

A Kárpát-medence éghajlattörténete a közép- és kora-újkorban

RÁCZ LAJOS

A természeti környezet és az emberi közösségek, társadalmak és civilizációk kapcsolatának vizsgálata egyike a legizgalmasabb új inter-, avagy multidiszciplináris kutatási területeknek. Az emberi történelem holisztikus, illetve ökológikus szemlélete természetesen nem új keletű, hiszen a nagy mítoszok, Noé történetétől a Ragnarök legendájáig az embert a természeti környezet részének tekintették. Abban, hogy az emberi történelem kutatása során a modern kor történészei a 20. század utolsó harmadáig nem vették tekintetbe a természeti környezetet, sem pedig annak változásait, meghatározó szerepet játszott a 19. századi tudományosság által kiformált diszciplináris szemlélet. A diszciplináris felfogás szerint a világ jelenségei belső és külső rendező elvek szerint csoportokba rendezhetők, ami lehetővé teszi a jelenségek analitikus vizsgálatát. A 20. század derekára a diszciplináris koncepció számos fogyatékosága megmutatkozott, s nem véletlen az, hogy a történettudomány nagy megújulásai csaknem kizárólag a szaktudomány határterületeiről indultak. A 20. század utolsó harmadában a történeti kutatások megújulásában egy olyan expanzív, és a saját határait radikálisan lebontó szaktudomány járt élen, mint az ökológia.

A történeti ökológia és az éghajlattörténet

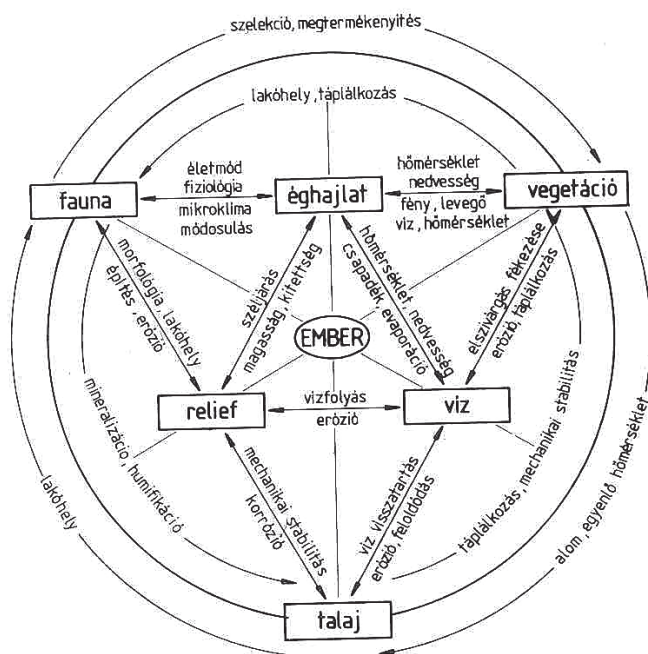
A történeti ökológia fogalmának, illetve működési területének meghatározásához mindenekelőtt az ökológia fogalmát kell tisztáznunk. E.P. Odum széles körben használt és elfogadott megközelítése szerint az ökológia az ökoszisztémák vizsgálatával foglalkozó tudomány, az ökoszisztéma pedig: *„olyan egység, amely egy adott térben minden élő organizmust magában foglal, amelyek interaktív kapcsolatban állnak fizikai környezetükkel, a rendszer élő és élettelen elemei között pedig anyag- és energiaáramlás megy végbe”*. Az ökológia művelői között azonban jelentős különbségek mutatkoznak abban, miként értelmezik az *„élő organizmusok”* fogalmát. A hagyományos ökológiai felfogás szerint az ember az evolúció más szereplőitől alapvetően eltérő minőséget képvisel, s csak erős megszorításokkal értelmezhető az ökoszisztéma részeként. Ezzel

szemben a történeti, illetve humán ökológusok véleménye szerint az ember egyszerre a történelem alanya, s a Föld domináns biológiai faja, az ökoszisztéma elemzések során pedig mindkét minőségében figyelembe kell venni. A történeti ökológiai kutatás érvényességi területe a tágabb értelmezés szerint az ember hozzávetőlegesen kétfélmillió évvel ezelőtti megjelenésétől, a szűkebb megközelítés szerint az intenzív természetátalakítás kezdetétől, a mezőgazdálkodás hét-, nyolcezer évvel ezelőtti elterjedésétől számítható.

A történeti ökológia nem illeszkedik a tudományok hagyományos, a 18–19. század idején kialakult rendszerébe, inkább a természeti és társadalomkutatás „embertudományi” diszciplináris övezeteinek egy alternatív körülhatárolási lehetőségét jelenti. Nem az ismeretek felosztásának, illetve körülhatárolásának alternatív egyetemes rendszere, inkább diszciplináris nézőpontból szemlélve a tudományok egy kiterjedt csoportjának ismereteit új szempontok szerint átstrukturáló és szintetizáló tudományterület.

A történeti ökológiai 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. 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 ily módon a történeti ökológiai kutatás egyik legfontosabb, s mindenképpen legtipikusabb területe. A klíma változásainak kutatása során ugyanis egyszerre kell használnunk a természet- és a társadalomtudományok eszköztárát, az éghajlati-környezeti változások pedig hatással vannak a történeti ökoszisztémák minden szereplőjére.

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 időjárási viszonyokat értjük. 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 extrémításokat, illetve azok előfordulási gyakoriságát is ismernünk kell.



1. ábra: A humán ökoszisztéma modellje (Forrás: Demangeot, 1987).

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. 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. Az utolsó kontinentális jégtakaró 6–7000 éve olvadt el. A jégkorszakokat lezáró melegeedés csúcspontja 5–6000 éve, „közép holocén

optimuma” éghajlati korszak idején volt. 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.

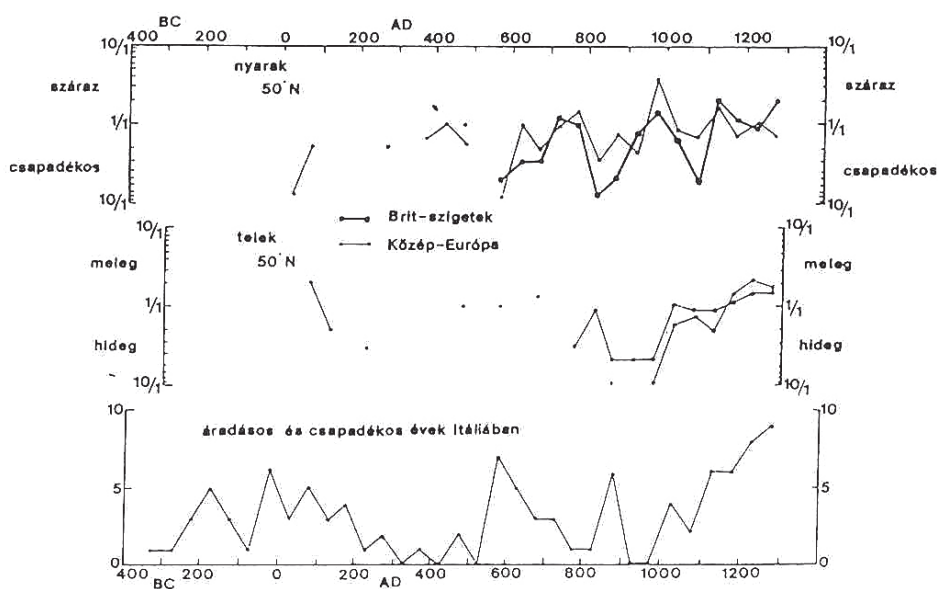
A Kárpát-medence régióját a középkor, illetve az újkor idején érintő éghajlati változások értelmezéséhez és elemzéséhez azonban az évmillióis vagy az évezredes időskála eseményei kevésbé használhatóak. Ebből a nézőpontból az évszázados klímaváltozások elemzése az elsődleges jelentőségű, vizsgálatunk 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 éghajlat, ugyancsak enyhe klímáról tanúskodik a Duna vaskapui szakaszán Traianus császár által Kr.u. 101–106 között épített római kőhíd, amely 170 évig használatban volt. 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.

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. Claudius Ptolemaios időjárás naplója szerint Alexandriában az



2. ábra: A hőmérsékleti és csapadékvizonyok alakulása Európában 400 és 1300 között (Forrás: Lamb, 1982.)

augusztust leszámítva minden hónapban esett eső. A császárkorban folytatódott a gabonakultúra északi irányú terjeszkedése. Domitianus császár ugyan 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 lehülése

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. 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 le hanyatlott. A szárazság pedig folyamatos és igen súlyos fenyegetést jelentett az eurázsiai sztyeppei népek sérülékeny nomád gazdaságai számára.

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 harcos réteget, s a nép részben félnomád, részben letelepült hányadát, a kárpáti alföldeken az avarokkal együtt lakó gepidákat és bolgár-törököket érinthette, akiket állataik nagy részének elhullása éhhalálra ítélt. Ezért következhetett be, hogy a frankok három nagy hadjáratukban semmi ellenállással nem találkozhattak, csak az elsónél, 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 Győrig 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 megszűnt 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.

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

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 árpát termesztettek a helyi gazdálkodók.

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.

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

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. 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

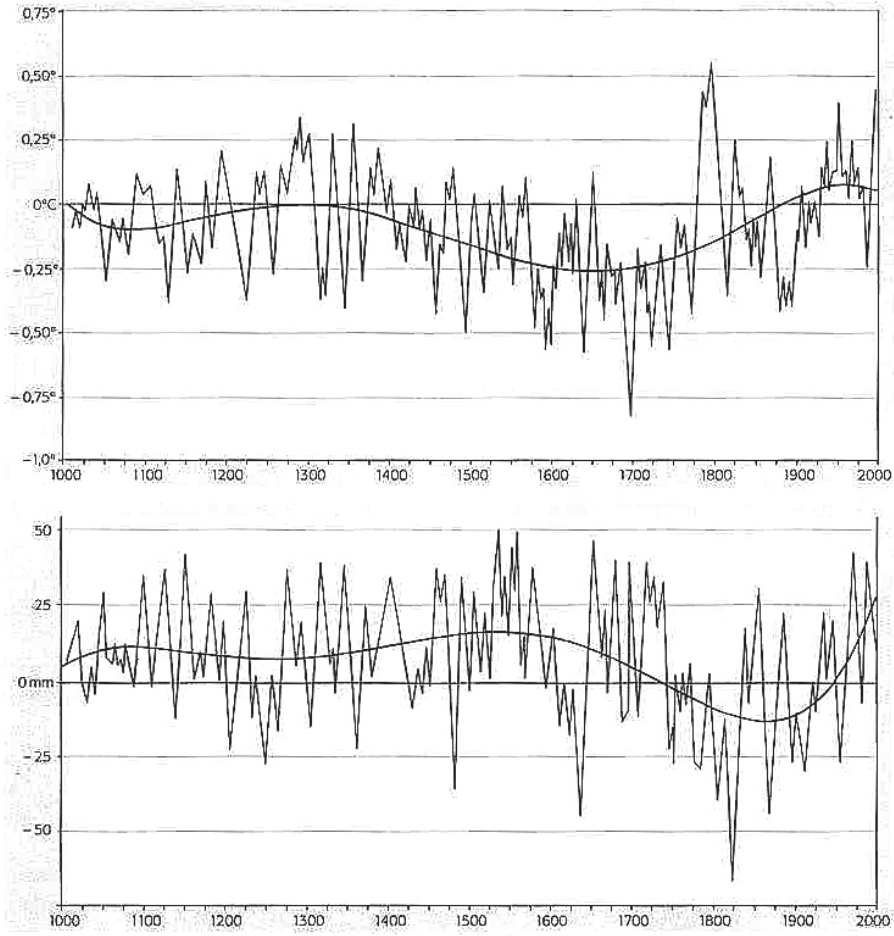
körben terjedő, a kontinens ökológiai viszonyaihoz igazodó gazdálkodási rendszereknek köszönhetően 1000 és 1300 között az európai mezőgazdaság teljesítménye megduplázódott. A mezőgazdaság középkori expanziója mögött nem nehéz felfedezni, természetesen más tényezők mellett, az agrártermelés javuló környezeti 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, jobbára 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.

A középkori éghajlati optimum idején a téli időjárás hosszú távon kevéssé bizonyult változékonyak. 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 változékonyabb 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. Duna alsó szakaszának befagyása 1146/47 telén rendkívüli esemény volt, Anna Komnena hercegnő is megemlékezik róla a második keresztes hadjáratról szóló feljegyzéseiben.



3. ábra: Dél-Németország és Svájc hosszú távú hőmérsékleti és csapadék változásai az első ezredfordulótól a 20. század végéig (Forrás: Glaser, 2001).

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

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 faserkezetét 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.

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.

Az éghajlat romlását először a grönlandi normann telepések 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 királytükör, a „Konungs Skuggsjá” beszámolt arról, hogy az észak-atlanti területeken egyre gyakrabban fagyott be a tenger a 13. század elején. A klímaromlás következtében a grönlandi normannok nagy területeket kalandoztak be élelem után kutatva. Vadászútjaik során a vikingek elérték a Baffin-öblöt, és kapcsolatba kerültek a déli irányban terjeszkedő eszkimókkal. Az északi vadászszákmány csökkenése szorította dél felé az eszkimókat is, akik a 13. század első felében kezdtek kereskedni és háborúzni a grönlandi normann telepésekkel.

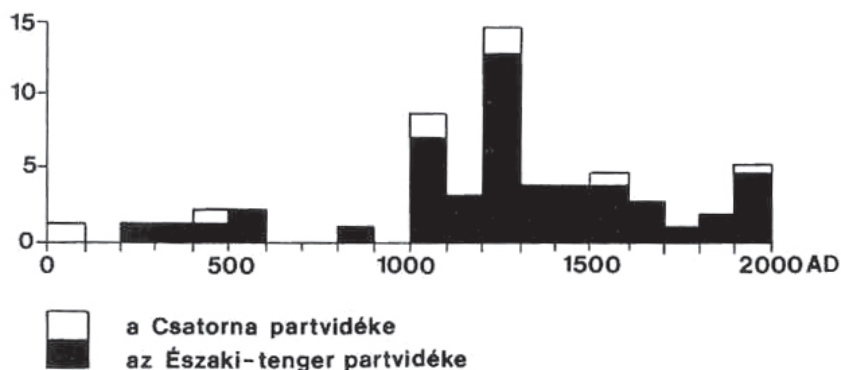
Az észak-atlanti térség általános lehülésének következtében a 14. század végén megszakadt minden kapcsolat Vinlanddal. Az utolsó feljegyzés 1347-ből származik az időszakosan lakott észak-amerikai viking telepről. Az európai civilizáció marginális területein a létfeltételek, illetve a táplálkozási lehetőségek 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”. A grönlandi települések szórványos európai kapcsolatai egészen a 15. század végéig fennmaradtak. Ezt bizonyítja az is, hogy Herjolfsness temetőjében, ahol a tetemeket 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 jelentkeztek, 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.

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



4. ábra: A nagy tengerárak időbeni megoszlása az Északi-tenger és a Csatorna partvidékén (Lamb, 1982).

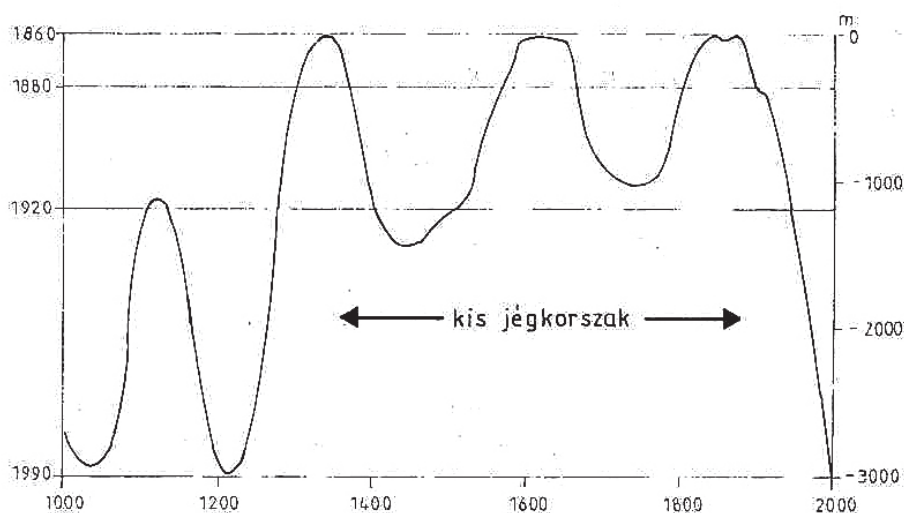
a kis éghajlati optimum idején elfoglalt hegyvidéki agrártájak is. Az első krízis 1313 és 1321 között jelentkezett, amikor majd egy évtizeden keresztül a teljes tenyészidőszak igen hűvös és csapadékos volt. A demográfiai, a gazdasági és a környezeti hatások összegződése szörnyű éhínségeket indított el. A 14. században Európa nagyobb részén megmutatkozó lehülés, 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 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 éreztette 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-meleg 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 népességcsökkenés, részben a föld kimerülése, részben pedig az igavonó állatok pusztulása miatt. 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



5. ábra: A Nagy Aletsch gleccser mozgásai a középkor és az újkor idején (Pfister, 1991).

nagyrányú előretörése következtében az Izland és Grönland közötti tengeri kereskedelmi 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.

Míg Nyugat-Európa éghajlatában a 14–15. század folyamán a csapadékmennyiség 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 az 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. Másrésztől 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 telek 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.

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 térszínnek kiterjedésére engednek következtetni. Györffy 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.

Éghajlati változások Közép-Európában a kora újkor idején (16–17. század)

Az újkor évszázadaiban, köszönhetően az írásbeliség terjedésének már jóval pontosabb képet tudunk adni Közép-Európa, illetve a Kárpát-medence éghajlatának változásairól. A történeti forrásokra és a műszeres mérésekre alapozott klíma rekonstrukciók segítségével már nyomon követhetők az évszakok éghajlati karakterének változásai is.

1. A telek

A 20. századi referencia időszakhoz (1901–60) hasonlóak voltak a telek 1520–1545 és 1602–1650 között Közép-Európában. Ám 1565 és 1595 között Svájcban 1,3 °C-kal, Magyarországon mintegy 0,6 °C-al maradt el a telek hőmérséklete az 1901–60-as évek teleinek átlagától. Emlékezetesen hidegek voltak még Közép-Európában az 1687 és 1698 közötti évek telei, amikor az évszakos hőmérsékleti értékek Svájcban átlagosan 1–2 °C-kal alatta maradtak a 20. századi referencia-időszak középértékeinek, Magyarországon a lehülés ugyancsak érezhető volt, ám a hőmérsékleti anomáliák kevésbé voltak erőteljesek. Északnyugat-, Közép- és Kelet-Európában 1675–1715 között a telek általában véve szárazaknak és hidegeknek bizonyultak. A zord téli időjárásért a nyomásmezők rekonstruálása szerint a Skandinávia és a Baltikum fölött lévő tartós, nagynyomású légtömegek voltak a felelősek. Ennek az övezetnek a déli peremén nagyon hideg és száraz kontinentális levegőt áramlott Közép-Európába. Európa nagy területeit újra és újra jeges, kontinentális légtömegek árasztották el. Ezek a telek még a Földközi-tenger központi térségeibe is hideget és nagy hőtömegeket hoztak. A hideg éghajlati rendszer folyamatosan haladt nyugatról kelet felé: 1675-től Angliában, 1680-tól Svájcban és a délnémet területeken, 1685-től kezdve pedig Magyarországon is érezhetővé vált. A felmelegedés akárcsak a lehülés nyugatról kelet felé haladt. 1697-ben Angliában, 1704-ben Svájcban és a délnémet területeken, 1714-ben Magyarországon szakadt meg a hideg telek sorozata.

2. A tavaszok

A 16. század második harmadában a tavaszok hőmérséklete összevethető a 20. század tavaszaival egész Közép-Európában. Kifejezetten meleg klímaidőszak jelentkezett Svájcban 1651 és 1686 között, amikor 0,2 °C-kal volt magasabb az átlaghőmérséklet, mint a 20. századi referencia időszakban. A Kárpát-medencében azonban egyik említett meleg időszak sem jelentkezett. Klímatörténeti szempontból azonban sokkal nagyobb jelentősége volt a következő két hideg periódusnak: 1565–1650 és 1687–1717. 1565–1650 között Svájcban 0,5, Magyarországon pedig 0,6 °C-kal volt alacsonyabb a tavaszok átlaghőmérséklete, mint 1901–60 között. 1687–1717 között Magyarországon 0,4, Svájcban 1,0 °C-kal voltak alacsonyabb a tavaszi középhőmérséklet, mint a referencia időszakban. Úgy tűnik, hogy az Alpok térségében és Közép-Európában általában ezek a tavaszok voltak a legszélsőségesebbek az utóbbi évszázadok során, ami a vegetációs időszak érezhető lerövidüléséhez vezetett.

3. A nyarak

A 16. században a nyarakat klímatörténeti szempontból három, megközelítőleg azonos hosszúságú szakaszra oszthatjuk. Az első két évtizedben Dél-Németországban melegebb és hűvösebb nyarak váltották egymást. A referencia időszakénál valamivel hűvösebbek és nedvesebbek voltak a nyarak 1526 és 1531 között. Az évszázad középső harmada két meleg, száraz nyári periódust (1534–1536, 1556–1559) és egy hűvösebbet (1541–1544) foglal magában. Ennek a korszaknak a kiugró anomáliája az 1540. év, amikor is Közép-Európában a folyók elapadtak és kiterjedt erdőtüzek voltak. A 16. század utolsó harmadában lényegesen megváltozott a nyári időjárás jellege, a nyári hőség időtartama évről évre csökkent, a csapadékos időszakok hosszabbak lettek, az Alpokban pedig egyre rövidebb időközönként és egyre alacsonyabban fekvő területeken esett a hó, gyakran júliusban is. Ilyen hosszú és csaknem folyamatosan hűvös nyarak sorozata Svájcban a középkor óta nem fordult elő, ám Magyarországon a szórványos adatok alapján ez a lehülés nem volt kimutatható. Az Alpokban a gleccserek ebben az időben hatalmasra duzzadtak, a gleccseryelvek pedig gyorsan leértek a völgyek aljáig, némelyik felduzzasztotta a folyókat, és szörnyű árvizeket okozott. A szőlőtermés Magyarországtól Ausztrián és Svájcon keresztül Dél-Németországig az 1580-as években csaknem minden esztendőben tönkrement, s a szőlővidékek ezeket a csapásokat majd csak a századforduló után heverték ki. A rossz termések

sorozata tönkretette a kistermelőket, a bort megfizethetlenné és ráadásul még savanyúvá is tette, ami legalábbis Ausztriában fellendítette a sörfőzést.

1598-tól kezdve a nyarak hőmérsékletjárása újra kiegyensúlyozottá vált, egészen az 1618 és 1628 közötti időszakig, amikor visszatértek a „nyármentes évek”, Svájcban a gyakori hóesések következtében a gleccserek újabb utánpótlást kaptak. Az 1630-at követő 55 évben meleg és hűvös nyarak váltották egymást mindenhol Közép-Európában, s a fél évszázados átlagok az 1901–1960 közötti periódus szintjén állapodtak meg. Magyarországon a 16. század első évtizedének, és az 1640-es évtizednek a nyarai voltak érezhetően hűvösebbek.

Az 1680-as években kezdődő hőmérsékletcsökkenés az összes évszak közül a nyarat érintette legkevésbé Közép-Európában, sőt Magyarországon ebben az évtizedben a nyarak kifejezetten melegek voltak. Ugyanakkor Nyugat-Európában 1675 és 1715 között a nyári hőmérsékleti értékek 0,1–0,4 °C-kal csökkentek. Mindenekelőtt 1675–1679, valamint az 1690–1700 közötti évtized nyarainak hőmérsékletcsökkenése volt figyelemreméltó. Északnyugat-Európában és Közép-Európa északi részein a 20. századinál 1–1,5 °C-kal alacsonyabb hőmérsékleti értékeket regisztráltak. Keith R. Briffa szerint a 17. század utolsó évtizedének legalább három nyara az északi féltekén az utóbbi hatszáz év leghűvösebb tizenegy nyara között foglal helyet.

A klímaromlás Magyarországon elsősorban a nyári csapadék mennyiségének növekedésében mutatkozott meg. A 16. századtól a 18. század közepéig a nyarak tartósan csapadékosak maradtak. Ám a jobbra esős nyarak idősorán belül is külön figyelmet érdemel az 1640-es évektől az 1670-es évtizedig tartó szokatlanul csapadékos időszak.

4. Az őszyk

Dél-Németországban az 1509–1520 közötti őszyk lényegesen hidegebbek voltak, mint az 1901–1960-as referencia időszak átlaga. Közép-Európa déli részein az 1530–1560 közötti három évtized viszonylag meleg volt. Az 1560-tól 1630-ig tartó, a nyarak hőmérsékletét csökkentő éghajlati rendszer őszykel jöval kevésbé volt érezhető. Az 1630-tól 1685-ig tartó időszak őszyei pedig érezhetően melegebbnek bizonyultak, mint amilyen az 1901–60 közötti évek őszyeinek átlaghőmérséklete volt. A tartós őszyi felmelegedés mögött a magasnyomású légköri képződmények uralmát lehet sejteni, ami különösen a szeptemberek időjárását határozta meg. A 17. század utolsó 15 esztendejének őszyei jobbra hidegek és csapadékosak voltak Közép-Európában.

Magyarországon az éghajlattörténeti rekonstrukció hőmérsékleti idősorának évtizedes és fél évszázados átlagai alapján az ősök a 16. század elejétől a 18. század végéig nagyjából hűvös-hidegek és csapadékosak voltak. A hűvös-hideg éghajlati karakter a 17. század közepéig igen erőteljes volt.

A globális éghajlati változások regionális sajátosságai a Kárpát-medencében

Az éghajlati változások talán legfontosabb jegye a Kárpát-medencében a „természetes évszakok” időtartamának és időhatárainak módosulása volt. A kis jégkorszak típusos időszakában 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 ős zárta le.

A telek a kis jégkorszak idején hidegek és viszonylag csapadékosak voltak. A négy évszak közül a hőmérséklet csökkenése a tavaszok esetében volt a legerőteljesebb, s a hűvös-hideg időjárású tavaszok a kis jégkorszak idején jobbra igen csapadékosak is voltak. Az újkor évszázadaiban a magyarországi nyarak átlaghőmérséklete a 20. századi referencia időszak átlagának közelében mozgott, ám a nyári hónapok lényegesen csapadékosabbak voltak, mint századunkban. A kis jégkorszak idején az ősök időjárása többnyire hűvös és csapadékos volt.

A kis jégkorszak és a jelenkori felmelegedés klimatikus hatásainak elemzése során arra a következtetésre jutottunk, hogy a Kárpát-medencében a nagytérségi éghajlati változások elsősorban nem a hőmérséklet, sokkal inkább a csapadék mennyiségének (és esetenként halmazállapotának) változásában mutatkoznak meg.

Irodalom

A klímátörténet és módszerei

- Brázdil, Rudolf: Historical Climatology and its Progress after 1990. In: People and Nature. Szerk.: Laszlovszky József – Szabó Péter. Budapest, 2003. 197–227.
- Lamb, Hubert H.: Climate, History and the Modern World. London, 1982.
- Lamb, Hubert H.: Climate: Present, Past and Future – Volume 2: Climatic History and the Future. London, 1977.

- Lamb, Hubert H.: *Weather, Climate and Human Affairs*. London, 1988.
- Pfister, Christian: *Das Klima der Schweiz von 1525–1860 und seine Bedeutung in der Geschichte von Bevölkerung und Landwirtschaft*. (Academica Helvetica 5.) Bern, 1984.
- Pfister, Christian: *Five Centuries of Little Ice Age Climate in Western Europe*. In: *Proceedings of the International Symposium on the Little Ice Age Climate*. Ed.: Mikami, Takehiko. Tokyo, 1991. 208–214.
- Pfister, Christian: *Wetternachhersage. 500 Jahre Klimavariationen und Naturkatastrophen 1496–1995*. Bern, 1999.
- Pfister, Christian: *Winter air temperature variations in western Europe during the Early and High Middle Ages (AD 750–1300)*. *The Holocene* 8 (1998)/5 535–552.
- Worster, Donald: *The Ends of the Earth. Perspectives on Modern Environmental History*. Cambridge, 1988.
- Worster, Donald: *The Vulnerable Earth: Toward a Planetary History*. In: *The Ends of the Earth. Perspectives on Modern Environmental History*. Ed.: Worster, Donald. Cambridge, 1988.

A középkori Európa klímátörténete

- Alexandre, Pierre: *Le climat en Europe au Moyen Age (1000–1425)*, Paris 1987.
- Bradley, Raymond S. – Jones, Philip D.: *Climatic variations over the last 500 years*. In: *Climate since A.D. 1500*. Eds.: Bradley, Raymond S. – Jones, Philip D. London – New York, 1992. 17–39.
- Brázdil, Rudolf – Kotyza, O.: *History of Weather and Climate in the Czech Lands. Period 1000–1500*. (Zürcher Geographische Schriften 62.) Zürich, 1995.
- Brázdil, Rudolf: *Reconstructions of Past Climate from Historical Sources in the Czech Lands*. In: *Climatic Variations and Forcing Mechanisms of the Last 2000 Years*. Eds.: Jones, D. – Bradley, Raymond S. – Jouzel, Jean. Berlin – London – New York, 1996. 409–432.
- Glaser, Rüdiger: *Klimageschichte Mitteleuropas. 1000 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen*. Darmstadt 2001; Pfister, Ch.: *Wetternachhersage. 500 Jahre Klimavariationen und Naturkatastrophen*. Bern 1999.
- Glaser, Rüdiger: *Klimageschichte Mitteleuropas. 1000 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen*. Darmstadt 2001.
- Grove, Jean M.: *The Little Ice Age*. London, 1988.

A középkori klímaváltozások hatásairól

- Abel, Wilhelm: Die Wüstungen des ausgehenden Mittelalters. Stuttgart 1976.
- Bairoch, Paul: De Jéricho a Mexico. Villes et économies dans l'histoire. Paris 1985. 707 p.
- Duby, George: La révolution agricole médiévale. *Revue de Géographie de Lyon* 1954. 361–366.

Környezettörténet, klimatológia és a középkori Magyarország

- Grynaeus András: Dendrochronology and Environmental History. In: People and Nature. Szerk.: Laszlovszky József – Szabó Péter. Budapest, 2003. 175–193.
- Grynaeus András: Dendrológiai kutatások Magyarországon. (Kandidátusi értekezés) Budapest, 1997.
- Grynaeus András: Új forráscsoport? A dendrokronológia eredményei és a történettudomány. In: Táj és történelem. Szerk.: R. Várkonyi Ágnes. Budapest, 2000. 305–325.
- Győrffy György – Zólyomi Bálint: A Kárpát- medence és Etelköz képe egy évezred előtt. In: Honfoglalás és régészet. Szerk.: Kovács László. Budapest, 1994. 13–37.
- Kiss Andrea: Időjárás, környezeti krízis és a tatárjárás. In: Tatárjárás. Szerk.: Nagy Balázs. Budapest, 2003. 439–452.
- Kiss Andrea: Időjárási adatok a XI–XII. századi Magyarországról. In: „Magyarok eleiről”. Ünnepi tanulmányok a hatvan esztendő Makk Ferenc tiszteletére. Szerk.: Piti Ferenc. Szeged, 2000. 249–263.
- Pálóczi-Horváth András: A környezeti régészet szerepe Magyarországon a középkor kutatásában. In: Európa híres kertje. Történeti ökológiai tanulmányok Magyarországról. Szerk.: Kósa László – R. Várkonyi Ágnes. Budapest, 1993. 44–66.
- Pálóczi-Horváth András: Középkori településeink környezetrégészeti kutatásának lehetőségei. In: Táj és történelem. Szerk.: R. Várkonyi Ágnes. Budapest, 2000. 273–286.
- R. Várkonyi Ágnes: Történeti ökológia és a művelődés históriája. In: Európa híres kertje. Történeti ökológiai tanulmányok Magyarországról. Szerk.: R. Várkonyi Ágnes – Kósa László. Budapest, 1993. 258–282.
- Rácz Lajos: A középkor és kora újkor éghajlattörténetéről. *Agrártörténeti Szemle* 31 (1989) 118–147.

- Rácz Lajos: Éghajlati változások a középkori és kora újkori Európában. In: Európa híres kertje. Szerk.: Kósa László – R.Várkonyi Ágnes. Budapest, 1993. 67–86.
- Rácz Lajos: The Climate History of Central Europe in the Modern Age. In: People and Nature. Szerk.: Laszlovszky József – Szabó Péter. Budapest, 2003. 229–245.
- Réthy Antal: Időjárási események és elemi csapások Magyarországon 1700-ig. Budapest, 1962.
- Róna-Tas András: A nomád életforma geneziséhez. In: Nomád társadalmak és államalakulatok. Szerk.: Tőkei Ferenc. Budapest, 1983. 51–65.

Egyéb felhasznált irodalom

- Briffa, Keith R. – Jones, Philip D. – Schweingruber, Fritz H. – Osborn, Timothy J.: Influence of volcanic eruptions on Northern Hemisphere summer temperature over the past 600 years. *Nature* 393 (1998) 450–455.
- Brøndsted, Johannes: The Vikings. New York, 1965.
- Demangeot, Jean: Les milieux naturels. Paris, 1987.
- Gottschalk, M.K. Elisabeth: Stormvloed en rivieroverstromingen in Nederland. Deel I (vor 1400). Deel II (1400–1600). Deel III (1600-1700). Amsterdam, 1971, 1975, 1977.
- Goudsblom, Johan – De Vries, Bert: Mappae Mundi. Humans and their Habitats in a Long-Term Socio-Ecological Perspective. Myths, Maps and Models. Amsterdam, 2002.
- Holmsen, Andreas: Norges historie. Oslo – Bergen, 1961.
- Huntington, Ellsworth: The Pulse of Asia. New York, 1907.
- Ingstad, Helge: Vikingek az Újvilágban. Normann település felfedezése Észak-Amerikában. Budapest, 1972.
- Matthes, Francois: Report of Committee on Glaciers. *Transactions, American Geophysical Union* 21 (1939) 518-523.
- Odum, Eugene P.: The Strategy of Ecosystem Development. *Science* 164 (1969) 262-270.
- Péczely György: A Föld éghajlata. Budapest, 1984.
- Stefansson, Vilhjalmur: Greenland. London, 1943.

