

DATEERIMINE: RADIOAKTIIVSE SÜSINIKU MEETOD

Kronoloogial on arheoloogias keskne koht. Kronoloogia aluseks võivad olla nii suhtelised dateeringud (nt stratigraafia, tüpologia) kui ka absoluutsed dateeringud. Viimaseid rakendatakse arheoloogias üha enam, sest need ei vaja suuri proovikoguseid ja lubavad ajaldada mineviku sündmuse senisest täpsemalt.

Kuna dateeritud sündmus ja arheoloogiline sündmus ei pruugi alati kattuda, on vaja **enne minevikusündmuse dateerimist arheoloogilise objekti/eseme puhul endalt küsida:**

- Millist arheoloogilist sündmust ma dateerin?
- Mis on kõige parem kontekst uuritava sündmuse dateerimiseks? Miks?
- Milline materjal dateerib uuritavat sündmust kõige paremini? Miks?
- Millised on ühe/teise materjali eelised ja puudused konkreetse arheoloogilise sündmuse dateerimisel?
- Milline meetod dateerimiseks valida? Mis on valitud meetodi eelised ja puudused?

Radioaktiivse süsiniku (^{14}C) mõõtmisele lisaks mõõdetakse ka $\delta^{13}\text{C}$ ($^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$) väärtus. Miks?

- See tagab isotoobi fraktsioneerumise korrigeerimise kaudu dateeringu usaldusväarsuse.
- Oluline on teada, kas $\delta^{13}\text{C}$ on mõõdetud AMS-i või IRMS-iga (ingl *isotope-ratio mass spectrometry*). Kui $\delta^{13}\text{C}$ väärtus on mõõdetud AMS-iga, siis ei saa seda kasutada toitumisalastes uuringutes.

Meetodi põhimõte

Radioaktiivse süsiniku meetodil objektide dateerimine põhineb radioaktiivse süsiniku poolestusajal (5568 ± 30 aastat). Atmosfääri süsinikdioksiidi molekulides esinev süsinik-14 (^{14}C) siseneb bioloogilisse süsinikuringesse organismide eluajal: imendub õhust rohelistesse taimedesse ja kandub toiduahela kaudu loomadele ja inimestele edasi. Dateerimisulatus on kuni 55 000 aastat. Bioloogiliste materjalide dateerimisel kasutatakse valdavalt kiirendi meetodit ehk AMS-i (ingl *accelerator mass spectrometry*).

Soovitused proovi valimiseks, et dateerida arheoloogia jaoks olulist sündmust

- Analüüsitava proovi valimine on arheoloogi väga suur vastutus. Enamik dateerimisega seotud probleeme tulenevad just sellest sammust.
- Selge ja üheselt mõistetav arheoloogiline kontekst.
- Luude puhul valida võimalikult hästi säilinud luu-element, sama kehtib teiste materjalide kohta. Proovi võtmiseks tuleb valida materjal, mis ei ole konserveeritud.

- Võimaluse korral tuleks võtta ühest kontekstist mitu proovi.
- Luude dateerimisel tuleb võimaluse korral eelistada maismaal elanud herbivoori luud.
- Iga proovi puhul mõtle läbi, kas see võib olla millegagi saastunud (konservandid vms).

NB! Arheoloogilisest objektist proovi võtmisel **tuleb alati täita proovivõtuprotokoll**. Vt [Tallinna Ülikooli Arheoloogia Teaduskogud](#) ja Tartu Ülikooli arheoloogia kogu.

Proovi pakendamine laborisse saatmiseks

- Luu puhul eelista tükki purule.
- Kõik materjalid pakenda fooliumisse ja aseta soonkinisega kotti.
- Proov tähistatakse kontekstiteabega vastavalt labori nõudmistele.
- Kui võimalik, küsi proovi ülejäägid tagasi.
- Vajaduse korral konsulteerige laboriga.



Radiosüsiniku dateerimise protsessi neli peamist etappi ja nende eest vastutajad (Kohandatud Becerra-Valdivia & Higham 2023 järgi).

ABIMATERJAL ARHEOLOOGILE

AMS-meetodil dateeritavad materjalid arheoloogias.

MATERJAL	PROOVI KOGUS	LISA-ANALÜÜSID	DATEERITAV SÜNDMUS	MÄRKUSED
põlemata luu, sarv, hammas (kollageen)	0,5–1 g	IRMS: $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$; väikese fragmendi puhul ZooMS ¹	organismi surmahetk	<ul style="list-style-type: none"> võimalusel eelista dateerimisel maismaal elavaid taimetoidulisi loomi dateerimiseks valitud luuelement määrab, kas dateeritakse organismi surmahetke või mõnda varasemat eluetappi (nt inimese hammastes kollageeni keemiline koostis ei muutu, st dateeritakse hammaste tekke hetke) vaja on teada, millisest reservuaarist omastas organism süsiniku. Kui süsinik ei pärine atmosfäärist, tuleb arvestada reservuaariefekti ning teha vajalikud korrektsioonid dateeringu kalibreerimisel päikeseaastatesse
põlenud luu (struktuurne karbonaat luu mineeraalses osas)	1,5–3 g	FTIR ²	organismi põletamise hetk + luu põletamisel kasutatud kütuse vanus	<ul style="list-style-type: none"> struktuurse karbonaadi rekristalliseerumise tulemusel põlemise käigus on dateering vähe mõjutatud välistest tingimustest (nt kütus) peab teadma, millist kütust kasutati (turvas, vana puit või oksad), sest nn vana puidu efekt mingil määral mõjutab dateeringuid
söestunud taimejäänused	4–10 mg	morfoloogilised ja mikroskoopilised analüüsid	organismi surmahetk	<ul style="list-style-type: none"> dateerib väga väikest/täpset ajahetke
põlemata taimejäänused	4–10 mg	morfoloogilised ja mikroskoopilised analüüsid IRMS	organismi surmahetk	<ul style="list-style-type: none"> dateerib väga väikest/täpset ajahetke
orgaanilised jäägid	10–100 mg	OJA	orgaanilise jäägi moodustanud organismi surmahetk + söestunud jääkide puhul nende põletamise hetk	<ul style="list-style-type: none"> vaja on teada, millise organismi jääke dateeritakse (nt vesikeskkonna organismide reservuaariefekt) viimastel aastatel on lisandunud ka komponendi-/molekulipõhise dateerimise võimalus (ingl <i>compound specific radiocarbon dating</i>), nt savinõusse ladestunud rasvhapetest
nahk / pärgament	50–100 mg	IRMS: $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ ZooMS	organismi surmahetk	<ul style="list-style-type: none"> vaja on teada, millist organismi dateeritakse. Vaja on teada, millega on nahka/pärgamenti töödeldud, et välistada väline saaste
karvad	20–100 mg	ZooMS	karvade eemaldamise hetk süsinikuringlusest	<ul style="list-style-type: none"> dateerib väga väikest/täpset ajahetke vaja on teada, millist organismi dateeritakse
tekstiilid	20–100 mg	OJA, ZooMS	tekstiili valmistamiseks kasutatud taimse/loomse kiu korjamise või eemaldamise hetk	<ul style="list-style-type: none"> tähtis on teada, kas tekstiile on konserveeritud ja kui on, siis kuidas ja millega

1 ZooMS – zooarheology by mass spectrometry ehk zoarheoloogia massispektromeetria abil.

2 FTIR – fourier-transform infrared spectroscopy ehk Fourier' teisendusega infrapunaspektroskoopia.

Loe lisaks

Becerra-Valdivia, L. & Higham, T. 2023. New developments in Radiocarbon Dating. A. M. Pollard, R. A. Armitage, C. A. Makarevicz (eds), Handbook of Archaeological Sciences. 2nd Edition. John Wiley & Sons Ltd, 25–35.

Lanting, J.N., Aerts-Bijma, A.T. & van der Plicht, J. 2001. Dating of Cremated Bones. Radiocarbon, 43(2A), 249–254.
<https://doi.org/10.1017/S0033822200038078>

<https://www.radiocarbon.com/>

Snoeck, C., Brock, F., Schulting, R. J. 2014. Carbon Exchanges between Bone Apatite and Fuels during Cremation: Impact on Radiocarbon Dates. Radiocarbon, 56(2), 591–602. doi:10.2458/56.1745

Vaata lisaks: www.archemy.ee
 Infomaterjali koostamist toetab
 Euroopa Komisjoni
 teadusuuringute ja innovatsiooni programm
 „Euroopa horisont“
 (grant nr 101079396) ning Suurbritannia teaduse
 ja innovatsiooni programm (grant nr 10063975).
 Tekst Mari Tõrv, eesti keele toimetuse Meeli Lijur,
 kujundus Jaana Ratas
 CC BY-NC-ND 4.0