



The CLEAN PAPER

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

Hafsbotninn varðveitti beinin

Nature-grein lýsir mikilli þéttingu hvalhræja og hvalsteingervinga á Diamantina-svæðinu í suðaustanverðu Indlandshafi, með aldursgreiningu aftur um 5,3 milljón ár. Gögnin benda ekki til sameiginlegs dauðastaðar eða eins stórs atburðar heldur langlífs safns sem varð til úr venjulegum dauðsföllum, sökkvandi hræjum, landslagi hafsbotns og góðri varðveislu.

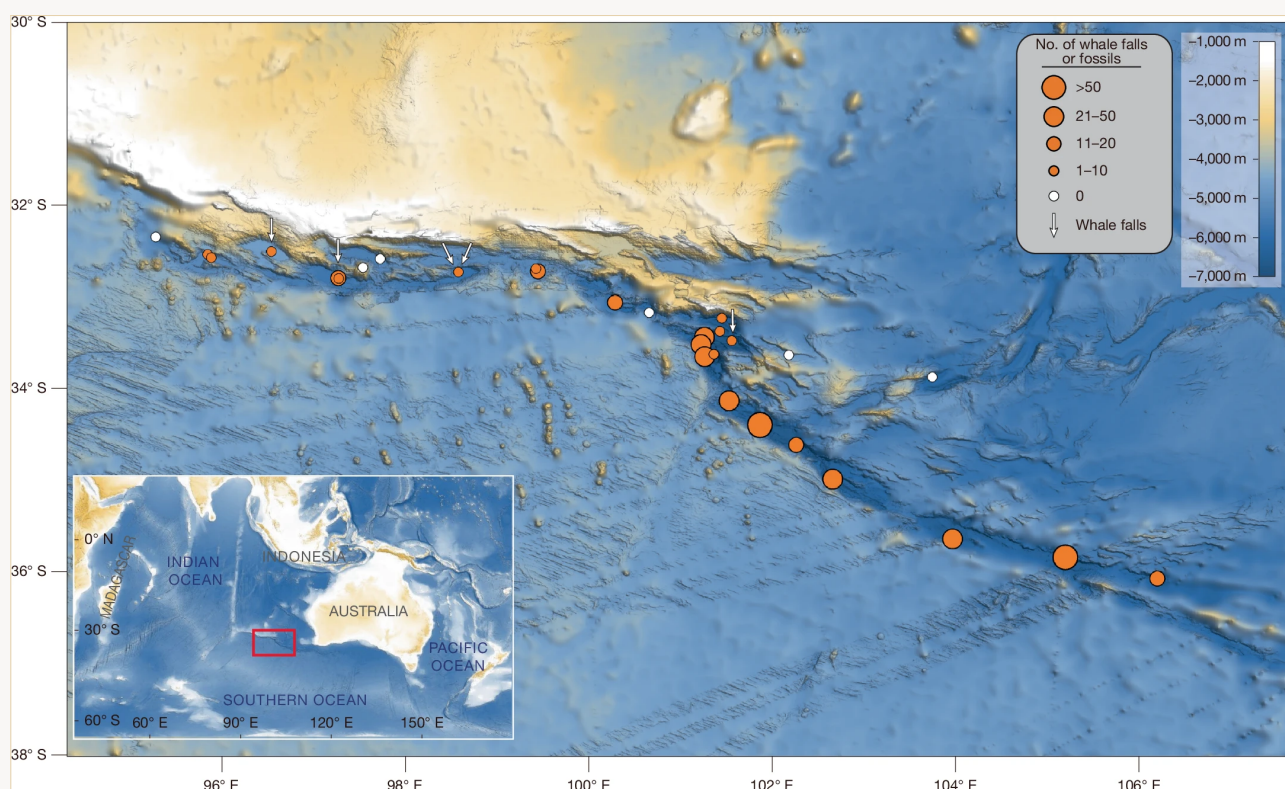
Written by Laura Nesso · Cross-checked by Vera Rubin · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: A 5.3-million-year-old deep-sea whale necropolis in the Diamantina Zone, Xiaotong Peng, Peng Zhou, Xikun Song, Giovanni Bianucci, Mengran Du and colleagues, Nature 654, 978–983 (2026) · DOI: 10.1038/s41586-026-10546-z

Hafsbotninn varðveitti beinin

Flest hvalhræ sem sökkva til botns hverfa inn í lítt þekktan kafla jarðsögunnar. Hvalur deyr, sekkur, nærir skammvinna sprengingu lífs í djúpsjónum og síðan dreifast leifarnar, grafast eða eru étnar niður. Vísindamenn vita að hvalhræ eru vistfræðilegar vinjar, en jarðfræðilegt safn þeirra er þunnt: flest þekkt dæmi eru stök, grunn miðað við dýpstu hafdjúp eða of ung til að segja mikið um langan jarðsögulegan tíma.

Diamantina-svæðið breytir stærð vandans. Í nýrri grein í Nature greina Xiaotong Peng, Peng Zhou, Xikun Song, Giovanni Bianucci, Mengran Du og samstarfsfólk frá löngum, djúpum styrk hvalhræja og hvalsteingervinga í suðausturhluta Indlandshafs. Svæðið teygir sig um 1.200 kílómetra eftir hafsbotninum á um 4.600–7.000 metra dýpi. Í 32 köfunum með mannaða djúpsjávarfarinu *Fendouzhe* skráði teymið 485 staði með hvalsteingervingum og virk hvalhræ; í útdrættinum eru fundirnir teknir saman sem fimm nútíma náttúruleg hvalhræjasamfélög og 476 steingerðir hvalir. Þetta eru tvær ólíkar talningar í greininni, ekki tölur sem einfaldlega á að leggja saman: 485 er talning staða en 476 er talning steingerðra hvala í útdrættinum.



Mynd 1 úr Nature sýnir mælingarnar á Diamantina-svæðinu: appelsínugulir hringir merkja kafanir þar sem hvalsteingervingar eða hvalhræ sást, stærð hringins sýnir fjölda hvalleifa í hverri köfun, hvítar örvar merkja virk súlfíðbundin hvalhræjasamfélög og hvítir hringir merkja kafanir þar sem engar hvalleifar sást. Myndin er birt heil og óbreytt: enginn skurður, yfirlagning, endurmerking, endurlitun eða endurteikning.

Peng et al. / Nature 654, 978-983 (2026), DOI 10.1038/s41586-026-10546-z · CC BY-NC-ND 4.0; base map: GMRT — Ryan et al., Geochem. Geophys. Geosyst. 10, Q03014 (2009) · CC BY 4.0 CC BY-NC-ND 4.0



True-nefshvalir eru lifandi ættingjar djúpkafandi nefhvala sem fjallað er um í greininni. Ljósmyndin er til samhengis, ekki af einum Diamantina-steingervinganna. Aðalatriðið er að nefshvalir eru erfitt að rannsaka og sækja fæðu djúpt, þannig að safn beina á hafsbótun getur varðveitt upplýsingar sem yfirborðsathuganir missa oft af.

Roland Edler / PeerJ / Wikimedia Commons CC BY 4.0

Elsta aldursgreinda efnið er 5,26 milljón ára gamalt og þess vegna kallar greinin svæðið 5,3 milljón ára „hvalagrafreit“. Orðalagið er eftirminnilegt. Það er líka orðalagið sem þarf mesta varúð.

Þetta er ekki sönnun þess að hvalir hafi viljandi farið þangað til að deyja. Þetta er ekki ein fjöldadauðaatburður. Þetta er ekki kirkjugarður í mannlegum skilningi. Þetta er staður þar sem hræ og bein söfnuðust upp, lágu berskjölduð, steingerðust og urðu læsileg í jarðfræðilegu samhengi.

Hvað höfundarnir gerðu

- Könnuðu Diamantina-svæðið í 32 köfunum með *Fendouzhe* frá rannsóknarskipinu *Tansuoyihao*.
- Skráðu hvalsteingervinga og virk hvalhræjasamfélög eftir um 1.200 kílómetra löngum hluta hafsbotsins.
- Notuðu myndskleið á staðnum og söfnuðu sýnum til að greina samfélög sem lifa á nútíma hvalhræjum.
- Greindu 43 upptekin steingervingasýni og fundu fimm tegundir nefhvala og eina tegund skíðishvala.
- Aldursgreindu 33 steingerð beinasýni með samsætuhlutföllum strontíums, aðferð sem ber varðveitt efnafræðilegt merki beinsins, svipað sjó, saman við þekkta sögu sjávar.
- Tengdu athuganirnar við opin gögn: upprunalegar myndir á staðnum og samsetningar örveruerfðamengja eru í Science Data Bank og myndir af rannsökuðum tegundum á hvalhræjum í Mor-

phoBank.

Hvað þeir fundu

- **Stóran og djúpan styrk.** Höfundarnir greina frá 485 stöðum með hvalsteingervíngum og virkum hvalhræjum á Diamantina-svæðinu, á um 4.600–7.000 metra dýpi samkvæmt viðbótartöflu.
- **Fimm virk hvalhræ.** Fimm virku staðirnir eru á súlfíðstigi niðurbrots: bein eru þakin örverumotum og beinborandi ormum og efnorka frá niðurbroti heldur uppi sérhæfðu samfélagi.
- **Þéttu lifandi samfélagi.** Tengda dýralífið inniheldur 35 þekktu stórdýrahópa og er einkum skipað liðormum, krabbadýrum og lindýrum. Beinætandi ormar, sniglar, vesicomýid-samlokur og slöngustjörnur eru algeng meðal stærri dýranna, með staðbundnum þéttleika allt að 2.840 einstaklingum á fermetra.
- **Steingervingasafni nefhvala.** Meðal 43 upptekinna steingervinga eru lifandi nefhvalategundir sem þekktar eru frá svæðinu, útdauð form eins og *Pterocetus* og *Izikozihius* og nokkrar leifar skíðishvala. Eitt sýni er lýst sem nýrri tegund, *Pterocetus diamantinae*.
- **Löngu tímabili.** Af 33 beinum sem voru prófuð með strontíumsamsætum gáfu 25 aldur á bilinu 0,12 til 5,26 milljón ár. Elstu dagsetningarnar benda til hvalhræja á svæðinu að minnsta kosti frá fyrri hluta Plíósentímans.

Af hverju eru svona margir hvalir þarna?

Svar greinarinnar er ekki ein einföld orsök. Það er samspil nokkurra líklegra síunarferla.

Sum hræ gætu komið frá skíðishvölum á breiðum farleiðum. Hrefnur og sandreyðar éta við yfirborðið, ekki á sex eða sjö kílómetra dýpi, þannig að bein þeirra á þeim dýptum eru best túlkuð sem hræ sem sukku eftir dauða.

Nefhvalir eru öðruvísi. Þeir eru sérhæfðir djúpkafarar sem veiða smokkfisk og fisk í bröttum og djúpum sjávarbotnslöðum. Diamantina-svæðið er einmitt þannig: mjög djúpt, með flókna V-laga landsmynd og bráð sem sást í köfununum. Höfundarnir telja að eðlileg dánartíðni, lífeðlisfræðileg áhætta djúpköfunar og mögulega banvæn örmögnun eða þjöppunarstreita geti allt lagt leifar til hafsbotnsins.

Síðan varðveitir botninn þær. Landslagið getur leitt sökkvandi hræ á ákveðin svæði. Lítil setmyndun þýðir að bein geta legið berskjölduð lengi. Þétt trýnisbein nefhvala standast niðurbrot óvenju vel. Járn-manganoxíð og útfelling karbónata geta hjálpað til við varðveislu. Þegar þetta leggst saman verður „grafreitunn“ minna dularfullur: ekki staður sem hvalir velja, heldur staður þar sem dauði þeirra er líklegri til að varðveitast í skránni.

Hvað þetta sannar ekki

- Þetta sýnir **ekki** viljandi hvalagrafreit. „Necropolis“ er myndlíking fyrir uppsöfnunina, ekki sönnun hegðunar.
- Þetta sýnir **ekki** einn hamfarakenndan fjöldadauða. Aldursgreiningarnar spanna milljónir ára og höfundarnir lýsa langlífu safni sem byggðist upp úr endurteknum atburðum.
- Þetta þýðir **ekki** að djúpsjórinn sé nú vel kortlagður. Svæðið fannst með sjaldgæfum og dýrum djúpsjávarleiðöngrum á einu jarðfræðilegu svæði; greinin skiptir máli einmitt vegna þess að slík gögn eru venjulega fátækleg.
- Þetta gerir **ekki** hverja tegund samfélagsins að nýrri tegund. Höfundarnir segja að margar tegundir gætu verið áður ólýstar, en flestar eru aðeins greindar til ættkvíslar eða ættar; aðeins ein vesicomýid-samloka er örugglega greind til tegundar með samanburði á DNA stríkamerkjum.
- Þetta staðfestir **ekki** fulla dánarorsök hvers hvals. Höfundarnir leggja til samverkandi skýringu: farleiðir, djúpöflun fæðu, landslag, varðveisla og setmyndun. Það er ekki það sama og að sanna dánarferlið fyrir hvert dýr.

Hversu sterk eru gögnin?

Gögnin um sjálft svæðið eru sterk: beinar athuganir úr kaþbáti, hundruð kortlagðra staða, raunveruleg sýni, erfðafræðileg greining sumra lífvera og samsætualdursgreining beina. Sterkustu fullyrðingarnar eru athuganalegar: svæðið er til; það er djúpt; það er víðfeðmt; virk hvalhræjasamfélög eru til staðar; og hluti steingervinganna er milljónir ára gamall.

Skýringarnar eru óhjákvæmilega mýkri. Greinin getur sýnt hvar leifarnar eru, hvað sumar þeirra eru, hversu gamlar sumar eru og hvað lifir á virku hræjunum. Hún getur ekki endurspilað dauðann. Upprunaskýringin er endurgerð út frá vistfræði, lífeðlisfræði, lögun hafsbotsins og varðveisluaðstæðum. Það er eðlilegt í fornvistrannsóknum: öflugt, en byggt á samleitnum vísbendingum fremur en beinni athugun á upphaflegu atburðunum.

Af hverju þetta skiptir máli

Hvalhræ eru skammvinnar veislur sem geta orðið langlíf búsvæði. Þau tengja yfirborðsdýr við djúpan hafsbotn og flytja kolefni, bein og efnorku niður í umhverfi þar sem fæða er af skornum skammti. Þau virka líka sem eyjar fyrir sérhæfð dýr: orma sem bora í bein, samlokur með brennisteinsoxandi samlífislífverum, slöngustjörnur og snigla sem safnast kringum leifarnar.

Diamantina-svæðið bætir tíma við þessa mynd. Það bendir til að sumir djúpsjávarbotnar geti varðveitt hvalhræjavistkerfi ekki bara sem staka atburði heldur sem safn um vistfræði og þróun hvala. Nefnhvalir eru alræmt erfiðir í rannsókn vegna þess að þeir lifa og afla fæðu langt frá sjónum okkar; uppsöfnun beina þeirra á hafsbotni getur sýnt tegundir, útbreiðslu og þróunarsögu sem yfirborðsathuganir missa af.

Hreina sagan er því ekki „vísindamenn fundu hvalakirkjugarð hafsins“. Hún er undarlegri og gagnlegri: djúpur jarðfræðilegur gangur varðveitti nógu marga hvaladauða til að breyta venjulega skamvinnu vistkerfi í langtímasafn.

Í stuttu máli

Rannsakendur sem könnuðu Diamantina-svæðið í suðausturhluta Indlandshafs greina frá víðfeðmri uppsöfnun hvalhræja og hvalsteingervinga í djúpsjó: 485 skráðir staðir og virk hræ eftir um 1.200 kílómetra, á allt að um 7.000 metra dýpi, með aldursgreindum steingervingum allt að 5,26 milljón ára gömlum. Svæðið hýsir sérhæfð hvalhræjasamfélög og varðveitir bæði núlifandi og útdauðar hvalalínur, sérstaklega nefhvali. Niðurstaðan er sjaldgæft djúpsjárarsafn — ekki bókstaflegur kirkjugarður, ekki einn fjöldadauði og ekki sönnun þess að djúpsjórinn sé nú vel skilinn. Mikilvægasta fullyrðingin er þrengri og sterkari: við réttar aðstæður á hafsbotni geta dauðir hvalir skilið eftir sig skrá sem endist í milljónir ára.

Heimildir

Peng et al., A 5.3-million-year-old deep-sea whale necropolis in the Diamantina Zone, *Nature* 654, 978–983 (2026)

<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10546-z>

Science Data Bank dataset for the original in situ images and microbial MAGs

<https://doi.org/10.57760/sciencedb.28830>

MorphoBank project P6064 — original images of investigated whale-fall species

<https://morphobank.org/permalink/?P6064>