

RÁCZ LAJOS

Éghajlati változások a Kárpát-medencében a középkor idején

A természeti környezet társadalmi hatásait elemző tudományos irányzatok közül kétségtelenül a leghírhedettebb a földrajzi, vagy más néven környezeti deterministák iskolája. Montesquieu természetfilozófiai gondolatainak hatására Friedrich Ratzel és Karl Ritter¹ a 19. században dolgozta ki a földrajzi determinizmus elméletét, mely szerint a földrajzi környezetnek meghatározó szerepe van a népek történelmének alakulásában. A 20. században az irányzat képviselői bekapcsolódtak a náci fajelmélet kidolgozásába, aminek következtében az iskola teljes tudományos produktuma szalonképtelenné vált. A 20. század második felében a földrajzi deterministák iskolájához való sorolás jobbára a stigmatizálás, a tudományos közéletből való kizárás eszköze lett, annak ellenére, hogy a deterministák némely tételét, így például a klíma és az emberi habitus közötti kapcsolatot viselkedépszichológiai vizsgálatok alátámasztani látszanak.

A környezeti determinizmus ellenében fogalmazta meg a nézeteit a „posszibilizmus” iskoláját megalapító Paul Vidal de la Blache², aki szerint a természeti környezet passzív kerete az emberi társadalmak működésének. Vidal de la Blache elmélete szerint a természeti környezet lehetőségeket kínál és korlátokat állít, de a döntés joga és lehetősége az emberi társadalom tagjainak kezében van.

Mindkét előző irányzattal szembe fordulva a társadalomkutatók többsége egészen az 1960-as évekig úgy vélekedett, hogy a természeti környezetnek nem volt számottevő szerepe a társadalom és a gazdaság működésében. E szkeptikus megközelítés hívei szerint a természeti környezet és az emberi társadalom két,

¹ Ritter, Karl: *Bemerkungen über die Anordnung der kleinsten Teilchen in Christallen*, Vienna 1853.; Ratzel, Friedrich: *Politische Geographie*. Munich: R. Oldenbourg 1879.

² Vidal de la Blache, Paul: *Les divisions régionales de la France*. Paris 1913.

egymástól nagyjából izolált, s különböző elvek szerint működő szféra, amelyek között csupán felszíni súrlódások lehetségesek, ám ezek a hatások a belső folyamatokat nem érintik.

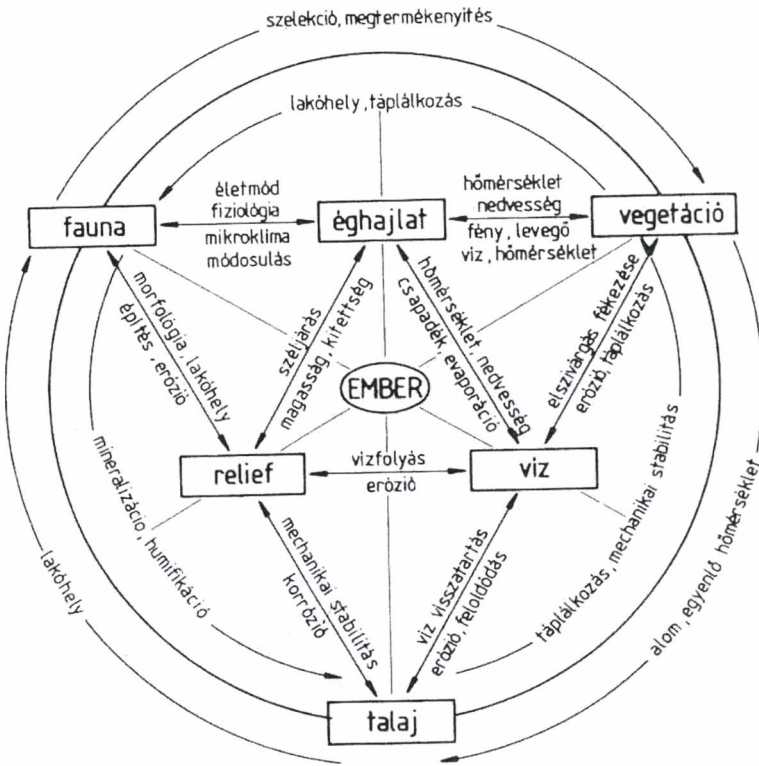
Mindhárom egymással szembenálló környezetelméleti felfogásnak azonban volt néhány közös előfeltevése. Egybehangzó véleményük szerint a történeti korokban nem voltak számottevő környezeti változások, az esetleges lassú, geológiai léptékű ingadozások pedig nem befolyásolhatták a korabeli gazdaság és társadalom működését. A környezet változásainak hipotézisét elvető kutatók végső érvként azt hozták fel, hogy a történeti korok természeti környezetének viszonyairól szóló információk hiányosak, részlegesek, illetve megbízhatatlanok, amiből következően nem alkalmasak a feltételezett változások kimutatására és a környezet-társadalom interakciók érdemi tanulmányozására.

A „környezeti fixizmus” koncepcióját a 20. század derekán már súlyos támadások érték, mindenekelőtt azok a természetkutatók cáfolták a változatlan környezet tézisének, akik természettudományos mérések (dendrokronológiai, illetve oxigén izotópos vizsgálatok) segítségével jelentős éghajlati-környezeti változásokat mutattak ki a történeti korok idején. Hasonló eredményekre jutottak azok a társadalomkutatók is, akik levéltári és régészeti források alapján vizsgálták meg a különböző civilizációk környezeti viszonyait.

A környezettörténeti kérdésekkel foglalkozó kutatókat a „környezeti fixizmus”, a történeti korokban változatlan természeti környezet tézisének elutasítása egy új természetfelfogáshoz vezette el, amelynek szellemében a természeti környezetet az emberi történelem „cselekvő részeseként” értelmezték.³ A természeti környezet történeti léptékű változásai az esetek döntő részében az éghajlat ingadozásaira vezethetők vissza, hiszen az éghajlat a legfontosabb meghatározója a fauna, a vegetáció, a relief viszonyok, a vízhálózat, vagy a talaj változásainak. Ezért, ha a természeti környezet átalakulásait kutatjuk, akkor mindenekelőtt az időjárás, illetve a klíma ingadozásait kell megvizsgálnunk. Az éghajlattörténet így módon a történeti ökológiai kutatás egyik legfontosabb, s mindenképpen legtipiku-

³ Goudsblom, Johan and De Vries, Bert: *Mappae Mundi*. Humans and their Habitats in a Long-Term Socio-Ecological Perspective. Myths, Maps and Models. Amsterdam University Press, 2002. 15-20.; Worster, Donald: *The Vulnerable Earth: Toward a Planetary History*. In: Worster, Donald (ed.): *The Ends of the Earth. Perspectives on Modern Environmental History*, Cambridge University Press, 1988. 3-20.

sabb területe. A klíma változásainak kutatása során ugyanis egyszerre kell használnunk a természet- és a társadalomtudományok eszköztárát, az éghajlati-környezeti változások pedig hatással vannak a történelmi ökoszisztémák minden szereplőjére.



1. ábra: A humán ökoszisztéma modellje
(Demangeot, J.: Les milieux naturels. Paris 1987. nyomán)

Az éghajlattörténet egyike a legfiatalabb tudományoknak. Megszületéséhez annak a feltételezésére volt szükséges, hogy a klíma az emberi történelem időhatárai között (s nem csak a geológiai korokban) jelentékeny mértékben változott, és változik ma is. A klíma fogalmán, Hubert H. Lamb nyomán egy adott

helyen, valamely adott időtartam során tapasztalt általános időjárési viszonyokat értjük.⁴ Nemzetközi konvenciók szerint 30 év az az időtartam, amelynek megfigyelései már elegendőek az éghajlat meghatározásához, ugyanakkor a klíma definiálásához nemcsak az „átlagos időjárást”, de az extremitásokat, illetve azok előfordulási gyakoriságát is ismernünk kell.

Az éghajlati változások története gyakorlatilag egyidős a Föld légkörének történetével, a változások nagyságának és irányának megítélése azonban nagyban függ attól, milyen léptékben vizsgáljuk a Föld klímáját. Ha a Föld történetének egészéhez viszonyítjuk a jelenkori állapotokat, akkor egy hideg korszakban élünk, hiszen a pólusokat jégtakaró borítja, s geológiai léptékben nézve ezek a területek nagyobbrészt jégmentesek voltak.⁵ Amennyiben az ember megjelenése és történelme határozza meg számunkra a horizontot, akkor egy meleg korszakban élünk, hiszen a 2–2,5 millió éves őstörténettel, illetve történelemmel számolva, csupán az utóbbi 15–12'000 éve ért véget az utolsó, a Würm jégkorszak. Ám ezt követően elképesztő sebességgel alakult át a Föld geográfiai képe, elegendő talán a jégtakaró elolvadása miatt közel 100 méterrel megemelkedő tengerszintre utalni, amely olyan korábban gyakran használt szárazföldi utakat vágott el, mint amilyenek Ázsia és Észak-Amerika között a Bering-szoros, vagy a kialakuló Északi-tenger helyén a szigetté váló Izlandra és Britanniába vezető vándorlási útvonalak voltak.⁶ Az utolsó kontinentális jégtakaró 6-7000 éve olvadt el. A jégkorszakokat lezáró melegedés csúcspontja 5-6000 éve, „közép holocén optimuma” éghajlati korszak idején volt.⁷ Ez idő tájt érték el a kontinensek hegyvidéki gleccserei a posztglaciális minimumukat. A közép holocén optimumot követő évszázadok, illetve évezredek lehüléseit a klímátörténeti szakirodalom F. Matthes nyomán „neoglaciálisoknak”, az enyhébb periódusokat pedig Hubert H. Lamb javaslatára „optimumoknak” nevezi.⁸

⁴ Lamb, H. H.: *Climate, History and the Modern World*, London 1982.

⁵ Péczely György: *A Föld éghajlata*. Budapest 1984.

⁶ Lamb, H. H.: *Climate: Present, Past and Future – Volume 2: Climatic History and the Future*, London 1977.

⁷ Bradley, R.S. – Jones, D.: Climatic variations over the last 500 years. In: Bradley, R.S. – Jones, D. (eds.): *Climate since A.D. 1500*. London–New-York 1992. pp. 17–39.

⁸ Matthes, F.: *Report of Committee on Glaciers*. Transactions American Geophysical Union, 21. 1939. pp. 518–523.; Lamb, H. H.: The early medieval warm epoch and its sequel, *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* 1. 1965. pp. 13–37.

A Kárpát-medence régióját a középkor, illetve az újkor idején érintő éghajlati változások értelmezéséhez és elemzéséhez azonban az évmilliósi vagy az évezredes időskála eseményei kevésbé használhatóak. Ebből a nézőpontból az évszázados klímaváltozások elemzése az elsődleges jelentőségű, vizsgálatunk időbeni horizontját pedig célszerű leszűkíteni az emberi történelem utolsó két évezredére. Az utolsó kétezer évben, nem számolva a jelenkori felmelegedés nehezen előrejelezhető folyamatával, négy olyan klimatikus-környezeti változásról vannak adataink, amelyek hatással voltak a Kárpát-medence középkori és újkori történetére. Az első jól azonosítható éghajlattörténeti periódus, a „római optimum éghajlat időszaka”, amely a Kr.e. 1. évszázad derekán kezdődött, s a Kr.u. 4. század végig tartott. A római klímaoptimum évszázadait a „népvándorlások korának lehülése” követte a 4. és a 9. század között. A 9. századtól a 14. század elejéig tartott a „középkori éghajlati optimum” időszaka, amelyet a „kis jégkorszak” lehülése követett egészen a 19. század végéig. A 1880-as években kezdődött a jelenkori felmelegedés időszaka, amelynek hatásai az egész világon érzékelhetőek, ám valószínűsíthető időtartamáról semmilyen megbízható információnk nincs.

Vizsgáljuk meg tehát középkor története szempontjából fontos négy éghajlattörténeti korszak jellemzőit.

A RÓMAI OPTIMUM ÉGHAJLAT IDŐSZAKA

Kutatásaink időhatárain belül az első, a Kárpát-medencében bizonyosan érezhető klímátörténeti korszak az ún. római optimum éghajlat időszaka volt. Grynaeus András dendrológiai rekonstrukciója szerint Pannoniában ezekben az évszázadokban igen enyhe volt az éghajlat⁹, ugyancsak enyhe klímáról tanúskodik a Duna vaskapui szakaszán Trajánusz császár által Kr.u. 101–106 között építtetett római kőhíd, amely 170 évig használatban volt.¹⁰ Egy ilyen, a folyó medrébe támaszkodó, azt szűkítő építmény ugyanis csak abban az esetben maradhat épen, ha a Duna nem, vagy csak igen ritkán fagy be.

⁹ Grynaeus A.: *Dendrológiai kutatások Magyarországon*. Budapest 1997. (kandidátusi értekezés)

¹⁰ Lamb, H.H.: *Weather, Climate and Human Affairs*. London 1988.

A meleg időszak a tengerek szintjének emelkedésével járt együtt Európában, a vízszint emelkedés a császárkor végére csaknem elérte az egy métert a Földközi-tenger vidékén. Caludius Ptolemaios időjárás naplója szerint Alexandriában az augusztust leszámítva minden hónapban esett eső.¹¹ A császárkorban folytatódott a gabonakultúra északi irányú terjeszkedése. Domitianus császár ugyan az Kr.u. 1. század végén megtiltotta a szőlőtermelést az Alpoktól északra, ám ezt a rendeletet Probus Kr.u. 280 táján visszavonta. A rómaiak elterjesztették a szőlőkultúrát a Brit-szigeteken és a germán területeken, s ezt a mezőgazdasági innovációt segítették a kedvező éghajlati-környezeti viszonyok. A sikeres szőlőtelepítés eredményeként Kr.u. 300 környékén Britannia önellátóvá vált, s ezt követően nem importáltak a kontinensről többé bort.

A NÉPVÁNDORLÁSOK KORÁNAK LEHŰLÉSE

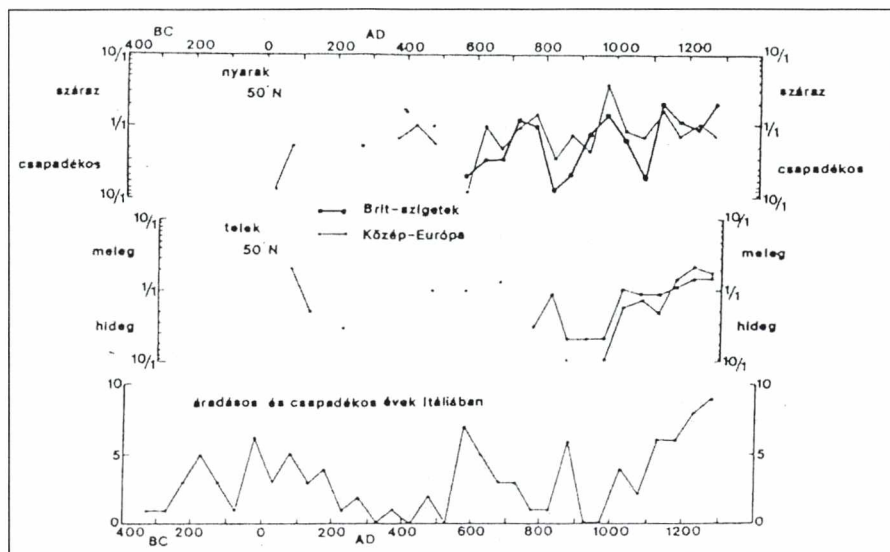
A 4. század végén kezdődött, és a 8. század derekáig tartott a népvándorlások korának hűvös és száraz éghajlatú korszaka. A szárazság első csúcspontja a 4. század derekán jelentkezett Belső- és Közép-Ázsiában, valamint a kelet-európai sztyeppe vidéken.¹² A későbbiekben elárasztott kikötők maradványai jelzik, hogy a Kaszpi-tenger vízszintje az idő tájt alacsonyabb volt, mint napjainkban, ami arra utal, hogy a Volga vízgyűjtőjében is kevés csapadék hullott. Belső- és Közép-Ázsia területén folyók és tavak száradtak ki, s a terület eltartóképessége radikálisan csökkent. Az általános szárazság előidézte zavarok hatására a mintegy négyszáz éve működő Selyemút is lehanyatlott. A szárazság pedig folyamatos és igen súlyos fenyegetést jelentett az eurázsiai sztyeppei népek sérülékeny nomád gazdaságai számára.¹³

A „viking korszak” elején, a 8. század derekán tartóssá váló katasztrófális szárazság a Kárpát-medencében feltehetően döntő módon hozzájárult az Avar Birodalom bukásához. A csapás elsősorban az „igazi avarokat”, a har

¹¹ Grove, J.: *The Little Ice Age*. London 1988.

¹² Huntington, E.: *The Pulse of Asia*, New York 1907.

¹³ Róna-Tás A.: A nomád életforma geneziséhez. In: *Nomád társadalma és államalakulatok*. Budapest 1983. pp. 51–65.



2. ábra: A hőmérsékleti és csapadékvizonyok alakulása Európában 400 és 1300 között (Lamb, H.H.: *Climate, History and the modern world*. London 1982. 163. p. nyomán)

cos réteget, s a nép részben félnomad, részben letelepült hányadát, a kárpáti alföldeken az avarokkal együtt lakó gepidákat és bolgár-törököket érintette, akiket állataik nagy részének elhullása éhhalálra ítélt. Ezért következhetett be, hogy a frankok három nagy hadjáratukban semmi ellenállással nem találkozhattak, csak az elsőnél, 791-ben Ausztria és Szlovénia területén. 792 és 795 között az avar vezérek között dúlt belharc, de a kagánt és társuralkodóját, a jugrust saját emberei ölték meg, nekik tulajdonítva az elemi csapást. Einhard évkönyvei szerint 791-ben elpusztult a Győrre behatoló frank sereg lovainak nagy része is.

Az avar állatállomány pusztulása, az éhínség és az éhezőknek a környező erdős-hegyes vidékekre való menekülése bizonyára már jóval a frank háborúk előtt, a belső-ázsiai steppezóna kiszáradásával egy időben, a 8. század derekától megkezdődött, amikor még működött az avar adminisztráció és helyben volt a birtokos réteg. Ezekre két közvetett adat utal.

Dado verduni püspökhöz (880–923) R. betűjelű paptársa a 900 utáni években költeményt írt az eladdig soha nem hallott Hungri nevű magyarok

eredetéről. Bibliai és antik irodalmi magyarázati kísérletek után felveti, hogy a népnév a német Hunger 'éhség' szóból is levezethető. Az éhségről a következő történet jut eszébe: „Hallottam az öregektől, hogy valaha iszonyú éhínség szakadt egész Pannoniára, Isztriára, Illiriára, valamint a szomszédos népekre” Ez az ókori ország nevekkkel jelölt térség pontosan fedi a megszünt Avar Birodalom területét, s így a hagyomány az avarság 8. századi belső viszonyaira vonatkoztatandó. A szerző ötlete szerint az éhséget átvészelték kapták a Hungri nevet.¹⁴

A szárazság ellen az igénytelenebb szláv csoportok könnyebben tudtak védekezni, mert a hegylábi bükk- és tölgyerdők mellé húzódva sertéseiket makon tarthatták, az itteni irtásokon karcoló ekékkel rozstot termesztettek, méhészkedhettek és halászhattak. Ez lehet az oka, hogy a Kárpát-medence korai szláv helynévanyaga az ilyen életformának megfelelő erdős és vízjárta vidékekre korlátozódik.

A KÖZÉPKORI ÉGHAJLATI OPTIMUM

Első ízben az Atlanti-óceán északi szigetein kutató dán régészek vetették fel a 1920-as években egy igen enyhe éghajlatú korszak hipotézisét, az időszakot hozzávetőlegesen a Kr. u. 9-13. századra datálva. Végül Hubert H. Lamb nevezte el és határolta körül időben a középkori éghajlati optimumot. Általánosan elfogadott vélekedés szerint a középkori optimum éghajlat időszaka hozzávetőlegesen Kr. u. 900 és 1300 között tartott.

A dán archeológusok sejtésüket az északi szigetek kora középkori viking kolonizációjára alapozták. Az európai partvidék viking előzönlése a 790-es években kezdődött. Az első feljegyzések Izlandról 800 tájáról származnak. Az észak-norvégiai születésű Ottar 870-880 táján elérte a Fehér tengert, 980 körül Vörös Erik megvetette a lábát Grönland déli részén, majd fia Szerencsés Leif egy év-tized múlva Grönlandtól nyugatra ért partot, a „Bor Földjén”. A normann sagákban gyakran megjelenő „Vinland” valószínűleg New Englanddel azonosítható. Harald Hardrade 1040-1065 táján elérte a Spitzbergákat és Novaja Zeml-

¹⁴ Gyórfy György – Zólyomi Bálint: *A Kárpát-medence és Etelköz képe egy évezred előtt*. In.: Kovács László (szerk.): *Honfoglalás és régészet*. Budapest, Balassi 1994. pp. 13–37.

ja szigetét. Az Észak-Atlantikum viking meghódítása nem kis részben a tengeri jég visszahúzódásának és a viharok csökkenő számának volt köszönhető.¹⁵

A grönlandi oxigénizotópos vizsgálatok szerint a felmelegedés Grönlandon már a 7. század elején jelentkezett, majd jelentős ingadozásokkal egészen a 12. század végéig tartott. A középkori éghajlati optimum idején a mezőgazdasági művelés határa Európában messze kiterjedt észak felé. A gabona Izlandon az első normann telepésekkel terjedt el. Észak-Norvégiában, Malangenben, az északi szélesség 69,5 fokánál, túl a sarkkörön a 9. századtól a 12. század derekáig árpat természetek a helyi gazdálkodók.¹⁶

A Földközi- és a Kaszpi-tenger régiói a középkori optimum éghajlat idején igen csapadékosak voltak. Limnológiai kutatások szerint a Kaszpi-tenger vízszintje a 20. századinál 8 méterrel magasabb volt. Szicília két folyója, az Erminio és a San Leonardo pedig a korabeli feljegyzések és ábrázolások szerint hajózhatók voltak a 12. század idején.¹⁷

A kontinens belső területein a Római Birodalom bukását fél évezreddel követően indult meg az európai mezőgazdaság fejlődésének első nagy hulláma, amelyet Georges Duby „középkori mezőgazdasági forradalomnak” nevezett.¹⁸ Az „agrárforradalom” létrejöttében igen nagy szerepe volt annak, hogy az európai civilizáció és népesség súlypontja átkerült a Mediterráneumból a kontinens belső területeire, s az új vidékek természeti viszonyaihoz igazodó agrotechnikát kellett találni. Ez a napi gyakorlatban a nehézeke elterjedését, a szügyhám és a patkolás általánossá válását, valamint a két- és a háromnyomásos gazdálkodás elterjedését jelentette a Európában. Paul Bairoch számításai szerint a széles körben terjedő, a kontinens ökológiai viszonyaihoz igazodó gazdálkodási rendszereknek köszönhetően 1000 és 1300 között az európai mezőgazdaság teljesítménye megduplázódott.¹⁹ A mezőgazdaság középkori expanziója mögött nem

¹⁵ Holmsen, A.: *Norges historie*, Oslo and Bergen 1961.

¹⁶ Bradley, R.S. – Jones, D.: *Climatic variations over the last 500 years*. In: Bradley, R.S.- Jones, D. (eds.): *Climate since A.D. 1500*. London – New-York 1992. pp. 17–39.

¹⁷ Lamb, H.H.: *The early medieval warm epoch and its sequel*, *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* 1. 1965. pp. 13–37.

¹⁸ Duby, G.: *La révolution agricole médiévale*. *Revue de Géographie de Lyon* 1954. pp. 361–366.

¹⁹ Bairoch, P.: *De Jéricho a Mexico*. *Villes et économies dans l'histoire*. Paris 1985. 707 p.

nehéz felfedezni, természetesen más tényezők mellett, az agrártermelés javuló környezeti feltételeit, annál is inkább, mivel a középkori optimum éghajlat befejeződése egybeesett a középkori mezőgazdasági-demográfiai expanzió megtorpanásával a 13. század végén.

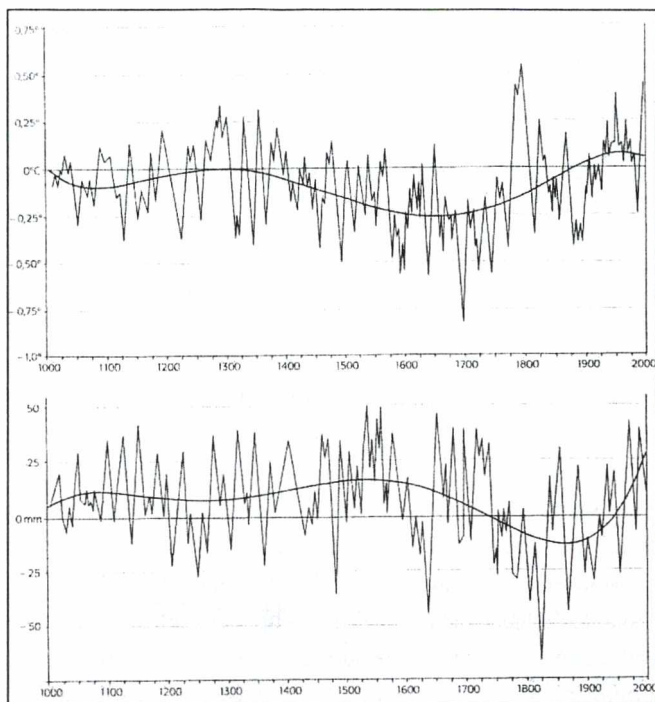
Skandináviában a meleg időszak 971-től 1100-ig tartott. Közép-Európában pedig a 13. századig, jobbra száraz nyarakkal. Évszázados léptékben csökkent a rendkívül hideg telek gyakorisága is Európában. A 9. századból négy rendkívüli tél ismeretes a svájci Alpokból. A középkori éghajlati optimum idején évszázadonként egyetlen rendkívül hideg télről van tudomásunk. 1235 és 1303 között pedig egyetlen különösen hideg télről sem tudunk. A 14. század kezdetétől a 19. század végéig a szigorú telek jóval gyakoribbakká váltak. A 14. században nem kevesebb, mint 7 szélsőségesen hideg télről készültek feljegyzések.²⁰

A középkori éghajlati optimum idején a téli időjárás hosszú távon kevésbé bizonyult változékonynak. Ugyanakkor a telek átlaghőmérsékletét tekintve voltak melegebb és hidegebb fázisok egyaránt, az ingadozások ugyanakkor nagyjából a 20. századi referencia (1901–60) időszak átlagához hasonló tartományban mozogtak. Egy korai hideg periódus azonosítható 1060-1085 között. Egy másik mérsékeltbben hideg 1115 és 1180 között, amelyen belül azonban volt egy változékonnyabb időszak 1115 és 1126 között. Másrésztől azonban a rekonstrukció négy meleg időszakot mutat: 1086 és 1114 között, 1180 és 1205 között, 1236 és 1255 között, valamint 1280 és 1302 között.

A magyarországi éghajlat-, illetve környezettörténeti információkat tartalmazó források elégtelenek a középkori éghajlati optimum időjárásának rekonstruálásához. Ám Kiss Andrea kutatásainak köszönhetően van néhány adatunk, amely beilleszthető az európai éghajlattörténeti rekonstrukció kereteibe. Salamon király 1074-ben a befagyott Tiszán át vezette seregét a kemeji csatába. A csata pontos időpontját ismerjük (február 26.), így az átkelést a csata előtti napokra tehetjük. Ugyanennek az esztendőnek a tele egykorú források szerint igen hideg volt Alsó-Szászországban, Vesztfáliában, Frankónia és Hessen területén is.

Bizánci források szerint 1125/26 tele igen hideg volt Magyarország déli területein Hasonlóképpen zord volt a tél Cseh- és Morvaországban ezen a télen.

²⁰ Pfister, Christian: Winter air temperature variations in western Europe during the Early and High Middle Ages (AD 750–1300). *The Holocene* 8/5, 1998 pp. 535–552.



3. ábra: Dél-Németország és Svájc hosszú távú hőmérsékleti és csapadék változásai az első ezredfordulótól a 20. század végéig (Glaser, Rüdiger: *Klimageschichte Mitteleuropas. 1000 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen. Darmstadt 2001. 181. p. nyomán*)

Duna alsó szakaszának befagyása 1146/47 telén rendkívüli esemény volt, Anna Komnena hercegnő is megemlékezik róla a második keresztes hadjáratról szóló feljegyzéseiben.

1241–42 telén a Duna vonalát egy ideig védeni lehetett a tatárok ellen, akik 1241 őszén csak a Dunától keletre eső területeket pusztították el. Ám a hideg időjárás erősödése következtében a Duna befagyott, s így a védelmi vonal tartóhatatlanná vált.²¹

²¹ Kiss Andrea: *Időjárás adatok a XI–XII. századi Magyarországról*. In: „Magyarok eleiről”. Ünnepi tanulmányok a hatvan esztendő Makk Ferenc tiszteletére. Szeged 2000. pp. 249–263.; Kiss Andrea: *Időjárás, környezeti krízis és a tatárjárás*. In: Nagy Balázs (szerk.): *Tatárjárás*. Budapest 2003. pp. 439–452.

A 13. század éghajlata viszonylag száraz lehetett a Kárpát-medencében. Erre enged következtetni, hogy a felvidéki Szécsényben egy, a 13. században még használt kút fölé a 14. század elején plébániatemplom épült. A kút betemetése során annak belső faszervezetét a víz színéig bontották vissza. Az ezáltal rekonstruálható talajvízszint viszont kb. két méterrel volt alacsonyabb a 20. századi szintnél. Másrészről a kút készítésekor uralkodó szárazabb klímára enged következtetni az is, hogy a kút faanyagát nem a nedvességet kedvelő kocsányos, hanem a szárazságot jobban tűrő kocsánytalan tölgy alkotta.²²

A KIS JÉGKORSZAK ÉGHAJLATI JELLEMZŐI A KÉSŐ KÖZÉPKOR IDEJÉN

A 13. és a 14. század fordulója az európai történelem egyik legfontosabb éghajlattörténeti korszakhatára, az idő tájt ért véget a középkori optimum éghajlat, s kezdődött el a „kis jégkorszak”. A „kis jégkorszak” fogalmát F. Matthes nyomán kettős értelemben használják az éghajlatkutatók, részint a 14–19. század közötti gleccser előnyomulások korát jelölik vele, részint ugyanezen időszak klímájának metaforájaként szolgál. A hűvös-hideg éghajlati korszak kezdetét illetően erősen megoszlik a kutatók véleménye. Christian Pfister nézete szerint a „kis jégkorszak” a 14. század elején kezdődött, míg ugyanezt Raymond S. Bradley Hubert H. Lamb nyomán az 1560-as évekre datálja.²³

Az éghajlat romlását először a grönlandi normann telepesek jelezték 1197–1203 táján. A viking feljegyzések szerint a tengeri jég ez idő tájt egyre gyakrabban zárta el az izlandi és az európai utat. Egy 1250 táján íródott norvég királytűkőr, a „Konungs Skuggsjá” beszámolt arról, hogy az észak-atlanti területeken egyre gyakrabban fagyott be a tenger a 13. század elején.²⁴ A klímaromlás követ-

²² Pálóczi Horváth András: *Középkori településeink környezetrégészeti kutatásának lehetőségei*. In: R. Várkonyi Ágnes (szerk.): *Táj és történelem*. Budapest 2000. pp. 273–286.

²³ Bradley, R.S.–Jones, D.: *Climatic variations over the last 500 years*. In: Bradley, R.S.–Jones, D. (eds.): *Climate since A.D. 1500*. London–New-York 1992. pp. 17–39.; Pfister, Ch.: *Klimageschichte der Schweiz 1525–1860. Das klima der Schweiz von 1525–1860 und seine Bedeutung in der Geschichte von Bevölkerung und Landwirtschaft*. Berne Academia Helvetica 6. 1984. 2 vol.

²⁴ Brøndsted, J.: *The Vikings*. Harmondsworth 1980. 347 p.

keztében a grönlandi normannok nagy területeket kalandoztak be élelem után kutatva. Vadásztútjaik során a vikingek elérték a Baffin-öblöt, és kapcsolatba kerültek a déli irányban terjeszkedő eszkimókkal. Az északi vadászszakmány csökkenése szorította dél felé az eszkimókat is, akik a 13. század első felében kezdtek kereskedni és háborúzni a grönlandi normann telepésekkel.

Az észak-atlanti térség általános lehűlésének következtében a 14. század végén megszakadt minden kapcsolat Vinlanddal. Az utolsó feljegyzés 1347-ből származik az időszakosan lakott észak-amerikai viking telepről.²⁵ Az európai civilizáció marginális területein a létfeltételek, illetve a táplálkozási lehetőségek romlását közvetett adatok is bizonyítják. A dél-grönlandi Herjolfsness temetőjének régészeti feltárása során kiderült, hogy a grönlandi normann férfiak testmagassága, a 11. századtól a 15. század végéig 13 cm-el csökkent, 177 cm-ről 164 cm-re. Hasonlóan tendenciát mutat az izlandi népesség testmagasságának változása is, a 10. századi viking harcosok átlagban 173 cm magasak voltak, ám a 18. századra már csak 167 cm az átlagmagasság.

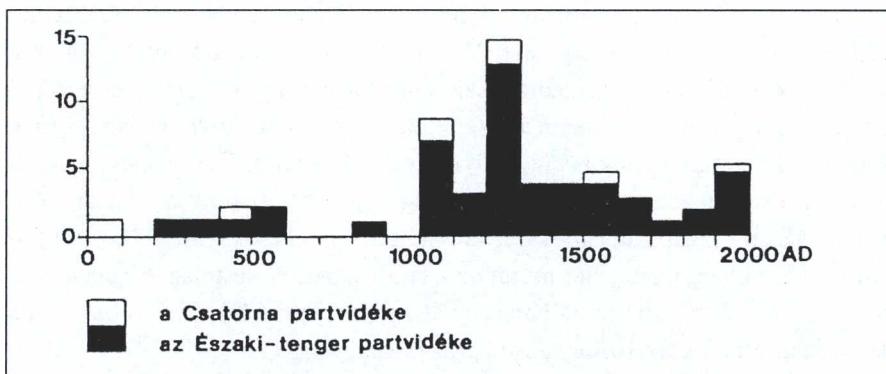
1492-ben VI. (Borgia) Sándor pápa aggódva írta a kereszténység északi előőrseiről: „*Garda temploma, amely a Föld végén, Grönlandon található (...), ebbe az országba nagyon ritkán jutnak el a hajók, mivel igen nagy területeket jég borít (...) sem püspök, sem pap nincs arrafelé mintegy nyolcvan éve*”.²⁶ A grönlandi települések szórványos európai kapcsolatai egészen a 15. század végéig fennmaradtak. Ezt bizonyítja az is, hogy Herjolfsness temetőjében, ahol a tetemeteket és a ruhákat megőrizte az állandóan fagyott föld, a ruhák egészen 1500 tájáig az európai divatot követték. 1540 környékén viszont, amikor egy Hamburgból induló hajó kikötött Grönland partjainál, a tengerészek már egyetlen lakott települést sem találtak a szigeten.

Az éghajlatromlás különösen súlyos következményekkel járt az Északi-tenger déli partvidékén, ahol a viharok és a tengerárak gyakorisága erősen megnövekedett a 13. századtól kezdődően. Ezek a természeti csapások hasonlatosak voltak Banglades és Kína jelenkori katasztrófáihoz. A 13. század négy nagy tengerárja a becslések szerint összesen 100-300.000 emberéletet követelt. A legpusztítóbb tengerárak a holland partvidéken a 15. század első felében jelentkez-

²⁵ Ingstad, H.: *Vikingek az Újvilágban. Normann település felfedezése Észak-Amerikában.* Budapest 1972. 274 p.

²⁶ Stefansson, V.: *Greenland.* London 1943.

tek, az 1421-es és az 1446-os tengerbetörés együttesen több mint 200'000 áldozatot követelt. A történeti korok legsúlyosabb tengerbetörése 1570. november 1-én és 2-án pusztított az Északi-tenger déli partvidékén Franciaországtól az északnyugati német területekig, s a korabeli feljegyzések alapján az áldozatok számát 400.000-re becsülik.²⁷



4. ábra: A nagy tengerárok időbeni megoszlása az Északi-tenger és a Csatorna partvidékén (Lamb, H.H.: *Climate, History and the Modern World*. London 1982. 191. p. nyomán)

Az európai népesség lélekszáma (a becslések szerint 75-85 millió) a 14. század elejére elérte a korabeli mezőgazdaság eltartóképességének felső határát. Ezt a helyzetet súlyosbította a kontinensen a 14. század elején induló erőteljes lehűlés, aminek következtében az európai népesség élettere jelentősen beszűkült. Az északi marginális mezőgazdasági területek mellett elnéptelenedtek a kis éghajlati optimum idején elfoglalt hegyvidéki agrártájak is. Az első krízis 1313 és 1321 között jelentkezett, amikor majd egy évtizeden keresztül a teljes tenyészidőszak igen hűvös és csapadékos volt. A demográfiai, a gazdasági és a környezeti hatások összegződése szörnyű éhínségeket indított el. A 14. században Európa nagyobb részén megmutatkozó lehűlés, illetve az éghajlat csapadékosabbá és változékonyabbá válása nehéz helyzetbe hozta az európai mezőgazdaságot, különösen a marginális övezetekben: Skóciában, Skandináviában és az alpesi területeken. Úgy tűnik azonban, hogy az átmeneti szakasz és a „kis jégkorszak” hatásai nem egyszerre és

²⁷ Gottschalk, M.K.E.: *Stormvloeden en rivieroverstromingen in Nederland*. Deel I (vor 1400). Deel II (1400–1600). Deel III (1600–1700). 1971, 1975, 1977 Amsterdam

nem egyformán érték Európa különböző régióit: a hatások először északon, keleten és az Alpok területén jelentkeztek.

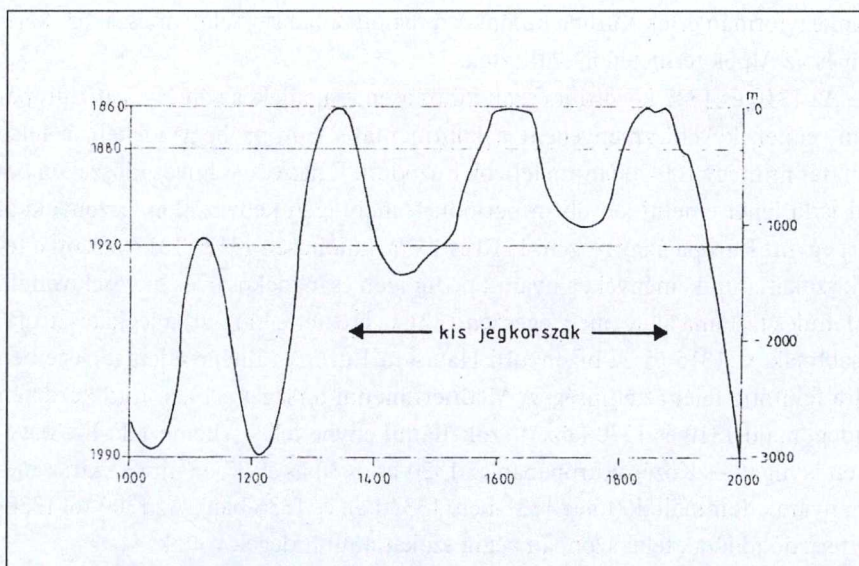
Az 1310 és 1347 közötti időszak különösen csapadékos volt Nyugat-Európában, ennek következményeként a kontinentális Európa hegyvidékein a felső fahatár mintegy 100-200 m-rel lejjebb húzódott. E nedves és hűvös időszakon belül is ki lehet emelni két olyan periódust, mely igen kedvezőtlen viszonyokkal járt együtt Európa nagy részén. 1310 és 1319 (különösen 1313–1317) között a telek szokatlanul kemények, a nyarak pedig igen csapadékosak és hűvösek voltak. A lehülés tartama alatt (mely egészen 1321-ig érezte hatását) a legkatasztrofálisabbnak az 1315-ös év bizonyult. Hatására Európa túlnépesedett térségeiben újra felütötte fejét az éhínség. A Mediterráneum térségét a 14. század kezdetén hideg, majd 1310 és 1330 között szokatlanul enyhe telek jellemezték. Ezt követően Nyugat- és Közép-Európában az 1320-as és 30-as években újra a száraz-meleget nyarak domináltak (főleg 1331-ben, 1333-ban és 1336-ban). Az 1300-tól 1330-ig terjedő időszak telei azonban végig szokatlanul hidegek voltak.

A „Nonarium Inquisitionesban” feljegyezték, hogy Angliában az 1340-es évek elejéig igen sok falu körül műveletlenek maradtak a földek, részben az éhínség okozta népességsökkenés, részben a föld kimerülése, részben pedig az igavonó állatok pusztulása miatt.²⁸ Ezt az alultáplált európai népességet érte 1348 és 1350 között a belső-ázsiai eredetű pestis első hulláma. A 14. század második felében még többször visszatérő pestis az európai népesség mintegy egyharmadát pusztította el.

A középkori éghajlati optimum 1150-1300 körüli lehatárolása jól korrelál a svájci Nagy Aletsch gleccser mozgásaival. Az előnyomulás a 13. század végén kezdődött, a maximális kiterjedést pedig 1350-ben érte el, az ezt megelőző pozíció gyakorlatilag megegyezett a 20. század értékeivel. A jég első igazán nagy előretörése az 1250-1280 közötti időszakra tehető, habár a klímaromlás első jelei már az 1160-as évektől érezhetővé váltak az északi területeken.

1342 és 1347 (különösen 1342, 1345, 1346 és 1347) között a nyarak újból nedvesebbé és csapadékosabbá váltak. 1342 körül például a tengeri jég nagyarányú előretörése következtében az Izland és Grönland közötti tengeri ke-

²⁸ Abel, W.: Die Wüstungen des ausgehenden Mittelalters. Stuttgart 1976.



5. ábra: A Nagy Aletsch gleccser mozgásai a középkor és az újkor idején (Pfister, Ch.: *Five Centuries of Little Ice Age Climate in Western Europe*. in: Mikami, T. (ed.): *The Little Ice Age Climate*. Tokyo pp. 208-213. nyomán)

reskedelmi útvonal jóval délebbre helyeződött át. Az 1345-, 1346- és 1347-es évek időjárásának következménye lehetett az is, hogy mikor 1348-ban a pestis elérte Európát, ott jobbra legyengült, éhező népességet talált, melynek következtében óriási pusztításokat tudott véghezvinni. 1340 és 1379 között a hideg nyarak gyakorisága összevethető a 16. század utolsó évtizedeivel, illetve az 1810-50-es évtizedekkel, amelyek gleccser előnyomulásokat produkáltak az Alpokban. Az Alpok gleccserei ekkor, 1350 körül érték el 14. századi legnagyobb kiterjedésüket, 1350 után azonban újból hátrálni kezdtek. Nyugat-Európában a csapadékos nyarak voltak a meghatározóak az 1340-es és az 1360-as évtizedekben.

Míg Európa nyugati felén a nedves csapadékos időjárás az 1370-es évekig tovább folytatódott, s csak ekkortól váltak ismét melegebbé a nyarak, addig Csehországban már 1360-tól kb. 1380-ig száraz nyarak követték egymást, s ezzel közel párhuzamosan, az 1340-től 1390-ig enyhe telek jutottak túlsúlyba, emellett 1340 és 1370 között a telek általában nemcsak enyhék,

hanem szárazak is voltak, Oroszország pedig történelmének egyik legszárazabb időszakát élte át 1360-1380 között.²⁹

Míg Nyugat-Európa éghajlatában a 14-15. század folyamán a csapadék-mennyiség és az árvizek gyakoriságának egyértelmű növekedése követhető, addig Kelet-Európában – a 11-12. századhoz hasonlóan, amikor Pszkov és Novgorod régiójában mintegy 32 nagy szárazság volt – továbbra is évszázadonként 11 száraz periódust jegyeztek fel. Emellett azonban a Kaszpi-tó 13-14. századi (1250- és 1350 között mintegy 4 m-es) vízszintemelkedése a Volga (mely mintegy 81%-ban táplálja a tavat) vízgyűjtőjének csapadéknövekedését és a nyugati ciklonok északi irányú eltolódását, s ezzel a déli sztyeppterületek fokozatos szárazodását jelzi. A nyári középhőmérséklet csökkenése Ukrajnában már a 13. században, Nyugat-Oroszországban pedig a 14. században megjelent. Az ezután következő periódus egészen a 16. század végéig nedvesebb és hűvösebb lett.

A kis jégkorszak első jelei a 1390-es években mutatkoztak meg Csehországban, az 1400–1410-es évtizedekben már jobbra hidegek és igen csapadékosak, s ugyanez volt a helyzet az 1430–70-es évtizedekben is. A leíró történeti források szerint különösen a 14. században és a 15. század második felében a meleg és száraz nyarak gyakoriság a korábbi időszakhoz viszonyítva megnövekedett. A cseh területeken, két évtizedet leszámítva, az egész 14. és 15. században a meleg nyarak voltak többségben. Másrésről a leíró források szerint az 1360-as, az 1420-as és az 1460-80-as évtizedekben jobbra szárazak voltak a nyarak. Christian Pfister kutatási eredményei szerint Nyugat-Európában 1380 és 1430 között a szüret kezdetének időpontja 6 nappal korábban volt, mint a hosszú távú átlag. Ez arra utal, hogy a nyarakat egyáltalán nem érintette a lehülés. A nyári félév átlaghőmérséklete 0,5 fokkal a 20 századi átlag felett volt.

A kontinentális éghajlati karakter erősödése jól követhető a 15. század során Közép- és Kelet-Európában, ugyancsak jól dokumentált a szigorú és havas telek tetőzése az 1420–1450-es évtizedekben Csehországban, Lengyelországban az 1420–70-es évtizedekben, Oroszországban pedig az 1440–1460 közötti időszakban. Pfister szerint 1300–1330, 1405–1440 között különösen hidegek voltak a te-

²⁹ Brázdil, R. (1996): *Reconstructions of Past Climate from Historical Sources in the Czech Lands*. In: Jones, Ph.D. – Bradley, R.S. – Jouzel, J.: *Climatic Variations and Forcing Mechanisms of the Last 2000 Years*, Berlin–London–New York 1996. pp. 409–432.

lek Közép-Európában. Lengyel- és Csehország esetében ez csak az 1420-as és az 1430-es évekre igaz. A hűvös tavaszok meghatározták Csehország időjárását az 1430-as évektől a 15. század végéig, kivéve az 1450-es éveket.³⁰

A késő középkor évszázadaiból csak szórványosan vannak forrásaink az időjárás, illetve az éghajlat magyarországi alakulásáról. A szórványos okleveles adatok az árvizek gyakoriságának növekedésére és a vizes térszínek kiterjedésére engednek következtetni. Győrffy György és Zólyomi Bálint kutatási eredményei szerint a 13-15. századi határleírások és határmegújítások dokumentumai szerint az Alföldön rendre nem tudták megközelíteni a régi határjeleket a vizek miatt. Ugyancsak az éghajlat csapadékosabbra fordulását jelzi a vízimalmok széleskörű elterjedése a 13. századtól olyan patakokon is, amelyek vize a 20. században már nem volt elegendő malomhajtásra.

Régészeti adatok is utalnak arra, hogy a késő középkor idején a Kárpát-medence csapadékmérlege a jelenkorinál nagyobb aktívumot mutatott. A Balaton közelében található récéskúti bazilika padozatát a 14. században meg kellett emelni a Balaton vízszintjének, illetve a talajvíz emelkedésének következtében.³¹

A GLOBÁLIS ÉGHAJLATI VÁLTOZÁSOK REGIONÁLIS SAJÁTÓSÁGAI KÁRPÁT-MEDENCÉBEN

Részint késő középkori és újkori kutatási eredmények, részint pedig újkori analógiák nyomán úgy véljük, hogy az éghajlati változások talán legfontosabb jegye a Kárpát-medencében a „természetes évszakok” időtartamának és időhatárainak módosulása volt. A kis jégkorszak típusos időszakaiban az igazi tél december-január fordulóján köszöntött be, és gyakran eltartott egészen március végéig, az áprilisban kezdődő tavaszi időjárás júniusban is folytatódott, az „alpesi” nyár júliusra és augusztusra korlátozódott, az évet pedig a hosszúra nyúlt, és nagyjából hűvös és csapadékos időjárású őszi zárta le. A középkori éghaj-

³⁰ Brázdil-Kotyza, O.: *History of Weather and Climate in the Czech Lands. Period 1000-1500*. Zürcher Geographische Schriften 62. Zürich 1995. 260 p.

³¹ Pálóczi Horváth András: *A környezeti régészet szerepe Magyarországon a középkor kutatásában*. In: Kósa László–R. Várkonyi Ágnes (szerk.): *Európa híres kertje. Történeti ökológiai tanulmányok Magyarországról*. Budapest 1993. pp. 44–66.

lati optimum évszázadaira azonban feltételezésünk szerint inkább a jelenkori felmelegedés viszonyai lehettek inkább jellemzőek, vagyis inkább egy téli és egy nyári félévre tagolódó mediterrán típusú évszakszerkezettel számolhatunk. Legalábbis a középkori optimum melegebb periódusaiban.

A klímaváltozások másik szembevetendő, s talán általánosítható sajátossága a Kárpát-medencében, hogy a globális változások elsősorban a csapadék mennyiségének változásában mutatkoznak meg. A kis jégkorszak idején egyértelműen nyomon követhető a csapadékmérleg pozitív irányú és tartós elmozdulása. A szórványos középkori adatok és az újkori analógiák arra utalnak, hogy a középkori éghajlati optimum idején az évek a 20. századi viszonyokhoz hasonló hőmérsékleti és csapadék tartományban mozogtak, vagyis több évszázados történeti éghajlattani összehasonlításban viszonylag melegek és relatíve szárazak voltak.

Felhasznált irodalom

- ABEL, W.: *Die Wüstungen des ausgehenden Mittelalters*. Stuttgart 1976.
- ALEXANDRE, P.: *Le climat en Europe au Moyen Age (1000-1425)*, Paris 1987.
- BAIROCH, P.: *De Jéricho a Mexico. Villes et économies dans l'histoire*. Paris 1985. 707 p.
- BRADLEY, R.S. – JONES, D.: *Climatic variations over the last 500 years*. In: Bradley, R.S. – Jones, D. (eds.): *Climate since A.D. 1500*. London-New-York 1992. pp. 17–39.
- BRADLEY, R.S. – JONES, D.: *Climatic variations over the last 500 years*. In: Bradley, R.S. – Jones, D. (eds.): *Climate since A.D. 1500*. London-New-York 1992. pp. 17–39.
- BRADLEY, R.S. – JONES, D.: *Climatic variations over the last 500 years*. In: Bradley, R.S. – Jones, D. (eds.): *Climate since A.D. 1500*. London–New-York 1992. pp. 17–39.
- BRÁZDIL, R. (1996): *Reconstructions of Past Climate from Historical Sources in the Czech Lands*. In: Jones, Ph.D. – Bradley, R.S. – Jouzel, J.: *Climatic Variations and Forcing Mechanisms of the Last 2000 Years*, Berlin–London–New York 1996. pp. 409–432.
- BRÁZDIL – KOTYZA, O.: *History of Weather and Climate in the Czech Lands*. Period

- 1000–1500. Zürcher Geographische Schriften 62. Zürich 1995. 260 p.
- BRIFFA, K.R. – JONES, P.D. – Schweingruber, F.H. – Osborn, T.J.: *Influence of volcanic eruptions on Northern Hemisphere summer temperature over the past 600 years*. Nature 393. 1998. pp. 450–455.
- BRÖNDSTED, J.: *The Vikings*. Harmondsworth 1980. 347 p.
- DEMANGEOT, J.: *Les milieux naturels*. Paris 1987.
- DUBY, G.: *La révolution agricole médiévale*. Revue de Géographie de Lyon 1954. pp. 361–366.
- GLASER, R.: *Klimageschichte Mitteleuropas. 1000 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen*. Darmstadt 2001; Pfister, Ch.: *Wetternachhersage. 500 Jahre Klimavariationen und Naturkatastrophen*. Bern 1999.
- GLASER, R.: *Klimageschichte Mitteleuropas. 1000 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen*. Darmstadt 2001.
- GOTTSCALK, M.K.E.: *Stormvloeden en rivieroverstromingen in Nederland. Deel I (voor 1400). Deel II (1400-1600). Deel III (1600-1700)*. 1971, 1975, 1977 Amsterdam
- GOUDSBLOM, J. and De Vries, B., *Mappae Mundi. Humans and their Habitats in a Long-Term Socio-Ecological Perspective. Myths, Maps and Models*. Amsterdam University Press, 2002. 15–20.
- GROVE, J.: *The Little Ice Age*. London 1988.
- GRYNAEUS A.: *Dendrológiai kutatások Magyarországon*. Budapest 1997. (kandidátusi értekezés)
- GYÖRFFY Gy. – ZÓLYOMI B.: *A Kárpát-medence és Etelköz képe egy évezred előtt*. In.: Kovács László (szerk.): *Honfoglalás és régészet*. Budapest, Balassi 1994. pp. 13–37.
- HOLMSEN, A.: *Norges historie*, Oslo and Bergen 1961.
- HUNTINGTON, E.: *The Pulse of Asia*, New York 1907.
- INGSTAD, H.: *Vikingek az Újvilágban*. Normann település felfedezése Észak-Amerikában. Budapest 1972. 274 p.
- KISS A.: *Időjárás, környezeti krízis és a tatárjárás*. In: Nagy Balázs (szerk.): *Tatárjárás*. Budapest 2003. pp. 439-452.
- KISS A.: *Időjárás adatok a XI–XII. századi Magyarországról*. In: „Magyarok eleiről”. Ünnepi tanulmányok a hatvan esztendő Makk Ferenc tiszteletére. Szeged 2000. pp. 249–263.

- LAMB, H. H.: *Climate, History and the Modern World*, London 1982.
- LAMB, H. H.: *Climate: Present, Past and Future – Volume 2: Climatic History and the Future*, London 1977.
- LAMB, H. H.: *The early medieval warm epoch and its sequel*, *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* 1. 1965. pp. 13–37.
- LAMB, H. H.: *The early medieval warm epoch and its sequel*, *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* 1. 1965. pp. 13–37.
- LAMB, H. H.: *Weather, Climate and Human Affairs*. London 1988.
- MATTHES, F.: *Report of Committee on Glaciers*. *Transactions American Geophysical Union*, 21. 1939. pp. 518–523.;
- ODUM, E.P.: *The Strategy of Ecosystem Development*. Sciences 1992.
- PÁLÓCZI HORVÁTH A.: *A környezeti régészet szerepe Magyarországon a középkor kutatásában*. In: Kósa L.–R. Várkonyi Á. (szerk.): *Európa híres kertje. Történeti ökológiai tanulmányok Magyarországról*. Budapest 1993. pp. 44–66.
- PÁLÓCZI HORVÁTH A.: *Középkori településeink környezetregészeti kutatásának lehetőségei*. In: R. Várkonyi Á. (szerk.): *Táj és történelem*. Budapest 2000. pp. 273–286.
- PÉCZELY GY.: *A Föld éghajlata*. Budapest 1984.
- PFISTER, CH.: *Five Centuries of Little Ice Age Climate in Western Europe*. in: Mikami, T. (ed.): *The Little Ice Age Climate*. Tokyo pp. 208–213.
- PFISTER, Ch.: *Klimageschichte der Schweiz 1525–1860*. Das klima der Schweiz von 1525–1860 und seine Bedeutung in der Geschichte von Bevölkerung und Landwirtschaft. Berne *Academica Helvetica* 6. 1984. 2 vol.
- PFISTER, Ch.: *Wetternachhersage*. 500 Jahre Klimavariationen und Naturkatastrophen. Bern 1999.
- PFISTER, Ch.: *Winter air temperature variations in western Europe during the Early and High Middle Ages (AD 750–1300)*. *The Holocene* 8/5, 1998 pp. 535–552.
- R. VÁRKONYI Á.: *Történeti ökológia és a művelődés történetje*. In: R. Várkonyi Á. – Kósa L. (szerk.): *Európa híres kertje. Történeti ökológiai tanulmányok Magyarországról*. Budapest 1993. pp. 258–282.
- RÓNA–TAS A.: *A nomád életforma geneziséhez*. In: *Nomád társadalma és államalakulatok*. Budapest 1983. pp. 51–65.
- STEFANSSON, V.: *Greenland*. London 1943.

WORSTER, D.: The Ends of the Earth. Perspectives on Modern Environmental History, Cambridge 1988

WORSTER, D.: The Vulnerable Earth: Toward a Planetary History. In: Worster, D. (ed.): The Ends of the Earth. Perspectives on Modern Environmental History. Cambridge University Press, 1988.