

FARKAS ALEXANDRA

A viking kaland és a középkori éghajlat-ingadozások

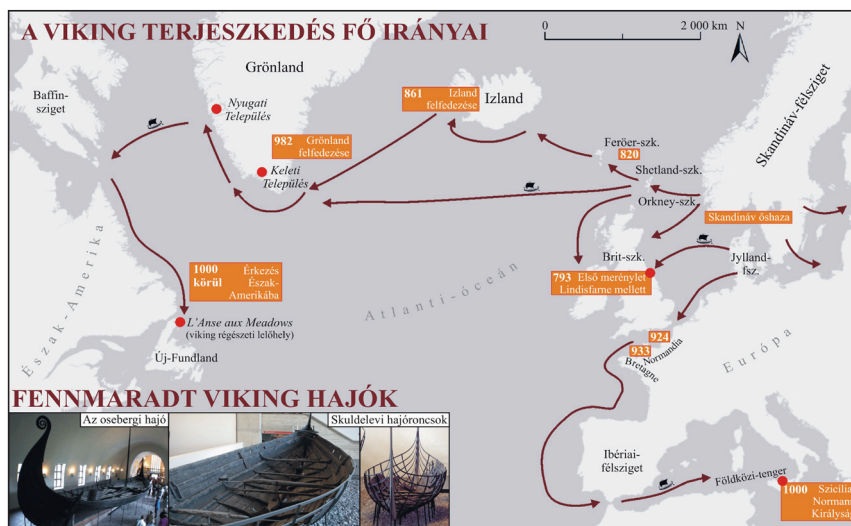
Miért tűntek el a vikingek Grönlandról?

Az általunk ma összefoglaló néven vikingeknek (vagy normannoknak, varégeknek) nevezett népek hazája a mai Svédország, Dánia és Norvégia területén volt, tehát e három ország mai lakóinak őseiként ismerjük őket. A skandináv országok fekvéséből eredően a térség lakói már 3500 évvel ezelőtt foglalkoztak hajózással, s a vízi úton történő utazáshoz és szállításhoz való köztötség okán az évszázadok alatt elsörendű hajócsokká és tengerészekké váltak (1. ábra).

Az Európa minden irányába elinduló, máig vitatott okokból bekövetkező kirajzások a VIII. század végétől indult meg (Dugmore és társai 2005). Ettől kezdve számos alkalommal hajtottak végre sárkányhajókkal váratlan, véres kalóztámadásokat szerte a Brit-szigetek térségében az év azon időszakaiban, mikor a tenger elég nyugodt volt a vitorlázáshoz. A vad portyázásokon túl azonban néhányan csupán a jobb megélhetés és az új területek felkeresése céljából hagyták el korábbi lakóhelyüket, és indultak el békés szándékkal nyugat felé, ismeretlen vizekre. Az útvonalakról, az ismert helyek közti vitorlázás időtartamairól, az árapályokról, a jégről és az éghajlatról szerzett tudásuk a hajóutak során fokozatosan alakult ki. A vakmerő hajósok ily módon jutottak el az akkor már lakott Shetland- és Orkney-szigetekre, és így fedezték fel 820 körül a korábban ismeretlen Feröer-szigeteket, majd 861-ben Izlandot és 982-ben Grönlandot is (1. ábra). Mind távolabbra és nyugatabbra merészkedve népesítették be az említett földeket.

Élet a viking telepeken

Az újonnan felfedezett szigeteken többek között az éghajlati viszonyok változása által nagyban befolyásolt mostoha életkörülmények uralkodtak (Dugmore és társai 2005, Orlove 2005). A Feröer-szigetek egyikén sem volt művelhető síkság vagy gazdagságot hozó természeti kincs, emellett az erős szél és a sós tengeri pára állandó jelenléte miatt összefüggő erdők sem alakultak ki. Az eredeti (alacsony fűzből, borókából és



1. ábra. A vikingek terjeszkedésének fő irányai és néhány fennmaradt viking hajó maradványa

nyírből álló) fás vegetációt ráadásul a vikingek érkezésükkor letarolták, és az később a magukkal hozott legelő juhok miatt nem is regenerálódott. A telepek csak árpát és zöldségeket tudtak termeszteni, illetve juh-tenyésztéssel és halászással foglalkoztak. Az épületekhez szükséges fát, a használati tárgyaikhoz szükséges kőzeteket és ásványokat, illetve a szükséges élelmiszereket valószínűleg halak eladásából fedezték.

„Jégország” (Izland) délnyugati vidékén ennél élhetőbb körülményekre lettek a vikingek. Dús hegyi legelőket és halban gazdag folyókat találtak ott, továbbá nyírfaedrők törzseiből, uszadékfából és értelepekből juthattak hozzá a legszükségesebb nyersanyagokhoz. A nyír- és fűzerdőket kiirtva könnyen dús fűvű legelőkhöz jutottak az alacsonyan fekvő területeken is, a Golf-áramlás által fűtött déli part mentén pedig kedvezőek voltak a körülmények a növénytermesztéshez. A sziget többi részét azonban lakhatatlanná tették az összefüggő jég- és lávafelszínek. Az izlandi vulkánok (például a 920-ban és 934-ben kitörő Katla, illetve az 1104-ben, 1158–1159-ben

és 1206-ban működő Hekla) kitörései a lakosságot sok esetben közvetlenül is érintették: a szétterjedő hamu időről időre nagy területen akadályozta a növénytermesztést, és több tanyát is eltemetett.

A vikingek a többszörös gyilkosságért Izlandról száműzött Vörös Erik vezetésével „Zöldföld” (Grönland) délnyugati, jégmentes parti sávján találtak letelepedésre alkalmas földet. Itt alapították meg a Keleti Települést. A megélhetés itt is igen bizonytalan volt. A gabona a kedvezőtlen éghajlat okán nem termett meg, így a telepek kecske-, juh- és lótenyésztésből éltek, s e háziállatok termékeiből tartották fenn magukat. Az állatok a nyári hónapokban a szabadban, az év többi részén lakóházak közelében kialakított istállóknak voltak. Az állattartást – a tenger közelségét tekintve meglepő módon – csak ritkán egészítették ki halászással. A grönlandiak számára a vadászat is nagy jelentőségű volt, mivel annak köszönhetően jutottak alapvető élelmiszerekhez, és később a szerte Európában eladott olyan értékes árukhoz, mint a rozmárgyár, a

rozsmár- és fókabőr, vagy a rénszarvas-, jegesmedve- és rókaprém. A Nyugati és a Keleti Település lakossága – főként a más éghajlati adottságok miatt – nem egyformán végezte e tevékenységeket, így a társadalmat kölcsönös függőség és belső árucserre is jellemezte, ami túlélést jelentett egy olyan környezetben, ahol külön-külön egyik gazdasági ágazat sem lett volna elegendő fennmaradásukhoz.

Kedvezőbb éghajlat

A IX–XIV. századi észak-atlanti kolonizáció a mai zord meteorológiai körülmények között valószínűleg lehetetlen lett volna, a felfedezőutak azonban éppen a középkori klímaoptimum időszakára estek (2. ábra). Ez az átlagosnál melegebb időszak (aminek létezésére számos tudományág képviselői találtak bizonyítékokat) 650–880 között kezdődhetett, és 1030–1220 között érhetett véget (Ogilvie és társai 2000). A korabeli források szerint ebben az időszakban meleg-száraz nyarak és enyhe telek voltak jellemzők, ami 1–2 °C-kal magasabb évi átlaghőmérséklettel járt együtt a XX. század elejéhez képest. Az úszó sarkvidéki jégtáblák igen ritkán, csupán néhány hidegebb évben tűntek fel a szigetek mentén, ami az átlagosnál 2–4 °C-kal melegebb tengervizet is jelenthetett.

A melegebb hatására a fagyos időszakok Európa-szerte ritkábbak voltak, a hótakaró rövidebb ideig volt jelen, a gleccserek visszahúzódtak, és az erdőhatárral kapcsolatos adatok is bizonyítják a kedvezőbb éghajlatot: az Alpokban például a mainál 70–200 méterrel magasabban húzódott ez a határ a klímaoptimum idején. A feljegyzésekből a domboldalakon átlagosan 100–200 méterrel feljebb húzódo megművelt területekről és a mindenütt tapasztalható bőséges termésről is tudomást szerezhetünk (Behringer 2010). Pollenvizsgálatok kimutatták, hogy a mai Norvégia területén igen fejlett volt a gabonatermesztés: a 63° északi szélességig megtermett a búza, és közel a 70° északi szélességig természetek árpa-féléket.

A korabeli kedvezőbb éghajlatot felszíni formakincsek és faégyűrtük változásai, valamint grönlandi jég- és tőledékfúrás-elemzések is egyértelműen igazolják (Barlow és társai 1997). A trópusi területekről és a déli féltekéről származó adatokból kevés áll rendelkezésre ahhoz, hogy megbízható következtetések legyenek levonhatók a középkori meleg periódus globális voltát illetően. Anyoni azonban bizonyos, hogy Európában és az észak-atlanti térségben a mainál magasabb volt az átlaghőmérséklet. Ez kétségtelenül kedvezően hatott a hajózási időszak hosszára és optimális feltételeket teremtett a vikingek észak-atlanti óceáni szigeteken való letelepedésére. A grönlandi letelepedés első éveiben tapasztalt kedvező éghajlati viszonyok meg-

határozóak voltak az életkörülmények meg-
alozásában és a gazdaságok létrehozásában. A kedvezőbb éghajlati viszonyok járulhattak hozzá ahhoz is, hogy 1000 körül a viking hajósok az észak-amerikai kontinensre is eljutottak, ahol többek között értékes erdőterülettel és vadon termő szőlővel találkoztak.

Eltűnés Grönlandról

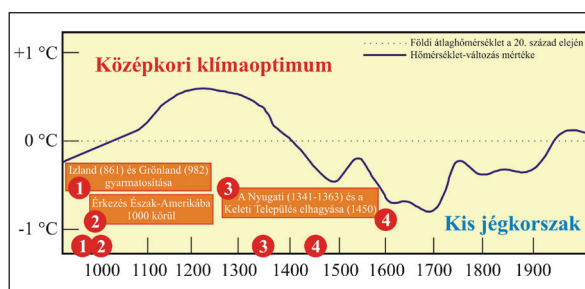
Amikor egy norvég misszionárius a honfitársaihoz Grönlandra hajózott, egyetlen telepet sem talált, csupán a romok meséltek a hajdani időkről. A vikingek eltűntek Grönlandról: a XIV. század közepén a Nyugati, majd a XV. század közepén a Keleti Települést is elhagyták. Ennek folyamata és oka sokáig a középkori történelem egyik rejtélye volt. McGovern (1997) alapján a grönlandi viking telepek elnéptelenedését a kezdetől fogva sérülékeny gazdaság összeomlása okozhatta. Mezőgazdasági tevékenységeiket és vadászataikat mindvégig skandináv hagyományok alapján folytatták, anélkül, hogy alkalmazkodtak volna a helyi körülményekhez. Ugyanazokat az állatokat szerették volna tartani Grönlandon is, mint a skandináv ösházában, holott csak némelyikük bírta a zord viszonyokat. Grönlandról a makkfélékben bővelkedő erdők is teljesen hiányoztak, így táplálék híján a disznók száma is drasztikusan csökkent. A magukkal hozott háziállatok közül jórészt csak a hidegtűrő juhok és kecskék, illetve az igavonásra használt lovak maradtak meg. Ezek azonban lelegették és letaposták a friss hajtásokat, ami miatt egyre gyérült a növényzet, ez pedig a talaj számára egyre kisebb védelmet nyújtott a széllél és vízzel szemben. Egyre nagyobb területeken jelentett gondot a talajerózió, amit tovább erősített, hogy a vikingek a fahiány miatt építkezésre és tüzelésre is a földből kivágott gyepetglákat használták.

Az új módszerek hiánya, a talaj kimerülése és a csökkenő állattenyésztés együtt súlyos élelmiszerhiányt eredményezhetett. Ráadásul a legfontosabb viking árut (a rozsmáragyart) az európaiak később más forrásból szereztek be, és több kereskedelmi kapcsolat megszűnésével a grönlandi telepesek nem tudtak az alapvető élelmiszerekhez ezúton sem hozzájutni, ami tovább mélyítette az élelmiszerhiányt (Orlove 2005). Mindemellett 1349–1350-ben Norvégiát és Izlandot pestisjárvány sújtotta, ami szintén nehezítette a kapcsolatok fenntartását. A XIV–XV. század fordulóján a norvégiai kikötők elleni kalóztámadások szintén akadályozhatták a két terület közti kereskedelmet. Később, a XV–XVI. század során e

kalóztámadások a feröeri, izlandi és grönlandi telepkeket közvetlenül is érintették. A váratlan rajtaütések és fosztogatások ismétlődtek, ami az élelmiszerellátás elégtelenségével együtt döntő csapást mérhetett az apró grönlandi közösségre.

Kis jégkorszaki lehülés

A grönlandi telepesek eltűnésében az éghajlati viszonyok romlása játszhatta a fő szerepet, ami nem kizárólagos, hanem az említett okokkal együtt jelenthetett végzetes problémát. A viking telepesek egy-egy hidegebb nyarú évet még átvészelhettek, ám több, egymást követő kedvezőtlen időjárás viszonyokkal jellemezhető év már nem csupán néhány gazdaságot, hanem az egész közös-



2. ábra. A vikingek terjeszkedése és hanyatlása, valamint a földi átlaghőmérséklet változásának összefüggései

séget a kihalás szélére juttathatta az élelmiszerkészletek felélése miatt.

Paleoklimatológiai kutatások bizonyítják, hogy a grönlandi vikingek eltűnésének időszakában valóban romlottak az éghajlati viszonyok és egy hideg periódus vette kezdetét 1270 körül (2. ábra). A Grönland középső területéről származó jégfuratok elemzése szerint a XIV. század elején 1308–1318, 1324–1329, 1343–1362 és 1380–1384 között a hőmérséklet tovább csökkent, jóval alacsonyabb volt az átlagosnál (Barlow és társai 1997). Az ekkortól megjelenő, több évszázados lehülést hozó kis jégkorszakban a mainál 0,5–0,7 °C-kal volt alacsonyabb a grönlandi átlaghőmérséklet. Mivel az 1343-ban kezdődő leghosszabb fagyos időszak egybe esett a Nyugati Település elhagyásával, könnyen beláthatjuk, hogy a rendkívüli változások nagy hatást gyakorolhattak a törekeny grönlandi társadalomra. Az éghajlati viszonyok 1510–1680 között tovább romlottak, a szélsőséges hideg gyakoriságának megnövekedése pedig végül a Keleti Település elnéptelenedéséhez is vezetett.

A kis jégkorszakban tapasztalt lehülés egész Európában érezte hatását, így a vikingek által lakott többi terület hanyatlásához is hozzájárult (Behringer 2010). Izland egyre hidegebb vizű fjordjaiból eltűnt néhány halfaj, így sok helyen kénytelenek voltak felhagyni a

halázzal. Emellett számos, a viking honfoglalás óta virágzó parasztgazdaság ment tönk-re a mezőgazdasági tevékenységekhez alkalmatlan éghajlati viszonyok, a tanyésidőszak rövidülése miatt. Az Izland északi részén lévő termékeny völgyeket az előrenyomuló gleccserek és az összetorlódtott tengeri jégtáblák hónapokra elzárták a sziget többi részétől, még a sziget déli kikötői is csak rövid ideig voltak jégmentesek. A vikingek túlélését 1300 után a megmaradt halfajokkal való kereskedelem biztosította. A skandináviai parasztgazdaságok közül is rendkívül sok elnéptelenedett az időjárási viszonyok romlása miatt. A 300 métert meghaladó magasságban oly mértékben lerövidült a vegetációs időszak, hogy bizonytalanná vált a gabonatermesztés, és ezzel összefüggésben az állattenyésztés is hanyatlásnak indult. Másfelől a természeti katasztrófák száma is megsokasodott, főként az erős esőzéseket és a hóolvadást követő áradások, hegyomlások és földcsuszamlások okoztak nagy károkat.

A középkori klímaoptimumot több olyan évszázad követte, mikor az erdőhatár mindenütt alacsonyabbra szorult, a lehülési hullámokban pedig a gleccserek újra és újra mélyebbre nyomultak a völgyekben. A kis jégkorszak alatt az elmúlt 12 ezer év egyik leghidegebb periódusa volt megtapasztalható. A XIV. század elejétől a XIX. század végéig tartó időszakban a rövidülő nyarak és a zord telek következtében a gabonatermesztés Európa-szerte drasztikusan csökkent. Az északi területeken a szántóföldek mindenütt összeszűkültek, Grönlandon pedig teljesen el is tűntek. A Nyugati Település maradványainak feltárása nyomán jól el tudjuk képzelni az utolsó időszak eseményeit: a legtávolabbi maradó telepések a végsőig kitarítottak, s csak akkor hagyták el otthonaikat, amikor már a legutolsó marhát és borjút, sőt még a kutyákat is leölték és megették (McGovern 1997).

Az összefüggő sarki jégtakaró és az úszó jég határának délre nyomulása miatt a 60. szélességi foktól északra (azaz éppen a vikingek hajózási útvonalán) szinte lehetetlenné vált a hajózás. Egyes hipotézisek szerint a jég által elzárt útvonalak helyett a vikingek grönlandi telepeiket és norvégiai kapcsolataikat felhagyva újabb letelepedés reményében nyugat felé hajózhattak, ám erre semmilyen bizonyíték nem utal.

A középkori éghajlatingadozások nyomában

A földtörténeti múlt során számos alkalommal lezajlottak ehhez hasonló, viszonylag rövid ideig tartó (100 – 1000 év alatt végbe menő) éghajlat-ingadozások, bár megjelenésük és hatásuk igen különböző volt. Mivel a napsugárzás minden földi folyamatra hatásos van, kézenfekvő, hogy a naptevékenység

jellemzőiben bekövetkezett változások szoros kapcsolatban állhatnak az ilyen rövid időtartamú éghajlati változásokkal. Bradley és társai (2003) a viking terjeszkedés időszakában tapasztalt kedvező éghajlatot az 1120–1280 közötti, mainál intenzívebb naptevékenységgel magyarázták. Véleményük szerint a megnövekedett napsugárzás hatására fokozódott az ózon keletkezése, ezáltal pedig a sztratoszféra hőmérséklete megnövekedett. E hőmérsékletváltozás hatással volt a teljes földi légkörszféra, végső soron melegebb éghajlatot eredményezve Európa nagy részén.

Más kutatók a kis jégkorszakot is a naptevékenység kedvezőtlen változásával hozzák összefüggésbe. Foukal és társai (2011) szerint napfoltminimum idején a sötét napfoltok hiánya fényesebbé és forróbbá teszi ugyan a Nap felszínét, viszont a napkitörések elmaradásával az összesített energialeadás csökken, ami eredményezheti a földi átlaghőmérséklet csökkenését. Éppen ez történhetett a kis jégkorszak leghidegebb időszakaival egybeeső két rendellenesen alacsony naptevékenységi időszakban, az 1400–1510 közötti Spörer-minimum és az 1645–1715 közötti Maunder-minimum idején.

Egy másik fontos, az éghajlatot rövidtávon befolyásoló tényezőt jelentenek a vulkánkitörések. Ezt bizonyítja például az izlandi Laki vulkán 1783-as kitörése, ami fojtó szmogot és 1783–1784 telén 1,5 °C átlagos hőmérsékletcsökkenést eredményezett az északi félteke nagy részén. Az óriási vulkánkitöréseket követően nagy mennyiségű hamu és kén-dioxid gáz jut a légkör magas részeibe. Az ottani szétterjedés közben a kén-dioxid szulfát aeroszollá alakul, ami visszaveri, illetve elnyeli a napsugárzás egy részét, csökkentve ezzel a felszínre jutó besugárzás mértékét. A légkörbe kerülő rengeteg vulkáni aeroszolrészecske a vízpára kicsapódását is elősegíti, ily módon a vulkánkitörések után fokozott felhőképződés is tapasztalható, ami a több kiszűrt fénnyel együtt nagyfokú hatással bír a felszíni hőmérséklet csökkenésére.

A kis jégkorszakot jellemző lehülési periódus okaként több kutató a fokozott vulkáni tevékenységet jelöli meg. Hammer és társai (1981) az 1250–1500, illetve az 1550–1700 között lezajló igen magas vulkáni aktivitást jelölik meg a drasztikus kis jégkorszaki lehülés okozójaként, míg Crowley és társai (2008) a kis jégkorszak második felének hidegebb időszakait hozzák összefüggésbe egy japán és egy Fülöp-szigeteki vulkánkitöréssel. A XVIII. században megfigyelhető melegedés véleményük szerint egyértelműen összefügg az akkori alacsony vulkáni aktivitással, a XIX. század elején tapasztalható újbóli lehülés pedig egy trópusi vulkán 1804-es kitörésével magyarázható.

Az egymást követő robbanásos vulkánkitörések után jelentkező lehülés a földi rendszerek közti kölcsönhatások miatt tartóssá is

válhat. A hűvös nyarak gyakorisága akkor sem csökken, ha a vulkáni aeroszolok már kiürültek a légkör magasabb rétegeiből, hiszen a hűvös időszakban megnövekedő jégmennyiség tovább tartósítja a hideget. Valószínűleg a kis jégkorszakot is egy olyan 50 éves periódusnak kellett megelőznie, aminek során kén-dioxidban igen gazdag robbanásos kitörések zajlottak le. A légkörbe kerülő, kitörésenként 60 millió tonna vulkáni aeroszol jelenléte miatt az északi félteke besugárzása jóval alacsonyabb lehetett, ennek köszönhetően csökkenthetett az átlaghőmérséklet, ami többek között a tengeri jég mennyiségének növekedéséhez vezethetett.

A történelmi feljegyzések és a legújabb kutatások is azt támasztják tehát alá, hogy a vikingek felfedezőútjai és az észak-atlanti térségben való letelepedése enyhébb éghajlati körülményekhez, míg a szigetekről, főleg Grönlandról történő eltűnésük a kis jégkorszaki lehüléshez köthető. Ám a bemutatott jelenségek éghajlatra gyakorolt hatásait átfogóan kell értelmeznünk. A középkori éghajlat-ingadozások minden bizonnyal a robbanásos vulkánkitörések előfordulásának, az eltérő naptevékenységi időszakok során tapasztalható változó mértékű napsugárzásnak, illetve a légkör-óceán-jégszféra rendszer változó belső folyamatainak együttes kombinációjaként alakulhattak ki. ☽

Irodalom:

- Barlow és társai (1997) Interdisciplinary investigations of the end of the Norse Western Settlement in Greenland. *The Holocene* 7. 4. pp. 489-499.
- Behringer (2010) A klíma kultúrtörténete. A jégkorszaktól a globális felmelegedésig. Corvina Kiadó. 343 p.
- Bradley és társai (2003) Climate in Medieval Time. *Science* 302. 5644. pp. 404-405.
- Crowley és társai (2008) Volcanism and the Little Ice Age. *PAGES News* 16. 2. pp. 22-23.
- Dugmore és társai (2005) The Norse landnám on the North Atlantic islands: an environmental impact assessment. *Polar Record* 41. 216. pp. 21-37.
- Foukal és társai (2011) Dimming of the 17th century Sun. *The Astrophysical Journal Letters* 733. L38.
- Hammer és társai (1981) Past volcanism and climate revealed by Greenland ice cores. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 11. 1. pp. 3-10.
- McGovern (1997) Death in Norse Greenland. *Science* 275. 5302. pp. 924-926.
- Ogilvie és társai (2000) North Atlantic climate c. ad. 1000: Millennial reflections on the Viking discoveries of Iceland, Greenland and North America. *Weather* 55. pp. 34-45.
- Orlove (2005) Human adaptation to climate change: a review of three historical cases and some general perspectives. *Environmental Science & Policy* 8. pp. 589-600.