

TEKNIIKAN HISTORIA

Tekniikka
& Talous
1 / 2020
HELMIKUU
13,90 €

VALTAVA AUKEA.
Söderfjärdenin
peltolakeus on
tärkeä viljelyalue
ja muuttolintujen
levähdyspaikka.

Taivaallinen pellonraivaaja

PIRKKO TAMMILEHTO
KUVA PERTTI MALINEN

Söderfjärdenin peltolakeuden alkuperä varmistui vuonna 1984. Valtavan kuopan kaiversi asteroidi noin 600 miljoonaa vuotta sitten.

MAAPALLON HISTORIA 1
 Geologiset kaudet

Maapallo ja aurinkokunta muodostuvat
 4567 miljoonaa vuotta sitten

Maapallo joutuu voimakkaaseen
 asteroidien pommitukseen

Elämän synty
 (ajankohta epäselvä)

Bakteereita ja
 arkkieliöitä

Happipitoisuus nousee
 fotosynteesin seurauksena

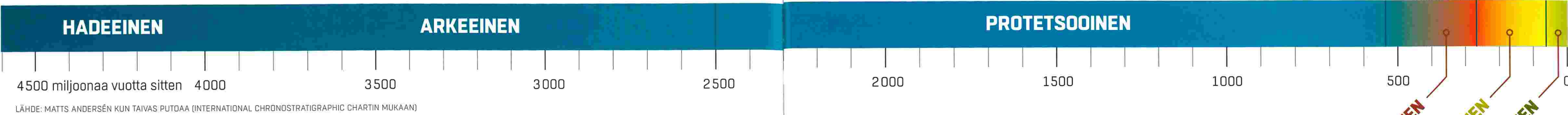
Vaasan graniitti
 syntyy

Aitotumallisia
 soluja

Jotunilainen
 hiekkakivi syntyy

Happipitoisuus
 nousee

Monisoluisia aitotumallisia,
 Ediacara-eläimistö



Söderfjärden sijaitsee kymmenen kilometriä Vaasasta etelään, osin Mustasaressa Sulvan sekä Vaasaan kuuluvan Sundomin kylän alueella. Lähes tasaisen pyöreä peltolakeus on halkaisijaltaan noin kuusi kilometriä. Paikka tunnetaan parhaiten muuttolintujen, etenkin kurkien levähdyspaikkana. Syksyisin kurjet keräävät peltoaukealla voimia lentääkseen etelään. Vuoden 2019 syksyllä lintutarkkailijat laskivat alueella ennätysmäiset 10126 kurkea yhden päivän aikana.

KUN 300-METRINEN asteroidi iskeytyi maapallolle satoja miljoonia vuosia sitten, yksikään elollinen olento ei ollut tapahtumaa todistamassa. Alkeellista elämää oli tuolloin vain meressä. Söderfjärden oli asteroidi-iskun aikaan eteläisellä pallonpuoliskolla meren syvyyk-

sissä Baltica-mantereella. Paikka oli 12500 kilometrin päässä nykyisestä sijainnista. Mannerlaatat olivat silloin eri paikoissa ja erikokoisia kuin nykyään. Isku tapahtui joko kambri- tai prekambri-kaudella. Kambri-kausi alkoi 541 miljoonaa vuotta sitten ja päättyi 485 miljoonaa vuotta sitten. Söderfjärden saattaa olla jopa yli 640 miljoonaa vuotta vanha. Sen alkuperää pyritään tutkimaan edelleen muun muassa syväporauksilla.

HEHKUVAN, SAVUPYRSTÖISEN tulipallon sisältävä asteroidi räjähti. Lämpötila nousi niin korkeaksi, että sekä asteroidi että merivesi, pohjaliete ja kallioperä kaasuuntuivat. 300 metriä syvä kraatteri syntyi silmänräpäyksessä, kun valtava määrä materiaalia irtosi maaperästä. Kuopan reunan yli sinkoutui jättiläismäisiä lohkaraita, kivenpalasia lensi kym-

menien kilometrien päähän. Maaperästä irtoavaa soraa, hiekkaa ja hienoa kivipölyä levisi satojen kilometrien etäisyydelle. Iskun aiheuttama valtava paineaalto levisi veden pinnalla ja maan kamaralla. Törmäyskohdassa meressä kehittyi tsunamiaalto, joka vyöryi läheisille rannoille. Kraatterissa ollut vesi kaasuuntui ja kiehui olemattomiin. Meteoritiin maahansyöky-
 systä syntyi niin valtavasti energiaa, että kraatterikuopan arvioidaan pysyneen höyryävänä vuosikausia.

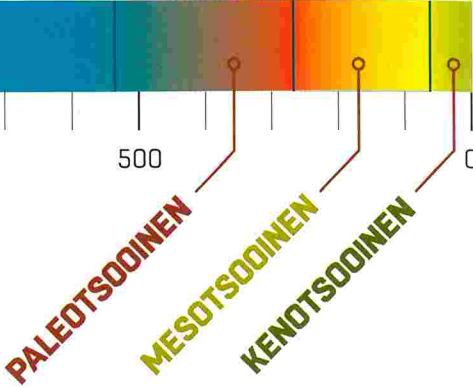
KAMBRIKAUDEN MILJOONIEN VUOSIEN aikana paikkaan kasaantui satojen metrien paksuinen sedimenttikerros. Kraatteri oli tuolloin edelleen merenpohjassa, mutta sen reunamille alkoi ilmestyä ensimmäisiä elollisia olentoja, trilobiitteja. Trilobiittilajeja oli tuhansia, mutta ne kaikki kuolivat 250 miljoonaa vuotta sitten elettyään maapallolla vajaat 300 miljoonaa vuotta.

Sedimenttiin sekoittuneista trilobiiteista, niveljalkaisista ja muista tuon ajan eliöistä tuli ajan mittaan fossiileja. Söderfjärdenin kairauksissa on löytynyt fossiilien osia.

ISKUKOHDAN KALLIOPERÄ tiivistyi vuosimiljoonien aikana betonia muistuttavaksi kivimassaksi. Asteroidin valtava isku rikkoi alkuperäisen maaperän pieniksi paloiksi, joista ajan kuluessa muodostui uusi kallio. Tuo kallio on iskubreksiaa, erittäin huo-
 koista kiveä, joka syntyy murskaantuneesta kalliosta. Samalla tavoin muodostunutta iskubreksiaa on Etelä-Pohjanmaalla sijaitsevassa Lappajärvessä. Senkin synnytti meteoritiin törmäys. Lappajärvi syntyi vasta 78 miljoonaa vuotta sitten. Sen kraatteri on Söderfjärdeniä suurempi, halkaisijaltaan 22 kilometriä. Lappajärven meteoritiin on arvioitu olleen yli kilometrin kokoinen.

Iskubreksia sisältää törmäyksessä syntyneitä kvartsikiteitä. Nämä mineraaliyväset, joissa on rikkoutunut kiderakenne, ovat olleet tutkijoille lo-
 pullinen todiste Söderfjärdenin alkuperästä, meteoritiin iskusta. Kambri-kaudella evoluutio eteni aiempia vuosimiljoonia nopeammin. Silloin syntyivät ensimmäiset edustajat niistä eläinten pääryhmistä, jotka nykyään tunnemme. Näitä ovat muun muassa selkärangaiset, niveljalkaiset ja nilviäiset.

KAMBRIKAUDEN JÄLKEEN tullut ordoviik-
 kausi kesti 42 miljoonaa vuotta. Sen aikana Baltican meri tulvi useaan otteeseen mantereen yli. Tulva toi asteroidin kovertamaan kuop-
 paan uusia merellisiä sedimenttejä kambri-
 kaudella kertyneiden kerrostumien päälle. Ordoviikkikaudella kraatteri siirtyi eteläisellä pallonpuoliskolla pohjoiseen, kohti päiväntasaajaa.



- ▶ Nämä kaudet tarkemmin seuraavilla sivuilla
- ASTEROIDIEN ISKUT**
 - ▶ Maapallolle tulee tavan takaa erikokoisia kiviä avaruudesta.
 - ▶ Suurin osa kivistä hajoaa maan ilmakehässä.
 - ▶ Noin sadan metrin suuruinen asteroidi syöksyy Maahan joka 10 000. vuosi.
 - ▶ Söderfjärdenin kraatterin synnytti 300-metrinen asteroidi.
 - ▶ Maapallolta on löydetty 190 meteoritiin tekemää kraatteria.



TASAINEN MAISEMA.
 Söderfjärden sijaitsee noin kymmenen kilometriä Vaasasta etelään.

MAAPALLON HISTORIA 2

GRAFIikka LAURA KORKALAINEN

Uusia elämänmuotoja, kuten niveljalkaisia

Ensimmäiset kasvit, sienet ja eläimet kuivalla maalla

Ensimmäiset selkärangaiset eläimet maalla

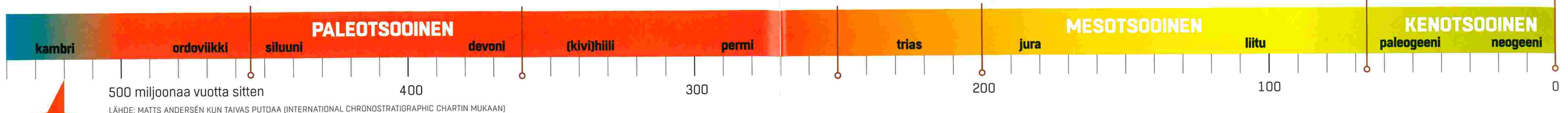
Havupuita ja käpypalmuja

Kukkakasvit saavat alkunsa

Dinosaurusten lintulinja syntyy

Massasukupuutto-kuolema #5

Massasukupuutto-kuolema #6



SÖDERFJÄRDEN SYNTYY

Huom. Kraatterilla voi uuden tutkimuksen mukaan olla ikää vähintään 640 miljoonaa vuotta.

Tuona kautena Baltican mantereelle iskeytyi useita meteoriitteja, joiden kraatterit ovat nykyisen Ruotsin alueella.

MAAPALLO ON KOKENUT viisi tunnettua massatuhoa, joista ensimmäinen koitti 443 miljoonaa vuotta sitten ordoviikki- ja siluurikauden rajalla.

Tuolloin jokin katastrofi tuhosi 85 prosenttia merellisistä lajeista. Syynä ei ollut yksittäinen meteoriitti, vaan monta samanaikaista tapahtumaa.

Etelänavalla oleva Gondwana-manner jäätyn nopeasti, merivesi kylmeni ja merien pinta laski.

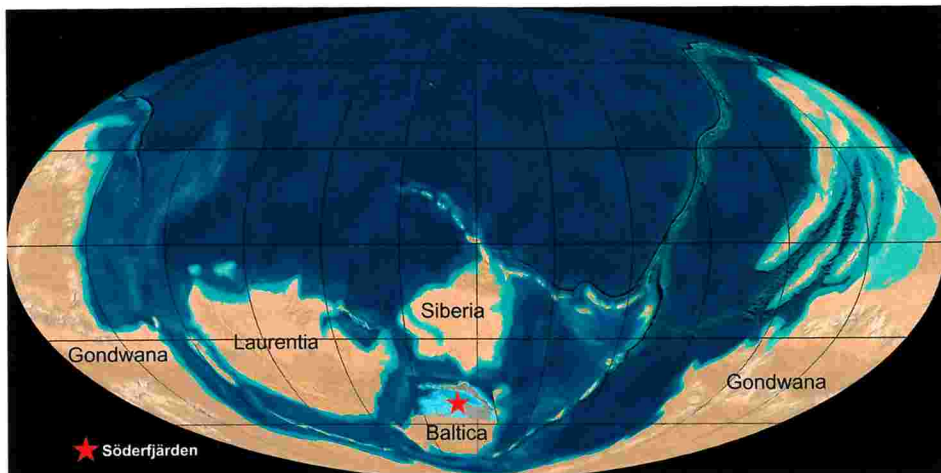
Mutta katastrofin jälkeen elämä voitti, ja uusia elämänmuotoja alkoi syntyä. Söderfjärden jatkoi matkaansa ja alkoi lähestyä päiväntasaajaa.

Baltica-mantereesta muodostuivat myöhemmin Skandinavian niemimaa, Suomi, Baltia ja läntinen Venäjä.

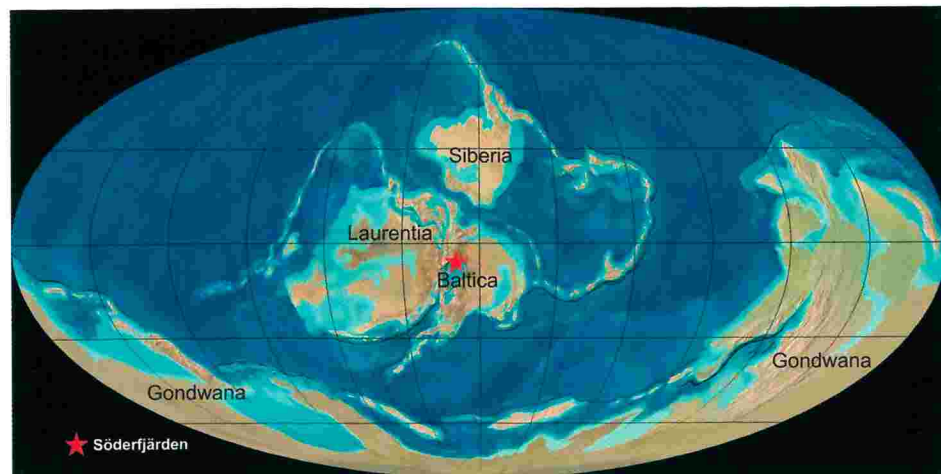
HIILIKAUDEN ALUSSA, noin 350 miljoonaa vuotta sitten Baltica kuljetti Söderfjärdenin kraatterin päiväntasaajan yli pohjoiselle pallonpuoliskolle. Hiilikaudella päiväntasaajalle oli syntynyt trooppisia sademetsiä ja etelänapa oli peittynyt jäähän.

Baltica oli tuolloin painautunut kiinni Laurentian mantereeseen, ja yhdessä ne muodostivat Euramerikan mantereen.

Permikaudella, 299–252 miljoonaa vuotta sitten, ilmasto lämpeni ja kuivui. Maapallon mantereet olivat yhdistyneet



KAMBRIKAUSI. Kun asteroidi iski vähintään 500 vuotta sitten, Söderfjärden sijaitsi Baltica-mantereella eteläisellä pallonpuoliskolla.

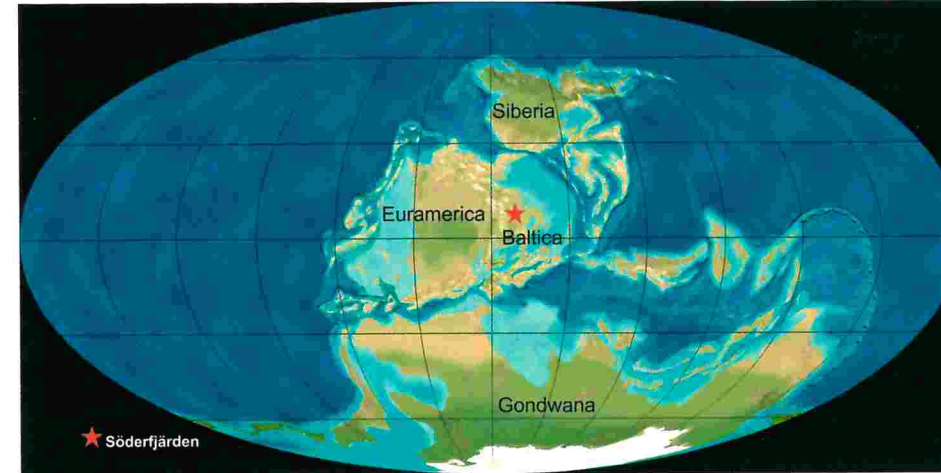


SILUURIKAUSI. Noin 400 vuotta sitten kraatteri sijaitsi päiväntasaajan alapuolella.

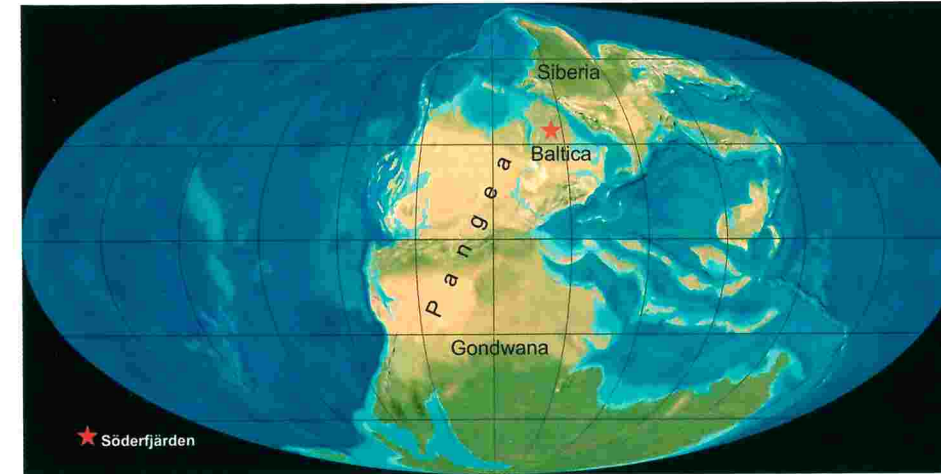
yhdeksi isoksi maamassaksi, jota kutsutaan Pangeaksi.

Permikaudella Maan elämä oli tuhoutua kokonaan, kun valtava tulivuorenpurkaus syöksi maapallon sisältä magmaa. Sen aiheuttama laavavirta peitti miljoonia neliökilometrejä maapallosta.

LAAVA PURKAUTUI satoja tuhansia vuosia. Seurauksena oli uusi ilmastomuutos, kun valtavat määrät kasvihuonekaasuja ja tuhkaa sisältävä pilvi peitti auringon. Ilmasto kylmeni, koska aurinko ei päässyt lämmittämään maanpintaa. Myöhemmin se lämpeni hiilidioksidin suuren määrän takia.



HIILIKAUSI. Söderfjärdenin kraatteri oli hiilikaudella noin 350 miljoonaa vuotta sitten ajautunut päiväntasaajalta pohjoiseen.



PERMIKAUSI. Balticassa piilevä Söderfjärden oli asettunut Pangea-mantereelle noin 250 miljoonaa vuotta sitten.

”Kraatteri oli syntynyt joko valtavan tulivuorenpurkauksen tai meteoriittiskun seurauksena.”

Harva eliölaji kesti näin suuria muutoksia, vaan kuoli sukupuuttoon. Oma vaikutuksensa oli nykyisen Brasilian alueelle iskeytyneellä meteoriitilla. Sen seuraukset yhdessä tulivuorenpurkauksen kanssa tekivät Maasta lähes elottoman planeetan.

Merilajeista 95 prosenttia ja kuivan maan lajeista yli 70 prosenttia kuoli.

TRIASKAUDEN ALUSSA, 252 miljoonaa vuotta sitten, Söderfjärdenin kraatteri oli suunnilleen Pohjois-Afrikan tasolla. Kauden lopussa, 201 miljoonaa vuotta sitten, se oli edennyt nykyisen Keski-Euroopan korkeudelle.

Triaskauden lopulla maapallo koki neljännän joukkotuhonsa, johon syypäänä olivat pääasiassa tulivuorenpurkaukset ja meteoriittien törmäykset.

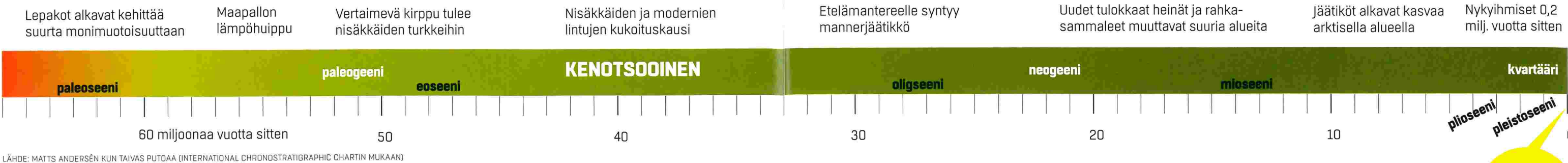
Mantereet alkoivat asettua nykyisiin paikkoihinsa jurakaudella, 201–145 miljoonaa vuotta sitten.

Söderfjärdenin kuoppa oli useiden kerrostumien peitossa keskellä Balticaa. Jurakauden lopulla alue muuttui taas veden ympäröimäksi mantereeksi.

LIITUKAUDELLA, 145–66 miljoonaa vuotta sitten, oli dinosaurusten valta-aika. Tuon kauden lopulla dinosaurislajeja oli enemmän kuin koskaan.

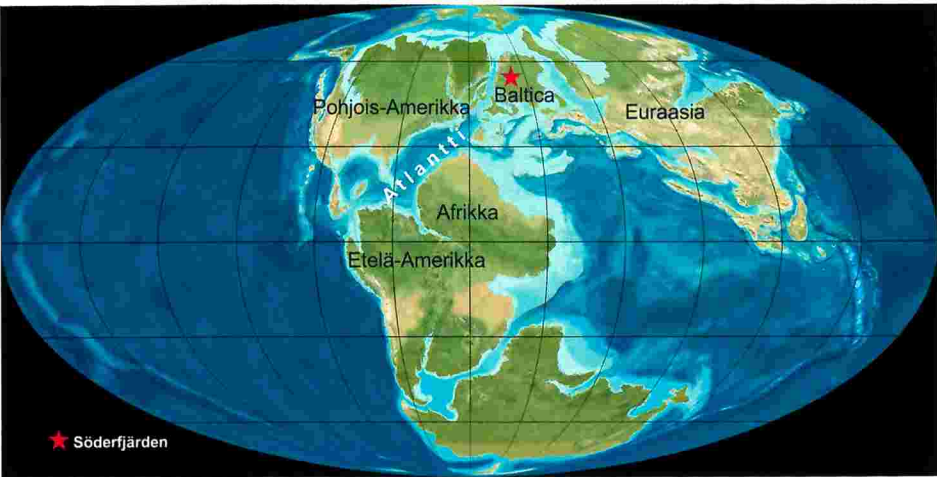
Jättiliskojen kukoistuskauti loppui kun valtava asteroidi syöksyi maahan Meksikonlahden alueelle 66 miljoonaa vuotta sitten.

Se jätti jälkeensä yli sata kilometriä leveän ja kymmenen kilometriä syvän kraatterin. Iskusta syntyvä valopallo oli suurempi kuin tuhat aurinkoa. Se hävitti kaiken elollisen tuhansien kilometrien säteellä. Dinosaurukset tuhoutuivat tyystin koko maapallolta.



Avaruuskiven torjuntaa

Maan ilmakehään sinkoutuu jatkuvasti erikokoisia avaruuskiviä. Metrin kokoinen kivi singahtaa maapallolle kerran viikossa, muutaman metrin kokoinen useita kertoja vuodessa. Noin sadan metrin kokoinen asteroidi läpäisee maan ilmakehän joka 10 000. vuosi. Nämä kivet palavat ja hajoavat maan ilmakehässä, joten ne jättävät vain vähän jälkiä maanpintaan. Aikaisempien asteroidi-iskujen perusteella tutkijat ovat laskeneet, että 300–500 metrin kokoinen avaruuskimpale iskee maahan muutaman sadantuhannen vuoden välein. Vaasan lähellä sijaitsevan Söderfjärdenin kraatterin aiheutti 300 metrin kokoinen meteoriitti. Yhdysvaltain ilmailu- ja avaruushallintovirasto Nasa seuraa maata lähellä olevien asteroidien liikkeitä. Lähestyvä avaruuskivi voidaan teoriassa torjua joko hajottamalla se tai estämällä sen osuminen maahan. Asteroidin rataa voitaisiin muuttaa ydinlatauksella, mutta ydinaseen käyttöön liittyy muita elämää vaarantavia uhkia. Kalifornian teknillisen valtionyliopiston ja Santa Barbaran yliopiston tutkijat ovat esittäneet idean avaruuteen sijoitettavasta laserkanuunasta, joka saisi energiansa auringosta. Joka tapauksessa maata uhkaava kivi pitää havaita useita vuosia etukäteen, jotta sen torjumiseen on riittävästi aikaa.

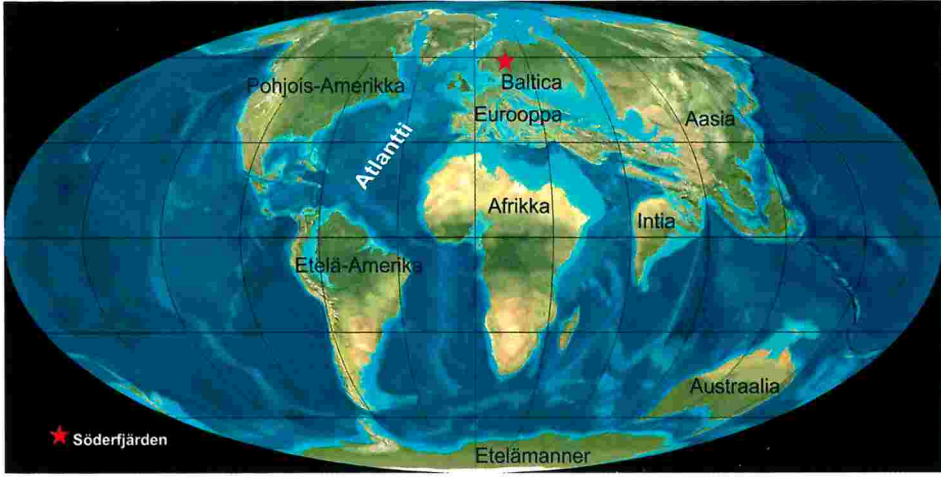


JURAKAUSI. Noin 200 miljoonaa vuotta sitten jurakaudella muodostui Atlantin valtameri.

SÖDERFJÄRDEN AJAUTUI edelleen kohti pohjoista. Se oli yli 500 miljoonan vuoden aikana matkannut mantereensa uumenissa eteläiseltä pallonpuoliskolta nykyiselle paikalleen, 63 asteeseen pohjoista leveyttä. Koko tuon ajan se on ollut sedimentin peittämä. Vasta muutama miljoona vuotta sitten eroosio kulutti sedimenttikerroksia pois. Koska tuo peite on antanut suojaa satojen miljoonien vuosien ajan, Söderfjärden on yksi maailman parhaiten säilyneistä meteoriittikraattereista.

MUUTAMA MILJOONA VUOTTA ennen nykypäivää kraatteri nousi esiin. Fennoskandia, Itämeri ja sen tulevat lahdet olivat kuivaa maata. 240 000–130 000 vuotta sitten Söderfjärden ja koko Pohjois-Eurooppa olivat jään peitossa. Sitten koitti lämmin Eem-kausi, joka kesti noin 15 000 vuotta. Ensimmäiset oman lajimme ihmiset elivät maapallolla 200 000 vuotta sitten.

Eem-kauden jälkeen oli vuorossa uusi, Pohjois-Euroopan tähän mennessä viimeisin jääkausi. Maaperään kohdistunut paine alkoi hellittää jään sulaessa, ja maanpinta alkoi nousta. 10 000 vuotta sitten Söderfjärdenin kuoppa oli peittynyt 250 metriä syvän Anculysjärven alle. Kraatterin kerrostumissa on jälkiä monista jääkausista. Merenkurkun seudulla maa on kohonnut merestä viime jääkauden jälkeen ensin 10 metriä sadassa vuodessa, nykyään vauhti on hidastunut 80 senttiin vuosisadassa. Ilmaston lämpenemisen takia merenpinta nousee, ja sekin hidastaa maan kohoamisen vauhtia. Söderfjärdenin kraatteri nousi yhä lähemmäs pintaa. Yli 4 000 vuotta sitten sen ensimmäiset kalliot pilkistivät merenpinnan yläpuolelle. **KESKIAJALLA, 1100–1500-LUVUILLA** ihmisten tärkein elinkeino saaristossa oli



EOSEENIKAUSI. Noin 50 miljoonaa vuotta sitten maapallon mantereet alkoivat asettua nykyisille paikoilleen.

kalastus. Meteoriittikuopan alue sai nykyisen nimensä kun paikalliset alkoivat kutsua seudun eteläistä vesialuetta eteläseläksi, Söderfjärdeniksi. Meren peittämässä kraatterissa kuljettiin veneellä ja kalastettiin 1700-luvun loppuun saakka. Asukkaat halusivat kuitenkin lisätä viljelyalaa, joten vuonna 1770 he rakensivat ensimmäisen padon vettä telkeämään. Asukkaat rakensivat patoja ja ojia 1900-luvun alkuun asti, kunnes he alkoivat suunnitella koko Söderfjärdenin kuivattamista. Kuivattamisella oli paljon vastustajia, eikä ilkeävaltaakaan kartettu. Eräänä yönä vuonna 1923 juuri valmiiksi saatu pato räjäytettiin, ja pelloille virrannut vesi nousi yli metrin. Kiista ratkaistiin muuttamalla lakia. Suomen valtiopäivät säati ”Lex Söderfjärdenin” vuonna 1925. Sen jälkeen alueelle päästiin rakentamaan pumppuasema sekä kymmeniä kilometriä ojia. Pumput tyhjänsivät tienoon vedestä, ja

vuonna 1927 kuivaus oli valmis. Alueelle oli saatu 1430 hehtaaria lisää peltoa. Söderfjärden oli aikansa suurin kuivaushanke Pohjois-Euroopassa. Nykyään sen pelloilla viljellään ohraa, kauraa ja vehnää. **GEOLOGIT KIINNOSTUIVAT** paikasta 1970-luvulla, kun uudet Landsat-1-satelliittikuvat näyttivät alueen olevan lähes tasaisen pyöreä. Muoto oli aivan erilainen kuin muualla länsirannikolla. Geologit alkoivat tutkia maaperää muun muassa porauksin vuosina 1975–76. Porauksissa mukana ollut Paraisten kalinkin geologi **Lennart Laurén** uskoi löytävänsä maaperästä kalkkia, mutta kairauksissa löytyikin muita sedimenttikiviä. Tutkimuksen tulokset julkaistiin vuonna 1978. Asiantuntijat olivat yhtä mieltä siitä, että kerrostumat olivat peräisin kambri-kaudelta yli 500 miljoonaa vuotta sitten, mutta miten ne olivat syntyneet? Tutkijat päätyivät kahteen vaihtoehtoon: kraatteri oli syntynyt joko valtavan

tulivuorenpurkauksen tai meteoriitti-iskun seurauksena. He päätyivät kannattamaan tulivuorenpurkausta. Vaikka alkuperä näytti nyt selvältä, porauksia jatkettiin. Vuonna 1979 syvin porauskuilu ulottui 347 metrin syvyyteen. Porauksen tuloksia tutkinut Turun yliopiston professori **Jyrki J. Lehtovaara** oli edelleen sitä mieltä, että Söderfjärden on tulivuoren kraatteri. Lisätutkimusten jälkeen vuonna 1984 hän kuitenkin päätyi meteoriitin iskun kannalle. Tuon arvion jälkeen monet muutkin tutkijat ovat vahvistaneet saman päätelmän. **SÖDERFJÄRDEN** on sekä yksi maailman parhaiten säilyneistä että kauneimmista meteoriittikraattereista. Suomessa tunnetuista avaruuskiven iskukohdista se on ainoa, joka ei ole järvi tai merenlahti. Kaikkiaan maapallolla tiedetään olevan 190 meteoriitin aiheuttamaa kraatteria. Söderfjärdenin historiaan voi tutustua peltolakeuden keskellä olevassa Meteoriinivierailukeskuksessa. Sen näyttely kuvaa asteroidin törmäyksen animaation avulla. Keskuksessa on tähtitieteellinen observatorio ja energiakellari, joka tuottaa kaiken Meteoriinissä tarvittavan sähkön. Kävijöitä eri maista on yli 10 000 vuosittain. Meteoriinien toiminnasta vastaavat Sundomin kyläyhdistys sekä Tähtitieteellinen yhdistys Andromeda.
Lähde: Matts Andersén: Kun taivas putooa, Reuna Kustantamo, 2016.

