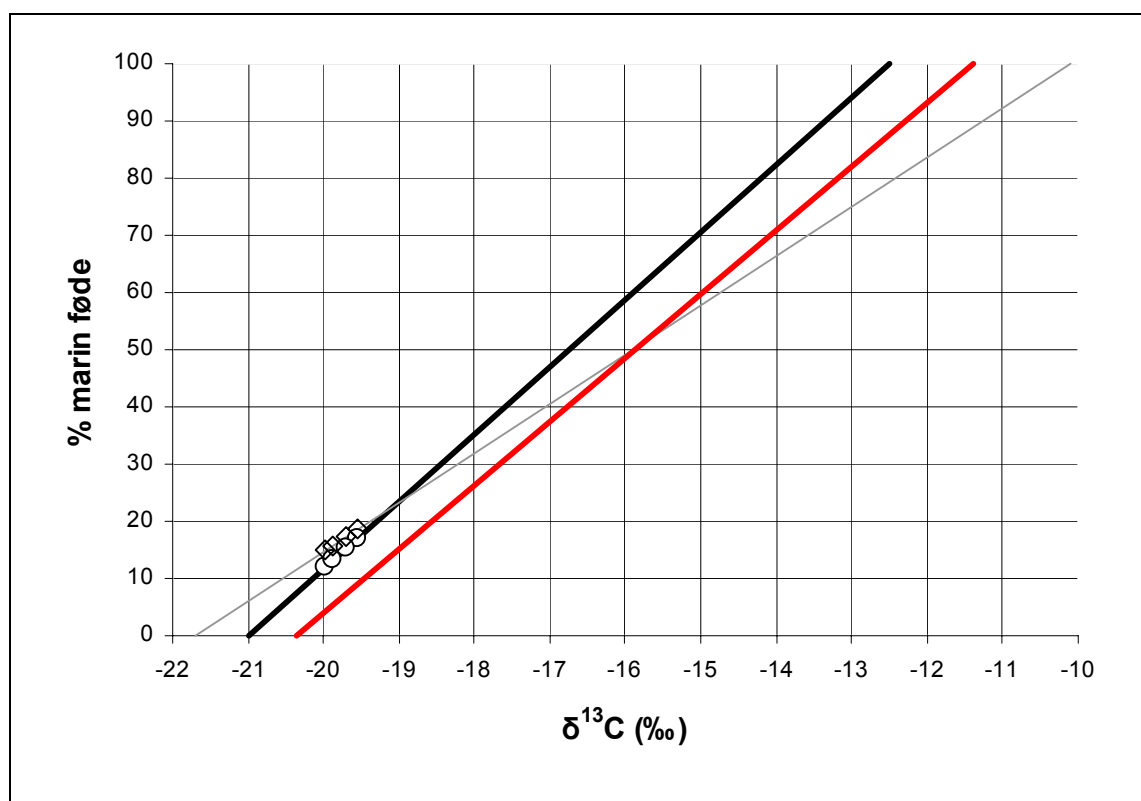
Figur 28. Fordelingen af marin fødeandel relativ til de sidste ca. 10-15 leveår eller 5-10 års alderen

Der ses således en tendens til, at individer i 5-10 års alderen ikke udviser en så stor indbyrdes variation i det proportionelle marine fødeindtag. Relativt til de voksne, der for 68 % vedkommende har et marint indslag i kosten på 10-19 %, falder 84 % af de 5-10 årige inden for denne kategori. Dette kan skyldes, at de var mere stedfaste og deraf havde en mere ensartet kost. Her er det relevant at nævne, at de 5-10åriges kost vil blive sammenlignet med kvindernes i afsnit 6.2.2. Den ene klare undtagelse til denne generelle tendens er GAL 49, der har et meget højere marint input end gennemsnittet. Som tidligere nævnt (afsnit 5.3.) er der tale om et individ, der også udviser en markant kostmæssig ændring fra 5-10 års alderen til de sidste ca. 10-15 leveår. Dette individ kan eksempelvis være opvokset i en helt anderledes madkultur, hvilket så igen vidner om mobilitet i samfundet.

Alle beregninger er udført ud fra ”end values” ($\delta^{13}\text{C}$ er -21 ‰ ved 100 % terrestrisk kost og -12,5 ‰ ved 100 % marin kost) og mixing line model (Figur 29), der traditionelt anvendes ved AMS ^{14}C dateringslaboratoriet. Der er dog som allerede nævnt (afsnit 3.2.1) foreslået små ændringer af disse ”end values” af Fischer m.fl. (2007). Med udgangspunkt i mange isotopanalyser af faunareferencer fastsættes de alternativt foreslåede ”end values” ved at aflæse isotopresultaterne fra det marine og det terrestriske miljø. Dertil adderes så 1 ‰ i $\delta^{13}\text{C}$ for at kompensere for skiftet kostkostindtager (Fischer *et al.* 2007, 2142).

Ud fra isotopanalyserne af faunareferencer udført i forbindelse med dette specialeprojekt ses, at $\delta^{13}\text{C}$ middelværdi og standardafvigelse for samtlige terrestriske

faunareferencer (pattegrisen, der er påvirket af amningseffekt er undtaget) er $-21,35\text{‰} \pm 0,6$. $\delta^{13}\text{C}$ middelværdi og standardafvigelse for samtlige marine referencer er $-12,39\text{‰} \pm 1,2$. Ud fra disse værdier kan respektive "end values" for hhv. 100 % terrestrisk og 100 % marin kost beregnes til $-20,35\text{‰} \pm 0,6$ og $-11,39\text{‰} \pm 1,2$. Det ses således, at de "end values", der kan beregnes ud fra faunareferencematerialet, ikke er i overensstemmelse med de "end values", der traditionelt anvendes ved AMS ^{14}C dateringslaboratoriet. Jeg vil derfor i det følgende præsentere beregninger af den proportionelle marine andel i kosten i henhold til de "end values", der kan estimeres ud fra isotopanalyserne af faunamateriale, der er omtrent fra samme tid og sted som Galgedilgravpladsen.

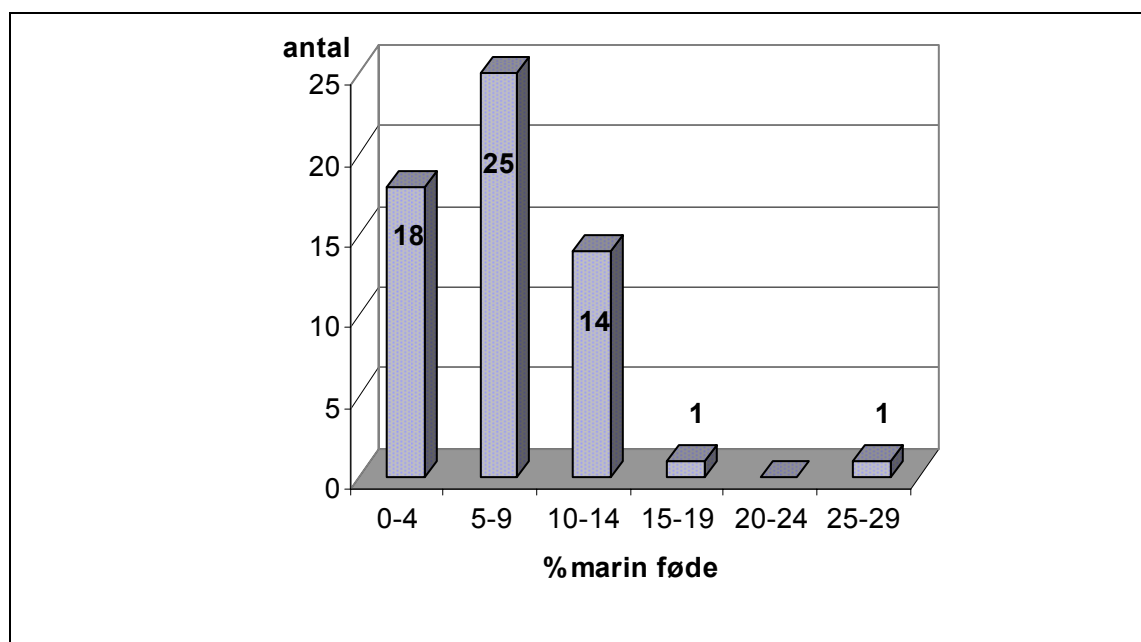


Figur 29. Mixing line model (markeret med rødt) ud fra omtrent samtidige faunareferencer, der er fundet i samme regionale område som Galgedil. Til sammenligning ses den traditionelle mixing line model (markeret med fed sort) anvendt ved AMS ^{14}C dateringslaboratoriet og den alternative mixing line model foreslået af Fischer m.fl. (2007). De små markeringer på den grå og sorte linie er de fire prøver, der tidligere er blevet dateret.

Ud fra mixing line modellen (Figur 29) opstillet på baggrund af de alternative "end values" ses tydeligt, at der sker en forskydning mod mindre marine fødeandele. Dette understreges yderligere i fordelingsdiagrammet (Figur 30), hvor populationen igen opdeles relativt til proportionel marin fødeandel. De alternative beregninger medfører, at 31 % af populationen har haft et marint indslag i kosten på 4 % eller derunder. 42 %

har haft et marint indslag i kosten på 5-9 % og 24 % har haft et marint indslag i kosten på 10-14 %. Der sker altså store ændringer i mixing line modellen og beregningerne af marin fødeandel, ved at anvende værdierne, estimeret ud fra specialeprojektet faunareferencer, frem for de generelt anvendte ”end values”.

Standardafvigelseerne på de beregnede middelværdier for de terrestriske og marine arter er dog i begge tilfælde ret høje, og der er derfor en stor usikkerhed på de estimerede ”end values”. Dertil kommer, at beregningerne er lavet ud fra et forholdsvis begrænset antal arter og prøver af de enkelte arter, hvilket yderligere understreger usikkerheden behæftet de estimerede værdier. De her præsenterede beregninger bør derfor kun ses som en illustration af, at selv tilsyneladende små ændringer i fastsættelsen af ”end values” i en mixing line model kan medføre store tolkningsmæssige ændringer. Der bør foretages langt flere isotopanalyser af faunamateriale, så kendskabet til de marine og terrestriske ”end values” fortsat kan udbygges.

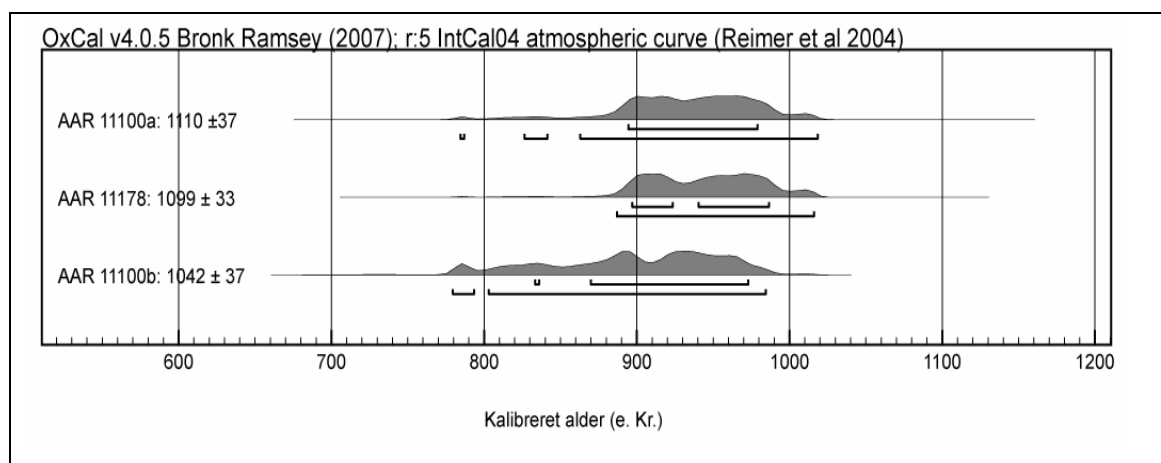


Figur 30. Alternativ fordelingsdiagram

Det viser sig, at de her foreslåede alternative ”end values” vil have implikationer for reservoirkorrektion, og dermed også dateringsresultaterne for Galgedilgravpladsen. Med udgangspunkt i de fire dateringer udført af Odense Bys Museer og en implementering af de alternative ”end values” kan den proportionelle marine fødeandel beregnes til 9 % (AXE), 4 % (AKJ), 5 % (BEW) og 7 % (BFQ). Hermed kan det diskuteres, om der

overhovedet bør foretages en reservoirkorrektion, da Jan Heinemeier har foreslået, at der ikke korrigeres for marine indslag på mindre end 10 % (2004, 152). Uden reservoirkorrektion vil dateringerne fra Galgedil være i bedre overensstemmelse med den arkæologiske datering af gravpladsen (800-tallet). I afsnit 3.2.3 blev et eksempel på datering af associeret materiale fra samme grav (KO) præsenteret. Eksemplet understøtter den traditionelle metode til reservoirkorrektion, der foretages ved AMS ^{14}C dateringslaboratoriet.

Anvendelse af de alternative "end values" (beregnet ud fra faunareferencerne i dette specialeprojekt) til beregning af den korrigerede ^{14}C alder giver et resultat på 1142 BP og en forskel på 32 ^{14}C år, hvilket er indenfor usikkerheden af den pågældende måling. Ved sammenligning med resultatet fra det 100 % terrestriske materiale fra samme grav, ses en forskel på 43 ^{14}C år i forhold til de blot 11 ^{14}C års forskel, der blev påvist ud fra den traditionelle metode til reservoirkorrektion, der foretages ved AMS ^{14}C dateringslaboratoriet. Efter kalibrering (Figur 31) ses det ligeledes tydeligt, at den foreslåede alternative mixing line model resulterer i en dårligere overensstemmelse mellem dateringsresultaterne fra det associerede gravmateriale. Dette understreger yderligere, at de alternative beregninger af det marine indslag i kosten, ud fra de mere lokale "end values", er behæftet med en del usikkerhed.



Figur 31. Sammenligning af kalibreringsresultaterne ud fra to forskellige beregninger af den reservoirkorrigerede ^{14}C alder.

a: den traditionelle metode til reservoirkorrektion, der foretages ved AMS ^{14}C dateringscenteret, Aarhus Universitet.

b: alternativ reservoirkorrektion udregnet ud fra mere lokale "end values" (se også teksten)

I et hypotetisk scenarium, hvor 1) det marine føde, der er spist, er fra Odense Fjord og 2) Odense Fjords reservoiralder er højere end det gennemsnitlige 400 år, kunne den

alternative mixing-line model godt vise sig at være valid. Men uden at have mulighed for bedre at teste de forskellige modeller, ser jeg umiddelbart ingen anledning til at sætte spørgsmålstegn ved de resultater, der fås ved at anvende den traditionelle mixing line model. Blot ønsker jeg her at fremhæve vigtigheden af, at kendskabet til ”end values” udbygges og anvendelsen af mixing line modeller forfines.

Fiskeknogler forventes at være stærkt underrepræsenteret i det arkæologiske kildemateriale. Med isotopanalyserne er dette hermed yderligere bekræftet, og sammenstilles informationerne fra hhv. isotopanalyser og faunamateriale er, det potentielt muligt at vurdere, hvor stort repræsentativitetsproblemet er. Der er ikke fundet en tilhørende bebyggelse i tilfældet med Galgedil, så her er det ikke muligt at lave denne direkte sammenligning. I stedet sammenlignes informationerne om marin fødeandel med de opgjorte ca. 10 % torsk, der er fundet i faunamaterialet fra Århus Sønder vold (Møhl 1971, 323ff). Det ses altså tydeligt af isotopresultaterne, at den gennemsnitlige reelle marine fødeandel er større end dette. Dog er gennemsnittet blot 15 % og der er altså tale om en mere moderat uoverensstemmelse.

At beregne den animalske del af føden i forhold til den vegetabiliske fødeandel er langt mere kompliceret, end at beregne den marine fødeandel, hvilket også tidligere er beskrevet (afsnit 3.1.2). Som redegjort først i nærværende afsnit, vil indslag af ferskvandsfisk i kosten være en alvorlig begrænsende faktor. På samme måde er indtagelse af marine fødeemner medvirkende til, at det ikke er hensigtsmæssigt, at anvende modellerne præsenteret af Hedges & Reynard (2007) (se også Figur 7).

Der er en lille gruppe på fem individer (de gravlagte i TQ, UO, WG, ALX og ALY), der har et beregnet marint fødeindtag på under 10 %. Ud fra en antagelse af, at så lille et marint signal ikke vil skævvride beregningen af den animalske fødeandel alt for meget, kan disse individer eventuelt anvendes i et forsøg på at estimere den proportionelle animalske fødeandel.

Udover problematikken med indtagelse af fisk er det mindst lige så problematisk, at det ikke er muligt med sikkerhed at fastslå, hvor stor en del af de animalske proteiner, der stammer fra diende dyr. Dertil kommer, at jeg i dette isotopprojekt har vist, at domesticeret fjerkræ tydeligvis ligger anderledes end de terrestriske planteædere. Derfor er også en mulig indtagelse af fjerkræ problematisk. Ud fra den efterhånden omfattende mængde af forbehold mod at forsøge at estimere den proportionelle animalske fødeandel, finder jeg det ikke hensigtsmæssigt at forsøge at presse data yderligere og

afstår fra at udføre beregninger for den proportionelle animalske fødeandel, da fremtidig forskning på området forhåbentlig vil kunne belyse dette langt bedre.

6.1.2. "Base line" kostscenarier

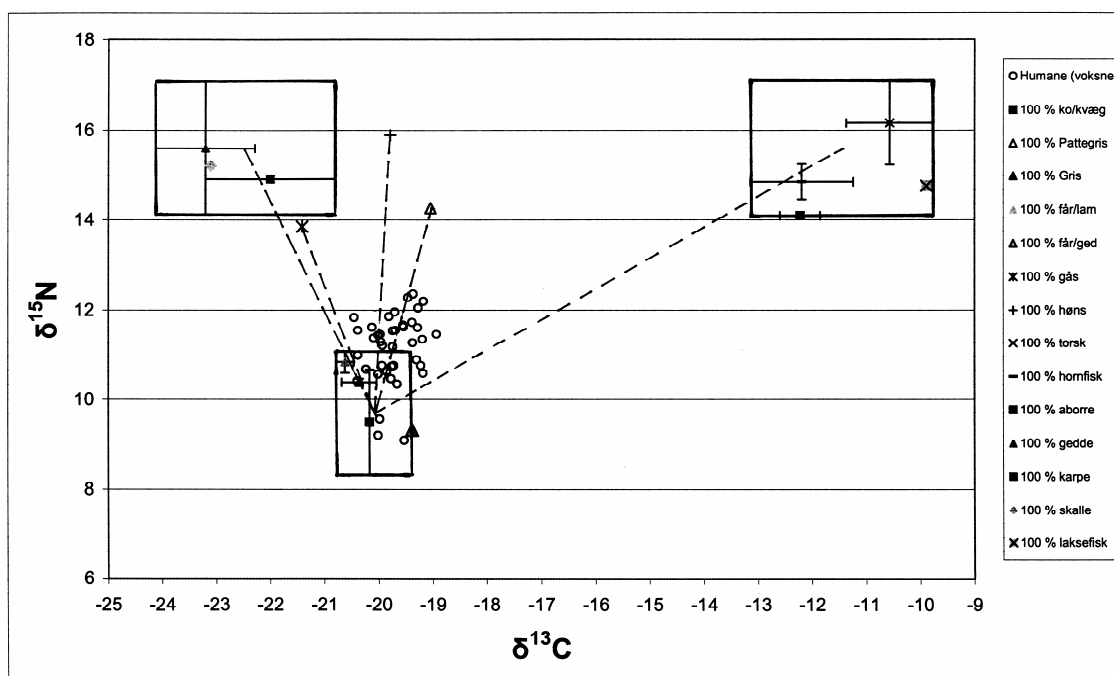
Isotopresultaterne kan også anvendes i kostrekonstruktioner med udgangspunkt i "Base line" sammenligninger. Herved nuanceres kostrekonstruktionen, men det bliver også tydeligt, at flere forskellige scenarier er sandsynlige. "Base line" kostrekonstruktion stiller højere krav til indsamling af faunareferencer fra mulige fødeemner, end "End value" tilgangen. Her er der nemlig tale om en simpel skelnen mellem marin og terrestrisk domineret føde eller estimering af animalsk fødeandel.

Isotopværdierne for de enkelte fødeemner danner de "Base lines", kostrekonstruktionen udarbejdes fra. Der er dog grænser for hvor nuanceret en kostrekonstruktion kan blive. Som det fremgår af præsentationen af isotopværdierne for faunareferencer, falder ko, svin og får meget ensartet ud. En kostrekonstruktion på basis af isotopanalyser kan altså ikke skelne mellem disse tre vigtige fødeemner. Den meget unge pattegris, der klart er påvirket af amningseffekt har dog en markant anderledes isotopsammensætning, hvilket tydeliggøres ved at lave kostrekonstruktioner ud fra "Base line" plots.

I Figur 32 er der tegnet tre kasser, der afspejler de estimerede isotopværdier for fødeindtagere, hvis føden har bestået af hhv. 100 % ko/svin/får, 100 % ferskvandsfisk eller 100 % saltvandsfisk. Derudover er det markeret, hvorledes isotopsammensætningen har set ud, hvis kosten udelukkende har bestået af gås, høne eller pattegris. Da det kun har været muligt at tage prøve fra et eksemplar af disse dyr, er de blot repræsenteret ved et punkt i spredningsdiagrammet. Den estimerede værdi for de enkelte kasser og punkter er fundet ved at forskyde faunamaterialets værdier med det skifte, der er iagttaget mellem føde og fødeindtager (+ 1 ‰ for $\delta^{13}\text{C}$ og + 3,5 ‰ for $\delta^{15}\text{N}$, se også afsnit 3.1.2.). Hvis fødeindtagere falder uden for disse konstruerede kasser, indikerer det, at der er tale om en blandet kost med flere isotopmæssigt forskellige bestanddele (Fischer *et al.* 2007:2142). For overskuelighedens skyld har jeg i Figur 32 opereret med scenarier med kostandele fra tre forskellige fødegrupper.

Der er en del af de undersøgte individer, der er placeret i én og samme kasse. Det er sandsynligt, at disse individer hovedsageligt har spist ko/svin/får. Hvis der har indgået andre fødeemner har det været i relativt meget små mængder. I denne gruppe finder vi også de tre individer, der skiller sig markant ud ved at have meget lave $\delta^{15}\text{N}$ -

værdier. Inden for gruppen, der alene har spist ko/svin/får skiller de tre individer sig også ud ved at ligge relativt lavt i $\delta^{15}\text{N}$. Det kan derfor udelukkes at disse tre individer har spist ungdyr, fisk eller fjerkræ. Alternativt er der rent faktisk tale om individer, der har spist markant mindre animalsk føde, hvilket dog, som også tidligere nævnt flere gange, er mere problematisk at afgøre ud fra isotopanalyser af collagen. Der er tale om tre individer fra dobbeltgrave, og de skal højst sandsynligt opfattes som eksempler på trælle. Derfor er det nærliggende at sammenholde den kostrekonstruktion, det er muligt at udføre på baggrund af isotopanalyserne, med fortællingen om trællenes kost i Rigs Vandring (s. 16f).



Figur 32. Diagram med illustration af de værdier en fødeindtager ville forventes at have med 100 % indtagelse af protein fra grupperede fødeemner (terrestriske planteædere, ferskvandsfisk og saltvandsfisk) og enkelte dyr (pattegris, høns og gås). For yderligere forklaring se teksten.

Isotopanalyserne understøtter ikke, at kalvekød skulle have indgået i trællenes kost. I hvert fald ikke hvis der er tale om småkalve. I Martin Larsens gengivelse af Edda-digtet er kalv taget med i strofen om trællenes føde. I en senere note anføres det dog, at linien om kalvekød sandsynligvis ikke hører til her men i en senere strofe (Larsen 1943, 240). Det er da nærliggende at foreslå, at linien rettelig hører hjemme i strofen om de frie bønder, hvilket også fremgår af en tidligere gengivelse af digtet (Gjellerup 2001, 325).

Hovedparten af de gravlagtes kost synes med stor sandsynlighed at bestå af en sammensætning af fortrinsvis ko/svin/får, fisk og pattegris - alternativt en sammen-

sætning af fortrinsvis ko/svin/får, fisk og høns. Pattegrisen og hønen har isotopværdier, der gør dem svære at skelne skarpt fra hinanden i det overordnede billede. Dette er heller ikke er tilrådeligt, da der kun er tale om et eksemplar af hvert individ. Fremtidige analyser fra disse dyr, vil med stor sandsynlighed resultere i, at de to mulige fødeemner får overlappende isotopværdier. Der kan også meget vel være tale om, at *både* pattegris og fjerkræ har indgået i føden. Et forsigtigt og subjektivt skøn på den overordnede fødesammensætning på Galgedil, ud fra isotopanalyserne, er 60 % ko/svin/får, 15-20 % saltvandsfisk, 10-20 % pattegris, 5-15 % høns.

En mindre del af denne hovedandel af gravlagte kan have haft en fødesammensætning, hvor der ikke har indgået fisk da alene en blanding af ko/svin/får, pattegris og høns vil kunne forklare de pågældende individers isotopsammensætning.

Til sidst er der et mindre antal individer, der muligvis har haft et lille kostmæssigt supplement af ferskvandsfisk eller alternativt gæs, der isotopmæssigt nærmer sig værdierne for ferskvandsfisk. Da der i området omkring lokaliteten Galgedil ikke forekommer egentlige gunstige muligheder for ferskvandsfiskeri, er det nærliggende at hælde til, at isotopværdierne, for disse få individer, er et vidnesbyrd om indtagelse af gæs blandt vikingerne. Om der er tale om tam- eller vildgæs er som nævnt ikke muligt at afgøre ud fra dette ene eksemplar. Desuden bør der udføres flere referenceanalyser af gæs for at vurdere, hvor repræsentativ dette ene eksemplar er for en større samlet gruppe af gæs.

6.2. Kostvariationer

6.2.1. Intra-individuel analyse ("Life History")

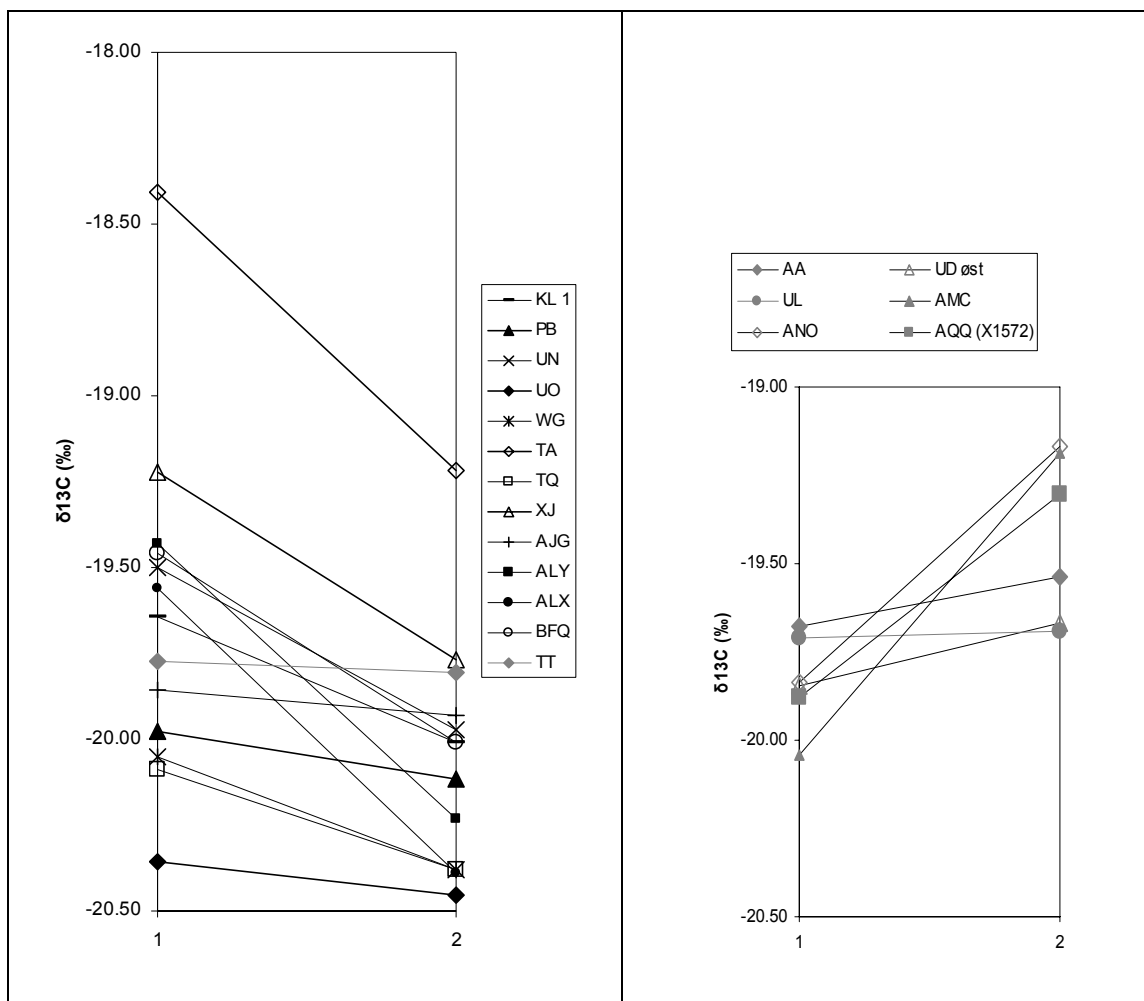
Det har været muligt i 19 tilfælde at foretage prøveudtagning fra både tand (præmolar) og knogle (se Tabel 1). Herved kan disse 19 individers kostmæssige livshistorie i grove træk studeres. Det blev allerede i præsentationen af analyseresultaterne påpeget, at prøven GAL 49 skiller sig ud ved at have en noget højere $\delta^{13}\text{C}$ værdi end det gennemsnitlige for populationen. GAL 49 er en tandprøve fra individet i anlæg TA. Prøven, der afspejler kosten i individets sidste 10-15 års levetid, er i bedre overensstemmelse med populationens middelværdi og standardafvigelse.

Tabel 11. 19 individer med isotopresultat fra to forskellige stadier i livet

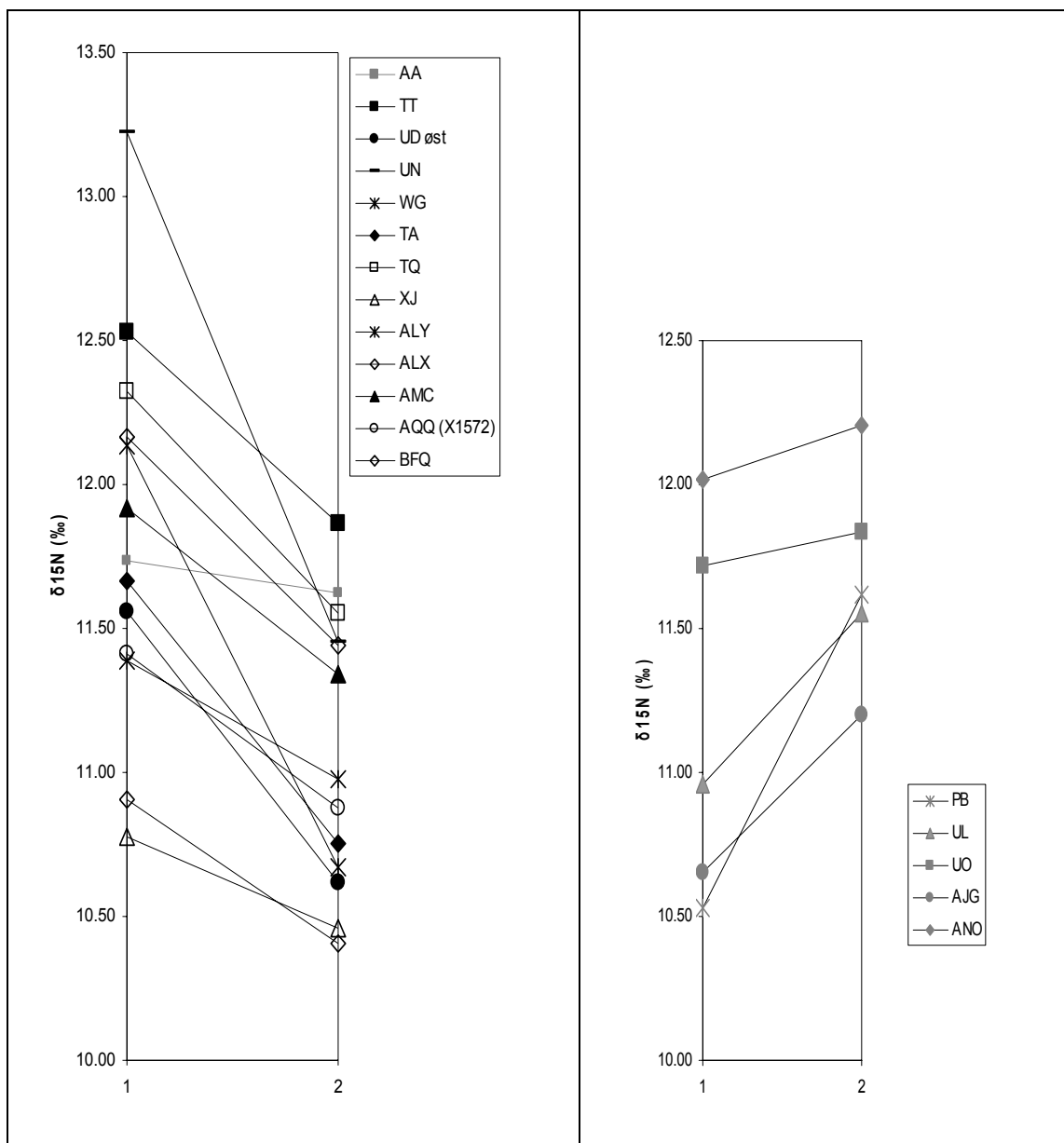
Anlæg	5-10 årige		Voksne	
	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$
AA	-19,68	11,73	-19,54	11,63
KL 1	-19,64	9,15	-20,01	9,20
PB	-19,98	10,53	-20,12	11,62
TT	-19,77	12,53	-19,81	11,86
UD øst	-19,67	11,56	-19,85	10,62
UL	-19,71	10,96	-19,69	11,55
UN	-19,50	13,22	-19,97	11,46
UO	-20,36	11,72	-20,45	11,84
WG	-20,05	11,39	-20,38	10,98
TA	-18,41	11,66	-19,22	10,75
TQ	-20,09	12,33	-20,38	11,55
XJ	-19,22	10,77	-19,77	10,46
AJG	-19,86	10,65	-19,93	11,20
ALY	-19,43	12,13	-20,23	10,67
ALX	-19,56	10,91	-20,39	10,41
AMC	-20,04	11,92	-19,19	11,34
ANO	-19,84	12,02	-19,17	12,20
AQQ (X1572)	-19,88	11,41	-19,30	10,88
BFQ	-19,46	12,17	-20,01	11,44

Gravlagte i TA er antropologisk bestemt som en mand i 40-45 års alderen, højden er beregnet til 171 cm. Der er ikke noget ved de antropologiske iagttagelser, der tyder på, at dette individ skiller sig ud fra mængden. Graven er placeret i den sydlige del af gravpladsens hovedkoncentration af grave (se Figur 21), parallelt med AMC (kvinde, min. 45 år). Syd for AMC ligger endnu en mandsgrav (ANG), hvor gravlagte er 35-45 år med en højde beregnet til 177 cm. Der er også udtaget både knogleprøve og tandprøve fra kvinden i AMC. Her kan der ikke iagttages samme markante ændring i kosten, som i tilfældet med manden fra TA. Tværtimod udviser individet i AMC den modsatte ændring, idet $\delta^{13}\text{C}$ bliver højere fra 5-10 års alderen til de sidste 10-15 leveår. Denne ændring i $\delta^{13}\text{C}$ er tillige modsat af den generelle tendens for de 19 individer. Der er kun analysemateriale fra knogle fra individet i grav ANG, så det er ikke muligt at sammenligne dette individs kostmæssige livshistorie med TA.

Som det fremgår af dette ene mere detaljerede eksempel, er der eksempler på ændringer i både positiv og negativ retning i $\delta^{13}\text{C}$ fra 5-10 års alderen til voksenlivet. Dette er også tilfældet for $\delta^{15}\text{N}$. I Figur 33-34 illustreres disse forskelligt rettede ændringer. En "paired student's t-Test" viser, at der ikke er signifikans i de ændringer, der kan iagttages i $\delta^{13}\text{C}$ ($p=0,138$). I $\delta^{15}\text{N}$ er der generelt en signifikant tendens til, at værdierne bliver lavere ($p=0,033$). Se Bilag 19-20 for resultaterne af t-Tests.



Figur 33. $\delta^{13}C$ værdier relativ til levetidspunkt. 1: 5-10 år. 2: sidste 10-15 leveår. Til venstre ses eksemplerne på individer, der viser en tendens til mindre marint indslag. Til højre ses eksempler på det modsatte. Den grå stregmarkering viser individer uden ændringer i $\delta^{13}C$.



Figur 34. $\delta^{15}\text{N}$ værdier relativ til levetidspunkt. 1: 5-10 år. 2: sidste 10-15 leveår. Til venstre ses eksemplerne på individer, der viser en tendens til nedgang i trofiniveau. Til højre ses eksempler på det modsatte. Den grå stregmarkering viser et individ uden ændring i $\delta^{15}\text{N}$. Prøverne fra KL 1 er endnu et eksempel på et individ, der ikke har synlige ændringer i $\delta^{15}\text{N}$. De er ikke medtaget i denne figur, da $\delta^{15}\text{N}$ værdierne er meget lave og figuren ville derfor blive uhensigtsmæssig stor, hvis KL 1 skulle være med.

Tendensen i $\delta^{13}\text{C}$ viser en nedgang i værdierne, hvilket kan tyde på, at disse individer har indtaget mindre marin føde i voksenlivet, end da de var 5-10 år. Der er dog tale om relativt små ændringer. Førømtalte individ fra TA og individerne fra hhv. ALY og ALX udviser de største ændringer. Derudover er der seks individer, der viser en mere moderat nedgang i $\delta^{13}\text{C}$, og tre individer har en lille nedgang i $\delta^{13}\text{C}$. Enkelte individer viser en modsatrettet ændring, hvor $\delta^{13}\text{C}$ -værdierne bliver mindre negative. Dette tolker jeg som en tendens til, at man har indtaget mere marin føde i de sidste 10-15 leveår, relativ til 5-

10 års alderen. Igen er der tale om relativt små ændringer. Den førømtalte kvinde i AMC udviser, den største ændring. Individerne fra AQQ (X 1572) og ANO har moderate ændringer, og dem fra UD (øst) og AA har blot ganske små ændringer.

Individerne med meget små ændringer i $\delta^{13}\text{C}$ peger umiddelbart ikke på egentlige kostændringer. Som tidligere nævnt kan ganske små ændringer skyldes mere fysiologisk betingede forhold og kun resultater med standardafvigelser på mere end 0,3 ‰ i $\delta^{13}\text{C}$ bør opfattes som afspejlende egentlige kostforskelle (Lovell *et al.* 1986, 51-65). Med udgangspunkt i dette tal, udviser 8 af de her 19 undersøgte individers livsforløb egentlige kostforskelle ud fra $\delta^{13}\text{C}$. Det stammer fra gravene ALX, ALY, TA, BFQ, XJ og UN, og udviser alle tegn på nedgang i $\delta^{13}\text{C}$. Modsat udviser individerne fra ANO og AQQ (X1572) højere $\delta^{13}\text{C}$ -værdier i voksenlivet end i 5-10 års alderen. Sidstnævnte to tilfælde er begge kønsbestemt som mænd, hvorimod fire af seks individer, der har faldende $\delta^{13}\text{C}$ -værdier, er kvinder. Der kan derfor vise sig at være en kønsforskel, der ikke kan forklares rent fysiologisk. Det diskuteres nærmere i afsnit 6.2.2.

Som i tilfældet med $\delta^{13}\text{C}$ -værdierne ses der også en tendens i $\delta^{15}\text{N}$ til, at værdierne falder fra 5-10 års alderen til de sidste 10-15 leveår (12 ud af 19 individer). Individerne gravlagt i UN og ALY udviser her de største ændringer. Fem af de undersøgte 19 individer har en modsatrettet ændring, hvor $\delta^{15}\text{N}$ stiger. Her udviser individet gravlagt i PB den største ændring.

Af de 19 individer, der indgår i denne intra-individuelle analyse er de 9 kønsbestemt som kvinder. Af disse udviser blot en enkelt kvinde (fra AJG) en stigning i $\delta^{15}\text{N}$. Her kan der altså være tale kønsspecifikke forhold, der påvirker resultatet. Spørgsmålet er så, om de er fysiologiske eller kulturelt betingede. Det er tidligere påpeget (afsnit 3.1.2.), at graviditet kan resultere i en nedgang i $\delta^{15}\text{N}$ på 0,3-1,1 ‰ (Fuller *et al.* 2004, 2895). Dette stemmer godt overens med den gennemsnitlige nedgang i $\delta^{15}\text{N}$ for kvinder, der er 0,71 ‰ (0,87 ‰, hvis det ene individ, der modsat har en stigning i $\delta^{15}\text{N}$ udelades fra beregningen). Den påviste og såkaldte ”graviditetseffekt” er, som tidligere nævnt, omdiskuteret. Der tages ofte heller ikke hensyn til denne mulige fysiologiske forklaring på forskellen i $\delta^{15}\text{N}$ mellem kvinder og mænd i nyere isotopstudier. Resultaterne i dette studie kan dog godt tyde på, at det er noget, der fremover bør indgå i tolkningerne af isotopresultater og individuelle undersøgelser. Det er dog vigtigt at påpege, at graviditetseffekten *ikke* påvirker værdierne i $\delta^{13}\text{C}$ (Fuller *et al.* 2004, 2891).

Med hensyntagen til kønsbestemmelsen udføres endnu en serie paired student's t-Tests på ændringerne i isotopværdier i relation til livsstadie (dokumentation fremgår af Bilag 21-24). Det er nu kun $\delta^{15}\text{N}$ værdierne for kvinderne, der viser en signifikant tendens til, at værdierne bliver lavere ($p=0,031$). Herved tydeliggøres kvindernes indvirkning på det overordnede billede af kostudviklingen fra barn til voksen.

Af de ni kvinder er resultater fra AMC noget afvigende i forhold til den gængse tendens. Der er tilmed tale om et individ, hvis kønsbestemmelse er vedhæftet med usikkerhed. Desuden er det bemærket i den antropologiske rapport, at der er ekstra knoglefortykkelse i ganen (*torus palatinus*). Dette kan skyldes indtagelse af meget fisk, hvilket er påvist i en norsk undersøgelse. I samme undersøgelse er det også påvist, at *torus palatinus* forekommer hyppigere hos kvinder end mænd (Eggen *et al.* 1994, 54-59). Det er i god overensstemmelse med resultaterne fra isotopanalyserne, at dette individ har spist mere fisk end gennemsnittet. Hvis dette individ ekskluderes fra analysen udviser kvinderne også en signifikant tendens ($p=0,011$) til nedgang i $\delta^{13}\text{C}$ i løbet af livet (Bilag 25).

I den intra-individuelle analyse har jeg påvist enkelte individer, hvis ændring i kosten fra 5-10 års alderen til de sidste 10-15 leveår er markante og må tilskrives reelle kostændringer. Der er dog, særligt hvad angår kvindernes $\delta^{15}\text{N}$ værdier, en del usikkerhed om, hvorvidt fysiologiske forhold først og fremmest gør sig gældende. Resultaterne fra dette specialeprojekt tyder på, at der kan være tale om en graviditetseffekt. I den sammenhæng er det interessant at fremhæve den ene kvinde, der har en modsatrettet ændring i $\delta^{15}\text{N}$ i forhold til de øvrige kvinder i denne analysedel.

Det drejer sig om kvinden i AJG, der samtidig har en meget perifer placering på gravpladsen. Graven er en af blot to grave isoleret beliggende ca. 20 m øst for de østligste grave i gravpladsens hovedkoncentration af grave. Det gravlagte individ er aldersbestemt til 20-30 år og højden beregnet til 152 cm. Det gør tilmed kvinden til det laveste individ registreret på gravpladsen. Derudover er det bemærket i den antropologiske rapport, at højre og venstre side af pandebenet ikke er sammenvokset, hvilket normalt sker i 2 års alderen. Dette kan være arveligt betinget. I den forbindelse bør det nævnes, at gravlagte i AKJ, der har samme isolerede placering som AJG, udviser samme karakteristika, hvad angår pandebenet. Der kan således være tale om slægtskab mellem de to kvinder. Der er desuden iagttaget *torus palatinus*, som i tilfældet med AMC. I tilfælde med kvinden fra AKJ understøtter isotopværdierne dog ikke, at der er tale om et individ med rimelig andel fisk i kosten. *Torus palatinus* er til

dels også et genetisk træk (Eggen *et al.* 1994, 54-59), men i dette tilfælde deler kvinderne fra AJG og AKJ ikke karakteristika. Kvinden i AJG var gravlagt med en kniv og skiller sig dermed arkæologisk ikke ud fra mængden bortset fra den isolerede placering.

Der er eksempler på kvinder med så store ændringer i $\delta^{15}\text{N}$, at de bør tilskrives reelle kostforskelle og ikke blot påvirkning af graviditeter. Det drejer sig om kvinder med ændringer i $\delta^{15}\text{N}$ omkring og over 1 ‰ fra UN, ALY og UD (øst), samt til dels også fra TQ og BFQ).

Udover de allerede fremhævede eksempler på særligt interessante individer skal her slutteligt nævnes, at, af de fire ud af ni antropologisk bestemte mænd med nedgang i $\delta^{15}\text{N}$, er de tre (AQQ (X1572), ALX og TA) også interessante i andre sammenhænge. Som påpeget indledningsvist i afsnittet udviser TA en relativ markant ændring i $\delta^{13}\text{C}$. Dette har jeg tolket som en reel ændring i kosten med mindre indtagelse af marin føde. En nedgang i $\delta^{15}\text{N}$ understøtter denne tolkning. Isotopresultaterne fra manden fra ALX tyder på, at dette individ, kostmæssigt, skiller sig ud fra de andre mænd på gravpladsen (se mere herom i afsnit 6.2.2.). Der er foretaget aDna analyser af flere af individerne på Galgedilgravpladsen. Heriblandt også fra ALX. Individet skiller sig genetisk ikke ud fra de andre undersøgte individer på gravpladsen (personlig meddelelse Linea Melchior). AQQ (X1572) er fra en dobbeltgrav og er tolket som den sekundært begravede og opfattes derfor, i dette specialeprojekt, som et eksempel på en trællebegravelse (se mere herom i afsnit 6.2.5.).

Af de individer, der er fremhævet i denne intra-individuelle analyse, er der på Panum Institutttet udtaget prøve til Strontium analyser fra AJG, ALX, ANO, AQQ (X1572) og BFQ.

Den intra-individuelle analyse kan bidrage med at udpege hvilke individer, der kunne være perspektiver i at undersøge nærmere mht. aDna og proviniensstudier baseret på analyser af Strontium eller Svovl. I dette tilfælde vil det være oplagt at undersøge TA nærmere. Derudover peger resultaterne fra den intra-individuelle analyse på, at der ligger et potentiale i at undersøge individer fra følgende grave nærmere: PB, UD øst, UN, XJ, ALY og AMC. Her skal vigtigheden i at have et repræsentativt reference-materiale fra individer, der umiddelbart ikke viser kostmæssige ændringer, pointeres.

6.2.2. Køn og kost

I forudgående afsnit blev der ud fra den intra-individuelle analyse påpeget en mulig fysiologisk forklaring på forskellene mellem mænd og kvinders respektive kostmæssige livshistorier. Som det fremgår af Figur 35 ses en tydelig forskel i kvinder og mænds isotopsignaler. Den fysiologiske faktor (graviditeter) påvirker dog alene $\delta^{15}\text{N}$, hvorfor forskellene i $\delta^{13}\text{C}$ må afspejle en egentlig variation i kosten kvinder og mænd imellem.

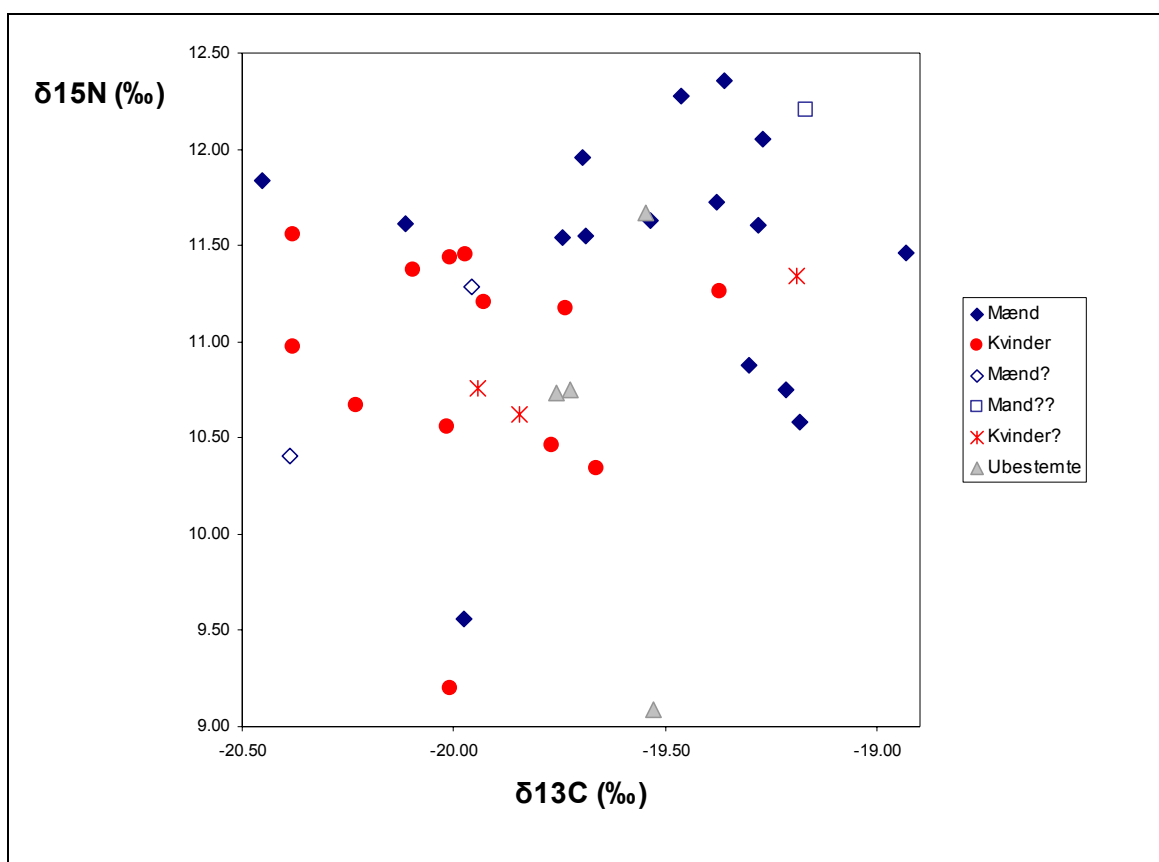
Middelværdi og standardafvigelse for mænd er -19,54 ‰ og 0,39 for $\delta^{13}\text{C}$ samt 11,46 ‰ og 0,71 for $\delta^{15}\text{N}$. For kvinderne er middelværdi og standardafvigelse -19,97 ‰ og 0,28 for $\delta^{13}\text{C}$ samt 10,90 ‰ og 0,65 for $\delta^{15}\text{N}$. Standardafvigelserne for kvinder er mindre end for mænd, hvilket sandsynligvis indikerer, at kvindernes kostsammensætning er mere homogen end mændenes.

I forbindelse med kostrekonstruktionen blev en lignende tendens påvist, når børn blev sammenlignet med voksne individer. Den beregnede marine andel varierer ikke så meget i 5-10 års alderen som i individernes sidste 10-15 leveår. Når børn og kvinder udviser mindre indbyrdes variation, vil en sandsynlig forklaring være, at de netop er mere stedfaste og måske derfor indordnet mere konservative og restriktive normer for, hvad der blev spist, relativt til mændene. Modsat synes mændene at afspejle mere variation, hvilket kan tolkes som tegn på mere udadvendte aktiviteter. Forslag til disse aktiviteter kan enten være de klassiske forestillinger om togt og leding eller de mere interne militære forpligtelser. Endvidere kan aktiviteter tilknyttet handel og udveksling samt håndværksspecialisering forklare mændenes tilsyneladende anderledes levemåde (kostmæssig). Alternativt har mændene inden for den sociale gruppe disponeret over en mere varieret kost.

Lignende tendens til kønsforskelle er påvist i et større isotopprojekt omhandlende yngre romersk jernalder (Jørkov 2007, 136ff, 147, 179ff), om end ikke helt så tydeligt som ved Galgedil.

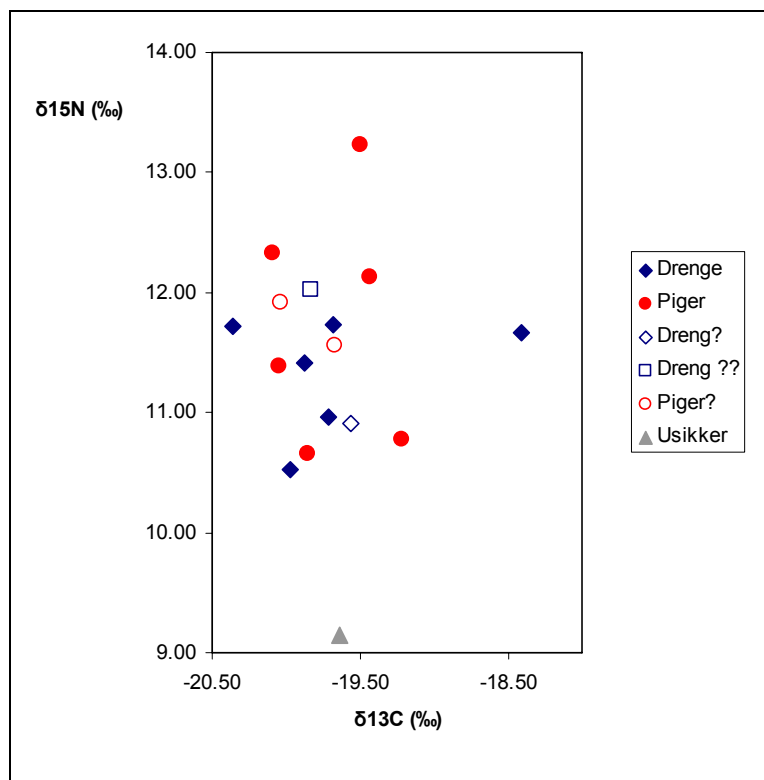
Forskellen mellem mænd og kvinders isotopsignaler er statistisk signifikant for $\delta^{13}\text{C}$ ($p=0,003$), $\delta^{15}\text{N}$ ($p=0,063$) samt når de to datasæt kombineres ($p=0,0023$). Resultaterne fra de enkelte student's t-Tests er vedlagt som Bilag 26-28. Sidstnævnte viser resultaterne, hvor $\delta^{13}\text{C}$ - og $\delta^{15}\text{N}$ -data kombineres. I disse beregninger er kun de individer, med sikre antropologiske kønsbestemmelser medtaget. I spredningsdiagrammet for isotopresultaterne relativt til køn ses mere eller mindre afvigende isotopværdier for enkelte af de mere usikkert kønsbestemte individer (Figur 35). Det drejer sig særligt om ALX, der også udviste interessante træk i den intra-individuelle

analyse. Desuden indtager ALX en lettere perifer beliggenhed på gravpladsen i relation til det overordnede billede (se Figur 21). Desuden forekommer AMC, en usikkert bestemt kvindegrav, interessant. Det ses dels ud fra den intra-individuelle analyse og dels særlige antropologiske træk (se afsnit 6.2.1). Hvis disse ikke helt sikkert kønsbestemte individer medtages i de statistiske beregninger ses stadig en statistisk signifikant forskel mellem kvinder og mænd. $\delta^{13}\text{C}$: $p=0,018$ og $\delta^{15}\text{N}$: $p=0,023$. Resultaterne fra disse student's t-Tests er vedlagt som Bilag 29-30.



Figur 35. Data plot af isotopværdierne relativ til køn

Undersøges relationen mellem isotopværdier og køn for de eksempler, der er på 5-10 årige, ses ikke samme tydelige opdeling som for de voksne individer (se Figur 36). Tværtimod viser dette dataplot en svag tendens til, at drengene har de mest negative $\delta^{13}\text{C}$ -værdier i forhold til pigerne. En klar undtagelse her er dog det tidligere omtalte mandlige individ gravlagt i anlæg TA. Der kan her være tale om et individ, der flyttet til området efter ca. 10 års alderen. Desuden er der en endnu svagere tendens til, at pigerne gennemsnitligt ligger en anelse højere i $\delta^{15}\text{N}$ end drengene. Der er dog her tale om mere subjektive fortolkninger af spredningen, idet tendenserne ikke understøttes ved de statistiske beregninger.



Figur 36. Isotopværdierne fra tandprøver (repræsenterende alderen ca. 5-10 år) relativ til køn.

Ved at korrigere for en eventuel graviditetseffekt mht. $\delta^{15}\text{N}$ er det muligt at vurdere, hvor meget denne eventuelle fysiologiske effekt påvirker det overordnede indtryk af datasættet. I et studie udført på hår fra moderne kvinder er graviditetseffekten opgjort til mellem -0,3 ‰ og -1,1 ‰ (Fuller *et al.* 2006, 2891). Der er tale om en midlertidig nedgang, altså en kortvarig effekt, hvilket eventuelt ikke vil påvirke isotopsammensætningen i væv med længere omsætningstid, som collagen (Jørkov 2007, 41). Gentagne og mange graviditeter, mener jeg dog, efter al sandsynlighed må resultere i ændringer, også i knoglerne. Denne ændring kan derimod vise sig ikke at være så stor som registreret i hårprøverne. At afklare dette kræver dog yderligere undersøgelser.

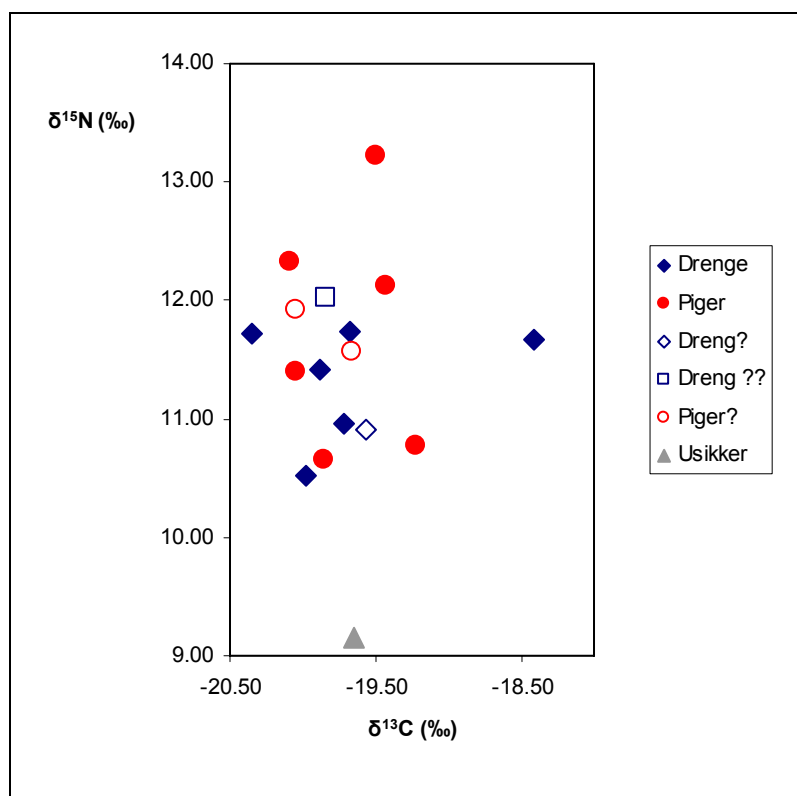
Ved korrektion på + 0,3 ‰ kan der ikke længere siges at være en signifikant adskillelse i $\delta^{15}\text{N}$ mellem mænd og kvinder ($p=0,30$. Student's t-Test er vedlagt som Bilag 31). Der synes dog stadig at være en svag tendens til, at særligt mænd med relativt højere $\delta^{13}\text{C}$ -værdier har lidt højere $\delta^{15}\text{N}$ -værdier i forhold til kvinder (se Bilag 32). Denne tendens peger igen på, at mændene har haft adgang til og indtaget en anderledes kost end kvinder og børn. Isotopværdierne indikerer desuden, at der er tale om marin føde.

Ved korrektion på + 1,1 ‰, der er den maksimale ændring påvist i hårprøver fra kvinder før og under graviditet samt efter fødslen (Fuller *et al.* 2004, 2891), rykkes kvinderne så meget op i $\delta^{15}\text{N}$, at de ser ud til at have indtaget mad fra højere trofiniveau

end mænd (se Bilag 34). Forskellen er tilmed statistisk signifikant ($p=0,018$. Student's t-Test er vedlagt som Bilag 33). Scenariet er, ud fra kvindernes $\delta^{13}\text{C}$ -værdier at dømme, dog ikke særlig sandsynlig. Kvinderne synes netop ikke at have indtaget marin føde af betydelige mængder. Marin føde og høje $\delta^{15}\text{N}$ forbindes ofte med hinanden inden for isotopstudier. Alternativt kan kvinder have indtaget mere fjerkræ i form af gås og høne, eller en proportionel større andel af ungdyr end mændene. Denne tolkning vil dog nok blive modtaget som for kontroversiel, og er i øvrigt baseret på anvendelse af det mest ekstreme eksempel på graviditetseffekt. Den foreslåede maksimale ændring på 1,1 ‰ finder jeg ikke hensigtsmæssig at anvende.

Den overordnede problematik angående graviditetseffekt på $\delta^{15}\text{N}$ vedbliver derfor at fremstå som en spændende udfordring. Jeg vil dog pointere, at resultaterne fra den intra-individuelle analyse tyder på, at der *er* tale om en effekt. Omfanget er dog ikke umiddelbart mulig at bedømme. Dertil kræves der mere detaljerede intra-individuelle analyser på skeletmateriale, gerne hvor der er kendskab til antallet af børnefødsler.

Trods problematikken omkring graviditetseffekt udviser isotopværdierne for $\delta^{13}\text{C}$ dog stadig en signifikant forskel mellem kvinder og mænd, hvilket med sikkerhed peger på kostmæssige variationer, der skyldes andet end fysiologiske faktorer.



Figur 37. Isotopværdierne for de 5-10 årige relativ til køn.

Det skal ydermere pointeres, at samme kønsrelaterede forskel ikke kan iagttages i prøverne, der afspejler kosten i 5-10 års alderen (Figur 37). Børnene ligner i $\delta^{13}\text{C}$ samlet set mest kvinderne i kosthenseende. Hvis der korrigeres for eventuelle effekter af graviditeter vil kvinder og børns $\delta^{15}\text{N}$ værdier tilmed være i rigtig god overensstemmelse. Dette falder i god tråd med den tidligere postulerede opfattelse af, at kvinder og børn i mange henseende har samme stærke tilknytning til hjemmet. I dette tilfælde gården eller gårdene. Opfattes kosten som et delelement af kulturel identitet, synes kvinder og børn, generelt at have en form for fælles kulturel identitet.

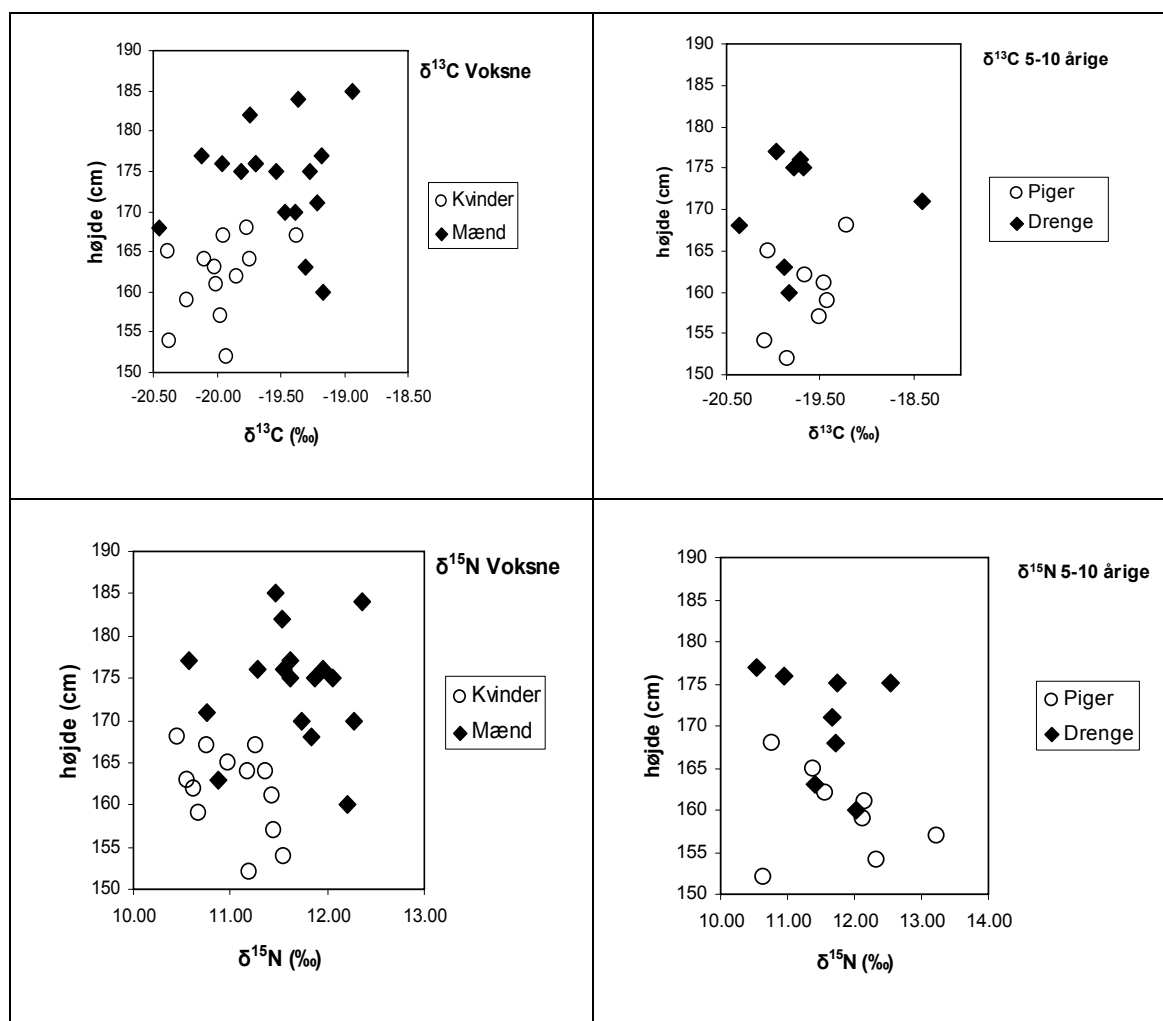
6.2.3. Statur og kost

Der er en tendens til, at ernæringsforhold kobles med statur. Høj statur menes at reflektere højere social standard (og deraf bedre levevis) og lav statur det modsatte (Sellevold, Berit Jansen, Ulla Lund Hansen og Jørgen Balslev Jørgensen 1984, 255ff). Som det blev nævnt indledningsvist, har beregninger af gennemsnitshøjden i vikingetiden vist, at befolkningen dengang var en smule lavere end i de kronologisk tilstødende perioder (s. 3f). Samtidig er det foreslået, at den lidt lavere gennemsnitshøjde eventuelt vidner om ringere levevilkår i vikingetiden end hidtil antaget (Bennike 1985, 272). Ved at kombinere de antropologiske beregninger af højde med resultaterne fra isotopanalyserne vil jeg undersøge, om der herved kan ses en egentlig korrelation mellem højde og kost.

Almindeligvis hersker der i koststudier, baseret på isotopanalyser, konsensus om, at høje $\delta^{15}\text{N}$ -værdier vidner om bedre ernæringsmæssige forhold. Generelt og helt overordnet tolkes høje $\delta^{15}\text{N}$ -værdier at afspejle en kost, rig på animalsk protein (Schutkowski 2006, 166). Hvis $\delta^{13}\text{C}$ tilmed er høj, er der sandsynligvis tale om en god del marin føde i kosten. Meget lave $\delta^{13}\text{C}$ -værdier i kombination med meget høje $\delta^{15}\text{N}$ -værdier tolkes som resultat af indtagelse af ferskvandsfisk. Moderat lave $\delta^{13}\text{C}$ -værdier i kombination med meget høje $\delta^{15}\text{N}$ -værdier kan indikere indtagelse af en proportionel større andel af ungdyr. Sidstnævnte mulighed forbindes tilmed ofte med særlige privilegier og dermed bedre levestandard.

I de indledende resultatafsnit er der på flere områder bemærket en forskel i kost mellem mænd og kvinder. Derfor finder jeg det hensigtsmæssig, at splitte datasættet op i to serier ud fra den antropologiske kønsbestemmelse. Det er hermed muligt at sammenholde højde og isotopværdier i 30 tilfælde (17 mænd og 13 kvinder). Desværre foreligger der ikke antropologiske oplysninger om højden af de individer, der har

markant lavere $\delta^{15}\text{N}$ -værdier relativ til resten af populationen. Som tidligere nævnt udmærker disse, i kosthenseende, afvigende individer ved at være fra særlige kontekster, nemlig dobbeltgrave. Den mest oplagte tolkning vil derfor være, at der er tale om trælle. Begge individer fra en dobbeltbegravelse (AQQ) indgår dog i et enkelt tilfælde i denne del af analysen. Her er der ikke indbyrdes samme markante forskel i $\delta^{15}\text{N}$ -værdierne, som der ellers er eksempler på. AQQ-øst er vurderet som den primære gravlagte (Christensen 2005, 46-53) og viser sig samtidig at være 7 cm højere end AQQ (vest). Desuden er $\delta^{15}\text{N}$ for AQQ (øst) 0,85 ‰ højere end for AQQ (vest), mens der stort set ingen nævneværdig forskel er i de to individers $\delta^{13}\text{C}$ -værdier. Forskellen i $\delta^{15}\text{N}$ bør da tilskrives et proportionelt højere indtag af enten ungdyr eller eventuelt tamhøns. Alternativt afspejler isotopresultatet, at den primære gravlagte har spist en større andel animalsk føde, men dette er som før nævnt mere problematisk at forsøge at afgøre, alene ud fra analyser af kulstof- og kvælstofisotoper.



Figur 38. Isotopresultaterne relativ til højde. Data er yderligere opdelt relativ til køn og om der er tale om værdier fra knogle (de voksne) eller fra tand (de ca. 5-10 årige).

Nutidens opmærksomhed på særligt børn og unges kost samt forbindelserne mellem ernæring under opvæksten og voksenlivets fysiologiske slutprodukt, hvad angår højde og drøjde, har inspireret mig til at undersøge isotopresultaterne relativ til højde for de individer, hvor der foreligger værdier repræsenterende 5-10 års alderen. Det drejer sig om 16 tilfælde (8 af hvert køn).

Som det fremgår af Figur 38, er der, med undtagelse af korrelationen mellem pigernes højde og $\delta^{15}\text{N}$ -værdier, ikke tale om nogen tydelig sammenhæng mellem højde og isotopværdier. I tilfældet med de 5-10 årige piger, er der overraskende tale om en tendens til negativ korrelation mellem $\delta^{15}\text{N}$ og højde. Korrelationen bliver tilmed stærk ($r = -0.85$), hvis kvinden gravlagt i AJG ikke inkluderes i beregningerne. Dette individ er tidligere fremhævet som anderledes på flere punkter (s. 104f), hvorfor det antages som rimeligt i dette tilfælde at ekskludere individet med begrundelsen, at det er for afvigende.

Tilfældet med den negative korrelation mellem statur og kost viser, at antagelsen af en direkte sammenhæng mellem statur og kost ikke kan eftervises ud fra isotop-analyserne i dette specialeprojekt. Der må være andre faktorer, der er vigtigere og genetiske forhold kunne da være en oplagt forklaring.

6.2.4. Status og kost

I foregående afsnit blev analyseresultaterne anvendt til at vurdere, om der ud fra isotop-sammensætningen synets at være en sammenhæng mellem statur og kost. Ligesom der er foreslået sammenhæng mellem legemshøjde og ernæringsforhold, hersker også den udbredte antagelse, at ernæringen påvirkes af sociale forhold. ”Rigs Vandring” antyder, at man også i vikingetiden og tidlig middelalder havde forestillinger og fortællinger om, at madkultur og social position var indbyrdes afhængige (s. 16f). I dette afsnit analyseres isotopværdierne i relation til gravklassifikation (se Tabel 12 og Figur 39-40). Som tidligere nævnt er udgravningsresultaterne endnu ikke færdig-behandlede og endeligt publicerede. Derfor er den her præsenterede gravklassifikation præliminær og noget grov. Ud fra beretning og to foreløbige korte artikler (Christensen 2005; Klitgaard 2000), har jeg foretaget en opdeling af gravene i fire statuskategorier. Dobbeltgravene har fået egen kategori. De kan ud fra beretningen, i flere tilfælde, være svære at tolke, og bør ikke benævnes som en egentlig statuskategori. Er dobbeltgravene eksempler på trælle begravet sammen med ”herren/fruen”? I nogle tilfælde (KL og LD) synes der snarere at være tale om sekundære begravelser foretaget i en allerede anlagt grav.

Tabel 12. Grave opdelt i grove statuskategorier.
Den antropologiske kønsbestemmelse er anført i parentes.

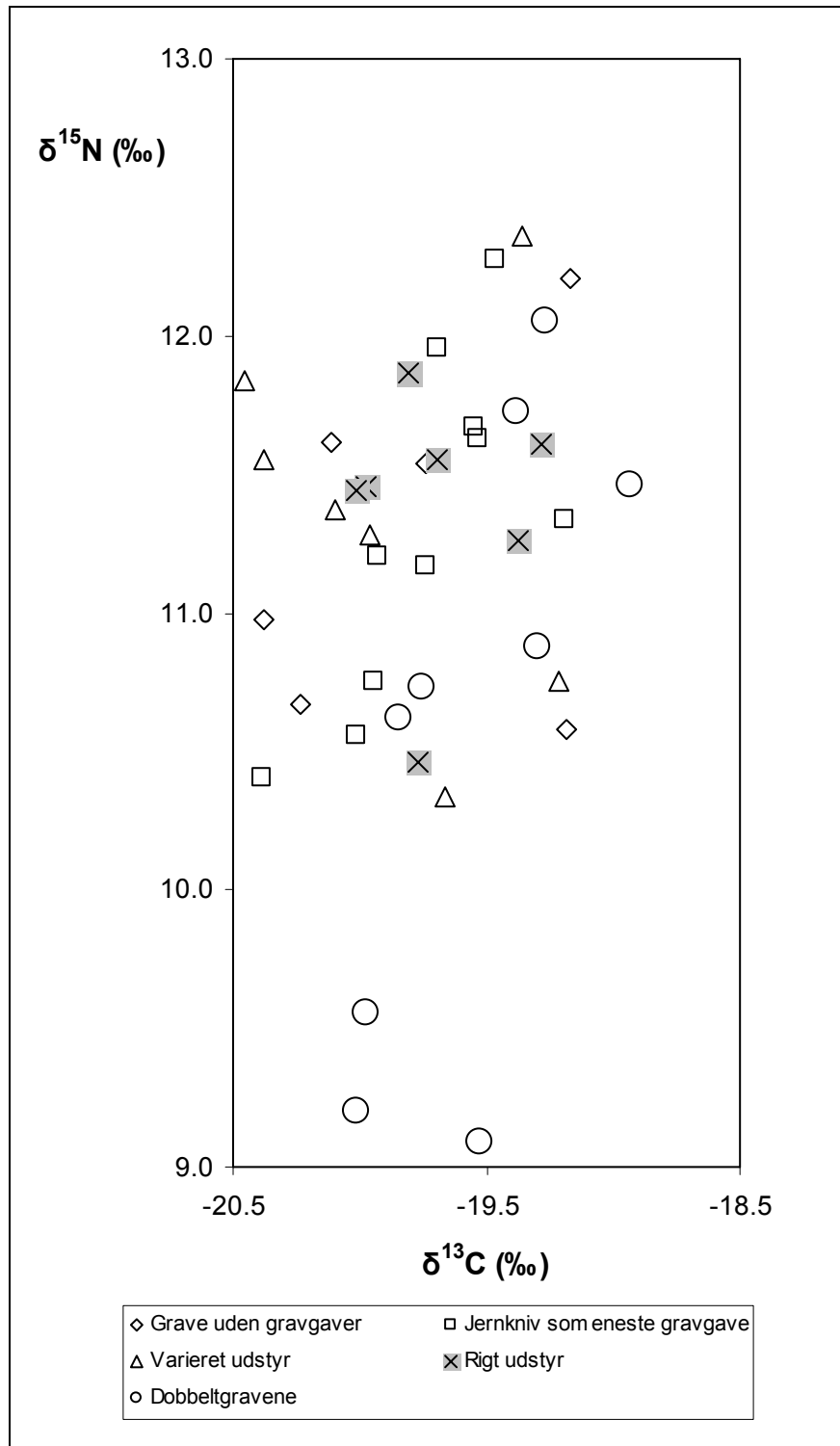
Grave uden gravgaver	Jernkniv som eneste gravgave	Varieret udstyr	Rigt udstyr	Dobbeltgrave
PB (♂)	AA (♂)	LS (♂)	TT (♂)	KL (♂ og ?)
WG (♀)	KQ (?)	SG (♀)	UL (♂)	LD (♂ og ?)
ALY (♀)	KR (♂)	TA (♂)	UN (♀)	TR (♂ og ♀)
ANG (♂)	AJG (♀)	TQ (♀)	XJ (♀)	UD (♂ og ♀ ?)
ANO (♂ ??)	AKJ (♀ ?)	UK (♀)	AQP (♀)	AQQ (♂ og ♂)
AXE (♂)	ALX (♂ ?)	UO (♂)	BER (♂)	
	ALZ (♂)	BEW (♂)	BFQ (♀)	
	AMA (♀)			
	AMB (♀)			
	AMC (♀ ?)			

Klassifikationen er foretaget ud fra en samlet vurdering af gravudstyr og gravform (eksempelvis om der er iagttaget kistespor). Af de opstillede kategorier er særligt ”varieret udstyr” problematisk. Eksempelvis er en del af de uidentificerede jerngenstande ikke endeligt undersøgt og kategorien må, ind til der foreligger en bedre gennemgang og bearbejdning af udgravningsmaterialet, opfattes som en form for gråzone.

Selv efter en grundig og systematisk gennemgang af det samlede udgravningsmateriale bliver en endelig arkæologisk statusklassifikation subjektiv og diskutabel. Problemstillingerne angående tolkning af grave og gravudstyr udgør en stor udfordring for sådanne klassifikationer, da man kan diskutere i hvor høj grad status afspejles i gravudstyret (Härke 1997, 19-27). Dermed ikke sagt, at klassifikationer helt bør undgås eller opgives. Det skønnes i forbindelse med dette konferensspeciale vigtigt at teste sammenhængen mellem status og kost, hvorfor det er nødvendigt at foretage en form for opdeling. I bedste fald kan isotopresultaterne medvirke til at afklare klassifikationsproblematikken.

Ud fra opdelingen (Tabel 12) ses en tendens til, at de mere veludstyrede grave grupperer sig tættere i spredningsplottet (Figur 39) end resten af populationen. En undtagelse er dog en antropologisk bestemt kvinde (25 år) i grav XJ, der har en noget lavere $\delta^{15}\text{N}$ -værdi, end de øvrige veludstyrede grave. Gravlagte i XJ er begravet

sammen med et spædbarn. Sammenlignes gravgaverne fra XJ (4 perler og jernkniv med sølvtrådsbeviklet skaft) med de tre andre veludstyrede kvindegroave, falder de sidstnævnte ud som klart rigere. Derfor er det fristende, at tolke gravudstyret i XJ som resultatet af nogle særlige omstændigheder omkring den unge kvindes og spædbarnets død. Således synes gravgaverne i dette tilfælde at være forbundet med særlige faktorer og ikke nødvendigvis at afspejle social position.



Figur 39. Dataplot af isotopværdier relativ til gravklassifikation.

Middelværdier og standardafvigelser for de enkelte grupperinger:

Grave uden gravgaver:
 $\delta^{13}\text{C}$: $-18,80 \text{ ‰} \pm 0,53$
 $\delta^{15}\text{N}$: $11,26 \text{ ‰} \pm 0,63$

Jernkniv som eneste gravgave:
 $\delta^{13}\text{C}$: $-19,74 \text{ ‰} \pm 0,34$
 $\delta^{15}\text{N}$: $11,30 \text{ ‰} \pm 0,61$

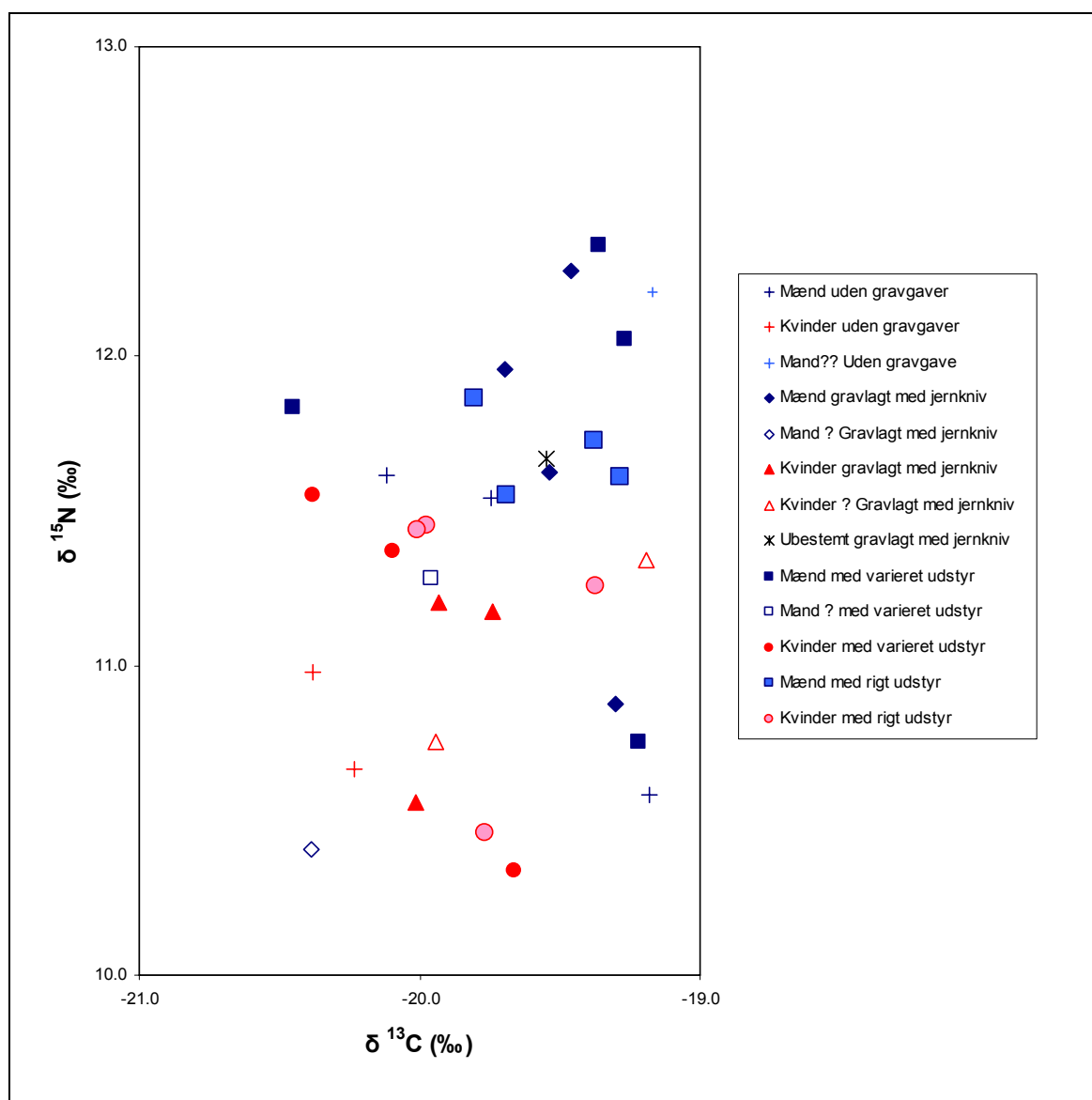
Varieret udstyr:
 $\delta^{13}\text{C}$: $-19,88 \text{ ‰} \pm 0,48$
 $\delta^{15}\text{N}$: $11,36 \text{ ‰} \pm 0,67$

Rigt udstyr:
 $\delta^{13}\text{C}$: $-19,70 \text{ ‰} \pm 0,28$
 $\delta^{15}\text{N}$: $11,38 \text{ ‰} \pm 0,44$

Dobbeltgravene:
 $\delta^{13}\text{C}$: $-19,56 \text{ ‰} \pm 0,37$
 $\delta^{15}\text{N}$: $10,59 \text{ ‰} \pm 1,09$

En sammenligning af de inter-individuelle variationer i denne gruppe af mere rige grave med de andre viser, at variationen i isotopværdierne er mindst blandt de rigest udstyrede individer (se også Figur 39). Dette indikerer, at individer fra de øvre sociale lag i samfundet, i kosthenseende, udgør en mere homogen gruppe end resten af samfundet. Dette kan videre afspejle en større efterlevelse af madmæssige normer. I samme ombæring kan det dog også afspejle en eventuel kulinarisk frihed, der kan følge af velstand. Jeg tolker dette som et udtryk for, at velstand og overskud giver øget mulighed for at udvikle særlige ”køkkener” med foretrukne fødeemner.

Modsat kan der ikke argumenteres for, at den resterende del af samfundet ikke har været underlagt madmæssige normer. Her er mulighederne for at lave mere sikre sociale klassifikationer for dårlige til at understøtte argumentet.



Figur 40. Isotopværdier i relation til status og køn. Individerne fra AQQ og det ene individ fra KL er de eneste individer fra dobbeltgrave medtaget i dette plot.

Der er enkelte individer, der skiller sig ud ved at have noget lavere $\delta^{15}\text{N}$ -værdier end generelt. Her er der tydeligvis tale om individer med en anderledes kostsammensætning. Som omtalt i forbindelse med selve kostrekonstruktionen er der sandsynligvis tale om individer, der har været afskåret fra at spise fisk, fjerkræ og ungdyr. Alternativt har de spist forholdsvis små mængder animalsk føde. Der er tilmed tale om individer gravlagt i dobbeltgrave, hvorfor det er nærliggende ud fra isotopresultaterne og i kombination med de arkæologiske data at betegne dem som trælle.

Et enkelt af individerne gravlagt i dobbeltgravene kan rettelig, ud fra gravudstyr, tilskrives det lokale samfunds højere sociale lag. Det drejer sig om AQQ (X1573), og dette individs isotopsammensætning ($\delta^{13}\text{C}$: -19,4 ‰ og $\delta^{15}\text{N}$: 11,7 ‰) er samstemmende med de øvrige individer med rigt gravudstyr. Udover det ene individ fra AQQ er der yderligere to individer fra dobbelt-begravelser (KL og LD), der isotopmæssigt ligger i samme område. Det kan derfor være fristende at foreslå, at isotopanalyser kan anvendes til at deducere noget om eventuelle sociale forskelle mellem to gravlagte i en dobbeltgrav (mere herom i afsnit 6.2.5.).

Da en reel kønsrelateret forskel er påvist i populationen, er det nærliggende at undersøge isotopresultaterne i relation til både status og køn. Som det fremgår af Tabel 12, er begge køn nogenlunde repræsenteret i de opstillede kategorier. I gruppen af grave helt uden gravgaver er der en lille tendens til overvægt af mandsgrave. Som helhed er der generelt en lille overvægt af mandsgrave på gravpladsen og den lille forskel i denne kategori udgør antageligt ikke et reelt problem. Det er altså ikke skævvridninger af kønsfordeling i de enkelte ”statuskategorier”, der præger billedet af en mulig relation mellem status og kost (se også Figur 40). Det er i denne sammenhæng igen nødvendigt at pointere problematikken omhandlende den mulige fysiologiske forklaring på forskellen i $\delta^{15}\text{N}$ mellem mænd og kvinder. Derfor er kvindernes $\delta^{15}\text{N}$ -værdier behæftet med en vis usikkerhed. Det muligt, at kvinderne har haft en kostsammensætning med omtrent lidt højere $\delta^{15}\text{N}$ -værdier, end hvad isotopresultaterne indikerer. Ved at tage hensyn til den mulige graviditetseffekt, vil der ske en udligning i $\delta^{15}\text{N}$ mellem mænd og kvinder i gruppen af mere veludstyrede grave. Det samme gør sig gældende i de andre grupperinger, om end ikke så tydeligt. Det skyldes, at den overordnede variation er større i de andre grupperinger.

Der synes ikke at være en klar og utvetydig relation mellem kost og status. Der er en tendens til, at de mere veludstyrede grave har lidt højere $\delta^{13}\text{C}$ - og $\delta^{15}\text{N}$ -værdier og en relativ mere homogen kostsammensætning. At der ikke ses en overordnet relation

mellem kost og status, kan meget vel skyldes problematikken i at lave en egentlig statusopdeling ud fra gravudstyr og gravform. De væsentlige kostmæssige forskelle mellem højest og lavest i samfundet ses dog i den klare opdeling, der er mellem individerne fra dobbeltgravene (se også næste afsnit). Der kan også være kvalitetsmæssige forskelle i kosten, som isotopanalyserne ikke er i stand til at afsløre.

Ud fra en antagelse af, at der vitterlig er en relation mellem gode ernæringsforhold og høj status, kan isotopanalyser, i kombination med de arkæologiske resultater og tolkninger, bidrage til en forbedring af forudsætningerne for at lave sociale klassifikationer med udgangspunkt i gravpladser. Eksempelvis har tre af de fire mænd (den primærgravlagte i KL samt TT og UO) der, ud fra gravudstyr og gravform, var svære at klassificere, og derfor kaldt ”mænd med varieret udstyr” nogenlunde samme eller højere $\delta^{15}\text{N}$ -værdier end individerne gravlagt med rigt udstyr. Den fjerde mand (fra anlæg TA) har modsat en lavere $\delta^{15}\text{N}$ -værdi. Vedkommende er allerede omtalt i forbindelse med den intra-individuelle analyse som et individ, der muligvis er vokset op et helt andet sted (krydshenvisning). Med sig i graven havde manden en hvæssesten, hvilket i arkæologi normalt ikke tilskrives forbindelse til høj social status.

Ved en mere detaljeret og direkte sammenligning af de fire mandsgrave med ”varieret udstyr”, hvor også informationerne fra isotopanalyserne anvendes forekommer det mest sandsynlig, at TA skiller sig ud. Tilbage står de tre individer, der kostmæssig er i samme gode eller bedre stand som de mere entydigt rige grave. De kan meget vel være fra samme sociale lag. KL er en dobbeltgrav, hvor der er en markant kostmæssig forskel mellem de to gravlagte. Den primære gravlagte må således være begravet med en træ. UO er begravet tæt ved og parallelt med UN, der er en kvindegrav med rigt udstyr. Den tætte association mellem disse to grave tyder på, at der er tale om ægtefolk. LS er gravlagt med en slibesten af skifer, jernkniv og et ikke nærmere bestemt jernfragment. Derudover har den gravlagte fået en ganske ung pattegris med sig ”på den sidste rejse”. Gravgaver og -skik synes ikke at retfærdiggøre at indlemme denne mand i de højere sociale lag, men det gør isotopresultaterne.

På samme måde kan kvinderne med ”varieret udstyr” studeres nærmere. To (TQ og UK) ud af tre kan ud fra isotopresultaterne meget vel have nogenlunde samme type kost som de rigt udstyrede grave. Eksemplerne har dels en mulig association til dobbeltgraven TR (TQ), dels en mulig ægteskabelig relation til manden i UL, der er gravlagt med en økse. Det tredje individ (SG) har også en mulig ægteskabelig relation til manden gravlagt i SB. Her er der dog tale om en grav helt uden udstyr. Gravene

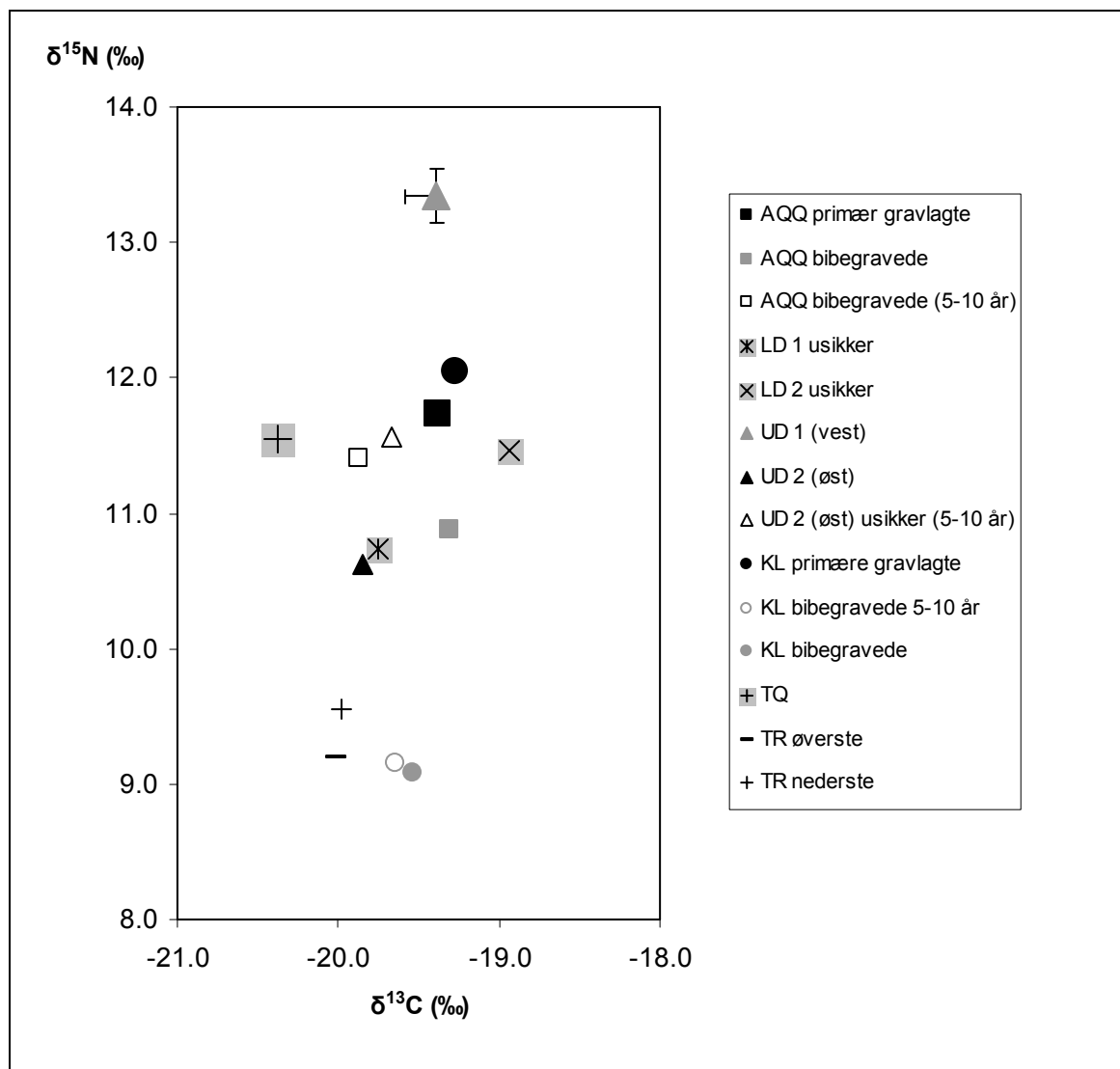
ligger dog ikke helt så pænt parallelle som i de andre nævnte tilfælde. Desværre indgår der ikke analysemateriale fra dette individ (SB) i isotopanalysen, da det i stedet er anvendt til datering.

Der ligger således et ikke uvæsentligt potentiale i at inddrage isotopstudier i forbindelse med at belyse eventuelle sociale forskelle ud fra gravpladsmateriale. Potentialet er tydeligst, når der er tale om kostmæssige ekstremer, som f.eks. trællene begravet i dobbeltgrave. Men der er også spændende perspektiver i at inddrage isotopstudier i forsøg på at afklare nogle af de arkæologisk set mere svært tolkelige tilfælde.

Den kønsmæssige forskel, der tidligere er påvist i analyseresultaterne ses også i det data plot, hvor resultaterne præsenteres relativ til status og køn (Figur 40). Forskellen er dog ikke signifikant (Bilag 35), når det gælder de rigt udstyrede grave alene. Her begynder antallet af grave dog at nå et så ringe antal, at det slet ikke er hensigtsmæssig at lave statistiske beregninger. Kosten har dog tilsyneladende ikke været så forskellig mellem mænd og kvinder i de højere sociale lag som i populationen generelt. Noget tilsvarende er ud fra isotopstudier iagttaget på den tidlig middelalderlige kirkegård: Weingarten i det sydvestlige Tyskland (Schutkowski 2006, 171, fig.4.4). Potentialet i at kombinere informationer fra isotopanalyser med de arkæologiske og biologisk antropologiske oplysninger er således tydelig.

6.2.5. Dobbeltbegravelsene

Der er flere gange hentydet til de særlige forhold, der synes at gøre sig gældende i dobbeltbegravelserne. Det er blandt individerne gravlagt i dobbeltbegravelser, den største kostmæssige variation er at finde. Isotopværdierne varierer mellem -20,38 ‰ og -18,93 ‰ i $\delta^{13}\text{C}$ og mellem 9,09 ‰ og 12,05 ‰ i $\delta^{15}\text{N}$. Særligt sidstnævnte vidner om markante kostmæssige forskelle, da der nærmest er tale om et helt trofiniveau til forskel. Isotopresultaterne fra individerne i dobbeltbegravelserne er præsenteret som data plot i Figur 41.



Figur 41. Dataplot over isotopresultaterne for individerne i dobbeltbegravelserne. UD 1 (vest) er anvendt til ^{14}C -datering og er her blot inkluderet for at illustrere, at individet sandsynligvis har haft et højt $\delta^{15}\text{N}$ niveau. TQ er inkluderet som en mulig primær begravelse relativ til TR.

Den største forskel i $\delta^{15}\text{N}$ ses mellem de to individer gravlagte i KL. Samtidig varierer $\delta^{13}\text{C}$ relativt lidt i forhold hertil. Dette indikerer, at der er tale om et af to mulige scenarier: Det sekundære gravlagte individ kan have været afskåret fra at spise fisk, fugl og ungdyr. Alternativt er der tale om en kost bestående af en relativ markant mindre andel af animalsk føde. Det har været mulig at undersøge den sekundære gravlagtes kost i 5-10års alderen. Resultaterne heraf viser en bemærkelsesværdig lille forskel relativ til det generelle billede for det udsnit af populationen, hvor den kostmæssige "livshistorie" er undersøgt (se afsnit 6.2.1.). Dette kan indikere, at den gravlagte er født, opvokset og gravlagt som træ.

I to yderligere tilfælde (UD 2 (øst) og AQQ bibegravede) har det været muligt at udføre isotopanalyser på både tand og knogle fra samme individ i en dobbeltbegravelse. Her er forskellen i $\delta^{15}\text{N}$ mellem de to gravlagte i samme dobbeltgrav dog ikke tilnærmelsesvis så stor som i tilfældet med KL. Til gengæld er der her tale om, at $\delta^{15}\text{N}$ -værdien falder let fra 5-10års alderen til de sidste ca. 10-15 leveår. For individet i AQQ er der tale om en lille nedgang på ca. 0,5 ‰. Individet i UD har en nedgang på 1 ‰. I sidstnævnte tilfælde er der tale om en kvinde, hvorfor tolkningen af nedgangen i $\delta^{15}\text{N}$ i dette tilfælde besværliggøres (graviditetseffekt). Hvis der ses bort fra implikationerne angående mulig graviditetseffekt for den ene kvindes vedkommende kan resultaterne fra UD og AQQ indikere, at der på et tidspunkt i disse to individers liv er sket en ændring i kosten, der muligvis beror på en form for ”social deroute”.

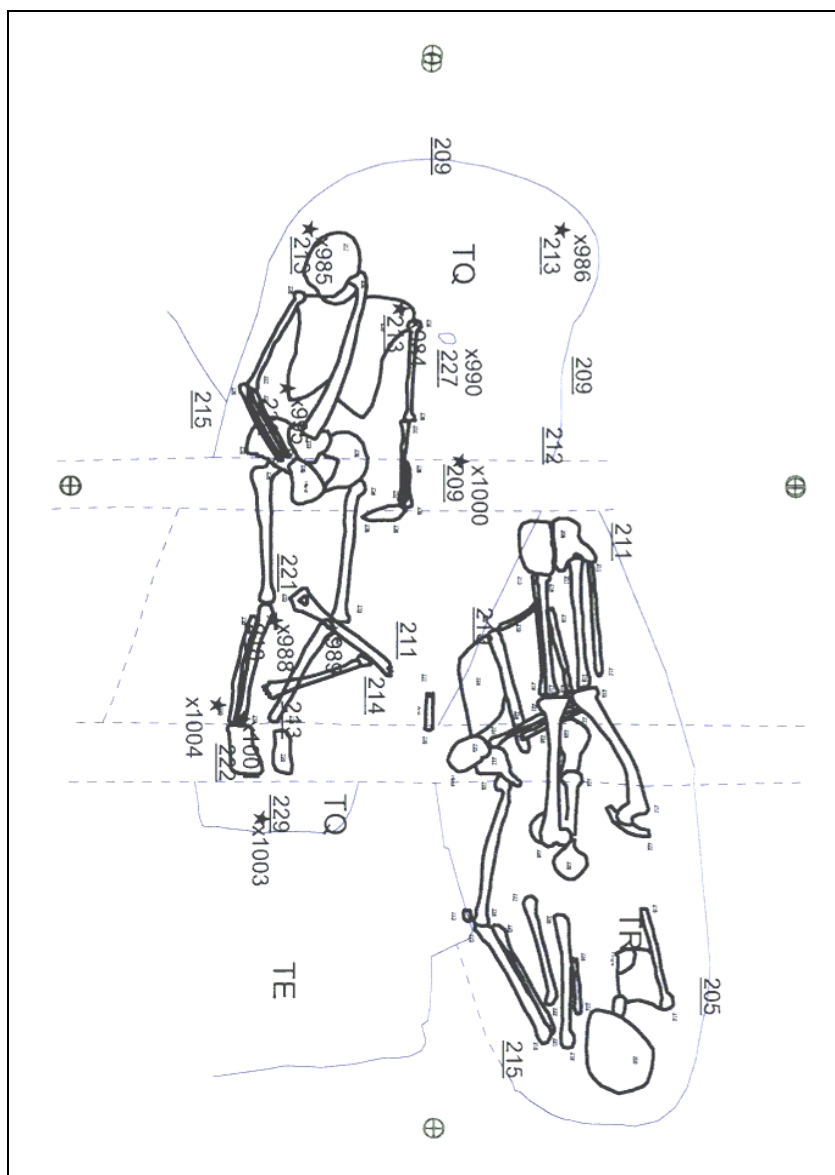
Relationen mellem de to gravlagte i dobbeltgraven UD er vanskelig at afgøre ud fra beretningen fra udgravningen. Anlægget er forstyrret, og skeletmaterialet ligeledes. Det mest sandsynlige er dog, at tolke UD 1 (vest) som den primære gravlagte og UD 2 (øst) som den sekundært gravlagte og mulige træl. Denne tolkning understøttes af isotopresultaterne (Figur 41), der viser, at UD 1 (vest) har en markant højere $\delta^{15}\text{N}$ -værdi end UD 2 (øst). Her bør det dog rettelig pointeres, at der er tale om sammenligning af isotopresultater fra analysemateriale, der har gennemgået to forskellige forbehandlinger. Tilmed falder værdierne for C ‰ og N ‰, om end det er lige på grænsen uden for de opstillede kvalitetsparametre (afnit 4.2.2). Derfor refereres der her kun undtagelsesvist til resultaterne fra denne prøve, fordi konteksten er så interessant. I afsnittet, hvor forbehandlingsmetodens indvirkning på resultaterne vurderes og diskuteres (afsnit 5.4.), er der dog ikke tale om særlig store forskelle, og den store relative forskel mellem de to individers $\delta^{15}\text{N}$ -værdier anses derfor som en reel indikation, der kan afhjælpe de besværligheder, der arkæologisk er i forbindelse med tolkningen af anlægget. Endnu en prøve fra UD 1 (vest), der forbehandles helt på samme måde som UD 2 (øst), er dog at foretrække for at sikre sig bedst mulige sammenligningsgrundlag.

I dobbeltgraven LD er det ligeledes svært, ud fra beretningen, entydigt at bedømme relationen mellem de to gravlagte individer. Isotopresultaterne viser en mindre indbyrdes forskel de to individer imellem. Forskellen er ikke så markant som ved KL og UD, men mere sammenlignelig med AQQ. Til gengæld er AQQ det anlæg, hvor det arkæologisk set er tydeligst at erkende en reel social forskel mellem de to gravlagte. LD 1 er et ungt individ, ca. 15-16 år, der ikke er mulig at kønsbestemme. LD 2 er en 30-35 år gammel mand. I graven blev der fundet enkelte ikke nærmere bestemte

jernfragmenter og graven antager dimensioner, der indikerer, at der kan være tale om en kammergrav. LD 1 har lidt lavere $\delta^{15}\text{N}$ end LD 2 (0,8 ‰) og LD 1 har tilsyneladende haft en proportionel mindre marin fødeandel relativ til LD 2 (hhv. 15 % og 24 %, udregnet ud fra den mixing line model, der rutinemæssig anvendes på AMS ^{14}C dateringscenteret).

Dobbeltbegravelsen TR er undtagelsen til den regelmæssighed, der er at se ud fra sammenligningerne af isotopværdierne fra individerne i dobbeltbegravelserne. I TR udviser begge individer samme lave $\delta^{15}\text{N}$ -værdier som det sekundært gravlagte individ i KL. Det er heller ikke muligt arkæologisk, at udlede noget om de to gravlagtes indbyrdes sociale relationer og/eller tilhørsforhold. Der er tale om en grav, hvor det nederste individ er en mand, ca. 25-35 år gammel og det øverste individ er en ca. 35-55årig kvinde. Ud fra udgravningsberetningen at dømme er de to individer gravlagt samtidig eller med kun ganske lidt tidsmæssig forskydning. Dernæst er der på et senere tidspunkt gravlagt et tredje individ (kvinde, 35-45 år) i en grav (TQ), der ligger helt tæt på og delvis forstyrrer TR (se Figur 42). Hvis det antages, at TQ intentionelt er gravlagt så tæt på TR, at det har forstyrret dette anlæg kan dette tyde på, at der er tale om en bevidst signalering af en form for relation mellem de tre gravlagte. Isotopværdierne for kvinden i TQ er derfor inkluderet i Figur 41 og det fremgår tydeligt heraf, at der er tale om væsentlige forskelle i $\delta^{15}\text{N}$ individerne imellem. Den mest sandsynlige tolkning ud fra en kombination af isotopresultater og arkæologiske iagttagelser er, at begge individer i TR er trælle. Kvinden i TQ må da have haft en særlig nær relation til disse trælle, idet hun på et senere tidspunkt er gravlagt i helt nær tilknytning til dem.

At de meget lave $\delta^{15}\text{N}$ -værdier kun forefindes blandt individer gravlagt i dobbeltbegravelser og tilmed individer, der med god sandsynlighed kan vise sig at være trælle, er meget interessant, men også på andre områder problematisk. Det vidner nemlig om, at der i andre koststudier baseret på isotopanalyser er risiko for at overse et væsentligt segment af befolkningen, ”trællestanden”, der tilsyneladende kun er repræsenteret på gravpladsen fordi de er gravlagt sammen med en eventuel herre/frue. En undtagelse kan dog være TR, en dobbeltgrav med to mulige trælle. Kan den foreslåede relation til TQ ikke understøttes, er dette eksempel en undtagelse til regelen.



Figur 42. Digitaliseret plan over TQ og TR. Gengivet her med tilladelse fra museumsinspektør Kirsten Prangsgård, Odense Bys Museer.
Orientering: N-S (N øverst)
Målestok 1:20.

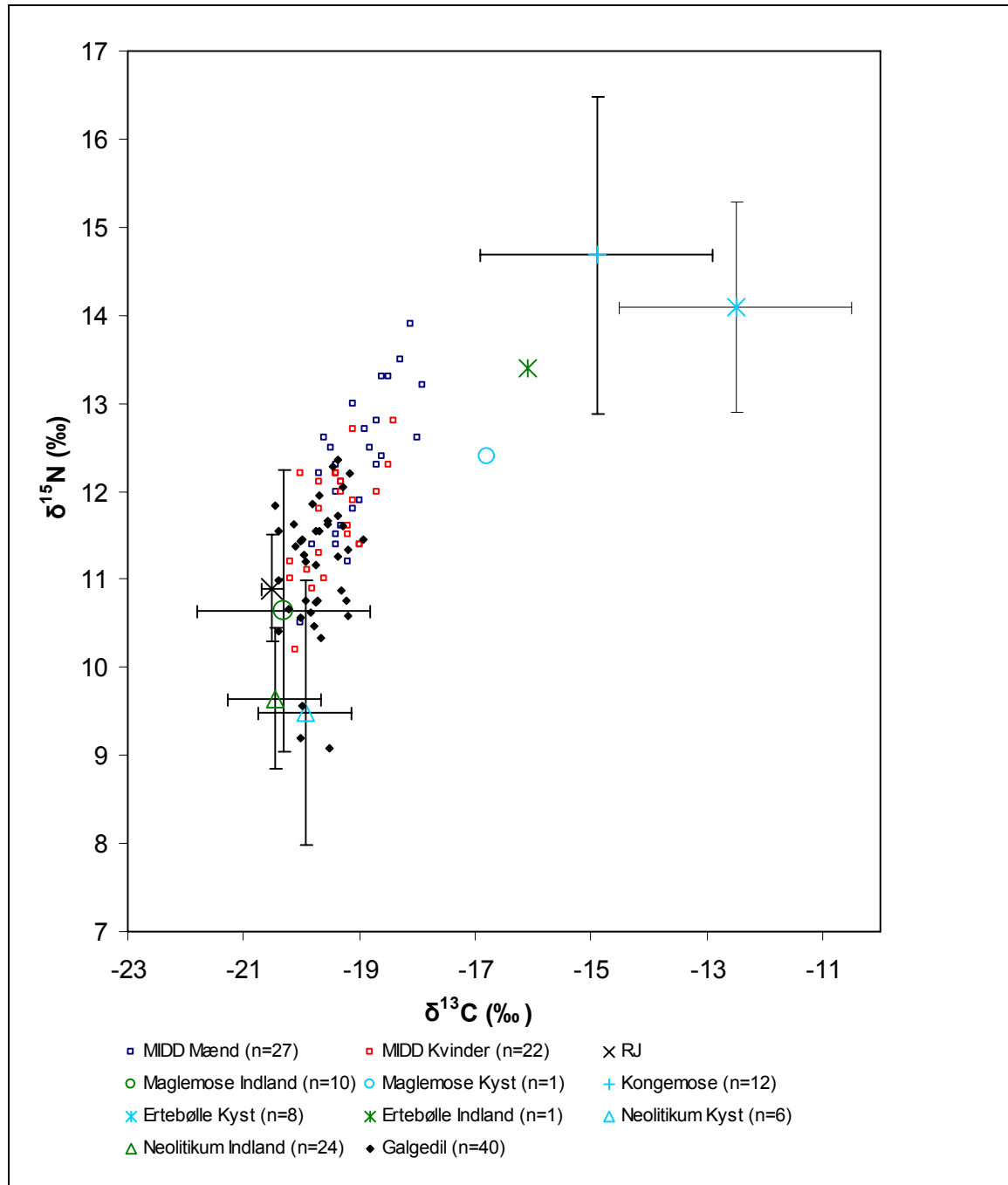
6.3. Komparative isotopdata

Resultaterne fra isotopanalyserne i dette specialeprojekt kan sammenlignes med andre isotopdata, enten for at undersøge eventuelle diakrone udviklinger eller påvise synkrone regionale tendenser. Jeg vil dog her på det kraftigste pointere den problematik, der kan ligge i at sammenligne data, der er fremkommet ved forskellige forbehandling (afsnit 4.2.2. og 5.4.). Desuden tillader målingernes nøjagtighed kun, at relativt store og markante ændringer eller - tendenser reelt kan fremhæves.

6.3.1. Diakron udvikling

Med relativt få ^{14}C daterede prøver forsøgte jeg tidligere at undersøge, om isotopresultaterne kunne påvise en diakron udvikling på kort sigt. Der var en lille

tendens i resultaterne til at vise mindre marin føde i de yngst daterede individer, hvilket overraskede. Forventningen var det modsatte ud fra en antagelse om, at en mulig begyndende, kristen indflydelse med mere indtagelse af fisk ville kunne ses i resultaterne. Antallet af målinger, hvor datering kan sammenholdes med isotopdata, er ikke tilstrækkeligt stort til, at den påviste tendens kan forventes at være generelt gældende på Galdedil.



Figur 43. Resultaterne fra Galgedil sammenlignet med resultater fra andre danske isotopprojekter. Materialet fra RJ (Romersk Jernalder) og MIDD (Middelalder) er fra Jørgensen 2007. Data fra mesolitiske og neolitiske prøver er fra Fischer et al. 2007.

Alle isotopresultaterne fra Galgedil præsenteres her i relation til data fra danske isotopprojekter fra flere forskellige perioder fra forhistorien (Figur 43). Her ses tydeligt, at resultaterne fra Galgedil understreger den diakrone tendens fra romersk jernalder til middelalderen, der for nyligt er påvist i en afhandling omhandlende koststudier (Jørkov 2007, 201). Den marine andel i føden bliver højst sandsynlig gradvis større i dette tidsrum. Dog når den marine andel aldrig helt samme højder, som det ses i de klart mere kystbundne kulturer som Kongemose og Ertebølle. Den marine andel når højst sandsynligt heller ikke helt op på det niveau, der ville være forventelig, hvis den kristne doktrin blev efterlevet fuldt ud (Figur 6. (figurteksten)).

Ved direkte sammenligning af resultaterne fra Galgedil og de middelalderlige isotopdata er det vigtigt at påpege, at der er forskel i forbehandling af analyse materialet. Det gælder både NaOH og ultrafiltrering. Disse to parametre synes ikke at påvirke $\delta^{15}\text{N}$ nævneværdig, men det kan have en mindre indflydelse på $\delta^{13}\text{C}$ (Jørkov *et al.* 1824-1829). Forbehandlingens påvirkning er dog ikke i nærheden af at kunne forklare den diakrone forskel, der ses.

De middelalderlige isotopdata udviser en relativ større variation ($\sigma = 0,6$ for $\delta^{13}\text{C}$ og $\sigma = 0,8$ for $\delta^{15}\text{N}$) end de vikingetidige. Analyse materialet fra den middelalderlige gravplads Ahlgade 15-17 i Holbæk. Gravpladsen lå i tilknytning til kirken, viet til de søfarendes helgen St. Nicolai. Kirkegården var i brug fra ca. 1100-1573 e. Kr. og havde over 700 begravelser (Koch 1997, 449-457). Der er altså tale om gravlagte fra én og samme lokalitet, som det er tilfældet med Galgedil. At variationen er større i materialet fra Holbæk, kan dels forklares ud fra, at der ses en tendens til mere marin føde og variationen i isotopværdierne for de marine fødeemner er større end hvad der er tilfældet med de terrestriske. Det kan også skyldes, at der i Holbæk er tale om en klar kristen begravelsesskik og dermed er der større sikkerhed for, at hele populationen er gravlagt på kirkegården. I den forbindelse er det vigtigt at pointere, at der i det middelalderlige materiale ikke ses individer med så markant lave $\delta^{15}\text{N}$ -værdier som de tre individer tolket som trælle.

I det middelalderlige materiale er det tilmed interessant at se samme tendens til kostforskelle mellem mænd og kvinder. Forskellen er særlig markant i $\delta^{15}\text{N}$, der dog er lidt problematisk helt at vurdere på grund af risiko for graviditetseffekt (afsnit 6.2.1. og 6.2.2.). Forskellen i $\delta^{13}\text{C}$ mellem mænd og kvinder er dog statistisk signifikant ($p = 0,0088$. Se også Bilag 36), om end ikke helt så tydeligt som det var tilfældet i isotopresultaterne fra Galgedil (afsnit 6.2.2.). Til trods for, at der fra vikingetid til

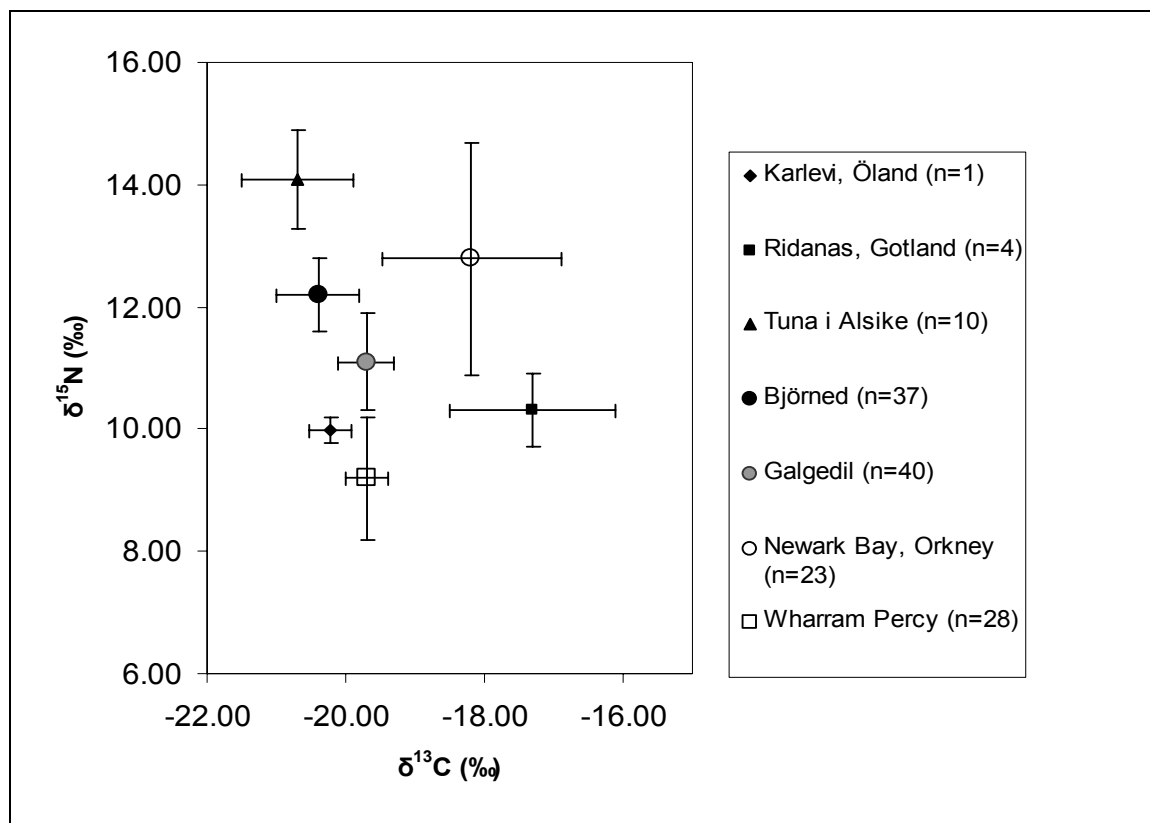
middelalder sker kostændringer, er der tilsyneladende kontinuitet i nogle af de kulturelle normer, der ligger bagom madvanerne. I materialet fra middelalderen ses der også en svag tendens til, at kvindernes kostsammensætning er mere homogen end mændenes. Dog er forskellen i standardafvigelse ikke helt af samme størrelse som i tilfældet med Galgedil. Dette kan skyldes en gradvis, men langsommere opløsning af de kønsrelaterede kostnormer relativ til den mere overordnede diakrone udvikling i kosten. Forskellen kan dog også skyldes den store kontekstuelle forskel. Galgedil er et eksempel på en landbebyggelse og middelaldermaterialet er fra Holbæk.

Ved at sammenligne isotopresultaterne med data fra andre tidsperioder, understreges det endnu en gang, hvor meget de tre individer fra dobbeltbegravelserne afviger fra resten af populationen. Ud fra isotopsammensætningen er disse tre individer mere sammenlignelige med data fra neolitisk materiale.

6.3.2. Synkrone sammenligninger

For at sammenligne omtrent samtidige isotopdata med resultaterne fra Galgedil har jeg søgt efter isotopanalyser, udført dels i løbet af de seneste år, dels af laboratorier, hvor der er tradition for at anvende ultrafiltrering i forbehandlingen. Det er nødvendigt for at begrænse komplikationerne ved at sammenligne resultater fra flere forskellige områder – og ikke mindst fra forskellige isotoplaboratorier.

Galgedil indtager pladsen midt mellem de andre lokaliteter. Det kan eventuelt pege på, at de gravlagtes kost på Galgedil i regelen ikke har haft proportionelt store andele af nogle af de fødeemner, der ligger i de isotopmæssige yderpunkter af kostspekteret. Data fra de enkelte lokaliteter er i Figur 44 vist ved angivelse af middelværdi og standardafvigelse. Derfor er trællenes lave $\delta^{15}\text{N}$ -værdier ikke anskueliggjort her. De er dog sammenfaldende med værdierne fra Wharram Percy, der er en landsbybebyggelse. I sammenligning af de begravede i Wharram Percy med engelske urbane samfund, menes de at have haft en mere jævn og knap så varieret kost (Müldner & Richards 2005, 39-48). Synkrone sammenligninger er dog svære, at sammenligne, da mere regionale og lokale forhold kan influere isotopværdierne. Den spredning, der ses i de enkelte datasæt er dog mere ligetil at sammenligne indbyrdes. De største spredninger ses i populationer med et sandsynligt væsentligt input af ferskvandsfisk eller marin føde (hhv. Tuna i Alsike samt Gotland og Orkney). De aquatiske miljøer er isotopmæssigt mere komplekse og udviser større forskelle individerne imellem, hvorfor dette billede af synkrone forhold ikke overrasker.



Figur 44. Synkron sammenligning af udvalgte lokaliteter, generelt og bredt dateret til perioden fra yngste germanske jernalder til tidligste middelalder fra Orkney (Richards et al. 2006, 122-131), nordlige England (Kosiba et al. 2007, 394-411) og forskellige lokaliteter i Sverige (Andersson 2006; Arvidsson 1999; Kanstrup 2004; Kosiba et al. 2007, 394-411). Data er vist som middelværdi ± standardafvigelse.

6.4. Opsummering

Helt overordnet viser isotopresultaterne, at de gravlagte på Galgedil i kosthenseende ikke er en helt homogen population. Spredningen tyder dog ikke på de helt store variationer med undtagelse af enkelte individer, der skiller sig ud.

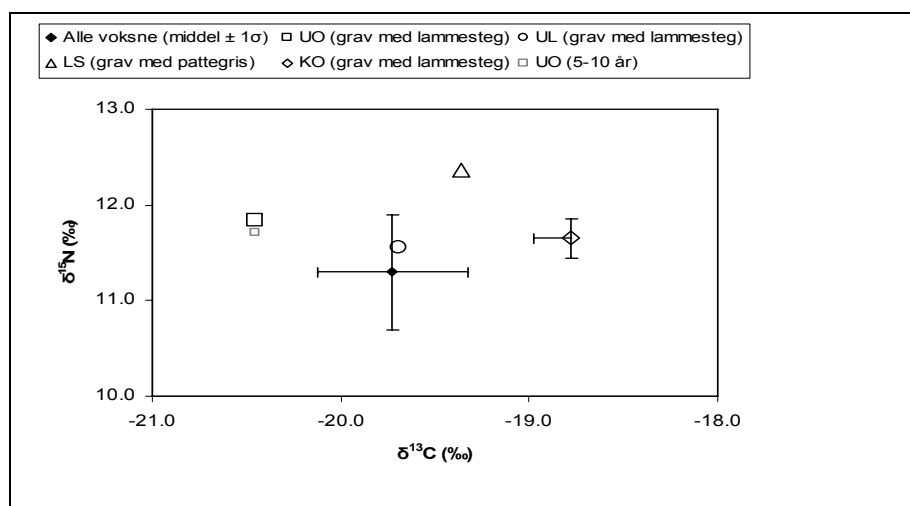
De vigtigste resultater i forbindelse med kostrekonstruktion er påvisningen af, at den marine andel i vikingetidens kost ligger højere, end hvad der er forventet ud fra fund af samtidigt arkæozoologisk materiale. Desuden er det sandsynliggjort, at også fjerkræ kan have betydet mere i den gennemsnitlige daglige kost i vikingetiden, end de arkæologiske faunafund umiddelbart vidner om. Knogler fra fjerkræ må derfor, på linie med fiskeknogler, antages at være stærkt underrepræsenteret i det arkæologiske fundmateriale.

I den intra-individuelle analyse er det påvist, at enkelte individer, udviser reelle kostomlægninger, hvilket kan tyde på, at der er tale om tilflyttere. Mest tydeligt ses dette ved individet gravlagt i TA. Foruden at give udsagn om enkelte individers mere

markante kostvariationer har den intra-individuelle analyse peget på en klar tendens til, at kvindernes $\delta^{15}\text{N}$ værdier falder fra 5-10 års alderen til de sidste 10-15 leveår. Der kan være tale om et fysiologisk fænomen, der skyldes graviditeter. I denne problematik mener jeg, der foreligger et stort, uprøvet forskningspotentiale.

Den individuelle analyse viser, at der er tale del om kostforskel mellem kvinder og mænd, dels om forskel i den indbyrdes variation for børn og voksne. Børn har mindre kostmæssige variationer, hvilket er i overensstemmelse med variationen i kvindernes isotopværdier. Desuden er der påvist store individuelle forskelle mellem individerne begravet i dobbeltbegravelser. Særligt tre individer begravet i dobbeltbegravelser har markant forskellige isotopværdier i forhold til den gennemsnitlige population, hvad kvælstof angår. Det mest sandsynlige er derfor at opfatte disse individer som trølle med en ganske anderledes kost end normen. Havde det ikke været netop for dobbeltbegravelserne på gravpladsen havde dette segment af befolkningen ikke været repræsenteret i materialet. Dette er vigtigt i diskussionerne om, hvad de førkristne gravpladser egentlig er udtryk for, og om det tilkom alle at blive begravet.

Diskussionerne om, hvad gravskik og gravgaver er udtryk for, har inspireret mig til at vurdere isotopværdierne for de individer, der er gravlagt med dyr, med resten af populationen (Figur 45). Af de fire tilfælde, hvor den gravlagte har fået et madoffer med i graven, skiller de tre sig ganske vist ud fra middelværdi og standardafvigelse. Det er dog kun manden i grav LS, der med sikkerhed kan siges at have en gennemsnitlig kost, der med stor sandsynlig har haft en andel af pattegris. Mandens madgave synes her sandsynligvis at afspejle en reel og betydelig del af kosten og ikke blot ”manipulerende” gravsymbolik. Det er straks mere vanskeligt at komme med sikre og kvalificerede udsagn om de andre eksempler.



Figur 45. Værdierne for de gravlagte, der har fået et madoffer med som gravgave eller proviant til rejsen hinsides. Til sammenligning

I den diakrone, komparative gennemgang af isotopdata fra danske isotopprojekter understreges det igen, at de tre trælle fra dobbeltbegravelser skiller sig markant ud. Kostmæssig er de meget mere lig de neolitiske individer end de samtidige vikinger.

Den synkrone, komparative sammenligning af isotopdata fra yngre jernalder og vikingetid/tidligste middelalder fra svenske, norske og britiske isotopanalyser viser tydelige regionale forskelle. Der ses også tydelige forskelle i den spredning der er i de enkelte datasæt. Tendensen er, at standardafvigelserne er størst i de populationer, hvor isotopværdierne indikerer en større marin fødeandel.

7. Konkluderende bemærkninger og sammenfatning

Dette konferensspeciale er et interdisciplinært studie, hvor de stabile isotoper af kulstof (C) og kvælstof (N) analyseres med henblik på at vurdere metodens relevans for koststudier. Derudover anvendes resultaterne, der regnes som direkte vidnesbyrd om den gennemsnitlige kost, til at rekonstruere kosten for de gravlagte ved Galgedil i vikingetiden. Helt specifikt er der foretaget systematisk prøveudtagning fra en færdigudgravet og veldokumenteret gravplads, Galgedil, på Nordfyn.

De mere specifikke analyseresultater fra Galgedil er dernæst vurderet i forhold til mere generelle og oversigtlige gennemgange af kosten i vikingetiden. Det har eksempelvis været muligt ud fra isotopanalyser, at komme med et mere kvalificeret bud på, hvor stor den marine fødebestanddel har været. Som mulige fødeemner er der desuden foretaget isotopanalyser af materiale fra et eksemplar af hhv. gås og høne. Resultaterne er overraskende med usædvanligt høje værdier for $\delta^{15}\text{N}$, særligt for hønens vedkommende. Fjerkræ kan således være en mulig forklaring på det humane materiales relativt høje $\delta^{15}\text{N}$ -værdier. I forhold til isotopresultaternes informationer tyder det på, at fjerkræ er undervurderet i det eksisterende kendskab til vikingetidens kost. Dog er det arkæozoologisk påpeget, at der netop fra og med vikingetiden anes en tendens til at større racer af høns fremavles (Aaris-Sørensen 1998, 204). Denne udvikling understreger og sandsynliggør, at høns i løbet af vikingetiden spillede en øget rolle i kosten.

De høje $\delta^{15}\text{N}$ -værdier kan også indikere, at animalske fødeemner har spillet en endnu større rolle end traditionelt antaget. Det er dog problematisk ud fra isotopanalyser alene at udlede dette. Når hyppigheden af referencer til forskellige fødeemner i de gamle nordiske myter og familiesagaer gøres op, er det dog også her tydeligt, at animalsk føde er dominerende (Isaksson 2007, 294-298). Her kan kombinationen af arkæologi med isotopanalyser sandsynliggøre, at det ikke kun er på det symbolske plan, animalsk føde synes at have haft en fremtrædende rolle. Dermed ikke sagt at kornprodukter ikke har betydet noget. Op i middelalderen viser værdisættelsen på korn tydeligt, at korn ikke var ringeagtet. En okse var fire tønder korn værd, og $\frac{1}{2}$ kg oksekød kunne udløse 1 kg brødkorn. Hvede var desuden dobbelt så dyrt som byg og rug, der igen var dobbelt så dyrt som havre. Trods ringe foldudbytte dengang var Danmark dog kornrigt i forhold til resten af Skandinavien, hvilket har været gunstigt for eksportmulighederne (Kjersgaard [1978], 31ff).

Ud fra isotopanalyserne har det også været muligt, at rekonstruere den mere gennemsnitlige og generelle kost (vanen), men også afsløre markante afvigere. Trods en forholdsvis lille spredning i isotopværdierne (de markante afvigere undtaget), er standardafvigelserne lige akkurat store nok til at indikere, at der er reelle kostvariationer mellem individerne. Dette er interessant i og med, når det erkendes, at madkultur kan have spillet en aktiv rolle i samfundet. Socialantropologiske studier har påpeget, at mad og anvendelsen af mad kan anvendes aktivt i forbindelse med at udtrykke samhørighed og/eller distance mellem kulturelle og sociale grupperinger (afsnit 2.2.1).

Isotopanalyser har i dette specialeprojekt bidraget med information om kost på både populationsniveau og individerne imellem. Det er blandt andet påvist, at kvinder og børns kostsammensætning er meget lig hinanden. Desuden er kvinder og mænds kost signifikant forskellige. Med isotopanalyserne er enkelte individers kostmæssige livshistorie desuden undersøgt. Her skiller enkelte individer sig markant ud, og der kan være tale om mulige tilflyttere. Den intra-individuelle analyse har desuden medvirket til at rette yderligere fokus på den fysiologiske effekt, graviditeter muligvis har på kvinders isotopsammensætning.

Jeg har fået foretaget yderligere fem ^{14}C dateringer i forbindelse med dette specialeprojekt for at få en bedre dateringsramme for gravpladsen. Dette har betydning i diskussionen af, hvad gravpladsen er udtryk for. Dateringerne viser nemlig en tendens til, at gravene i den mere centrale del af pladsen er ældre end de mere perifere. Der ser således ud til at være tale om en form for horisontal stratigrafi. Undtagelsesvis er der dog en perifer brandgrav, dateret til 900-tallet. Dateringsmaterialet er desuden udvalgt for at vurdere den marine reservoirkorrektion, der traditionelt anvendes ved AMS ^{14}C laboratoriet. Associeret humant og 100 % terrestrisk materiale fra samme grav er dateret og er i indbyrdes god overensstemmelse, hvilket validerer den anvendte reservoirkorrektion.

Analyser af stabile isotoper lyder umiddelbart meget teknisk, og må også siges at være teknisk specialiseret forskning, men resultaterne heraf er et væsentlig bidrag til rekonstruktionen af det forhistoriske menneskes liv (Katzenberg 2000, 305). Overordnet set har jeg med dette specialeprojekt ønsket at fokusere på det store potentiale, der ligger i analyser af de stabile isotoper af kulstof og kvælstof. Metoden har dog også visse begrænsninger, der ligeledes er vigtige at pointere. Som så ofte er der i arbejdsprocessen dukket nye muligheder op, som kunne være interessante at forfølge,

særlig spørgsmål angående metodeudvikling. Dette må afvente mere tid og, endnu vigtigere, flere forskningsmidler.

Der kan eksempelvis være spændende perspektiver i at anvende Monte-Carlo-metoden i yderligere bestræbelser på at udføre beregninger på kvantitative estimeringer af de respektive fødebestanddele i et multi-bestanddels kostsystem (Heinemeier *et al.* 2006, poster). Herved kan mulige kostscenarier bedre bedømmes og helt usandsynlige kostsammensætninger kan udelukkes. I dette specialeprojekt er det en svaghed, at der ikke indgår flere eksempler på fjerkræ, der kan understøtte værdierne set ved de få analyserede eksemplarer. Desuden ligger de fleste isotopværdier midt mellem de mulige ekstremer i kostsystemet. Flere forskellige mulige fremsatte kostscenarier vil da fremstå som omtrent lige sandsynlige og afhjælper dermed ikke med sikkerhed de tolkningsproblemer, der blev påvist i afsnittene om kostrekonstruktion. Forsøget kan dog gøres i fremtidige bestræbelser på at øge udsagnsværdien af de foreslåede kostscenarier, der blev præsenteret i afsnit 6.1.

Ud fra sammenligningen af isotopresultater fra individer gravlagt i dobbeltbegravelserne, er der tydeligvis klare perspektiver i at tage yderligere prøver fra dobbeltgravene fra Galgedilgravpladsen. Det gælder bl.a. dobbeltgraven UD, hvis ene knogleprøve er anvendt til ^{14}C datering og dermed har været igennem en anderledes forbehandling. Derfor kan resultaterne fra de to individer her ikke direkte sammenlignes. Noget af forskellen kan skyldes den dårlige bevaring af netop dette knoglemateriale. En langt mindre del af forskellen kan som påvist tidligere skyldes forbehandlingsmetoden. Udover udtagning af prøver fra gravlagte i UD, ville der også være perspektiver i at tage prøver fra de to gravlagte i dobbeltgraven, udgravet af Albrechtsen tilbage i 1954. Materialet fra denne grav blev i første omgang fravalgt, idet den geografiske placering umiddelbart ikke fremgik af de digitaliserede oversigtsplaner. Med påvisningen af store kostmæssige forskelle mellem de gravlagte i dobbeltgrave, vil det dog være interessant at se, om det også gør sig gældende ved denne dobbeltgrav. Dernæst bør andre lokaliteter med dobbeltgrave og velbevaret knoglemateriale underkastes lignende undersøgelser for bedre og mere kvalificeret at pege på, at der er tale om en generel tendens og ikke bare et lokalt tilfælde på Nordfyn.

Påvisningen af gravlagte med markant anderledes kost, og tolkningen, at dette er udtryk for trælle, problematiserer hvad gravpladsen er udtryk for. Individerne med markant anderledes kost er fundet i forbindelse med dobbeltgravene. Dette tyder på, at der her er et udsnit af befolkningen, som man ellers ikke ser på førkristne gravpladser

generelt. Denne udlægning bør dog testes ved at udføre flere systematiske isotopanalyser af gravpladser af omtrent samme størrelse som Galgedilgravpladsen.

Dateringsmæssigt er det vigtigt at påpege, at der fremover ligger spændende muligheder i at datere flere grave, hvor det er muligt at datere på associeret humant og 100 % terrestrisk materiale. Derudover er det bemærkelsesværdigt, at dateringsresultaterne viser, at der er tale om relativt yngre grave end den arkæologiske datering af pladsen. Her vil det være interessant at ^{14}C datere enkelte af de grave, der indeholder mere snævert daterbare genstande. Hermed vil dateringsrammen af gravpladsen blive væsentlig forbedret.

8. English summary

Graves and especially inhumation graves with well preserved skeletal remains hold a vast amount of archaeological information. Viking Age graves are by no means an exception. Besides information about sex, age, height, overall health and pathological condition, information about average diet is also imbedded in the chemical and isotopic signature of the skeleton.

At Galgedil, on Northern Funen, a gravesite with more than 50 graves have been excavated and examined. The subsequent investigation of this site includes anthropological studies and analyses of trace elements (strontium) and aDNA. With the systematic investigation of the isotopic composition of the skeletal remains, presented in my final thesis I contribute to the knowledge about diet and thus add to the knowledge of the buried Vikings.

The aim of this thesis is to contribute to the reconstruction of Viking Age diet based on the skeletal material from the Galgedil site. The dietary study is based on the method of isotopic analysis. In my investigation furthermore I compare the evidence from the isotopic analysis with more traditionally retrieved archaeological information about food and diet in the Viking Age. The dietary study aims to assess whether the buried Vikings at Galgedil diet-wise constitute a homogenous population. The isotopic data is examined due to the possible identification of dietary variation at three different levels: 1) the intra-individual level (life history), 2) the inter-individual level (in relation to sex, height and status) and 3) the population level. This examination is done to gain a more qualified understanding of Viking Age gastronomy.

An additional and interconnected part of the thesis is radiocarbon dating of five additional samples. The dating chapter deals with matters of calibration and reservoir correction.

The existing knowledge of - and traditional archaeological approaches towards dietary analysis are mainly based on indirect source material, that better describes menu. There are a few examples of archaeological sources, such as stomach contents and fecies, that offer direct evidence about actual meals, but these are problematic due to difficulties in determining what they actually represent. Stable isotope analysis of bone collagen is a direct indicator of the average diet and of dietary patterns. The term Gastronomy means

“The study of eating and drinking well”. In this thesis, I use the term merely to emphasize that dietary studies is more than just about the actual menu, ingredients, recipe and meal. Dietary studies deals with the norms and variations within the entire sphere of food and the cultural aspects of food and eating.

Theories about food perception and cultural aspects of food are borrowed from sociology and anthropological research. Here, it is stressed, that food is much more than just nutrients and energy needed by humans. Eating customs are affected by culturally norms, and at the same time, food can be actively used to solidify group membership and/or to set groups apart. Food is a means to communicate social identity.

The stable isotopes of carbon (C) and nitrogen (N) is analyzed by mass spectrometry. The method of reconstructing prehistoric diet based on isotopic analysis utilizes the fact that certain different food sources have distinct isotopic compositions. Knowledge about isotopic diet to tissue fractionation enables researchers to take as fact that “you are what you eat”, though with some modifications. With carbon it is possible to distinguish between marine and terrestrial food. Nitrogen reflects the trophic level of food. The marine environment has a reservoir age, and reliable dietary reconstructions may in some instances be a prerequisite for a good radiocarbon age determination.

I set out to demonstrate the great potential of stable isotope analysis. First and foremost, the method offers a qualitative assessment, but attempts to deduct quantitative estimations are also seen. During the process of the project, I also came across some limitations of the method, which must be taken into consideration when the overall potential of stable isotope analysis is evaluated.

In this thesis I also contribute with a methodological comment concerning evaluation of the influence of preparation method.

By conducting five additional radiocarbon dates, it has become apparent that there is a tendency towards horizontal stratification, where the oldest burials are situated at the centre of the site and the younger are more peripheral. In the radiocarbon dating part of this thesis I test the usual reservoir correction undertaken at the Aarhus AMS ^{14}C Dating Centre and find it to be valid. The combination of radiocarbon dating and the archaeological findings shows that the duration of the grave site was longer than initial presumed.

The consumption of marine resources is in general moderately higher than expected from the faunal evidence of food consumption in the Viking Age. I also suggest that poultry likewise is an underestimated food source in dietary studies.

The isotopic data indicate that the Vikings buried at Galgedil do not diet-wise constitute a homogenous population. A few individuals are clearly outliers and they are considered to represent slaves. Men and women have significantly different isotopic values, but the values of women and children are more alike. It is my conclusion, that the women and children are firmly rooted to the rural settlement, whereas men are not, probably due to a combination of geographically mobility and division of labour.

Despite the limitations of the method and the challenge of the interpretation of the results from the isotope analyses, this thesis demonstrates the vast potential of applying this kind of systematic investigation to skeletal remains.

Finally, I wish to stress that the kind of interdisciplinary study done in this project has to be considered as an important supplement to the existing approaches for dietary analysis in general.

With the future combination and integration of the isotopic data, along with awaiting results from trace element and aDNA analysis, there is a unique opportunity to shed light on diet, way of life and well-being in the most qualified way. The results from my research are prone to contribute to the specific knowledge about the buried Vikings at the Galgedil site and to the contemporary research within Viking Age society.

9. Litteratur

- Aaris-Sørensen, K. 1998. *Danmarks forhistoriske dyreverden*. 3. udgave ed. [Kbh.]: Gyldendal.
- Ambrose, S. 2000. Controlled Diet and Climate Experiments on Nitrogen Isotope Ratios of Rats. I: *Biogeochemical approaches in paleodietary analysis*. Red. S. Ambrose & M. A. Katzenberg. 243-259. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Ambrose, S. H. 1993. Isotopic Analysis of Paleodiets: Methodological and Interpretive Considerations. I: *Investigations of Ancient Human Tissue*. Red. M. K. Sanford, 59-130. Philadelphia: Gordon and Breach Science Publishers.
- Ambrose, S. H. 1990. Preparation and Characterization of Bone and Tooth Collagen for Isotopic Analysis. *Journal of Archaeological Science* 17: 431-451.
- Ambrose, S. H. & L. Norr. 1993. Experimental evidence for the relationship of the carbon isotope ratios of whole diet and dietary protein to those of bone collagen and carbonate. I: *Prehistoric human bone: Archaeology at the Molecular Level*. Red. J. Lambert, G. Grupe, 1-37. Berlin: Springer-Verlag.
- Andersen, S. T. 1967. Kvartærtiden. Istider og Mellemistider. I: *Danmarks natur : Bind 1. Landskabernes Opståen*. Red. A. Nørrevang, T. J. Meyer & T. W. Böcher, 199-250. [Kbh.]: Politikens Forlag.
- Andersen, S. H. 1989. Fra jæger til bonde. Den ældste bondekultur i Danmark. I: *Bondefrigørelse. Dansk landbrug i fortid, nutid og fremtid*. Red. J. Andersen, T. Bekker-Nielsen & O. Fenger, 13-28. Aarhus: Aarhus Universitetsforlag.
- Andersen, T. 2007. *Datering af fortiden: om det første danske kulstof-14 laboratorium*. Aarhus: Aarhus Universitetsforlag.
- Andersson, K. 2006. *Diet och Identitet*. CD uppsats., Arkeologiska forskningslaboratorium, Stockholms Universitet.
- Armelagos, G., M. Alcorn, D. Martin & D. P. Vangerven. 1989. Factors affecting elemental and isotopic variation in prehistoric human skeletons. I: *The Chemistry of Prehistoric Human Bone*. Red. T. D. Price, 230-244. Cambridge: Cambridge University Press.
- Arneborg, J. 1999. Nordboliv i Grønland. I: *Dagligliv i Danmarks middelalder : en arkæologisk kulturhistorie*. Red. E. Roesdahl, 352-372. [Kbh.]: Gyldendal.
- Arneborg, J., J. Heinemeier, N. Lynnerup, H. L. Nielsen, N. Rud & A. E. Sveinbjørnsdottir. 1999. Change of diet of the Greenland Vikings determined from stable carbon isotope analysis and C-14 dating of their bones. *Radiocarbon* 41: 157-168.
- Arnold, M. 2006. *The Vikings : culture and conquest*. London: Hambledon Continuum.

- Arvidsson, M. 1999. *Kön, släktskap och diet. Molekulära analyser av individerna på båtgravfältet i Tuna i Alsike. CD-uppsatser i Laborativ Arkeologi 98/99 Del 1*. Stockholm: Arkeologiska Forskningslaboratoriet, .
- Atkinson, P. 1983. Eating Virtue. I: *The sociology of food and eating*. Red. A. Murcott, 9-17. Aldershot: Gower.
- AUD 1989. Udgravninger 1988. *Arkæologiske udgravninger i Danmark 1988*: 117.
- AUD 2001. Udgravninger 2000. *Arkæologiske udgravninger i Danmark 2000*.
- AUD 2005. Udgravninger 2004. *Arkæologiske udgravninger i Danmark 2004*.
- AUD 2006. Udgravninger 2005. *Arkæologiske udgravninger i Danmark 2005*.
- Bada, J. L., A. Schimmelmann & M. J. Schoeninger. 1989. Isotopic fractionation during peptide bond hydrolysis. *Geochimica et Cosmochimica acta* 53: 3337-3341.
- Bæksted, A. & J. P. Schjødt. 2001. *Nordiske guder og helte*. 3. udgave. Kbh.: Politiken.
- Balasse, M., H. Bocherens & A. Mariotti. 1999. Intra-bone Variability of Collagen and Apatite Isotopic Composition Used as Evidence of a Change of Diet. *Journal of Archaeological Science* 26: 593-598.
- Barrett, J., C. Johnstone, J. Harland, W. Van Neer, A. Ervynck, D. Makowiecki, D. Heinrich, A. K. Hufthammer, I. B. Enghoff, C. Amundsen, J. S. Christiansen, A. K. G. Jones, A. Locker, S. Hamilton-Dyer, L. Jonsson, L. Lõugas, C. Roberts & M. Richards. 2008. Detecting the medieval cod trade: a new method and first results. *Journal of Archaeological Science*, 35: 850-861.
- Bennike, P. 1985. *Palaeopathology of Danish skeletons : a comparative study of demography, disease and injury*. Copenhagen: Akademisk Forlag.
- Bjørn, C., T. Dahlerup, S. P. Jensen & E. Helmer Pedersen. 1988. *Det danske landbrugs historie. 4000 f. Kr. - 1536*. [Odense]: Landbohistorisk Selskab.
- Bogaard, A., T. H. E. Heaton, P. Poulton & I. Merbach. 2007. The impact of manuring on nitrogen isotope ratios in cereals: archaeological implications for reconstruction of diet and crop management practices. *Journal of Archaeological Science* 34: 335-343.
- Buck, C. E., W. G. Cavanagh & C. D. Litton. 1996. *Bayesian approach to interpreting archaeological data*. Chichester: Wiley.
- Callmer, J. 1986. To stay or to move: Some aspects of settlement dynamics in southern Sweden. *Meddelanden från Lunds Universitets Historiska Museum* 1985-1986.
- Chisholm, B. S. 1989. Variation in diet reconstruction based on stable carbon isotopic evidence. I: *The Chemistry of Prehistoric Human Bone*. Red. T. D. Price, 10-37. Cambridge: Cambridge University Press.

- Christensen, L. 2005. Nye vikingetidsgrave fra Galgedil i Otterup. *Sletten. Årsskrift for nordfynsk lokal- og kulturhistorie*: 46-53.
- Christensen, T. & N. Lynnerup. 2004. Kristendommen i Danmark før 1050. I: *Kristendommen i Danmark før 1050*. Red. N. Lund f.1939, 258. [Roskilde]: Roskilde Museum.
- Christoffersen, J. & E. Porsmose. 1996. Fiskeri og havjagt. I: *Atlas over Fyns kyst i jernalder, vikingetid og middelalder*. Red. O. Crumlin-Pedersen, E. Porsmose & H. Thrane, 161-160. Odense: Odense Universitetsforlag.
- Clark, I. D., 1954- & P. Fritz 1937-. 1999. *Environmental isotopes in hydrogeology*. Reprint Red. Boca Raton, FL: CRC Press/Lewis Publishers.
- Commisso, R. G. & D. E. Nelson. 2007. Patterns of plant $\delta^{15}\text{N}$ values on a Greenland Norse farm. *Journal of Archaeological Science*, 34: 440-450.
- Cook, G. T., C. Bonsall, R. E. M. Hedges, K. McSweeney, V. Boronean & P. B. Pettitt. 2001. A freshwater diet-derived ^{14}C reservoir effect at the Stone Age sites in the Iron Gates Gorge. *Radiocarbon* 43: 453-460.
- Crumlin-Pedersen, O., E. Porsmose & H. Thrane, Red. 1996. *Atlas over Fyns kyst i jernalder, vikingetid og middelalder*. Odense: Odense Universitetsforlag.
- Deniro, M. J. 1987. Stable Isotopy and Archaeology. *American Scientist* 75: 182-191.
- Deniro, M. J. 1985. Postmortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction. *Nature* 317: 806-809.
- Douglas, M. 2004. *Purity and danger : an analysis of the concepts of pollution and taboo*. Repr. Red. London: Routledge.
- Douglas, M., Red. 1984. *Food in the social order: studies of food and festivities in three American communities*.
- Eggen, S., B. Natvig & J. Gasemyr. 1994. Variation in torus palatinus prevalence in Norway. *Scandinavian Journal of Dental Research* 102: 54-59.
- Eisenschmidt, S. 1994. *Kammergräber der Wikingerzeit in Altdänemark*. Bonn: Rudolf Habelt.
- Enghoff, I. B. 2005. Dyreknogler fra vikingetidens Viborg. I: *Viborg Sønder sø 1018-1030. Arkæologi og naturvidenskab i et værstedsområde fra vikingetid*. Red. Iversen, M. et al. Jysk Arkæologisk Selskabs Skrifter 52, Viborg Stiftsmuseums skriftrække bind 3., 239-270. Højbjerg: Viborg Stiftsmuseum, Jysk Arkæologisk Selskab.
- Enghoff, I. B. 2005. Fisk og fiskeri. I: *Tårnby. Gård og landsby gennem 1000 år*. Red. M. S. Kristiansen. Jysk Arkæologisk selskabs skrifter 54., 469-478. Højbjerg: Jysk Arkæologisk Selskab.

- Enghoff, I. B. 2000. Fishing in the Southern North Region from the 1st to the 16th century AD: Evidence from Fish Bones. *Archaeofauna* 9: 59-132.
- Enghoff, I. B. 1999. Fishing in the Baltic region from the 5th century BC to the 16th century AD: Evidence from Fish Bones. *Archaeofauna* 8: 41-85.
- Enghoff, I. B. 1994. Fishing in Denmark during the Ertebølle period. *International Journal of Osteoarchaeology* 4: 65-96.
- Eriksson, G. 2003. *Norm and difference. Stone Age dietary practice in the Baltic region*. Doctoral dissertation., Archaeological Research Laboratory, Stockholm University.
- Ethelberg, P. 2003. Gården og landsbyen i jernalder og vikingetid (500 f.Kr. - 1000 e.Kr.). I: *Det sønderjyske landbrugs historie : jernalder, vikingetid og middelalder*. Red. P. Ethelberg, 123-373. Haderslev: Haderslev Museum og Historisk Samfund for Sønderjylland.
- Fischer, A., J. Olsen, M. Richards, J. Heinemeier, Á E. Sveinbjörnsdóttir & P. Bennike. 2007. Coast-inland mobility and diet in the Danish Mesolithic and Neolithic: evidence from stable isotope values of humans and dogs. *Journal of Archaeological Science*, 34: 2125-2150.
- Friedrich, W. L., B. Kromer, M. Friedrich, J. Heinemeier, T. Pfeiffer & S. Talamo. 2006. Santorini Eruption Radiocarbon Dated to 1627-1600 B.C. *Science* 312: 548.
- Fuller, B. T., J. L. Fuller, D. A. Harris & R. E. M. Hedges. 2006. Detection of Breastfeeding and weaning in modern human infants with carbon and nitrogen stable isotope ratios. *American Journal of Physical Anthropology* 129: 279-293.
- Fuller, B. T., J. L. Fuller, N. E. Sage, D. A. Harris, T. C. O'Connell & R. E. M. Hedges. 2004. Nitrogen balance and $\delta^{15}\text{N}$: why you're not what you eat during pregnancy. *Rapid Communication in Mass Spectrometry* 18: 2889-2896.
- Gjellerup, K. A. 2001. *Den ældre Eddas Gudesange*. [Kbh.]: Sesam.
- Gotfredsen, A. B. 2005. Husdyrhold og jagt - pattedyr og fugle. I: *Tårnby. Gård og landsby gennem 1000 år*. Red. M. S. Kristiansen. Jysk Arkæologisk selskabs skrifter 54., 447-468. Højbjerg: Jysk Arkæologisk Selskab.
- Grewe, R. & C. B. Hieatt. 2001. *Libellus de arte coquinaria : an early northern cookery book*. Tempe: Arizona Center for Medieval and Renaissance Studies.
- Grøn, O., A. H. Krag & P. Bennike. 1994. *Vikingetidsgavpladser på Langeland*. Rudkøbing: Langelands Museum.
- Grupe, G., U. Dreses-Werringloer & F. Parsche. 1993. Initial Stages of Bone Decomposition: Causes and Consequences. I: *Prehistoric Human Bone. Archaeology at the Molecular Level*. Red. J. B. Lambert, G. Grupe, 257-274. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Hambro Mikkelsen, P. 1995 (1994). Arkæozoologiske og arkæobotaniske undersøgelser af bopladsmateriale fra ældre jernalder. *LAG* 5: 73-114.

- Hansson, A. 1997. *On plant food in the Scandinavian Peninsula in Early Medieval Times*. Stockholm: Archaeological Research Laboratory, Stockholm University.
- Hardt, N. 2003. Jernalderen og vikingetidens landbrug. I: *Det sønderjyske landbrugs historie : jernalder, vikingetid og middelalder*. Red. P. Ethelberg, 17-122. Haderslev: Haderslev Museum og Historisk Samfund for Sønderjylland.
- Harild, J. A., D. E. Robinson & J. Hudlebusch. 2007. New Analyses of Grauballe Man's Gut Contents. I: *Grauballe Man : an Iron Age bog body revisited*. Red. P. Asingh, N. Lynnerup, 155-187. Højbjerg: Jutland Archaeological Society.
- Härke, H. 1997. The Nature of Burial Data. I: *Burial & Society. The Chronological and Social Analysis of Archaeological Burial Data*. Red. C. K. Jensen, K. Høilund Nielsen, 19-27. Aarhus Universitetsforlag.
- Hatting, T. 1999. Husdyrene. I: *Dagligliv i Danmarks middelalder*. Red. E. Roesdahl, 110-110-123. [Kbh.]: Gyldendal.
- Hedeager, L. & K. Kristiansen. 1988. Oldtid O. 4000. F. Kr. - 1000 e. Kr. I: *Det danske landbrugs historie. 4000 f. Kr. - 1536*. Red. C. Bjørn, T. Dahlerup, S. P. Jensen & E. Helmer Pedersen, 11-203. [Odense]: Landbohistorisk Selskab.
- Hedges, R. E. M. & L. M. Reynard. 2007. Nitrogen isotopes and the trophic level of humans in archaeology. *Journal of Archaeological Science*, 34: 1240-1251.
- Heier-Nielsen, S., J. Heinemeier, H. L. Nielsen & N. Rud. 1995. Recent reservoir ages for danish fjords and marine waters. *Radiocarbon* 37: 875-882.
- Heinemeier, J., S. Heier-Nielsen & N. Rud. 1993. Danske AMS 14C dateringer, Århus 1992. *Arkæologiske udgravninger i Danmark 1992*: 291-298.
- Helbæk, H. 1971 (1970). Da rugen kom til Danmark. *KUML Årbog for Jysk Arkæologisk Selskab* 1970: 279-296.
- Helbæk, H. 1958. Grauballemandens sidste måltid. *KUML Årbog for Jysk Arkæologisk Selskab* 1958: 83-116.
- Henriksen, M. B. 1997. Fiskeri og kystjagt på Nordfyn i jernalder, vikingetid og tidlig middelalder. *Sletten. Årsskrift for nordfynsk lokal- og kulturhistorie*: 5-14.
- Henriksen, M. B. 1994. Vikinger på Fyns Hoved. *Fynske Minder*: 181-191.
- Heron, C. & R. P. Evershed. 1993. The Analysis of Organic Residues and the Study of Pottery Use. I: *Archaeological method and theory, Vol. 5*. M. B. Schiffer. Tucson: University of Arizona Press.
- Hillson, S. 1996. *Dental anthropology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Holmberg, B. 1996. Stednavne som historisk kilde. I: *Atlas over Fyns kyst i jernalder, vikingetid og middelalder*. Red. O. Crumlin-Pedersen, E. Porsmose & H. Thrane, 53-60. Odense: Odense Universitetsforlag.

- Isaksson, S. 2007. From Feasting Freebooters to Fasting Fiars? Continuity and change in the Culture of Food during the Transition from Late Iron Age to the Early Medieval Period in Sweden. I: *Cultural interaction between east and west. Archaeology, artefacts and human contacts in northern Europe*. ed. U. Fransson, 294-298. Stockholm: .
- Iversen, J. 1967. Naturens udvikling siden sidste istid. I: *Danmarks natur : Bind 1. Landskabernes Opståen*. Red. A. Nørrevang, T. J. Meyer & T. W. Böcher, 345-445. [Kbh.]: Politikens Forlag.
- Iversen, M., Jysk Arkæologisk Selskab & Viborg Stiftsmuseum. 2005 *Viborg Sønder sø 1018-1030 : arkæologi og naturvidenskab i et værkstedsområde fra vikingetid*. Højbjerg: Jysk Arkæologisk Selskab, .
- Jacobsen, J. A., Red. 2001. *Fynske jernalderboplader, Bind 2, Odense herred*. Skrifter fra Odense Bys Museer. Vol. 1.2. Odense: Odense Bys Museer.
- Jenkins, S. G., S. T. Partridge, T. R. Stephenson, S. D. Farley & C. T. Robbins. 2001. Nitrogen and carbon isotope fractionation between mothers, neonates, and nursing offspring. *Oecologia* 129: 336-341.
- Jennbert, K. 1985. Neolithisation - a Scanian Perspective. *Journal of Danish Archaeology* 4: 196-197.
- Jensen, J. 2004. *Danmarks Oldtid, bd. 4. Yngre jernalder og vikingetid 400-1050 e.Kr.* Gyldendal.
- Jørkov, M. L. S. 2007. *Drinking With the Rich and Dining With the Poor in Roman Iron Age Denmark*.
- Jørkov, M. L. S., J. Heinemeier & N. Lynnerup. Evaluating bone collagen extraction methods for stable isotope analysis in dietary studies. *Journal of Archaeological Science* 34: 1824-1829.
- Kanstrup, M. 2004. *Studie i senneolitisk diæt. Analyse af stabile kulstof- og kvælstofisotoper i skeletmateriale fra Ölandske grave. CD-Uppsatser i Laborativ Arkeologi 2003/2004, Stockholms Universitet*. Stockholm: Arkeologiska Forskningslaboratoriet, .
- Katzenberg, M. A. 2000. Stable Isotope Analysis: A Tool for Studying Past Diet, Demography, and Life History. In *Biological Anthropology of the Human Skeleton*. Red. M. A. Katzenberg, S. R. Saunders, 305-305-327. Canada/USA: Wiley-Liss.
- Kieffer-Olsen, J. 1997. Christianity and Christian Burial. The religious background, and the transition from paganism to Christianity, from the perspective of a churchyard archaeologist. In *Burial & Society. The Chronological and Social Analysis of Archaeological Burial Data*. Red. C. K. Jensen, K. Høilund Nielsen, 185-189. Aarhus: Aarhus Universitetsforlag.
- Kjersgaard, E. [1978]. *Mad og øl i Danmarks middelalder*. Kbh.: Nationalmuseet.

- Klitgaard, S. 2000. Otterup anno 800. *Sletten. Årsskrift for nordfynsk lokal- og kulturhistorie*: 13-13-18.
- Knudsen, K. L., M. Houmark-Nielsen & N. Noe-Nygaard. 2006. Klimaets naturlige variationer. In *Naturen i Danmark. Bd. 2. Geologien*. Red. G. Larsen, K. Sand-Jensen & T. Fenchel, 237-253. København: Gyldendal.
- Koch, H. D. 1997. Sammenfatning: Resultaterne af den arkæologiske udgravning . I: *Ahlgade 15-17, Holbæk : en arkæologisk og historisk undersøgelse fra 1200 til nutiden (= Aarbøger for Nordisk Oldkyndighed og Historie 1994-95)*. Red. E. Asmussen. Vol. 1994-95, 449-457. København: Det Kongelige Nordiske Oldskriftselskab.
- Kosiba, S. B., R. H. Tykot & D. Carlsson. 2007. Stable isotopes as indicators of change in the food procurement and food preference of Viking Age and Early Christian populations on Gotland (Sweden). *Journal of Anthropological Archaeology*, 26: 394-411.
- Laale, P., M. Jensen & A. Hansen. 1966. *Peder Laales Gammeldanske Ordsprog med sideløbende oversættelse til nydansk af Aage Hansen*. (Tr. i Ringkjøbing): Privattræk.
- Larsen, M. 1943. *Den ældre Edda og Eddica minora I*. København: (1943).
- Lidén, K., A. Olsson, G. Eriksson & A. Angerbjörn. (2003). Nitrogen Isotope analysis of deciduous teeth: a tool for tracing weaning patterns. *manuscript (submitted to Proceedings of the Royal Society, series B.)*.
- Longin, R. 1971. New method of collagen extraction for radiocarbon dating. *Nature* 230: 241-242.
- Lovell, N. C., D. E. Nelson & H. P. Scharcz. 1986. Carbon isotope ratios in palaeodiet: Lack of sex or age effect. *Archaeometry* 28: 51-65.
- Madsen, T. 1987 (1986). Where did all the Hunters go? An Assessment of an Epoch-Making Episode in Danish Prehistory. *Journal of Danish Archaeology* 5 (1986): 229-239.
- Mahler, D. 1981. Hunter's Storage Famer's birth. *Kontaktstencil* 19: 51-61.
- Malinowski, B. & J. G. Frazer. 1922. *Argonauts of the Western Pacific : An account of native enterprise and adventure in the archipelagoes of Melanesian New Guinea*. London, New York: .
- Mays, S. 1998. *The archaeology of human bones*. London: Routledge.
- Mennell, S., A. Murcott & A. H. Van Otterloo. 1992. *The sociology of food. eating, diet and culture*. London: Sage.
- Mintz, S. W. & C. M. D. Bois. 2002. The Anthropology of Food and Eating. *Annual Review of Anthropology* 31: 99-119.

- Møhl, U. 1971. Et knoglemateriale fra Vikingetid og Middelalder i Århus. I: *Århus Sønder vold : En byarkæologisk undersøgelse*. Red. H. H. P. J. C. Andersen, H. J. Madsen, 319-329. Kbh.: Gyldendal i komm.
- Müldner, G. & M. P. Richards. 2005. Fast or feast: reconstructing diet in later medieval England by stable isotope analysis. *Journal of Archaeological Science* 32: 39-48.
- Murcott, A. 1988. Sociological and Social Anthropological Approaches to food and Eating. *World Review of Nutrition and Dietetics* 55: 1-40.
- Murcott, A. 1983. *The sociology of food and eating. essays on the sociological significance of food*. Aldershot: Gower.
- Näsman, U. 2006. Danerne og det danske kongeriges opkomst. Om forskningsprogrammet "Fra Stamme til Stat i Danmark". *KUML*: 205-241.
- Nielsen, L. B. & M. Runge. 2007. Usædvanlige gravpladser fra bronzealder og vikingetid i Tietgen Byen, Odense Sydøst. *Fynboer og Arkæologi*: 2-20.
- Noe-Nygård, N. 1988 (1987). Taphonomy in Archaeology. *Journal of Danish Archaeology* 6: 7-52.
- Odgaard, B. 2006. Fra Bondestenalder til Nutid. I: *Naturen i Danmark. Bd. 2. Geologien*. Red. G. Larsen, K. Sand-Jensen & T. Fenchel, 333-359. København: Gyldendal.
- Olsen, J. *Stable isotope mass spectrometry and AMS dating applied to a multi-proxy climate record from the Bliden Lake, Denmark*.
- Pate, F. D. 1994. Bone Chemistry and paleodiet. *Journal of Archaeological Method and Theory* 1: 161-209.
- Petersen, J. 1919. *De norske vikingesverd : En typologisk-kronologisk studie over vikingetidens vaaben*. Kristiania: .
- Peterson, B. J. & B. Fry. 1987. Stable isotopes in ecosystem studies. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18: 293-320.
- Pollard, A. M. 1998. Archaeological reconstruction using stable isotopes. I: *Stable Isotopes: integration of biological, ecological and geochemical processes*. Red. H. Griffiths, 285-285-301. Oxford: BIOS Scientific Publishers Limited.
- Pollard, A. M. & L. Wilson. 2001. Global Biogeochemical Cycles and Isotope Systematics - How the World Works. I: *Handbook of Archaeological Sciences*. Red. D. R. Brothwell, A. M. Pollard, 191-201. Chichester, New York: J. Wiley.
- Porsmose, E. 1996. Historiske kilder. I: *Atlas over Fyns kyst i jernalder, vikingetid og middelalder*. Red. O. Crumlin-Pedersen, E. Porsmose & H. Thrane, 43-52. Odense: Odense Universitetsforlag.

- Porsmose, E. 1988. Middelalder O. 1000-1536. I: *Det danske landbrugs historie. 4000 f. Kr. - 1536*. Red. C. Bjørn, T. Dahlerup, S. P. Jensen & E. Helmer Pedersen, 205-417. [Odense]: Landbohistorisk Selskab.
- Price, T. D. 1989. Bones, chemistry, and the human past. I: *The Chemistry of Prehistoric Human Bone*. Red. T. D. Price, 1-9. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ramsey, C. B., J. Van Der Plicht & B. Weninger. 2001. 'WIGGLE MATCHING' RADIOCARBON DATES. 43: 381-389.
- Ramsey, C. B., T. Higham, A. Bowles & R. Hedges. 2004. Improvements to the Pretreatment of Bone at Oxford. *Radiocarbon* 46: 155-163.
- Ramskou, T. 1974. *Stegt og kogt i Danmarks oldtid*. Kbh.: Nationalmuseet.
- Randsborg, K. 1980. *The Viking age in Denmark : the formation of a state*. London: Duckworth.
- Reid, D. J. & A. D. Beynon. 1998. Histological reconstruction of dental development in four individuals from a medieval site in Picardie, France. *Journal of human evolution* 35: 463-477.
- Renfrew, C. & P. Bahn. 1996. *Archaeology : theories, methods and practice*. 2. London: Thames & Hudson.
- Richards, M. P., B. T. Fuller & R. E. M. Hedges. 2001. Sulphur isotopic variation in ancient bone collagen from Europe: implications for human palaeodiet, residence mobility, and modern pollutant studies. *Earth and Planetary Science Letters* 191: 185-190.
- Richards, M. P., B. T. Fuller & T. I. Molleson. 2006. Stable isotope palaeodietary study of humans and fauna from the multi-period (Iron Age, Viking and Late Medieval) site of Newark Bay, Orkney. *Journal of Archaeological Science* 33: 122-131.
- Richards, M. P., R. E. M. Hedges, T. I. Molleson & J. C. Vogel. 1998. Stable isotope analysis reveals variations in human diet at the Poundbury Camp cemetery site. *Journal of Archaeological Science* 25: 1247-1252.
- Roesdahl, E. 1999 *Dagligliv i Danmarks middelalder : en arkæologisk kulturhistorie*. [Kbh.]: Gyldendal, .
- Roesdahl, E. 1987. *Vikingernes verden : vikingerne hjemme og ude*. [Kbh.]: Gyldendal.
- Roesdahl, E. 1980. *Danmarks vikingetid*. [Kbh.]: Gyldendal.
- Rud, M. 2006. *Bayeux-teppet og slaget ved Hastings 1066 [Bayeux tapetet og slaget ved Hastings 1066]*. 2. udgave. [Kbh.]: Christian Ejlers.
- Sawyer, P. H. 1962. *The age of the vikings*. London: Edward Arnold.

- Schiffer, M. B. 1987. *Formation processes of the archaeological record*. Albuquerque, NM: University of New Mexico Press.
- Schoeninger, M. J. 1989. Reconstructing prehistoric human diet. I: *The Chemistry of Prehistoric Human Bone*. Red. T. D. Price, 38-67. Cambridge: Cambridge University Press.
- Schutkowski, H. 2006. *Human ecology : biocultural adaptations in human communities*. Tyskland: Springer.
- Sealy, J. 2001. Body Tissue Chemistry and Palaeodiet. I: *Handbook of Archaeological Sciences*. Red. D. R. Brothwell, A. M. Pollard, 269-279. Chichester, New York: J. Wiley.
- Sealy, J., R. Armstrong & C. Schrire. 1995. Beyond lifetime averages: tracing life histories through isotopic analysis of different calcified tissues from archaeological human skeletons. *Antiquity* 69: 290-300.
- Sellebold, Berit Jansen, Ulla Lund Hansen og Jørgen Balslev Jørgensen. 1984. *Iron Age Man in Denmark (=Nordiske fortidsminder, serie B, bind 8)*. Vol. III. Cph.: Einar Munksgaard.
- Skaarup, B. 1999. Mad og køkkenkunst. I: *Dagligliv i Danmarks middelalder*. Red. E. Roesdahl, 124-124-149. [Kbh.]: Gyldendal.
- Skovhus Thomsen, M. 1989. C-14 datering med en tandemaccelerator. I: *Arkæologiske Udgravninger i Danmark 1989*. Red. Rigsantikvarens Arkæologiske Sekretariat, 61-70. Skjern: Det Arkæologiske Nævn 1990.
- Skovmand, S. 2003. *Politikens verdenshistorie*. 1. udgave. [Kbh.]: Gyldendals Bogklubber.
- Smed, P. 1978. *Det fynske landskab*. Brenderup: Geografforlaget.
- Sørensen, A. C., f. 1957, Vikingskibshallen i Roskilde, Nationalmuseet & Kerteminde egnens Museer. 2001. *Ladby : a Danish ship-grave from the Viking Age*. Roskilde: The Viking Ship Museum in Roskilde.
- Stos-Gale, Z. A. 1995. Isotope Archaeology - A Review. I: *Science and site: evaluation and conservation. The archaeological sciences conference 1993; proceedings of the conference held 8-10 September 1993 at Bournemouth University*. Red. J. Beavis, K. Barker, 12-28. Dorset: Bournemouth University School of Conservation Sciences.
- Stuiver, M. & G. W. Pearson. 1992. Calibration of the 14C time scale, 2500-5000BC. I: *Radiocarbon Dating after Four Decades: An Interdisciplinary Perspective*. Red. R. E. Taylor, A. Long & R. S. Kra, 19-33. New York: Springer-Verlag.
- Svart Kristiansen, M. & Jysk Arkæologisk Selskab. 2006 *Tårnby : gård og landsby gennem 1000 år*. Højbjerg: Jysk Arkæologisk Selskab, .

- Tauber, H. 1993. Dateringsmetoder. I: *Da klinger i muld... 25 års arkæologi i Danmark*. Red. S. Hvass, B. Storgaard, 40-43. Alligåbro: Aarhus Universitetsforlag.
- Tauber, H. 1989. Stabile isotoper sladrer om forhistoriske kostvaner. *Naturens Verden*: 258-265.
- Tauber, H. 1981. ^{13}C evidence for dietary habits of prehistoric man in Denmark. *Nature* 292: 332-333.
- Tauber, H. 1981. Kostvaner i forhistorisk tid - belyst ved C-13 målinger. I: *Det Skabende Menneske*. Red. R. Egevang, 112-126. København: Nationalmuseet.
- Tauber, H. 1976. Kulstof-14 metoden - resultater og udvikling. *Naturens Verden*: 415-424.
- Teuteberg, H. J. 1992. *European food history. a research review*. Leicester: Leicester University Press.
- van Klinken, G. J. 1999/6. Bone Collagen Quality Indicators for Palaeodietary and Radiocarbon Measurements. *Journal of Archaeological Science* 26: 687-695.
- Wilson, A. S., M. P. Richards, B. Stern, R. C. Janaway, A. M. Pollard & D. J. Tobin. 2007. Information on Grauballe Man from his Hair. I: *Grauballe Man : an Iron Age bog body revisited*. Red. P. Asingh, N. Lynnerup, 188-195. Højbjerg: Jutland Archaeological Society.
- Wood, R. C. 1995. *The sociology of the meal*. Edinburgh: Edinburgh University Press.

Madkultur - vane og variation
Koststudier baseret på isotopanalyser af skeletmateriale fra
vikingetidsgravpladsen Galgedil på Nordfyn

≈

Gastronomy - Norm and Variation
Dietary studies based on isotope analyses of skeletal remains from
Viking age graves at Galgedil on Nordfunen

Appendix

Marie Kanstrup

Årskortnummer: 19960810
Prøve 6. Konferensspeciale
Vejleder: Mads Kähler Holst
Afleveringsdato: 14. februar 2008

AFDELING FOR FORHISTORISK ARKÆOLOGI, AARHUS UNIVERSITET
STUDIEORDNINGEN FOR MAGISTERKONFERENSEN, SEPTEMBER 1997

Bilag 1. Tabel over arkæologisk anvendte isotoper (efter Ambrose 1993 og Pollard 1998: Table 17.1., med egne tilføjelser)

Grundstof	Isotop rate	Naturlig isotop forekomst (%)	Materiale *	Anvendelse	Henvisninger
Brint	$^2\text{H}/^1\text{H}$	$^1\text{H} = 99,985$ $^2\text{H} = 0,015$	Vand, organisk materiale	Klima (og plante-vand metabolisme)	Xiahong & Epstein 1988
Kulstof	$^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$	$^{12}\text{C} = 98,89$ $^{13}\text{C} = 1,11$ ^{14}C	Organisk materiale, karbonater, mineraliseret væv, jord og CO_2	Datering, kost, planters vandudnyttelse, klima, habitat og proveniens (elfenben og marmor)	Vogel & van der Merve 1977 Van Klinken <i>et al.</i> 1994 Lidén 1995 Van der Merve <i>et al.</i> 1990 Sealy <i>et al.</i> 1995
Kvælstof	$^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$	$^{14}\text{N} = 99,633$ $^{15}\text{N} = 0,366$	Organisk materiale, jord, opløst NO_3^- og NH_3^+ samt grundvand	Kost, "nitrogen fixation pathways", dyrs vandudnyttelse, klima og grundvandsforurening samt gødskning og prospektering	Van der Merve <i>et al.</i> 1990 Sealy <i>et al.</i> 1995 Bogaard <i>et al.</i> 2007 Commisso <i>et al.</i> 2007
Ilt	$^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$	$^{16}\text{O} = 99,759$ $^{17}\text{O} = 0,037$ $^{18}\text{O} = 0,204$	Vand, mineraliserede og sedimentære fosfater samt karbonater, silikater og organisk materiale	Klima, planter og dyrs vandmetabolisme, hav temperatur, proveniens (marmor) og kronostratigrafi	Herz 1992
Svovl	$^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$	$^{32}\text{S} = 95,00$ $^{33}\text{S} = 0,76$ $^{34}\text{S} = 4,22$ $^{36}\text{S} = 0,014$	Organisk materiale, kulbrinter?? (hydrocarbons) Sulfater og sedimenter	Kost, forurening og proveniens	Gale <i>et al.</i> 1988 Richards <i>et al.</i> 2001 Andersson 2006
Strontium	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$^{84}\text{Sr} = 0,56$ $^{86}\text{Sr} = 9,86$ $^{87}\text{Sr} = 7,02$ $^{88}\text{Sr} = 82,56$	Knogler og tænders mineralske del, sedimenter og havvand	Kost, trofiniveau, proveniens og datering	Ericson 1985 Vogel <i>et al.</i> 1990 Price <i>et al.</i> 1994
Bly	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{204}\text{Pb} = 1,4$ $^{206}\text{Pb} = 24,1$ $^{207}\text{Pb} = 22,1$ $^{208}\text{Pb} = 52,4$	Geologisk materiale, metaller, silikater, biomineraler og miljøprøver	Proveniens og forureningskilde, (fx blyforgiftning via kosten)	Brill & Wampler 1967 Budd <i>et al.</i> 1995 Molleson <i>et al.</i> 1986 Stos-Gale 1995

* Organisk materiale dækker her: cellulose, collagen, lipider, kitin og tørv

Supplerende litteraturliste til Bilag 1.

- Andersson, K. 2006. *Diet & Identitet. Analyser av kol-, kväve- och svavelisotoper på individer från det kristna senvikingatida gravfältet i Björned, Torsåkers socken, Ångermanland*. CD-Uppsats i Laborativ Arkeologi 2005/2006. Stockholms Universitet.
- Bogaard, A.; Heaton, T.H.E.; Poulton, P. & I Merbach, 2007. The impact of manuring on nitrogen isotope ratios in cereals: archaeological implications for reconstruction of diet and crop management practices. *Journal of Archaeological Science* Vol. 34. 335-343.
- Brill, R.H. & J.M. Wampler 1967. Isotope studies of ancient lead. *American Journal of Archaeology* 71. 63-77.
- Budd, P.; Haggerty, R.; Pollard, A.M.; Scaife B. & R.G. Thomas 1995. Rethinking the quest for provenance. *Antiquity* 70. 168-174.
- Commisso, R.G. & D.E. Nelson 2007. Patterns of plant $\delta^{15}\text{N}$ values on a Greenland Norse farm. *Journal of Archaeological Science*, Vol. 34. 440-450.
- Ericson, J.E. 1985. Strontium isotope characterisation in the study of prehistoric human ecology. *Journal of Human Evolution*, Vol. 14. 503-514.
- Gale, N.H.; Einfalt, H.C.; Hubberten, H.W. & R.E. Jones 1988. The Sources of Mycenaean Gypsum. *Journal of Archaeological Science*, Vol. 15. 57-72
- Herz, N. 1992. Provenance determination of Neolithic to Classical Mediterranean marbles by stable isotopes. *Archaeometry* 34(2). 185-194.
- Lidén, K. 1995. *Prehistoric diet transitions: an archaeological perspective*. Stockholm.
- Molleson, T.I.; Eldridge, D. & N. Gale 1986. Identification of lead sources by stable isotope ratios in bones and lead from Poundbury Camp, Dorset. *Oxford Journal of Archaeology*, Vol. 5, Issue 2. 249-253
- Price, T.D.; Grupe, G & P. Schröter 1994. Reconstruction of migration patterns in the Bell Beaker period by stable strontium isotope analysis. *Applied Geochemistry* 9. 413-417.
- Richards, M.P.; Fuller, B.T. & R.E.M. Hedges 2001. Sulphur isotopic variation in ancient bone collagen from Europe: implications for human palaeodiet, residence mobility, and modern pollutant studies. *Earth and Planetary Science Letters*, Vol. 191. 185-190.
- Sealy, J.; Armstrong, R. & C. Scire 1995. Beyond lifetime averages: tracing life histories through isotopic analysis of different calcified tissues from archaeological human skeletons. *Antiquity* 69. 290-300
- Stos-Gale, Z.A. Isotope Archaeology – A Review. I: Beavis & Barker (red.) *Science & Site*. Bournemouth University. Dorset
- van der Merve, N.J.; Lee-Thorp, J.A.; Thackeray, J.F.; Hall-Martin, A.; Kruger, F.J.; Coetzee, H.; Bell, R.H.V. & M. Lindeque 1990. Source-area determination of elephant ivory by isotopic analysis. *Nature* 346. 744-746.
- van Klinken, G.J.; van der Plicht, H. & R.E.M. Hedges. 1994. Bone $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratios reflect (palaeo-) climatic variation. *Geophysical Research Letters* 21. 445-448.
- Vogel, J.C. & van der Merve, N.J. 1977. Isotopic evidence for early maize cultivation in New York State. *American Antiquity* 42. 238-242.
- Vogel, J.C.; Eglinton, B. & J.M. Auer 1990. Isotope fingerprints in the elephant bone and ivory. *Nature* Vol. 346. 747-749
- Xiahong, F. & S. Epstein 1994. Climate Implications of an 8000-Year Hydrogen Isotope Time Series from Bristlecone Pine Trees. *Science, New Series*, Vol. 265, No. 5175 (Aug. 19, 1994). 1079-1081

Bilag 2. Udregninger af forskellige reservoirkorrekationer. Dels ved at anvende to forskellige mixing line modeller, dels ved at forsøge at modregne den lille systematiske forskel der er relativ til forbehandlingsmetode

AAR-nr.	a*			b*		
	BP	BC / AD		BP	BC / AD	
		1 σ	2 σ		1 σ	2 σ
10568	995 $\pm$ 36	992-1148 AD	982-1155 AD	927 $\pm$ 36	1043-1155 AD	1024-1185 AD
10569	1061 $\pm$ 35	903-1019 AD	895-1025 AD	1013 $\pm$ 35	984-1040 AD	901-1153 AD
10570	993 $\pm$ 33	994-1147 AD	985-1155 AD	941 $\pm$ 33	1033-1153 AD	1022-1165 AD
10571	1057 $\pm$ 30	907-1019 AD	896-1025 AD	997 $\pm$ 30	993-1117 AD	985-1154 AD

AAR-nr.	c*			d*		
	BP	BC / AD		BP	BC / AD	
		1 σ	2 σ		1 σ	2 σ
10568	919 $\pm$ 36	1043-1159 AD	1028-1207 AD	939 $\pm$ 36	1034-1153 AD	1020-1177 AD
10569	1001 $\pm$ 35	990-1118 AD	974-1155 AD	1025 $\pm$ 35	982-1030 AD	898-1149 AD
10570	929 $\pm$ 33	1042-1155 AD	1024-1178 AD	933 $\pm$ 33	1039-1154 AD	1023-1173 AD
10571	989 $\pm$ 30	1014-1148 AD	989-1154 AD	1009 $\pm$ 30	990-1035 AD	974-1152 AD

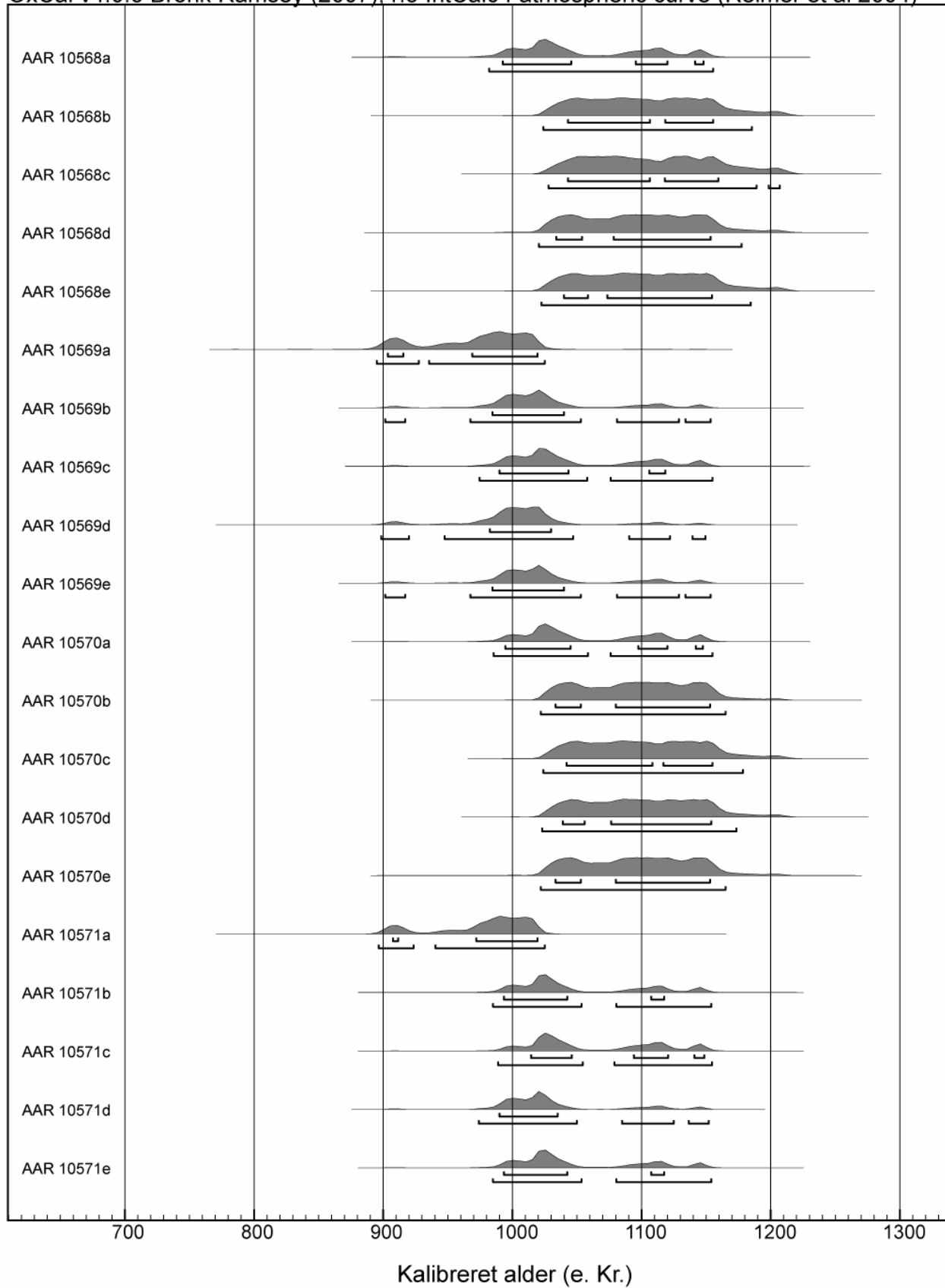
AAR-nr.	e*		
	BP	BC / AD	
		1 σ	2 σ
10568	931 $\pm$ 36	1040-1154 AD	1022-1184 AD
10569	1013 $\pm$ 35	984-1140 AD	901-1153 AD
10570	941 $\pm$ 33	1033-1153 AD	1022-1165 AD
10571	997 $\pm$ 30	993-1117 AD	985-1154 AD

*** Tabelsignatur:**

- a** Ukorrigeret dateringsresultat
- b** AAR-korrigeret dateringsresultat
- c** Korrektion med alternativ "Mixing line" model
- d** 0.3 ‰ korrektion af for positive værdier grundet forbehandling
- e** Kombination af c og d

Bilag 3. Kalibreringsresultaterne af beregningerne i Bilag 2.

OxCal v4.0.5 Bronk Ramsey (2007); r:5 IntCal04 atmospheric curve (Reimer et al 2004)



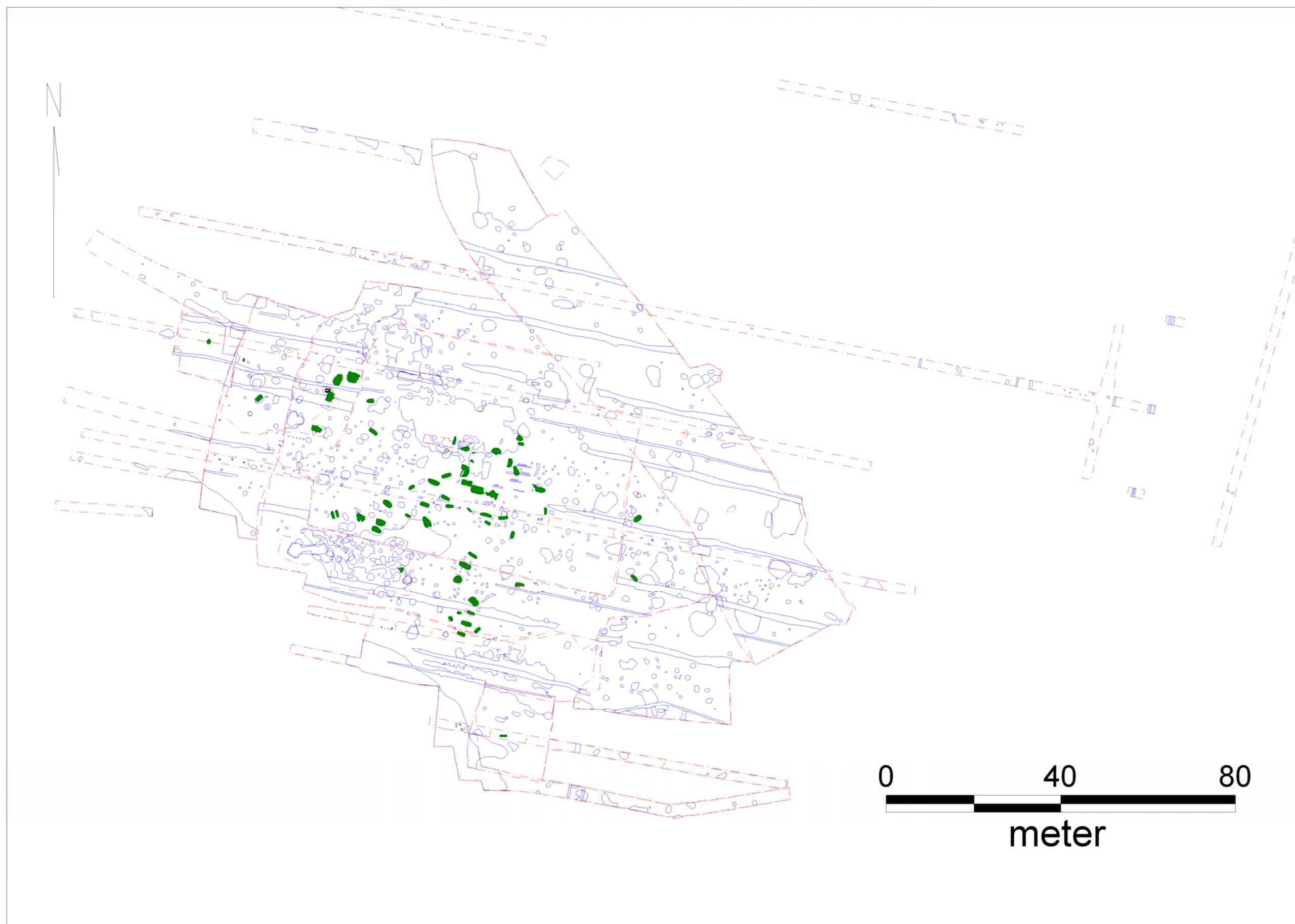
Grav	Antal gravlagte	Skelettets bevaring	Køn	Alder	Antropologiske bemærkninger	Arkæologiske oplysninger	¹⁴ C dateret	DNA	Sr
AA	1	Ukomplet	M	25-35	Mekanisk slid på fortænder	Jernkniv			
DS	1	Fragmenteret, dårligt bevaret	F	?	Emaljeforstyrrelse, karies	Mulige kistespor? To skålspænder			
KL	2	Fragmenteret	?	25-35	Emaljahypoplasi	Dobbeltgrav. Ikke nærmere bestemte jernfragmenter og et enkelt bronzefragment			
		Ukomplet	M	50	Gigt, tandtab				
KM	1	Ukomplet	F	Min 50	Emaljeforstyrrelse, karies	Mulige kistespor. Jernkniv			
KN	1	Fragmenteret, delvis dårligt bevaret	?			Jernnagle, brozestump			
KO	1	Komplet skelet	?	16		Lammesteg som madoffer, jernkniv, syl	Ja		
KQ	1	Ukomplet	?	Slut 50'erne	Gigt, svær tandsten, emaljeforstyrrelse	Jernkniv			
KR	1	Komplet skelet	M	Slut 40'erne		Jernkniv, muligt madoffer (enkelte dyrekogler)			
KT		Ingen humane knogler				Forstyrret grav			
KU	1	Komplet skelet	?	9					
LC	1	Ukomplet, meget fragmenteret	?	Voksen		Jernkniv			
LD	2	Ukomplet skelet med fragmenteret kranium	M	30-35	Emaljeforstyrrelse	Mulig kammergrav? Enkelte ikke nærmere bestemte jernfragmenter			
		Ukomplet skelet	?	15-16	Emaljeforstyrrelse				
LE		Ingen humane knogler				Forstyrret grav			
LS	1	Komplet skelet	M	35-45	Tandtab og tandsten	Pattegris som madoffer, slibesten af skiffer, jernkniv, ikke nærmere bestemt			
NL		Ingen humane knogler				Forstyrret. Nær NN og gamle "A"			
NM		Ingen humane knogler				Forstyrret. Nær NN og gamle "A"			

Grav	Antal gravlagte	Skelettets bevaring	Køn	Alder	Antropologiske bemærkninger	Arkæologiske oplysninger	¹⁴ C dateret	DNA	Sr
PA		Ingen humane knogler				Forstyrret. To ikke nærmere bestemte jernfragmenter			
PB	1	Komplet skelet	M	23-35		Kistespor? Forstyrret grav			
PF	1	Ukomplet	?	25-35	Gigt, mekanisk slid på fortænder				
QH		Ingen ubrændte humane knogler				Brandgrav/benhob. To perler, keramikskår. Muligvis fra yngre germansk jernalder			
QJ	1	Ukomplet, dårligt bevaret	?	6					
SB	1	Delvis komplet	M?	35-45	Lidt gigt, kraftig tandtab		Ja		
SG	1	Fragmenteret	F	Min 40	Karies, paradentose	Jernkniv, fragmenter af jernnøgle, ikke nærmere bestemte jernfragmenter			
SQ	1	Meget fragmenteret	M?	Min 45	Lidt tandtab	Knivspor?, jernkniv, ikke nærmere bestemt jernfragment			
TA	1	Komplet skelet	M	40-45	Gigt, tandtab, tandsten, karies	Hvæssesten			
TQ	1	Fragmenteret	F	35-45	Lidt karies	Ligger tæt op ad TR. To ikke nærmere bestemte jernfragmenter			
TR	2	Fragmenteret	M F	25-35 Min 30		Dobbeltgrav. Ligger tæt op ad TQ og er muligvis forstyrret af denne			
TT	1	Komplet	M	30-40 (35)	Tandslid, karies	Bronzeringnål, hvæssesten, fire ikke nærmere bestemte jerngenstande			
TY	1	Meget fragmenteret	?	Voksen		Jernnagle, jernbeslag, perle			
UB		Ingen humane knogler				Tvivlsom grav			
UD	2	Begge skeletter delvis komplette	F? M	Min 45 30-35	Lidt tandtab, karies Tandtab, karies	Dobbeltgrav. Manden: jernkniv og muligt madoffer. Andre ikke nærmere bestemte jernfragmenter i fylden	Ja		

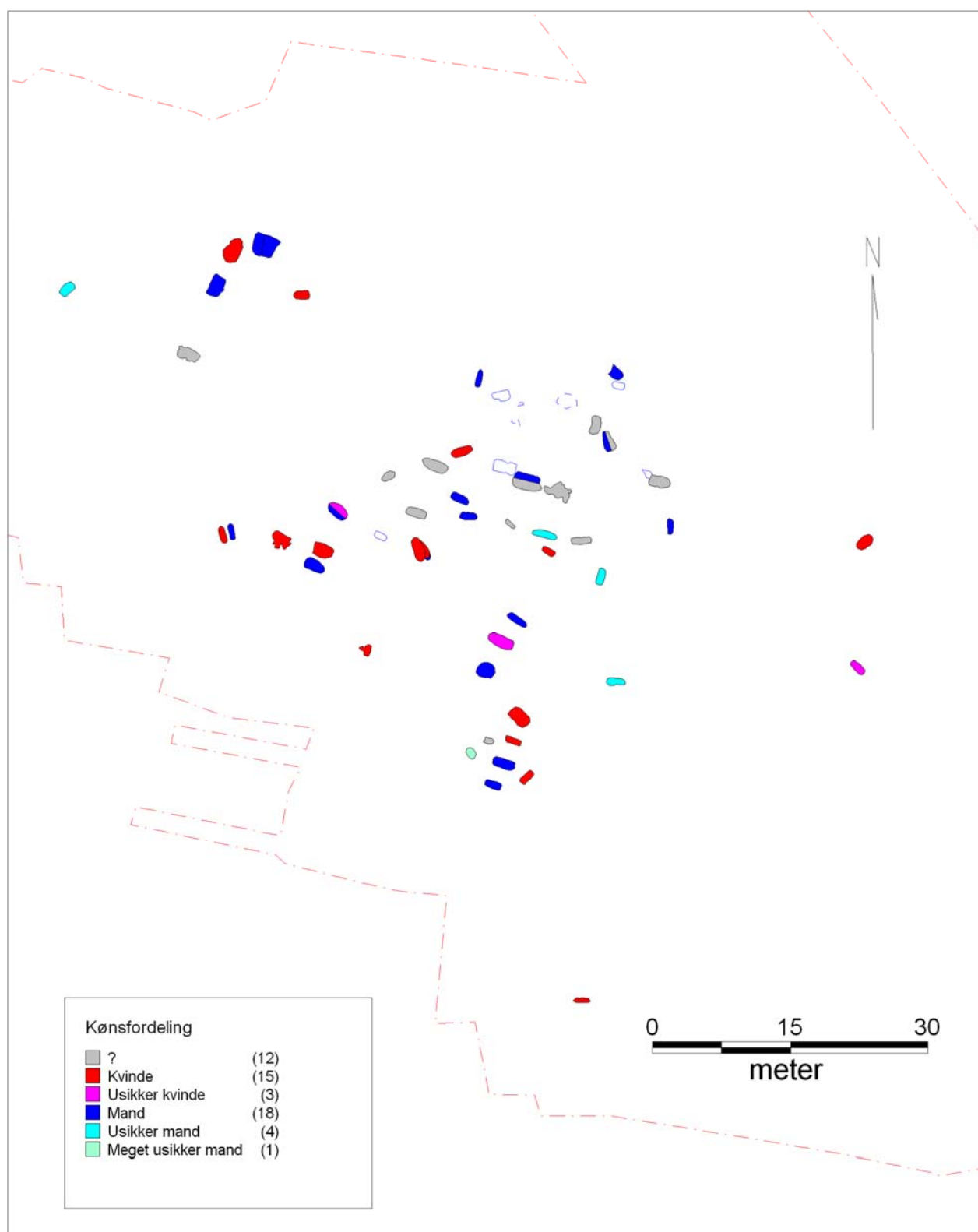
Grav	Antal gravlagte	Skelettets bevaring	Køn	Alder	Antropologiske bemærkninger	Arkæologiske oplysninger	¹⁴ C dateret	DNA	Sr
UK	1	Delvis komplet	F	35-45	Gigt, meget tandtab, tandbyld	Parallel med UL. Jernkniv, to perler			
UL	1	Komplet skelet	M	30	Gigt, tandsten, parodontose	Parallel med UK. økse, perle, jerngenstand, madoffer af får/ged.			
UN	1	Komplet skelet	F	30	Gigt, karies, emaljeforstyrrelser	Forstyrret. Kistespor. Parallel med UO. Nogle, trelliget fibel, to skålspænder, to			
UO	1	Komplet skelet	M	30	Gigt, tandslid, jernmangel	Parallel med UN. Jernkniv, jernspænde, ikke nærmere bestemt jernfragment,			
WG	2	Komplet skelet	?	Spælbarn	Gigt, tandtab, karies, hofteproblem	Gravlagt med et spælbarn			
			F	50					
XJ	2	Meget fragmenteret	?	Spælbarn		Fund af knogle fra spælbarn. 3-4 perler, jernkniv med sølvtrådsbevirket skaft			
			F	25					
XN		Spredte knogler				Usikker kontekst			
AJG	1	Let fragmenteret	F	20-30	Tandsten, agenesi	Jernkniv		Ja	Ja
AKJ	1	Lidt fragmenteret og forvitret overflade	F?	40-50	Lidt gigt, tandtab, karies	Jernkniv	Ja	Ja	
ALX	1	Fragmenteret skelet og forvitret overflade	M?	30-40	Tandsten, mekanisk slid på fortænder, agenesi	Jernkniv		Ja	Ja
ALY	1	Let fragmenteret	F	30-40	Gigt, karies, parodontose, tandsten				
ALZ	1	Meget fragmenteret, nedbrudt overflade	M	Min 45	Let tandsten, tandbyld, mekanisk slid på fortand, paréfraktur	Jernkniv			
AMA	1	Let fragmenteret	F	Min 50	Gigt, meget tandtab, tandsten, lidt karies	Kistespor? Jernkniv		Ja	

Grav	Antal gravlagte	Skelettets bevaring	Køn	Alder	Antropologiske bemærkninger	Arkæologiske oplysninger	¹⁴ C dateret	DNA	Sr
AMB	1	Meget fragmenteret, nedbrudt overflade	F	35-45		Jernkniv			
AMC	1	Fragmenteret, delvis forvitret overflade	F?	Min 45	Lidt karies, tandtab, tandsten	Jernkniv, muligt madoffer (enkelte endnu ikke bestemte små dyrekogler)			
AMD	1	Let fragmenteret, få knogledele		3½-4					
ANG	1	Meget fragmenteret, dårligt bevaret	M	35-45	Lidt gigt, emaljedefekter				
ANO	1	Let fragmenteret, få knogledele	M??	35-45				Ja	Ja
AQB	1	Meget få og forvitrede knogledele		Stort barn/ Voksen		Kistespor og en del jernnagler. Jernkniv, to jernringe, svedeN træstage eller spyd			
AQP	1	Meget fragmenteret, forvitret overflade	F	Min 45	Lidt gigt	Kistespor. Trefliget fibel, jernkniv		Ja	
AQQ	2	Rødt farvede skeletter, det unge individs skelet er velbevaret, det gamle individs skelet er mere forvitret, særligt tænderne	M	25-30	Lidt gigt, tandsten	Dobbeltgrav, kistespor og rigt gravudstyr, bl.a. er der observeret metalspor i panden på det ældre, primært gravlagte individ, mens det unge individ blot har en jernkniv		Ja	Ja
			M	Min 45	Gigt, tandsten			Nej	Nej
AXE	1	Velbevaret	M	Min 50	Gigt, tandtab, karies		Ja	Ja	
BER	1	Meget fragmenteret, nedbrudt overflade	M	Min 40	Karies, tandtab	Kistespor og jernnagler, -søm og hjørnebeslag. Bronzenål, hvæssten, jernkniv, muligt skrin		Nej	
BEW	1	½ skelet. Delvis forvitret overflade	M?	Voksen/ min 20	Gigt	Hvæssten, mulig jernkniv, ikke nærmere bestemt jernfragment	Ja	Nej	
BFQ	1	Let fragmenteret	F	50?	Gigt, tandtab, parodontose, karies, tandsten	Benkam, ravperle, glasperler, badespænde, mulig jernpincet	Ja	Ja	Ja

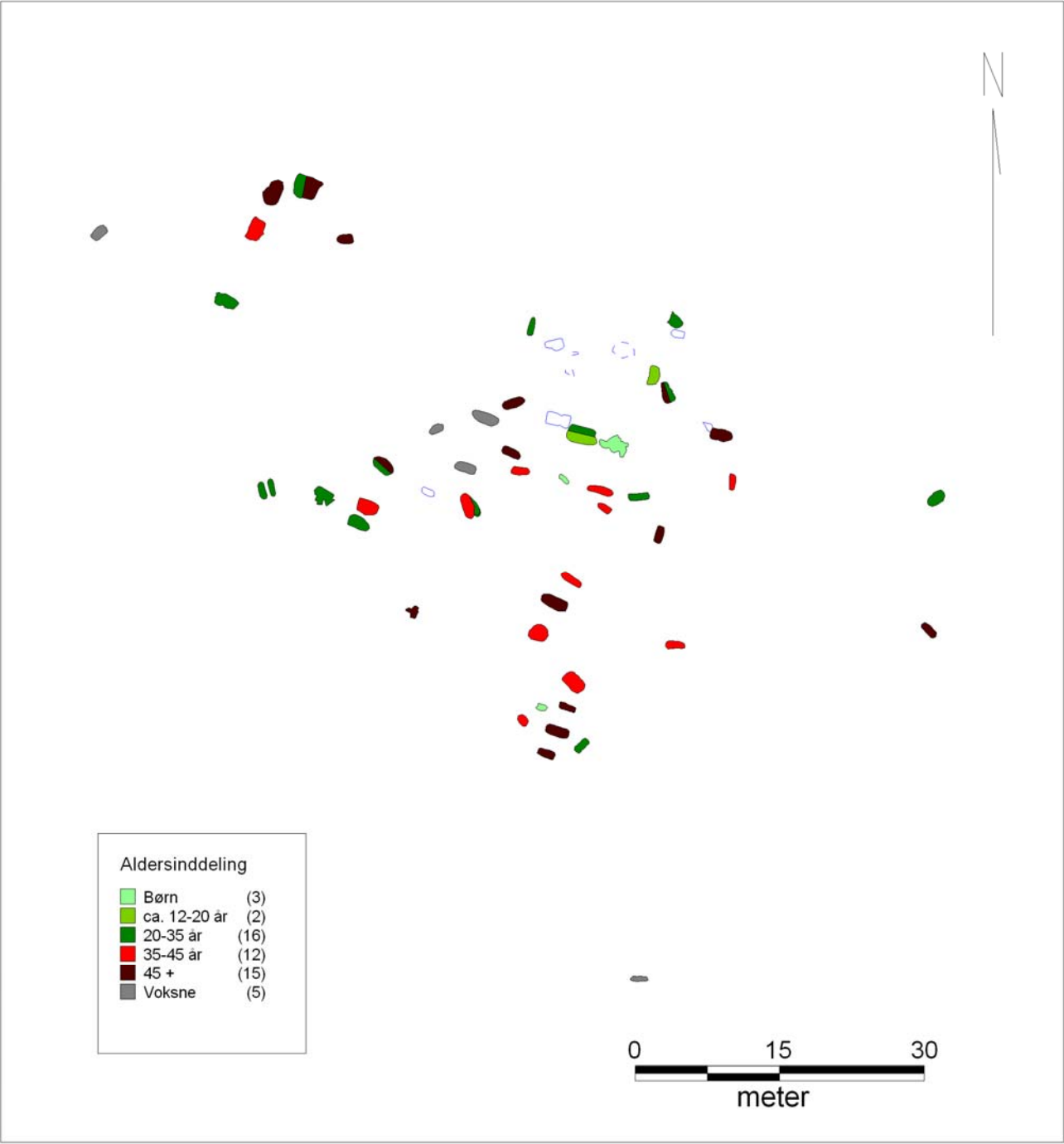
Bilag 5. OBM 4520 Galgedil. Samlede udgravningsplan. Gravene er markeret med grøn



Bilag 6. Tematisk kort over kønsfordelingen på Galgedilgravpladsen

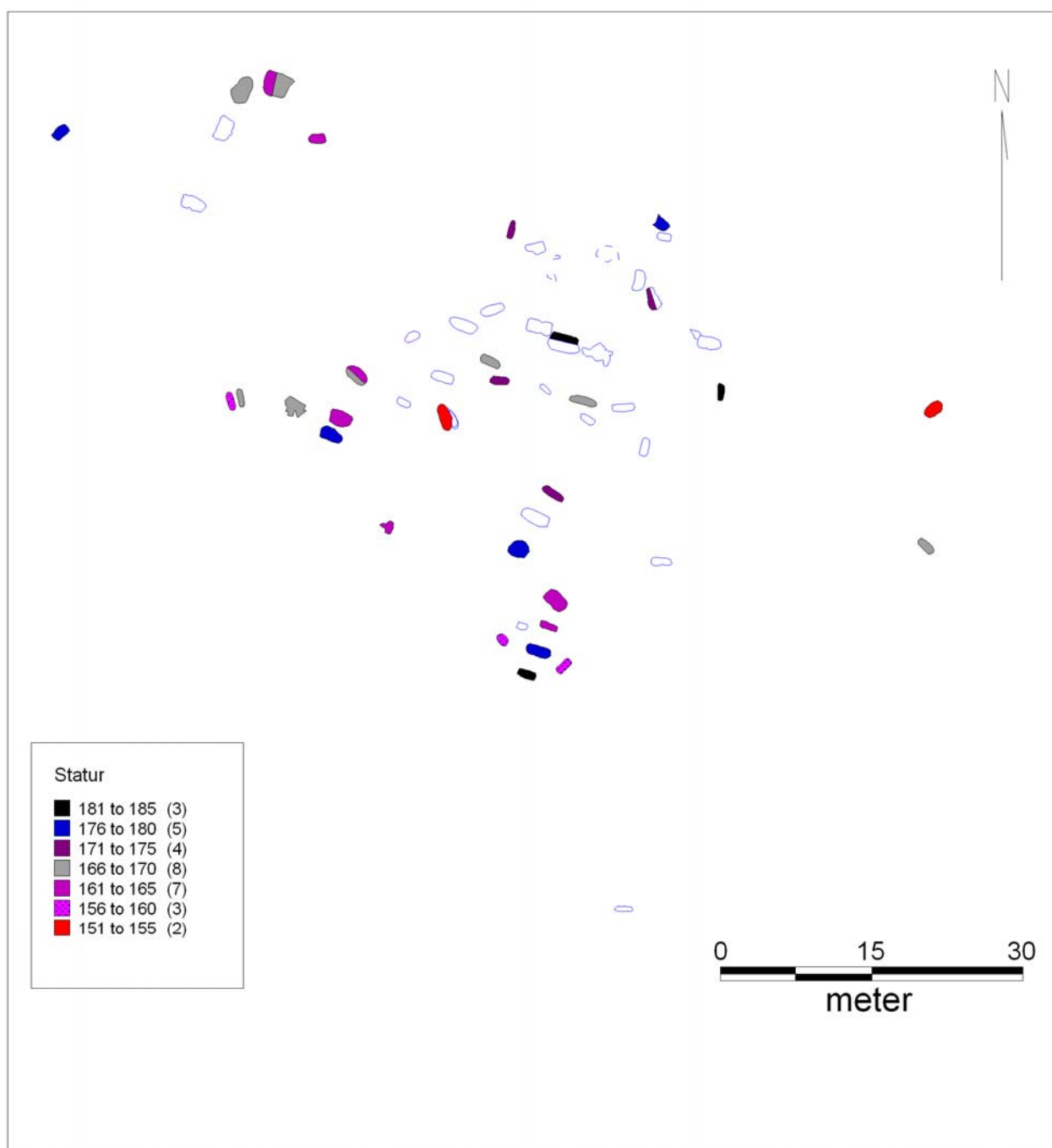


Bilag 7. De gravlagtes rumlige fordeling relativ til aldersgruppe

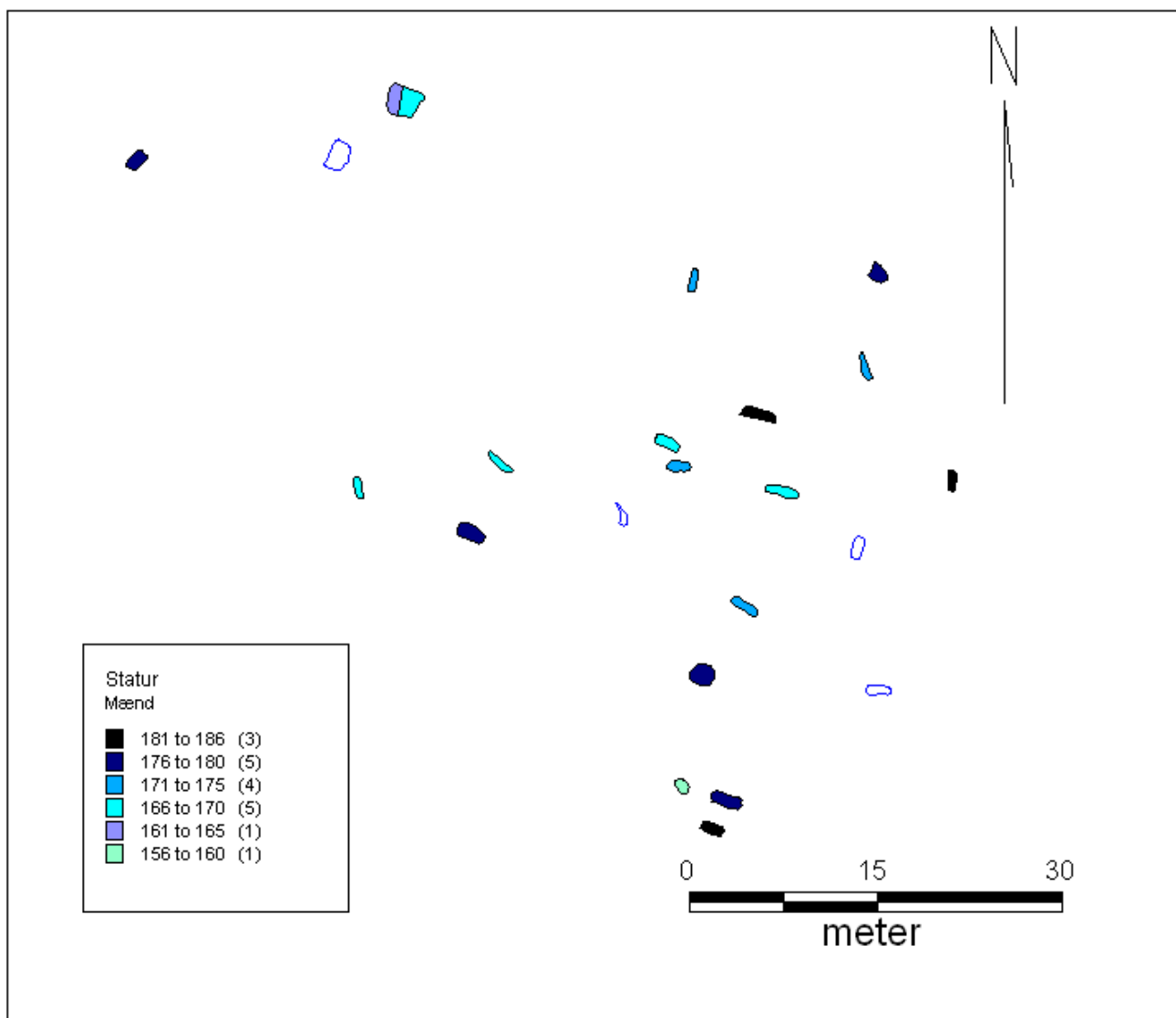


Bilag 8. Tematisk kort.

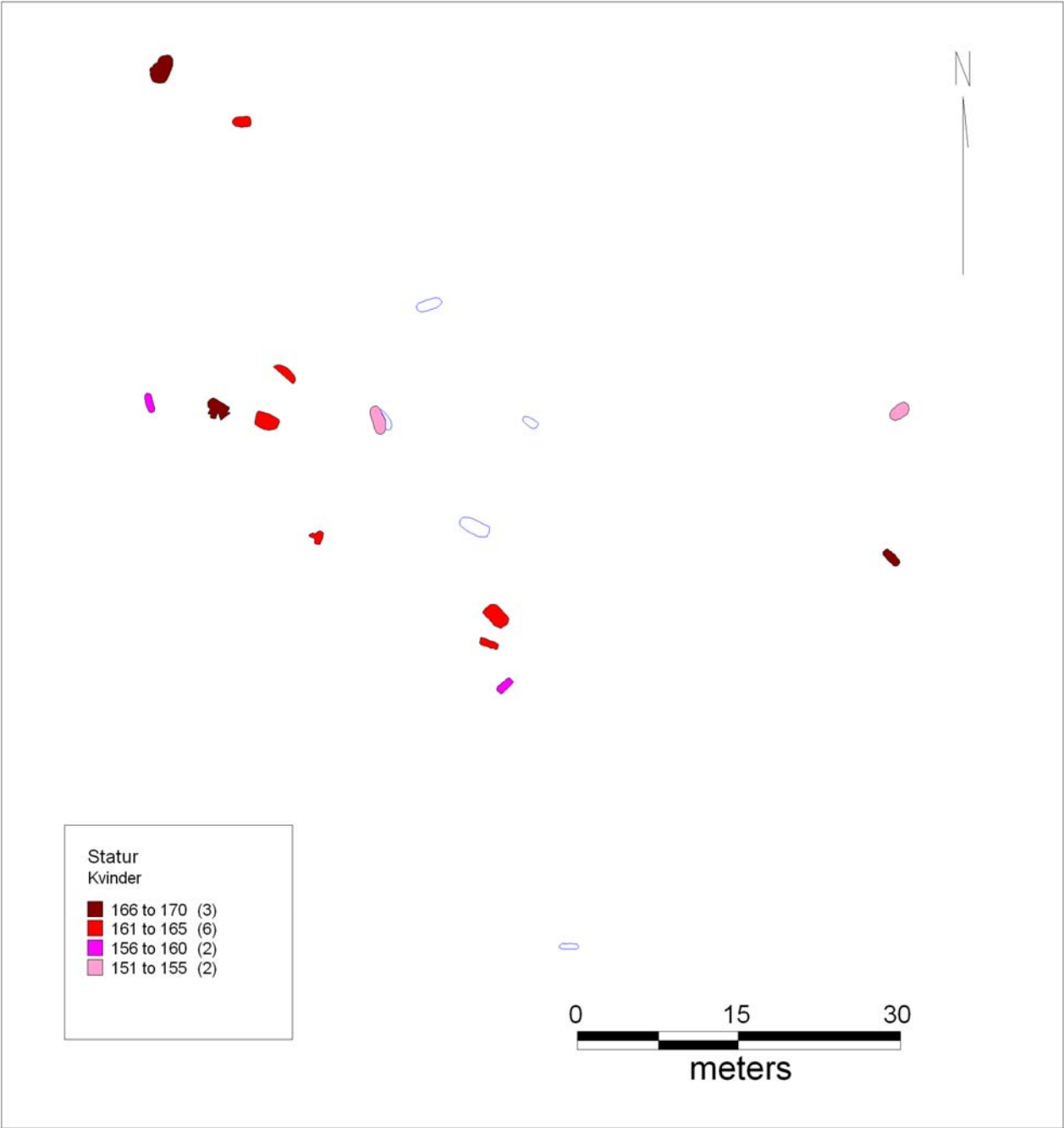
Statur (beregningerne er foretaget på Antropologisk Laboratorium, Panum Instituttet)



Bilag 9. Tematisk kort. Mændenes rumlige fordeling relativ til statur.



Bilag 10. Tematisk kort. Kvindernes rumlige fordeling relativ til statur.





Rengøring og Udboring:

Er knoglematerialet ikke rengjort er dette første indledende skridt. Rengøring sker i demineraliseret vand, ultralydsbad kan her med stor fordel anvendes. Herefter tørres prøven i varmeskab ved ca. 40 °C.

Knoglematerialets overflade afrenses med et rundbor, hvor prøveudtagningen ønskes. Udboringen sker med et 2 mm bor (Proxxon HSS Drill Bits eller Hard Micro Drills) I tilfældet med tænderne anvendes et kirurgisk rosenbor. Er det ikke muligt at udbore materiale (eksempelvis med meget små prøver, meget tyndvæggede knogler og fiskeben) kan det afrensende knoglestykke klippes i små stykker med en skævbider og forsøges pulveriseret med en hammer.

Foto: Bente Philippsen

Alle ting, der kommer i direkte berøring med knoglematerialet rengøres grundigt i demineraliseret vand og ethanol.

Ca. 200 mg (for dateringsprøverne er der tale om ca. 500 mg) pulver/flager/spåner afvejes og overføres til et 10 ml reagensglas

Foto: Bente Philippsen



Demineralisering:

Reagensglassene med analyseprøverne nedkøles til 5 °C og overhældes med 1M HCl (ligeledes nedkølet til 5 °C). Opløsningen omrøres jævnligt og står ved 5 °C indtil der ikke længere kan iagttages reaktion (luftbobler i form af frigivet CO₂). Ved almindelige prøvestørrelser og beskaffenhed tager dette op til ca. 45 min. Ved prøver, der er forsøgt pulveriseret, men indeholder lidt større stykker er der tale om længere tid; op til ca. 2-3 timer

Foto: Marie Kanstrup

Rensning og NaOH-behandling:

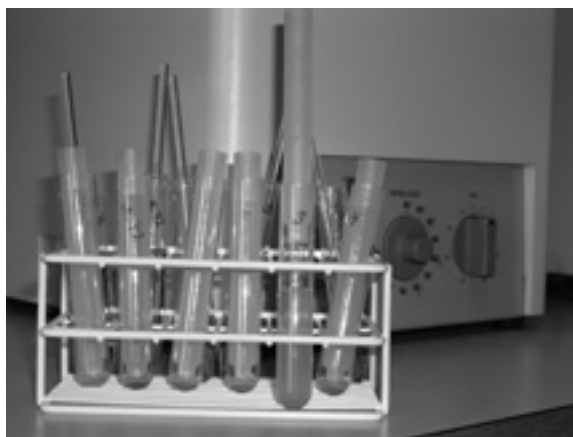
Efter demineralisering centrifugeres opløsningerne, hvilket resulterer i, at den ikke-opløste organiske del ligger i bunden af reagensglassene og kan således simpelt separeres fra den opløste mineralske del. Dernæst skylles den resterende del af prøven to gange med demineraliseret vand og centrifugeres efterfølgende.

En svag opløsning af NaOH (0,2 M) tilsættes dernæst og denne opløsning står ca. 15 min. ved almindelig stuetemperatur. Denne opløsning vaskes herefter ligeledes to gange med demineraliseret vand.

Opløsning af "Collagen":

Den skyllede rest af uopløseligt "Collagen" tilsættes 0,2 M HCl og prøverne står i ca. 30. min. ved almindelig stuetemperatur. Herefter måles pH værdien, der skal være mindre end 2,5. Er dette ikke tilfældet tilsættes en enkelt dråbe 1 M HCl og pH værdien tjekkes igen efter yderligere 30 min.

Når pH er tilfredsstillende dækkes reagensglassene med alufolie og de placeres i varmeskab (70 °C) i ca. 16 timer. Herved brydes tripeptidbindingerne i Collagen, hvilket resulterer i en opløsning af "Collagen". Det er påvist, at 58 °C er tilstrækkelig varme for at opløse "Collagen" og der kan tilmed være tale om, at for høj varme nedbryder mere end hvad godt er, særligt når der efterfølgende anvendes ultrafiltrering (Brown *et al.* 1988). De første prøver var allerede ekstraheret, da dette blev erkendt, og derfor prioriteredes en ensartet forbehandling frem for at ændre på temperaturen.



Øverst: reagensglas med ezeze-filtrerede opløsninger.

Foto: Marie Kanstrup

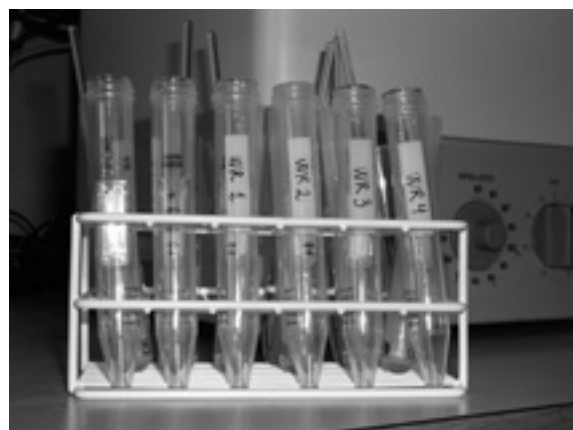


Til højre: nærbillede af ezeze-filtreret opløsning.

Foto: Marie Kanstrup

Ezee-filtrering:

Prøverne tages ud af varmeskab og afkøles. Opløsningerne filtreres med et ezeze-filter. Forud for dette er ezeze-filtrene rensed med demineraliseret vand i ultralydsbad i 20 min. og gennemskyllet to gange. Ezeze-filtrene forhindrer makromolekyler, der kan være mulige forureningskilder i at blive ført videre i forbehandlingsproceduren.



Ultrafiltrering:

Forud for selve ultrafiltreringen renses ultrafiltrene. Som renseprocedure er anvendt den af Ramsey *et al.* 2004 beskrevne fremgangsmåde. Først gennemskylles ultrafiltrene to gange med demineraliseret vand i centrifuge (1800g). Dernæst renses ultrafiltrene i demineraliseret vand i ultralyd i en time. Til sidst gentages gennemskylning med demineraliseret vand i centrifuge tre gange.

Opløsningen filtreret med ezeze-filter overføres nu til ultrafilter og centrifugeres i min. 15 min. ved 1800g. Enkelte prøver med vedvarende høj volumen centrifugeres i op til 40 min. Den ultrafiltrerede "collagen" opløsning overføres til afvejede, mærkede og rene reagensglas.

Foto: Marie Kanstrup



Ultrafiltrering sorterer opløsninger efter molekyl størrelser. Her er der anvendt et 30 kDa ultrafilter, hvorved kun opløste molekyler med en molekyl størrelse højere end dette videreføres i forbehandlingsproceduren. Molekyler af denne størrelse menes at være mere sammenlignelig med oprindelig collagen. Meget nedbrudt materiale (mindre molekyler), hvor risikoen for forurening vurderes højere elimineres derved fra det videre analysearbejde.

Efter ultrafiltrering hældes den ultrafiltrerede væske, der er en "collagen" opløsning så lig intakt collagen som muligt, over i rene mærkede og afvejede glas.

Foto: Marie Kanstrup

Frysetørring:

Forud for frysetørring skal prøverne først fryses godt ned. Først i normal fryser i min. 2-3 timer og dernæst i flydende kvælstof for at fryse prøven ned til min. -80 °C.

De frosne prøver sættes i en frysetørrer i min. 24-48 timer afhængig af prøvestørrelse.



Foto: Marie Kanstrup

Afvejning og udbytteberegning:

Efter frysetørring afvejes reagensglassene og udbyttet beregnes (masse og udbytteprocent). Det ekstraherede "Collagen" overføres til små glas med tætsluttende låg.

Afvejning til massespektrometer:

0,200-0,250 mg analyseprøve overføres til små tincups (tinfolekkopper), der pakkes og overføres til bakker forud for kørslen i massespektrometer.



Analysematerialet pakkes i små tincups.

Foto: Marie Kanstrup



De pakkede tincups overføres til massespektrometerets prøvehyl.

Foto: Marie Kanstrup

Bilag 12. Udregning af torskefiskenes længde

Der er udvalgt 6 ryghvirvler i samarbejde med Inge Bødker Enghoff.

De blev bestemt som hhv. 1. (n=1), 2. (n=3) og 3. (n=2) ryghvirvler.

Ud fra størstediameteren (W) på ledfladen (bagsiden) kan længden af torskene beregnes.

Formler:

1. hvirvel:

$$TL = 87,3172 * W^{0,8260}$$

2. hvirvel:

$$TL = 86,1390 * W^{0,8162}$$

3. hvirvel:

$$TL = 84,527 * W^{0,8181}$$

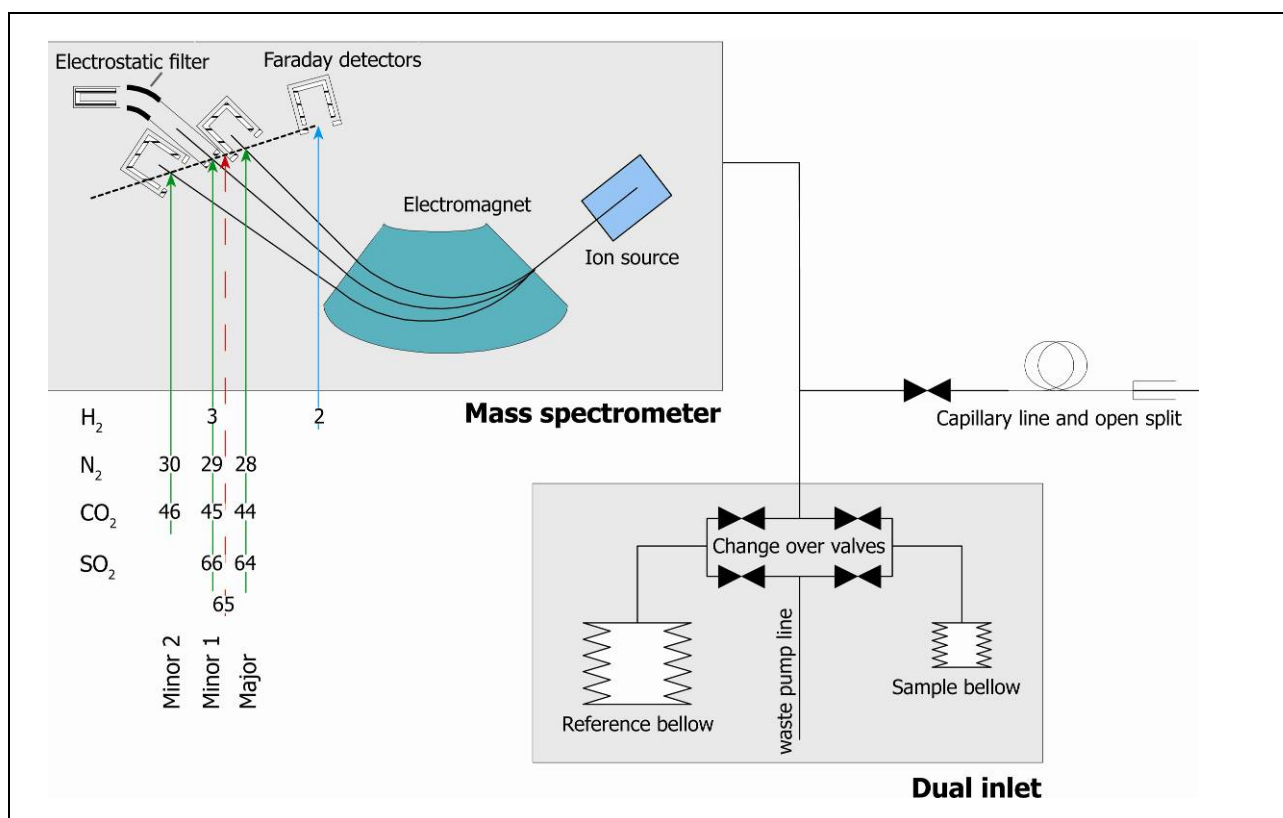
Prøve #	# ryghvirvel	Bagerste ledflades største diameter (mm)	Beregnet længde (cm)
GAL 82	1.	9	53,6
GAL 85	2.	12	65,4
GAL 84	2.	9	51,8
GAL 83	2.	8,5	49,4
GAL 87	3.	12	64,5
GAL 86	3.	11	60,1

Formlerne til længdeberegning er hentet dels i Enghoff 1994,

for 3. ryghvirvlens vedkommende ved personlig meddelelse fra Inge Bødker Enghoff.

Bilag 13. Massespektrometri

Forud for massespektrometrisk bestemmelse indvejes "collagenet" i mg med tre decimalers nøjagtighed på ^{14}C AMS Dateringslaboratoriet (Aarhus Universitet). Det blev tilstræbt at indveje mellem 0,200-0,250 mg. I nogle tilfælde var der ikke tilstrækkelig "collagen", hvorfor der er medtaget prøver på helt ned til 0,116 mg. Det indvejede materiale anbringes i små kopper af tinfole og foldes dernæst omhyggeligt. Prøverne blev analyseret på ^{14}C AMS Dateringslaboratoriet på en IsoPrime massespektrometer (GVInstruments) tilkoblet et dual Inlet system og continuous flow elemental analyzer (CF-EA, Euro Vector 3024). Præcision er opgjort til $\pm 0,2 \text{ ‰}$ for $\delta^{13}\text{C}$ og $\pm 0,3 \text{ ‰}$ for $\delta^{15}\text{N}$. Og nøjagtighed er opgjort til $\pm 0,2 \text{ ‰}$ for både $\delta^{13}\text{C}$ og $\delta^{15}\text{N}$ (Olsen 2007:186). Herunder en kort præsentation af principperne i Massespektrometri.



Figur 1. Skematisk tegning af massespektrometer tilkoblet et dual inlet system. Analyse materialet omdannet til gasform sendes ind i systemet fra CF-EA (elemental analyser) via den indførsel, der ses øverst til højre. De omtrentlige positioner af masserne svarende til gasserne H_2 , N_2 , CO_2 og SO_2 vises. Efter Olsen 2007:20, Figure 2-7.

"Collagenet" bliver indledningsvis omdannet fuldstændigt til CO_2 og N_2 ved forbrænding. Disse molekyler ledes på gasform videre, ioniseres af en kraftig ionkilde under vakuum og passerer dernæst i accelereret tilstand gennem et kraftigt og homogent elektrisk ladet felt. Ionstrålen passerer gennem et bøjet magnetfelt. Magneten påvirker ionstrålen og de isotopisk lettere molekyler i strålen afbøjes mere end de isotopisk tungere molekyler. Strålen opsplittes således i et spekter af ioner med forskellig masse, der detekteres i Faradays detektorer.

Prøve #	Sted	Sogn	Musealt journal #	Anlæg	under# / kontekst	Art	Element	udboret knogle (mg)	ekstraheret knogle (mg)	"Collagen" udbytte (mg)	"Collagen" udbytte (%)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)
GAL 01	Galgedil	Otterup	OBM 4520	LS		Human	Femur	421.3	218.11	4.32	2.0	-19.36	12.36
GAL 02	Galgedil	Otterup	OBM 4520	KO		Human	Femur	507.5	491.91	61.34	12.5	-18.78	11.65
GAL 03	Galgedil	Otterup	OBM 4520	KQ		Human	Femur	244.5	243.54	3.64	1.5	-19.55	11.67
GAL 04	Galgedil	Otterup	OBM 4520	KR		Human	Femur	240.6	239.45	3.82	1.6	-19.46	12.28
GAL 05	Galgedil	Otterup	OBM 4520	LD	1	Human	Femur	228.9	226.18	5.25	2.3	-19.76	10.73
GAL 06	Galgedil	Otterup	OBM 4520	LD	2	Human	Femur	233.9	232.87	2.42	1.0	-18.93	11.46
GAL 07	Galgedil	Otterup	OBM 4520	SB		Human	Femur	511.4	506.68	57.44	11.3	-19.34	12.22
GAL 08	Galgedil	Otterup	OBM 4520	SG		Human	Femur	314.8	295.65	6.33	2.1	-19.66	10.34
GAL 09	Galgedil	Otterup	OBM 4520	SQ		Human	Femur	213.2	210.08	0.00	0.0		
GAL 10	Galgedil	Otterup	OBM 4520	TR	1	Human	Femur	236.8	234.27	1.94	0.8	-19.98	9.56
GAL 11	Galgedil	Otterup	OBM 4520	TR	2	Human	Femur	266.6	263.60	1.54	0.6	-20.01	9.2
GAL 12	Galgedil	Otterup	OBM 4520	UD	1 (vest)	Human	Femur	504.4	504.04	26.67	5.3	-19.39	13.35
GAL 13	Galgedil	Otterup	OBM 4520	UD	2 (øst)	Human	Femur	240.6	228.84	4.42	1.9	-19.85	10.62
GAL 14	Galgedil	Otterup	OBM 4520	AMA		Human	Femur	227.7	226.74	1.60	0.7	-19.74	11.17
GAL 15	Galgedil	Otterup	OBM 4520	AMB		Human	Femur	208.7	203.40	12.82	6.3	-20.01	10.56
GAL 16	Galgedil	Otterup	OBM 4520	AXE		Human	Femur	210.8	205.75	5.95	2.9	-19.74	11.54
GAL 17	Galgedil	Otterup	OBM 4520	BEW		Human	Fibula	227.3	222.36	7.93	3.6	-19.96	11.28
GAL 18	Galgedil	Otterup	OBM 4520	BFQ		Human	Femur	251.6	246.29	11.22	4.6	-20.01	11.44
GAL 19	Galgedil	Otterup	OBM 4520	AKJ		Human	Femur	272.1	269.39	1.43	0.5	-19.94	10.75
GAL 20	Galgedil	Otterup	OBM 4520	AA		Human	Femur	285.5	283.77	1.76	0.6	-19.54	11.63
GAL 21	Galgedil	Otterup	OBM 4520	PB	PC/PB	Human	Femur	299.4	297.81	5.36	1.8	-20.12	11.62
GAL 22	Galgedil	Otterup	OBM 4520	TA		Human	Femur	221.7	211.17	8.84	4.2	-19.22	10.75
GAL 23	Galgedil	Otterup	OBM 4520	SQ		Human	Femur	213.4	190.40	0.00	0.0		
GAL 24	Galgedil	Otterup	OBM 4520	UO		Human	Femur	238.2	235.45	12.16	5.2	-20.45	11.84
GAL 25	Galgedil	Otterup	OBM 4520	UN		Human	Femur	240.2	234.68	6.88	2.9	-19.97	11.46
GAL 26	Galgedil	Otterup	OBM 4520	WG		Human	Femur	237.7	233.15	3.82	1.6	-20.38	10.98
GAL 27	Galgedil	Otterup	OBM 4520	XJ		Human	Femur	211.1	217.95	10.34	4.7	-19.77	10.46
GAL 28	Galgedil	Otterup	OBM 4520	TT		Human	Femur	244.2	241.70	2.74	1.1	-19.81	11.86
GAL 29	Galgedil	Otterup	OBM 4520	TQ		Human	Humerus	205.1	201.70	15.30	7.6	-20.38	11.55
GAL 30	Galgedil	Otterup	OBM 4520	UL		Human	Femur	256.7	254.80	3.79	1.5	-19.69	11.55
GAL 31	Galgedil	Otterup	OBM 4520	UK		Human	Femur	244.2	240.10	1.41	0.6	-20.09	11.37
GAL 32	Galgedil	Otterup	OBM 4520	ALZ		Human	Femur	256.2	254.20	1.27	0.5	-19.70	11.96
GAL 33	Galgedil	Otterup	OBM 4520	ALY		Human	Femur	249.5	246.90	1.37	0.6	-20.23	10.67

Skema over specialeprojektets samlede antal af prøver (grå markering: materialet anvendt til datering)

Prøve #	Lokalitet	Sogn	Musealt journal #	Anlæg	under# / kontekst	Art	Element	udboret knogle (mg)	ekstraheret knogle (mg)	"Collagen" udbytte (mg)	"Collagen" udbytte (%)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)
GAL 34	Galgedil	Otterup	OBM 4520	AJG		Human	Femur	230.6	228.30	2.33	1.0	-19.93	11.20
GAL 35	Galgedil	Otterup	OBM 4520	ALX		Human	Femur	336.9	334.30	3.71	1.1	-20.39	10.41
GAL 36	Galgedil	Otterup	OBM 4520	AQP		Human	Femur	239.4	235.48	22.15	9.4	-19.37	11.26
GAL 37	Galgedil	Otterup	OBM 4520	ANO		Human	Femur	218.8	215.85	20.43	9.5	-19.17	12.20
GAL 38	Galgedil	Otterup	OBM 4520	AMC		Human	Femur	216.5	213.93	4.34	2.0	-19.19	11.34
GAL 39	Galgedil	Otterup	OBM 4520	BER		Human	Femur	275.1	261.11	6.56	2.5	-19.28	11.61
GAL 40	Galgedil	Otterup	OBM 4520	KL	1	Human	Femur	251.7	248.36	20.33	8.2	-19.53	9.09
GAL 41	Galgedil	Otterup	OBM 4520	KL	2	Human	Femur	267.4	265.24	25.23	9.5	-19.27	12.05
GAL 42	Galgedil	Otterup	OBM 4520	AQQ	X1573	Human	Femur	232.3	230.79	67.45	29.2	-19.38	11.73
GAL 43	Galgedil	Otterup	OBM 4520	AQQ	X1572	Human	Femur	242.8	239.06	20.66	8.6	-19.30	10.88
GAL 44	Galgedil	Otterup	OBM 4520	ANG		Human	Femur	262.9	258.60	21.79	8.4	-19.18	10.58
GAL 45	Galgedil	Otterup	OBM 4520	KU		Human	Femur	ca. 100	105.59	3.55	3.4	-19.72	10.75

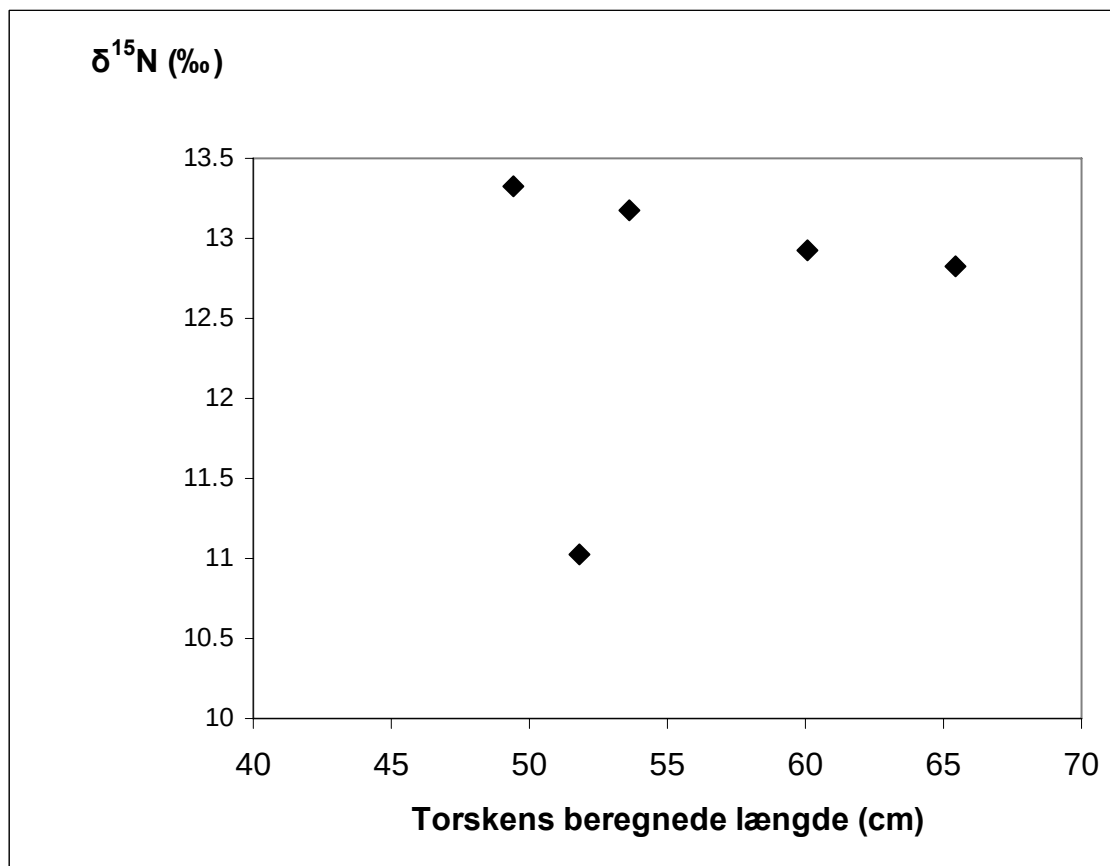
Prøve #	Lokalitet	Sogn	Musealt journal #	Anlæg	under# / kontekst	Art	Element	udboret knogle (mg)	ekstraheret knogle (mg)	"Collagen" udbytte (mg)	"Collagen" udbytte (%)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)
GAL 46	Galgedil	Otterup	OBM 4520	AA		Human	Tand 5-	37.6	36.93	0.61	1.7	-19.68	11.73
GAL 47	Galgedil	Otterup	OBM 4520	KL	1	Human	Tand -4	33.6	31.39	0.92	2.9	-19.64	9.15
GAL 48	Galgedil	Otterup	OBM 4520	PB	PC/PB	Human	Tand 5+	42.2	41.80	0.98	2.3	-19.98	10.53
GAL 49	Galgedil	Otterup	OBM 4520	TA		Human	Tand 4-	35.8	34.04	0.97	2.8	-18.41	11.66
GAL 50	Galgedil	Otterup	OBM 4520	TQ		Human	Tand 4+	31.1	29.08	0.57	2.0	-20.09	12.33
GAL 51	Galgedil	Otterup	OBM 4520	TT		Human	Tand 5-	46.9	46.32	0.87	1.9	-19.77	12.53
GAL 52	Galgedil	Otterup	OBM 4520	UD	øst	Human	Tand -4	28.5	27.83	0.80	2.9	-19.67	11.56
GAL 53	Galgedil	Otterup	OBM 4520	UL		Human	Tand -5	33.4	29.94	1.22	4.1	-19.71	10.96
GAL 54	Galgedil	Otterup	OBM 4520	UN		Human	Tand +5	38	37.01	0.99	2.7	-19.50	13.22
GAL 55	Galgedil	Otterup	OBM 4520	UO		Human	Tand præmolar overkæbe	31.1	29.25	0.76	2.6	-20.36	11.72
GAL 56	Galgedil	Otterup	OBM 4520	WG		Human	Tand -5	34.7	34.28	0.75	2.2	-20.05	11.39
GAL 57	Galgedil	Otterup	OBM 4520	XJ		Human	Tand 4-	31.7	29.15	1.02	3.5	-19.22	10.77
GAL 58	Galgedil	Otterup	OBM 4520	LS		Human	Femur	421.3	200.13	3.93	2.0	Dublet af GAL 01	
GAL 59	Galgedil	Otterup	OBM 4520	AJG		Human	Tand -4	28	52.75	0.98	1.9	-19.86	10.65
GAL 60	Galgedil	Otterup	OBM 4520	AJG		Human	Tand 5-	25.7	Slået sammen med GAL 59				
GAL 61	Galgedil	Otterup	OBM 4520	ALY		Human	Tand +4	26.6	51.25	1.57	3.1	-19.43	12.13
GAL 62	Galgedil	Otterup	OBM 4520	ALY		Human	Tand -4	26.8	Slået sammen med GAL 61				
GAL 63	Galgedil	Otterup	OBM 4520	ALX		Human	Tand -4	31	63.70	0.99	1.6	-19.56	10.91
GAL 64	Galgedil	Otterup	OBM 4520	ALX		Human	Tand -5	33.1	Slået sammen med GAL 63				
GAL 65	Galgedil	Otterup	OBM 4520	AMC		Human	Tand +4	28.3	26.55	0.74	2.8	-20.04	11.92
GAL 66	Galgedil	Otterup	OBM 4520	ANO		Human	Tand -5	27.1	26.20	0.90	3.4	-19.84	12.02
GAL 67	Galgedil	Otterup	OBM 4520	AQQ		Human	Tand 4-	31.2	29.90	0.98	3.3	-19.88	11.41
GAL 68	Galgedil	Otterup	OBM 4520	BFQ		Human	Tand -5	28.9	27.43	0.79	2.9	-19.46	12.17

Prøve #	Lokalitet	Sogn	Musealt journal #	Anlæg	under# / kontekst	Art	Element	udboret knogle (mg)	ekstraheret knogle (mg)	"Collagen" udbytte (mg)	"Collagen" udbytte (%)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)
GAL 69	Galgedil	Otterup	OBM 4520	KO		Får/lam	Radius	154.78	154.78	22.12	14.3	-21.72	6.50
GAL 70	Galgedil	Otterup	OBM 4520	SB		Hest	Tand	504.17	504.17	35.48	7.0	-22.12	6.03
GAL 71	Galgedil	Otterup	OBM 4520	UO		Får/lam	Radius	203.30	203.30	12.57	6.2	-21.78	7.35
GAL 72	Galgedil	Otterup	OBM 4520	LS		Gris	Radius	207.2	207.12	11.54	5.6	-20.43	10.76
GAL 73	Galgedil	Otterup	OBM 4520	KO		Får/lam	Radius	187.4	187.40	14.79	7.9	-21.61	7.08
GAL 74	Baes Banke	Stubberup	OBM 7657	X91		Ko/kvæg		232.3	232.20	5.82	2.5	-21.18	5.16
GAL 75	Baes Banke	Stubberup	OBM 7657	X91		Gris		194.5	194.50	3.30	1.7	-21.58	6.74
GAL 76	Baes Banke	Stubberup	OBM 7657	X91		Får/ged		211.3	211.30	5.92	2.8	-21.46	7.55
GAL 77	Mageløs	Odense	OBM 9787	X14		Ko/kvæg		216.5	216.50	13.94	6.4	-21.15	6.82
GAL 78	Mageløs	Odense	OBM 9787	X14		Gris		211.4	211.40	12.30	5.8	-21.13	6.62
GAL 79	Mageløs	Odense	OBM 9787	X14		Får/ged		229.1	229.10	14.86	6.5	-20.38	5.82
GAL 80	Mageløs	Odense	OBM 9787	X14		Gås		130.8	130.80	6.86	5.2	-22.41	10.35
GAL 81	Mageløs	Odense	OBM 9787	X14		Høne		204.8	204.80	10.68	5.2	-20.79	12.39
GAL 82	Baes Banke	Stubberup	OBM 7657	X106		Torsk		283.4	283.4	5.51	1.9	-12.46	13.17
GAL 83	Baes Banke	Stubberup	OBM 7657	X106		Torsk		159.8	159.8	4.41	2.8	-11.49	13.33
GAL 84	Baes Banke	Stubberup	OBM 7657	X106		Torsk		207.7	207.7	1.95	0.9	-10.68	11.02
GAL 85	Baes Banke	Stubberup	OBM 7657	X106		Torsk		235	235	2.63	1.1	-10.9	12.83
GAL 86	Baes Banke	Stubberup	OBM 7657	X106		Torsk		256.2	256.2	1.48	0.6	-12.31	12.93
GAL 87	Baes Banke	Stubberup	OBM 7657	X106		Torsk		198.5	198.5	0.07	0.0		
GAL 88	Mageløs	Odense	OBM 9787	X14		Laksefisk		162.7	162.7	2.75	1.7	-10.89	11.25
GAL 89	Mageløs	Odense	OBM 9787	X15		Aborre		120.8	120.8	3.30	2.7	-12.96	10.65
GAL 90	Mageløs	Odense	OBM 9787	X15		Aborre		206.1	206.1	6.31	3.1	-13.48	10.53
GAL 91	Mageløs	Odense	OBM 9787	X14		Hornfisk		186.9	186.9	4.00	2.1	-14.76	10.66
GAL 92	Mageløs	Odense	OBM 9787	X14		Hornfisk		194.8	194.8	5.50	2.8	-13.02	11.5
GAL 93	Mageløs	Odense	OBM 9787	X14		Hornfisk		185.2	185.2	6.01	3.2	-12.45	11.54
GAL 94	Mageløs	Odense	OBM 9787	X14		Hornfisk		207.2	207.2	6.16	3.0	-12.45	11.62
GAL 95	Mageløs	Odense	OBM 9787	X14		Hornfisk		205.3	205.3	4.58	2.2	-13.26	11.37

Bilag 15. Udbyttereduktion

Anlæg	Prøve #	Udbytte %	AAR-#	Udbytte %	Udbytteforskel (%)
AXE	GAL 16	2.9	10568	14.1	79.5
BEW	GAL 17	3.6	10570	16.0	77.7
BFQ	GAL 18	4.6	10571	13.1	65.2
AKJ	GAL 19	0.5	10569	3.3	83.9
KO (får/lam)	GAL 73	7.9	11178	14.3	44.8

Bilag 16. $\delta^{15}\text{N}$ værdier relativ til torskestørrelse



Bilag 17.

Udregningerne for "paired Student's t-test" på forskellene i $\delta^{13}\text{C}$ mellem to forbehandlingsmetoder. Udført på Internettet (<http://www.physics.csbsju.edu/stats/t-test.html>).

Paired Student's *t*-Test: Results

The results of a paired t-test performed at 01:37 on 3-JAN-2008

$t = 1.88$

degrees of freedom = 3

The probability of this result, assuming the null hypothesis, is 0.156

Group A: Number of items= 4
-20.0 -19.9 -19.7 -19.6

Mean = -19.8

95% confidence interval for Mean: -20.07 thru -19.48

Standard Deviation = 0.187

Hi = -19.6 Low = -20.0

Median = -19.8

Average Absolute Deviation from Median = 0.150

Group B: Number of items= 4
-20.0 -20.0 -19.9 -19.7

Mean = -19.9

95% confidence interval for Mean: -20.10 thru -19.72

Standard Deviation = 0.119

Hi = -19.7 Low = -20.0

Median = -20.0

Average Absolute Deviation from Median = 7.250E-02

Group A-B: Number of items= 4
-3.000E-02 8.000E-02 0.190 0.310

Mean = 0.138

95% confidence interval for Mean: -9.4653E-02 thru 0.3697

Standard Deviation = 0.146

Hi = 0.310 Low = -3.000E-02

Median = 0.135

Average Absolute Deviation from Median = 0.112

Bilag 18.

Udregningerne for "paired Student's t-test" på forskellene i $\delta^{15}\text{N}$ mellem to forbehandlingsmetoder.
Udført på Internettet (<http://www.physics.csbsju.edu/stats/t-test.html>).

Paired Student's *t*-Test: Results

The results of a paired t-test performed at 01:13 on 3-JAN-2008

$t = 0.983\text{E-}01$
degrees of freedom = 3

The probability of this result, assuming the null hypothesis, is 0.928

Group A: Number of items= 4
10.6 11.4 11.5 11.5

Mean = 11.3
95% confidence interval for Mean: 10.50 thru 12.02
Standard Deviation = 0.478
Hi = 11.5 Low = 10.6
Median = 11.5
Average Absolute Deviation from Median = 0.272

Group B: Number of items= 4
10.8 11.3 11.4 11.5

Mean = 11.3
95% confidence interval for Mean: 10.69 thru 11.81
Standard Deviation = 0.352
Hi = 11.5 Low = 10.8
Median = 11.4
Average Absolute Deviation from Median = 0.237

Group A-B: Number of items= 4
-0.200 -0.110 1.000E-01 0.250

Mean = 1.000E-02
95% confidence interval for Mean: -0.3137 thru 0.3337
Standard Deviation = 0.203
Hi = 0.250 Low = -0.200
Median = -5.000E-03
Average Absolute Deviation from Median = 0.165

Bilag 19.

Udregningerne for "paired Student's t-test" på forskellene i $\delta^{13}\text{C}$ mellem to livsstadier.
Udført på Internettet (<http://www.physics.csbsju.edu/stats/t-test.html>).

Paired Student's *t*-Test: Results

The results of a paired t-test performed at 04:17 on 3-JAN-2008

$t = -1.55$

degrees of freedom = 18

The probability of this result, assuming the null hypothesis, is 0.138

Group A: Number of items= 19

-20.4 -20.4 -20.4 -20.4 -20.2 -20.1 -20.0 -20.0 -20.0 -19.9 -19.9 -19.8 -19.8 -19.7 -19.5 -19.3 -19.2 -19.2 -19.2

Mean = -19.9

95% confidence interval for Mean: -20.07 thru -19.66

Standard Deviation = 0.423

Hi = -19.2 Low = -20.4

Median = -19.9

Average Absolute Deviation from Median = 0.337

Group B: Number of items= 19

-20.4 -20.1 -20.1 -20.0 -20.0 -19.9 -19.9 -19.8 -19.8 -19.7 -19.7 -19.7 -19.6 -19.6 -19.5 -19.5 -19.4 -19.2 -18.4

Mean = -19.7

95% confidence interval for Mean: -19.89 thru -19.49

Standard Deviation = 0.413

Hi = -18.4 Low = -20.4

Median = -19.7

Average Absolute Deviation from Median = 0.279

Group A-B: Number of items= 19

-0.830 -0.810 -0.800 -0.550 -0.550 -0.470 -0.370 -0.330 -0.290 -0.180 -0.140 -9.000E-02 -7.000E-02 -4.000E-02 2.000E-02 0.140 0.580 0.670 0.850

Mean = -0.172

95% confidence interval for Mean: -0.4037 thru 6.0576E-02

Standard Deviation = 0.482

Hi = 0.850 Low = -0.830

Median = -0.180

Average Absolute Deviation from Median = 0.364

Bilag 20.

Udregningerne for "paired Student's t-test" på forskellene i $\delta^{15}\text{N}$ mellem to livsstadier.
Udført på Internettet (<http://www.physics.csbsju.edu/stats/t-test.html>).

Paired Student's *t*-Test: Results

The results of a paired t-test performed at 04:32 on 3-JAN-2008

$t = -2.32$

degrees of freedom = 18

The probability of this result, assuming the null hypothesis, is 0.033

Group A: Number of items= 19

9.20 10.4 10.5 10.6 10.7 10.8 10.9 11.0 11.2 11.3 11.4 11.5 11.6 11.6 11.6 11.6 11.8 11.9 12.2

Mean = 11.1

95% confidence interval for Mean: 10.81 thru 11.47

Standard Deviation = 0.694

Hi = 12.2 Low = 9.20

Median = 11.3

Average Absolute Deviation from Median = 0.525

Group B: Number of items= 19

9.15 10.5 10.7 10.8 10.9 11.0 11.4 11.4 11.6 11.7 11.7 11.7 11.9 12.0 12.1 12.2 12.3 12.5 13.2

Mean = 11.5

95% confidence interval for Mean: 11.08 thru 11.95

Standard Deviation = 0.898

Hi = 13.2 Low = 9.15

Median = 11.7

Average Absolute Deviation from Median = 0.655

Group A-B: Number of items= 19

-1.76 -1.46 -0.940 -0.910 -0.780 -0.730 -0.670 -0.580 -0.530 -0.500 -0.410 -0.310 -1.000E-01
5.000E-02 0.120 0.180 0.550 0.590 1.09

Mean = -0.374

95% confidence interval for Mean: -0.7127 thru -3.4620E-02

Standard Deviation = 0.703

Hi = 1.09 Low = -1.76

Median = -0.500

Average Absolute Deviation from Median = 0.533

Bilag 21.

Udregningerne for "paired Student's t-test" på mændenes forskelle i $\delta^{13}\text{C}$ mellem to livsstadier.
Udført på Internettet (<http://www.physics.csbsju.edu/stats/t-test.html>).

Student's *t*-Test: Results

The results of an unpaired t-test performed at 13:04 on 13-JAN-2008

t= 0.226

sdev= 0.510

degrees of freedom = 16

The probability of this result, assuming the null hypothesis, is 0.824

Group A: Number of items= 9

-20.4 -20.0 -19.9 -19.8 -19.8 -19.7 -19.7 -19.6 -18.4

Mean = -19.7

95% confidence interval for Mean: -20.05 thru -19.33

Standard Deviation = 0.531

Hi = -18.4 Low = -20.4

Median = -19.8

Average Absolute Deviation from Median = 0.299

Group B: Number of items= 9

-20.4 -20.4 -20.1 -19.8 -19.7 -19.5 -19.3 -19.2 -19.2

Mean = -19.7

95% confidence interval for Mean: -20.10 thru -19.38

Standard Deviation = 0.488

Hi = -19.2 Low = -20.4

Median = -19.7

Average Absolute Deviation from Median = 0.393

Bilag 22.

Udregningerne for "paired Student's t-test" på kvindernes forskelle i $\delta^{13}\text{C}$ mellem to livsstadier.
Udført på Internettet (<http://www.physics.csbsju.edu/stats/t-test.html>).

Student's *t*-Test: Results

The results of an unpaired t-test performed at 12:52 on 13-JAN-2008

t= 1.64

sdev= 0.343

degrees of freedom = 16

The probability of this result, assuming the null hypothesis, is 0.120

Group A: Number of items= 9

-20.1 -20.1 -20.0 -19.9 -19.7 -19.5 -19.5 -19.4 -19.2

Mean = -19.7

95% confidence interval for Mean: -19.94 thru -19.46

Standard Deviation = 0.320

Hi = -19.2 Low = -20.1

Median = -19.7

Average Absolute Deviation from Median = 0.270

Group B: Number of items= 9

-20.4 -20.4 -20.2 -20.0 -20.0 -19.9 -19.9 -19.8 -19.2

Mean = -20.0

95% confidence interval for Mean: -20.21 thru -19.73

Standard Deviation = 0.366

Hi = -19.2 Low = -20.4

Median = -20.0

Average Absolute Deviation from Median = 0.251

Bilag 23.

Udregningerne for "paired Student's t-test" på mændenes forskelle i $\delta^{15}\text{N}$ mellem to livsstadier.
Udført på Internettet (<http://www.physics.csbsju.edu/stats/t-test.html>).

Student's *t*-Test: Results

The results of an unpaired t-test performed at 13:11 on 13-JAN-2008

t= 0.284

sdev= 0.607

degrees of freedom = 16

The probability of this result, assuming the null hypothesis, is 0.780

Group A: Number of items= 9

10.5 10.9 11.0 11.4 11.7 11.7 11.7 12.0 12.5

Mean = 11.5

95% confidence interval for Mean: 11.07 thru 11.93

Standard Deviation = 0.617

Hi = 12.5 Low = 10.5

Median = 11.7

Average Absolute Deviation from Median = 0.466

Group B: Number of items= 9

10.4 10.8 10.9 11.6 11.6 11.6 11.8 11.9 12.2

Mean = 11.4

95% confidence interval for Mean: 10.99 thru 11.84

Standard Deviation = 0.596

Hi = 12.2 Low = 10.4

Median = 11.6

Average Absolute Deviation from Median = 0.438

Bilag 24.

Udregningerne for "paired Student's t-test" på kvindernes forskelle i $\delta^{15}\text{N}$ mellem to livsstadier.
Udført på Internettet (<http://www.physics.csbsju.edu/stats/t-test.html>).

Student's *t*-Test: Results

The results of an unpaired t-test performed at 12:35 on 13-JAN-2008

$t = 2.37$

sdev = 0.638

degrees of freedom = 16

The probability of this result, assuming the null hypothesis, is 0.031

Group A: Number of items = 9

10.7 10.8 11.4 11.6 11.9 12.1 12.2 12.3 13.2

Mean = 11.8

95% confidence interval for Mean: 11.34 thru 12.24

Standard Deviation = 0.804

Hi = 13.2 Low = 10.7

Median = 11.9

Average Absolute Deviation from Median = 0.609

Group B: Number of items = 9

10.5 10.6 10.7 11.0 11.2 11.3 11.4 11.5 11.6

Mean = 11.1

95% confidence interval for Mean: 10.63 thru 11.53

Standard Deviation = 0.411

Hi = 11.6 Low = 10.5

Median = 11.2

Average Absolute Deviation from Median = 0.340

Bilag 25.

Udregningerne for "paired Student's t-test" på kvindernes forskelle i $\delta^{13}\text{C}$ mellem to livsstadier.

Gravlagte i AMC, der har en helt modsatrettet ændring og i øvrigt med usikkerhed er bestemt som en kvinde er ikke medtaget i denne beregning.

Udført på Internettet (<http://www.physics.csbsju.edu/stats/t-test.html>).

Student's *t*-Test: Results

The results of an unpaired t-test performed at 13:41 on 13-JAN-2008

t= 2.92

sdev= 0.278

degrees of freedom = 14

The probability of this result, assuming the null hypothesis, is 0.011

Group A: Number of items= 8

-20.1 -20.1 -19.9 -19.7 -19.5 -19.5 -19.4 -19.2

Mean = -19.7

95% confidence interval for Mean: -19.87 thru -19.45

Standard Deviation = 0.314

Hi = -19.2 Low = -20.1

Median = -19.6

Average Absolute Deviation from Median = 0.258

Group B: Number of items= 8

-20.4 -20.4 -20.2 -20.0 -20.0 -19.9 -19.9 -19.8

Mean = -20.1

95% confidence interval for Mean: -20.28 thru -19.85

Standard Deviation = 0.236

Hi = -19.8 Low = -20.4

Median = -20.0

Average Absolute Deviation from Median = 0.185

Bilag 26.

Resultaterne af "Student's t-test" på forskellene i $\delta^{13}\text{C}$ relativ til kønsbestemmelse.
Udført på Internettet (<http://www.physics.csbsju.edu/stats/t-test.html>).

Student's *t*-Test: Results

The results of an unpaired t-test performed at 02:21 on 10-JAN-2008

$t = 3.28$

$sdev = 0.349$

degrees of freedom = 27

The probability of this result, assuming the null hypothesis, is 0.003

Group A: Number of items= 16

-20.4 -20.1 -20.0 -19.7 -19.7 -19.7 -19.5 -19.5 -19.4 -19.4 -19.3 -19.3 -19.3 -19.2 -19.2 -18.9

Mean = -19.5

95% confidence interval for Mean: -19.72 thru -19.36

Standard Deviation = 0.393

Hi = -18.9 Low = -20.4

Median = -19.4

Average Absolute Deviation from Median = 0.298

Group B: Number of items= 13

-20.4 -20.4 -20.2 -20.1 -20.0 -20.0 -20.0 -20.0 -19.9 -19.8 -19.7 -19.7 -19.4

Mean = -20.0

95% confidence interval for Mean: -20.16 thru -19.77

Standard Deviation = 0.285

Hi = -19.4 Low = -20.4

Median = -20.0

Average Absolute Deviation from Median = 0.205

Bilag 27.

Resultaterne af "Student's t-test" på forskellene i $\delta^{15}\text{N}$ relativ til kønsbestemmelse.
Udført på Internettet (<http://www.physics.csbsju.edu/stats/t-test.html>).

Student's *t*-Test: Results

The results of an unpaired t-test performed at 03:14 on 10-JAN-2008

$t = 2.21$

$sdev = 0.687$

degrees of freedom = 27

The probability of this result, assuming the null hypothesis, is 0.036

Group A: Number of items= 16

9.56 10.6 10.8 10.9 11.5 11.5 11.6 11.6 11.6 11.6 11.7 11.8 12.0 12.1 12.3 12.4

Mean = 11.5

95% confidence interval for Mean: 11.11 thru 11.81

Standard Deviation = 0.712

Hi = 12.4 Low = 9.56

Median = 11.6

Average Absolute Deviation from Median = 0.471

Group B: Number of items= 13

9.20 10.3 10.5 10.6 10.7 11.0 11.2 11.2 11.3 11.4 11.4 11.5 11.6

Mean = 10.9

95% confidence interval for Mean: 10.51 thru 11.29

Standard Deviation = 0.653

Hi = 11.6 Low = 9.20

Median = 11.2

Average Absolute Deviation from Median = 0.467

Bilag 28.

Resultaterne af "Student's t-test" på forskellene i $\delta^{15}\text{N}$ og $\delta^{13}\text{C}$ (kombineret) relativ til kønsbestemmelse.

Venligst udført af Klaus Kähler Holst i programmet R (<http://www.r-project.org>).

```
> lm.C13 <- lm(C13 ~ Gender, data=viking) > summary(lm.C13)
```

Call:

```
lm(formula = C13 ~ Gender, data = viking)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.9160990	-0.1584367	0.0001699	0.2353466	0.6055271

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-19.96648	0.09667	-206.543	< 2e-16 ***
GenderM	0.42898	0.13015	3.296	0.00275 **

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.3485 on 27 degrees of freedom

Multiple R-Squared: 0.2869, Adjusted R-squared: 0.2605

F-statistic: 10.86 on 1 and 27 DF, p-value: 0.002747

```
> confint(lm.C13)
```

	2.5 %	97.5 %
(Intercept)	-20.1648332	-19.7681334
GenderM	0.1619466	0.6960201

```
> bartlett.test(C13 ~ Gender, data=viking)
```

Bartlett test of homogeneity of variances

data: C13 by Gender

Bartlett's K-squared = 1.2667, df = 1, p-value = 0.2604

```
> kruskal.test(C13 ~ Gender, data=viking) Kruskal-Wallis rank sum test
```

data: C13 by Gender Kruskal-Wallis chi-squared = 8.127, df = 1, p-value = 0.004361

>

```
> lm.N15 <- lm(N15 ~ Gender, data=viking) > summary(lm.N15)
```

Call:

```
lm(formula = N15 ~ Gender, data = viking)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.9027	-0.3379	0.1536	0.4757	0.8985

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	10.8968	0.1904	57.232	<2e-16 ***
GenderM	0.5647	0.2563	2.203	0.0363 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.6865 on 27 degrees of freedom

Multiple R-Squared: 0.1524, Adjusted R-squared: 0.121

F-statistic: 4.854 on 1 and 27 DF, p-value: 0.0363

Bilag 28.

Resultaterne af ”Student’s t-test” på forskellene i $\delta^{15}\text{N}$ og $\delta^{13}\text{C}$ (kombineret) relativ til kønsbestemmelse.

Venligst udført af Klaus Kähler Holst i programmet R (<http://www.r-project.org>).

```
> confint(lm.N15)
                2.5 %   97.5 %
(Intercept) 10.50611683 11.287434
GenderM      0.03879601  1.090676
> bartlett.test(N15 ~ Gender, data=viking)
```

Bartlett test of homogeneity of variances

data: N15 by Gender
Bartlett's K-squared = 0.0949, df = 1, p-value = 0.758

```
> kruskal.test(N15 ~ Gender, data=viking)
```

Kruskal-Wallis rank sum test

data: N15 by Gender
Kruskal-Wallis chi-squared = 7.8769, df = 1, p-value = 0.005007

```
>
> lm.both <- lm(cbind(C13,N15) ~ Gender, data=viking)
> anova(lm.both)
Analysis of Variance Table
```

	Df	Pillai approx	F	num Df	den Df	Pr(>F)
(Intercept)	1	1	47958	2	26	< 2.2e-16 ***
Gender	1	0.3724	8	2	26	0.002344 **
Residuals	27					

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
>
```

Bilag 29.

Resultaterne af "Student's t-test" på forskellene i $\delta^{13}\text{C}$ relativ til kønsbestemmelse, hvor også de mere usikkert bestemte individer er inkluderet.

Udført på Internettet (<http://www.physics.csbsju.edu/stats/t-test.html>).

Student's *t*-Test: Results

The results of an unpaired t-test performed at 03:27 on 10-JAN-2008

$t = 2.48$

$sdev = 0.383$

degrees of freedom = 33

The probability of this result, assuming the null hypothesis, is 0.018

Group A: Number of items= 19

-20.4 -20.4 -20.1 -20.0 -20.0 -19.7 -19.7 -19.7 -19.5 -19.5 -19.4 -19.4 -19.3 -19.3 -19.3 -19.2 -19.2 -19.2 -18.9

Mean = -19.6

95% confidence interval for Mean: -19.76 thru -19.41

Standard Deviation = 0.429

Hi = -18.9 Low = -20.4

Median = -19.5

Average Absolute Deviation from Median = 0.341

Group B: Number of items= 16

-20.4 -20.4 -20.2 -20.1 -20.0 -20.0 -20.0 -20.0 -19.9 -19.9 -19.9 -19.8 -19.7 -19.7 -19.4 -19.2

Mean = -19.9

95% confidence interval for Mean: -20.10 thru -19.71

Standard Deviation = 0.320

Hi = -19.2 Low = -20.4

Median = -20.0

Average Absolute Deviation from Median = 0.227

Bilag 30.

Resultaterne af "Student's t-test" på forskellene i $\delta^{15}\text{N}$ relativ til kønsbestemmelse, hvor også de mere usikkert bestemte individer er inkluderet.

Udført på Internettet (<http://www.physics.csbsju.edu/stats/t-test.html>).

Student's *t*-Test: Results

The results of an unpaired t-test performed at 03:18 on 10-JAN-2008

$t = 2.38$

$sdev = 0.667$

degrees of freedom = 33

The probability of this result, assuming the null hypothesis, is 0.023

Group A: Number of items= 19

9.56 10.4 10.6 10.8 10.9 11.3 11.5 11.5 11.6 11.6 11.6 11.6 11.7 11.8 12.0 12.1 12.2 12.3 12.4

Mean = 11.4

95% confidence interval for Mean: 11.12 thru 11.75

Standard Deviation = 0.718

Hi = 12.4 Low = 9.56

Median = 11.6

Average Absolute Deviation from Median = 0.508

Group B: Number of items= 16

9.20 10.3 10.5 10.6 10.6 10.7 10.8 11.0 11.2 11.2 11.3 11.3 11.4 11.4 11.5 11.6

Mean = 10.9

95% confidence interval for Mean: 10.56 thru 11.24

Standard Deviation = 0.600

Hi = 11.6 Low = 9.20

Median = 11.1

Average Absolute Deviation from Median = 0.451

Bilag 31.

Resultaterne af "Student's t-test" på forskellene i $\delta^{15}\text{N}$ relativ til kønsbestemmelse med en korrektion af kvindernes værdier på + 0,3 ‰.

Udført på Internettet (<http://www.physics.csbsju.edu/stats/t-test.html>).

Student's *t*-Test: Results

The results of an unpaired t-test performed at 14:46 on 15-JAN-2008

t= 1.05

sdev= 0.667

degrees of freedom = 33

The probability of this result, assuming the null hypothesis, is 0.300

Group A: Number of items= 19

9.56 10.4 10.6 10.8 10.9 11.3 11.5 11.5 11.6 11.6 11.6 11.6 11.7 11.8 12.0 12.1 12.2 12.3 12.4

Mean = 11.4

95% confidence interval for Mean: 11.12 thru 11.75

Standard Deviation = 0.718

Hi = 12.4 Low = 9.56

Median = 11.6

Average Absolute Deviation from Median = 0.508

Group B: Number of items= 16

9.50 10.6 10.8 10.9 10.9 11.0 11.1 11.3 11.5 11.5 11.6 11.6 11.7 11.7 11.8 11.8

Mean = 11.2

95% confidence interval for Mean: 10.86 thru 11.54

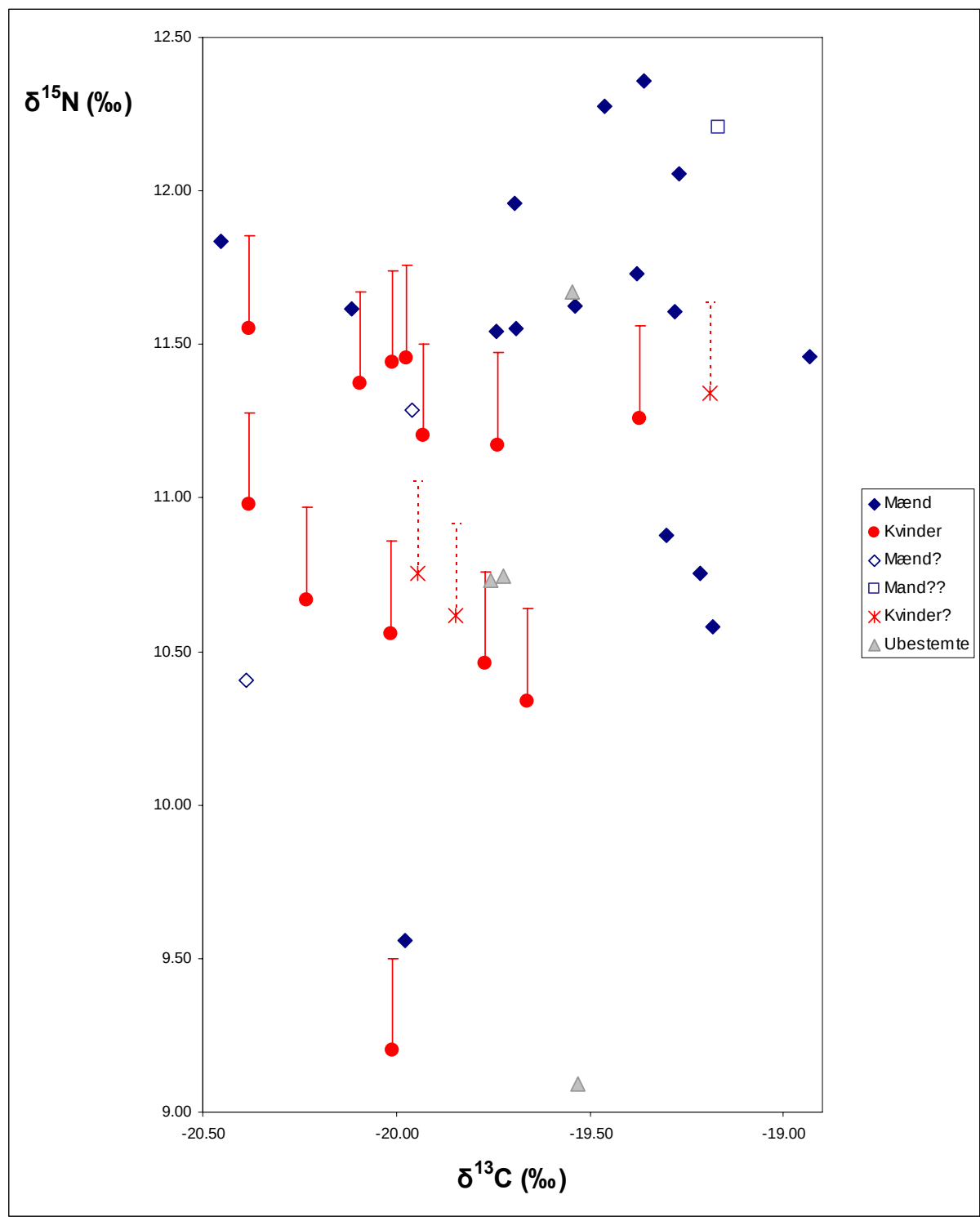
Standard Deviation = 0.600

Hi = 11.8 Low = 9.50

Median = 11.4

Average Absolute Deviation from Median = 0.451

Bilag 32.
Forskydning af alle kvindernes $\delta^{15}\text{N}$ -værdier med +0,3 ‰
for at kompensere for en eventuel graviditetseffekt.



Bilag 33.

Resultaterne af "Student's t-test" på forskellene i $\delta^{15}\text{N}$ relativ til kønsbestemmelse med en korrektion af kvindernes værdier på + 1,1 ‰.

Udført på Internettet (<http://www.physics.csbsju.edu/stats/t-test.html>).

Student's *t*-Test: Results

The results of an unpaired t-test performed at 14:57 on 15-JAN-2008

t= -2.48

sdev= 0.667

degrees of freedom = 33

The probability of this result, assuming the null hypothesis, is 0.018

Group A: Number of items= 19

9.56 10.4 10.6 10.8 10.9 11.3 11.5 11.5 11.6 11.6 11.6 11.6 11.7 11.8 12.0 12.1 12.2 12.3 12.4

Mean = 11.4

95% confidence interval for Mean: 11.12 thru 11.75

Standard Deviation = 0.718

Hi = 12.4 Low = 9.56

Median = 11.6

Average Absolute Deviation from Median = 0.508

Group B: Number of items= 16

10.3 11.4 11.6 11.7 11.7 11.8 11.8 12.1 12.3 12.3 12.4 12.4 12.5 12.5 12.6 12.7

Mean = 12.0

95% confidence interval for Mean: 11.66 thru 12.34

Standard Deviation = 0.600

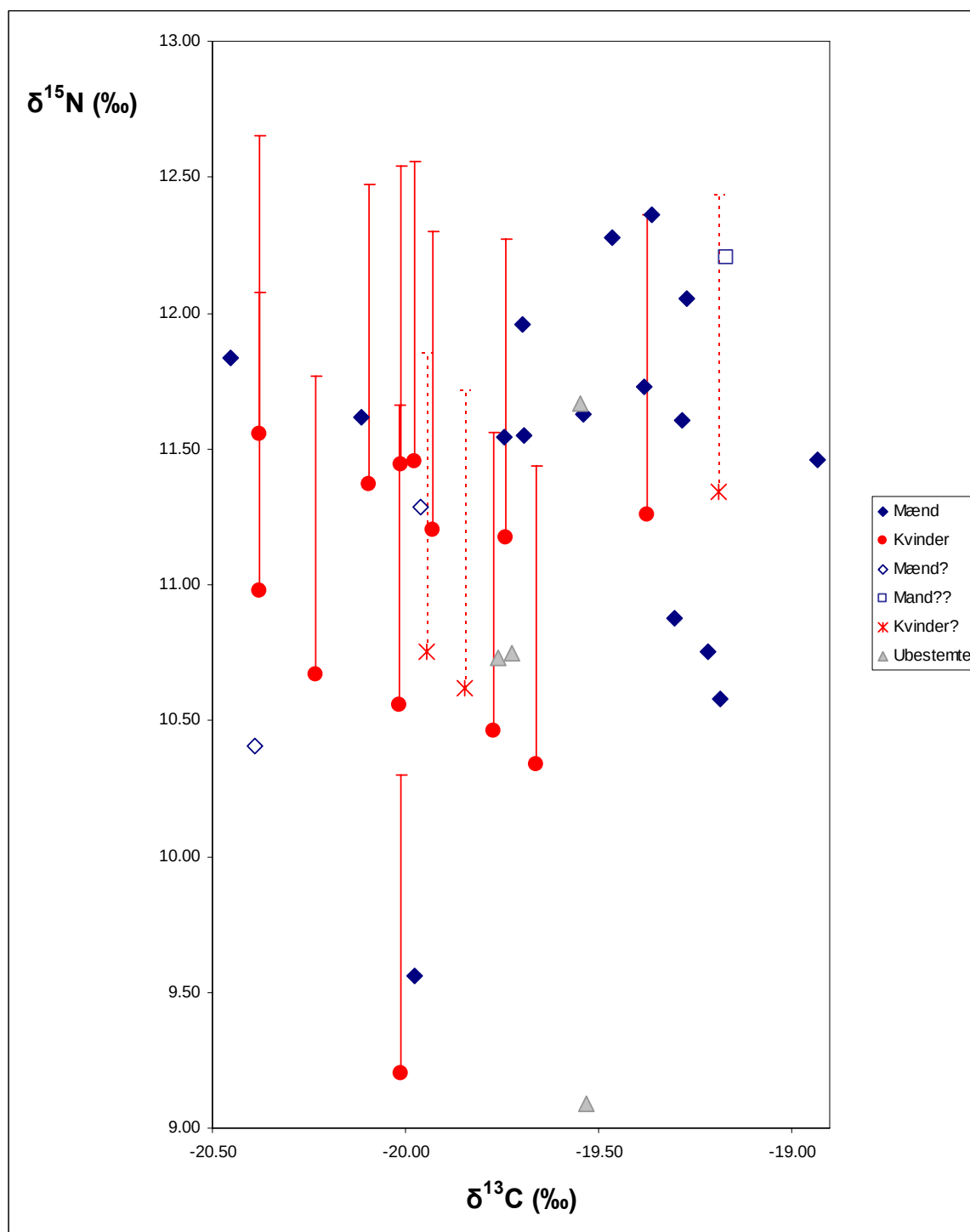
Hi = 12.7 Low = 10.3

Median = 12.2

Average Absolute Deviation from Median = 0.451

Bilag 34.

Forskydning af alle kvindernes $\delta^{15}\text{N}$ -værdier med + 1,1 ‰
for at kompensere for en eventuel graviditetseffekt.



Bilag 35.

Udregningerne for "Student's t-test" på forskellene i $\delta^{13}\text{C}$ mellem to mænd og kvinder i rigt udstyrede grave. Udført på Internettet (<http://www.physics.csbsju.edu/stats/t-test.html>).

Student's *t*-Test: Results

The results of an unpaired t-test performed at 02:24 on 29-JAN-2008

$t = 1.36$

$sdev = 0.263$

degrees of freedom = 6 The probability of this result, assuming the null hypothesis, is 0.22

Group A: Number of items= 4

-19.8 -19.7 -19.4 -19.3

Mean = -19.6

95% confidence interval for Mean: -19.87 thru -19.23

Standard Deviation = 0.238

Hi = -19.3 Low = -19.8

Median = -19.5

Average Absolute Deviation from Median = 0.200

Group B: Number of items= 4

-20.0 -20.0 -19.8 -19.4

Mean = -19.8

95% confidence interval for Mean: -20.12 thru -19.48

Standard Deviation = 0.285

Hi = -19.4 Low = -20.0

Median = -19.9

Average Absolute Deviation from Median = 0.203

Data Reference: 64D8

Bilag 36.

Resultaterne af "Student's t-test" på forskellene i $\delta^{13}\text{C}$ relativ til kønsbestemmelse udført på isotopresultater fra middelalderlig gravplads.

Udført på Internettet (<http://www.physics.csbsju.edu/stats/t-test.html>).

Student's *t*-Test: Results

The results of an unpaired t-test performed at 03:21 on 7-FEB-2008

$t = 2.73$

$sdev = 0.536$

degrees of freedom = 47 The probability of this result, assuming the null hypothesis, is 0.0088

Group A: Number of items = 27

-20.0 -19.8 -19.7 -19.6 -19.5 -19.4 -19.4 -19.4 -19.4 -19.3 -19.3 -19.2 -19.1 -19.1 -19.0 -19.0 -18.9 -18.8 -18.7 -18.7 -18.6 -18.6 -18.5 -18.3 -18.1 -18.0 -17.9

Mean = -19.0

95% confidence interval for Mean: -19.22 thru -18.80

Standard Deviation = 0.552

Hi = -17.9 Low = -20.0

Median = -19.1

Average Absolute Deviation from Median = 0.444

Group B: Number of items = 22

-20.2 -20.2 -20.1 -20.0 -19.9 -19.8 -19.7 -19.7 -19.7 -19.6 -19.4 -19.4 -19.3 -19.3 -19.2 -19.2 -19.1 -19.1 -19.0 -18.7 -18.5 -18.4

Mean = -19.4

95% confidence interval for Mean: -19.66 thru -19.20

Standard Deviation = 0.515

Hi = -18.4 Low = -20.2

Median = -19.4

Average Absolute Deviation from Median = 0.414

Data Reference: 064B