

Dateringen av Västerhus kyrkogård på Frösön i Jämtland

En djupanalys av isotopvärden och dateringar av fisk, däggdjur och människor

*Av Elisabeth Iregren, Högne Jungner, Jesper Olsen,
Marie Kanstrup och Jan Heinemeier*

Iregren, E., Jungner, H., Olsen, J., Kanstrup, M. & Heinemeier, J., 2025. Dateringen av Västerhus kyrkogård på Frösön i Jämtland: En djupanalys av isotopvärden och dateringar av fisk, däggdjur och människor. (Dating the churchyard of Westerhus at Frösön in Jämtland, Sweden: Based on a combination of stable isotopes and datings of fish, mammals and humans.) *Fornvännen* 120. Stockholm.

The medieval church and cemetery of Westerhus (Västerhus) is situated on the island of Frösön in the province of Jämtland, Mid-Sweden. The site was completely excavated and underwent anthropological analysis, published by Nils-Gustaf Gejvall in 1960. A number of early radiocarbon datings were later obtained (Gejvall 1968). In 2009 a new study of the church, site, burials and humans was presented by Elisabeth Iregren and collaborators, and new attempts were made to date the burial ground. Two series of radiocarbon dating have been performed. One aimed at finding the foundation of the site and one sought to identify the last burials. The datings have, however, been questioned in general and supposed to be severely influenced by a reservoir effect. This problem has now been faced through a detailed analysis of available stable carbon and nitrogen isotope measurements – performed by Iregren and collaborators – from the site, the region and elsewhere. Data from humans, domesticates and wild mammals have been used. In addition, the reservoir effect on fish from the surrounding Lake Storsjön has been measured. Combining all this information and applying the diet analysis program FRUITS we found out that the influence of a reservoir effect on the radiocarbon dates is limited to about 100 years. Based on this, a recalibration of the available radiocarbon dates determines that the beginning of the use of the churchyard with 95% probability falls in the interval 1140–1300 AD and the ending within the interval 1330–1470 AD. We thus conclude that the cemetery was in use from 1140 AD until 1470 AD.

Keywords: ¹⁴C-dating, reservoir effect, diet, medieval period

*Elisabeth Iregren, Institutionen för arkeologi och antikens historia, Lunds universitet,
LUX, Box 192, SE-221 00 Lund
elisabeth.iregren@ark.lu.se*

*Högne Jungner, Dateringslaboratoriet, Box 64, 00014 Helsingfors universitet, Finland
hogne.jungner@helsinki.fi*

*Jesper Olsen, Aarhus AMS Centre, Aarhus University, 1522–330 Ny Munkegade 120,
DK-8000 Århus C, Denmark
jesper.olsen@phys.au.dk*

*Marie Kanstrup, Aarhus AMS Centre, Aarhus University, 1522–330 Ny Munkegade
120, DK-8000 Århus C, Denmark
maka@phys.au.dk*

*Jan Heinemeier, Aarhus AMS Centre, Aarhus University, 1522–330 Ny Munkegade
120, DK-8000 Århus C, Denmark
jh@phys.au.dk*

Introduktion

Västerhus kyrka och kyrkogård, som totalundersöktes arkeologiskt under åren 1947–1952, var belägna i Västbyn på Frösön (fig. 1). Kyrkan var en s.k. högendiskyrka enligt Frostatingslags definition (se t.ex. Gejvall 1960, s. 19ff, pl. 31–37; Hemmendorff 2010, s. 42). Begreppet högendiskyrka innebär att den bekostats och uppförts på privat initiativ av en ledande familj på en större gård. Kyrkan tillkomst är svår att datera, men det bör ha skett omkring år 1100 (Redin 2000, s. 168–171, 173; jfr Brendalsmo & Bonnier 2009). Kyrkans status medför att de gravlagda bedöms

vara familjemedlemmar och trälar/anställda vid storgården. Övriga bosatta på Frösön har sannolikt gravsatts vid sockenkyrkan, som ligger tre km längre österut på ön.

Dateringen av Västerhus kyrkogård har diskuterats av många forskare under lång tid (t.ex. Gejvall 1960; 1968; Sellstedt et al. 1966; 1967; Redin 2000; Kyhlberg & Strucke 2000; Siven 2005) samt av flera författare i antologin (Iregren et al. 2009a). Detta till trots har få på senare år kunnat bidra med verkligt ny kunskap, utan man har huvudsakligen arbetat med



Fig. 1. Den bevarade kyrkoruinen Västerhus, Frösö socken i Jämtland, före den slutliga utgrävningen under 1951 och 1952. Undersökningen utplånade fornlämningen helt. Foto: ATA. – The church ruin of Westerhus, Frösö parish, Jämtland, Sweden, before the last excavation performed during the 1951 and 1952 seasons. The meticulous investigation due to the expansion of the Östersund airport totally eradicated the monument.

tidigare tillgängliga ^{14}C -dateringar. Det stora intresset för lokalen och de döda beror på att Västerhus på Frösön är en så viktig plats för vår förståelse av och kunskap om landsbygden i det medeltida Norden och av kristnandet av Jämtland. Vidare är kyrkogården fullständigt undersökt, om än skadad, och skeletten exceptionellt välbevarade. Genom Gejvalls genomarbetade avhandling, som publicerades på engelska (Gejvall 1960), fick hans banbrytande studie en mycket stor spridning. De dateringar vi diskuterar här är baserade på olika kulturhistoriska metoder (skelettens armställningar, kyrkans arkitektur, föremålsfynd) men framför allt på de ^{14}C - och isotopanalyser som utförts inom projektet "Medeltidens människor".

Vid medeltidsmötet i Ribe år 1999 uttalade sig Lars Redin närmast profetiskt om dateringen av Västerhus: "Uppenbarligen pågår för närvarande en livlig utveckling kring hur ^{14}C -värden ska tolkas. Vi kan med andra ord förutse att det kan bli anledning att återkomma till metodens utsaga om datering av enskildheter och helhet från Westerhus kyrkogård" (Redin 2000, s. 168). I denna artikel tar vi vår utgångspunkt från detta uttalande, och för arbetet vidare. Analyserna bygger huvudsakligen på tidigare publicerade och tillgängliga mätvärden från analyser av ^{14}C - och stabila isotoper (Redin 2000; Iregren et al. 2000; Iregren et al. 2009b; Holm 2009), men dessa, och andra jämförbara data, har nu studerats i detalj. Uppgifter har även hämtats ur museet Jamtlis arkiv samt ur publicerade arbeten. Med hjälp av analys av dietens sammansättning baserat på stabila kol- och kväveisotopvärden från benmaterialet samt inverkan av en reservoareffekt i fisk från Storsjön har vi nu kunnat korrigera de uppmätta ^{14}C -dateringarna. Resultaten visar att de ursprungliga ^{14}C -dateringarna till följd av reservoareffekten bör korrigeras hitåt i tid med omkring 100 år.

Västerhus, bakgrund

Gejvall (1960) tillämpade i arbetet med Västerhus flera kulturhistoriska och naturvetenskapliga angreppssätt för att klargöra kyrkogårdens användningstid. Han lät kolleger vid Statens historiska museum studera föremålen – inklusive kistspikar – och senare datera skelett

med den då nya ^{14}C -metoden (Sellstedt et al. 1966; 1967; Gejvall 1968). Gejvall deltog, under denna tid, aktivt i uppbyggnaden av Laboratoriet för radioaktiv datering vid Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm. Han försökte också använda gravdjup och gravarnas spridning på Västerhus kyrkogård för att förstå hur kyrkogården anlagts, vuxit och dess yta utnyttjats. Gravidjupet kan dessvärre inte användas, eftersom vi inte känner markytans ursprungliga nivå och kyrkogården dessutom placerats i en svag sluttning (Gejvall 1960, s. 71–72, fig. 10; Redin 2000, s. 158; Alexandersen et al. 2009, s. 245). Det kan heller inte anses som självklart att gravar på samma kyrkogård och på samma djup har samma datering. Gejvalls tolkning att gravarna börjat anläggas i öster och fortsatt mot väster motsägs av såväl Redins noggranna analys av de gravlagdas armställningar och gravarnas spridning som av genomförda ^{14}C -dateringar (jfr Redin 2000; Alexandersen et al. 2009, s. 245; Holm 2009, tab. 1). Av dessa skäl blir därför ^{14}C -dateringar särskilt viktiga i tolkningen av kyrkans tillkomst och brukningstid.

Vi har i samband med detta arbete undersökt om annat organiskt fyndmaterial från Västerhus kunnat användas för datering. En möjlighet som identifierades var att använda de små trärester som bevarats runt kistspikarna i järn. Vid spikarnas konservering har dessa trärester dessvärre impregnerats av konserveringsvätska, vilket påverkat användbarheten negativt. En annan möjlighet var att datera ett mycket litet och tunt läderstycke (fynd 4b) som bevarats under ett ringspänne (fynd 4a, grav 65) (Gejvall 1960, fig. 29). Eftersom en datering hade förstört det lilla läderfragmentet valde vi att inte pröva denna möjlighet. Med tanke på det ringa läder som bevarats ansågs risken vara stor att dateringen inte skulle bli tillförlitlig.

Med hjälp av kol-14-metoden har totalt 30 ^{14}C -dateringar utförts av Gejvall respektive Iregren och Redin (Sellstedt et al. 1966; 1967; Engstrand et al. 1967; Gejvall 1968; Redin 2000; Holm 2009; Siven 2009), på ben av olika individer – män, kvinnor och barn av olika ålder – som begravts på Västerhus kyrkogård. Under utgrävningarna påträffades sammanlagt 371 individer (inklusive foster) på kyrkogården (Gej-

vall 1960, s. 35). De daterade är därmed ovanligt många på denna begravningsplats. Redin (2000, s. 167) har sammanfattat det vi vet om Gejvalls motiv för urval av individer för datering. Gejvall önskade belysa dateringen av skilda sociala grupper på kyrkogården. Vidare ville han testa sin hypotes om att gravplatsen började utnyttjas i öster och successivt expanderade mot väster. Vid sin analys av de gravlagda kropparnas armställningar kunde dock inte Redin konstatera någon skillnad mellan kyrkogårdens olika sektorer (Redin 2000, s. 166). Därmed faller Gejvalls hypotes. Med hjälp av två serier dateringar syftade Iregren och Redin till att försöka ringa in de tidpunkter då kyrkogården togs i bruk respektive när den togs ur bruk. Urvalet gjordes med hjälp av arkeologiska kriterier, t.ex. gravars läge i förhållande till kyrkans murar, gravföljder m.m. (fig. 2).

Utifrån det tillgängliga underlaget – föremål, hypotetiskt gravdjup och tolv ¹⁴C-dateringar – daterade Gejvall kyrkogårdens brukningstid till perioden ca 1100–1350 (Gejvall 1960, s. 129). Alexandersen, Iregren och Redins reviderade dateringsförslag, som baserades på 30 ¹⁴C-dateringar (fig. 3) gav en mycket likartad datering av kyrkogårdens brukningstid, från 1029 (1073) till 1327 (1356) (Alexandersen et al. 2009, s. 245). Uppskattningen baserades på en s.k. *maximum likelihood*-analys utförd på basis av alla tillgängliga ¹⁴C-dateringar.

Holm föreslog däremot, med hänvisning till bl.a. en tänkbar reservoareffekt i kambrosilur-området i Jämtland, att kyrkogården utnyttjats under en längre och senarelagd tidsperiod, från 1125–1250 till 1375–1500 (Holm 2009, s. 145). Han uppger emellertid inte hur detta intervall uppskattats. Förmodligen baserades tolkningen på hans djupa kunskaper om Jämtlands medeltida historia. Holm ansåg att användningstiden var längre än 200 år. En lång användningstid skulle dock medföra att den population som beräknats ha utnyttjat kyrkogården (n = 23; Siven 2009, s. 179) varit ännu mindre än vad som tidigare antagits. Dessutom var över hälften av den levande befolkningen barn, vilket innebär att det endast var medlemmar av omkring sex kärnfamiljer som samtidigt levde och begravdes i Västerhus. Under denna tid var dessutom

flergenerationsfamiljer vanligt förekommande. Även Siven diskuterade en eventuell reservoareffekt på dateringarna, men han poängterade även att det för närvarande (2009) inte fanns några möjligheter att uppskatta dess storlek (Siven 2009, s. 164, 166). Siven refererade till flera svårigheter som förelåg då reservoareffekten i Storsjön skulle uppskattas. Han betonade även att sjöns storlek och dess tillrinning från fjällområden med en helt annan berggrund riskerade att ge allt för stora reservoareffekter. Ytterligare ett problem som Siven uppmärksammade var att svårigheten att uppskatta fiskkonsumtionen i Västerhuspopulationen (Siven 2009, s. 166–167).

I boken *Jämtarna och samerna kom först* har även Stig Welinder givit sig in i diskussionen om Västerhus kyrkas och kyrkogårds datering (Welinder 2008). Han ifrågasätter kortfattat hypotesen om en stor reservoareffekt i dateringen av Västerhusskeletten med delvis samma argument som Siven. Han nämner två argument, att antalet fiskben som hittats på arkeologiskt utgrävda platser i Jämtland är förhållandevis litet och att det är okänt hur mycket gammalt kol som fiskarna i den mycket stora och väl genomflutna Storsjön kan tänkas ha innehållit (Welinder 2008, s. 121).

Welinders första påpekande tycks vara korrekt. Trots att relativt många osteologiska analyser utförts av benmaterial som tagits tillvara i området, och där de rådande bevaringsförhållandena varit goda, är förekomsten av fiskben relativt begränsat. Detta talar inte för någon större konsumtion av lokal fisk. Isotopvärdena antyder att den förväntade medeltida kosten för fastande katoliker snarare bestod av torrfisk från Norge. Detta gäller dock få individer i Västerhus.

Andra viktiga lokaler på Frösön

Om det skulle föreligga en reservoareffekt på dateringar från Västerhus, så borde de bakomliggande geologiska förhållandena också ha påverkat dateringen av andra fynd av människor/fiskätande organismer från lokaler i Storsjöområdet. Motsvarande diskussion som för Västerhus tycks dock, enligt vad vi känner till, knappast ha förts om andra fyndplatser i området.



Fig. 2. Grav 96 på Västerhus kyrkogård. Redin och Iregren valde att låta den ingå i en dateringsserie för tidiga gravar på grund av den ovanliga, och möjligen ålderdomliga, gravkonstruktionen. Den är placerad strax öster om kyrkans absid. Dateringen visade sig bli ^{14}C -ålder BP 765 ± 55 (Ua-15 065) Kalibrerad Korr ^{14}C -ålder BP 665 ± 62 . Graven är alltså inte anlagd bland de allra första på kyrkogården. Notera att graven är orienterad i V-Ö, men fotografen har valt att avbilda den på detta sätt. Foto: ATA. – The Westerhus churchyard with burial no. 96. It was situated close to the apse of the church. The photo is taken from the east. The skeleton was chosen by Redin and Iregren to be dated in the series trying to map the start of the interments. The ^{14}C results were BP 765 ± 55 (Ua-15 065) Calibrated Corr. ^{14}C age BP 665 ± 62 . Evidently, this burial does not seem to be among the earliest performed, despite its unusual stone construction.

Eftersom det ligger andra viktiga fyndlokaler på ön där ^{14}C -dateringar och isotopanalyser utförts, så är det lämpligt att lyfta fram dessa som jämförelser. Det rör sig framför allt om en undersökning av boplatslämningar vid Västerhus samt utgrävningen under Frösö kyrka (Hildebrandt 1989; 1991) med fynd av människo- och djurben.

Under år 2004 utfördes arkeologiska utgrävningar något hundratal meter från Västerhus kyrkogård (Thilderquist 2004; Oskarsson 2005). Marken var skadad av tidigare schaktningar, bl.a. vid utbyggnad av Östersunds flygplats. Vid undersökningarna anträffades en vendeltida grav samt flera nedgrävningar, vilka tolkades som avfallsgropar. Sannolikt hade dessa tillhört den medeltida storgården. I groparna hittades djur-

OxCal v4.4.4 Bronk Ramsey (2021): r.5 Atmospheric data from Reimer et al (2020)

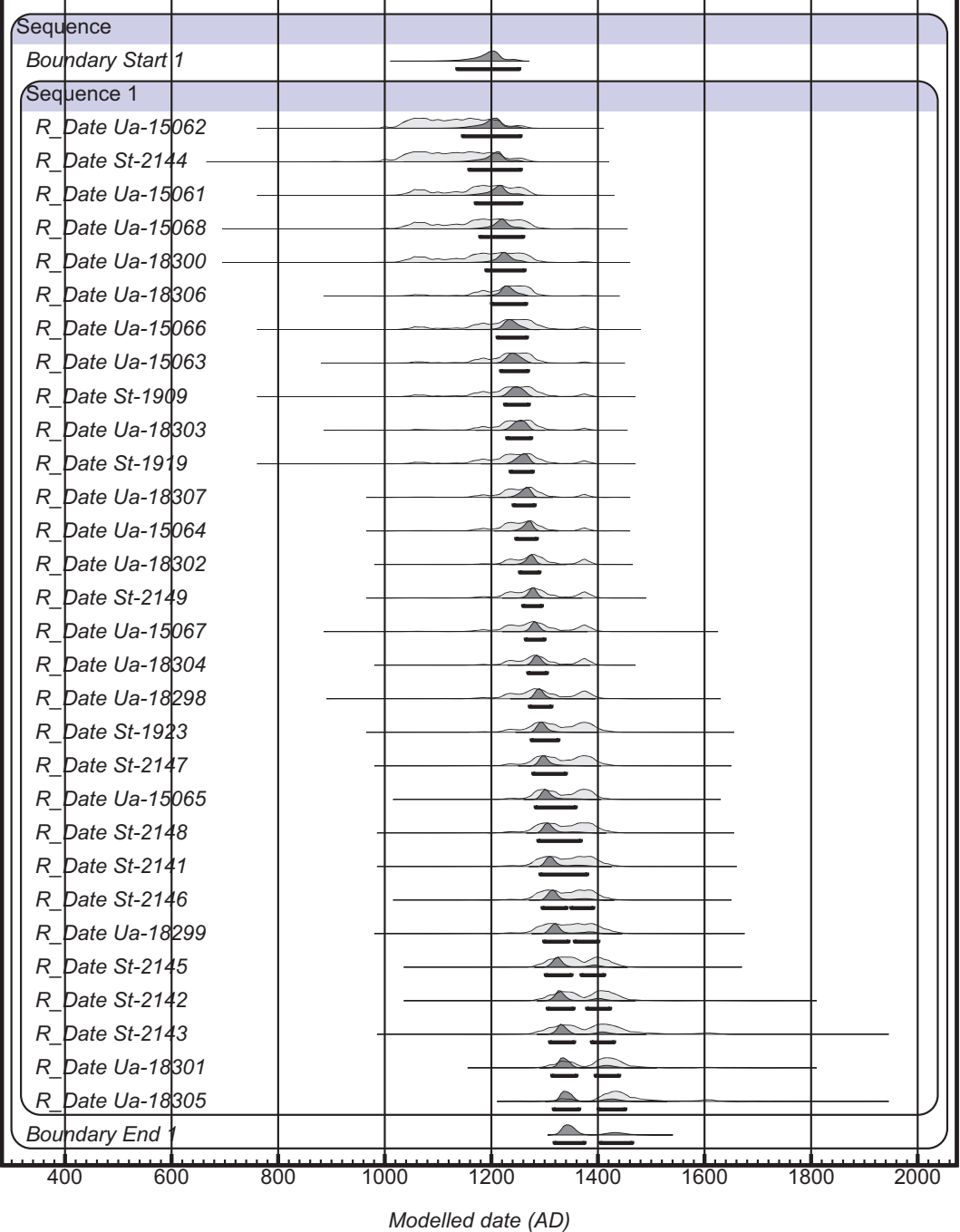


Fig. 3. Distributionen av kalibrerade ¹⁴C-värden, som korrigerats för en reservoarålder i fisk i dieten. – The distribution of calibrated ¹⁴C dates is corrected for a reservoir age in fish in the diet.

ben, tolkade som matavfall, samt en nedgrävd dvärghund som daterats till 1200-talet. Förekomsten av en, vid denna tid, mycket ovanlig hundtyp är ytterligare en indikation på gårdens höga status (Hansson 2007). Ben från groparna daterades och visade sig vara samtida med Västerhus kyrkogård, vilket också hunden är.

Ett annat betydelsefullt fynd på Frösön är den bende-position som framkom under sockenkyrkan (Hildebrand 1989; 1991; Iregren 1989; Magnell 2009; Magnell & Iregren 2010; Magnell 2023). Under koret hittades vid den arkeologiska undersökningen en stubbe av björk. Kring denna framkom ben av husdjur och vilda djurarter samt människoben. Vanligast förekommande var käkar och skelettdelar av björn och älg, och bland husdjuren dominerade svin. Ett större antal benfynd av olika arter daterades. Dateringarna av såväl vilt som husdjur visar att de deponerats under en kort period omkring år 1000 (Magnell & Iregren 2010, fig. 2). Människobenen visar ett bredare intervall, delvis eftersom dateringarnas felgränser var större; de tillhörde såväl 900-, 1000- som 1100-talet. Artefakter saknades i fyndet.

Metodik

För att belysa dateringen av Västerhus kyrkogård använder vi oss, förutom av ^{14}C -dateringar, av isotopstudier på ben från människor och djur i området. Tyngdpunkten i arbetet ligger på analysresultat från Frösön, men även andra undersökningar används. Vi utnyttjar data över stabila kol- och kväveisotoper framkomna både vid datering och vid särskilda isotopanalyser. Om en betydande reservoareffekt har påverkat ^{14}C -dateringarna skulle detta tydligt visa sig i förändrade $\delta^{13}\text{C}$ - och $\delta^{15}\text{N}$ -värden hos både människor och djur.

Datering genom ^{14}C -analys

Av de 30 ^{14}C -dateringarna från Västerhus kyrkogård har 12 utförts med den konventionella metoden av laboratoriet i Stockholm (Sellstedt et al. 1966; 1967; Engstrand et al. 1967; Gejvall 1968) och 18 med acceleratormetoden av Ångströmlaboratoriet i Uppsala (Redin 2000, fig. 8; Holm 2009, tab. 1) (tab. 1). Individernas ålder (barn och ungdomar) har osteologiskt undersökts på

nytt av Alexandersen och Iregren (2009, s. 186, bil. 4). För de vuxna använder vi åldersbedömningarna i Gejvalls publikation (1960). Dateringarna av Västerhus har gjorts på kollagen som extraherats från individuella ben (Sellstedt et al. 1966). Uppsalalaboratoriet, som ansvarat för de två senaste analysserierna, uppger $\delta^{13}\text{C}$ -värden medan laboratoriet i Stockholm endast meddelar att korrigering för utförd isotopfraktionering gjorts. Inledningsvis koncentrerar vi oss på ^{14}C -dateringarna.

Dateringen av kyrkogårdens skelett på basis av ^{14}C -resultat berörs av tre olika metodproblem. Dels måste ^{14}C -resultaten kalibreras för att nå fram till korrekt ålder, dels är åldern på kollagenet en aning högre än dödstillpunkten och slutligen kan en eventuell lokal reservoareffekt påverka erhållna värden. Vad gäller Västerhus har frågan om en reservoareffekt till följd av människors konsumtion av fisk fångad i den omgivande Storsjön, och eventuellt i Atlanten, diskuterats (jfr Holm 2009, s. 131–133; Siven 2009, s. 166–167). I det följande diskuterar vi närmare dessa tre problem.

Kalibrering

Tack vare kalibreringsprogrammet OxCal, som utvecklats i Oxford (Bronk Ramsay 2009, s. 337), kan vi nu nå kalibrerade resultat, som är statistiskt mer hållbara än tidigare. Genom att använda kalibreringsprogrammet OxCal ver. 4.4.4 och kalibreringskurvan IntCal20 (Reimer et al. 2020, s. 725) på dateringarna i tabell 1 erhåller vi resultatet att åldern på de daterade gravarna ligger inom ett intervall som med 95 % sannolikhet börjar mellan åren 1040–1190 och slutar mellan 1290–1380. Detta gäller om ingen kollagenålder eller reservoareffekt beaktas.

Kollagenålder

Kollagenåldern, som är ett resultat av uppbyggnaden och omsättningen av kollagen i benvävnaden hos levande individer, uppskattas vanligen vara av storleksordningen tio år (Lanting & van der Plicht 1998, s. 151). För åtta av de daterade individerna, vars dödsålder ligger under 20 år, är kollagenåldern t.o.m. lägre. Geyh (2001, s. 723) har, genom att utnyttja förändringar i atmosfärens ^{14}C -halt, orsakade av atomsprängningar,

Grav Grave	Lab-no Lab-no	¹⁴ C-ålder BP ¹⁴ C-age BP	$\Delta^{14}\text{C}$ -ålder $\Delta^{14}\text{C}$ age	$\delta^{13}\text{C}$ $\delta^{13}\text{C}$	Kön Sex	Ålder, år Ages, years	Korr ¹⁴ C-ålder BP Corr ¹⁴ C-age BP	$\Delta^{14}\text{C}$ -ålder $\Delta^{14}\text{C}$ age
4	Ua-15062	1010	55	-21,2	M	50-60	910	62
171	St-2144	1010	65		M	18-20	910	72
1	Ua-15061	950	55	-20,4	K	20-25	850	62
To i	Ua-15068	945	70	-22,8		6-9 mån	845	77
52	Ua-18300	935	70	-21,5	K	40-50	835	77
223	Ua-18306	900	50	-21,2	M	40-50	800	58
206	Ua-15066	890	70	-22,4	K	>60	790	77
E 89 d	Ua-15063	890	55	-20,4		8	790	62
89a1	St-1909	880	65		K	40-50	780	72
130	Ua-18303	875	55	-21,6		3-4	775	62
91	St-1919	875	65		K	40-50	775	72
227	Ua-18307	860	55	-20,7	K	50-60	760	62
E 89 g	Ua-15064	860	55	-21,2		2-3	760	62
123	Ua-18302	830	50	-21,2		2.5-3	730	58
32	St-2149	830	60		K	50-60	730	67
To a	Ua-15067	830	65	-21,4		1-2	730	72
134	Ua-18304	820	55	-21,4	M	40-50	720	62
5	Ua-18298	815	65	-19,4	M	40-50	715	72
89b1	St-1923	775	70			5-6	675	77
9	St-2147	765	65		M	13-14	665	72
96	Ua-15065	765	55	-21,0	K	30-35	665	62
177	St-2148	750	65			9-10	650	72
54	St-2141	740	65		K	35-40	640	72
117	St-2146	740	60		M	30-35	640	67
51	Ua-18299	725	70	-21,0	K	50-60	625	77
181	St-2145	680	60		M	40-50	580	67
225	St-2142	650	65		K	30-35	550	72
104	St-2143	645	85		M	40-50	545	91
69	Ua-18301	620	60	-21,5	K	25-30	520	67
159	Ua-18305	580	55	-21,2	M	40-50	480	62

Tab. 1. ¹⁴C-dateringar från Västerhus kyrkogård. ¹⁴C-ålder avser okalibrerad ¹⁴C-ålder, $\Delta^{14}\text{C}$ -ålder osäkerheten (1 σ), $\delta^{13}\text{C}$ stabila kolisotopförhållandet. Ålder av vuxna enligt Gejvall (1960) och av barn och unga enligt Alexandersen & Iregren (2009, bil. 4). Noterbart är att Holms gravar 555a och 555b (Holm 2009, tab. 1) har ersatts med de korrekta gravnumren 89a och 89b (Redin 2000, tab. 7). De sistnämnda gravnumren överensstämmer med den publicerade nummerserien i Gejvall (1960). De korrigerade värdena beaktar en inverkan av en reservoarålder från den fisk som ingått i dieten. – Uncalibrated ¹⁴C dates for human bones from Västerhus/Westerhus with 1 σ uncertainty. Ages of adults according to Gejvall (1960) and of children and juveniles according to Alexandersen & Iregren (2009, bil. 4). Note: Holm's grave numbers 555a and 555b have been replaced by the correct grave numbers 89a and 89b (Redin 2000, tab. 7). These numbers also correspond to the grave numbers in Gejvall (1960). The corrected values consider the influence of a reservoir age in fish in the diet.

vid sina åldersbestämningar av individer som avlidit under 1900-talet, kommit fram till liknande resultat. För individer under 20 år anser han att omsättningen av kollagen är så snabb att ingen effekt som påverkar ^{14}C -åldern kan observeras. Dock tilltar kollagenåldern senare i livet och kan t.ex. vid 40 års ålder uppgå till 15–20 år. Som helhet innebär detta att både inledningen av och avslutandet av användningsperioden av Västerhus kyrkogård, till följd av en inverkan av kollagenålder, kan ligga omkring tio år senare än vad de kalibrerade ^{14}C -värdena ovan pekar på.

Reservoareffekt

När det gäller inverkan av en eventuell reservoareffekt på ^{14}C -åldrarna kan vi utnyttja två typer av analysmaterial, nämligen isotopvärden från benfynd av människor respektive djur. Vi har valt att i huvudsak hämta värden från tre olika arkeologiska kontexter på Frösön. I tillägg har vi nu också direkt kunnat mäta reservoareffekten i tre arter av fisk från Storsjön, som omsluter Frösön: lake (*Lota lota*) och sik (*Coregonus maxillaris* resp. *Coregonus widegreni*) (tab. 2).

Isotopvärden

Kunskap om isotopnivåer, särskilt av kol och kväve, är värdefull ur många aspekter. Studier, oftast, inom arkeologi och osteologi, görs för att klargöra dieten för arter på skilda trofinivåer i näringsvävar i ett ekosystem. Analyser utförs också regelmässigt på ^{14}C -laboratorier för korrigering i samband med datering. För att komma vidare och ytterligare belysa dateringen av Västerhus kyrkogård har vi samlat isotopvärden av människor, husdjur och vilt från flera lokaler på Frösön och, som ytterligare jämförelse, från några andra platser i Norden.

Isotopvärden för människor

Inom projektet "Medeltidens människor" har Iregren och Redin utfört omfattande isotopmätningar på individerna från Västerhus. Värde för kol och kväve har publicerats i två artiklar (Iregren et al. 2000; 2009b).

En större studie av barnens kost har även publicerats (Iregren et al. 2000). Resultaten av analyser av ett stort antal spårelement, bl.a. strontium, zink, bly samt kalcium redovisa-

des samt kolisotoper erhållna i samband med ^{14}C -dateringar. De vuxnas kost i Västerhus, och jämförelser med andra medeltida populationer av vuxna, har också undersökts (Iregren et al. 2009a). Där presenteras värden för kol- och kväveisotoper för 49 individer (Iregren et al. 2009b, tab. 5). Sålunda föreligger även ett mycket stort material av isotopmätningar av individer från Västerhus, som vi kan använda i detta arbete. Dessa data är dels resultat framkomna i samband med datering och dels resultatet av specifika analyser vid Umeå universitet (metoder jfr Ohlsson & Wallmark 1999; resultat Iregren et al. 2009b). Tilläggas bör att urvalet av individer för analys gjordes slumpmässigt inom respektive åldersgrupp.

Om vi ser till de $\delta^{13}\text{C}$ -värden av människa som ingår i tabell 1 är deras medelvärde $-21,2\text{‰}$ med en standardavvikelse på $0,7\text{‰}$. Detta material ($n = 18$) visar ingen signifikant skillnad mellan värden för barn, kvinnor eller män, och inte heller kan någon klar inverkan av individuell ålder spåras hos de vuxna individerna. Det omfattande material som erhöles (Iregren et al. 2009b, tab. 5) (tab. 3) sammanfattas här i medelvärden (tab. 4).

Såväl kväve- som kolisotopvärden för kvinnor och män överensstämmer inom felgränserna, även om data från såväl kol som kväve ligger aningen högre för män. Den slutsats som drogs är att "praktiskt taget hela den testade populationen ligger inom definitionen övervägande terrestrisk kost" (Iregren et al. 2009b). Medelvärdet som sådant visar heller inte på en klar inverkan av föda varken från kalkhaltiga sjöar eller från havet. En sådan påverkan skulle nämligen höja $\delta^{13}\text{C}$ -värdena. Hos ett litet fåtal individer ses att de konsumerat marin kost.

Av isotopanalyserna av människoben i Västerhus drog vi därför till en början slutsatsen att reservoareffektens inverkan på dateringarna är liten. Det är också i sammanhanget viktigt att notera att medelvärdet för ^{14}C -åldern för barn, kvinnor och män (tab. 5) överensstämmer mycket väl, vilket kan tas som en generell indikation av ^{14}C -dateringarnas tillförlitlighet. Att ^{14}C -åldern för barnen uppvisar ett något högre värde, är en följd av att många barn inte överlevde sina föräldrar.

Lab kod	NRM kod	Fiskart	Fångstår	Atmospheric from IntCal20			Res age			
				¹⁴ C age	Stdev	Material	¹⁴ C age	Stdev	¹⁴ C age	Stdev
AAR-35206	NRM 20882	Lake	1877	128	10	Ben	473	39	345	40
AAR-35207	NRM 50719	Sik	1895	99	9	Ben	645	27	546	28
AAR-35208	NRM 50739	Sik	1861	126	9	Ben	534	26	408	28
Medelvärde									433	
StDev									84	

Kvinnor			Män		
Individ	δ ¹³ C	δ ¹⁵ N	Individ	δ ¹³ C	δ ¹⁵ N
94b	-20,8	10,1	207	-20,6	11,2
70	-21,1	11,7	3	-19,0	13,1
1	-19,6	13,0	4	-20,2	12,7
8	-22,1	11,3	5	-20,0	13,1
11	-21,0	11,3	6	-20,0	11,5
15a	-21,6	12,6	53	-19,9	11,1
20	-22,1	11,2	121	-21,2	12,1
37	-20,3	10,9	134	-20,7	12,3
38	-21,2	10,9	135	-21,0	12,0
41	-21,5	11,1	139	-20,4	11,4
42	-20,8	11,0	146	-20,7	10,5
44	-20,7	11,1	153	-19,3	12,0
45	-20,8	12,0	155	-20,3	12,5
50a	-20,7	10,9	159	-20,5	12,4
51	-20,5	11,6	164	-20,2	10,9
52	-21,7	10,4	167b	-19,8	11,3
54	-21,1	11,6	171	-20,2	12,0
55a	-20,6	10,6	172	-20,6	11,4
56	-20,8	11,0	175	-20,5	11,4
95	-20,6	10,4	182	-20,4	12,8
96	-20,3	12,0	223	-21,1	12,1
97b	-20,4	11,2			
206	-20,3	12,0			
227	-20,7	10,3			
69	-20,8	11,0			

Tab. 3. Stabila kol- och kväveisotopvärden för individer från Västerhus kyrkogård. Efter Iregren et al. 2009b, tab. 5. – Stable carbon and nitrogen isotope values for individuals from Västerhus. After Iregren et al. 2009b, tab. 5.

pmC	Stdev	$\delta^{13}\text{C}$	Stdev	$\delta^{15}\text{N}$	Stdev
94,29	0,46	-17,1	0,1	12,0	0,1
92,29	0,3	-14,4	0,1	10,3	0,2
93,57	0,3	-17,9	0,1	9,2	0,2

Tab. 2. Resultat från ^{14}C -analyser av de tre fiskproven från Storsjön. Förkortningar: NRM = Naturhistoriska riksmuseet, Res age = reservoarålder. – Results from ^{14}C analysis of the three fish samples from Lake Storsjön. Abbreviations: NRM = Natural History Museum, Res age = Reservoir Age.

	Kvinnor Females		Män Males	
	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$
Medelvärde Mean value	-20,90	11,03	-20,30	11,09
Standardavvikelse Standard deviation	0,58	0,68	0,53	0,74
Antal Number	27	27	22	22

Tab. 4. Medelvärden för kol- och kväveisotopförhållanden i ben av kvinnor och män i Västerhus. – Mean values of carbon and nitrogen stable isotope ratios in bones of females and males in Västerhus/Westerhus.

	Medelvärden av ^{14}C ålder Mean ^{14}C age	Standardavvikelse Standard deviation
Män (N=10) Males	800	145
Kvinnor (N=12) Females	810	110
Barn (N=10) Children	840	60

Tab. 5. Medelvärde och standardavvikelse för ^{14}C -ålder och kön i Västerhus. – Mean ^{14}C ages and standard deviation for all age groups divided by sex in Västerhus/Westerhus.

Isotopvärden för husdjur och vilt

Inom projektet ”Medeltidens människor” mättes isotopvärden endast för ett fåtal djur, trots att vi genomförde många tester av människoben. De förstnämnda analyserna utfördes i första hand för att få en jämförelse mellan individers diet, och anknöt därmed även till Gejvalls tidiga intresse för sociala skillnader. De av oss testade djurbenen hade påträffats vid de ursprungliga utgrävningarna av kyrkogården och finns bevarade vid Historiska museet i Stockholm tillsammans med människoben från gravarna (människoskelett m.m. SHM inv.nr. 32 079, artefakter SHM inv.nr. 25 029). De erhållna

värdena har tidigare publicerats (Iregren et al. 2009b, s. 219, tab. 5) och sammanfattas här i tabell 6a.

Mätvärden av ben från ytterligare husdjur (får, nötkreatur, hund) har välvilligt lämnats ut från Jämtlands läns museum genom förste antikvarie Anders Hansson. Dessa benfynd hittades i samband med undersökningar vid Västerhus år 2004 (Thilderquist 2004; Oskarsson 2005). Ben i två avfallsgropar daterades och visade sig vara samtida med Västerhus kyrkogård. Resultaten av $\delta^{13}\text{C}$ -mätningar ingår i tabell 6a. Tabellen har även byggts ut med $\delta^{13}\text{C}$ -värden från djurben

Art Species	Datering Dates	$\delta^{13}\text{C}$ (korr) ‰	$\delta^{15}\text{N}$ (korr) ‰
Get, Västerhus kyrkogård Goat, churchyard	Medeltid Medieval period	-21,8	0,21
Nötkreatur, Västerhus kyrkogård Cattle, churchyard	Medeltid Medieval period	-21,7	0,25
Häst, Västerhus kyrkogård Horse, churchyard	Medeltid Medieval period	-22,4	0,38
Svin, Västerhus kyrkogård Pig, churchyard	Medeltid Medieval period	-22,9	0,42
Får A14 Sheep, Västerhus manor	Medeltid Medieval period	-21,4	
Nötkreatur A13 Cattle, Västerhus manor	Medeltid Medieval period	-21,5	
Dvärghund A13 Miniature dog, Västerhus manor	Medeltid Medieval period	-21,9	
Nötkreatur under Frösö kyrka Cattle under the parish church	Vikingatid/medeltid Viking age/Medieval period	-22,0	
Svin under Frösö kyrka Pig under the parish church	Vikingatid/medeltid Viking age/Medieval period	-22,0	
Björn under Frösö kyrka, Medelvärde N=3 Bear under the parish church, Mean value N=3	Vikingatid/medeltid Viking age/Medieval period	-21,0	
Hjortdjur under Frösö kyrka Deer under the parish church	Vikingatid/medeltid Viking age/Medieval period	-23,0	
Nötkreatur Finland, Medelvärde N=6 Cattle Finland, Mean value N=6	Medeltid Medieval period	-21,9	0,21
Får Finland, Medelvärde N=9 Sheep Finland, Mean value N=9	Medeltid Medieval period	-21,7	0,25
Får Öland, Medelvärde N=3 Sheep Öland, Mean value N=3	Förhistorisk tid Prehistory	-20,7	0,26
Nötkreatur Öland Cattle Öland	Medeltid Medieval period	-21,5	0,17
Nötkreatur Öland Cattle Öland	Förhistorisk tid Prehistory	-20,9	0,21

Tab. 6a. Värden för kol- och kväveisotoper hos husdjur från Västerhus kyrkogård (Iregren et al. 2009b, tab. 5), från utgrävningen vid Västerhus år 2004 (Thilderqvist 2005, s. 4, 5, 18; Oskarsson 2005) samt från offerplatsen under Frösö kyrka (data ur Jamtli arkiv), från Finlands medeltid (Bläuer et al. 2016) samt från Öland (Eriksson et al. 2008, tab. 4). – Isotopic values of carbon and nitrogen of domestic and wild animals from the churchyard and manor of Västerhus/Westerhus, the depositions under Frösö parish church, from Finland and from the Swedish island of Öland in the Baltic Sea.

Art Species	^{14}C ålder ^{14}C -age BP	$\delta^{13}\text{C}$ (korr) ‰	kalibrerad ålder calibrated age AD
Nötkreatur Cattle	1135 ± 55	-22	770–1020
Människa Human	1070 ± 50	-22	860–1040
Svin Pig	1065 ± 50	-22	860–1050
Björn Bear	1070 ± 50	-21	860–1040
Hjortdjur Deer	1045 ± 55	-23	880–1060
Björn Bear	985 ± 50	-21	970–1170
Björn Bear	960 ± 50	-21	990–1190

Tab. 6b. Värderna för ^{14}C -dateringar, kalibrerade dateringar samt $\delta^{13}\text{C}$ -värden för djurbensdepositioner under Frösö kyrka. – Radiocarbon datings, calibrated datings and values of $\delta^{13}\text{C}$ of wild and domestic mammals deposited before the parish church of Frösö was erected.

från djurbensdepositionerna under Frösö kyrka. Dateringarna av dessa ben är delvis något äldre än människoskeletten från Västerhus. Några värden antyder dock samtidighet (tab. 6b).

Tabell 6a visar att kolisotopvärdena för ben av nötkreatur på Frösön under vikingatid/tidig medeltid ligger mellan -21 och -22‰. Värdena för får/get är färre men placerar sig vid samma nivå. Svinbenens analysvärden för $\delta^{13}\text{C}$ ligger också väl samlade mellan -22 och -23‰. Av tabellen kan vi alltså konstatera att värdena både för tama och vilda djur placerar sig vid nivåer som vi förväntar, enligt den diet som djurarterna bör ha levt på.

En artikel av Bläuer et al. (2016) belyser föda/utfodring av får och nötkreatur i mellersta och södra Finland. De aktuella benfynden härrör från medeltiden. Dessa data har bl.a. valts eftersom en reservoareffekt i Finland kan antas vara obetydlig på grund av landets berggrund. Isotopanalyser har utförts på husdjur från flera tidsperioder. Dessa resultat ger oss även perspektiv på djurbenen från Frösön och därmed på vår diskussion av en eventuell reservoareffekt i Storsjöområdet (tab. 6a). Värdena för isotoperna hos de betande djuren, särskilt kolvärdena, ligger i Finland mycket nära de resultat som analyserna av ben från lokalerna på Frösön visar. Bläuer

et al. (2016, s. 180) poängterar också att resultaten väl överensstämmer med motsvarande studier i Danmark och i andra nordiska länder. Detta gäller även värdena för nötkreatur och får/get från Öland (Eriksson et al. 2008, s. 529–535, tab. 4) där ben från flera fyndplatser ingår. Dessa dateras framför allt till neolitikum samt till vikingatid/medeltid.

Reservoareffektens inverkan på ^{14}C -dateringsresultaten

Som tidigare nämnts har problemet med en inverkan på ^{14}C -dateringarna av en eventuell reservoareffekt i den fisk som utgjort en del av dieten diskuterats av många författare. För att närmare klargöra problemet har vi därför mätt ^{14}C -halten i tre fiskben med känt fångsttillfälle från Storsjön. (Se tab. 2 för detaljer.) Benmaterialet har ställts till vårt förfogande ur Naturhistoriska riksmuseets samlingar och vi valde prover där fångsttiden, sent 1800-tal, låg före den stora förändringen i ^{14}C -halt i atmosfären till följd av atombombsproven som inleddes kring år 1940. Dessa mätresultat visar en klar reservoarålder. Om vi använder medelvärdena för de tre fiskarna blir reservoaråldern 433 ± 84 ^{14}C -år, eller pmC-värdet i fiskarna är 5,2 % för lågt (för detaljerad information om metod för beräkning av reser-

voarålder och pmC-värden och därav följande korrekationer av ¹⁴C-värden, se Philippsen 2013).

Det omfattande material av stabila isotopvärden (δ¹³C, δ¹⁵N) i såväl det direkt daterade benmaterialet från Västerhus kyrkogård som värden från boskap och vilt i området ger oss nu, tillsammans med den uppmätta reservoareffekten, en möjlighet att uppskatta reservoareffektens inverkan på utförda ¹⁴C-dateringar av ben från Västerhus kyrkogård. Den grundläggande frågan är dock att fastställa mängden av fisk i människornas diet.

Om vi förutsätter att födan bestått av tre komponenter – växtbaserad kost, kött från terrestriska djur respektive fisk – kan vi med hjälp av programmet FRUITS ver 3.1 och de direkta stabila isotopvärden vi har, dels för de analyserade fiskarna och husdjuren (tab. 6a), dels för benmaterialet från gravarna (tab. 3), uppskatta andelen av de tre komponenterna i födan. För dateringarna är just andelen konsumerad fisk det viktiga.

Isotopvärdena för såväl fisk som husdjur är uppmätta på benkollagen och eftersom födan utgjorts av dessa produkter måste vi korrigera isotopvärdena. Vi använder här korrigeringsvärden som uppmäts av Bownes et al. (2017) (tab. 7). Resultaten från FRUITS-analysen redovisas uppdelat på kvinnor och män (tab. 8). Utifrån analysen är det möjligt att översiktligt sammanfatta dieten hos kvinnor och män i Västerhus (fig. 4).

	Δδ ¹³ C muscle protein – bone collagen	Δδ ¹⁵ N muscle protein – bone collagen
Däggdjur/mammals	-1,9±0,5	+0,3±0,8
Fisk/fish	-2,7±0,4	+0,4±0,4

Tab. 7. Korrigering av isotopvärdena enligt Bownes et al. (2017).
– Corrections for stable isotope values according to Bownes et al. (2017).

	Män/Men	Kvinnor/Women
Vegetabilier/vegetables	48 ±8 %	68 ±9 %
Däggdjur/mammals	38 ±8 %	10 ± 6%
Fisk/fish	14 ±5 %	22 ± 9%

Dateringen av Västerhus kyrkogård

Om vi som ett rimligt värde för andelen fisk i dieten antar 20±5 %, tillsammans med en maximal reservoarålder om 500±80 leder det till att ¹⁴C-dateringarna bör korrigeras med en förskjutning av ca 100 år mot det yngre. I tabell 1 anges värdena med denna korrektion, och de korrigerade värdena har därefter kalibrerats med de resultat som anges i fig. 2. Resultatet från kalibreringen visar att användningen av kyrkogården med 95 % sannolikhet börjat inom intervallet 1140–1260 AD och varat fram till intervallet 1330–1470 AD. Som slutresultat anger vi därför tidsspannet för användning av kyrkogården till 1140–1470 AD.

Dateringen innebär att kyrkogården utnyttjats även efter digerdöden. Våra angivna värden är baserade på nykalibrerade ¹⁴C-dateringar. Vi menar också att tio år är en rimlig kollagenålder, som är det värde vi använt. Slutligen har vi också, på basen av de stabila kol- och kväveisotopvärdena, som uppmäts från benmaterialet och genom datering av tre fiskar med kända fångstdata från Storsjön, med utnyttjande av programmet FRUITS, beaktat och korrigerat för en reservoareffekt från den fisk som utgjort en viss, mindre del av dieten på storgården Västerhus.

Det finns ingenting i våra resultat som tyder på en längre användningstid än vi här beräknat. Det är framför allt Holm (2009, s. 145) som har föreslagit detta, även om han anger 200 år

Tab. 8. Den procentuella fördelningen av kosttyper bland kvinnor och män i Västerhus på basis av FRUITS-analysen. – The composition of the diet calculated separately for females and males using FRUITS v. 3.2.

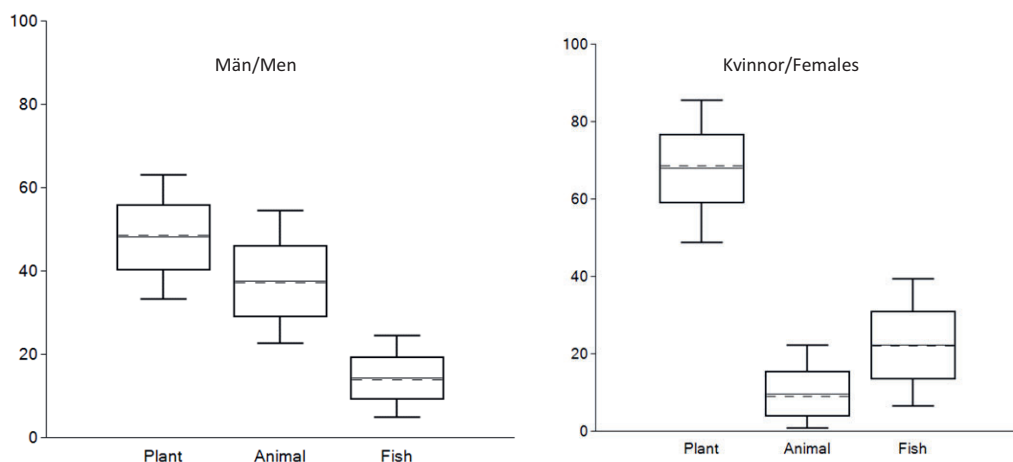


Fig. 4. Sammansättningen av kosten uppdelad på kvinnor och män i Västerhus på basis av FRUITS-analysen. – The composition of the diet calculated separately for females and males using FRUITS v. 3.2.

som en minimal användningstid. Redin (2000, s. 171–172) uttalade, vid sin detaljstudie av kyrkogård och gravläggningar, att det heller inte är sannolikt att det funnits en tidigare träkyrka på platsen. Redin argumenterar utförligt emot Gejvalds åsikt (1960, s. 125ff, fig. 39) om en ”tom yta” utan gravläggningar där en äldre kyrkobyggnad skulle kunna ”passa in”. Det föreligger inte heller, efter våra många ^{14}C -dateringar, något värde som kan knytas till en äldre kyrka.

Acknowledgments

Vi tackar varmt för all hjälp vi erhållit under arbetet med denna artikel. Det gäller antikvarier vid Statens historiska museer, som hanterat artefakter och diskuterat möjligt provmaterial med oss. Från Jamtli har vi fått hjälp med väsentligt dokumentationsmaterial och analysresultat. Vi har också stöttats med synpunkter på detta manus, i olika stadier, av Owe Hemmendorff och Anders Hansson vid Jamtli samt av Ola Magnell vid Arkeologerna, Statens historiska museer. En annan viktig person har Bo Delling, intendent vid Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm, varit. Han har hjälpt oss att välja ut lämpliga fiskarter från Storsjön, som vi vänligen fått tillstånd att datera.

Referenser

- Alexandersen, V. & Iregren, E., 2009. Sociale, økonomiske og familiemæssige strukturer på kirkegården Västerhus: Et studie baseret på tandformer og tandforekomst. Iregren, E., Alexandersen, V. & Redin, L. (red.). *Västerhus: Kapell, kyrkogård och befolkning*. Stockholm.
- Alexandersen, V., Iregren, E. & Redin, L., 2009. Nya kunskaper om livet på storgården. Iregren, E., Alexandersen, V. & Redin, L. (red.). *Västerhus: Kapell, kyrkogård och befolkning*. Stockholm.
- Bläuer, A., Arppe, L., Niemi, M., Oinonen, M., Lidén, K., Taavitsainen, J.-P. & Kantanen, J., 2016. Inferring prehistorical and historical feeding practices from $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ isotope analysis on Finnish archaeological domesticated ruminant bones and teeth. *Fennoscandia Archaeologica* XXXIII:171–188.
- Bownes, J. M., Ascough, P. L., Cook, G. T., Murray, I. & Bonsall, C., 2017. Using Stable Isotopes and a Bayesian Mixing Model (FRUITS) to Investigate Diet at The Early Neolithic Site of Carding Mill Bay, Scotland. *Radiocarbon* 59, 5:1275–1294.
- Brendalsmo, J. & Bonnier, A. C., 2009. Steinkirkebyggingen i Jämtland: Hvor kom middelalderens kirkebyggere ifra? Iregren, E., Alexandersen, V. & Redin, L. (red.). *Västerhus: Kapell, kyrkogård och befolkning*. Stockholm.
- Bronk Ramsey, C., 2009. Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon* 51(1): 337–360.
- Engstrand, L. G., 1967. Stockholm Natural Radiocarbon Measurements VII. *Radiocarbon* 9:387–438.

- Eriksson, G., Linderholm, A., Fornander, E., Kanstrup, M., Schoultz, P., Olofsson, H. & Lidén, K., 2008. Same island, different diet: Cultural evolution of food practice on Öland, Sweden, from the Mesolithic to the Roman Period. *Journal of Anthropological Archaeology* 27(4):520–543.
- Gejvall, N.-G., 1960. *Westerhus: Medieval population and church in the light of skeletal remains*. Stockholm.
- 1968. Early medieval church at Westerhus in the light of ^{14}C collagen datings. *Res Mediaevals: Festskrift till Ragnar Blomqvist*. Lund.
- Geyh, M. A., 2001. Bomb radiocarbon dating of animal tissues and hair. *Radiocarbon* 43:723–730.
- Hansson, A., 2007. I döda hundars sällskap. *Jämten* 2008:140–147.
- Hemmendorff, O., 2010. Långsiktigt hållbara lokaliseringar: Makt, kult och platskontinuitet på Frösön. *Arkeologi i Norr* 12:37–81.
- Hildebrandt, M., 1989. Frösö kyrka på hednisk grund. *Arkeologi i fjäll, skog och bygd* 2:153–166.
- 1991. *Rapport över arkeologiska undersökningar i och vid Frösö kyrka, Prästbordet 1:1, Frösö socken, Östersunds kommun, Jämtlands län 1984*. Kulturhistorisk utredning 41, Jämtlands läns museum, Östersund.
- Holm, O., 2009. Dateringen av Västerhus kyrkogård: Ett bidrag till studiet av Jämtlands kristnande.
- Iregren, E., Alexandersen, V. & Redin, L. (red.). *Västerhus: Kapell, kyrkogård och befolkning*. Stockholm.
- Iregren, E., 1989. Under Frösö kyrka – ben från en vikingatida offerlund? Larsson, L. & Wyszomirska, B. (red.). *Arkeologi och religion*. Lund.
- Iregren, E., Hult, M. & Homman, P., 1996. Diet and health of infants in a Medieval Scandinavian population – anthropological studies combined with Fast Neutron Activation Analyses. *Arkæologiske Rapporter fra Esbjerg Museum* 1:39–47.
- Iregren, E., Jungner, H., Räisänen, J. & Alexandersen, V., 2000. Dieten hos barn och vuxna i Westerhus: Data från spårämnen, kolisotoper och odontologi. *Hikuin* 27:179–202.
- Iregren, E., Alexandersen, V. & Redin, L. (red.), 2009a. *Västerhus: Kapell, kyrkogård och befolkning*. Stockholm.
- Iregren, E., Wallmark, H., Jungner, H., Kjellström, A. & Grupe, G., 2009b. Kön, genus och status – variation i dieten hos kvinnor och män i medeltida populationer i norra Europa. Iregren, E., Alexandersen, V. & Redin, L. (red.). *Västerhus: Kapell, kyrkogård och befolkning*. Stockholm.
- Kyhlberg, O. & Strucke, U., 2000. Teoriprovning med ^{14}C . Bilaga till Redin, L., Arkeologiska perspektiv på Westerhus ödekyrkogård på Frösön i Jämtland. *Hikuin* 27:175–178.
- Lanting, J. N. & van der Plicht, J., 1998. Reservoir effects and apparent ^{14}C -ages. *The Journal of Irish Archaeology* IX:151–165.
- Magnell, O., 2009. Blot på Frösö – vikingatida kultplats vid Frösö kyrka. *Vikingatida spår: Jämten* 2010:9–29.
- 2023. Bear bones from the Viking Age cult place at Frösö church – the unifying factor in bear-human relationship in Viking Age Jämtland, northern Sweden. *Bear and Human: Facets of a Multi-Layered Relationship from Past to Recent Times, with Emphasis on Northern Europe*, vol. 3:2. Grimm, O., Gross, D., Pesch, A., Sundqvist, O. & Zedrosser, A. (eds.). Turnhout.
- Magnell, O. & Iregren, E., 2010. Veistu hvé blóta skal? The Old Norse blót in the light of osteological remains from Frösö Church, Jämtland, Sweden. *Current Swedish Archaeology* 18:223–250.
- Ohlsson, K. E. & Wallmark, H., 1999. Novel calibration with correction for drift and nonlinear response for continuous flow isotope ratio mass spectrometry applied to the determination of $\delta^{15}\text{N}$, total nitrogen, $\delta^{13}\text{C}$ and total carbon in biological material. *Analyst* 125:571–577.
- Oskarsson, B., 2005. *Arkeologisk undersökning RAÄ 33 m.fl., Västerhus kapell, Frösö sn, Jämtlands län*. Arkeologisk rapport, Jamtli.
- Philippsen, B., 2013. The freshwater reservoir effect in radiocarbon dating. *Heritage Science* 1:24.
- Redin, L., 2000. Arkeologiska perspektiv på Westerhus ödekyrkogård på Frösön i Jämtland. *Hikuin* 27:155–178.
- Reimer, P. J., Austin, W. E. N., Bard, E., Bayliss, A., Blackwell, P. G., Bronk Ramsey, C., Butzin, M., Cheng, H., Edwards, R. L., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Hajdas, I., Heaton, T. J., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kromer, B., Manning, S. W., Muscheler, R., Palmer, J. G., Pearson, C., van der Plicht, J., Reimer, R. W., Richards, D. A., Scott, E. M., Southon, J. R., Turney, C. S. M., Wacker, L., Adolphi, F., Büntgen, U., Capano, M., Fahrni, S. M., Fogtmann-Schulz, A., Friedrich, R., Köhler, P., Kudsk, S., Miyake, F., Olsen, J., Reinig, F., Sakamoto, M., Sookdeo, A., Talamo, S., 2020. The IntCal20 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration Curve (0–55 cal kBP). *Radiocarbon* 62(4):725–757.
- Sellstedt, H., Engstrand, L. & Gejvall, N.-G., 1966. New application of radiocarbon dating to collagen residue in bones. *Nature* 212:572–574.
- 1967. Benvävnad som analysmaterial vid kol-14 dateringar. *Fornvännen* 1967:145–154.
- Siven, C.-H., 2005. When Was Westerhus Churchyard in Use? *Current Swedish Archaeology* 13:161–182.
- 2009. Västerhus – befolkning och samhälle. Iregren, E., Alexandersen, V. & Redin, L. (red.). *Västerhus: Kapell, kyrkogård och befolkning*. Stockholm.

Thilderqvist, J., 2004. Analys av det osteologiska materialet från den arkeologiska undersökningen vid Västerhus på Frösön, 2004. Arkeologisk rapport, Jamtli.

Welinder, S., 2008. *Jämtarna och samerna kom först*. Östersund.

Summary

The cemetery at Westerhus church is an important archaeological and anthropological site in Jämtland, Sweden, and is well published by the famous anthropologist Nils-Gustaf Gejvall. A private, influential, and wealthy owner of a local manor erected the church, where the owners' family and their employees/thralls were buried. As dating based on artefacts was very difficult, radiocarbon dating of human bones was performed early.

Some results of Gejvall's analyses were especially noted, such as the division of sexes in the churchyard, the high infant mortality and the many men killed in armed conflict. Gejvall proposed a dating of the use of the churchyard to AD 1100–1350 based on artefacts and further archaeological circumstances. Later 12 radiocarbon datings made by the conventional ^{14}C method were performed. However, these datings have later been very much debated. The research project "Medieval People" (HSFR), run by Lars Redin and Elisabeth Iregren, performed another 18 datings by AMS. Two series were analysed in order to pinpoint when the burials began and ended. Their results indicated a period of use beginning in AD 1029 (1073) and ending in 1327 (1356). These dates have also been questioned, however, by pointing out the risk of reservoir effects due to the geological characteristics of the Lake Storsjö area, Jämtland.

In this work we have used the available radiocarbon dates and isotope analyses from the site and comparative material. Results of stable isotopes of carbon and nitrogen from humans, domesticates and wild animal species were collected. Our isotope data derive from specific analysis and from dating work. The initial assumption was that an evident reservoir effect would easily be detected through isotope signals.

Many skeletons of children, women and men from the churchyard had thus been analysed for stable isotopes of carbon and nitrogen. The first aim was to understand the diet of people and variations due to age, sex and status. Time of weaning has further been pinpointed.

The $\delta^{13}\text{C}$ values of human bones do not reveal a significant difference due to age or sex. Table 5 shows mean values for children and grown-ups. The mean ^{14}C age for children is the highest, which one would expect to be the lowest value if a major reservoir effect in the churchyard was evident.

Stable isotope ratios of carbon and nitrogen were also measured from scattered bones of domesticated animals found in the churchyard. Further, domesticates from pits likely belonging to the manor were analysed in connection with dating as well as bone finds from the supposedly Norse sacrificial site under the parish church of Frösö.

The final results from ^{14}C dating of the Västerhus/Westerhus churchyard are based on calibrated datings according to the program OxCal ver.4.4.4 and the calibration curve IntCal20. We have also corrected for a collagen age of 10 years according to international research. In addition, the reservoir effect on fish from the surrounding Lake Storsjön has been measured. Combining all this information and applying the diet analysis program FRUITS we conclude that the influence of a reservoir effect on the radiocarbon dates is limited to about 100 years. Based on this, a recalibration of the available radiocarbon dates determines that the beginning of the use of the churchyard with 95% probability falls in the interval AD 1140–1300 and the ending within the interval AD 1330–1470. We thus conclude that the churchyard was in use from AD 1140 and until AD 1470.