KÖRNYEZETÜNK MEGÓVÁSA (XII/69.)

Rihmer Aurél (Budapest):

Természeti csapás jellegű éghajlat változás és népesség elvándorlás. A lakosság elöregedésének és az égövi hőmérséklet emelkedésének kölcsönhatásai

Feltehető a kérdés, honnét tudjuk, hogy az elvándorlást az arra az égövre jellemző hőmérséklet, azaz az éghajlat megváltozása okozta. Erre nem egyszerű a felet, csak következtetni lehet rá. Van, mikor egyértelműen a népvándolást ilyen változás okozza. Ilyen esetnek tartják az avarok Kárpát-medencébe térését, de az is egyértelmű, hogy menekülni kell, ha az adott hely víz alá kerül, mint történt ez az őskorban a mai Anglia és Franciaország közötti egykori földnyelvvel.

Tanulmányom célkitűzései

Az emberiség egyik időszerű, ha nem a legidőszerűbb gondja bolygónk felmelegedése. A felmelegedés hatására megváltozhatnak a tenger- és széláramlatok. Továbbá a globális felmelegedés hatására a sarki jég és a hegységek hótakarói olvadásnak indulnak, miáltal a víz közelében lévő területek veszélybe kerülnek. Márpedig igen sok nagyváros terül el Afrikában és Ázsiában a vízszint emelkedése által veszélyeztetett területen. A légszennyezés és a felmelegedés hatására több nagyvárost sújthat hőhullám, ami akár tízezrek életébe is kerülhet, mint az történt Moszkvában is. Egyes klímamodellek szerint még New York is veszélybe kerülhet a tengerszint emelkedése miatt. A tenger vízhőmérsékletének emelkedésével megnő a hurrikánveszély, főleg Amerika partjainál. Európában igen veszélyeztetett terület Hollandia mélyen fekvő része, vagy Velence városa. Utóbbit már most megpróbálják gátakkal védeni. A hóolvadás emeli a világtengerek vízszintjét, de emellett más veszélyeket is rejt magában. Mégpedig azt, hogy egyes folyók vízgyűjtő területén drasztikusan lecsökken a vízhozam, miáltal a folyótól függő népesség kiszolgáltatott helyzetbe kerül, mivel lecsökken az ivóvízkészlete, illetve gondok merülhetnek fel a mezőgazdasági öntözés terén. A mezőgazdaságot nem csak a folyóvizek elapadása veszélyezteti. Katasztrófát okozhatnak a felmelegedés hatására felerősödő, hosszan tartó szárazságok, mint ami volt például az USA területén a 2000-es években.

Mivel ma jelentős veszélyt jelent a megnövekedő éghajlatváltozás, hőmérséklet emelkedés miatti migráció, hiszen az kultúrák, vallások, etnikumok összeütközését eredményezheti, s továbbá egészségügyi katasztrófát is előidézhet, fontosnak tartottam, hogy megnézzem, hasonló természeti csapásokra az emberiség eddig mi módon reagált. A dolgozat célja, hogy bemutassa az éghajlatváltozás hatását az emberi életre, és az ember kényszerű alkalmazkodó képességét a megváltozott körülményekhez, pontosabban az emberiség migrációs készségét.

Mert egyszerűnek tűnik a képlet, ha változik a környezet, akkor onnét tovább kell állni. Erre a dolgozatban több példát is bemutatok, pl. tengeri népek vándorlása, avarok kiáramlása a Kárpát-medencéből. Viszont igen meglepő, hogy a XX-XXI. században a klímamigráció helyett sokan nem hagyják el saját lakhelyüket, különösen Afrikában, és inkább felvállalják a rosszabb életkörülményeket. Ahogy az állatvilág leképezi a környezeti változásokat, mint például a költöző madarak egy idő után helyben maradnak, ha számukra kedvezővé válik az éghajlat, úgy az emberi társadalom sem vonhatja ki magát a környezeti hatásoktól, vagy ha még is kivonja, az csak időleges megoldás lehet. Az éghajlatváltozás befolyásolja a termeszthető növényeket, a termésátlagokat, az állatvilág vándorlását. De ugyan így, a csapadékmennyiség változása, miatt a folyók elapadhatnak, vagy drasztikusan csökkenhet a vízhozamuk, teljes civilizációkat tehettek tönkre a múltban (például a maja kultúra), de tehetnek tönkre a jövőben is. Az éghajlatváltozásnak alapját képezhetik az ember okozta tevékenységek, vagy természeti katasztrófák, mint például jelentősebb vulkánkitörés után bekövetkező lehűlés. Munkánk egyik célja, hogy történelmi tényekre alapozva bemutassuk az elmúlt 8000 év éghajlatváltozásait és ezek hatását az emberi civilizációkra. Anyagunk másik célkitűzése, hogy a Kárpát-medence és benne Magyarország múltbéli, időjárással összefüggésbe hozható migrációit bemutatása. A Kárpát-medence nem csak befogadó, hanem kitettsége miatt, migrációs klímamenekült kibocsátó hely is lehet, mint ahogy volt erre példa a Kr.u. 8. sz.-ban, vagy épp az Osztrák-Magyar Monarchia időszakában. Dolgozatomban igyekeztem bemutatni azt, hogy az elkövetkezendő 25-50 évben, mekkora klímamigráció várható (egyes előrejelzések szerint 2050-ben akár 1 milliárd ember is vándorolhat), és annak milyen hatásai lehetnek világviszonylatban. Különösen annak fényében, hogy a várható klímamigrációs első csúcsok, egybeeshetnek az elöregedő európai társadalmak demográfiai katasztrófájával. Az elöregedés miatt munkaerő hiány léphet fel, és ebbe az űrbe érkezhetne a klímamenekültek. Hogy mekkora problémát jelent a migráció, azt jól mutatja, hogy 2015-ben sorra épülnek a határzáró kerítések, noha ekkor még „csak" 53-60 millió migránssal számolunk, akik főleg fegyveres konfliktusok elől menekülnek. Ez csak ízelítő abból, mit jelent, ha közel 1 milliárd ember fog majd vándorlásra kényszerülni. A hosszú távú előrejelzések során mi általános felmelegedéssel számolunk, miáltal például megnő a tengerszint világszerte.

2100 után akár 5-6°C-os hőmérséklet-növekedés is lehet globális szinten. (Zsibók Zsuzsanna 2015)

Tisztában vagyunk avval, hogy az általános felmelegedés egy igen valószínűsíthető, de nem teljes bizonyossággal bekövetkező teória. 2004-ben például dr. Mika János meteorológus említette, a többek által is képviselt lehűlés teóriát. E szerint elképzelhető, hogy a tengerek felmelegedésének hatására, például lelassul, vagy leáll a Golf-áramlat, mivel megváltozik a tengerek sótartalma, ami Észak-Európa 5-10°C-os lehűléséhez, vagy épp eljegesedéséhez vezethet. Egyes szélsőséges modellszámítások szerint a Golf áramlat lelassulása, leállása akár már 2024-ben bekövetkezhet. Hasonló esetre, közel 13 ezer évvel ezelőtt, a legutóbbi jégkorszak vége táján volt példa, amikor szintén egy globális felmelegedés volt folyamatban. Mika felhívta arra a figyelmet, hogy a múltbéli természeti anomáliák és azok előidézői a jövő szempontjából nem tekinthetőek mérvadónak. „Sajnos, ezen analógiák a jövőre való alkalmazhatóságában azonban nem lehetünk biztosak, mert a múltbéli változásokat egészen más tényezők okozták, mint amelyek a jövőbelieket fogják." (Mika J. 2004, Marshall. A. 2004) Hogy miképp viselkedik a Golf-áramlat és annak milyen hatásai lesznek, az alaposan megosztja a kutatókat. A Golf áramlat utoljára mintegy 8200 évvel ezelőtt szűnt meg. Ekkor elolvadtak Észak-Amerika utolsó jégtakarói, a Nagy Tavak környékén hatalmas édesvizű tó keletkezett, amely átszakítva a jéggátat, az Atlanti-óceánba ömlött, és az óceán északi térségében a sós víz összetételét annyira összezavarta, hogy az óceáni futószalag leállt. Ennek következtében Európára csaknem 1000

évig egy kisebb jégkorszak köszöntött. Ma sokan ismét egy ilyen leállást vizionálnak, a glecscserek és a grönlandi jégtakaró elolvadásának hatására. Ezen lehűléselmélet egyik szószólója William Calvin. Lomborg szerint viszont, ha leáll a Golf áramlat, akkor Európa nagy részén a lehűlés mindössze csak 1.5 °C lenne. (Lomborg, Bjorn 2008) Ezt a tételt én vitatom, mert szerintem Angliában és Észak-Európában sokkal nagyobb lehűléssel kell számolni. A kutatók 2004-ben azt vették észre, hogy a megelőző 40 évhez képest a Golf áramlat vízhozama 30%-al csökkent. A most ismert IPPC (Intergovernmental Panel on Climate Change) modellek szerint 2100-ra a Golf áramlat vízhozama akár 50%-al is csökkenhet.

Ma a kutatók és a politikusok egy 2.6 °C körüli felmelegedéssel számolnak.

A 2.6 °C-os emelkedés azonban csak globális átlag. A szárazföldeken valószínűleg ennél magasabb lesz a hőmérséklet emelkedése, és a szárazföldi területeken belül a városokban sokkal jobban fog megnőni a hőmérséklet a hőszigetek miatt. Így Bankokban a napi középhőmérséklet akár 6 °C-al is magasabb lehet a száraz évszakban, míg Tokióban egész évben 3-12 °C lehet a melegedés. És ez még belefér a 2.6 °C-os átlaghőmérséklet növekedésbe. (Lomborg, Bjorn 2008)

Jelen tanulmányom alapgondolatát Havas Virág Fanni, „Időjárás hatásai a történelmi korszakok emberi migrációjára és a mostani globális felmelegedés általi klímamigráció” című 2014-ben íródott 25 oldalas Bsc szakdolgozata adta. A tanulmányt beépítettem jelen munkámba és az által felvetett kérdéseket továbbgondoltam és jelentősen kibővítettem. A hivatkozott szakdolgozat nem lett publikálva, a dolgozat felhasználásához a szerző hozzájárult.

Az ősklíma kutatásának módszerei

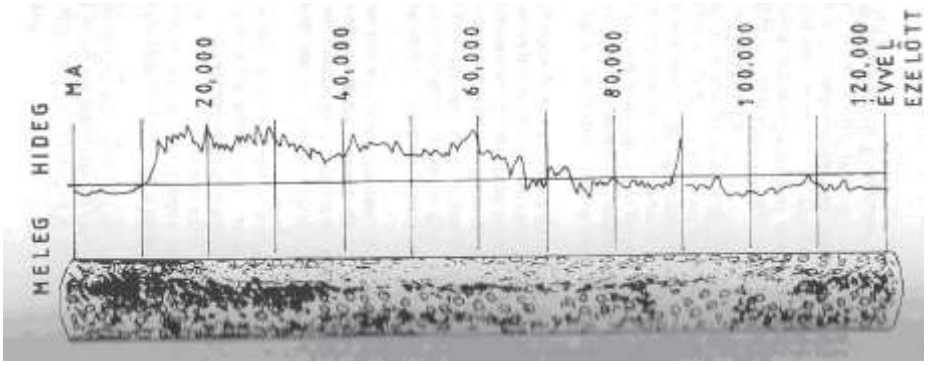
A földtörténeti események időmeghatározásakor a B.P. (Before Present) avagy a jelenidő előtti jelet szoktuk használni. A Kr.e. 2000-es évnek a B.P. 4000 felel meg, ha azt az időpontot Kr.u. 2000-ből, mint jelenből nézzük. Tehát a B.P. úgy jön ki, hogy a Kr.u.0-tól eltelt időhöz hozzáadjuk azt a Krisztus előtti dátumot, amiről beszélünk. Mivel a B.P. időszámítás mindig az adott jelenből indul ki, a történeti események pontosabb meghatározása végett ezen dolgozatban a Kr.e. és Kr.u. időmeghatározást használom.

Időjárási vizsgálatok szempontjából a B.P. 200-300 év a műszeres mérések időszaka, a B.P. 2000-2500 év a történet feljegyzések, krónikák, okiratok stb. korszaka, a B.P. néhány ezer év a „pocokhőmérséklet” ideje, mert ekkor a pockok fajának és számának változásaiból lehet az időjárásra következtetni. A pocokhőmérséklet esetében azonban a hibahatár akár 250 év is lehet. A pocokfajok megoszlása nemcsak a júliusi középhőmérséklet (Európában), hanem az évi csapadékmennyiség változásának kimutatására is alkalmas. Ez a módszer mintegy 10 ezer évre visszamenőleg lehet alkalmazni.

A B.P. 6-10 ezer év a régészeti leletek kora. Az ennél régebbi korok időjárásáról már például a dendrokronológia ad felvilágosítást. A több millió évek esetében az O18/O16 illetve C13/C12 izotópok elemzése ad eligazítást. Ezen eljárással a hőmérséklet megközelítőleg 1 fok pontossággal meghatározható. Megjegyzendő, hogy ma már a B.P. 200-300 éves kutatásokba is bevonják a dendrokronológia adatait, és a pollenanalízist is, továbbá az izotópok értékelését. A dendrokronológia vizsgálati körébe tartoznak a földtörténeti mezozoikum vagy paleozoikum korában élt, napjainkban megkövesedett fák elemzése is. (Koppány Gy. 1996)

A sarki jégben megőrződtek rétegesen a növényi pollenek, illetve makrofosszíliák, a légkörből kicsapódott ásványi anyagok, mint például a szulfátok, illetve néha gázok is. Az Arktisz és Antarktisz jégtakarója mintegy 3 millió éve alakult ki. A sarki jégbe apró légbuborékok maradtak meg, és ezek megőrizték a korabeli légkör összetételét. A sarki jégminták segítségével az oxigén 18/16 izotóp arányából az utolsó 100-120 ezer év hőmérséklet-ingadozását sikerült

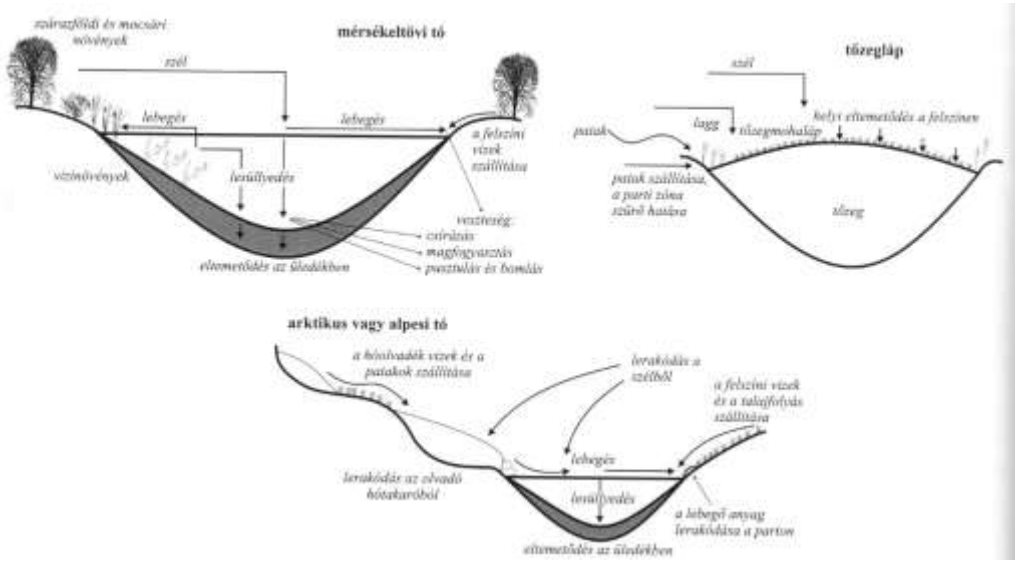
rekonstruálni. A O-16-os izotóp, valamivel könnyebb párjánál az O-18-as izotópnál. A két izotóp viszonyából,



1. ábra
Grönland É-Ny-i részéről vett jégminta, amelynek legalsó része 120 000 éves. A jégbe zárt gázbuborékok tömegspektrometriai vizsgálata segítségével az egyes földtörténeti korok légkörének oxigén izotóp arányából meghatározható az adott kor uralkodó hőmérséklete. (Koppány Gy. 1996)

arányából meg lehet határozni az adott korszak hőmérsékletét és klímáját. A 0-16-os izotóp mennyisége mutatja a hidegebb korszakokat. A jégkristályokba zárt gázok és porrészecskék további információt nyújtanak a múlt környezeti sajátosságairól. Hírt adnak az atmoszféra összetételéről, arról, hogy az milyen gázokat tartalmazott. (Koppány Gy. 1996) Az Antarktisz keleti részén a kutatók 3270 m mélységig fúrtak le. Ezen fúrásmag 700-740 000 évig visszamenőleg mutatja meg a légkör átalakulását. A déli sarkvidéken pedig egy például rendelkezésre áll egy 3350 m mélységig lehatoló furatmag. Ez 400 000 évre visszamenőleg tartalmaz adatokat.

A jégkutatás mellett igen fontos a pollenanalízis (palynologia) és a makrofosszíliák vizsgálata. A makrofosszíliák szabad szemmel, esetleg nagyítóval látható növényi maradványok. Ezek mérete 0,3 mm-től néhány centiméterig terjed. Leggyakrabban 0,5-5 mm nagyságúak. Ilyen méretű fosszíliák lehetnek például a rucaöröm, csipkeharaszt makrospórái vagy a szivacsok gemmulái. A felső méretbe például bele tartozhatnak a fenyőtoboz pikkelyei. A tőzegprofilokból vagy más feltárásokból azonban előkerülhetnek akár több méteres maradványok is. Ezeket megafosszíliáknak nevezzük. A leggyakrabban vizsgált makrofosszíliák a magvak és termések, mivel az üledékekben ezek maradnak meg leginkább. De fennmaradhatnak vegetatív részek is, levél, szár, gyökér, stb. maradványok formájában. A makrofosszíliák közé tatoznak még egyes növények makrospórái is. A mintákban előfordulhatnak állati maradványok is, mint például árvaszúnyog fejtokok, ágascsápú rákok stb. A negyedidőszaki makrofosszíliák többnyire nem valódi fosszíliák, mert a szerves anyagot még nem helyettesítette szervetlen anyag. Ezért ezen maradványokat helyesebb lenne szubfosszíliáknak nevezni. A makrofosszíliák többnyire pontosabb határozást tesznek lehetővé, mint a pollenek. Általuk olyan taxonok is kimutathatók, amelyek nem, vagy csak kevés pollent termelnek. A makrofosszíliák mivel a keletkezési helyük közelében maradnak meg leginkább, csak kisebb, helyi környezeti vizsgálatot, visszatekintést tesznek lehetővé az időben. Az alacsony pollentermelésű vegetációt viszont elfedheti esetleg a távolabbról odakerülő pollenmennyiség. Mivel a makrofosszíliák szerves anyagokból épülnek fel, csak olyan helyen maradhatnak fenn, ahol a bomlási folyamatokat valamilyen környezeti tényező akadályozza. Ez lehet oxigénszegény környezet, vízborítás, alacson pH, száraz vagy épp fagyott környezet. Éppen ezért, leggyakrabban lápok és tavak üledékrétegét szokták ilyen módon vizsgálni. A legkedveltebb vizsgálati helyek a savanyú tőzegmohalápok. A mintavételezés módja fúrással történik. (Jakab G. – Sümegi P. 2011)



2. ábra
A különböző üledékgyűjtőkre jellemző tafóniai folyamatok, amelyek befolyásolják a kialakuló makrofosszília közösségeket.
(Jakab G. – Sümegi P. 2011)

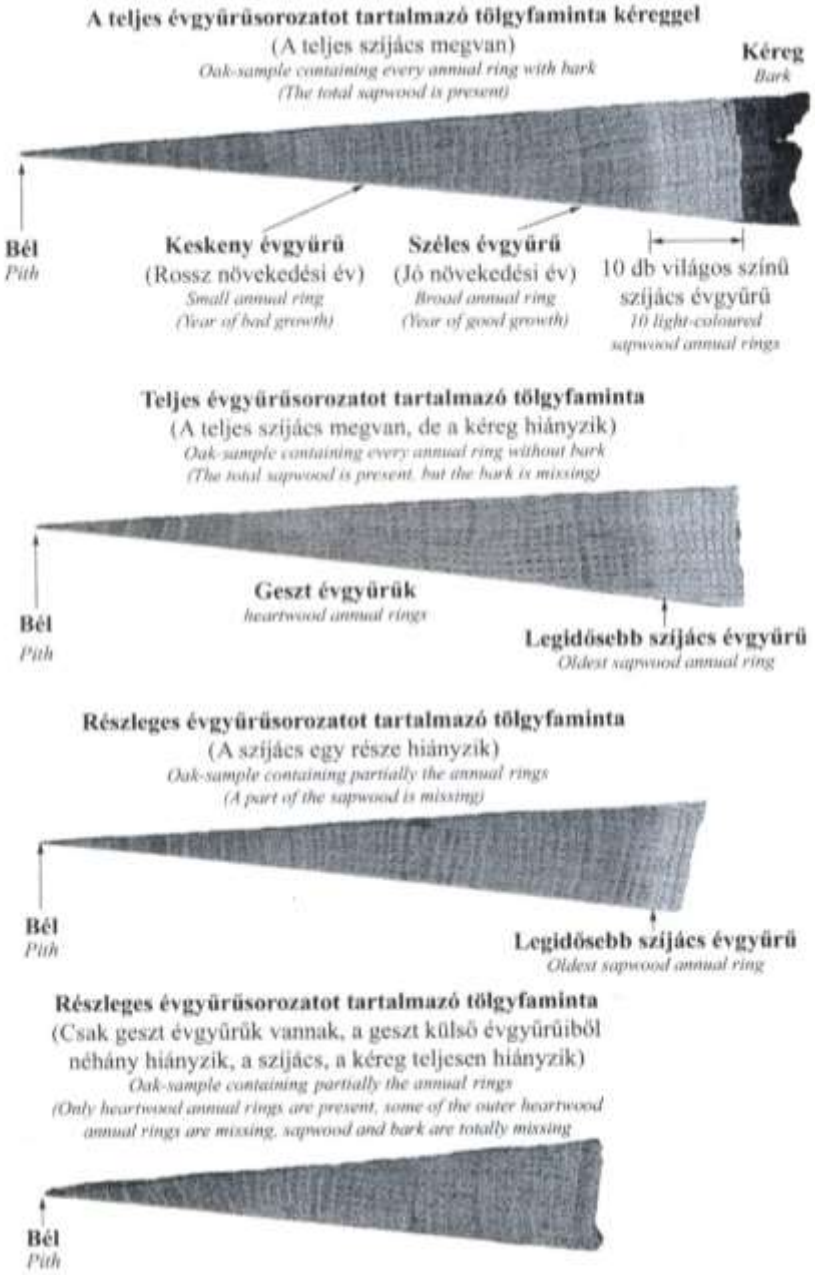
A fosszilis pollenek meghatározása morfológiai sajátosságaik alapján fajra, sőt sok esetben nemzetségre is csak ritkán eredményes. Ahhoz azonban, hogy minél több és pontosabb vegetációtörténeti és peleoökológiai információt nyerjünk, egyre több taxon meghatározása szükséges, mivel ugyanazon családon belül, sőt nemzetségen belül is, egyes fajok ökológiai igénye, s így plaeoklimatológiai jelző szerepe igen eltérő lehet. A kutatók méretgyakoriság-analízisek és matematikai statisztikai számítások segítségével próbálják meghatározni azon fajokat, amelyek morfológiailag nem voltak elkülöníthetőek. A számításokhoz a pollenek valamelyik méretét, vagy a pórusok számát veszik alapul. A munkák nagy része recens polleneken végzett méretgyakoriság-analízis, amelynek eredményét grafikonon ábrázolják, s a számtani átlagokat (x) s az attól való eltérést (s) is megadják. Gyakran az eredményeket összehasonlítják valamilyen más fosszilis anyagból vett mintával. (Fischer J. – Járainé Komlódi M 1970)

A pollenek illetve makrofosszíliák növénytani meghatározása után következtetni lehet az adott terület egykori növénnyel való fedettségére és ebből az adott időszak klímájára. Ennek oka, hogy a pollenek minden esetben fajspecifikusak, igen ellenállók, általában nagy mennyiségben állnak rendelkezésre és általában egyenletesen telítődnek, terjednek el a környezetben. A vizsgálatok során azonban figyelembe kell venni, azt, hogy a pollenek viszonylag könnyen eljutnak nagyobb távolságra is. Így például egy 300 m átmérőjű tóba 10 m-es körzetből 85% a pollenbejutás, 1 km-es körzetből 10%, míg 100 km-ről 5%. Ugyan ez az arány már egy 1 km átmérőjű tónál 10%, 70% és 20%. A pollenek legnagyobb mennyiségben előforduló mikrofosszíliák a negyedkori üledékekben. Ahogy a tavi üledékbe való bejutásnál látjuk, a széljárás következtében a pollenanalízis által kapott kép a vegetáció megrajzolása során, elszakadhat a valós állapottól. Tehát az eredményeket jelentősen befolyásolja az üledékgyűjtő mérete. A leghatékonyabb pollenkinyerés a Cwynar-féle mikroszűréses eljárással érhető el., amely a nátriumhidroxidos (NaOH), hidrogénfluoridos (HF) kezelés mellett tartalmaz egy 10 µm-es műanyaghálóm keresztüli szűrést. Ezt kiegészíti egy utolsó lépésként beiktatott sűrűségcentrifugálással kiértékelhető mintákat eredményezhet. A módszer előnye, hogy kiindulási anyagmennyiségének elegendő 1-3 cm3 is és ez bolygatatlan magminták esetében akár 1 cm-es felbontású minták vizsgálatát is lehetővé teszi. Minimum 200-300 pollenszem kiszámolására kell törekedni, hogy statisztikailag megbízhatóan értékelhető eredményt kapjunk, 80-100

virágporszem alatt a rétegeket sterilnek tekintjük, ez esetben viszont feljegyezzük a megfigyelt fajokat. A mikroszkópi értékeléshez 600-1000 x nagyítást alkalmazunk. A pollen- és spóraszemek meghatározását összehasonlító anyag, valamint fényképes határozókönyv alapján végzik el. (Sümegi P. 2003, Neil R 1998)

A tengerek mélyén és egyes tavakban a mészvázas, puhatestű, kagylós állatok váza évmilliók során lerakódott a üledékbe. A tengervíz (víz) hőmérsékletére következtethetünk az üledékek mésztartalmából. A hideg víz ugyanis több CO2-t old fel, mint a melegebb. A sok CO2-t tartalmazó víz több kalcium-karbonátot (CaCO3) tud feloldani. A víz melegedésekor csökken a víz CO2 tartalma, ennélfogva a mészben túltelített vízből az oldott mész finom lebegő kristályok alakjában válik ki s mészkőrétegek képződését eredményezi. Emiatt például a sarki tengerek és a hideg áramlatok területén képződött üledékek mészben szegények vagy teljesen mészmentesek. (Koppány Gy. 1996)

A klímakutatásban kiemelkedő helyet foglalnak el a dendrokronológiai vizsgálatok. Ezt a módszert Arizonában fejlesztette ki A.E. Douglass 1910 és 1940 között. Dougless Arizónában 1929-ben tudott elsőként egy hosszabb kronológiát létrehozni fenyőfák felhasználásával 1237 és 1380 között evvel a módszerrel. A dendrokronológia az időjárás kutatásában azért alkalmazható, mert az utóbbi 2,5 millió évben már nagyobb evolúciós lépés nem következett be a növényvilágba, így az abból nyert adatok a klímára, hitelesek, mivel nem kell avval számolni, hogy az adott növény, fa életfeltételei gyökeresen eltérőek lennének a maiaktól. A dendrokronológia a fák évgyűrűnövekedését vizsgálja, évgyűrűszélesség – idő adatsorozatokat állít fel, ezeket egymással, illetve évgyűrűkronológiákkal, vagy különböző tényezőkkel, jelenségekkel összehasonlítja és az eredményekből következtetéseket von le. A dendroklimatológusok többnyire az évgyűrűk tavaszi és őszi pászta vastagságát vizsgálják és abból vonnak le következtetéseket. Dendrokronológiai módszerrel olyan fákat lehet vizsgálni, amelyek nem folytonosan növekednek (mint a trópusi fák), hanem a növekedésük évről-évre télen leáll, és emiatt évgyűrűk keletkeznek a fa keresztmetszetében. Ez jellemző minden mérsékelt égővben élő fára. Az évgyűrűk növekedését a genetikai és termőhelyi tényezők mellett, az időjárási tényezők (csapadék, hőmérséklet) is befolyásolják. Ugyanazon vidéken ugyanazon fafajta ugyanabban az évben hasonló növekedést mutat. A dendrokronológiai vizsgálatokhoz az adott területre, létre kell hozni a kronológiai görbét, amit összehasonlító (referencia, standard) görbének vagy mester görbének is neveznek. Ehhez több önálló fa évgyűrűgörbéjének átlagát kell felhasználni. Az így kapott évgyűrűgörbét évgyűrű-kronológiának nevezzük. Egy-egy kronológiához általában 50-100 önállóan növekvő fát kell alapul venni. A jó datáláshoz 150-200 évgyűrű szükséges egy adott mintában. Az 50 évgyűrű datálhatósága már igen kétséges. Egyedi faminta vizsgálata csak akkor érdemes, ha az minimum 100 évgyűrűt tartalmaz.



3. ábra
Dendrokronológiai mintavételezés
(Morgós A 2007)

Megkülönböztetünk úgynevezett abszolút kronológiát és lebegő kronológiát. Az abszolút kronológia napjainkig terjed, tehát az évhez is pontosan köthető. A lebegő, vagy relatív kronológia csak egymáshoz viszonyított értékeket ad, de nem köthető konkrét évhez. Dendrokronológiai vizsgálatokra a tölgyek kiválóan alkalmasak, mert minden évben növekszik az évgyűrűjük. Viszont például az erdei fenyő és az éger nem növeszt minden évben évgyűrűt. Esetükben hiányzó vagy ál évgyűrűkről beszélünk. Az utóbbi azt jelenti, hogy egy éven belül, két évgyűrűnek kinéző növekedési fázis is fellelhető. Általában szil és bükk kronológiák állnak a rendelkezésünkre.

Mintavételezés történhet élő fába fúrással, vagy elhalt fa esetében szelet, törzskorong készítésével.

Több kronológia ismert. Ilyen a belfasti tölgykronológia, ami Kr.e. 1000-ig

nyúlik vissza. A hohenheimi tölgy kronológia Kr.e. 8072-ig vezethető vissza. A göttingeni tölgykronológia Kr.e. 6255-ig vezethető vissza. Cseh, osztrák, román területeken Kr.e. 546-Kr.u. 997/1000 magasságáig állnak rendelkezésünkre dendrokronológiák. Lengyelországban Kr.e. 474-ig tudták felállítani az idősort.

Meg kell jegyezni, hogy gyakran a régészeti ásatások során fellelt fák kivágásának korát mielőtt bekerül az évgyűrű sorba dendrokronológiailag, c14-es eljárással kell meghatározni. Ez a szénizotópos eljárás segít abban, hogy meg lehessen határozni a szerves anyagok korát. A ^{14}C szénizotóp segítségével 50-60 ezer évet lehet átfogni. Meg kell azonban jegyezni, hogy a radioaktív szén sugárzása a 37 000 évet meghaladó korú minta esetében már nehezen különíthető el a természetes háttérsugárzástól. Ezen eljárás lényege, hogy a növények felveszik a légköri szén-dioxidot fotoszintetizálással és az állatok megeszik őket, így cseréli minden élő dolog folyamatosan a szén-14-et a környezettel élete során, az anyagcsere révén a $^{14}C/^{12}C$ arány nagyjából állandó, a tényt hogy kis mértékben változhat a dendrokronológiai ellenőrzések tették lehetővé. Mihelyt meghal, ez a csere megáll és a szén-14 mennyisége fokozatosan, pontosan meghatározott sebességgel csökken a radioaktív bomlással. Felezési ideje 5736 (5730) év. A (béta-bomlás) miatt β-részecskék kibocsátásával a szén-14 átalakul stabil (nem radioaktív) nitrogén-14-re. Ez a csökkenés használható arra, hogy megkapjuk mennyire régi az egyszer élt, de azóta meghalt anyag. Azonban a vízi növényekbe olyan oldott karbonátokból is jut szén, amelyek feltehetően nagyon régiek és ennek következtében hiányos szén-14 izotópban, így az eljárás kevésbé megbízható ilyen növények esetén, valamit olyan állatokból származó mintáknál, amelyeknek ilyen növények voltak a táplálékláncában. Általánosságban a módszer korlátait jelentik a különböző korú szénforrások, sőt a betemetődés után is kerülhet más eredetű szén a szerves anyagba. Pontossága 5560 év távlatában +/- 30 év, míg 5730 év esetén +/- 40 év, míg 8160 év esetén +/- 100 év. (Morgós A. 2007, Havas Virág Fanni 2014, Neil R. 1998, Anson M. 2003)

A Siera Nevada nyugati lejtőin élő Sequoia gigantea-k (mamutfenyők) évgyűrűin több mint 3000 ezer évre visszamenőlegesen kimutathatóak a naptevékenység jelei. A napfoltmaximumos években vastagabb évgyűrűk képződtek, tehát a naptevékenység az időjáráson keresztül kedvezően befolyásolta a fa növekedését. Ilyen hatásnak tudható be egyes termesztett növények 11 évenként mutatkozó kisebb vagy nagyobb termésmennyisége is. A napfolttevékenység kutatása azért fontos, mert napfoltmaximum idején valamivel alacsonyabb, míg máshol magasabb az évi középhőmérséklet a sokévi átlagnál. Hasonló összefüggés mutatható ki a csapadékosabb és a szárazabb esztendők váltakozása között is. Kimutatták, hogy napfoltmaximum idején gyakoribbak az időjárási szélsőségek. (Köves József 1977)

Időjárás hatásai a történelmi korszakok emberi migrációjára

Őskor

Az utolsó Jégkorszak után kezdődő migrációk Kr.e. 8000-3000 között

A mai embernek, a Homo Sapiensnek a történetét a tudósok úgy 40 ezer évvel ezelőttől számítják. (GYENIS 2001) A korabeli ember teljesen ki volt szolgáltatva az időjárás változásainak. Leginkább azért, mivel nem letelepedett, termelő életet élt, hanem gyűjtögető-vadászó életformát folytatott. Így mindenkor rákényszerült arra, hogy a táplálékául szolgáló vadállatokat kövesse. Ezen vadállatok azonban mindenkor alkalmazkodva az adott környezeti hatásokhoz, gyakran változtatták életterüket. Az ember, úgy 8-10 ezer éve kezdett letelepedett (pl. Catal Hüyük), termelő életmódot folytatni, leginkább a nagy folyamvölgyekben (Nílus, Indus, Tigris és Eufrátesz), illetve az úgynevezett termékeny félholdon (Zagros hegység és Mezopotámia valamint Kis-Ázsia). Ettől kezdve, már esélye nyílt arra, hogy a rövidebb ideig tartó időjárás változásokat, helyben tudja átvészelni. Abban az esetben, ha radiális változások álltak be az időjárásban, még a letelepedett életmódot folytatók is kénytelenek voltak olyan területre

átköltözni, ahol az életfeltételeik könnyebbek voltak. Az emberi migráció és az éghajlat okozta változásokat dolgozatomban Kr.e. 8000 körültől kezdem vizsgálni, mert ez a letelepedett földművelés kezdetének időpontja, és innentől állnak rendelkezünk olyan források (főleg régészeti leletek), amelyek a migráció és az éghajlat összefüggését kétséget kizáróan alátámasztják. Egy gyűjtögető-vadász közösség nagyon kis létszámú, ezért sokkal nehezebben lelhető fel azok nyomai, mint a már letelepedett emberek hagyatékai.

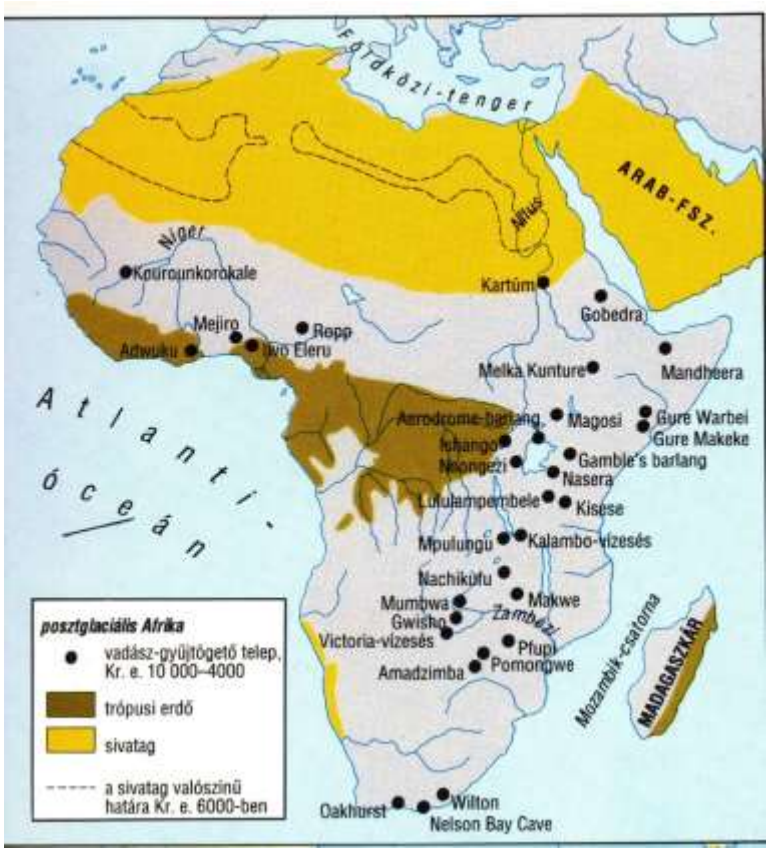
A Föld éghajlata a negyedidőszakban jelentősen lehűlt. Egyes feltételezések szerint a driász során sok olvadékvíz került a tengerekbe, ezzel csökkent az északi óceánok sótartalma, miáltal megváltozott a sűrűségük és a Golf- áramlat ezért délre fordult. Ezért az északi vizeket már nem melegítette a Golf áramlat, miáltal az itteni térség lehűlt. (Bryson B. 2003) De az eljegesedés okai között a Föld pályáján bekövetkezett változások is szerepet játszhattak, továbbá egyesek feltételezik, hogy a bolygónk északi féltekéjén lévő hatalmas kiterjedésű jégtakarók, olyan sok fényt vertek vissza, hogy ez globális méretű lehűlést eredményezett. A lehűlésben továbbá szerepet játszhatott a légköri metán (CH4) és szén-dioxid (CO2) mennyiségének változásai. A jégkorszak okaihoz tektonikai folyamatok is hozzájárultak, amik befolyásolták a CO2 szint változását. A kialakult fennsíkok peremén meredek lejtők jöttek létre, és itt a talajerózia erőteljesebbé vált, miáltal a mállott anyagok elszállítása is gyorsabb lett. Vagy is a fennsíkok, hegyláncok kialakulása, globális mértékben felgyorsította a kémiai mállást. Ennek hatására a globális szén-dioxid koncentráció erőteljesen lecsökkent, mert a szén-dioxid az eső- és talajvízzel egyesülve szénsavat alkotott, amely a málási folyamatok során reakcióba lép a kőzetek ásványaival. Az így létrejövő bikarbonát ionok az erózió során a világtengerekbe kerültek, ahol a különböző tengeri élőlények szervezetébe beépültek. Majd, mikor a mészvázas élőlények elpusztultak, a vázukban felhalmozott CO2 kötött formában maradt. A számítógépes modellek alapján kimutatták, hogy a CO2 csökkenése a Föld légkörében, lehűléshez vezet. Kimutatták jégből vett mintákból, hogy az eljegesedés során a CO2 koncentrációja a mainál mintegy 1/3-dal alacsonyabb volt. A glaciális állapotban az óceáni szállítószalag leállt, a benne felhalmozódott élőlények lesüllyedtek az óceánok mélyére, és ott betemetődtek. Ez a szén-dioxid koncentráció csökkenését idézte elő. Az interglaciális állapotban, amikor a Broecker-féle szállítószalag beindult, a közepes, oxigénben jól ellátott vízmélységben a lebontó szervezetek hozzájutottak a tápanyagokhoz és tevékenységük hatására, jelentős mennyiségű szén-dioxid szabadult fel, miáltal globális felmelegedés vette kezdetét. (Sümegi P. 2001) Az eljegesedés körülbelül 18 000 ezer éve érte el a csúcspontját. A negyedidőszak alatt jelentősen átalakult az európai kontinens, és kialakult jórészt a mai partvonala. A Brit-szigetek a pleisztocén végéig összefüggtek Európával. A Balti-tenger medencéjét a jégtakaró teljesen kitöltötte, így ez csak a jég végleges elolvadása után vette fel mai formáját, miközben a Balti-tó, a Schonen-félszigeten át megnyílt tengeri összeköttetése révén a Yoldia-tengernek adott helyet. Később ennek lezárulása miatt, az Ancylus-tó alakult ki. Ezt követte a Littorina-tenger, mely a dán szigetek közti csatornák kialakulásával jött létre. A Földközi-tenger vize nem a mai Gibraltári-szoroson át, hanem attól kissé északra közlekedett az Atlanti-óceánnal. A Baleár-szigetek az Ibériai-félszigettel, Szardínia és Korzika pedig az Appennini-félszigettel függött össze. Nem létezett a Messinai-szoros, sőt Európának (Gibraltár környékén kívül) Szicílián át Tunisz felé is lehettek kapcsolatai. A pleisztocénben alakult ki az Adriai- és az Égei-tenger. Ekkor fejeződött be az Aral-tó, a Kaszpi-tenger és a Fekete-tenger kialakulása. A jégtakaró az Alpok szélég nyúlt.

A Föld éghajlata Kr.e. 8300 körül elkezdett melegedni. Ez az erdők – kezdetben a nyírfa, a fenyő és a mogyoró, később a tölgy, a szilfa, a kőrisfa és a hársfa terjedt el - északra való terjeszkedését idézte elő, továbbá azt, hogy úgy Kr.e. 5000 körül a tűlevelű erdőket jórészt – kivéve az Alpok és a Kárpátok magasabb régióit - felváltották a lombhullató erdők Európában. (SCARRE 1994) ÉK-Magyarországon a Beregi-síkon a Báb-tó üledékének elemzése során közel 7800 évvel ezelőtti időszakik, azaz Kr.e. 5700 környékéig sikerült visszamenni a környezet rekonstruálása során. A vizsgálatok során litosztratigráfiai, radiokarbon kormeghatározás,

pollen és növényi makrofosszília elemzéseket alkalmaztak. A középső- holocénben Picea abies refúgium populációja volt jelen egy olyan tájban, amelyben a Corylus avellana-val jellemzett zárt, kevert, lombhullató ártéri erdők domináltak. A Corylus és az Ulmus előretörése 7200–6900 évvel ezelőtti időszakban bizonyítható és a Középső Neolit csoportokhoz kapcsolódik. A Báb-tava környéki Picea abies és Carpinus betulus fafajok megjelenése csökken nyári hőmérsékletekre és növekvő páratartalomra, valamint felerősödő hegyvidéki hatásra utalnak 6750 évvel ezelőttől. Az erdők összetételében a holocénben a legszembetűnőbb változást 3700 évvel ezelőttre tehetjük, amikor a Carpinus betulus és a Fagus sylvatica a Quercus fajokkal együtt dominánssá váltak. (Magyari E.K. 2008)

Az utolsó jégkorszak Közép és Észak-Európa területein megváltoztatta az ott uralkodó állatvilág összetételét is. Az uralkodó rénszarvas és vadló állományokat háttérbe szorította a gímszarvas, a vaddisznó, őz, őstulok stb. Ez elősegítette az ott lévő népek lélekszámának emelkedését, mivel megnőtt az elérhető élelem mennyisége. Idővel a háziállatok háziasítása is megkezdődhetett. Ugyanakkor a posztglaciális periódusban a megolvadó jégtakaró sok parti síkságot elöntött. A posztglaciális kor első szakaszában Anglia és a kontinens között még egy ember által is átjárható földnyelv húzódott. Az itt folytatott ásatások a tengerfenékről olyan leleteket hoztak felszínre, amik arra utalnak, hogy a víz által később elöntött területeken, főleg az egykor itt lévő folyótorkolatoknál gyűjtögető-vadászó tevékenység folyt. Kr.e. 7000 körül ez a földnyelv még létezett, míg a Balti- tenger egy édesvizű tó volt. Kr.e. 6000 körülre azonban a tengervíz annyira megemelkedett, hogy az Anglia és a kontinens közötti földnyelv eltűnt, elvándorlásra kényszerítve az ott élő állatokat és embereket. A megváltozott életkörülmények az embereket új szerszámkészítési eljárásokra és életmódra kényszeríttették. A megváltozott éghajlat hatására megnőtt a lakósság száma, és megindult a térségben a letelepedett életforma, és létrejöttek az állandó telepek. Ez elvezetett a földművelés térségben történő elterjedéséhez is. A migráció és az éghajlat összefüggése kimutatható az ekkor alkalmazott technikák áramlásából is. Az ekkor alkalmazott mikrolit eszközök hosszú idő alatt alakultak ki. Ez egy igen kifinomult kőszerszám készítési technika, aminek eredményeként mindössze 2-3 cm-es apró, kőpengék voltak előállíthatóak. A kutatók a használati eszközök ekkori fejlődését három fázisra osztják. Régészetileg kimutatható, hogy a körülbelül Kr.e. 5750 körül kezdődő harmadik technikai fázisban készült eszközök már nem jutottak el Angliába, mert úgy Kr.e. 6500 körül a kontinenst és Angliát összekötő földnyelv víz alá került, miáltal a két területen élő emberek egymással már nem tudtak kapcsolatot teremteni. (SCARRE 1994, Havas Virág Fanni 2014)

Afrikában az utolsó jégkorszak során, ami Kr.e. 20 000-10 000 között volt a Szahara nagy része még a mainál is sokkal szárazabb terület volt. Ezért az emberi megtelepedésre teljesen alkalmatlan volt. Ahogy azonban a jégtakaró északabbra húzódott, a Szahara környezeti viszonyai kedvezőbbre fordultak és sok helyen tavak jelentek meg. Kr.e. 9000 táján, már ismét megjelenhettek a térségben a vadászó-gyűjtögető emberek. Ezt követően körülbelül 5000 éven keresztül a Szahara viszonylagos csapadékos terület volt. Ekkor a felföldeken mediterrán típusú erdőségek nőttek, a peremvidékeken és a középhegységekben pedig füves puszták jöttek létre. Megjelentek a nagyvadak, elefánt, orrszarvú, oroszlán. A posztglaciális éghajlati változások azonban nem korlátozódtak teljesen Észak-Afrikára, hanem ezen változások érezhetőek voltak az egész afrikai kontinensen. Kialakult Afrikában is a mikrolit használata.



4. ábra
Afrika Kr.e. 10000-Kr.e. 6000 között
(SCARRE 1994)

A mikrolit megjelenése a Szaharában Kr.e. 8500 körülre datálható. Az ekkor megjelenő emberi populáció feltehetőleg a földközi-tengeri partvidék és a déli szavannák felöl érkezhettek a térségbe. Az éghajlat kedvezőbbé válásának következtében, rövid idő alatt a közép-szaharai masszívum tavai és folyói körül, valamint a Niger folyótól a Kelet-afrikai árokrendszerig húzódó széles sávban már állandó települések jöttek létre. Az állandó települések jele a térségben a törékeny kerámia edények használata. A Szahara ebben az időben (Kr.e. 7. évezred) alkalmas volt a gabonatermesztésre is. Itt történik meg a szarvasmarha háziasítása is Kr.e. 6500-4000 körül. A Csád-tó Kr.e. 4000 körül érte el a posztglaciális kiterjedésének legnagyobb méretét. Azonban ezek a mérsékelt éghajlati körülmények egy idő után megváltoztak, és megkezdődött a deszikkáció folyamata. A klíma melegedése a térségben úgy Kr.e. 3000 körül vette kezdetét. Ahogy a tavak kiszáradtak és a füves sztyeppék kezdtek eltűnni, az emberi közösségek barátságosabb területre húzódtak vissza, és a korai posztglaciális periódus kevésbé kitett Szaharájának bizonyítékaiként csak a szerszámok, valamint a sziklarajzok maradtak hátra. (SCARRE 1994, Havas Virág Fanni 2014)

Afrika vízgyűjtőrendszereit Dr. Scheuer Gyula kutatta részletesebben. Kutatásai szintén kimutatták az időjárás változásait a térség nagyobb tavaiban.

Mint írja, „a szakirodalom szerint az Afar-mélyföld (Etiópia, Eritria, és Dzsibuti területén van) mai száraz forró éghajlata kb. 5-6000 évvel ezelőtt alakult ki rövid átmeneti szakasszal egy meleg, csapadékos klímatartományból, amelynek kezdetét kb. 11 000 évvel ezelőttre teszik. Így 11 000-6000 közötti években a mélyföld éghajlata meleg, csapadékos volt, amelynek klímaoptimumát kb. a 8500-as években adják meg, azon az alapon, hogy akkorra feltételezik a

térség tavainak legnagyobb területi kiterjedését." Tehát például az Abbe tó a mai Etiópia és Dzsibuti határán ekkor volt a legnagyobb kiterjedésű. Ezt a 6000 km²-es vízfelületet az Avas folyó táplálta. Ma 2015-ben az Abbe tó felülete csak 340 km². De az Asszal tó is ekkor volt a legnagyobb. A XIX. században az Asszal tó már egy 54 km²- es sósvizű tóvá változott át, aminek jelenlegi vízgyűjtő területe 900 km². Ezen egykori paleo-tavak az üledékek alapján ítélve, édesvizűek voltak. Tehát megállapítható, hogy a térség a holocén időszak első felében igen csapadékos volt.

Hasonló a helyzet Egyiptomban is. Egyiptom legnagyobb tájegysége a Nyugati-sivatag. Ezen terület Földközi-tengeri parti sávjában szubtrópusi sztyeppei éghajlat uralkodik, míg a tájegység többi részét túlnyomóan sivatagi körülmények uralják. A parti sáv a nyári hónapokban 25-27 °C középhőmérsékletű és csapadékmentes. Télen 14-16 °C mellett 200 mm/év csapadék hullik a térségben. A nyár 45-51 °C között ingadozik és csak télen mérsékelten meleg az idő. A sivatagos területeken 25-30 évente hull nagyobb mennyiségű csapadék. A nyugati sivatagban a holocén elején csapadékos klíma uralkodott 6000 évig, majd kialakult a hiperarida klíma.

A csádi-medence vidékén (Egyiptom nyugati sivataga) Kr.e, 12000-7/8000 ezer évig igen nedves éghajlatú volt. Viszont Kr.e. 6000 évvel a terület csapadékos éghajlatról fokozatosan száraz éghajlatúvá vált.

De ugyan ez az időjárási változás mutatható ki Afrika más területein is. Az Asszal tó ma 50 km², míg 7500-8000 évvel ezelőtt jóval nagyobb vízfelülettel bírt az üledékrétegek vizsgálata alapján. Ekkor itt humid (nedves) éghajlat uralkodott. 5500 évvel ezelőtt azonban az éghajlat hírtelen szárazra váltott. Az ős Asszal tó a ma 12 km-re lévő tengerből is kaphatott vízutánpótlást a felszín alatt. (44-45.) A tó ma 174 m-rel fekszik a tengerszint alatt Kelet-Afrikában a Tadsurra-öböl közelében.

Az etiópiai Abbe tó 8500 évvel ezelőtt érte el legnagyobb kiterjedését. Ekkor 6000 km² vízfelületű volt. Ekkor a XIX. századi vízszinthez képest 60-80 m-rel volt magasabb a vízszintje. A terület 11000-6000 évvel ezelőtt igen csapadékos volt. A jelentős vízveszteséget az 5500 évvel ezelőtt bekövetkezett szárazság indította el. A tó vízfelülete 1955-ben 180 km² , de 1988-ra még tovább zsugorodott. (Scheuer Gyula 2015) Az Afrikában bekövetkező éghajlatváltozás a fent tárgyalt időszakban, belső migrációhoz vezetett.

Ausztráliában 18 000-16 000 évvel ezelőtt volt jelentős száraz periódus, ami nedvesebbé 10000 évvel ezelőtt vált. Ezen időszakra az antropológusok embertani változásokat azonosítottak a kontinensen. Máig nem eldöntött, hogy ez a változás a belterjes szaporodás eredménye, vagy a kedvezőbb éghajlat miatt, a kontinensre érkező migránsok által okozott antropológia eltérés. Később, úgy 7000 évvel ezelőtt, a tengerszint jelentősen megemelkedett, mi által kiterjedt parti síkságok kerültek víz alá, elvándorlásra kényszerítve az ott élő népességet. Ekkor szakadt el Ausztrália Új-Guineától és Tasmániától. A tengerszint csak mintegy 5000 évvel ezelőtt stabilizálódott a térségben. Viszont a kontinens belsejében közel 10 000 évvel ezelőtt nagy volt a szárazság, bár már kissé jobb volt a helyzet, mint volt a korábbi periódusban. A lakosság ekkor a nagy folyók mentén koncentrálódott. (SCARRE 1994)

Ókori migrációk

Az éghajlatváltozás, különösen a száraz periódusok hatása és civilizációk összeomlása, vitákat indukált a régészek között. Feltételezik például, hogy Mezopotámiában, a Tigris és Eufrátesz mentén lévő Akkádokat Kr.e. 2000 körül egy hosszan tartó száraz periódus gyengítette meg, és végül ezért tudták őket legyőzni az amoriták. Ez a szárazság Kr.e. 2200 körül vehette kezdetét. Akkád bukásával egy időben Egyiptomban városok néptelenedtek el, de ugyan ez a helyzet a mai Törökország, Palesztina és Nyugat-Indiában is. A földminták Akkád körül egy

0.5 cm vastag vulkáni réteget és egy 20 cm vastagságú szélfútta részecskékből álló réteget mutatnak. De ez kevés bizonyíték a szárazság okaira. A grönlandi jégrétegek Kr.e.2200 tájára mutatnak időjárás változást, de nem okozhatta azt vulkáni tevékenység a kutatók szerint. Sok kutató azonban vitatja, hogy a bronzkori civilizációk Kr.e. 2200 körül kezdődő pusztulását szárazság okozta volna. Figyelemre méltó viszont, hogy Egyiptom történetében a Kr.e. 2225-től kezdődő 200 éven át tartó időszakot, első átmeneti kornak nevezzük. Ekkor Egyiptom teljesen legyengült és elveszíti nagyhatalmi szerepét. Kimutatták, hogy ekkor a Nílus vízhozama jelentősen csökkent és elmaradtak az áradások is. (Abate, Tom 1994) Egyiptom pusztulására dendrokronológiai módszerekből is lehet következtetni. Az amerikai Cornell Egyetem kutatói az egyiptomi Ipi-ha-ishutef fakoporsójának és a III. Szenuszert (i. e. 1878-1839) fáraó piramisa mellett eltemetett halotti bárkák famintáinak vizsgálata nyomán jutottak a fenti következtetésre. „A fagyűrűk egy olyan hirtelen bekövetkező klímaváltozásról árulkodnak, amelytől ma a politikai döntéshozók és mi is tartunk" – fogalmazott Stuart Manning, a Cornell professzora. „Ezek a nyomok azt mutatják, hogy a klímaváltozásnak nem kell olyan katasztrofálisnak lennie, mint volt a jégkorszak, hogy felfordulást okozzon" – fűzte hozzá. A New York-i egyetem szakemberei a különböző famintákból vett évgyűrűsor kormeghatározásán alapuló dendrokronológiai módszert alkalmazták. A vizsgálat egy szokatlan időjárási anomáliát jelzett i.e. 2200-t követően; a paleoklimatológiai kutatások szerint egy rövid ideig tartó szárazság köszönhetett Egyiptom népére. A rapid klimatikus változásnak mélyreható politikai következményei lettek a birodalom egészére nézve. A szárazság éppen csak akkora mértékű volt, hogy zavarok keletkezzenek az élelmiszerellátásban és az egyéb infrastruktúrákban – ez vezetett az akkádok és az Egyiptomi Óbirodalom összeomlásához is, hasonlóan a többi ókori civilizációhoz, fejtették ki az amerikai kutatók. (Múlt-kor 2014.05.21.)

2011-ben amerikai kutatók vizsgálták Grönlandon a Baffin öböl környékét és a Kangerlussaug tó üledékmintáit a holocén időszakban C14 vizsgálati módszerrel, valamint pollenvizsgálatokat is végeztek. Céljuk az volt, hogy kapcsolatot keressenek a térség hőmérsékleti ingadozása és az ismert kultúrák között. A kutatás az 5600 BP (Kr.e. 3589) éves időszakkal kezdődött. Megállapították, hogy a térségben az emberi letelepedés nyomai 4500 BP (Kr.e. 2489) éve vette kezdeté. Az első népesség a paleo-eszkimó Saqqaq kultúrához tartozott, amely kultúra 4500 BP-2811 BP (Kr.e. 2489-800) létezett Grönland déli részén. Vele párhuzamosan a térség északi részén élt az úgynevezett Függetlenség I. kultúra népe Kr.e. 2400-1300 között.

A Kangerlussaug tó vizét vizsgálva kimutatták, hogy annak hőmérséklete 5600-5000 BP (Kr.e. 3589-2989) között 4 °C-ot hűlt, majd 3200-3000 BP (Kr.e. 1189-989) között 5.5 °C-ot melegedett. Ez volt a felmelegedési csúcs időszak Ezt követően 3000-2800 BP (Kr.e. 989-789) között viszont 5 °C-ot csökkent a víz hőmérséklete.

Észak Grönlandon Kr.e. 700-80 között egy új kultúra jelent meg, amit a kutatók II. Függetlenségi kultúrának neveztek el. Ez a Függetlenség I. kultúra élőhelyén telepedett meg, de annak eltűnése után közel 600 évvel később. Ekkor ugyan is viszonylagos hőmérsékleti állandóság és enyhe melegedés volt kimutatható a Kangerlussaug tó vizében, amihez a telepesek már tudtak alkalmazkodni.

Körülbelül Kr.e. 500-Kr.u.1500 között Nyugat Grönlandon jelent meg a Dorset kultúra. Ezen időszak elején ismét kissé jobbá váltak az életfeltételek. A Dorset kultúra jól alkalmazkodott a helyi klimatikus viszonyokhoz, így az- az ókortól kezdve a középkor közepéig fent tudott maradni. (Andrea, William J. D 2011, Havas Virág Fanni 2014)

Théra (Santorini)vulkán kitörése

Az ókor talán legnagyobb vulkánkitörése a Santorini vulkán felrobbanása volt. A késő bronzkori, úgynevezett minószi kitörés mintegy 60 km³ magmát röpített a levegőbe, ez volt a történelmi idők második legnagyobb vulkáni működése. A mintegy 12 kilométer átmérőjű kaldera Kr. e. 1500 táján keletkezett. A kitörési felhő 35–40 km magasra jutott fel, Thera szigetén 60 m vastag fehér horzsaköves üledék halmozódott fel. Az ismétlődő kitörések között akár évek is eltelhettek, amikor a sziget lakossága el tudott menekülni. A harmadik kitörés volt a legpusztítóbb, ami több napra elsötétítette a Földközi-tenger keleti medencéjét. A vulkáni hamut a szél kelet felé vitte, és még azon a területen is, ahol a mai Törökország fekszik, 320 km-re a kitörés helyszínétől, közel 20 cm vastag hamuréteg rakódott le. Az óriási mennyiségű vulkáni anyag eltávozása következtében a kiüresedett magmakamra teteje beszakadt, és tovább mélyült a kaldera. A tengervíz alatti kaldera beszakadása szökőárakat indított el. A szökőárhullám nagysága Krétán elérhette a 9 m-t, és ehhez hasonló lehetett a görög és török partvidéken is. A pusztító hullámok megsemmisítették a minósziak kikötőiben lévő hajóflottáját, a birodalom egyik erejét.

A vulkáni hamuval fedett területeken megsemmisült a termés, a kipattanó tüzek megrongálták a palotákat. Éhínség és káosz uralkodott, a hatalmi központok ledőlése további instabilitást okozott. Az emberek, ahogy tudtak, menekültek a szigetekről. Elnéptelenedett Zakro, Mallia és Phaisztosz palotája és lényegében csak Knosszosz és környéke élte túl a katasztrófát.

A vulkánkitörés több éven keresztül tartó éghajlatváltozást is okozott, amit alátámaszt a grönlandi jégfurat mintákon erre az időre eső szulfátcsúcs is. A szulfátok (SO2−4) leginkább a földköpenyben fordulnak elő. Nagyobb vulkánkitörésekkor eljuthatnak a sztratoszférába is, miáltal nagy távolságra is elkerülhetnek. A sarki jégbe belefagyva pedig, megőrzik azt, hogy mikor és mekkora intenzitású lehetett egykor a Földön a vulkáni tevékenység. A thérai kitörés során „vulkáni tél" köszöntött be, és ez tovább mélyítette a társadalmi válságot. Többen felvetették, hogy a Bibliában leírt egyiptomi csapások (például sötétség, vérvörösre festett vizek, békák, legyek elszaporodása, sáskák inváziója, a nyájak elpusztulása, jégesők, elhalálozások), a zsidók kivonulása során tapasztalt jelenségek (például Vörös-tenger megnyílása, a nappali füstfelhő, az éjszakai tűzoszlop) is részben a vulkáni kitöréshez kapcsolhatók. Ezért kitöréssel hozzák kapcsolatba az izraeliták kivonulását Egyiptomból. Meg kell azonban jegyezni, hogy ilyen kivonulásról korabeli írott forrással nem rendelkezünk, és az izraeliták vándorlásának ideje is vitatott, mi által, főleg az egyháztörténészek, elvetik azt, hogy a kitörésnek köze lenne az izraeliták vándorlásának megkezdéséhez.

A Szantorini-kitörés globális hatását azonban alátámasztják a kaliforniai és európai idős fatörzsek évgyűrűiben tapasztalt, fagyos időt jelző elkeskenyedések. Kínában ebben az időben sárga ködös időt jegyeztek fel, amelyen a Nap alig sütött át. Hideg évek voltak, júliusban több helyen fagyott. Szárazság uralkodott hatalmas területen, olykor azonban heves esőzések pusztítottak. A knósszoszi palota romjait Arthur Evans brit régész tárta fel 1895-ben. Itt találta meg a minósziak titokzatos, mindmáig megfejtetlen hieroglifikus írását is, amit lineáris-A írásnak nevezett el. Evans azonban egy másfajta írásos emléket is meglelt (ezt lineáris-B írásnak nevezte), amit nemcsak Krétán, hanem Görögországban is felfedezett. 1953-ban az angol Michael Ventris ezeket az utóbbi jeleket már meg tudta fejteni, ugyanis ősi görög nyelven íródott. Ez pedig arra utal, hogy a minószi kultúra hanyatlásával mükénéi görögök telepedtek meg Krétán és foglalták el a knósszoszi palotát is. A mükénéiek átvették a minósziak kreativitását, sőt átvették, majd némileg módosították a minósziak írásos nyelvét (lineáris-B írás) is, ami később a görög nyelv alapja lett. A hagyományokat a Krétán megtelepedő mükénéiek, valamint az emigráns minósziak elvitték a görög területekre. A minósziak kreatív hagyatékán egyre erősödött a mükénéi hatalom, és rövidesen

átvették a térségben az uralmat. A Szantorini-vulkánkitörés eltemetett egy virágzó kultúrát, azonban elindított egy újat, ami később elvezetett a görög társadalom felvirágzásához. (Harangi Szabolcs 2010 és Fekete I.- Kovács A. 1997, Havas Virág Fanni 2014)

5. ábra
Théra szigete ma
(Harangi Szabolcs 2010 és Fekete I.- Kovács A. 1997)

Tehát, az biztos, hogy a kitörés a térségben jelentős időjárás változást idézett elő. Ennek fényében igen valószínű, hogy migrációt is előidézett, ezért az izraeliták vándorlása igen csak elképzelhető. Továbbá, a Minoszi kultúra is igen meggyengült, és a Kréta szigetén lévő településeik jó részét elhagyták, mivel a rossz időjárási körülmények miatt, nem volt a szigeten megfelelő mennyiségű élelem. Kréta a minoszi kor végére, többé már nem lesz olyan sűrűn lakott terület, mint volt a nagy vulkánkitörés előtt. Lakóinak jó része, minden bizonnyal elhagyta a szigetet.

A minoszi kultúra pusztulása esetében egyszerre játszhatott szerepet a vulkánkitörés okozta hírtelen bekövetkezett és tartósabb lehűlés, és a korszakban kimutatható erős felmelegedés, ami viszont csapadékszegénységet idézhetett elő. (Rácz Lajos 2016)

Sokan, ezen vulkánkitöréssel hozzák összefüggésbe az Atlantisz-mondakört. A kutatók arra következtetnek, hogy a Platón által leírtak, egy bronzkori civilizációra utalnak. Arra jutottak, hogy ha a Platon által megadott időpontokat, és Atlantisz méretét 10-el, elosztják, akkor lényegében a Santorini vulkán méretét kapják meg, illetve a kitörési időt Kr.e. 1490 környékére lehet datálni. Ez az idő, viszont egybe esik a mínoszi civilizáció pusztulásával. Ráadásul Théran, a régészek találtak olyan romokat, ami a minoszi civilizációhoz köthető. Elképzelhető, hogy a tengeri népek között feltűnő filiszteusok (krétai emberek), ekkor kezdhették meg vándorlásukat, hogy aztán később, úgy Kr.e. 1240 körül megérkezzenek a mai Palesztina területére. Ezt talán a Biblia támaszthatja alá. Azt a vallástörténészek egyöntetűen állítják, hogy az izraeliták már a tengeri népek megjelenése előtt elhagyták Egyiptomot. Ámosz könyvében (Ámosz 9,7) pedig ez áll. „Nemde én hoztam fel Izraelt Egyiptom földjéről, a filiszteusokat Kaftorból (Kréta szigete) és a szíreket Kírből?” (Mavor W. J. 1997, Havas Virág Fanni 2014)

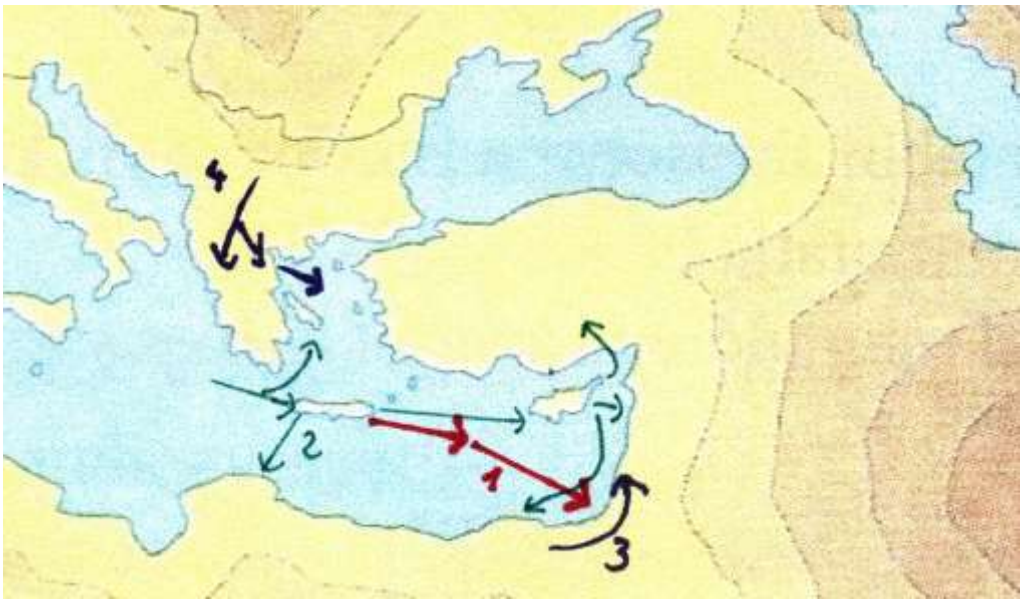
Szlovák kutatók felvetették annak lehetőségét, hogy a Kr.e.15. században a hettitákkal és a mükénei régióval kereskedelmi kapcsolatban lévő Szlovákia területén kialakult kultúrák, klímaváltozás miatt szűntek meg. Tehát a „szlovák” őskor aranykorának időjárási anomália vethetett véget. Az erődített telepek megsemmisültek, lakóik pedig elhagyták a térséget. Az

elmélet azonban még nem nyert teljes bizonyosságot, mivel a pusztulást egy a térségbe benyomuló idegen etnikum is előidézhette. (Kovac, D. 2011)

A „Tengeri-népek" időszaka

Körülbelül 3200 évvel ezelőtt Európában elpusztult egy nagy civilizáció. Ez a civilizáció a Mükénéi civilizáció volt. Pusztulását, egy a Földközi-tenger medencéjében bekövetkezett, közel négy évszázados aszályos időszak okozta. Erre a következtetésre francia kutatócsoport jutott, megkövült ősi virágpor tanulmányozásából. A Toulouse-i Paul Sabatier Egyetem David Laniewski vezette kutatócsoportja feltételezi, hogy a késői bronzkor szokatlanul hosszú szárazsága háborúkat, népvándorlást, azaz döntő politikai és gazdasági változásokat okozott a mai Görögország, Ciprus és a környező területek kultúráiban. Ekkor vált tűzvész áldozatává a mükénéi, a tirünszi és a püloszi palota, és elpusztult a palotakultúrának nevezett monarchiák fejlett civilizációja. Az Anatóliai-félszigeten elbukott a hettita birodalom, és a tengeri népek hulláma foglalta el Ciprust és a Földközi-tenger keleti medencéjének más területeit. A késő bronzkori királyságok bukásának összes okát eddig nem tárták fel kielégítően. A népszerű magyarázat szerint a válsághoz a tengeren és szárazföldön érkező népvándorlás vezetett, ám egyes kutatók úgy vélik, földrengések és a hadviselés módjának alapvető változásai okozták az összeomlást. Ezzel szemben a legtöbb szerző szerint a régészeti szempontból nehezebben bizonyítható szárazságok, éhínségek és járványok lehettek a monarchiák meggyengülésének döntő tényezői. A francia kutatók a ciprusi Larnaka egy sós vizű tavának üledékmintájában talált, a késői bronzkorból származó virágpor maradványait vizsgálták meg. A helyi növények maradványainak szénizotópját elemezve arra következtettek, hogy a régióban egy nedvesebb időszakot váltott fel a hosszú szárazság. Ez a négyszáz éves aszályos periódus vezethetett a bronzkori civilizációk eltűnéséhez. A virágpor elemzéséből származó adatokat egybevetették régészeti leletekkel, például ékírásos mészkőtáblákkal vagy a királyságok közötti levelezéssel, és arra a következtetésre jutottak, hogy a Földközi-tenger keleti medencéjében virágzó kultúrák késő bronzkori válságát a klímaváltozás miatti hosszú szárazság okozta, mely éhínségekhez, politikai konfliktusokhoz, majd idegen népek inváziójához vezetett.

David Laniewski, a kutatás vezetője szerint a mediterrán civilizációk bukása rávilágít arra, hogy a mezőgazdaságtól függő társadalmak mennyire kiszolgáltatottak az éghajlat változásainak. (Múlt-kor 2013) A „Tengeri-népek" vándorlása megváltoztatta az egész Mediterráneum Keleti-medencéjének politikai és etnikai összetételét. Ez a népvándorlás körülbelül Kr.e. 1240 körül indult meg és a század végére már le is zajlott. Ez a népvándorlás érintette a görög térséget és Szíria valamint Egyiptom partvidékét. A Földközi-tenger teljes keleti partvidékét feldúlták. Sokan közülük Egyiptomban telepedtek le. A tengeri népek között találjuk a perasatokat (pelasata) azaz a filiszteusokat. A filiszteus annyit jelent, hogy Kréta szigetéről valók. Az ő mai utódaik a palesztinok. Az egyiptomi források a tengeri népek között említik a danaoszokat , vasasákat, sakarusákat, zikartokat, tsikalok és a Homérosznál is említett szikel népet. Ez utóbbi népről kapta a nevét Szicília. De ekkor tűnnek fel az akhájok, dórok és az etruszkok is. Ezen népmozgások egyik mellék vándorlása, migrációja volt az izraeliták megérkezése a Jordán folyó vidékére. (Bright, John 1990) A népvándorlás következtében omlott össze a Hettita és az Ugarit-i állam. A mai Horvátország területére pedig ekkor érkeztek meg az úgynevezett illír törzsek. A tengeri népek eredete, vándorlásuk kiindulási pontja a történészek körében mindmáig vitákra ad okot.



6. ábra
1. filiszteusok, szikulok vándorlása, **2.** tengeri népek vándorlása, **3.** Izraeliták vándorlása, **4.** dórok vándorlása
(Havas Virág Fanni 2014)

Újasszír Birodalom bukása Kr.e. 7. század

Az Újasszír Birodalom lényegében Kr.e. 612 után, amikor Ninivét méd- babiloni- szkíta seregek elfoglalták, szinte pillanatok alatt összeomlott, noha a birodalom a térség szuperhatalma volt. Ezen gyors összeomlás okai már igen régóta foglalkoztatja a történész világot. Schneider és Adali a *Climate Change*-ben publikált tanulmányukban amellett érvelnek, hogy a bukást a túlnépesedés és klímakatasztrófa idézhette elő. A csak nemrégiben ismertetett paleoklimatikus adatok azt mutatják, hogy a Közel-Kelet időjárása egyre szárazabbá vált az i.e. 7. század második felében. A másik döntő tényező a lakosságszám megugrása volt, az újonnan meghódított területek népességét ugyanis a birodalom határain belül, erőszakkal telepítették le. A szerzők szerint az erőforrásaiban korlátozott állam már nem volt képes ellenállni a birodalmat sújtó súlyos szárazságoknak, mint amilyen az i.e. 657-es is volt. Öt év sem kellett hozzá és az asszír állam politikai és gazdasági stabilitása erodálódott, az azt követően kibontakozó polgárháborúk pedig végletesen meggyengítették a több sebből vérző birodalmat.

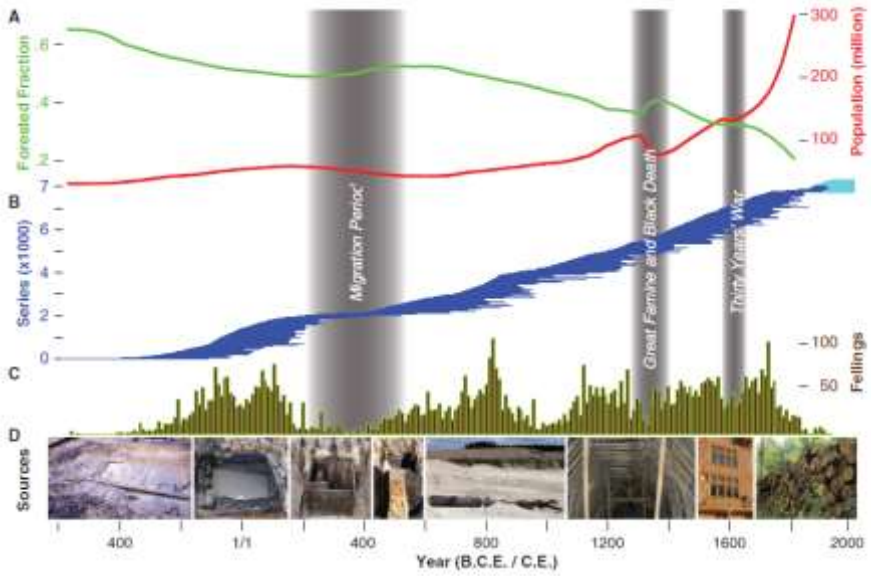
Schneider és Adali az Újasszír Birodalom bukása és a Közel-Keleten a klímaváltozás következtében ma végbemenő gazdasági és politikai hatások közötti párhuzamokra hívják fel a figyelmet. Mint írják, az i.e. 7. században a száraz időszakokat követő politikai fejlemények hasonlóságot mutatnak a mai szíriai és észak-iraki eseményekkel. Globális szinten - hangzik végkövetkeztetésük - a modern társadalmaknak szem előtt kell tartaniuk azt, hogy mi történik, ha a rövidtávú gazdasági és politikai lépéseket helyezik előtérbe a hosszú távú gazdasági fenntarthatóság és kockázatcsökkentés helyett. (net 13.)

A középkor során bekövetkezett klímamigrációk

Egy „tíz éves tél" 535/536-546 tájáig

A kutatók kimutatták, hogy összefüggés lehet, Európa erdővel való borítottsága, illetve a hőmérséklet és csapadékváltozások között. Feltételezik, hogy ennek köze lehetett a Római

Birodalom meggyengüléséhez is, hiszen az 5-6. században a csapadék mennyisége jelentősen csökken. (Büntigen, Ulf etc. 2011, Rácz Lajos 2016).

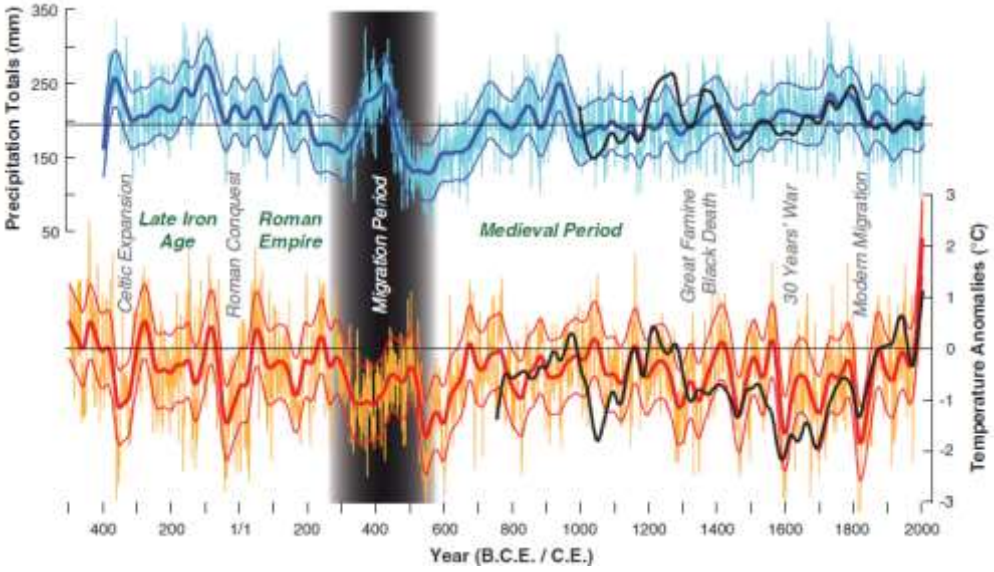


7. ábra
Közép-Európa népességének és erdősültségének változásai. Az ábrán látszik, hogy az alacsony értéket a száraz periódusokat szinte átfedik.
(Büntinger, Ulf etc. 2011)

Nem kizárható, hogy a fával való borítottság, a későbbi nagy hideghez is hozzájárulhatott. Az 535-536 telén beköszönő, évekig tartó hideg időjárás a korabeli krónikások figyelmét sem kerülte el. Az ulsteri krónika (Annála Uladh) és az inisfalleni annales is megemlíti, hogy az élelmiszerellátásban teljes zavar volt tapasztalható, Prokopiosz bizánci történetíró *A háborúk könyve* című művében pedig "rettenetes égi jelről" ír, amely során "a nap, akárcsak a hold, fényét világosság nélkül bocsátotta ki egész évben". Az ír krónikák és Prokopiosz megfigyeléseit több, térben egymástól távol levő szerző is megerősítette. Kínában szintén rendkívüli időjárási körülményekről számoltak be, augusztusban például hó esett, aminek következtében a betakarítást is el kellett halasztani, a terményhozamok lecsökkentek, sűrű köd telepedett a Közel-Keletre, Kínára és Európára, illetve hatalmas szárazság köszöntött Perura.

A hirtelen jött és elhúzódó klímaváltozásnak hosszan tartó történelmi következményei lettek. A szokatlan időjárási jelenségek egy évtizeden át tartottak, amit világszerte éhínségek, háborúk és járványok kísértek. A kutatók ezen éghajlati változásra tudományos magyarázatot kerestek. Korán felmerült, hogy egy El Salvador-i szupervulkán kitörésének (536) következtében állhatott a feje tetejére a világ - ez az elmélet egyben arra is magyarázatot kínált, hogy miért hagyták néhány évre abba feljegyzéseik készítését a maják (akik ekkor településeiket is egy időre elhagyták), ám nem adott megnyugtató választ az időjárás rosszabbra fordulására, ráadásul - hangzik a másik ellenérv - még egy szupervulkán is legfeljebb egy évre tudja befolyásolni a légköri jelenségeket. Dallas Abbott, a Columbia Egyetem geológusa kollégáival grönlandi rétegeket vizsgált, amelyekben apró, a klímaváltozás idejére datált fémdarabokat talált, valamint szokatlanul magas nikkel- és ónkoncentrációt mutattak ki. Ekkor merült ismét fel, hogy esetleg az időjárási anomáliát a Halley üstökös okozta. Az már eddig is ismert volt, hogy a Halley üstökös 530 körül a Föld közelében járt és a kínai feljegyzések szerint, rendkívül fényes volt. Az üstökös keringési periódusa 76 év, s mindig, amikor a Nap felé fordul, intenzív párolgás veszi kezdetét a mintegy 16 kilométer hossztengelyű, ovális, jég- és szikladarabokból álló magján. A párolgás során leváló homokszem nagyságú törmelékdarabkák szétszóródnak az

üstökös pályáján, megtöltve azt apró meteorokkal. Abbot feltételezi, hogy ekkor az üstökös nagyon megközelíthette a Napot, így a szokásosnál is több jeget veszíthetett. A Halley-üstökös évente kétszer meteorzáport hullajt ránk, amikor bolygónk áthalad a törmelékfelhőjén. A feltételezések szerint ezek a meteorzáporok az 530-as években különösen intenzívek lehettek. A Grönlandi jégrétegek vizsgálata kimutatta, hogy azok fagyott mikroorganizmusokat tartalmaztak, amelyek normális esetben a trópusi területeken fordulnak elő, az 538-ból származó mintákban pedig sokkal régebbi, tengeri mikroorganizmus-fosszíliákat mutattak ki. Abbot szerint erre egyetlen magyarázat van: a Halley. Az üstökös nagy méretű meteordarabjai valószínűleg becsapódtak az óceánba, s ekkor az élő tengeri mikrobafajokat és fosszíliákat tartalmazó törmelékek az atmoszférába kerültek, aminek következtében a Föld egésze hosszú időre lehűlt. (Múlt-kor 2014) 542-543-ban Európában, a tölgyek vizsgálata, illetve árterek és tavak üledékének vizsgálata során, jelentős szárazságot mutattak ki. (Büntingen, Ulf etc. 2011)



8. ábra

A hőmérséklet és csapadék változásai 400-2000 között (Büntiger, Ulf etc. 2011)

Ezen időjárási anomáliának volt köszönhető az indiai Gupta birodalom meggyengülése és 550 körül bekövetkezett pusztulása. A Dél-Ázsiát uraló Gupta államot végül a hunok döntik meg, előidézve az időjárással közösen egy jelentős belső migrációt Indiában. (Havas Virág Fanni 2014)

Az éghajlat átalakulása a Kr.u. 5-13 sz-ban

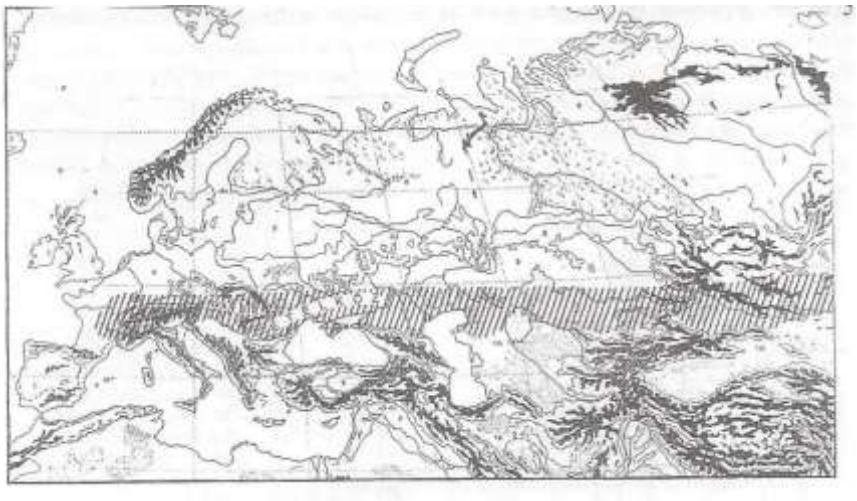
A történészek és klímakutatók megállapították, hogy az 5. századi népmozgalmak egy részét, amely a Kárpát-medencét is aktívan érintette, a nedvessé váló éghajlat idézte elő. A longobárdok a Kr.u. 1 században Hamburg, Lüneburg, Bardowick környékén éltek. Északnyugat-németországi hazájukat a később Itáliában általuk készített feljegyzésekből kiindulva, illetve a római adatokat figyelembe véve, 450-480 között hagyták el. Elvándorlásuk oka a lényegesen csapadékosabbá váló klíma volt. A longobárdok a többi népvándorlás kori néphez képest – kivéve a gótokat- először nem nyugatra, hanem keletre indultak. Így jutottak el a Kárpát-medencébe. (Székely Gy. 1984)

A változó hőmérsékletről a csapadékra való következtetést égövünk déli térségében nehezíti, hogy a szárazföldek és tengerek tagoltsága a ciklonok révén rendellenesen hat vissza az éghajlat hőmérsékleti változásaira. Mindamellett a félgömbi felmelegedés és lehűlés a Kárpát-medencében és a hozzá csatlakozó sztyeppei térségben hasonlóan mutatkozott meg. Égövünk

alatt főképp a 43 és a 48 szélességi fok közötti térséget értem, körülbelül az Északi-Kárpátok és az Altáj hegység vonalától délre, körülbelül a Balkán-hegység és a Kaukázus térségéig, úgy, hogy északon a Frank Birodalom központi részeit, a Volga-Káma vidékét és Dél-Szibériát nem érinti. Ugyan így kimarad a Kordobai Kalifátus, Róma, Bizánc, Örményország, a Szaszanida térség és Tibet. Feltehető, hogy ez a felmelegedési időszak az adott térségben a szubtrópusi éghajlati öv északra tolódásából fakadhatott. Azokból a Grönlandra vonatkozó kutatásokból kiindulva, melyek főleg Dansgaard és a koppenhágai iskola a jégben megőrzött O18 izotópok vizsgálatával ért el, az orosz Monyin és Siskov az eurázsiai térségre vonatkozó s történeti adatokat is értékelő klímatörténeti tanulmányt írt. Eredményeik szerint a „viking korszak" –nak nevezett 8-12. században az Atlanti térségben melegebb éghajlat uralkodott, mely a történelemben leginkább a normannoknak az Északi Jeges-tengeren való szétrajzásával és térhódításával jellemezhető. (Győrffy Gy.-Zólyomi B. 1996)

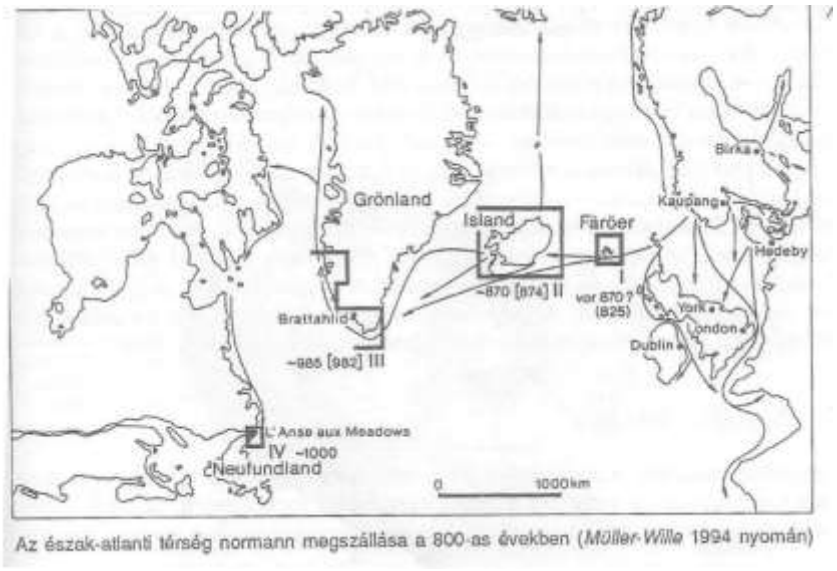
A viking, vagy normann időket a történészek több módon korszakolják. Az egyik korszakolás szerint Kr.e. 1000-Kr.u.200 között volt a szántóvető emberek időszaka, 200-700 között a harcosok kora, 700-900 között a tengeri hódítások és uralkodók kora, míg 900-1200 között volt a királyságok építésének időszaka. A tengeri uralkodók és hódítások korszaka elválaszthatatlan egy felmelegedési periódustól. Ekkor jóval több rozst vetnek, mint korábban, nagyobb házakban élnek, ami a lakosság megnövekedését jelenti. Nő a sertésállomány is, ami a terület nagyobb eltartó erejére utal szintén. Dánia történelmében ezt megelőzően az elsődleges termelők soha nem éltek ilyen jól. Ezen időszakban az északi hajóutak viszonylag jégmentesek, ami lehetővé tette például Grönland betelepítését is. Az Északi-tenger európai partján élők az Oslofjordtól kiindulva délnyugatnak, a fokot megkerülve északnak haladtak, egészen addig a vonalig, ahol még az árpa megtermett. Ez a végpont a Malanger-fjord volt. Tehát a települések határa az árpa terméterülete, mert ettől északabbra már nem volt az éghajlat megfelelő a huzamosabb ideig tartó megtelepülésre.

A vikingek a Landnámabók („honfoglalás könyve") történetében Izlandot 870-930 között kezdték benépesíteni. A sagák szerint 430 telepes család, közel 3500 fő érkezett a szigetre. Meg kell azonban jegyezni, hogy Izlandon már a 9. században megtelepedtek az emberek. Izlandról továbbhajózva népesítették be a Feröer- szigeteket is. Izland és Freöer- szigetek a Golf áramlatnak köszönhetik azt, hogy megtelepedésre alkalmasak voltak. Izland túlnépesedésének eredménye volt Grönland, a Zöld-föld (Zöldország) benépesítése 980 körül.



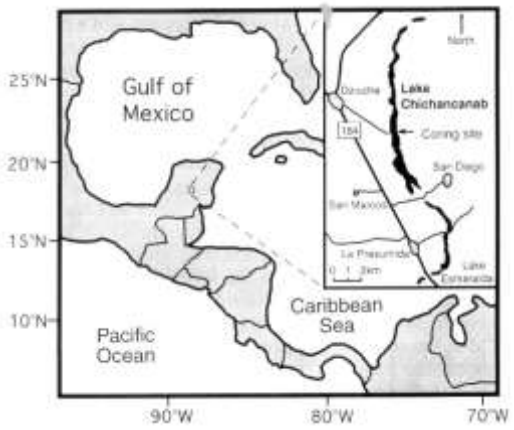
9. ábra
A ferdén satírozott rész a 8. századi felmelegedéstől sújtott európai és nyugat-ázsiai területeket jelöli. Győrffy György – Zólyomi Bálint (1996)

Grönland délnyugati partján két telepet is kialakítottak, az úgynevezett keleti (Qaqortoq vagy Julianehab és nyugati (Nuuk vagy Godthåb) telepet. Vörös Erikkel, Grönland első betelepítőjével körülbelül 150 fő érkezett ide, ami 30-35 családot jelentett. 1125-ben Gardar (Igaliko)-ban püspöki székhely volt. Grönlandon a legelők sokkal jobbak voltak mint Izlandon, ezért az itteni telepesek birkát, kecskét és tehenet is tarthattak. Viszont, közel egy évszázad után az intenzív használat miatt a talaj kezdett kimerülni. A parton feltehetőleg sok uszadékfa volt. 1380 után, mikor Grönland dán fennhatóság alá került, a térség kapcsolata megszakadt Európával és az itteni lakosság fokozatosan kihalt. A kapcsolatok megszakadásának oka minden bizonnyal az volt, hogy az éghajlat lehűlt, és az északi hajózási útvonalat már nem lehetett használni. Egyes kutatók feltételezik, hogy egyes viking családok Grönlandon talán még a 15. század derekáig kitarthattak. A grönlandi viking telepek kihalását nagyban elősegíthette, hogy azok főleg állattartásra rendezkedtek be, és ezt az életformát legelők tönkremenetele tovább nem tette lehetővé. Viszont a helyi inuit törzsek épp azért maradhattak tovább életben a térségben, mert életformájuk nem volt annyira hozzákötve a természeti adottságokhoz. (Rácz Lajos 2016) A lehűlés lezárta ezt a migrációs utat, ami Amerika első európai betelepítési kísérletének is véget vetett. Grönland partjait elhagyva a viking hajósok eljutottak Új-Fundlandra is. A mai l'Anse aux Meadows nevű helyen fedezték fel az egyik viking telepet az amerikai kontinensen. Tehát 980 és 1200 között volt egy nyitott út az Északi-tengeren, ami elég meleg volt ahhoz, hogy ott nyitott hajókkal lehessen hajózni, különösebb gond nélkül. Ez a meleg időszak tette lehetővé Grönland európai betelepítését is. (Christiansen, Eric 2002 és Roesdahl, Else 2007) A normannok Északi-tengeri utazásainak fokozott elmaradása az éghajlat megváltozására utal. Az utazásokat elősegítő száraz, meleg időszakot a 12. századtól kezdve, hűvösebb, esős korszak váltotta fel, amely rövidebb ingadozások után a 17. században tetőzött, többek között a „kis jégkorszaknak" is nevezett periódussal. A korszak klímájának kutatásában a dán és orosz kutatókhoz amerikai tudósok –pl. Müller-Wille, Sabloff, stb.- csatlakoztak. Ők a korábbi kutatások eredményeinek újragondolását indították el. Müller-Wille rámutatott arra, hogy a normann-viking hajósok miként telepedtek meg Skóciában, a Freröer-szigeteken, Izlandon, majd Grönlandon. Ők a fent ismertetett normann-viking északi inváziót a grönlandi jég rétegeinek mélyfúrásai mellett, összevetették a régészeti eredményekkel. Légi felvételeket készítettek az egykor megművelt területekről, valamint készítettek palinológiai diagramot a növénytakaró változásairól, azért, hogy a klímaváltozásokat jobban nyomon tudják követni. A korábban közölt grönlandi izotópgörbe, amely Izlandon és Angliában a hőmérséklet 1.5 fokos emelkedését mutatta, azt tükrözi, hogy a viking korszakban a rendkívüli szárazság mindinkább erősödő első hulláma 720-820 körül tartott, majd – a 880 utáni enyhébb csapadékos évtizedeket a magyar honfoglalást követően, kisebb ingadozásokat nem tekintve - az ezredforduló táján kezdett javulni, hogy a 12. század első felének száraz évtizedei után mind csapadékosabb hűvös periódusok váltakoznak rövidebb aszályokkal egészen a XX. század elejéig. Kimutatták, hogy a felmelegedés 850 után a nagyobb szigetek partjai mentén a megtelepedést már lehetővé tette. A 9. századi Dél-Anglia annyira meleg volt, hogy itt kialakulhatott a szőlőművelés. (Győrffy Gy.-Zólyomi B. 1996)



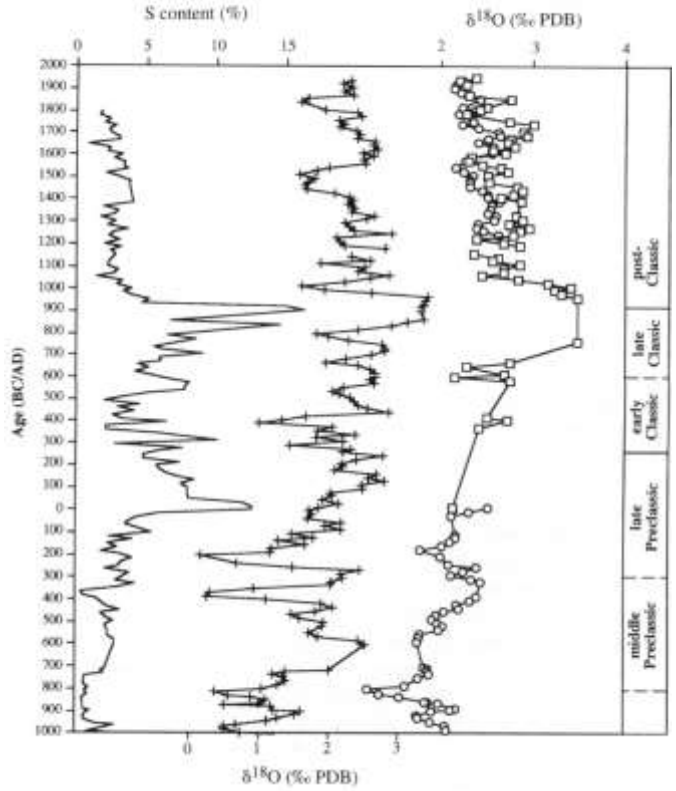
Az észak-atlanti térség normann megszállása a 800-as években (*Müller-Wille* 1994 nyomán)

10. ábra
(Győrffy György – Zólyomi Bálint 1996)



11. ábra
A Chichancanab-tó elhelyeszkedése (Holdell, A. David 1995)

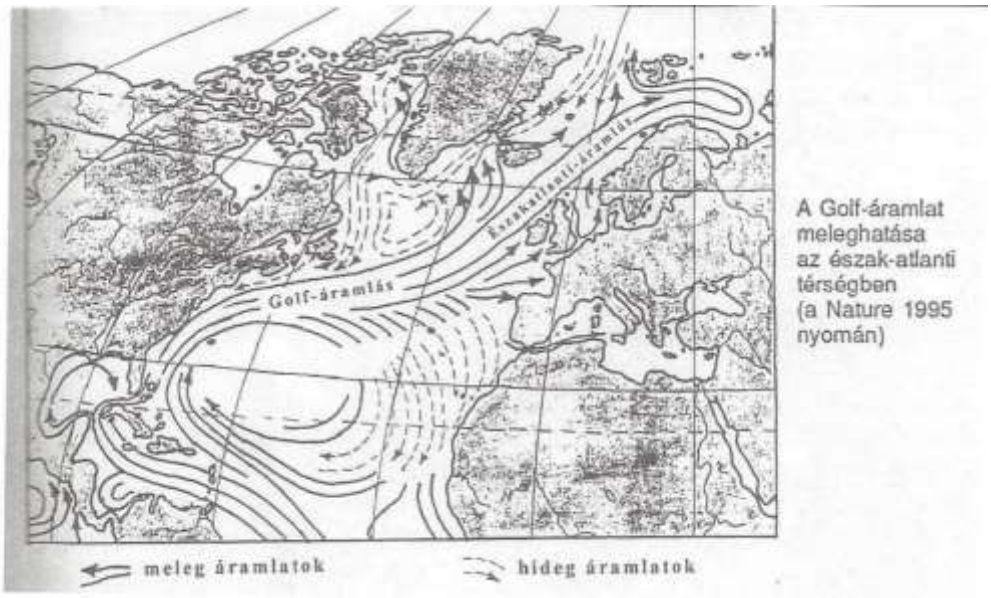
Mivel a nagyobb éghajlati változások az egész bolygónkra kiterjednek, röviden nézzük meg most, hogy a 8-12 századi, általunk vizsgált 43 és a 48 szélességi fok közötti éghajlati változások miképp jelentkeztek az amerikai civilizációk életében. Hatottak rájuk, noha más szélességi fokon jöttek létre. Közép-Amerikában a magasabb civilizáció közel 3000 évvel ezelőtt vette kezdetét. Közülük a legkiemelkedőbb a maja kultúra volt. A kutatások kimutatták, hogy a maja kultúra összeomlása és a milliós lakosú Mexico City melletti főváros Teotihuacan elnéptelenedése mögött nem az uralkodó papi réteg belharcait s a népesség elnyomását kell keresni, hanem egy 750-től körülbelül 900-ig tartó iszonyatos aszályt, melyet a Dél-Mexikóban fekvő Chichancanab-tó üledékének vizsgálatai során mutattak ki. A pollenvizsgálatok kutatásainak eredményei szerint +3 °C felmelegedést váltott ki a szárazság. (Haldell, A David 1995)



12. ábra
A Chichancanab-tó vizsgálatának egyik eredménysora. Jól látszik rajta a 750-90-ig terjedő kiugró anomália
(Holdell, A. David 1995)

A részletes kutatások kimutatták a Cariaco medencékből vett üledékminták alapján, hogy a térséget 810, 860 és 910-ben sújtotta leginkább a szárazság. A kutatók megállapították, hogy a maja civilizáció erősen függött a csapadék mennyiségétől. Elengedhetetlen volt számukra a nyári csapadékos időszak, mert a tél viszonylag száraz volt. A Cariaco medence ugyan azon éghajlati viszonyok között található, mint a maják központi területei, így bár attól viszonylag távol van, az ott mért értékek használhatók a majákat ért szárazság bizonyítására. A maják víztározó rendszerekkel próbálták a nem egyenletes csapadékmennyiséget kiküszöbölni. A maja civilizáció Kr.u. 150-től kezd kibontakozni és 250-ig töretlenül virágzik. Ekkor viszont válság mutatható ki, ami egyes területek elnéptelenedéséhez vezetett. A krízis oka feltehetőleg egy szárazabb periódus volt, de az időjárás kedvezőbbé fordulása után a lakosság visszatelepült. Ez a kultúra 750 körül érte el csúcspontját. Ekkora közel 3 millió főről 13 millió főre nő a lélekszám. Ennek oka, hogy 550-750 között az éghajlat viszonylag nedvesebb volt az átlagnál. 750-950 között azonban katasztrófa nyomai bontakoztak ki. A sűrűn lakott városok elnéptelenedtek. A kutatások szerint 760 után indult meg a hosszan tartó szárazság, ami az utóbbi 7000 év legsúlyosabb szárazsága volt a térségben, és ez 910 körül a maják bukását idézte elő. A maja kultúra összeomlása a becslések szerint 3-14 millió embert érinthetett. A térségbe 1524-ben megérkező Cortes itt már csak 30 ezer embert talált. (Haug, H. Gerald 2003, Daimond, Jared 2007) Minden bizonnyal, ugyan ezen száraz periódus idézte elő Kr.u. 1000 körül a már addig 700 éve virágzó Tiwanaku kultúra összeomlását is a mai Bolívia és Peru területén. Erre a Titicaca tóból vett minták alapján lehet következtetni. Tiwanaku városa 1000 körül látszólag teljesen elhagyatottá vált. (Abate, Tom 1994)

E térség vizét, mely égövünktől jóval délebbre fekszik, bizonyára a közép-amerikai tengereket felmelegítő Golf-árama szállította a Bahamáknál északnyugatra vonulva a Brit-szigetek, főként a Faröer mellett a Jeges-tenger felé (Győrffy Gy.-Zólyomi B. 1996). Tehát az a felmelegedés, ami az amerikai indián kultúrák vesztét okozta, tette lehetővé a vikingek északi-tengeri kirajzását.



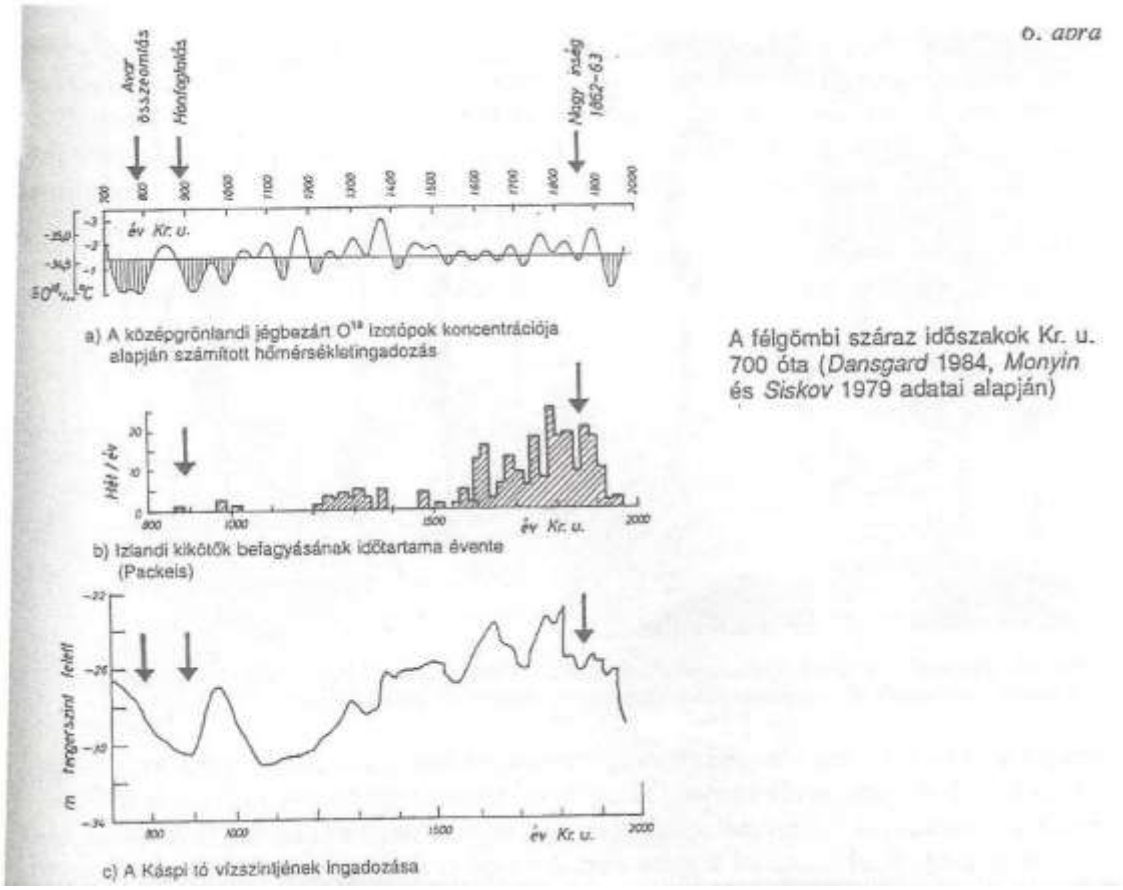
A Golf-áramlat meleghatása az észak-atlanti térségben (a Nature 1995 nyomán)

13. ábra
(Győrffy György – Zólyomi Bálint 1996)

Tehát az időjárás változása az időbeli egybeesés miatt, a Föld különböző pontjain kimutathatóak. Volt, ahol pozitívan mutatkozott meg az ottani kultúrák tekintetében, és volt, ahol magas kultúrák megszűnéséhez vezetett. A 750-900 közötti meleg időszak világossá teszi, hogy az északi-tengeri térség felmelegedése másodlagos folyamat volt – amit a térséget benépesítő emberek migrációs szempontból kihasználtak-, melyet a Golf-áram melegítő hatása váltott ki. Ezen hatás máig ható eredménye az, hogy Murmanszk kikötője még mindig nem fagy be télen. Viszont ezen felmelegedési periódus nem érintette Észak-Amerikának az Új-Foundlandtól a New York-i partokig terjedő területét, ahol a Lablador áramlat hideg vize ellensúlyozta a felmelegedési periódust.

Ezek után térjünk vissza a 43 és a 48 szélességi fok közötti térség időjárásának változásaihoz és annak migrációs hatásaihoz, mivel ezen térségben milliós tömegek vándorlását, migrációját idézte elő az éghajlat megváltozása. Belső-európai térségünkben a nyári csapadék tartós csökkenése egyformán befolyásolta mindazokat a növényzeti öveket, amelyek a Fekete-tenger parti Etelközben, a mai Ukrajna területén – észak felé emelkedően- egymás felett helyezkednek el. Az éghajlati változásokat a kutatók a pollenanalízis segítségével kutatják. A Kárpát-medencében az egykori avar uralom (Kr.u. 670) határa, egybe esik magyar honfoglalás (Kr.u. 893-896) kori térkép növényzeti és szállásterületi határvonalával. Viszont, a két időpont között az avarok hirtelen meggyengültek, amit a vizsgálatok éghajlati változásokkal hoznak összefüggésbe. Az avarok bukásához vezető időjárási jelenségek Belső-Ázsiában mutathatóak ki leginkább a 8. században. Főként a Tarimi-medence s az Aral-tó vidéki Hvárezm folyóvizei, öntöző csatornái és tavai leapadtak, kútjai kiszáradtak és az itt lévő települések jó része lakatlanná vált, mi több, több települést homok lepett el. Ez együtt járt az eredeti növényzeti övek eltolódásával, a sivatagosodással, a háziállatok elpusztulásával, ami a népesség pusztulását és elvándorlását idézte elő. A víz nélkül maradt emberek elhagyták a térséget és az itteni birodalmak meggyengültek. Az ujgur birodalom 750 körül összeomlott, és ők más népek területére költöztek nyugat

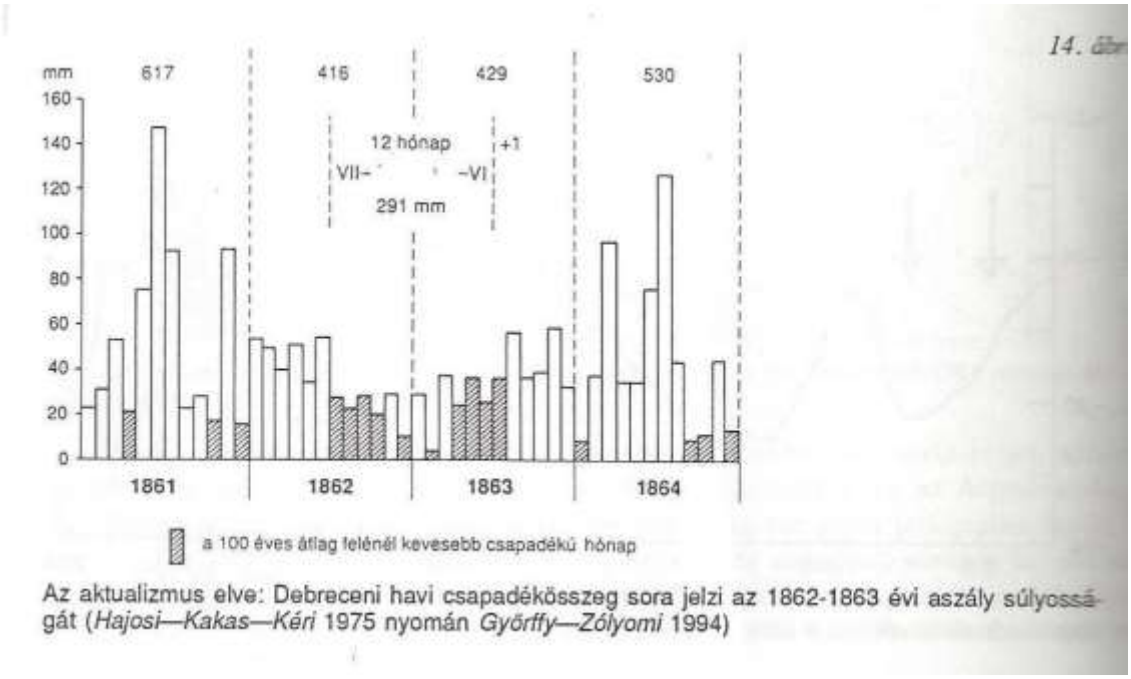
felé. Ezzel elindították a „kései népvándorlást” Ennek tudhatók be a nyugat-szibériai sztyeppén a 8. század derekán észlelhető népmozgások, amelyek a magyarság Dontól nyugatra vándorlását is kiváltotta. Ugyanekkor a kálizok java része az Aral-tó vidéki városaikat elhagyták, azok puszta területté váltak és a Volga torkolatához vonultak, a kazár főváros, Etil közelébe, vagy épp Etilben telepedtek le. A sztyepp Volga környéki területeinek időjárási viszonyait a Kaszpi-tenger szintjének ingadozása alapján lehet vizsgálni. A vízszint változása a népvándorlás korában két alkalommal mutat szárazságra utaló süllyedést. Kr.u. 300 táján meredeken süllyed és egy átmeneti javulást követően, ami 450 körül volt, csak 600-650 között emelkedett a régi magasságára. Közép-Ázsiában 350 körül jelentek meg a Kína határvidékéről nyugatra induló hunok, akik 375-ben lépték át a Volga vonalát. A Kaszpi-tenger vízváltozása, ismét jelentős száraz periódust mutat 750-800 között, és ugyan a 10 században erősen emelkedett a vízszint, a régi vízmagasságot csak a 13. századra érte el. Meg kell jegyezni, hogy a Kaszpi-tenger vízszintje leginkább a Volga folyó hatalmas vízgyűjtőjén lehullott csapadéktól függ, így a vízingadozás nagyobb terület éghajlati változásait mutatja.



14. ábra
(Győrffy György – Zólyomi Bálint 1996)

Az éghajlat változásának, főleg a csapadék változásának hatásait Teleki Pál kutatta. Ő kimutatta, hogy 35% körüli csapadékcsökkenés az állatállomány 15%-ának pusztulását idézi elő. 55%-os csökkenés már csak az állatállomány 1,3%-át tudja eltartani. Tudni kell, hogy 5 juh legelőterülete kell 1 ló, vagy szarvasmarha eltartásához. Az állatállomány pusztulásának szemléltetésére álljon itt néhány 19. századi magyar példa. Az 1860-as években hazánkat jelentős szárazság sújtotta. Ekkor az Alföld állatállományának 90%-a pusztult el. 1861-1863 között Túrkevén a szárazság miatt a szarvasmarha állomány 88%-a, míg a juh 94%-a pusztult el. Ekkor a magyar lakosság az éhínség miatt el is vándorolt Erdély felé Biharba, az otthon maradottakat

pedig skorbut és a tífusz pusztította. A kutak apadása miatt, azok vize sok helyen megposhadt. Mind ezt pedig csak néhány év szárazsága váltotta ki.



Az aktualizmus elve: Debreceni havi csapadékösszeg sora jelzi az 1862-1863 évi aszály súlyosságát (*Hajosi—Kakas—Kéri* 1975 nyomán *Győrffy—Zólyomi* 1994)

15. ábra
Győrffy György – Zólyomi Bálint (1996)

Tehát, mint fentebb írtam, az avar birodalom pusztulását nem csak a frankok idézték elő, hanem a katasztrofális időjárási viszonyok is. 750 és 800 között a 43 szélességi fok felett mindenhol érezhető volt egy száraz periódus. A Kárpát-medence félnomád, részben letelepült népei, avar-bolgár, gepida és szláv társadalmai állattartáson

16. ábra
(Győrffy György – Zólyomi Bálint 1996)

és az azzal összefüggő földművelésen alapult. Az avarok főleg juh, marha és lóhúst ettek, amit tejtermékek és gabonából előállított élelmek egészítettek ki. A csapadékhiány miatt azonban kiszáradtak a legelők. Az állatok elhulltak, ami szinte lehetetlenné tette a földművelést is

az igaerő elvesztése miatt. A fátlan síkságon csak egy-egy folyó vagy patak mentén maradt kevés legelő. A halastóként működő morotvák is adtak némi halat. Egyedül csak a szőlőtermesztés volt fenntartható, főleg Pannoniában és a Szerémségben. A 8. század derekától a Kárpát-medencében is érezhető szárazság épp úgy tönkre tette az avar birodalmat, mint a maják „államát".

A csapás főleg a kárpáti alföldeken élő avarokat és a velük élő gepidákat, szlávokat és bolgár-törököket érte. Jellemző, hogy a 791-ben Győrig behatoló frank csapatok lóállományának 90%-a is elhullott a szárazság miatt. Az avarok állatai is elhullottak és annyira meggyengültek, hogy 792-795 között az avarok között polgárháborúhoz vezetett. 796-tól kezdve már nem is tudnak ellenállni a frankoknak. A Kárpát-medence síkvidéken élő népességének egy része a 8. században behúzódott az erdős-hegyvidékre a Felvidék hegyeibe. A mondák szerint lakosság egy része a Meotis mocsaraihoz vonult kelet felé. Az éhhalál elől menekülők északkelet felé ténylegesen a Dnyeszter tájáig jutottak. Az események után 250 évvel íródott orosz krónikák szerint az avarok útra keltek a Dnyeszter felé, és lovak helyett 3-5 asszonyt fogtak a szekerek elé. Más csoportok a Kárpát-medencéből a csapadékosabb Adriai-tenger partja felé vonultak, Szlavóniába illetve a mai Horvátország területére. A horvátok és avarok harcáról Bíborbanszületett Konstantin császár ír. Mások Alsó-Ausztriába menekültek, illetve Keszthely környékén csoportosultak, mivel itt aszály ellenére is megfelelő volt a csapadék mennyisége. Meg kell azonban jegyezni, hogy kimutatták, hogy ezen száraz periódusban a Balaton vize 1,5-2 m-rel lecsökkent. (Győrffy Gy. 1997) A 9. század környékére azonban már Bajor-Karintián is elnéptelenedett (Pannonia nyugati része). Ezért a források a Nagy és Kis-Alföldről rendre, mint az avarok pusztaságairól írnak. Sok avar beolvadt a frankok közé, míg mások a bolgároknak hódoltak be. Feltételezik, hogy egyes csoportjaik Erdélybe vonultak és talán az ő maradékaik a székelyek. Bár a székelyek eredete igen vitatott a történészek körében. Csak igen kevés lakosság vészelte át a szárazságot a folyók mentén. A túlélő népet várkonyként ismerjük. A környező szlávok közé menekült gepidák (teut-ok) elszlávosodva, ma tótokként élnek. (Győrffy Gy.-Zólyomi B. 1996)

Az avarok korában bekövetkezett száraz periódusról, ami lokális migrációt idézett elő közvetett irodalmi forrás is a rendelkezésünkre áll. Egy bizonyos R. betűjelű klerikus Dado verduni püspökhöz (kb. 880–923), a 900 utáni években írott levelében az addig soha nem hallott Hungri nevű magyarok eredetéről értekezik. Bibliai és an-tik irodalmi magyarázati kísérletek után felveti, hogy a népnév a német Hunger 'éhség' szóból is levezethet ő. Az éhségről a következő történet jut eszébe: „Elmesélem, mit hallottam az idősebbektől, amikor ennek az átkozott népnek a neve a mi környezetünkben először elhangzott, akár hiteles történet az, akár mese. Igen hatalmas éhínség tört be egykor egész Pannóniába, Isztriába és Illíriába és a szomszédos népekre." Az általa ókori országnevekkel jelölt térség pontosan fedi a megszűnt Avar Birodalom területét, s így az, az avarság 8. századi belső viszonyaira vonatkoztatandó. A levélszerzője szerint az éhséget átvészeltek kapták a Hungri nevet. A szárazság ellen alighanem az igénytelenebb szláv csoportok könnyebben tudtak védekezni, mert a hegylábi bükk- és tölgyerdők mellé húzódva sertéseiket makkon tarthatták, az itteni irtásokon karcoló ekéikkel rozst termeszthettek, méhészkedhettek és halászhattak. Ez lehet az oka annak, hogy a Kárpát-medence korai szláv helynévanyaga az ilyen életformának megfelelő erdős és vízjárta vidékekre korlátozódik. Az Avar Birodalom felbomlásában a politikai okok mellett környezeti tényezők is szerepet játszottak, ugyanakkor némileg árnyalja a képet egy újabb paleoökológiai kutatás (geokémiai és palinológiai vizsgálat), amely nem feltételez szélsőséges klímaváltozást Nagybárkány térségében (Cserhát, Észak-Magyarország), a késő 8. század időszakában (Vadas A.- Rácz L. 2010).

A magyarság a 9. században 837 körül a Dnyeppertől keletre lakott, de 860 körül a népvándorlás hulláma már őket a Dunáig nyomta nyugatra. Etelköz (Ukrajna- Moldva- Keleti Havasok térsége) területe a száraz periódusban a folyók miatt, illetve a hűvösebb erdőségek

következtében alkalmas volt a földművelésre és az állattenyésztésre, legeltetésre. A magyarok eljutottak Harkov és Kijev térségében és feltehetőleg már ekkor felkereshették Dél-Moldva és Havasalföld legelőit a Kárpátok és a Hargita között fekvő csíki és Feketeügy-barcasági medencében. 892-893 között a térségben katasztrofális fagy volt télen. Ekkor befagytak a nagy folyók és a Volga és Don könyök feletti szakaszon az úzok által megtámadott besenyők rátámadhattak a magyarokra, ami előidézte a magyarság Kárpát-medencei térhódítását, a magyar honfoglalást. A besenyő támadás a magyarokat éghajlati szempontból jókor érte, mert a 9. század végén a Kárpát-medence csapadékosabbá vált. Így a szárazabb területekről érkező magyarok, itt kedvező területekre lelhettek. (Győrffy Gy.-Zólyomi B. 1996)

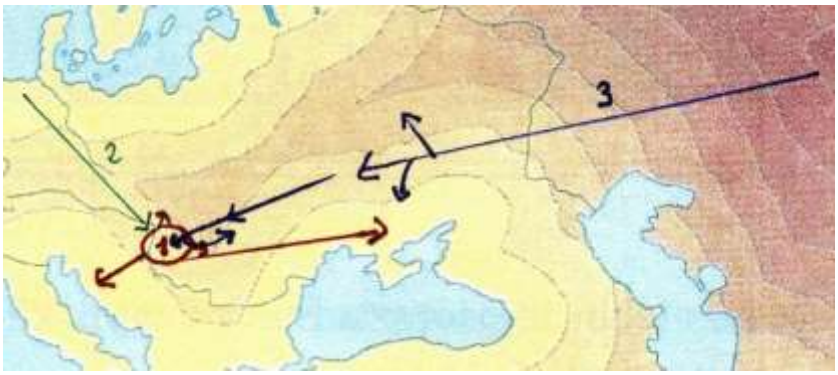
A 8-12 század időjárási változásai több millió ember elvándorlását idézték elő, úgy az amerikai kontinensen, mind Európában. Az eurázsiai népvándorlás okai mögött nem csak a Kína határában lezajlott hun-kínai, illetve türk összecsapások állnak, hanem az időjárás változásai is.

Ezen eurázsiai népvándorlás utolsó hullámának lehet tekinteni a mongolok nyugati térhódítását, amit mi tatárjárásként ismerünk és ami már a 13. századba nyúlik bele. A kutatók feltételezték, hogy a mongolok és segédnépeik mozgását a hatalmas szárazság idézte elő. A 12-13. századi kínai és tibeti feljegyzések aszályról szólnak a térségében. A 13. század közepéig általában meleg nyarú és enyhébb telű éveket feltételeznek a klímakutatások, bár igen eltérő adatok léteznek a kor csapadékmennyiségére vonatkozóan. Ugyanakkor a kelet-európai vizsgálatok inkább száraz periódust feltételeznek a klímaoptimum idején, különösen pedig annak első felében. E szerint 900 és 1250 között a Kaszpi-tenger vízszintje kifejezetten alacsony volt a 20. századihoz képest, és csak azt követően kezdett el emelkedni, igaz, akkor igen gyors ütemben. Az Aral-tó vízszintje szintén kifejezetten alacsony volt 900 és 1150 között, majd egy rövid nedvesebb periódus után az egyik legalacsonyabb vízállását produkálta 1220 körül. Az időjárásban igen nagy hőmérsékletingadozás figyelhető meg, különösen télen. Az 1204-1205, és 1233-1234 tele kifejezetten hideg volt, míg például 1236-1237 tele kifejezetten enyhe, hogy aztán az 1241-1242-es tél megint dermesztően hideg legyen. A történeti klimatológiai kutatások alapján a 14. század első fele (1300-as évek eleje) a hidegebb telek mellett a leghűvösebb nyári időszakok között van az elmúlt ezer év klímatörténetében. Kimutatták, hogy a nyár nélküli éveknek nevezett hűvös, csapadékos időszakok általában elkerülték a kelet-közép-európai területeket, és csak a nyugati, észak-nyugati területekre korlátozódtak Európában. Tovább árnyalja a képet, hogy a 14. század végén a Kaszpi-tenger vízszintje 8 méterrel magasabb volt mind a 20. századinál, mind a középkori kis klímaoptimum előttinél (ez jelentős csapadékmennyiségnövekedésre enged következtetni). (Vadas A.-Kiss A. 2009 és Mara, Hvistendahl 2012)

A fent említett időjárás változásokat hozták kapcsolatba az Európára zúduló mongol hadak támadásával.

Az újabb kutatások a mongol inváziót vagy közismertebb nevén a tatárjárás okának nem a szárazságot tartják, hanem annak épp ellenkezőjét. Ezt közel 30 szibériai vörösfenyők / Pinus sibirica/ dendrokronológiai vizsgálata után állapították meg. (Mara, Hvistendahl 2012) Az állandó esőzések és a meleg idő biztosította azt az erőforrást, amelynek birtokában a mongolok képesek voltak kiterjeszteni fennhatóságukat Eurázsia egy részére: ez pedig nem volt más, mint a dúsan növő zöld fű, ami táplálékát adta a hódítók lovainak. Kimutatták, hogy Dzsingisz kán (1162-1227) alatt például volt egymás után 15 olyan év, amikor Közép-Mongóliában a csapadék mennyisége sokkal magasabb volt a sokévi átlaghoz képest. (Pederson N. 2014)

Három – nemrégiben felfedezett – fagyűrű „őrizte meg" Mongólia időjárását egészen 657-ig visszamenőleg, amiből a kutatók végül levonták következtetéseiket. A National Science Foundation és a National Geographic Society által támogatott kutatásból az Amy Hessl dendrokronológus által vezetett csapatnak sikerült rekonstruálnia a középkori Mongólia klímaviszonyait.



17. ábra
1. avarok vándorlása a 700-as évek végén, **2.** longobárdok vándorlása 450-480 körül, **3.** mongol (tatár) hódítás iránya a XIII. század végén

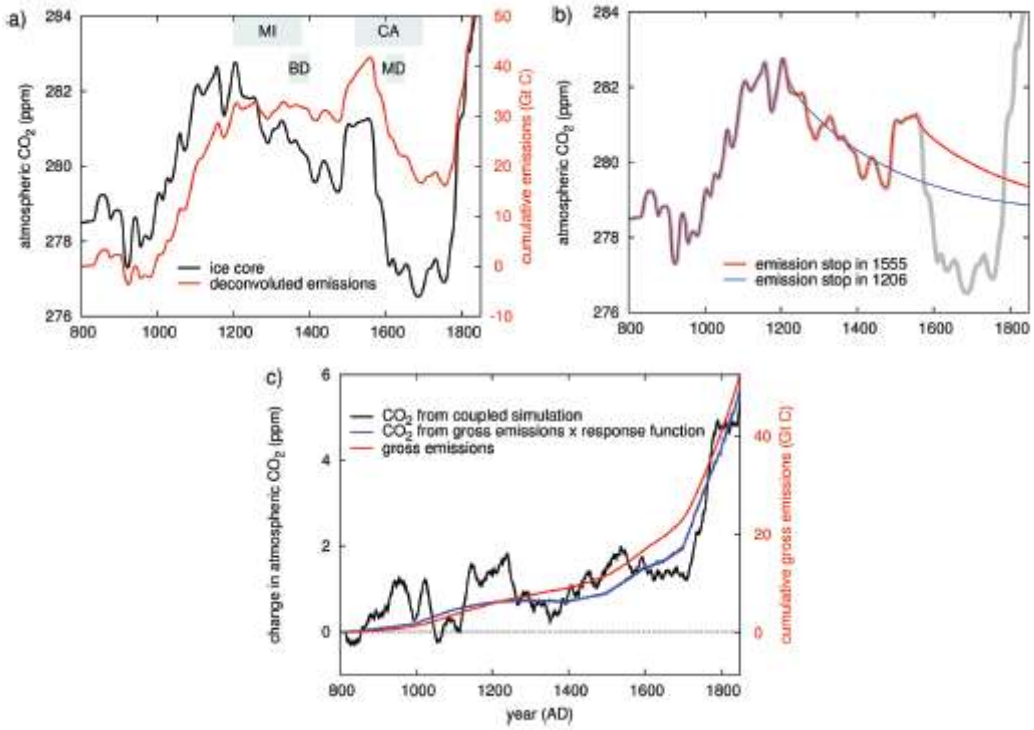
Az egyik 657-re keltezett fagyűrű azért is fontos, mivel ebben az időben emelkedtek fel a mongolok. Az eddigi kutatásból kiderült, hogy a jelzett periódusban igen csapadékos idő lehetett (erre utal a széles fagyűrű), ami igen jótékony hatást gyakorolt a sztyeppéken a fű növekedésére; mindez azt eredményezte, hogy még több állatot – különösen lovat – tudtak tenyészteni és ellátni a mongolok.

Az állatok etetése – mindegyik mongol harcosra fejenként tíz ló jutott – hatalmas kihívást jelentett a hódítók számára, de a megfelelő mennyiségű csapadékkal ezt könnyen biztosítani lehetett. A mongolok kihasználva a kedvező időjárást, az 1220-as évektől kezdve rázúdultak Európa keleti részére (1223 Kalka melletti csata, 1241 muhi csata), majd politikai okok miatt onnét részben kivonultak, így például Magyarországot is elhagyták. Terveikben azonban szerepelt a térség teljes meghódítása. Ebben azonban, a Mongol Birodalom belső feszültségei mellett az időjárás számukra kedvezőtlenebbé válása is megakadályozta őket.

Ulf Büntgen és kutatótársai azt feltételezik, hogy az 1241-1242-es magyarországi hódításoknak is egy helyi klimatikus kilengés vetett végett és a tatárok a térséget ezért hagyták el. A kutatók szerint az 1241-es hűvösebb nyár és az 1242-es téli rendkívüli hideg tette lehetetlenné a mongol lovak élelmezését. (Büntigen U. 2016) Ha megnézzük Réthly Antal alapvető időjárási munkáit, akkor olvashatjuk, hogy 1241 - 1242-ben a térségben rendkívüli éhínség volt. Ez jórészt a tatár pusztítás eredménye, de már a termés a tatárok megérkezése előtt sem lehetett jó. Az 1241-es termés jó részét pedig egy rendkívüli sáskajárás pusztította el. A rossz időjárás miatt az ország északi régióiban csak a káposzta, fűfélék és gyökerek teremtek meg. A Szepességben 3 évig a földeken nem szántottak és nem is vetettek. A tatárok 1242 tavaszán hagyták el Magyarországot. Mozgásukat nagyban nehezítette az átfagyott és akkor kiolvadó talaj okozta sárrengeteg és mocsárvilág. A magyar gazdaság csak igen lassan, 1256-ra állt helyre. (Réthly A. (1962) A fentiek alapján valóban elképzelhető, hogy a tatárok teljes visszavonulását elősegítette az, hogy a térségben se az emberek, se a lovak nem találtak megfelelő mennyiségű élelmet.

1258-ban, az egész világ klimatikus viszonyait megváltoztató vulkánkitörések miatt hideg, száraz idő köszöntött Mongóliára, két évre rá pedig a mongolok a mai Peking városának területére költöztették főhadiszállásukat és evvel a nyugati irányú terjeszkedésük véget is ért. (Múltkor 2012) 2003-tól kezdve fokozatosan előtérbe került a légköri CO2 szint vizsgálata. Kimutatták, hogy a tatárjárás idején abban jelentős eltérések találhatóak, ugyan is ekkor a CO2 szintben csökkenés mutatható ki. A csökkenés mértéke 1200-1470 között 3,0 ppm volt. Viszont épp a tatárjárás idején egy rövidebb periódusban, a CO2 szintben emelkedést tudtak kimutatni, amiből csapadékosabb időszakra lehet következtetni. Azonban a fentebb említett vulkánkitörés a

térség éghajlati viszonyait jelentősen átalakította. (Pongrazt Júlia etc. 2011, Havas Virág Fanni 2014)



18. ábra
A CO2 szint változásai
(Pongratz Júlia 2011)

A kis jégkorszak

Kis jégkorszaknak nevezzük a kb. 1300-1850-ig terjedő időszakot, bár a kutatások azt mutatják, hogy a lehűlés területenként más és más időpontban vehette kezdetét. Ezt a fogalmat az amerikai Francois E. Matthes vezette be 1939-ben a kaliforniai Sierra Nevadában folytatott kutatásai alkalmával a késő holocén, hozzávetőlegesen az utóbbi négyezer év lehűléseinek és gleccser előnyomulásának meghatározására. Az 1960-as évektől kezdve azonban ezt a fogalmat már csak a holocén utolsó lehűlésének megnevezésére használjuk. Míg a pleisztocén jégkorszakban 2-3 °C-os lehűléssel számolhatunk, addig a kis jégkorszakban ez 0,6-0,8 °C-volt. (Rácz Lajos 2016)

A klímakutatók kimutatták, hogy például Skandináviában a lehűlés már 1200 körül megindult, és már a XIII. század első évtizedeiben az atlanti partvidéken megerősödtek a viharok és tengerárak. A Kelemen-havasokban pedig a lehűlés már 1250-től kimutatható. (Pinke Zs. 2015) Ez az európai történelem egy igen mozgalmas időszaka volt a „kis jégkorszak", hisz ekkor zajlott a százéves háború (1337-1453), a török háborúk (1366-1718) és a harmincéves háború (1618-1648) és a napóleoni háborúk (1796-1815).

Ebben az időszakban az átlaghőmérséklet Nyugat-Európában 1-2 °C-kal, világszerte pedig 0,5-1 °C-kal maradt el a XX. század közepén (1961-1990) mért átlaghőmérséklettől. Habár, mint fentebb írtam, Rácz Lajos ennél kicsivel kisebb mértékű lehűlést feltételez. Németalföldön 1315-től egészen a következő évtized elejéig gyakoriak voltak a nagy esőzések, ami miatt rendszeresen odaveszett a termés, ami éhínséget okozott. Más kutatók viszont 1430-tól veszik kezdetét ezen időszaknak. A végét szinte mindenki 1850 környékére teszi, pedig ekkor voltak

legnagyobbak az európai gleccserek. Ezért, például Rácz Lajos a kis jégkorszakot egészen 1895-ig kitolja. A XVI. század második felétől a tél rendre novembertől márciusig tartott. Az Alpokban a fahatár a mainál 100-200 m-rel lejjebb volt, míg 1350-1380-ban a gleccserek igen megnőttek. Míg Nyugat és Észak-Európában a csapadék okozott gondot, addig Kelet-Európát hatalmas szárazságok sújtották.

A kialakult éghajlati anomáliákat Európa népessége igen csak megsínylette. Észak-Európában ezt a korszakot jelentős népesség növekedés előzte meg, ami azt jelentette, hogy a népesség elérte az akkori körülmények közötti mezőgazdaság által eltartható populáció csúcsát. A térség ezt a populációt gyors növekedéssel érte el. Míg például Angliában a XI. században csak 1.4 millióan éltek, addig 1300-ban már 5 millión. A francia térségben 6.2 millióról 17.6 millióra nőtt ezen időszakban a populáció. Így, Észak-Európában a kis jégkorszakban a XIV. század végén már mintegy 70-80 millió emberrel számolhatunk. Közben a kivándorlási utak is kezdtek bezáródni. 1340 körül az északi viking hajózási utak végleg befagytak és Grönland lényegében lakhatatlanná vált az európai kivándorlók számára.

A lehűlés hatására Skandinávia nagy része, az Alpok lejtői és Brit-szigetek északi területei művelhetetlenné váltak, de az esőzések miatt komoly károk keletkeztek Nyugat és Észak-Európában is. Például az 1696/97-es nagy finnországi éhínség során az ottani populációnak közel 1/3-ad része halt éhen. Észak-Európában a lehűlés alatt az árpa, zab, bab és borsó hozama az addig megszokottnál a 15-20%-al maradt el.

(Fagan, Brian 2002)

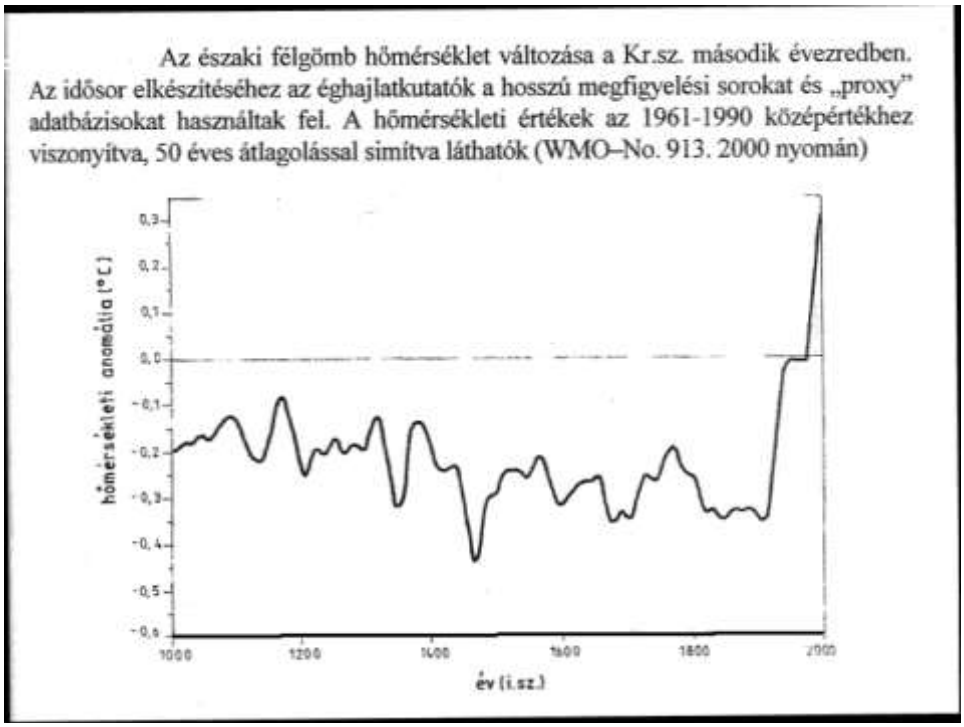
Magyarországon 1300-1540 között igen csapadékos periódus mutatható ki a Tiszántúlon. Ezen időszakban a folyóvizekhez közeli települések és temetők valamint templomok sokkal magasabb térszintre költöztek, mint voltak az Árpád-korban (896-1301). Ezt a csapadékos periódust a Bükk hegység cseppköveinek vizsgálata is megerősíti. A vízszintemelkedés a Duna és a Balaton térségében is kimutatható a középkor során.A Balaton ekkor a mai 104 cm-es átlag vízmélységhez képest 107 cm-en állt. (Pinke Zs. 2015, Szemes É. 2015, Rácz Lajos 2016)

Talán a leghidegebb periódus 1550 és 1740 között volt. Nem véletlen, hogy az oszmán hadseregek október 17-én minden évben befejezték az európai hadiszezont és téli pihenőre vonultak. A nyarak hűvösek voltak, míg például Hollandiában ősszel gyakran pusztított vihardagály. A XIII-XIV. században a vihardagályoknak 2-300 000 ezer ember esett áldozatául Hollandiában és Németországban. Az 1421 és 1446-os vihardagályok 200 ezernél több emberéletet követeltek, míg az 1570 novemberében lecsapónak Bretagne és a Friz szigetek vonzáskörzetében 400 ezer áldozata volt. A rendkívüli időjárási környezetnek hatására keletkeztek azok a hatalmas, akár 40-60 csomót (1 csomó 1.852 km/h) is elérő viharok is 1588-ban, amik a spanyol armada pusztulásához vezettek.

A kis jégkorszak idején a telek Svájcban átlagosan 0,4 ^{o}C-kal voltak hidegebbek, Magyarországon azonban csupán szerény mértékű téli lehűlés mutatható ki. A telek a 20. századi referencia-időszakhoz hasonlóak voltak 1520-1545 és 1602-1650 között Közép-Európában, míg 1565-1595 és 1687-98 között emlékezetesen hideg telek voltak. Európa nagy területeit újra és újra jeges, kontinentális légtömegek árasztották el. Ezek a telek még a Földközi-tenger központi térségeibe is hideget és nagy hótömegeket hoztak. A hideg éghajlati rendszer folyamatosan haladt nyugatról kelet felé. Meg kell jegyezni, hogy a Dél-Amerikai Huanyaputina vulkán 1600.03.05-i kitörése átmenetileg még jobban erősítette a lehűlést a hatalmas mennyiségű légkörbe került hamu miatt. Oroszországban 1601 igen hideg év volt, ami éhínséget okozott. Igen hideg volt 1600-1602 között Észtországban, Svájcban, Lettországban, de Franciaország és Németország mezőgazdasága is megsínylette. De hatását érezni lehetett Peruban, Japánban és

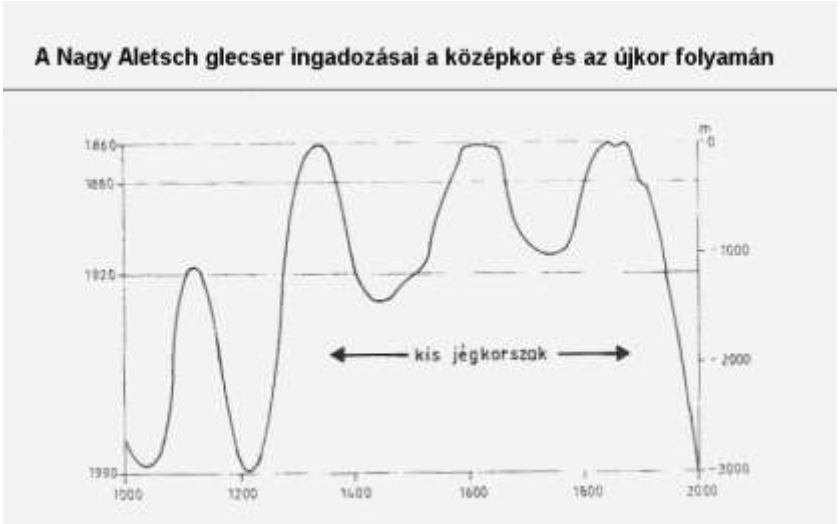
Kínában is. Meg kell jegyezni, hogy a nagyobb vulkánkitörések mindig befolyásolják időlegesen bolygónk éghajlatát, akár 1-2 évig is. Voltak azonban enyhe telek is, mint például az 1636-os és 1637-es tél, ami igen meleg volt. Az enyhülés, akárcsak a lehűlés, nyugatról kelet felé haladt. 1697-ben Angliában, 1704-ben Svájcban és a dél-német területeken, 1714-ben Magyarországon szakadt meg a hideg telek sorozata, bár időről időre felléptek kemény telek is. Viszont a XVIII. században Magyarország ismét nagyon csapadékossá vált, ami például 1751-ben Szerep falu népeségét átköltözésre bírta egy magasabb térszintre. Az 1789-es francia forradalom hátterében pedig egyértelműen az éhínség és a rendszeres rossz termésátlag mutatható ki. (Rácz Lajos 2005, Fagan, Brian 2002, Pinke Zs. 2015) A XIX. század eleji hidegre jellemző, hogy 1814-ig például Londonban minden télen vásárokat lehetett rendezni a Temze folyón.

A lehűlést világviszonylatban lehetett érzékelni. Ezt lehet kimutatni például a XVII. és XVIII. század során az Alpok, Izland, Skandinávia, Alaska, Kína, Déli-Andok és Új-Zealand gleccsereiből. Az 1640-es években például Japánban és Koreában a rossz rizstermés okozott éhínséget. (Fagan, Brian 2002)



19. ábra
Kis Jégkorszak (Net 22.)

Európa klímájára a Nap aktivitásának három minimuma is hatással volt ebben az időszakban: a 70 évig tartó Maunder-minimum 1645-1715 között, a Spörer-minimum körülbelül 1415-1510 között, valamint a Dalton-minimum 1795-1820 között. Talán pont ezért, egyes kutatók 2030-ra a Naptevékenységet figyelembe véve, nem további felmelegedést várnak, hanem esetleg újabb drasztikus lehűlést.



20. ábra
Kis Jégkorszak (Net 22.)

A kis jégkorszakban Afrika számos régiójában jelentősen megváltozott a monszun által szállított csapadék mennyisége, valamint annak a térben és időben történő eloszlása. Ez a csapadék mennyiség és eloszlás határozza meg a Szahel marhatenyésztő övezetének és a szavanna közötti terület népességének vándorlását. (Rácz Lajos 2016)

Nem célom a Kis Jégkorszak részletes ismertetése, de feltűnő, hogy ezen időszakhoz alig köthető nagyobb migrációs hullám, noha csökkentek a termésátlagok és gyakorta voltak éhínségek és egyéb katasztrófák, amik okát a megváltozott időjárásban lehet megtalálni. Viszont a legvégén egy jelentős klímamigrációs hullámot idézett elő. 1810 körül ismét jelentős lehűlés volt, ami főleg a Brit-szigeteket sújtotta. Különösen hűvös és nedves volt az 1846-os év, amit csak súlyosbított az Amerikából behurcolt burgonyavész. Hatéves éhínség és az evvel járó fertőző betegségek, pl. tífusz több mint egymillió ír életét követelte, ami hatalmas kivándorlási hullámot indított el az USA-ba. (Fagan, Brian 2002)

Felvetődik a kérdés, hogy ha Európát ilyen fokú természeti csapás érte, miért csak a korszak végén indít el klímamigrációt. Választ erre a kérdésre talán a tömegtájékoztatásban, illetve a vándorló népek letelepedésében kell keresni. Az eurázsiai népvándorlás a tatárok (mongolok) 1240 utáni letelepedésével végleg véget értek. Ekkorra lényegében kialakult Európa és annak létrejöttek belső határai. Az emberek java saját szűkös életterületére lett korlátozva, kivéve a kereskedőket és a hadseregek tagjait. A tömegtájékoztatás igen gyér és lassú, aminek következtében a népesség leginkább csak közvetlen környezetét ismerte. Az átlag lakós 2-3 falunál messzebb nem látott, de még a „világlátottak" is leginkább saját grófságukban, megyéjükben, 50-150 km-es térségükben gondolkodtak. Mivel ezen látókörben pedig szinte mindenütt azonosak voltak az életkörülmények, nem volt indokolt nagyobb migráció megindulása. A XVIII század végére, XIX. század közepére viszont felgyorsult és kibővült a tömegtájékoztatás, és a közlekedés, minek következtében megindulhatott a nagyobb mérvű kivándorlás Európából Amerikába. Ez lehetett az oka annak, hogy csak ekkor indult meg egy igen jelentős klímamigráció. 1770-ben már 30 ezer kivándorló indult Írországból Észak-Amerikába. 1816 és 1850 között Európát közel 5 millió ember hagyta el. Ennek legnagyobb a felét az írek tették ki.

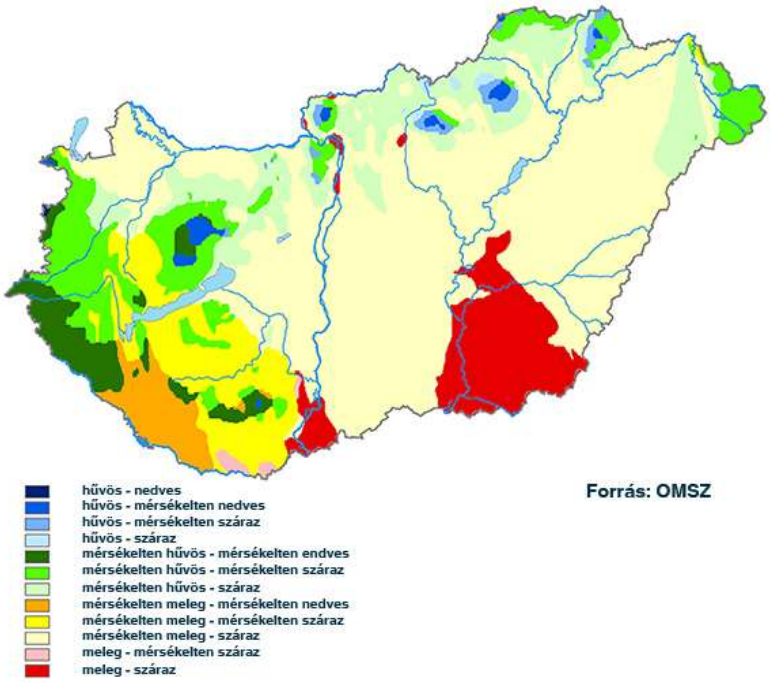
Természetesen a klímamigráció mellett, igen sok a gazdasági és állami okok miatti migráns is a XIX-XXI. sz-ban. Ők vagy önszántukból, vagy állami, esetleg háborús okokból kényszerülnek lakhelyük tartós elhagyására. Erre legyen pár példa a méretek érzékeltetésére. A

gazdasági migráció 1830-1920 között Európából Amerikába 55-70 millió fő volt. 1834-1937 között 30-45 milliós kiáramlás történt Fidzsi, Malájföld, Burma, Trinidad stb. felé az ázsiai kontinensről. 1917-ben Oroszországon belül Szibériába 3-4 millió fő lett áttelepítve. 1929 után Ukrajnából Szibériába 2-3 millió fő került áttelepítésre. 1927-1953 között 10 millió fő az Oroszországon belül áttelepítettek száma összesen. 1905-1941 között Holland Kelet Indiából (Jáva), Dél-Szumátrára 200 ezer fő lett átirányítva. (J.R.McNeill 2011) De nem feledkezhetünk meg az Izraelből elűzött és most Libanonban és máshol menekülttáborokban élő mintegy 2 millió palesztinról sem. 2015-ben háborús és klímaváltozási okok miatt 65 millió ember van úton. Ezek többsége még csak kis távolságokat tett meg, de sokan már elérték Európát is. Jelenleg még a gazdasági migráció jelentősebb a klímamigrációnál, de az előrejelzések alapján 2050 körül meg fog változni ez a helyzet.

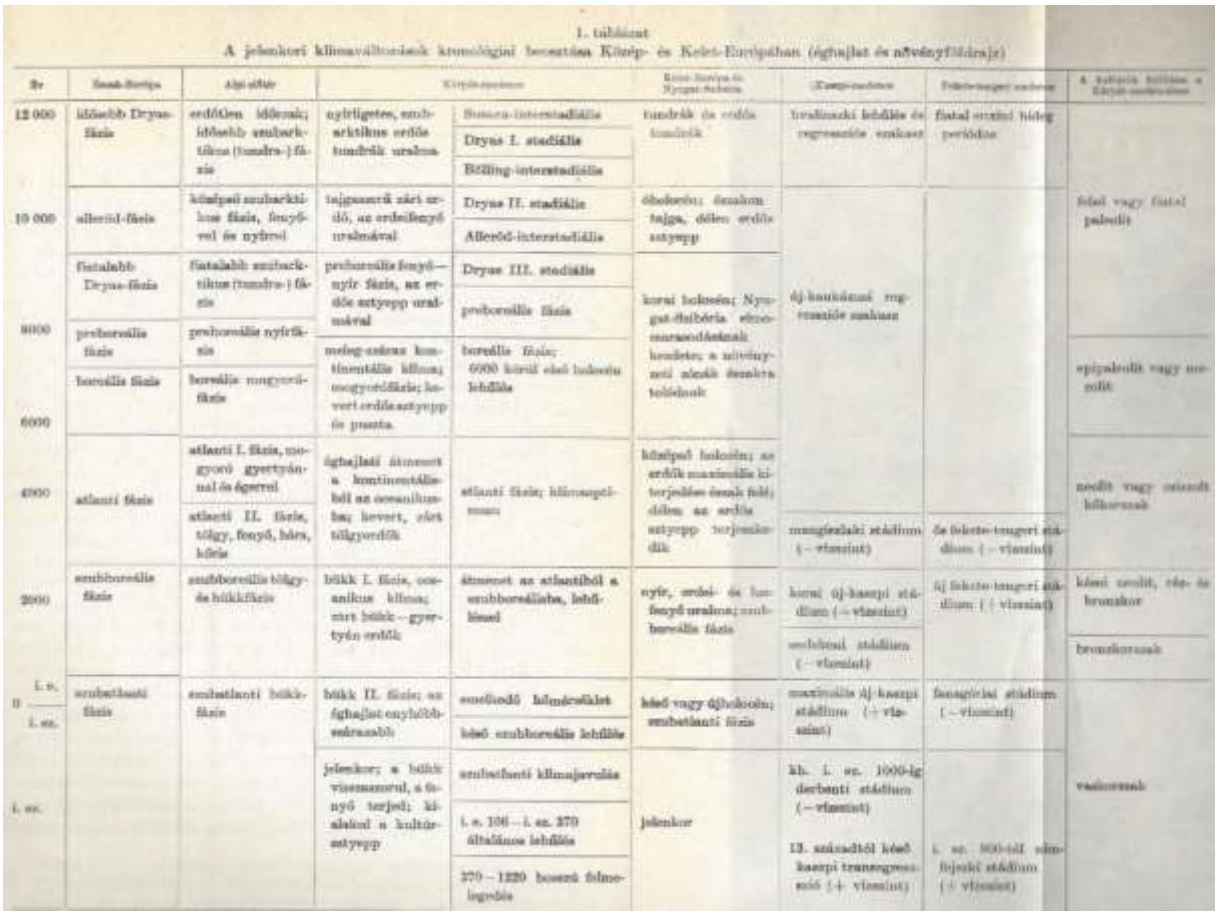
Időjárási előrejelzések és migráció a Kárpát-medencében

A Kárpát-medence a Kárpátok által védett olyan térség, ahol három éghajlati terület is jelen van. Ez az óceáni, kontinentális és a mediterrán. A térség elsődleges jellegzetessége a szélvédettség. A terület az északi mérsékelt övezet középső sávjában terül el, az északi szélesség 45 fok 45 perc - 48 fok 45 perc és a keleti szélesség 13 fok 75 perc -25 fok 50 perc között. Az északi-atlanti áramlás óceáni hatást gyakorol, ami az

évi középhőmérsékletben mintegy 1-1.5 fokos + anomáliát okoz.



21. ábra



1. táblázat
A jelenkori klímaváltozások kronológiai beosztása Közép- és Kelet-Európában (éghajlat és növényföldrajz)

Év	Észak-Európa	Alpi előtér	Közép-európai	Nyugat-Európa	Közép-európai	Földközi-tengeri térség	A Kárpát-medence és Közép-európai
12 000	idősebb Dryas-fázis	erdőtlen időszak; idősebb szubarktikus (tundra-) fázis	nyirligetes, szubarktikus erdős tundrák uralma	Bonsa-interstadiális	tundrák és erdős tundrák	hosszú szárazsági időszak; fiatal orosz hideg periódus	
				Dryas I. stadiális			
				Bölling-interstadiális			
10 000	alleröd-fázis	középső szubarktikus fázis, fenyővel és nyírrel	tajgaszerű zárt erdő, az erdőhegyek uralmával	Dryas II. stadiális	óbolorétor; északon tajga, délen erdős sztyepp		fokozatosan felmelegedő, fiatal palaeolit
				Alleröd-interstadiális			
	fiatalabb Dryas-fázis	fiatalabb szubarktikus (tundra-) fázis	preboreális fenyő—nyír fázis, az erdő sztyepp uralmával	Dryas III. stadiális			
8000	preboreális fázis	preboreális nyírfázis		preboreális fázis	korai holocén; Nyugat-Európa elmocsarasodásának kezdete; a növényzeti zónák északra tolódnak	új kontinentális regresszió uralma	
	boreális fázis	boreális nagyerdőfázis	meleg-száraz kontinentális klíma; nagyerdőfázis; kevert erdős sztyepp és puszta	boreális fázis; 6000 körül első holocén lehűlés			epipaleolit vagy mezolit
6000							
4000	atlanti fázis	atlanti I. fázis, nagyerdő gyertyánnal és égerrel	éghajlati átmenet a kontinentálisból az óceanikusba; hevert, zárt tölgyerdők	atlanti fázis; klímaoptimum	középső holocén; az erdők maximális kiterjedése északi felé; délen az erdős sztyepp terjeszkedik	mediterrán stádium (→ vissza!)	de fekete-tengeri stádium (→ vissza!)
		atlanti II. fázis, tölgy, fenyő, hárs, kőris					neolit vagy eneolit kőkorszak
2000	szubboreális fázis	szubboreális tölgy- és bükkfázis	bükk I. fázis, óceanikus klíma; zárt bükk—gyertyán erdők	átmenet az atlantiból a szubboreálisba, lehűlések	nyír, erdei- és lucfenyő uralma; szubboreális fázis	korai új-kaszpi stádium (→ vissza!)	új fekete-tengeri stádium (→ vissza!)
						szubboreál stádium (→ vissza!)	kései eneolit, réz- és bronzkor
i. e. 0	szubatlanti fázis	szubatlanti bükkfázis	bükk II. fázis; az éghajlat enyhébbé válik	emelkedő hőmérséklet	késő vagy újholocén; szubatlanti fázis	maximális új-kaszpi stádium (→ vissza!)	fanagyrási stádium (→ vissza!)
i. e.				késő szubboreális lehűlés			bronzkornak
i. sz.			jelenkor; a bükk visszaszorul, a fenyő terjed; kiválóan a kultúrsztyepp	szubatlanti klímajavulás	jelenkor	kb. i. sz. 1000-ig derbenti stádium (→ vissza!)	vaskornak
				i. e. 100 – i. sz. 370 általános lehűlés			
				370 – 1220 közötti felmelegedés		13. századtól késő kaszpi transzgresszió (→ vissza!)	i. sz. 900-tól szinfijski stádium (→ vissza!)

22. ábra
(Székely Gy. 1984)

A medencét alkotó hegyvidékek mellett ez a terület tekinthető a keleti pusztaságok folytatásának, végének. Ezért mind éghajlata, mind síkságai, hegyvidékei miatt, kiválóan alkalmas térség volt az emberiség megtelepedésére, arra, hogy szinte folyamatosan lakott terület legyen. A vértesszőlősi telepen már 370 ezer évvel ezelőtt megjelent az ember, hogy aztán szinte végig jelen legyen a Kárpátok övezetében. A késő paleotikumban a Würm ½ interstadiális kezdetén például Bükk hegységben ott található a Szeleta kultúra Kb. 41-32 ezer évvel ezelőtt. Később a Gravetti kultúra (31-25 ezer évvel ezelőtt), majd az újkőkori kultúrák, például a Kőrös kultúra Kr.e. 8000, hogy aztán eljussunk a réz és bronzkoron keresztül a vaskorig, a keltákig, rómaiakig, gepidákig, avarokig, majd a magyar honfoglalásig. (Székely György 1984) Mivel a kelta korig a térség viszonylag gyéren lakott, az időjárási anomáliákat könnyedén átvészeli az itteni lakóság, viszonylag kisebb helyváltoztatásokkal. Az első jelentősebb olyan migrációra, amit nem népek közötti harcok idéznek elő, egészen az avar korszakig kell „várni”. Erről már a dolgozat korábbi részében írtam.

A Kárpát-medencében várható éghajlati változásokat már több éve kutatják. A kutatók a Kárpát-medencét reprezentáló területnek a 45,25°–49,25°É és 13,75°–26,50°K által kijelölt térséget választottuk vizsgálatuk tárgyává.. Elsőként az 1961–1990 közötti referencia időszakra kapott szimulációs eredményeket elemezték, mely a klímamodellek validálásának hagyományos módja. A PRUDENCE szimulációk értékelésére az ún. CRU adatbázist használták fel, ami földfelszíni meteorológiai mérésekre alapszik. Általánosságban megjegyezhetjük, hogy a szimulációk valamelyest felülbecslik a ***hőmérsékletet*** a Kárpát-medence térségében, csak a vizsgált terület nyugati és az északkeleti határain figyelhetünk meg csekély mértékű alulbecslést. A legnagyobb felülbecslés az ország déli részén figyelhető meg, de ennek mértéke sem haladja meg a 1,5 °C-ot. A validálást követően az évszakos átlaghőmérséklet várható alakulását

vizsgáltuk a 2071-2100 időszakra. A Magyarországon várható melegedés mindkét szcenárió esetén nyáron a legnagyobb (4,5–5,1 °C, illetve 3,7–4,2 °C), s tavasszal a

	Intézet	Regionális modell	Globális modell	Szcenárió
1	Dán Meteorológiai Intézet	HIRHAM	HadAM3H	A2, B2
2		HIRHAM	ECHAM5	A2
3		HIRHAM finom felbontású	HadAM3H	A2
4		HIRHAM extra finom felbontású	HadAM3H	A2
5	Brit Hadley Központ	HadRM3P (ensemble/1)	HadAM3P	A2, B2
6		HadRM3P (ensemble/2)	HadAM3P	A2
7	Zürichi Műszaki Főiskola	CHRM	HadAM3H	A2
8	Kieli Atomenergiahasznosító Hajóépítési Társaság	CLM	HadAM3H	A2
9		CLM továbbfejlesztett	HadAM3H	A2
10	Hamburgi Max Planck Intézet	REMO	HadAM3H	A2
11	Svéd Hidrometeorológiai Intézet	RCAO	HadAM3H	A2, B2
12		RCAO	ECHAM4/ OPYC	B2
13	Madridi Egyetem	PROMES	HadAM3H	A2, B2
14	Trieszti Nemzetközi Elméleti Fizikai Központ	RegCM	HadAM3H	A2, B2
15	Norvég Meteorológiai Intézet	HIRHAM	HadAM3H	A2
16	Holland Meteorológiai Intézet	RACMO	HadAM3H	A2
17	Francia Meteorológiai Szolgálat	ARPEGE	HadCM3	A2, B2
18		ARPEGE	ARPEGE/OPA	B2

23. ábra
Az elemzéshez felhasznált regionális modellek (RCM), az azokat készítő intézetek, a futtatáshoz felhasznált globális modellek, s rendelkezésre álló szcenáriók.
(Bartholy Judit-Pongrácz Rita 2007)

legkisebb (2,9–3,2 °C, illetve 2,4–2,7 °C). A hőmérséklet emelkedés mértéke nyáron északról dél felé, míg télen és tavasszal nyugatról kelet felé haladva növekszik. A modellek eredményeiből adódó bizonytalanságot az előre jelzett hőmérsékletváltozás szórásértékeivel jellemezve a legnagyobb szórás nyáron (0,9-1,1 °C) jelentkezik mindkét szcenárió esetén összegezi az A2 és B2 szcenáriók esetén Magyarországra várható évszakos hőmérsékletváltozásokat. Általánosságban elmondhatjuk, hogy a 2071–2100 időszakra a melegedés mértéke mindkét szcenárióra és minden évszakra meghaladja a 2,5 °C-ot, de kisebb mint 4,8 °C. A legkisebb eltérés az A2 és B2 szcenárió között tavasszal várható (0,6 °C), míg legnagyobb télen (1,0 °C). A melegedés a legnagyobb mértékű várhatóan nyáron lesz, 4,8 °C az A2 szcenárió esetén, és 4,0 °C a B2 szcenárióra. A legkisebb hőmérséklet-növekedés tavasszal várható: 3,1 °C (A2), illetve 2,5 °C (B2). (Bartholy J. – Pongrácz R. (2007) és Bartholy J. – Pongrácz R. 2008.)

Szcenárió	Tavasz (MAM)	Nyár (JJA)	Ősz (SON)	Tél (DJF)
A2	2,9–3,2 °C	4,5–5,1 °C	4,1–4,3 °C	3,7–4,3 °C
B2	2,4–2,7 °C	3,7–4,2 °C	3,2–3,4 °C	2,9–3,2 °C

24. ábra
2071-2100-as időszak Magyarországon várható átlaghőmérsékletei
(Bartholy Judit-Pongrácz Rita 2007)

A1 = legpesszimistább forgatókönyv
A2 = pesszimista forgatókönyv
B1= legoptimálisabb forgatókönyv
B2= optimális forgatókönyv

A Kárpát-medencében a hőmérséklet mellett a csapadék mennyiségének változása várható. Mikor azonban a Kárpát-medence csapadékviszonyait vizsgáljuk, figyelembe kell venni, hogy az eltel 110 év során hazánkban összességében, csökken a lehullott csapadék mennyisége, még akkor is, ha közben vannak csapadékosabb periódusok is. Ha a lehullt csapadékmennyiséget 12 hónapra egyenletesen osszuk el, akkor az eltelt 110 év során 2012-re már 1 hónapnyi csapadékmennyiség hiányzik. Tehát folyamatos, de nem egyenletes a térségben lehulló csapadékmennyiség csökkenése.

A kutatók a csapadékváltozásra is készítettek előrejelzést. Az 1961–1990 időszakra a CRU adatbázis felhasználásával. A csapadék esetén a modellek inkább felülbecslik a jelen éghajlati viszonyokat, s csupán a vizsgált terület délnyugati régiójában találunk

Szcenárió		Tavasz (MAM)	Nyár (JJA)	Ősz (SON)	Tél (DJF)
		°C			
Maximum	A2	2,8–3,3	4,9–5,3	4,3–4,6	3,7–4,2
	B2	2,4–2,6	4,0–4,4	3,3–3,5	2,6–3,0
Minimum	A2	3,0–3,2	4,2–4,8	4,0–4,2	3,8–4,6
	B2	2,3–2,7	3,5–4,0	3,0–3,2	2,8–3,5

25. ábra
A 2071-2100-as időszakban várható évszakos növekedési értékek maximum és minimum hőmérséklet esetén Magyarországon
(Bartholy Judit-Pongrácz Rita 2007)

alulbecslést. A legnagyobb felülbecsülés az ország déli részén figyelhető meg, de ennek mértéke sem haladja meg az 1.5°C-ot. Vizsgálták a kutatók az évszakos melegedés mértékét és annak Magyarországon várható értékeit. A legnagyobb melegedés, minden szcenárió esetén nyáron várható. A maximumhőmérséklet várható növekedése 4.9-5.3°C (A2), illetve 4.0-4.4°C (B2), míg a minimál hőmérséklet várható növekedése 4.2-4.8°C (A2), illetve 3.5-4.0°C (B2). Arra a következtetésre jutottak, hogy a minimálhőmérséklet valószínűsíthető növekedése (tél kivételével) kisebb, mint a maximálhőmérsékleté. A 21. század végére várható melegedés vizsgálatakor megállapították, hogy nyáron zonális struktúra figyelhető meg, minden paraméter esetén, azaz a várható melegedés mértéke északról dél felé növekszik. Télen általában meridionális struktúra várható, azaz, nyugatról keletre haladva nő a várható melegedés. Tavasszal és ősszel sokkal kisebb a gradiens értéke, és nem haladja meg a 0.4°C-ot.

Hőmérséklet	Szcenárió	Nyár (JJA)	Tél (DJF)
		°C	
Átlaghőmérséklet	A2	Zonális: +0,7	Meridionális: +0,6
	B2	Zonális: +0,5	Meridionális: +0,5
Maximum hőmérséklet	A2	Zonális: +0,6	Meridionális: +0,5
	B2	Zonális: +0,4	Zonális: +0,4
Mininimum hőmérséklet	A2	Zonális: +0,7	Meridionális: +0,8
	B2	Zonális: +0,6	Meridionális: +0,7

26. ábra
A 2071-2011-as időszak várható nyári és téli hőmérsékletnövekedés térbeli gradiens-értékei a Kárpát-medencében (Bartholy Judit-Pongrácz Rita 2007)

Szigorúan hazánk területét vizsgálva a szimulált és mért ***csapadékértékek*** közötti eltérések a -10% és +20% közötti intervallumba esnek. Mind az A2, mind a B2 szcenárió esetén az éves csapadékösszegben nem várható jelentős mértékű változás, de ezt nem mondhatjuk el az évszakos csapadékösszegekről. A regionális klímamodellek által a Kárpát-medence térségére 2071–2100-ra becsült várható csapadékváltozásokat vizsgálták. Kimutatták, hogy a csapadékösszegek változásának várható tendenciája nem minden évszakban azonos előjelű. Nyáron (és kisebb mértékben ősszel) a teljes vizsgált térségben a csapadék csökkenésére, míg télen (és kisebb mértékben tavasszal) a csapadék növekedésére számíthatunk. A hőmérséklethez hasonlóan az A2 szcenárió esetén nagyobb mértékű csapadékváltozások valószínűsíthetők, mint a B2 szcenárióra. Az előre jelzett csapadékcsökkenés mértéke nyáron 24-33% (A2 szcenárió), illetve 10–20% (B2 szcenárió), míg a téli csapadéknövekedés mértéke 23–37% (A2 szcenárió), illetve 20–27% (B2 szcenárió). A modelleredményekből adódó bizonytalanságot

Szcenárió	Tavasz (MAM)	Nyár (JJA)	Ősz (SON)	Tél (DJF)
	%			
A2	0 – (+10)	(-24) – (-33)	(-3) – (-10)	(+23) – (+37)
B2	(+3) – (+12)	(-10) – (-20)	(-5) – 0	(+20) – (+27)

27. ábra
A 2071-2100-ra várható évszakos csapadékváltozás értéke Magyarországon
(Bartholy Judit-Pongrácz Rita 2007)

reprezentáló évszakos szórástérképek alapján a modellek előrejelzésében a legnagyobb eltérések az A2 szcenárió esetén nyáron mutatkoznak (amikor a szórásértékek akár a 20%-ot is elérhetik), míg a B2 szcenárió esetén tavasszal (amikor a szórásértékek elérik a 16%-ot). A többi évszakban relatíve jó egyezés mutatkozik a modelleredmények között Természetesen a hőmérsékletben mutatkozó szórásokhoz viszonyítva a várható évszakos csapadékösszegekben nagyobb bizonytalanságot mutatnak a modelleredmények. Az 1961–1990 közötti referencia időszakban az átlagosan lehullott csapadékmennyiség alapján az évszakok csökkenő sorrendje: nyár, tavasz, ősz, tél (a referencia-időszak értékeit a Budapesten mért csapadékösszegek alapján tekintettük, ami a sokéves átlagokat nézve nagyjából az országos sorrendnek is megfelel). A modelleredmények valószínűsítik e sorrend teljes átrendeződését a XXI. század végére. A modellek azt jelzik, hogy mindkét szcenárió esetén a legcsapadékosabb két évszak a tél és a tavasz lesz (ebben a sorrendben). A legszárazabb évszak az A2 szcenáriót figyelembe véve várhatóan a nyár, míg a B2 szcenárió esetén az ősz lesz. A klímaprojekciók alapján a B2 szcenárió esetén az évszakos csapadékmennyiségek közötti különbségek szignifikáns csökkenése várható (felére csökken), mely azt eredményezi, hogy az éves csapadékeloszlás kiegyenlítettebbé válik a XXI. század végére. Nem mondható el ugyanez az A2 szcenárió esetére, ahol várhatóan továbbra is jelentős mértékben eltér egymástól a téli és a nyári csapadékösszeg, csak a legszárazabb és a legcsapadékosabb évszak felcserélődik. A csapadék sokkal változékonyabb meteorológiai elem, mint a hőmérséklet és ezért a várható előjelzések térbeli struktúrája is sokkal bonyolultabb.

A Kárpát-medencében várható hőmérséklet- és csapadékváltozás elemzésekor a fentiekben nem vettük figyelembe azt, hogy a múltra vonatkozóan az egyes klímamodellek milyen hibákkal szimulálták az éghajlatot, és persze azt sem, hogy milyen hibák lesznek a jövőre nézve. Ily módon a levont következtetések nem tekinthetők teljesen pontosnak, sokkal inkább kvalitatív becslésként értelmezhetőek, melyek a jellemző várható tendenciákat jelölik ki. Az 1961-1990-es időszakot alapul véve a kutatást végzők a csapadékmennyiség várható változásaira, készítettek hibaanalízist. Ez alapján a csapadékmodellek inkább felülbecsülik a jelen éghajlati viszonyokat, és csupán csak a vizsgált terület DNy-i régiójában találtak alábecsülést. Szigorúan

Magyarország területét nézve, a szimulált és a mért csapadékértékek között az eltérés mindösszesze -10% és +20% közötti intervallumba estek.

Szcenárió	Tavasz (MAM)	Nyár (JJA)	Ősz (SON)	Tél (DJF)
		%		
A2	Zonális: –10	Zonális: –8	Meridionális: –7	Radiális: +13
B2	Zonális: –5	Radiális: –10	Radiális: 0	Radiális: +5

28. ábra
A 2071-2100-ra várható évszakos csapadékváltozás térbeli gradiensértékei a Kárpát-medencében (Bartholy Judit-Pongrácz Rita 2007)

Az ***1 °C-os globális melegedés*** esetén várható éghajlatváltozás Magyarországon A PRUDENCE projekt keretében végzett modellfuttatások célidőszaka a XXI. század vége (2071–2100), így a Kárpát-medencére vonatkozó elemzéseinkben a kutatók is ezt az időszakot vizsgálták. A klímaváltozások hatásvizsgálatához a közelebbi jövőre vonatkozó előrejelzésekre lenne szükség, melyek egyelőre még nem állnak rendelkezésre. A századvégre (2071–2100) vonatkozó modellbecslések alapján meghatározták a 1°C-os globális melegedéshez tartozó regionális hőmérséklet- és csapadékváltozásokat az európai országokra (az A2, illetve a B2 szcenáriók esetén adódó globális melegedés mértékét 1°C-hoz arányosítva). Ehhez az elemzéshez 50 km × 50 km-es ráccsal fedték le egész Európát, és az adott országok területére eső rácsponti értékeket átlagolták. Majd az összes modellfuttatás (25) hőmérsékletre és csapadékra vonatkozó becsléseit összegezték. Ezután az éves és évszakos átlag illetve szórásértékek alapján egy normál eloszlású valószínűségi függvényt illesztettek, és ez alapján számították a 95%, 50% és 5% percentiliseket (valószínűsíthető várható értékkel), melyek mindegyikéhez megadták a 95%-os konfidencia-intervallumot is. A hőmérsékletre vonatkozóan egyértelmű melegedő tendencia jelentkezik, mely erősebb az 1 °C-os globális átlaghőmérséklet-emelkedésnél. Az éves 1,4 °C-os hőmérsékletemelkedésnél nagyobb mértékű változásra számíthatunk nyáron és ősszel (1,7 °C, illetve 1,5 °C), míg télen és tavasszal valamivel kisebb mértékűre (1,3 °C, illetve 1,1 °C). Az 1 °C-os globális átlaghőmérséklet-emelkedés esetén várható éves csapadékváltozást csekély mértékű negatív tendencia jellemzi. Az évszakos csapadékösszegben hazánkban jelentős (abszolút értékben átlagosan közel 10%-os) változás a téli és nyári évszakban valószínűsíthető, előbbi esetén növekedésre, utóbbinál csökkenésre számíthatunk. Az átmeneti évszakokban a különböző modellek által adott becslések nem ennyire egyértelműek – némelyeknél csökkenést, másoknál növekedést kapunk Magyarország térségére. (Bartholy J. – Pongrácz R. (2007) és Bartholy J. – Pongrácz R. 2008., Havas V. 2014)

Az 1-2 Celsius-fokos melegedést kísérő 10 százalékos csapadékcsökkenés 40-70 százalékkal csökkentheti az évi lefolyó esővíztöbletet. Mika János éghajlatkutató szerint melegebb globális éghajlat esetén Magyarország térségében gyakoribbá vállnak az anticiklonális hatások, 1 °C-os melegedés esetén szerinte a Kárpát-medencében a nyár alatt 50-110 miliméterrel kevesebb csapadék fog hullani, míg megnő a napsütéses órák száma. Egyben megnő az aszályok lehetősége. A 30 százaléknál kisebb talajnedvességgel jellemzett aszályok akár 60 százalékkal is gyakoribbá vállhatnak majd. (Götz Gusztáv 1990)

Mutató	Éves	Tavasz (MAM)	Nyár (JJA)	Ősz (SON)	Tél (DJF)
Átlag	1,4	1,1	1,7	1,5	1,3
Szórás	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3
95. percentilis	1,9 [1,8–2,1]	1,6 [1,5–1,8]	2,4 [2,2–2,6]	2,0 [1,8–2,1]	1,9 [1,7–2,1]
5. percentilis	0,9 [0,7–1,0]	0,6 [0,5–0,8]	1,0 [0,8–1,2]	1,0 [0,8–1,1]	0,8 [0,6–0,9]

29. ábra. Magyarországon várható hőmársékletváltozás 2071-2100 között (Bartholy Judit-Pongrácz Rita 2007)

Következtetések Az Európai Unió V. keretprogramon belül a PRUDENCE projekt az A2 és B2 szcenárióra Európára ad becsléseket a XXI. század utolsó három évtizedére, 50 km-es rácsfelbontással. Ennek eredményei alapján levonható az - az általános következtetés, hogy hasonlóan a globális és európai trendekhez, a Kárpát-medencére is az A2 szcenárió esetén nagyobb melegedés várható, mint a B2 esetén. A 2071–2100-ra várható melegedés mindkét szcenárió esetén nyáron a legnagyobb (4,8 °C, illetve 4,0 °C), s tavasszal a legkisebb (3,1 °C, illetve 2,5 °C). Nyáron zonális struktúra figyelhető meg, azaz a várható melegedés mértéke északról dél felé növekszik. Télen általában meridionális struktúra várható, azaz nyugatról keletre haladva nő a várható melegedés. A 2071–2100-ra várható éves csapadékváltozást csekély mértékű negatív tendencia jellemzi, mely az egymással ellentétes jelentős mértékű évszakos változásokból adódik: télen növekedő, nyáron viszont csökkenő évszakos csapadékösszeg valószínűsíthető. Az előre jelzett csapadékcsökkenés mértéke nyáron 24–33% (A2 szcenárió), illetve 10–20% (B2 szcenárió), míg a téli csapadéknövekedés mértéke 23–37% (A2 szcenárió), illetve 20–27% (B2 szcenárió). Az 1961–1990 közötti referencia időszakban a legcsapadékosabb évszakunk a nyár volt, míg a legszárazabb a tél. A modelleredmények valószínűsítik az éven belüli csapadékeloszlás átrendeződését a XXI. század végére. A modellek azt jelzik, hogy mindkét szcenárió esetén a legcsapadékosabb évszak a tél lesz, míg a legszárazabb várhatóan a nyár (A2 szcenárió), illetve az ősz (B2 szcenárió). A kutatásban résztvevők kiemelték, hogy ezen becslések nem pótolják a PRUDENCE keretében alkalmazott dinamikus modellekhez hasonló, ám

Mutató	Éves	Tavasz (MAM)	Nyár (JJA)	Ősz (SON)	Tél (DJF)
Átlag	-0,3	0,9	-8,2	-1,9	9,0
Szórás	2,2	3,7	5,3	2,1	3,7
95. percentilis	3,4 [2,2–4,6]	7,0 [5,0–9,0]	0,5 [(-2,3)–(3,2)]	1,5 [0,4–2,7]	15,0 [13,0–16,9]
5. percentilis	-3,9 [(-5,1) –(-2,8)]	-5,2 [(-7,2)–(-3,3)]	-16,9 [(-19,5)–(-14,1)]	-5,3 [(-6,4)–(-4,2)]	3,0 [1,0–5,0]

30. ábra
Magyarországon várható csapadékváltozás 2071-2100 között
(Bartholy Judit-Pongrácz Rita 2007)

a XXI. század egészére kiterjedő finom felbontású (akár 10 km-es) regionális klímaváltozási elemzést, mely több globális éghajlati szcenáriót vesz figyelembe és számos meteorológiai paramétert tartalmaz. (Bartholy J. – Pongrácz R. (2007) és Bartholy J. – Pongrácz R. 2008., Havas V. 2014)

2014-ben a fenti előrejelzéseket Magyarország esetében pontosították. Eszerint 2040-ig az lesz jellemző, hogy ősszel nő meg a leginkább az átlaghőmérséklet, mégpedig átlagosan 1,4 fokkal. Legkevésbé a telek változnak, átlagosan 1 fokkal lesznek melegebbek a leghűvösebb hónapok. Az Alföldön a Dunántúlhoz képest nagyobb hőmérséklet-változást jeleznek előre az Országos Meteorológiai Szolgálat és az ELTE Meteorológiai Tanszékének kutatói. A csapadékot illetően vegyes a kép: a modellek más-más jóslatot adnak, de összességében csupán kismértékű változás valószínű. A csapadékról azért nagyon bizonytalanok a modellek, mert Észak-Európában csapadéknövekedés, míg Dél-Európában -csökkenés várható, Magyarország pedig a két régió határán van. Az biztos, hogy Magyarország időjárása is szeszélyesebbé, szélsőségesebbé válik. Több lesz a hőségriadós nap az 1961–1990 közötti referencia-időszakhoz képest. A fagyos napok száma csökkenni fog, ami jótékonyan hat a fűtésszámláinkra, ugyanakkor a nyári melegedés a hűtési igényt fogja növelni, ami magasabb villanyáram-felhasználással jár majd. (Bajomi Bálint 2014.)

2015-re kiderült, hogy egyaránt aszályosak a nyarak és telek is. A hőmérséklet pedig nyáron akár 3℃-os növekedést is mutat az ország déli részein. 2015-ben Magyarországon ötször rendeltek el hőségriadót, és a meleg 1600 ember életébe került. Az új modellek 2021-2050 között az ország dél-délkeleti tájain nyáron 1.5-2℃-os, 2071-2100 között pedig 4-5℃-os hőmérsékletemelkedést jósolnak tartósan. 2010-2050 között a hőségnapokat nyáron 10-20 nap közé teszik, míg 2100-ra ez elérheti a 30-37 napot is. Hőségnap az, amikor esete is marad 25-30℃-os meleg. A csapadékos napok száma kevesebb lesz, és az aszályhajlam megerősödése várható. (Hoyk Edit 2015) Magyarországon nőni fog a hőhullámok száma és időbeni elhúzódása. Ez az egyik legfőbb éghajlati kockázati tényező a jövőben. Kiemelten és fokozottan sérülékeny területe lesz az országnak 52%-a, ahol a populáció 37%-a él most. Ez az ország középső, keleti és délkeleti része. A sérülékenység északnyugatról délkelet felé nő. A leginkább veszélyeztetett terület az ország déli része. Azoknak a napoknak a száma, amikor a hőmérséklet egymás utáni 3 napban meghaladja a 25℃-ot 2021-2050 között országos szinten 20-70%-os növekedést fog mutatni. Kimutatták, hogy a napi 5℃-os átlaghőmérséklet növekedés 6%-al növeli az összes halálozási kockázatott, és ezen belül 10%-al a szív és érrendszeri betegeknél. 10℃-os átlaghőmérséklet növekedés esetén minden korcsoportban a rosszullétek aránya 30%-al nőhet, míg a baleseti kockázat 17%-al nő meg a felnőtt korcsoportokban. A hőhullámok növekedése miatt 2021-2050 között 44.8%-os többlethalálozás várható. Ez a referencia időszakhoz mérten 150 fő éves többlethalálesetet jelent. A hőhullámok miatt a leginkább veszélyeztetett korosztály a 65 éven felülieké. (Uzzoli Annamária 2015., net 36)

Magyarország a klíma megváltozásának egyik legnagyobb „elszenvedője" lehet, mert mérsékelt övi elhelyezkedése folytán a melegedő időjárás hatalmas károkat okozhat az ökoszisztémában. A felmelegedés okozta változások regionális szinten – a Kárpát-medencében – számos olyan következménnyel járhatnak, melyek környezeti, gazdasági és társadalmi hatásokat vonhatnak maguk után, valamint feszültségek, ellentétek lehetséges forrásaként egyaránt elképzelhetők. A globális klímaváltozás jelensége sokszor tévesen felmelegedésként van aposztrofálva, miközben az átalakulás egyes helyeken valóban melegedést, azonban más helyeken lehűlést idéz elő. Megfigyelhető az éghajlati övek, övezetek eltolódása a sarkok irányában, így a mérsékelt öv –ahova hazánk is tartozik–északi irányba csúszik el. Ennek következtében a Kárpát-medencében az éghajlat melegedése tapasztalható, mely alátámasztható a folyamatosan megdőlő országos melegrekordokkal mind a meleg, mind pedig a hideg hónapokban. Világszerte egyre súlyosabb probléma az édesvízkészlet megfogyatkozása. A Föld felszínének ugyan 71% -át víz borítja, ebből csupán 2,5% iható édesvíz vagyis a vízkészlet töredéke alkalmas emberi fogyasztásra. Evvel a legfőbb probléma, hogy az édesvízkészlet java a sarki jégben összpontosul. A jégtakaró felmelegedésével azonban csökken az édesvízkészlet, mivel az bejut a sós tengervízbe.

A földrajzi adottságok miatt a Kárpát-medence édesvíz-készlete igen jelentős, hiszen hazánkban található a stratégiai szempontból fontos Balaton, Közép-Európa legnagyobb tava, valamint számtalan folyó és patak. Ez a kivételes helyzet sajnos nem tökéletes, mivel a folyók eredése az ország határain túlnyúlnak, s ennek következtében könnyen sebezhetővé válik a vízkészlet. Az éghajlatváltozás hatására könnyen kiéleződhetnek a feszültségek a vizet birtokló és a vízhiányban szenvedő államok között, vagyis szélsőséges esetben fennáll a lehetősége annak, hogy Magyarország is hasonló konfliktusba keveredik Következésképpen ez a természeti adottság biztonságpolitikai szempontból is jelentős és megóvása mindennél fontosabb. Az övezetek eltolódása következtében az egyenlítőhöz közelebb eső területeken felmelegedés tapasztalható és a forróság, szárazság miatt gazdasági nehézségek lépnek fel. A megélhetést nem biztosító régiókból– elsősorban Afrikából és Délkelet-Ázsiából– menekültek tömegei indulnak a jobb életet biztosító Európa és Észak-Amerika felé. A migrációs problémák jelentősége vitathatatlan, hiszen már napjainkban is számtalan konfliktust idéznek elő főként a nyugat-európai

államokban. Magyarország e tekintetben elsősorban tranzitország, vagyis csak ideiglenesen tartózkodnak itt, majd továbbutaznak a nyugati államok felé. Elképzelhető, hogy a későbbiekben már hazánk is célországgá válik, amennyiben a nyugat-európai államok megelégelik a menekültek beözönlését és jogszabályokban korlátozzák a beutazást. A menekültek nagy létszáma több okból is problémákat von maga után. Az elhelyezésük, élelmezésük hely és anyagigénye mellett komoly pénzügy i terhet ró a befogadó államra. A menekültek befogadása során figyelni kell a helyi lakóság ellátására, nehogy feszültség alakuljon ki a helyi lakósok és a menekültek között. Feszültséget okozhat az új etnikum megjelenése, esetleg egy új vallás feltűnése illetve új kultúra okozta életmód. Magyarországot leginkább a Balkán felől érheti migrációs hatás. Az éghajlatváltozás következtében Európában nem egységes mértékben változhat a klíma. Míg Észak-Európában várhatóan nő a csapadék mennyisége, addig a kontinens déli részén szárazság és felmelegedés lehet tapasztalható. Ennek értelmében a jelenleg is mind gazdaságilag, mind pedig társadalmilag válságban lévő területről a megélhetés biztosításának híján migráció indulhat meg északi irányba, többek között hazánkba. Látható tehát, hogy a klímaváltozás által előidézett migrációs probléma nagy volumenű, és elsősorban a gazdagabb régiók lesznek az elszenvedői. (Lidmayer J. 2010, Havas Virág Fanni 2014)

Hazánk a megfigyelések szerint igen csak veszélyeztetett térség a talajvizek terén. 1956-1960 óta vannak kimutatások az ország talajvíz állapotáról. Ezekből látszik, hogy az 1980-as évektől kezdve egyértelmű talajvízszint süllyedés következett be az ország teljes területén. A leginkább veszélyeztetett terület a Duna-Tisza köze, ahol a süllyedés 1998-ra már meghaladta a 3 m-t, míg a Maros hordalékkúpon, Északi-középhegység, Mezőföldön és a Kisalföldön több mint 1 m-volt a süllyedés mértéke. (Simonffy Z. 1998) A talajvízsüllyedés egyértelmű kapcsolatot mutat az egyre gyakoribb szárazságokkal és hőmérsékletnövekedéssel. Ezek hatására 2014-ben a Duna-Tisza közén a talajvíz az 1965/1960-as kiinduló értékhez képest, már 7 m-t süllyedt.

De nem csak avval van baj, hogy hazánkban egyre mélyebbre kerül a talajvíz szintje. Sajnos sok területen a talajvíz igen fertőzött. Az Alföld sok kútjában igen magas az arzén, mangán, nitrátok és bór tartalom, ezért a vizet fogyasztás előtt vegyi úton kell megtisztítani. Ezért már 2011-ben felvetődött, de úgy tűnik, hogy csak 2017-re valósul meg, hogy Békés és Csongrád megyék vezetékes ivóvízellátását a ma Romániához tartozó Arad környéki kutakból oldják meg. Az aradi kutak kapacitásának 1/3-ad része (20 kút) látná el a magyarországi településeket 50 éven keresztül egy szerződés alapján. Így évente nyolcmillió köbméter romániai víz érkezhet majd Magyarországra. (net 33)

Magyarországgal kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy az előrejelzések szerint Európát a globális klímaváltozás nagyobb mértékben fogja súlytani, mind a Föld többi pontját, mert itt a felmelegedés magasabb lesz, mint máshol, ha az ipari forradalom előtti szinthez képest a felmelegedés eléri a két Celsius-fokot. Ha a globális átlagos hőmérséklet két Celsius-fokkal emelkedik, Észak- és Kelet-Európában ennél magasabbra fog szökni a hőmérséklet télen, Dél-Európában pedig nyáron, miközben Északnyugat-Európában - különösen Nagy-Britanniában - ennél alacsonyabb lesz a melegedés. Az Environmental Research Letters című folyóiratban 2014..03.04-én közzétett tanulmány szerint Dél-és Kelet-Európában és az Ibériai-félszigeten nyáron a napi maximum-hőmérséklet 3-4 Celsius-fokkal emelkedhet, és Európa legmelegebb térségeiben jóval 40 Celsius-fok fölé kúszhat a hőmérő higanyszála. Az ilyen magas hőmérsékletek növelik a párolgást és a szárazság kialakulásának valószínűségét. Télen a napi maximum-hőmérsékletek több mint hat Celsius-fokkal lehetnek magasabbak Skandináviában és Oroszországban. A tanulmányból kiderül továbbá, hogy jelentősen nő a csapadék mennyisége Közép- és Észak-Európában télen és Észak-Európában nyáron, a kontinens nagyobb részén extrém mennyiségű, hirtelen lehulló csapadékkal lehet számolni, ami növeli a már manapság is jelentős

gazdasági következményekkel járó áradások kockázatát. E tekintetben csak Dél-Európa lesz kivétel, ahol csökkenni fog az átlagcsapadék.

A Kárpát-medence és benne Magyarország 2015-ben már ízelítő kaphatott a forróságból. Az Országos Meteorológiai Szolgálat adatai igen meglepőek a térséget ért hőhullámok terén. A 2015-ös nyár 1901 óta a harmadik legmelegebb időszak volt. A forró, aszályos időszakokat pedig "heves események" zárták le, amik felhőszakadásokkal, helyenként jégesővel és erős szelekkel jártak. Öt hőhullámos időszak volt 2015 nyarán, ebből a júniusi és az augusztus végi másodfokú hőségriasztáshoz vezetett, a további három pedig indokolttá tette a legkomolyabb, harmadfokú riasztást. A nyári meleg általában augusztus 20 után a térségben megszűnik, de ez 2015-ben nem így történt. Augusztus 27-től a napi középhőmérséklet ismét 25 fok fölött alakult. Az említett nyáron a komoly hőhullámos napok - amikor a napi középhőmérséklet tartósan, legalább három napig meghaladja a 27 fokot - száma több mint három hetet tett ki: 23 ilyen nap volt, aminél csupán 2012-ben volt (eggyel) több. Országos átlagban 41 hőségnapot - amikor a napi maximum legalább 30 fok - regisztrált a meteorológiai szolgálat, ez 19 nappal haladja meg az 1981-2010-es normál értéket. A meteorológiai szolgálat kitért arra is, hogy a budapesti, leghosszabb hőhullám 1992 nyarához köthető, ekkor 11 egymást követő nap felelt meg a legmagasabb fokozatú hőségriasztás kritériumának. Az idei leghosszabb hőségriasztás megközelítette ezt, 10 napos volt, augusztusban. Az állóvizek hőmérséklete is szokatlanul magas volt a hosszantartó hőség miatt: augusztus 10-én Siófoknál 29 fokos volt a Balaton. Mindemellett ezen a nyáron Budapesten rekordszámú trópusi éjszakát is át kellett vészelni. A fővárosban összesen majdnem egy hónapot tett ki azon éjszakák száma, amikor a levegő nem hűlt 20 fok alá. A budapesti éghajlati idősorban ez a legmagasabb érték 1901-óta. A jelenlegi adatok szerint összességében a nyári középhőmérséklet 22,1 fok volt, 2 fokkal magasabb a szokásosnál. Különösen magasak voltak a napi maximumok, 2,6 fokkal haladták meg országos átlagban az 1981-2010-es időszak méréseit. Így az előzetes adatok alapján a most zárult nyár a harmadik legmelegebbnek bizonyult 1901 óta. Mindemellett a csapadék szeszélyes időbeli és térbeli eloszlásban érkezett az idei nyáron. Országos átlagban 136,3 milliméter volt az évszakos csapadékösszeg, ami kevesebb, mint a szokásos 70 százaléka. Az idei nyár az 1901 óta megkezdett sorban a csapadék szempontjából az alsó negyedbe sorolható, azóta ez volt a 26. legszárazabb nyár Magyarországon. Ugyanakkor - mint felidézték - "a szárazsággal járó hőhullámokat megtűzdelő intenzív események során", helyenként, alig egy óra alatt több mint egyhavi mennyiség hullott. A július 8-án érkező markáns hidegfront során, a Fejér megyei Fehérvárcsurgón 30 perc alatt csaknem 40 milliméter eső hullott. Ehhez az eseményhez köthető a nyár legerősebb széllökése is, Aszódon 130,7 kilométer/órás szelet mértek akkor. Az augusztusi forróságot 17-én, több helyen felhőszakadással, özönvízszerű esővel járó zivatarok zárták. Budapesten a rendkívüli csapadék városszerte károkat okozott, alámosott utakat, pincéket öntött el. A legnagyobb napi csapadékösszeg 120,5 milliméter volt, ami Tiszaörvény környezetében hullott - írta a meteorológiai szolgálat. Ezen felül az említett időszak alapján szokásosnak nevezhető két forró - amikor a napi maximum 35 fok, vagy annál magasabb - nappal szemben idén országosan 13 ilyen nap volt. A legmagasabb hőmérsékletet ezen a nyáron augusztus 12-én Budakalászon mérték, ahol 39,6 fokig melegedett a levegő. A nyár legalacsonyabb hőmérsékletét július 11-én, Zabaron rögzítették: 3,1 fokig hűlt le a levegő. Az első hőhullámot már júniusban megtapasztaltuk, június 11-15. között a napi középhőmérséklet meghaladta a 25 Celsius-fokot, majd a július 4-8., július 17-24. és augusztus 7-17. időszakokban a 27 fokot is tartósan átlépte a napi középhőmérséklet. (Dezső András: Európából tényleg…) A 2015-ös évi nyári forróság azért aggasztó, mert az elmúlt években sorra dőltek meg a melegrekordok és a jövőbeni kilátások is további felmelegedésre utalnak.

Hogy mennyire kitett Magyarország az éghajlat felmelegedésének, arra igen jó példát mutat a 2015 augusztusában, a Kárpát-medence folyóin mért vízhozamok. Magyarország és a Kárpát medence folyói jelentősen leapadtak. A vízállások alapján, a Tisza, amelynek átlag

vízmélysége akár 8.5 m, augusztusban csak 1 m volt. A Drávában 6 m-es víz helyett csak 95 cm-es víz csordogált. A Szamosban az áradásokkor 9.2 m-es víz is előfordul. Most viszont csak 9 cm-es a vízmélység. A másodpercenkénti 360 köbméter helyett a vízhozama csak 60 köbméter volt. A Duna áradáskor akár 8.9 cm-es vízmélységet is elér Budapestnél. Az átlag vízmélysége 6 m. Ugyan a negatív rekordot, az 53 cm-t nem érte el a Duna vízmélysége, de azért vize igen alacsony volt, mindössze csak 106 cm. Az Ipolyban alig csergedezett a víz, míg például az áradásairól híres Kerka patak teljesen kiszáradt. A Kőrös áradáskor akár 10 m-es vízmélységet is elér, de most csak 10 cm volt a vízmélysége. Az Arad megyei (Románia) Kisjenőnél a Fehér-Kőrös másodpercenként 1.84 köbméter a vízhozama augusztusban, miközben itt a több éves átlag 14.9 köbméter. A Sebes-Kőrös Nagyváradnál (Románia) a szokásos másodpercenkénti 20 köbméteres vízhozam helyett, csak 6.5 köbmétert mutatott.
A Marosban és a Túrban van hogy 6 m feletti a víz, míg 2015 augusztusában csak10 cm-es víz csobogott bennük. A Berettyóban van, hogy a víz 5 m-es szintet is eléri, de most a folyó szinte kiszáradt. A Berettyó esetében megemlítem, hogy az 1794-1795-ös aszály során például a folyó annyira kiszáradt, hogy medrében a környék lakói kutakat ástak. (Pinke Zs. 2015). A folyó Szalárnál (Románia) átlag 5.6 köbméteres hozamot szokott mutatni, míg most ez a mutató mindössze 0.915 köbméter másodpercenként. Erdély (Románia) kisebb folyóvizeinek 25% elpocsolyásodott, illetve kiszáradt.
A Mura a Berettyóhoz hasonló vízhozamokra képes, de ezen a nyáron csak 105 cm-es vízállást produkált. A Szamos áradáskor 9 m-es is lehet, de 2015 nyarán csak 9 cm volt a víz mélysége. A Krasznában alig 1 m volt a vízszint, miközben a folyó képes 6.5 m-es vízállásra is. Még a Bodrog tartotta magát valahogy 210 cm-es mélységével, noha a folyó 740 cm-es vízmélységet is tud produkálni áradáskor. A Sajó és Hernád áradáskor 5 m körül áll, míg 2015 augusztusában szinte kiszáradtak. A gyorsan jövő, nagy mennyiségű esők csak átmenetileg emelik meg a vízszintet, utána viszont ismét beáll az alacsony vízállás. A folyók apadását az esők elmaradása, illetve a nagy meleg okozta erős párolgás okozza, illetve a megnövekvő kommunális vízkivétel.
Magyarország felszíni vizek terén igen sebezhető, mivel folyóinak 95% nem az országban ered. Ebből pedig az következik, hogy a folyóvizek felsőbb szakaszán lévő államok esetleg a jövőben annyi vizet vehetnek ki a folyómedrekből, hogy a Magyarországot elérő vízmennyiség ott már komoly gondokat okozhat.

A magyarországi folyók sérülékenysége már fél fokos melegedés esetén bekövetkezhet.

Fél fokos felmelegedés esetén a Tisza vízgyűjtőjében a csapadék mennyisége 10%-al fog csökkenni az előrejelzések szerint. Az Alpokhoz közeli vízgyűjtők esetében viszont 10-20%-os csapadéknövekedés várható. Viszont az Alpok távolabbi térségeiben megint 10%-os csapadék csökkenés feltételezhető. Nyáron a Kisalföld és az Északi- Középhegység kivételével mindenhol a csapadék csökkenése jelezhető előre. A téli hónapokban mindenhol akár 10-20%-os csökkenés is valószínűsíthető. Hazánktól keletre akár 30%-os is lehet a csapadék elmaradása, míg nyugatra az Alpokban akár 25%-os többlet is keletkezhet. Ebből adódón a Duna-Tisza köze és a Tiszántúl alapos kiszáradás elé nézhet. (Kertész Ádám 2012)

Kelet-Európa más térsége is megszenvedte a nagy forróságot. Az Elba medre például félig kiszáradt a nagy hőségben, mivel például Drezdánál csak 51 cm volt a vízállás. Áradáskor, extra esetben az Elba elérheti a 10 m-t is. Az átlag vízszintje 2 m körül van, tehát a folyó az átlag ¼-ére apadt. A Visztula sem járt jobban az Elbánál. Medréből sorra kerültek elő régi hajók és más tárgyak. A lengyelországi Bzura folyó is szinte kiszáradt.
A meleg hatására Csehországban a hegyeket kivéve, a talaj mindenhol 20 cm mélységig kiszáradt. A Cseh folyók vízhozama 10-15%-al kevesebb a megszokottnál. Ugyan

ekkor Portugália 79%-ában aszály volt.

Fentebb említett Balaton az ENSZ legveszélyeztetettebb természeti helyek 100-as listáján szerepel, tehát, igen sérülékeny tóról van szó. Egyes feltételezések szerint 60-70 év múlva lefolyhatatlan (a vízszint a sió zsilipe alá kerül) tóvá válhat. A pesszimista jóslatok ezt az állapotot már 25-30 év múlva várják. A Balaton vízszintje 2-2.5 °C légköri átlagos hőmérsékletemelkedés mellett 2051-2080 között az 1971-2001-es átlag 104.84 m-es referencia szinthez (583.66 km² ami 2.00 km³) képest 5.3 cm-rel csökkenhet, 2061-2090 között már 41 cm-rel, míg 2071-2100 között jó esetben 58.1 cm-rel, rossz esetben viszont 108.1 cm-rel. A vízfelület és térfogat fokozatosan csökken 2001-hez képest. 2051-2080 között 582.89 km² ami 1.97 km³, 2061-2090 között várható 573.59 km² ami 1.76 km³, 2071-2100 között várható 568.52 km² ami 1.67 km³, de szélsőséges helyzetben ekkor lehet akár 554.77 km² ami 1.38 km³. A tó ekkora 2011-es térfogatához képest 83.11-69.06%-os térfogatra zsugorodhat. (Szemes É. 2015)

Egykor a Balatont 39 beömlő vízfolyás táplálta. Most lényegében csak a Zala folyó. E mögött leginkább a karsztvizek jelentős méretű fogyatkozása áll. A Balaton környéki források jó része elapadt, bár a e téren némi javulást mutat a Tapolcai medence térsége. A Balaton sérülékenységét mutatja, hogy az 1910-es években sok helyen száraz lábbal át lehetett jutni az északi partról a délire. Igaz, a befolyó vizek és az esők a tó vízszintjét hamar helyreállították. Ma viszont hasonló helyzetben erre a természetes vízpótlásra alig lehet alapozni. Az eltelt 10 évben 6 vagy 7 alkalommal volt negatív a Balaton vízmérlege. A Balatonban egyre több zátony és sziget kezd kialakulni. Erre jó példa volt a 2003-as év. A térségben 1.5-3 °C átlaghőmérséklet növekedés már ökológiai katasztrófát idézhet elő. Ennek egyik oka, hogy megszűnt a tó természetes vízjárása, amit a tó körül kiépített vasút és töltésrendszer, valamint a Siócsatorna zsilipei idéztek elő. A felmelegedés hatása a tó körül is jelentősen észlelhető, például a bükkösök pusztulása során, de a láprétek is veszélybe kerültek. (Albert J. 2015) Mivel a tó körüli egykori mezőgazdasági térségeket fokozatosan leépítették, a helyi népesség a túrizmusból próbál megélni. A tó esetleges kiszáradása, ezt a jövedelemforrást nagyban veszélyeztetné, mi által a környék aktív korú népessége a közeli városokban kényszerülne magának munkát találni, míg helyüket feltehetőleg nyugdíjasok foglalnák el. Tehát, egy belső gazdasági migrációval lehet számolni a jövőben a Balaton térségében, aminek hátterében a környezeti változások állnak majd.

Ha tovább melegszik a Föld, akkor akár Európa és benne Magyarország is vízhiány elé nézhet. Ez talán befolyásolhatja a migrációs irányokat, mivel úgy tűnik, hogy a Föld vízkészlete a tengerek kivételével szinte mindenhol apad, lásd pl. az USA-ban rendszeresen fellépő szárazságokat, amikről ezen írásunkban is említést teszünk. Nem kizárt, hogy a vízhiányos térségeket a jövőben a tengervíz sótalanítása után, amire a technológia már adott, csővezetékeken át fogják ellátni. Ha így folytatódik, akkor ezen jövőbeni vezetékek, fontosabbak lehetnek majd, mind ma az olaj és gázvezetékek. Továbbá egyre nagyobb szükség lenne, földalatti, fedett víztározókra. Mert hiába borítja a Föld 75%-át víz, ebből csak 2.5% édesvíz. Egy ember napi ivóvíz vízigénye 1.5-2 liter a normális életfeltételekhez –mosakodás és más vízhasználat nélkül-. Mivel az édesvíz jó részét gleccserek, jég és hó alkotja, ezek felolvadása, elpárolgása és a tengerekbe való gyors lefolyása után, a kontinenseken komoly vízhiány alakulhat ki. Ennek előjele lehet a folyók vízhozamának jelentős csökkenése is a nyári szárazságok alatt.

Korábban említettük, hogy Magyarország állóvizei mennyire felmelegszenek. De igaz ez a folyóinkra is. Dr. Aszódi Attila a paksi atomerőmű fejlesztés kormánybiztosa 2015.11.18-án az Inforádió Aréna című műsorában a Paksi Atomerőmű fejlesztéséhez elkészített Duna tanulmányra hivatkozva elmondta, hogy míg 2015-ben éves szinten 5 olyan nap van, mikor a Duna nyugalmi vízhőmérséklete eléri a 25 °C-ot, addig 2030-ra már 7 ilyen nap lesz, és 2080-ban pedig 20 napon nem lesz hűvösebb a Duna vize

25 °C-nál. A tanulmány alapján hosszú távú felmelegedésre, és evvel együtt vízhozam csökkenésre kell számítanunk.

Az előrejelzések szerint hazánkat egyre több és egyre erősebb viharzóna fogja elérni. Ezek tartalmazhatnak csapadékbombákat, illetve hatalmas mennyiségű és erejű villámlást. 2016 júliusában Európán áthaladó viharzóna 8 óra alatt Portugáliától Lengyelországig 330 ezernél több villámlást eredményezett. Csapadékmennyisége hatalmas károkat okozott Franciaországban, de hazánkat is rendesen beterítette. Tehát erre is fel kell készülnünk. (net 31)

Migrációs előrejelzések a globális felmelegedés hatására

A szárazföld 22%-a, közel 4 milliárd hektár művelhető mezőgazdasági szempontból. 1999-ben ebből mindössze csak a felét fogták művelés alá. A világbank szerint 2050-ig 3 milliárd hektárt vonhatnak művelés alá. A hasznosítható területek főleg a trópusi területeken találhatóak a sekély termőértékű talajokat hordozó völgyoldali lejtőkön. Ezeket ma jórészt erdő borítja. Viszont az erdőirtás az adott terület talajromlását idézheti elő, illetve a globális felmelegedést is elősegítheti. (Kertész Ádám 2001.)

A mezőgazdaság a világnépesség 40 %-ának, míg a fejlődő országok népességének 70%-a él a mezőgazdaságból. A mezőgazdasági vízhasználat – öntözés - viszont az éves fogyasztásnak közel 80%-át teszi ki a Földön.

A közgazdászok a világméretű szegénységet -2008-ban 854 millió alultáplált ember és 3 milliárd olyan ember élt, aki napi 2 dollárból tartja fent magát- a mezőgazdasági hozamok növelésével kívánják javítani. Ez elvben jó elgondolás, de a számításokat a globális klímaváltozás keresztül húzhatja. Erre jó példa, hogy 1970-hez képest a Föld szinte minden pontján nőttek a mezőgazdasági hozamok, kivéve Afrikát, ahol azok csökkentek. (IAASTD 2011)

Ma a tudósok, de a politikusok is a bolygónk felmelegedéséről beszélnek, kevés kivételtől eltekintve. A felmelegedés egyik jele, a gleccserek olvadása, valamint a hóval fedett területek fokozott eltűnése. A gleccserek és a sarki jég olvadása megemelheti a tengerszintet, ami a part menti sávok elöntéséhez vezethet. Továbbá a tenger sótartalmának változása megváltoztathatja a Golf áramlat irányát – egyesek már az esetleges teljes leállásáról beszélnek-, ami Észak-Európában jelentős lehűléshez vezethet. A tenger vizének hőmérsékletváltozásai pedig az eddigieknél is pusztítóbb ciklonokat idézhetnek elő például Florida partjainál, vagy New York térségében. (Novaresio, Paolo 2006) A gleccserek táplálta folyók a világ népességének 40%-át látják el vízzel. A Gangesz nyári vízhozamának 70%-át, míg más nagy folyók 50-60%-át adják gleccserek. Az olvadás által, Lomborg szerint előre láthatólag 50 éven át az adott térségben több lesz a víz, és csak ez után következik be a vízszegény periódus. A gleccserek elolvadása nyaranta hatalmas szárazságot fog idővel előidézni.(Lomborg, Bjorn 2008) A Gangesz folyó mentén élők élete így nagyon meg fog nehezedni. A Gangesz legfőbb vízforrása (vizének 40%-a) a Himalájában lévő Gangotri gleccser, ami mára már az eltelt 25 év során közel 900 m-t húzódott vissza. A folyó 400 millió ember megélhetését biztosítja. (Novaresio, Paolo 2006)

Bolíviában a Chacaltaya gleccser 80%-a mára eltűnt. Számítások szerint az Andokban 20 éven belül eltűnhetnek a gleccserek, mi által közel 70 millió ember vízellátása kerülhet veszélybe. (Hodgkinson, David 2010)

A gleccserek nagyarányú fogyása Európában is megfigyelhető, különösen az Alpokban. Itt a kutatók szerint 2100-ra a 3500 m-nél lejjebb lévő gleccserek teljesen meg fognak szűnni. Például a Mont-Blanc-on elterülő, 32 négyzetkilométeres Mer de Glace (Jégtenger) évente átlag 1 m-t veszít a vastagságából 30 éve, de szélsőséges esetben a jégréteg akár 3.61 m-rel is csökkenhet. Ez utóbbi történt például 2014/2015-ben.

(net 21.) A Kelet-Afrikában, Tanzániában található Kilimandzsáró jégtakarói pedig 1912-2000 között 80%-os veszteséget szenvedtek el. (Anson M. 2005) Ha a felmelegedés tovább tart,

akkor erről a hegyről akár már 2020-ra eltűnhet az ott 12 ezer évvel ezelőtt megjelent a hó és jégtakaró.

A Mont Everest (Csomolungma) gleccserei szintén bajban vannak. Mint ismeretes, a Föld legnagyobb gleccserei a Himalájában vannak, ahol a jelenleg hófedte felszín 30-40%, míg a gleccserek fedte rész 9%. A vizsgálatok szerint a gleccserek a Himalájában rohamosan fogynak, és 2035-re 193 051 négyzetmérföldről 38 000 négyzetmérföldre fognak zsugorodni. Márpedig ezek táplálják az ázsiai folyókat. (Kertész Ádám 2012)

Az elmúlt 4 évtized során, az 1970-es állapothoz viszonyítva a gleccserek, a hegy déli lejtőin az 1980-as évektől kezdve megnőtt olvadás miatt 26%-al csökkentek. 1990 és 2013 között a gleccsertavak 100 km²-ről 114 km²-re nőttek. (net 23.) Márpedig a Himalája hő és jégfedettsége sok millió ember életét befolyásolja.

A gleccserek olvadásának igen katasztrofális következményei lehetnek például Bolíviában.

Itt található földünk trópusi övezeti gleccsereinek közel 20%-a. A gleccserek olvadása Bolíviát egyszerre fenyegeti szárazsággal és hatalmas árvizekkel. Az országban száraz és nedves évszakok váltják egymást. A Föld déli féltekén lévő téli időszakkal esik egy időbe a száraz periódus az országban. Ekkor a gleccserek igen sokat veszítenek tömegükből. Ezen gleccserek ugyan is az Andok magassága miatt maradtak meg, és létük nem a meleg és hideg periódustól függenek, hanem a területre lehulló csapadék mennyiségétől. Ez az időszak a Föld déli féltekén lévő nyári időszakkal esik egybe. A NASA Földi Megfigyelőprogramja és az Egyesült Államok Földrajzi Felmérése által mért adatok szerint 1986-ban kétszáz négyzetmérföldet, míg 2014-ben már csak 110 négyzetmérföldet fedtek le a gleccserek az Andok bolíviai részén. A kevesebb jégolvadás kevesebb folyóvizet is jelent a hegyi folyamokban, ami a városok és falvak vízellátásának akadozását jelentheti. Ez Bolíviában tragédiához vezethet, hiszen ezek a gleccserek táplálják a nagyvárosok vízellátásának 15-30 százalékát. Ezek a települések összesen nagyjából 2,3 millió embernek adnak otthont, és ez a szám folyamatosan növekszik, hiszen rengetegen költöznek be a városokba a kisebb falvakból. Az előrejelzések szerint az évszázad végéra az Andok gleccserei teljesen eltűnhetnek, és a gleccserek fogyása már 50-60 év múlva a városok vízellátásában komoly gondokat okozhat.

A gyors olvadás azonban másképp is veszélyezteti a térséget. A gleccserek az évmilliók során kis tavakat hoztak létre a hegyoldalban. A gyors olvadás hirtelen feltöltheti ezen tavakat, miáltal azok kiáradhatnak, elöntve az alacsonyabban fekvő területeket. Ilyen katasztrófára 1941. december 13-án már volt példa. Ekkor egy leszakadó nagyobb jégtömb miatt lépett ki medréből a perui Palcacocha-tó, és elöntötte Huaraz települést. Az áradásnak 5-7 ezer ember esett áldozatául. A Manchaster Metropolitan Egyetem kutatója, Simon Cook és kollégái 25 olyan tavat jelöltek meg, amelyek a bolíviai Andokban találhatók, és veszélyesek lehetnek településekre vagy az infrastruktúrára. A legnagyobb áradással fenyegető tóból például 4,5 millió köbméter víz zúdulhat a környező falvakra. (net 38)

A nedves időszaknak igen csak ki vannak téve a Nílus mentén élők. A Nílus két fő ágból áll össze egy folyóvá. Ez a két ág a Fehér-Nílus, illetve a Kék-Nílus. A Nílus vízhozamának 90%-át a Kék-Nílus és mellékfolyója az Atbara folyó biztosítja. Ez a két folyam volt felelős már az ókorban is a Nílus évenkénti áradásaiért. Ha az Etióp magasföldön elmaradnak az esők, akkor 150 millió ember vízellátása kerülhet veszélybe. Egyes feltevések szerint 2050-re már 350 millióan fognak a Nílus vizétől függeni. Tehát csak ezen két nagy folyam mentén, a felmelegedésnek kiszolgáltatva, a vízhiánytól sújtva, jelenleg több mint fél milliárd ember élete van veszélyben. Ez a szám 2050-re akár elérheti az 1 milliárdot is. (Novaresio, Paolo 2006) És akkor még nem is szóltunk arról, hogy már 2008-ban, legalább 1.3 milliárd ember egészséges ivóvízellátása nem volt megoldva. (IAASTD 2011)

A nagy folyók vízgyűjtőrendszerében a felmelegedés által megváltozik a csapadék eloszlása. A modellek szerint ez több nagy folyót fog érinteni. A feltételezett több csapadék miatt

nőhet az Amazonas, a Gangesz és a Mekong vízhozama. A Gangesz esetében az esővíz talán így csökkentheti a hiányzó gleccservíz okozta apadást. Viszont az átrendeződő csapadékviszonyok miatt kevesebb víz juthat majd az Amu-darjába, a Dunába, az Eufráteszbe és a Jenyiszejbe. Ugyan így csökken majd a vízhozama a Lénának, a Columbianak, a Mackenzie-nek, a Nílusnak, az Obnak, a Szír-darjának, a Volgának. (Lomborg, Bjorn 2008)

De nem csak a felszín feletti vizek, vízbázisok vannak veszélyben! A hidroszféra 1.4 milliárd köbmétert tesz ki, amiből 97% az óceánok és tengerek sós vize. A föld vízkörforgása során az óceánok és tengerek vizéből évente közel félmillió köbméter párolog el, miközben egyben sótalanitódik is. Ez a víztömeg pedig csapadék formájában jut vissza a földre. Ez a forrása bolygónk édesvízkészletének, amelynek 69%-a jég formájában őrződik meg. A maradék 31% édesvíz készlet 98%-a földfelszín alatti víztartó rétegekben, jó részt szinte elérhetetlen mélységben őrződik meg. A felszínen az édesvízkészletnek csak az 1% negyedrészét, közel 90 ezer km^3 -t tesznek ki a tavak és folyók. Ezen mennyiség ¼-része a Bajkál-tóban található. A Föld megújuló édesvízmennyisége kevesebb, mint a teljes édesvízkészlet. A földfelszínre több eső hull, mint amennyit visszapárologtat. Ez a különbség az un. lefolyás (kb. 40 ezer km^3 évente) Ennek kétharmada elfolyik az áradásokkal, tehát hozzávetőleg 14 ezek km^3 víz áll rendelkezésére az emberiségnek évente.

A felszín alatti vízkészlet azonban a túlzott vízkivétel miatt veszélybe került. Például Kansas államban a gazdák 1970-ben úgy számolták, hogy a felszín alatti vízkészlet 300 évre elég. 1980-ban már úgy vélték, hogy csak 2050-ig lesz elég, de ezt 1990-ben módosították és a készletek elégséges voltát max. 2020-ig tartják kielégítőnek. Ezt eredményezte a térségben az intenzív mezőgazdaság.

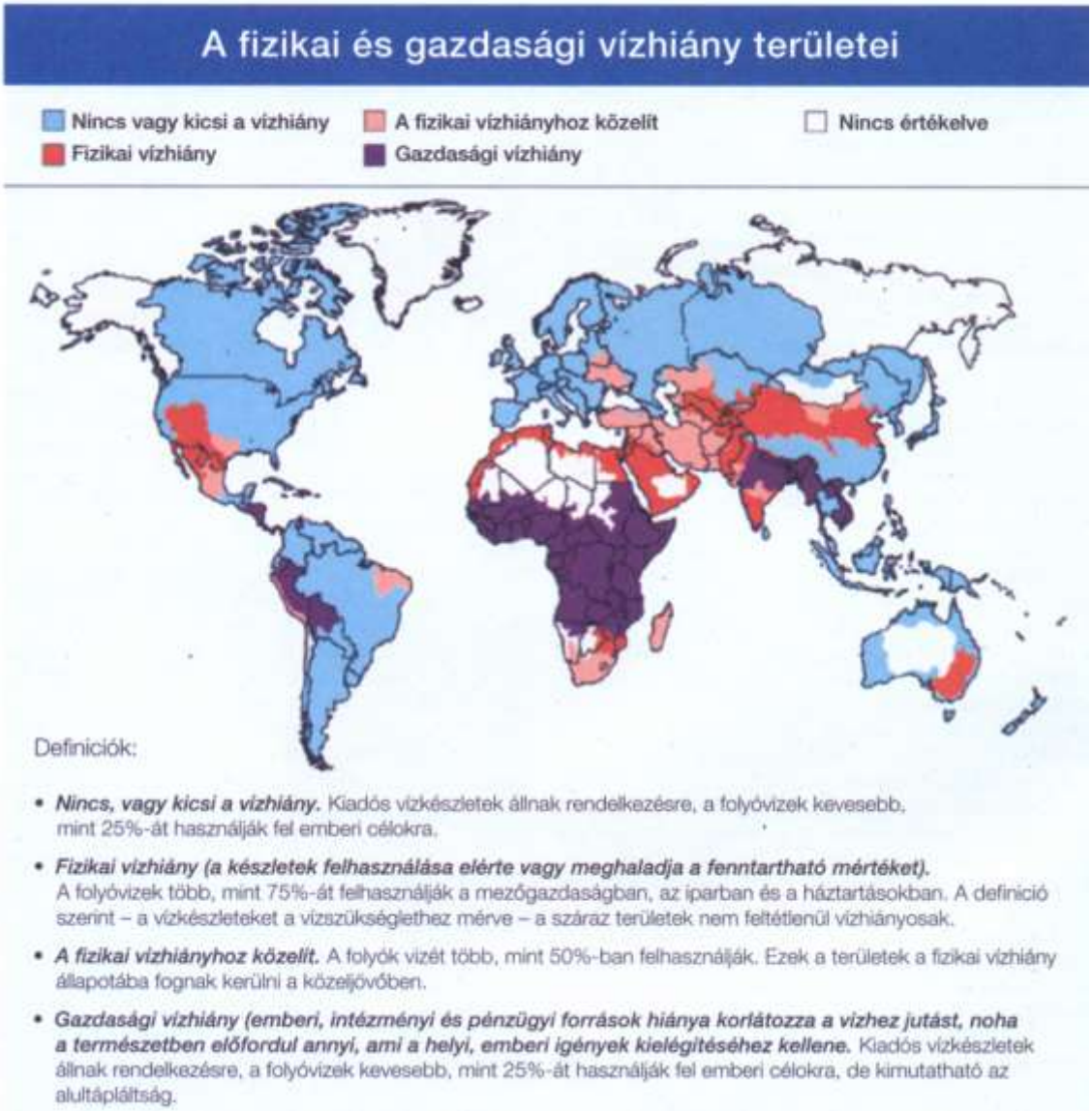
Az indiai Uttar Pradés tartományban 1970-1985 között 2700 falut láttak el kutakkal. Ezek közül 2000-re közel 2300 már kiszáradt.

Mára Peking és Mexikóváros lényegében kimerítette a felszín alatti vízkészleteit, és ennek hatására mindkét város meg is süllyedt. De ugyan így járt Bankok és Houston is. 1920-1965 között pedig Tokió is süllyedni kezdett (közel 5 m-t!) az intenzív vízkitermelés miatt. 1965-re Barcelona is felélte saját vízbázisát. Birmingham, Liverpool és Párizs viszont rendre talajvíz betöréssel küzd, mivel lecsökkent a térségben a nagy vízigényt jelentő ipari tevékenység.

Az Arab-félsziget és Líbia szintén tekintélyes mennyiségű felszín alatti vízkészlettel bír. Például Szaúd-Arábia 2000-ben a napi édesvízszükségletének 70-90%-át földalatti készletekből biztosítja. Az intenzív mezőgazdaság, azon belül a búzatermesztés azonban igen nagy mennyiségű vizet igényel. Evvel az a probléma, hogy az arab területek víztározó rétegei szinte egyáltalán nem töltődnek újra, így kimerülhetnek.

Az intenzív mezőgazdasági területek növekedése egyre több vizet igényel a Földön. Míg 1900 előtt ez a terület 50 millió hektár volt, addig 1995-ben már 250 millió hektárt tett ki. Ez pedi nagyban veszélyezteti az édesvízkészleteket.

Líbiában hatalmas mennyiségű a felszín alatti vízkészlet, a Szahara szívében fekvő déli részek alatt. 1969 után Moammer el Kadhafi kezdte meg a lakott vidékektől távol lévő vízkészlet vezetékes szállítását kiépíteni, ami 1986-ra készült el Ez az un. Nagy Mesterséges Folyó, ami a homokdűnék alatt halad. Ez a Nílus vízmennyiségének 5%-át tudja szállítani Tripoli és Bengázi térségébe. Egyiptom és Csád azonban a Nagy Mesterséges Folyó miatt támadja Líbiát, mondván, hogy az károsítja az ő vízkészleteiket. (J.R.McNeill 2011)



31. ábra
(IAASTD 2011)

A fenti ábrán jól látszik, hogy a vízhiány a leginkább Afrikát, a Közel-Keletet és Dél-Ázsiát érinti. Ez azért fontos, mert ezt a térséget fogja igen erősen súlytani a klímaváltozás által előidézett tengerszint emelkedés is. Márpedig ezen két tényező együttvéve, több millió ember életlehetőségeit fogja tönkretenni.

A már most létező vízhiányra jó példa a Jordán folyó vidéke. Jordán völgyében a felmelegedés egyre nehezebbé teszi az életet. A meleg hatására például a Holt-tenger vize évente 1 m-rel csökken. A Szíriában épített gátak miatt Jordánia egyre jobban kiszárad. Ezért például Ammanban hetente csak 1 napon van tiszta víz az ivóvízhálózatban. Ekkor lehet feltölteni vízzel a házak tetején lévő víztározókat. Minden lakáshoz tartozik 1 víztározó. A térségben a talajvíz becslések szerint maximum 50 évre elegendő, így a nagy vízhozamú mezőgazdaság nagy bajba került. Ezért, például a megtisztított szennyvizet próbálják öntözésre használni. A mezőgazdasági öntözés idejét, így például a fóliasátras kultúrák öntözését a kormány szabja meg. Nyáron a növénytermesztés tiltva van. A növények öntözését a növény tövénél elhelyezett csepegtető öntözőrendszerrel oldják meg. Így sokkal kevesebb víz párolog vagy folyik el, és több vizet

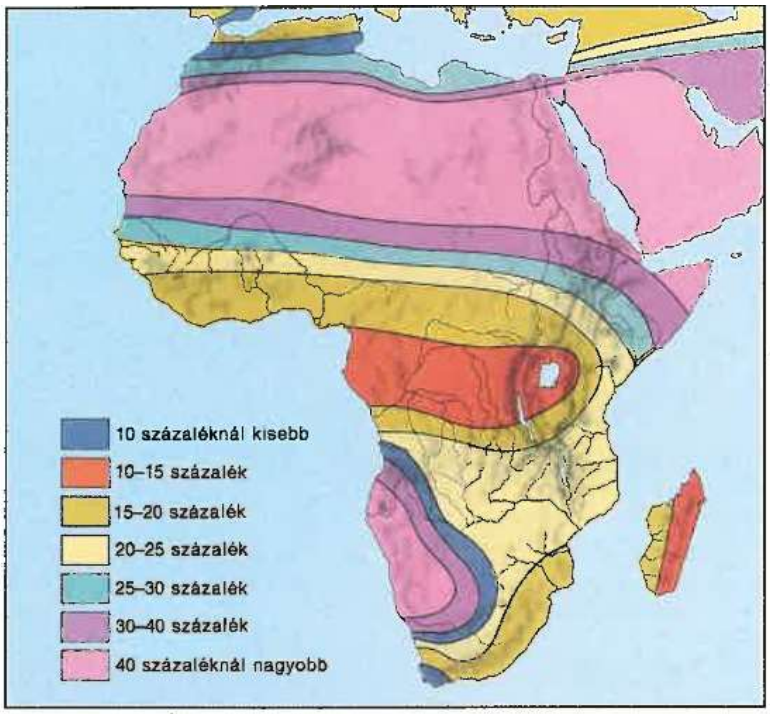
vesz fel a növény. A térség vízbiztosítására felmerült, hogy az Akabai-öbölben víz sótalanító művet hoznak létre, és megépítik a Vörös-tenger-Holt-tenger csatornát Jordánia vízellátását javítandó.

Tálas Péter, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Stratégiai Védelmi Kutató Központjának igazgatója szerint: "Az elsivatagosodás a világ területeinek 20 százalékát érinti, 100 országban mintegy 800 millió embert ". Afrikában ehhez hozzájárul a folyamatban levő népességrobbanás is, ha a jelenlegi trendek folytatódnak, 2030-ig 500 millióval nő Afrika népessége. Tekintve, hogy a klímaváltozásnak várhatóan Afrika lesz a legnagyobb vesztese, onnan milliós-tízmilliós migáricós hullám indulhat el. (Tálas Péter 2015)

Jelenleg a legnagyobb migrációs kényszer és humanitárius katasztrófa, ami éghajlatváltozás következménye a Száhel övezetben van. Ezen övezetbe az emberek még a Szahara fentebb tárgyalt, úgy 6-7000 évvel ezelőtti időszakban települtek az emberek, amikor itt még erdős, ligetes térség volt. Mára azonban ez a sáv szinte lakhatatlanná vált. 1968-1974 között a szárazság miatt 250 ezer ember halt éhen. Ezen térségből igen jelentős az elvándorlás. 1970-1980 között a sivatag egyre jobban terjed a térségben. A térségben közel 160 millióan élnek és évente mintegy 4 millió fővel nő a lakóság száma a természetes szaporodás következtében.

32. ábra
Száhel övezet

A térség államai: Szudán, Csád, Niger, Mauritánia, Burkina Faso, Mali, Szenegál, Gambia, Etiópia, Eritria.(Probáld 2002) A Száhel övezetben 1-3 celsius fokos emelkedés 5%-os csapadékcsökkenést jelenthet és 10%-ig terjedő talajnedvesség csökkenést eredményezhet. Ez pedig még tovább csökkenti az adott térség életfeltételeinek lehetőségeit. Ugyan ekkor Dél-Európában 2-3 fokos hőmérsékletemelkedés mellett 5-15%-os csapadékcsökkenést és 15-25%-os talajnedvesség csökkenést feltételeznek. (Kertész Ádám 2001)



AZ AFRIKAI ÉGHAJLAT VÁLTOZÉKONYSÁGÁT az évi csapadékmennyiségnek a normálistól való eltérésével ábrázoltuk. Az afrikai kontinens azon területein, ahol a csapadék erősen változékony, de maga a csapadék mennyiség kevés, az aszály bekövetkeztének állandó valószínűsége jellemzi az éghajlatot; ez különösen igaz a rózsaszínnel jelölt térségekre.

33. ábra (Glantz M. H. 1987)

A klímaváltozás miatt a Csád-tó 25 ezer négyzetkilométeres (1966-ban) vízfelülete 2000 négyzetkilométerre (1984-ben) zsugorodott alig 20 év alatt, miközben 70 millió embert szolgál ki vízzel. (Hanula 2015, Glantz M. H. 1987)

De nem csak a Csád-tó vize tűnik el egyre gyorsuló ütemben, hanem nagy veszély fenyegeti Nyugat-Afrika folyóit is. A Niger, a Chari és a Szenegál vízhozama az 1960-as évektől kezdve ugyan is jelentősen csökken. (Glantz M. H. 1987)

Egyes előrejelzések szerint 2050-re akár 200 millióra (szélsőséges esetben 2010/2014-ben már 1 milliárd migránst vízionálnak 2050-re) is emelkedhet a klímaváltozás okán elvándorlók száma. Tehát, akár minden 45. ember érintett lehet a klímaváltozás által. A klímaváltozás okozta károkra sajnos jó példa Pakisztán. 2010 júliusában korábban soha nem tapasztalt esőzések nyomán súlyos árvíz pusztított Pakisztánban, elárasztva az ország egyötödét és 20 millió embert veszélyeztetve. Utakat, hidakat és egész falvakat elmosva romba döntött 1,8 millió házat, elpusztított 2 millió hektár vetésterületet, 7 millió ember vált földönfutóvá és mintegy 1900 halálos áldozatot követelt. Jóllehet az országban gyakoriak az árvizek, mégis a szakemberek ezt a hatalmas árvizet már a globális felmelegedés és az éghajlatváltozás számlájára írják. Abban mindenki egyetért, hogy a természeti katasztrófák egyre több embert űznek el a szülőföldjükről. (Pólya Cs. 2011, Hodgkinson, David 2010)

Eddig kevésbé vizsgált az El Niño népességre és migrációra gyakorolt hatása. Pedig emberek millióinak életét keserítheti meg ez a természeti hatás. A Csendes-óceáni térség Egyenlítő közeli területe karácsony táján erősen felmelegszik. Hatására általában aszályos, száraz időszak lép fel Afrikában és Ausztráliában. A Karib-tengeren és az Egyesült Államok nyugati partján pedig az óriási esőzéseket okozhat. Az El Niño előszezont általában az átlagosnál kevésbé aktív Atlanti-óceáni hurrikán szezon is jellemzi. Az eltelt 10 év során ez a természeti jelenség egyre nagyobb károkat okoz. Szokatlanul heves és kiterjedt esőzések sújthatják Északnyugat-Afrikát,

de komoly károkat okozhat a kontinens észak-keleti „szarván" és Jemen vidékén is. Járulékos kárétele, hogy a nedvesebb időszakok hatására egyre több rovar, pl. a sáskák szaporodhat el. Közép-Amerikában egyes becslések szerint 2 millió szegény ember átmeneti megélhetése kerülhet veszélybe. Indonéziában viszont a szárazság hatalmas tüzeket okozhat. Úgy néz ki, hogy a szeptembertől decemberig tartó El Niño hozzájárul a felszíni hőmérséklet emelkedéséhez is.

A Világbank Migráció és a Hazautalások 2011-es Évkönyvének legfontosabb megállapításai szerint a nemzetközi migrációban résztvevő 214 millió fő a világ lakosságának mintegy 3,1%-át teszi ki, ezzel lényegében kisebb arányt mutat, mint a 19. századi adatok. A legfontosabb bevándorló országok listáját az Amerikai Egyesült Államok vezeti az Oroszországi Föderáció, Németország, Szaúd-Arábia és Kanada előtt, miközben az ország lakosságához viszonyított arányokat tekintve első helyen Katar (87%), Monaco (72%), Egyesült Arab Emirátusok (70%) és Andorra (64%) állnak. 2005 és 2010 között a legnagyobb számú bevándorlás az USA-ba történt, miközben Spanyolországba, Olaszországba és az Angliába irányuló kelet-európai, latin-amerikai és észak-afrikai bevándorlás is jelentős méreteket öltött. Az Öböl-menti Együttműködési Tanácshoz tartozó 6 ország (Bahrein, Kuvait, Omán, Katar, Szaúd-Arábia és az Egyesült Arab Emirátusok) szintén nagyszámú bevándorlót fogadott az elmúlt években Dél- és Kelet-Ázsiából, illetve Kelet-Afrikából. Mindez azt jelzi, hogy földrajzilag bővül a migrációs kör, ami a sokszínűséget jelenti, de ezzel bővül a kihívások skálája is. A nemzetközi pénzügyi-gazdasági válság hatására azonban a nemzetközi migráció valamennyi régióban csökkent.

Afrika országaira alapvetően a kontinensen belüli migráció a jellemző, ez alól csak Észak-Afrika jelent kivételt az Európa felé igyekvő vándoraival. 2010-ben a becslések szerint 19 millió migráns élt a kontinensen, ami 1,5 milliós emelkedést jelent a 2005-ös szinthez képest. A szakemberek véleménye szerint ez valószínűleg jócskán alábecsült adat az afrikai statisztikák megbízhatatlansága és szegénysége miatt. A legjelentősebb kibocsátó országok közé Algéria, Burkina Faso, Mali, Marokkó és Nigéria tartozik. Kelet- és Közép-Afrika országaiban él mintegy 6,7 millió bevándorolt, ami a térség lakosságának 1,5%-át jelenti (ez a részarány csökken, mert a bevándorlás alacsonyabb, mint a természetes szaporodás üteme). A különböző társadalmi konfliktusok és természeti katasztrófák miatt itt elsősorban a kényszermigráció a jellemző. A régióban koncentrálódik a világ belső kényszermigránsainak (IDP) közel 38%-a, több mint 10 millió ember. Nyugat-Afrikában 8,4 millió migráns él, akiknek kétharmada Elefántcsontparton, Ghánában és Nigériában található. A dél-afrikai régióban 2,2 millió a bevándorolt, és többségük a Dél-afrikai Köztársaságban (1,9 millió) lakik. Észak-Afrika országaiban 1,8 millió bevándorolt élt 2010-ben és a demográfiai tényezők miatt (a lakosság többsége fiatal) erős migrációs nyomás alatt áll. A fő migrációs célpontok a dél-európai országok. (Pólya Cs. 2011)

Az afrikai migráció ma leginkább gazdasági migrációnak tekinthető, de az etnikai konfliktusok és a rossz gazdasági helyzet mellett a környezeti adottságok azok, amelyek a leginkább befolyásolják a kontinens migrációs folyamatait. A csapadék szezonális jellege és kiszámíthatatlansága sorolhatók azon tényezők közé, amelyek a leginkább nehezítik az afrikai mezőgazdasági termelést. Az elmúlt évtizedek során az elsivatagosodás jelentősen megnövelte Afrika csapadékhiányos területeit (a földrész közel felét érinti a folyamat), ezáltal kihatva mintegy 300 millió afrikai ember életére.

Már 2030-ban az afrikai elsivatagosodás a Sub-Saharaban 60-135 millió embert érinthet. (Müller, Bettina 2012)

Az Egyesült Nemzetek Szervezete (ENSZ) felmérése szerint a szubszaharai régió tartozott a világ egyetlen olyan régiója közé, ahol az egy főre jutó élelmiszertermelésben csökkenés következett be az 1990–1995 közötti időszakban. A stagnáló afrikai mezőgazdaság és vidék

fejlődésének nehézségei jelentik az Afrikából kiinduló migrációs mozgások egyik lehetséges magyarázatát. A többnyire alacsony fejlettségi szintet képviselő mezőgazdasági technológia különösen nehézzé teszi az afrikai emberek túlélésért folytatott mindennapos küzdelmét. Ezek a tényezők teszik a migrációt az afrikai családok, az afrikai emberek túlélésének és a gazdasági felemelkedésnek, valamint a hiányos források kiegészítésének nem az egyetlen, de egyik alkalmazható és meghatározó túlélési stratégiájává. Hangsúlyoznunk kell azonban, hogy Afrika nem csak a pusztulást, az állandó harcokat és a romló életkörülményeket jelenti, hanem Afrika maga az életérzés, a színek, illatok kavalkádja, a szabadság az európai értelemben vett időhöz kötöttségtől, ahogyan pedig egy szenegáli közmondás tartja: „Európában mindenkinek van órája, míg Afrikában mindenkinek van ideje".

Az afrikai migráció sajátossága, hogy a migrációs döntések hátterében nem az egyes ember áll, hanem a korábban kialakult migrációs példák szolgáltatják az alapot. Az elvándorlást magát nem egy ember, hanem gyakran egy egész közösség finanszírozza. A gazdasági túlélés érdekében a családok egésze, sem mint annak egyes tagjai döntenek arról, hogy a túlélés megoldási lehetőségeinek melyik változatát választják – városban kísérelnek meg új életet kezdeni vagy pedig külföldre távoznak. A döntést arról, hogy ki lépjen a migráció útjára, mikor, mennyi időre és hova vándoroljon, a családok hozzák meg, annak figyelembevételével, hogy minél hatékonyabban elősegítsék az erőforrások intergenerációs áramlását a családtagok között. A család kapocsként szolgál az óhaza és a bevándorlás célországa között, az afrikai nagycsaládos, kiterjesztett családmodell elősegíti, hogy a családok akár több részre szakadjanak és így is képesek legyenek családi egységként működni úgy, hogy a célország és a származási terület jövedelmei összeadódnak. Ez a migránsok körében gyakran megfigyelhető folyamat a „kettős háztartások" jelensége. A migránsok az otthon maradt családtagjaikkal továbbra is szoros kapcsolatot ápolnak a gyakori látogatások és az utalások által. Így viszont a migráció csak részleges, illetve igen gyakran csak időleges. Időleges, mikor például a családok taníttatnak valakit külföldön, de elvárják tőle, hogy tanulmányai végeztével térjenek haza. Afrika lakosságszáma meghaladja az egymilliárd főt, ebből több mint 22 millióan élnek külföldön.

Az Afrikából Európa felé irányuló migráció fő célállomásait a következő adatok szerint:
Olaszország 411 000 fő (Tunézia, Egyiptom, Marokkó, Szenegál, Ghána, Szomália)
Nagy-Britannia 373 000 fő(Ghána, Algéria, Líbia, Nigéria, Szomália, Dél-afrikai Köztársaság)
Németország 302 000 fő (Marokkó, Algéria, Kongó, Ghána, Tunézia)
Spanyolország 2 000 fő (Marokkó, Algéria)
Franciaország 165 000 fő (Algéria, Marokkó, Tunézia, Kongó, Elefántcsontpart)
Hollandia 150 000 fő (Marokkó)
Belgium 143 000 fő (Marokkó)
Portugália 90 000 fő (Angola, Bissau-Guinea, Dél-afrikai Köztársaság)
USA 37 000 fő (Nigéria, Egyiptom, Etiópia)
Svájc 35 000 fő (Marokkó, Tunézia)
Svédország 26 000 fő (Etiópia)
(Forrás: Rédei Mária: Mozgásban a világ. A nemzetközi migráció földrajza)
2010.12.31-én Magyarországon különböző jogcímen 129 848 afrikai állampolgár élt. Hazánk az 1970-es évektől kezdve szerepel az afrikaiak migrációs célállomásai között.
Európában közel 4 millió afrikai él, de közülük mindössze 80 ezer fő az, aki magasan képzett.

Afrikára jelenleg egyaránt jellemző a belső és külső migráció sokfélesége. Az utóbbi évtizedekben leginkább a munkavállalási célú migráció felerősödése került előtérbe, például a

Száhel-övezetből Franciaországba és Nyugat-Európa többi államába való vándorlás, vagy a szubszaharai régióból Dél-Afrikába irányuló migráció. (Urbán F. 2011)

Viszonylag új jelenség a természeti katasztrófák kiváltotta menekülés Afrikában, bár a szárazság, a sivatag terjeszkedése, pusztító árvizek, járványok, s az emberi közösségeket sújtó más bajok ellen az afrikaiak évezredek óta elvándorlással (is) védekeznek. A globális felmelegedés (amiről legkevésbé az itteniek tehetnek, hiszen alig járulnak hozzá az üvegház-hatású gázok kibocsátásának globális szintjéhez) a 21. században Afrikát az előrejelzések szerint az átlagosnál jobban fogja sújtani. Párosulva a gyors népességnövekedéssel, a már most sok országban kritikus mennyiségűnek tekinthető egy főre számított hasznosítható és megújuló vízkészlettel ez a tényező roppant népességmozgásokat fog generálni. A legfontosabb felszíni vizek elszennyeződése és szintcsökkenése, különösen a folyók vízhozamának jelentős csökkenése, az emberi beavatkozás mértékének növekedése, főleg a vízkivétel olyan helyeken is katasztrófákat idézhet elő, s megfelelő kezelés nélkül elő is fog idézni, ahol korábban egyáltalán nem voltak jellemzőek. Ennek megfelelően az ökológiai menekültek számának drasztikus emelkedése prognosztizálható. Ma az afrikai népesség mintegy 3%-a tekinthető migránsnak, ami nagyjából a világátlagnak megfelelő arány. Ugyanakkor nagy a valószínűsége annak, hogy az adatok megbízhatatlansága miatt lényegesen alábecsült ez az arány. A jövőben a kontinens határain túlra irányuló migrációs nyomás mindenképpen növekedni fog, jó esélye van annak, hogy Afrika megelőzze ezen a téren Ázsiát és Latin-Amerikát is. Míg az észak-afrikai migránsok 90%-a a kontinensen kívül, főként Európában keresi boldogulását, a szubszaharai Afrikából indulók kétharmada, főleg a semmilyen képzettséggel nem rendelkezők nem hagyják el a kontinenst, csupán egy másik, gyakran szomszédos országba költöznek, illetve menekülnek. Nyugat-Afrikában a migráció több mint 70%-a a régión belül történik sok célországgal, míg Afrika déli részén az arány csak valamivel alacsonyabb, bár itt csak egy igazi célország létezik, a Dél-afrikai Köztársaság. Az afrikai migráció fő irányai Franciaország (9%), Elefántcsontpart (8%), Dél-Afrika (6%), Szaúd-Arábia (5%), valamint az USA és Nagy-Britannia (4-4%). A migráció terén az egykori anyaországok továbbra is erős szívóhatást gyakorolnak volt gyarmataikra a migráció szempontjából is, ugyanakkor az újabb desztinációk, a Közel-Kelet, Észak-Amerika is mind fontosabb szerepet kapnak. A migrációs nyomás különösen Európa, azon belül is az EU államai felé állandósulni fog, ez az a régió, ahol az előrejelzések szerint 2005 és 2050 között a legnagyobb mértékben, mintegy 88 millió fővel fog csökkenni a munkaképes korú népesség, míg Afrikában minden más régiót messze megelőzve legalább 800 millióval, ezen belül is a szubszaharai Afrikában mintegy 700 millió fővel növekszik majd a munkaképes korúak száma.

A szubszaharai migráció jellemzői Afrika-szerte a gyors népességnövekedés, majd a hetvenes évektől megfigyelhető, egyre súlyosabb méreteket öltő éghajlatváltozáshoz köthető problémák – ezek közül kiemelendő az elsivatagosodás –, vagy az elmúlt években ismét tetőződő élelmiszerválság mind arra kényszerítenek nagyszámú tömegeket, hogy útnak induljanak. Az erdőirtások, a talajerózió és a változékony időjárási viszonyok következtében a 20. század utolsó negyedére becslések szerint a kontinens talajainak termőképessége 25 százalékkal romlott. ENSZ adatok mutatják, hogy már 1990 és 1995 között a szubszaharai Afrika volt az egyetlen fejlődő térség a világon, ahol az egy főre számított élelmiszertermelés csökkenését regisztrálták – e folyamat sajnos a mai napig tart. Mindezeket tetézi a sok esetben kiszámíthatatlan és sérülékeny politikai (állami) környezet. Az állami sérülékenység többször az államok bukásához vezet, és ez értelemszerűen toló (push) hatást jelent a „bukott állam”

területén élők számára: az elvándorlás e területekről fokozódhat. A mozgást kiváltó tényezőkről általában nem szabad megfeledkeznünk. A szívó (pull) és toló (push) faktorok a migráció fontos aspektusát képezik. Az adott országból a vándorlásra vállalkozó személyt „kitolhatja” például egy-egy megoldhatatlannak tűnő konfliktus – legyen etnikai vagy vallási alapú

–, mely Afrika-szerte számos térségben folyamatosan felbukkanó jelenség. A képzettebb személyek esetében push-faktorként értelmezhető többek között a túlzottan rugalmatlan kormányzati rendszer és a hozzá kapcsolódó foglalkoztatáspolitika, amely nem képes megfelelően kezelni a munkavállalók problémáit, magát a munkanélküliséget; vagy a törzsi/közösségi, etnikai alapon történő diszkrimináció; vagy akár a reálkeresetekben történő esés, az ország fizetőeszközének gyengülése, illetve a növekvő napi terhek, kiadások, általában tehát a napi „jólét" bizonytalansága. Pull-faktort jelent ezekhez szorosan kapcsolódva, például, a magasabb jövedelem megszerzésének lehetősége, a kiterjedtebb munkahelyi mobilitás és a karrierépítés perspektívája, vagy éppenséggel a kisebb bürokrácia és kevesebb kontrollmechanizmus, továbbá értelemszerűen a fenntartható magasabb életminőség elérése.

A 2005-ös World Migration Report szerint az Afrikához köthető migráció – belső és külső egyaránt – a következő jegyekkel jellemezhető:

1. A belső (regionális) és a külső határokon átívelő migráció sok esetben egyfajta stratégiát jelent, hogy az ökológiai és gazdasági problémákkal meg lehessen birkózni.
2. Az egyes régiókon belüli egyenlőtlenségek arra ösztönzik az embereket, hogy a viszonylagos jólét (jobb lét) és stabilitás térségeibe vándoroljanak.
3. Felerősödött az Észak-Afrikán keresztüli tranzit migráció – az észak-afrikai területek/ települések kapuként szolgálnak sokaknak.
4. Nőtt a tiltott és irreguláris migrációt mutató esetek száma – elsősorban a fejlett Észak megszorító bevándorláspolitikái miatt. Az esetek között egyre több az Afrikából csempészett személyek története.
5. A magasan képzett és a szakképzett személyek nagyobb számban vándorolnak a szubszaharai Afrikából a gazdaságilag fejlettebb országokba.
6. Bár a nők még mindig alulreprezentáltak, látható egy felívelő tendencia az afrikai migráció „feminizációja" irányában. (Búr G. –Tarrósy I. 2011)

2025-re az emberiség ötöde, bő másfél milliárd ember fog olyan területeken élni, ami vízhiánnyal küszködik. A közeljövőben úgy tűnik, elkerülhetetlenek lesznek a vízkészletek miatt kitörő, kisebb-nagyobb konfliktusok. A problémás zóna egy Kelet-Afrikától Délkelet-Ázsiáig húzódó, hatalmas, félkör alakú sáv, ahol több mint egymilliárd ember él.

A 31. ábrán látható, hogy É-Afrika és az Arab-félsziget térsége elérte a fizikai vízhiány állapotát. Ez pedig már előrevetíti a háborús konfliktusok lehetőségét, különösen akkor, ha külső tényezők a térség kialakult politikai stabilitását is felborítják. A Termékeny Félholdnak legfeljebb egy évszázada lehet hátra a teljes kiszáradásig. Ezért már az 1960-as évek háborúiban is szerepet kapott az édesvíz feletti uralom megszerzése.

Részben a vízkészletekről szólt a hatnapos háború 1967-ben Egyiptom és Izrael között, illetve teljes egészében annak előzménye, a '64 és '67 közötti villongások a Jordán folyó környékén Izrael, Libanon és Szíria között.

A Termékeny Félhold egyetlen vízhiánnyal nem sújtott állama Törökország, a Tigris folyón épülő Ilisu-gáttal, a hozzá tartozó 10 milliárd köbméteres víztározóval, és 1200 megawattos erőművel, komoly ellátási gondokat idézhet elő. Az építkezés 2006 óta zajlik viták keresztüzében, amelyek hatására az összes nemzetközi finanszírozó és hitelező kihátrált a projekt mögül pár év alatt. A gát elvileg 2015-ben készül el, és szakértők attól tartanak, hogy teljesen tönkre fogja tenni Mezopotámia talajvízhelyzetét, főleg iraki és szíriai területeken. Ahol már egyébként is háború dúl a vízért. (Hanula 2015)

Szíriában a felszíni hőmérséklet nagyban befolyásolja a talaj nedvességtartalmát. Ennek oka, hogy ezen térségben csak egy csapadékosabb időszak van. Ez pedig a téli 6 hónapig tartó nedvesebb időszak. Ezen hónapokban terem a térség fő gabonája, a búza is. Az eltelt 20-30

évben a térségben a hőmérséklet lassú emelkedésnek indult. Ez különösen nyáron jelentős, mivel ezáltal megnőtt a talaj vízkipárolgása. Az intenzív növénytermesztés, mint például a nagy vízgényű pamut gyapotnövény termesztése és a talajhő növekedése miatt a térség talajvízkészlete jelentősen megcsappant. Ez azért jelent problémát, mert Szíria vízellátásának jelentős részét a felszín alatti vízkészlet és ez által a fúrt kutak biztosítják. A hőmérséklet növekedése az 1950-es, 1980-as és 1990-es években egyre többször idézett elő katasztrofális aszályokat. (Mezőgazdasági szempontból azt nevezzük aszálynak, amikor a vízhiány miatti terméskiesés eléri, vagy meghaladja a sokévi átlag 25%-át.) A gondokat csak növelte a térség rossz és szinte egyoldalú kultúrnövény kultúrája. A természeti katasztrófákat azonban nem csak a hőmérséklet növekedése okozta. A kutatások kimutatták, hogy az eltelt 110-80 évtől kezdve a csapadék mennyisége is csökkent. Tehát egy csökkenő csapadékmennyiség és növekvő hőmennyiség hatása összegződött ezen területen. Az eltelt 25-30-évben az aszályos évek száma egyre gyakoribb lett, tehát kimutatható az egyre sűrűsödő természeti katasztrófa trendje. Az 1990-es nagy aszályból a szíriai régió az eltelt 25 év során nem volt képes teljesen kilábalni, korábbi gazdasági szintjét elérni. A már eleve legyengült mezőgazdaságot érte a 2006-2011-ig tartó több éves rekord méretű aszály. Az aszály hatására ugrásszerűen megnőttek az élelmiszer árak, megnőtt a munkanélküliek száma, és hatalmas migráció indult meg vidékről a városok felé. Ennek oka, hogy Szíria északi részén, ahol a mezőgazdaság központi területe volt, a mezőgazdaság teljesen összeomlott. Egyes területeken a termények 75, a haszonállatok 80 százaléka elpusztult. Ezen a területen egyre több, a táplálkozással kapcsolatos betegség ütötte fel a fejét. Az északi vidékekről a fentiek miatt a lakóság elvándorolt –az ottani népesség közel 80%-a -, hátrahagyva üres falvaikat, és a nyugati városokba költöztek – közel 800 ezer - 1.5 millió fő-, mi által nagyban megnövelték a városi vízfogyasztást, ami jó részt a felszín alatti vízkészletekre alapozódik. Mint láttuk, ezen vízkészletek is megcsappantak, amire pedig egy fogyasztási túlterhelés is bekövetkezett a migránsok által. Tehát, csökkenő vízellátás és növekvő keresleti oldal keletkezett. Nem véletlen, hogy éve óta Szíria és Törökország között vízmegosztási ellentétek vannak. A térséget azonban nem csak a klímamenekültek terhelték túl, hanem a háborús menekültek is. 2003-ban ugyan is az USA, mint utóbb kiderült, teljesen indokolatlanul, beavatkozott Irak belügyeibe, mi által egy közel 10 éves háborús konfliktust robbantott ki. Irakból 1-1.5 millió menekült érkezett Szíriába, ott is főleg a nyugati városokba. Azon városokba, amelyek víz és élelemellátását már amúgy is nagyon megterhelték a szír belső migránsok. Így 2002-2010 között ezen városok népessége 50%-al nőtt meg. Mint ez további élelmiszer áremelkedéseket okozott, tovább nőtt a munkanélküliek száma, és nagyon megnőtt a zsúfoltság a városokban. A városi nyomornegyedekben ugrás szerűen megnőtt a bűnözés. Mind ezek pedig óriási elégedetlenséget szítottak a térségben. Mind ezt pedig csak tetézte az USA és a NATO elhibázott térségi politikája. Ezek következménye lett a szíriai polgárháború és az Iszlám Állam (ISIS) felemelkedése. Az ISIS megerősödése pedig távlatokban már elérte Líbiát is, amelynek belső, stabil politikai rendjét egykoron szintén az USA verte szét, továbbá Nigériát. (Kelley, C. 2015, Zastrow, M. 2015)

Már az ISIS esetében kitűnik, hogy a háború a Tigris és az Eufrátesz vízkészleteiért is folyik. Az Iszlám Állam arra is odafigyelt, hogy mind Irakban, mind Szíriában elfoglaljon olyan kulcsfontosságú területeket, amik elengedhetetlenek hatalma fenntartásához: az olajkitermelést és a vízellátást is uralmuk alá vonták. Szíriában a kezükben volt a legnagyobb folyami gát az Aszad-tónál, míg Irakban övék volt a gátrendszer Falludzsánál és Moszulnál is. Az sem véletlen, hogy az Iszlám Állam előretörésekor komoly harcok folytak a moszuli gátnál, aminek az elfoglalásával az ISIS ellenőrizni tudta volna a térség vízkészleteit, sőt, hosszabb távon még Bagdad vízellátását is veszélybe sodorhatta volna. (Hanula 2015)

Az afrikai polgárháborúk során szintén felmerült kirobbantó okként a klímaváltozás.

Ez főleg az 1980-2002 közötti időszakra lehet igaz. A kutatók olyan polgárháborúkat vettek alapul, ahol évente legalább 1000 fő volt a halálos áldozatok száma. A háttérben az aktuális afrikai klímaváltozásokat tételezték fel. E szerint Afrika Földközi-tengeri régiója, Észak-Szahara és Dél-Afrika egyre jobban kiszárad és növekszik az éves hőmennyiség, míg Kelet-Afrika nedvesebbé válik. Vizsgálták Csád, Niger, Mali, Szenegál háborúit, Sierra Leone 1991-2000 közötti polgárháborúját, továbbá a Kongói Demokratikus Köztársaság, Etiópia, Szomália és Szudán fegyveres konfliktusait. A háborúk okaként az éghajlatváltozást nem tudták egyértelműen megjelölni, de a háttérben mindenképpen jelen lehetett már. A harcok okaként most még a túlnépesedés, a szegénység és a történelmi etnikai ellentétek játszhatták a legfőbb szerepet. A kutatók szerint, 2030-ig a túlnépesedés miatt a fenti térségben a háborús helyzetek a maihoz képest 54%-al nőhetnek meg. (Buhaug, H. 2010)

A 29. ábra szerint, a vizsgált polgárháborús övezetekben elvileg van elég ivóvíz, tehát „csak" gazdaságilag vízhiányos térségek. Viszont a vízellátás kiterjesztéséhez nincsen meg a megfelelő gazdasági háttér. Ezért, meglátásom szerint a gazdasági szegénység és infrastruktúra hiánya, a klímaváltozással közösen idézhetik elő a polgárháborús helyzetet.

A fokozódó vízhiány Afrikában, de más térségekben is háborús konfliktusokat eredményezhet. „Irán állandóan fenyeget a Hormuzi-szoros lezárásával, ami elsősorban az olajszállítás megbénulásának veszélyét idézi. Ugyanakkor tudni kell, hogy a Perzsa-öböl egyes monarchiái számára ez az édesvíz-hiányt is jelentené. Szaúd-Arábia, Kuvait, Katar és az Arab Emirátusok számára az importált ivóvíz alapvetően a Hormuzi-szoroson át érkezik. Az Öböl-háború idején Szaddam Husszein katonái csapást mértek az édesvízgyártó üzemekre. Most ismét fennáll a csapás veszélye, amennyiben konfliktus lenne a Hormuzi-öbölben. Ezért a régióban kidolgozzák az egységes csőhálózat projektjét. Ezek a vezetékek összeköttetésben állnának az édesvízgyártó üzemekkel, és helyettesíthetnék a nemzeti vízhálózatotokat, amennyiben azokat kár érné. Erre a vezetékre igen nagy szükség lenne, ugyan is például Szaúd-Arábia vízfogyasztása meghatszorozódott 25 év alatt, és a következő 20 évben megint meg fog duplázódni. Ellenben Abu-Dzabi kútjaiban már csak 40 évnyi víz van, és kész, kifogyott az ország édesvízkészlete. Jemenben az egy személyre eső vízfogyasztás már most alig 200 köbméter évenként (a WHO 1000 köbméterben határozza meg azt a szintet, ami alatt már vízhiányban él valaki), és a helyzet csak rosszabb lesz: Szanaa, a főváros 5-6 éven belül teljesen ki fog száradni. Líbia 20 milliárd dollárt költött a XXI. században sivatagi, extrém mély kutak fúrására, de senki nem tudja, meddig fognak kitartani.

A Níluson eddig is épültek gátak és erőművek, tipikusan az északi részen, Szudánban és Egyiptomban. Ez fog felborulni 2017-ben, amikor várhatóan elkészül Afrika legnagyobb gátja és vízierőműve a Kék-Níluson, Etiópiában, egy 67 milliárd köbméteres víztározóval. Az olcsó energia a tervek szerint kiemeli majd Etiópiát a szegénységből, de Szudán és Egyiptom már retteg, hogy mit művel majd a mezőgazdaságokkal, és persze az ő erőműveikkel a Nílus lecsökkenő vízhozama. Ezért egyes feltételezések szerint Egyiptom és Szudán már azon gondolkodik, hogy szétbombázzák szükség esetén a gátat. (Hanula 2015)

" Dél és Dél- Kelet Ázsiában szintén háborús helyzet alakulhat ki az ivóvíz miatt. Irán és Pakisztán már szinte háborúzik a vízkészlet miatt.

„Iszlámábád (Pakisztán) Új-Delhit „vízterrorizmussal" vádolja, miután elvezeti a határfolyó, az Indus vízét vízerőmű építése miatt. Az tehát a vád, hogy a szomszédos országot öntözővíz nélkül akarja hagyni és ezzel aláássa gazdaságát." A két ország 1947 után már három ízben vívott háborút egymással a vízkészletek miatt. Pakisztán gazdasága nagyon nagy részben az Indusra és mellékfolyóira épül, amelyek azonban Indiából érkeznek az ország területére. Ahányszor csak India vízierőművet, víztározót, gátat épít a nagyobb folyókra, az nagyon érzékenyen érinti Pakisztánt, némi túlzással arról van szó, hogy az indiaiak bármikor elzárhatják Pakisztánban a vízcsapot. És néha el is zárják. Cserébe Pakisztán is hasonlókat művel az ő

területéről Indiába folyó vizekkel. A két ország annak idején 1960-ban, több éves tárgyalássorozat végén aláírt egy egyezményt, amivel gyakorlatilag felosztották egymás között a folyókat: a Beas, a Ravi és a Sutlej lett Indiáé, az Indus, a Chenab és a Jhelum Pakisztáné - azzal a kiegészítéssel, hogy India azért használhatja a névleg pakisztáni folyókat a saját területén öntözésre, áramtermelésre és közlekedésre. A probléma az, hogy a hatvanas évek elején még csak elképzelni sem tudták, hogy pár évtizeddel később öntözés és áramtermelés címszó alatt mit lehet majd művelni egy folyó vízhozamával, élővilágával és szennyezettségével. Bár a helyzet többször eljutott már addig az elmúlt években, hogy a felek kölcsönösen vízterroristának nevezzék a másikat, és megszülessenek olyan jelszavak, hogy "vagy víz fog folyni, vagy vér", elemzők egyelőre nem látnak reális esélyt arra, hogy a közeljövőben háború törjön ki a víz miatt a két hatalmas ország között. Ami mindannyiunk nagy szerencséje, ugyanis India és Pakisztán is rendelkezik atomfegyverrel. (Hanula 2015) India helyzete külön különleges a klímaváltozás szempontjából, mivel egyszerre fenyegetnek ezen térségben a szárazságok, az áradások és a szélsőséges időjárási viszonyok. Emiatt, a világ jelenleg második legnépesebb országa biztosan fog nagy számban kibocsátani környezeti menekülteket. (Tálas Péter 2015)

„A kínai hidroenergetikai projektek a Brahmaputrán és más folyókon Tibetben indiai parasztok millióitól vonnák el a vizet." „Már régen hasonló problémával küzd Laosz, Kambodzsa, Vietnam és Thaiföld is. Nincs elég vizük, miután Kína a Mekongnál a vízerőműhöz gátat épít." A Mekonggal az a gond, hogy a Jangcéval és a Sárga-folyóval ellentétben nem csak kínai területen folyik, vagyis ha a kínaiak tönkreteszik, azzal más országoknak is keresztbe tesznek. És most éppen ez zajlik, főleg, mióta megépült a Xiaowan-gát, Kína harmadik legnagyobb vízierőműve (és 2015-ben még nyolc erőmű épül éppen a Mekong kínai szakaszán). Kína vízpolitikájának az oka, hogy az előrejelzések szerint 2050-re Kína és India rizs- és búzatermelése a vízhiány miatt 30-50%-kal fog visszaesni, miközben az igény a gabonára legalább 20%-kal nő majd. Közben az eltelt 20 évben, Kínában háromezer kisebb-nagyobb tó száradt ki és tűnt teljesen csak a Sárga-folyó vízgyűjtő területén. Az eredmény: a világ két legnagyobb országa, ami ma önellátó ezekből az alapvető élelmiszer-alapanyagokból, nagyjából 2-300 millió tonnás importra szorul majd. Ezzel két gond van: 1/ Nem nagyon lesz honnan importálni

2/ Az árak az egekbe emelkednek majd a kereslet-kínálat felborulása miatt

Ez automatikusan éhező százmilliókat jelent, ezt a jelenséget pedig az emberiség eddig nemigen tudta másképp kezelni, mint véres háborúkkal az erőforrásokért.

A kínai erőművek Thaiföldtől Kambodzsáig, Laosztól Vietnamig okoznak gondokat a halászatnak, a mezőgazdaságnak és a turizmusnak, és a dolog csak most kezd igazán komolyra fordulni. Laosz ugyanis saját gát és erőmű építését tervezi a Mekongon. A délkelet-ázsiai országok eddig együtt próbáltak Kínával tárgyalni a folyó ügyében, de könnyen lehet, hogy ez az egység a Don Sahong gáttal szétesik. Egy magas rangú thaiföldi kormányhivatalnok erről ijesztő nyíltsággal így nyilatkozott: "Igen, természetesen háború lesz, az országok harcolni fognak a vizükért, az emberek harcolni fognak, amikor elveszik tőlük az ivóvizet. Vízháború lesz a konfliktusból Laosz, Thaiföld, Kambodzsa, Mianmar között, csak várjuk ki." (net 17., Hanula 2015)

A helyzetet csak tovább rontja az afrikai és ázsiai térségben, hogy a Gangesz, a Nílus, és a Jangce több száz kilométeres szakaszokon biológiailag halott. Az előrejelzések azt mutatják, hogy a következő harminc évben a világ legnagyobb folyói átlagosan 25-30 százalékos vízhozam-csökkenésen fognak átesni, és ennek a tragikus következményei között csak egy a sorban, hogy a vízierőművek áramtermelése megzuhan. (Hanula 2015)

Negyven éve húzódik két közép-ázsiai ország, Tádzsikisztán és Üzbegisztán vízvitája a Rogun nevű vízierőmű gátja miatt. Ezt még 1976-ban kezdték el építeni, amikor egyik ország sem létezett, csak mint szovjet tagállamok. A Vakhsh folyón épülő gát Tádzsikisztánnak

megoldaná az energiagondjait, az üzbég gyapottermesztést, és azon keresztül az ország gazdaságát viszont tönkretenné, mert nem lenne mivel öntözni a földeket. A projekt egyszer már leállt a Szovjetunió összeomlása miatt, aztán pár év múlva egy árvíz elmosta az egészet, 2012-ben pedig egyszerűen elfogyott a pénz az építkezésre. Most éppen az újratervezés állapotában van, és rendszeres éles diplomáciai viták tárgya a két ország között. (Hanula 2015) Üzbegisztán különösen nehéz helyzetbe jutott az öntözéses földművelés terén, mivel lényegében eltűnt az ország határainál lévő Aral tó. Az Aral tó 1960-ban még a Föld 4. legnagyobb édesvizű tava volt. A tavat az Amu-darja és a Szir-darja folyók táplálták. Ma azonban ezen folyók már nem érik el a tavat. Ennek oka a klímaváltozás és az egyre intenzívebb öntözéses földművelés. 1960-ban 1083 km³ volt a vízkészlete, míg 2003-ban csak 113 km³. 2004-re területének 75%-át, míg vízkészletének 90%-át veszítette el. Ennek fényében különösen fontossá vált a Rogun erőmű kérdése.

A Föld klímájának melegedése azonban, mint ezen fejezet elején írtam, nem csak Afrikát veszélyezteti, hanem szinte minden kontinenst. Riasztó előjeleket mutat például az immáron három éve azaz 2011-től tartó kaliforniai szárazság, különösen akkor, ha tudjuk, hogy 2008-ban is aszály sújtotta a térséget. Kaliforniában a szántóföldek egyre inkább kiszáradnak, a marhák éheznek, a vízimadarak elkerülik és fokozatosan kiszáradnak a halastavak. Lassan már a lakósági vízfogyasztást is korlátozni kell. A fák évgyűrűit vizsgálva, Kaliforniában 1580 óta nem volt ilyen szárazság. Ha pedig továbbra sem lesz eső – amire nincs kilátás – akkor a térség legnagyobb szárazsága előtt áll a vidék. A Sierra Nevada térsége a szokásos vízmennyiségnek csak 20%-át kapta meg 2014-ben. A 2014-es szárazság oka egy 4 mérföld magasságban és 200 mérföld hosszban elterülő, igen nagy nyomású légtömeg, ami 13 hónapja blokkolja a légmozgást. A kutatások kimutatták, hogy az utóbbi évszázadokban az USA nyugati részén 20-70 évente szárazság köszönt be, aminek oka a Csendes-óceán hőmérsékletének változása. A száraz idő általában 6 évig tart, de a tavak vizsgálatából 10 éves szárazságra is következtetnek. Ez pedig a tavak kiszáradását, erdőtüzeket okoz, ami kiváltja a lakóság elvándorlását. Mivel nem tudnak a térségben öntözni, a szántóföldi termények nem teremnek meg, az állatok pedig szomjaznak. Kiszáradtak a rizsföldek is. Kaliforniában az esős időszak decembertől márciusig tart. Ekkor 350 milliméter csapadék hullik. 2014-ben azonban egyelőre csak 60 milliméternél tartanak. San Franciscóban az idén január 30-ig mindössze 0,25 milliméter eső esett, míg Los Angelesben nem volt mérhető csapadék. A kaliforniai tél ráadásul most annyira enyhe, hogy a gyümölcsfák két héttel korábban virágzanak a szokásosnál. Sacramentóban januárban rendszerint 12 fok körül alakul a maximum hőmérséklet, ám az idén január 24-én 26 Celsius-fokot mértek. A vízhiány 25 millió embert és 400 ezer hektárnyi szántóföldet érint, ahol az USA mezőgazdasági terményeinek 15%-a teremne meg. (V. Molnár O. 2014 és Walsh, Bryan 2014)

A hatalmas szárazság miatt 2016 augusztusában Dél-Kaliforniában, Los Angelestől keletre hatalmas erdőtűz tombolt. 82 ezer embert kellett a lángok elől elmenekíteni. (net 34)

2011-ben évtizedek óta nem tapasztalt hőhullám és csapadékhiány sújtotta Texas államot is, amely az USA legfontosabb mezőgazdasági régiójában található. A problémákat csak fokozta, hogy már 2010-ben is aszályos volt. A szárazságot a La Nina időjárási jelenség okozta. A térséget erdőtüzek sújtották, a legelők kiszáradtak. Az itt tartott 13 millió szarvasmarha állománya rohamos csökkenésnek indult az itatóhelyek kiszáradása miatt. Texas adja az USA gyapottermelésének 43%-át, de 2011-ben az elvetett gyapotcserjék 60%-át fenyegeti kiszáradás. Az USA kukoricakészletei az 1996-os mélypont alá estek. (HVG 2011)

Texas esetében nem csak a csapadékhiány jelenthet gondod, hanem az egyre gyakoribbá váló „csapadékbombák” is. Ez a jelenség özönvízszerű esőzéseket jelent, és hatalmas károkat

okoz. Ilyen özönvizek szinte bárhol kialakulhatnak. Előfordulnak egyre nagyobb gyakorisággal Tasmániában, Ausztráliában, de Magyarországon is. (net 31)

Komoly veszélybe került az Egyesült Államok nyugati részének vízellátása, mivel 75 százalékkal csökkent az elmúlt tíz évben annak a talajvíznek a mennyisége, amely a Colorado folyó vízgyűjtőjének utánpótlását biztosítja. A Colorado folyó az Egyesült Államok délnyugati részének egyetlen nagy folyója. Azon túl, hogy negyvenmillió embert lát el napi szinten ivóvízzel, ezen kívül mintegy négymillió hektár mezőgazdasági területen biztosítja az öntözést. A Colorado-medencéből lának el vízzel hét amerikai szövetségi államot: Arizonát, Coloradót, Kaliforniát, Nevadát, Utahot, Új-Mexikót és Wyomingot, valamint a határ túloldalán Mexikó északi részét. A vízügyi projektek felügyeletéért felelős Regenerálási Hivatal jelentése szerint a vízgyűjtő 2000 óta súlyos aszályban szenved. Az aszály komolyságát jól szemlélteti, hogy az elmúlt tizennégy év az utóbbi száz év legszárazabb időszaka volt; Kaliforniában szükségállapotot rendelt el a kormányzó a szárazság miatt. A kutatók visszamenőlegesen is megvizsgálták a vízgyűjtő terület állapotát és megdöbbentő eredményre jutottak. A havi mérésekből kiderült, hogy a 2004 decembere és 2013 novembere közötti időszakban a vízgyűjtő terület vízvesztesége elérte a 65 köbkilométert (ez átszámítva 65 billió, azaz 65 milliószor millió liter). Ez majdnem kétszerese az ország legnagyobb víztárolójának, a nevadai Mead-tó medrében található víz térfogatának. Az elvesztett vízmennyiség háromnegyede – 50 köbkilométer – a felszín alatti édesvízkészletből származott. (net 6.)

34. ábra A sziklákon látszik, hogy mennyit csökkent a Colorádó vízszintje

A hőség 2017-ben sem kímélte meg az USA területét. Hőség tombol az Egyesült Államok déli és délnyugati államaiban, Kalifornia egyes vidékein 53 Celsius-fokot mértek. Leginkább Új-Mexikóban, Arizonában, Nevadában, Kaliforniában szenvedtek a hőhullámtól. Az arizonai Phoenixben 50 Celsius-fokot, a nevadai Las Vegasban 45 fokot mérnek. A kaliforniai Halál Völgye nemzeti parkban 52-53 fok volt. Az American Airlines légitársaság a hőség miatt mintegy negyven járatot törölt a phoenixi repülőtéren, ahol hétfő estére megbénult a forgalom. A phoenixi boltokban sok helyen a kilincseket letakarják, hogy ne okozzanak égési sérüléseket. A televíziókban és rádióadásokban szakértők arra hívják fel a figyelmet, hogy kisgyermekeket ne vigyenek a játszóterekre, mert megéghetnek a tüzesre forrósodott játékoktól. Utah államban arra figyelmeztetik a hegymászókat és a kirándulókat, hogy a nagy hőség miatt kifejezetten veszélyes a sziklás, vagy a sivatagos vidékekre indulni. (net 39)

De nem csak az USA szenved a szárazságtól 2017-ben, hanem Európa egyes részei is. Így például a víz korlátozását rendelte el az olasz kormány Parma és Piacenza városoknál a szárazság okozta vízhiány miatt. Az ország más területein is kritikus a helyzet. A nyári kánikulában kialakult vízigény kielégítésére egyáltalán nincs elegendő víz két város térségében, ezért vészhelyzetet rendelt el Parma és Piacenza polgármestere. A helyzetet az is megnehezíti, hogy turisták érkeznek az érintett városokba, akiknek szintén alkalmazkodniuk kell a víz adagolásához. Az önkormányzatok úgy határoztak, hogy szükség esetén bizonyos napszakokban teljesen elzárhatják a vízszolgáltatást,vagy páros-páratlan napok szerint működtetik azt. Van olyan hely, ahová külön tartálykocsival viszik a vizet az emberekhez. Parmában és Piacenzában 2016 óta alig esett csapadék. Olaszország ezen területein a zöldség- és gyümölcsültetvényeket teljes kiszáradás fenyegeti. Továbbá súlyos gondokat okoz az aszály az állattenyésztők számára is. A termelők szerint legalább 20 millió köbméternyi víz hiányzik, ami nagyjából a Comói-tó vízmennyiségének felel meg. A római kormány 8,6 millió euróval segíti Parma és Piacenza vízellátásának biztosítását, valamint víztartalékuk megteremtését. Szardínia és Szicília szigetén sem jobb a helyzet, ott is vízkorlátozásra lesz szükség. Ugyanis Szicíliában több mint 80 millió köbméter víz hiányzik a szükségletekre. Venetóban pedig majdnem teljesen kiszáradt az Adige-folyó, nyolc hónapja alig esik csapadék a térségben. (net 40)

A nagy meleg a városokban, úgy mint például Dallasban hőhullámot idézett már eddig is elő. Ennek oka, hogy városokba beszorul a levegő, ami nagyban megnehezíti az ott élők életkörülményeit. A kutatások kiderítették, hogy ekkor a városi illetve vidéki hőmérsékletek között, napnyugta után minimum 3,48 Celsius fok eltérés volt. 2011-ben a nappali átlaghőmérséklet 37,88 Celsius fok volt, 71 napon keresztül. A tanulmányok szerint az anomáliát a Csendes-óceán hőmérsékletváltozása idézte elő. (WINGUTH, A. M. E. és KELP, B. 2013) Tehát még a világ egyik legfejlettebb, gazdaságilag élen álló térségét is sújthatja olyan klímakatasztrófa, ami előidézheti a klímamigrációt.

A kutatások és a bekövetkezett hőhullámok, egyöntetűen jelzik, hogy a gyilkos hőmérsékletű napok egyre gyakoribbak lesznek a Föld legkülönbözőbb térségeiben. A pakisztáni Turbatban 54 Celsius-fokot mutattak a hőmérők 2017 május végén, ami az Ázsiában mért eddigi legmagasabb hőmérséklet. A világrekord jelenleg 56,7 Celsius-fok, ezt 1913-ban mérték a kaliforniai Death Valleyben (Halál-völgy). „A helyzet az, hogy jelenleg egyre közelítünk ehhez a rekordhoz” – mondta egy Genfben tartott sajtótájékoztatón Omar Baddour, a WMO meteorológusa. New Yorkban például évente nagyjából ötvenre nőhet azoknak a napoknak a száma 2100-ra, amikor a nagy hőség és a páratartalom együttese meghaladja az emberi szervezet számára veszélyes küszöbértéket. Amikor a nagy hőség és a páratartalom együttese elér egy bizonyos szintet, akkor a szervezet többé nem képes lehűteni magát és elkezd túlmelegedni. A kutatók szerint az Egyesült Államok déli városaiban, ahol már most nagy a forróság, a század végére a nyári hónapok szinte állandó kísérőivé válhatnak a hőhullámok. A trópusi területeken azonban még ennél is aggasztóbb a helyzet: ezeken a vidékeken a hőmérséklet már most a küszöbérték felé közelít, és a hőség nem csupán a nyári hónapokra koncentrálódik. (net 41)

Egyes szakemberek véleménye szerint az éghajlatváltozás negatív hatásai felerősítik egymást. A brit kormány tudományos tanácsadója szerint 2030-ra olyan krízishelyzet alakulhat ki, a mely bolygó egészét fenyegetheti. John Beddington szerint egyszerre jelenhet meg az ivóvíz-, az élelmiszer – és az energiahiány, miközben a Föld lakossága nyolcmilliárdra gyarapodik. (Burkovics I. – Padányi J. 2009)

A világ éves középhőmérséklete már most is majdnem egy Celsius-fokkal magasabb, mint az iparosodás előtt volt. Mintegy 100 ezer évvel ezelőtt, a legutóbbi meleg időszakban például a tenger szintje körülbelül 5-8 méterrel volt magasabb a mainál, ez pedig megfelel a modellkísérletben 1-2 fokkal magasabb hőmérséklet mellett kapott eredményeknek. Ha három fokot

melegszik a Föld éghajlata, akár 12 ország is elveszítheti mai területének több mint felét, körülbelül 30 ország pedig egytizedét. A veszély mindenekelőtt a Csendes- és az Indiai-óceán, illetve a Karib-tenger szigetállamait, Délkelet-Ázsia sűrűn lakott partvidékét és Floridát fenyegeti. A világ mai népességének hét százaléka él olyan területeken, melyek háromfokos melegedés esetén víz alá kerülnek. Amennyiben ma emelkedne ennyit a vízszint, több mint 600 millió embernek kellene új otthont keresnie. Ha a tenger szintje egyszer ilyen magas lesz, elborítja az ókori Pompeji és Karthágó ásatásait, az olaszországi Amalfi-partvidéket, Isztambul, Nápoly, Amszterdam, Szentpétervár és Dubrovnik történelmi belvárosát, a pisai Dóm teret és a ferde tornyot, a Húsvét-szigeteket, az amerikai szabadságszobrot, a sydneyi operaházat, a londoni Towert, a westminsteri apátságot és Velencét is. Tehát, igen csak valós kockázatokat rejt magában a globális felmelegedés. Az érintett területek lakóinak pedig új lakóhely után kell majd nézniük, ami előre vetít egy újkori népvándorlást. (Múlt-kor 2014/március) Egy 2011-es ENSZ felmérés szerint a változások hatására 210 millió olyan klímamigráns várható, aki végképp elhagyja szülőhelyét, míg 740 millió olyan klímamigrásn lehet, akik az adott térségben, mint belső migránsok jelenhetnek meg. (Black, Richard 2011)

A Föld jégmezői közöl az Arktisz (Északi-sark) a tengeren úszik, míg Grönland és az Antarktisz jégtakarója szárazföldön helyezkedik el. Az Antarktisz és Grönland jégmezői a Föld jégtömbjének 96%-át teszik ki. Ha a Déli sarkvidék összes jege a tengerekbe jutna, úgy azok vízszintje 87.8 m-el emelkedne meg. Az Artic Óceán és a Jeges-tenger felülete 14 090 000 km². Ezen vízfelületet csak nem egész évben közel 3 m vastag jég borítja. Ha mind ezen jég elolvadna, az a világtengerek szintjét 30 cm-el növelné meg.

Az általános felmelegedés folytatódásának jele az északi-sarki jégtakaró felszínének zsugorodása, amely 23,1 százalékkal, illetve 1,6 millió négyzetkilométerrel volt kisebb, mint az 1981 és 2010 közötti évek átlaga. A kutatók szerint a Jeges-tengerről 2030-ra eltűnhet a nyári jégtakaró, amely érintheti a futóáramlatokat és befolyásolhatja a délebbi területek időjárását is. (Reményi Károly 2010, net 37)

Meg kell jegyezni, hogy a tengerszint megemelkedését nem az úszó jég olvadása idézi elő, hanem a szárazföldi jég olvadása, illetve a meleg hatására felmelegedő és kitáguló víztömeg. Az elmúlt negyven évben a szárazföldi jég (pl. gleccserek) olvadása 60%-al, míg a víz tágulása 40%-al járult hozzá a tengerszint emelkedéshez. (Lomborg, Bjorn 2008) A tengerek szintemelkedéséhez az is hozzájárul, hogy a melegebb víznek nagyobb a térfogata, mint a hidegnek. A Hadley Központ (Brit Meteorológia Intézet) szerint 2080-ig a vízszint 40 cm-t fog emelkedni. Ezt a szintemelkedést azonban igen sokan alacsonynak vélik, mert ők ennél magasabb emelkedésre számítanak. Például a Déli sarkvidéken van egy víz alatti jégdugó, amely bármikor elolvadhat, és már maga ez is 5 m-el emelné meg a világtengerek szintjét.

A felmelegedés a légköri cirkulációra is kihat. A Csendes-óceán vidékén esetenként szétthullott a passzát szélrendszer, továbbá, mind két féltekén a 60-70 fok földrajzi szélesség közelében a téli nyugatias áramlás vált uralkodóvá. (Reményi Károly 2010, net 37)

Az Antarktisz (Déli-sark) egy sziklatalapzaton nyugvó 4500 km-es átmérőjű körbe fér nagyjából bele, amiből egyes földnyelvek nyúlnak ki. A térséget az elmúlt 5 millió évben jég borította. Itt a legnagyobb jégvastagság 4775 m. A térségben található a Föld jégkészletének 90%-a, ami a Föld édesvízbázisának 70%-át jelenti. A terület éghajlata igen szélsőséges. Van itt fagysivatag, ahol az évi csapadék 50 mm, míg az Antarktiszi félszigeten 500-600 mm csapadék hullik. Viszont a nyugat-antarktiszi Száraz Völgyben 2 millió éve nem hullott csapadék. Ez azért fontos, mert az elolvadó jégnek alig van vízutánpótlása. A jég fogyása pedig nem csak a tengerek szintjét emeli, hanem a keletkező sziklaoázisok a nap sugarait elnyelik, és nem verik vissza, ami elősegíti a felmelegedést. A sötét sziklafelszíneken akár +25 °C-ot is lehet mérni. 2015 március 23-án az Antarktiszon +17.8 °C-os légköri hőmérsékletet mértek egy csehek által

üzemeltetett mérőállomáson, több mint 500 m tengerszint feletti magasságon, a Davies Dome jéghegy tetején. Egy nappal korábban a térség egy másik pontján 17.5 °C-ot mértek argentin kutatók.

Ma a jégtakarók gleccsernyelvei akár évente 15-20 m-rel is hátrálnak a térségben. A térségben, például a Sphinix gleccsernél az éves párolgás eléri a 800 mm, míg a visszahulló csapadék csak 500 mm-ter. A vékonyodó jégréteg pedig egyre gyorsabban olvad. A legnagyobb veszélyben a meredek lejtők vannak olvadás szempontjából. Ezen meredélyeken kiolvad az örökké fagyott terület, nyáron kiszárad és a tél bekövetkeztével sem regenerálódik teljesen. Nyáron, az ilyen területeken a fagyhatár akár 1 m alá is kerülhet. 1998 és 2003 között a talaj ezt a fagymentes vastagságot fele annyi idő alatt érte el. Ez a felmelegedés növekedését jelenti a térségben. Mára a legnagyobb jégmentes oázis eléri a több száz km²-t. Viszont ezen jégmentes területek napjainkban még csak a térség 2%-át teszik ki. Az előrejelzések szerint az Antarktiszon az elkövetkezendő 50 év során, évtizedenként 0.1 °C-ot nő a hőmérséklet. Ez nagymérvű olvadást fog előidézni. (Fiar Sándor 2004 és net 27)

Johannes Feldmann és Anders Levermann 2015-ben a PNAS-ban publikált tanulmánya szerint a nyugat-antarktiszi területhez tartozó Amundszen-tengeren, amely tenger a Csendes-óceán peremtengere, a jégtakaró olvadása igen felgyorsult. Az itt beindult olvadási folyamat okait még keresik, de attól lehet tartani, hogy a folyamat hirtelen felgyorsulhat, mivel a fokozatosan felmelegedő tengervíz alámoshatja a partról benyúló jeget. A kutatók többek között a Pine sziget gleccsereit vették részletesebb vizsgálat alá. Megállapításaik szerint az Anktartisz teljes nyugati térségében gondok lehetnek az olvadó jéggel. A kutatók szerint a folyamat akár 60 év alatt is megfordíthatatlanná válhat. Az ezen térségben elolvadó jég pedig a világtengerek akár 3 m-re is megemelheti. (Feldmann, J. 2015)

A klímaváltozás hatásait vizsgáló korábbi kutatások alábecsülték azt, miként járul hozzá a melegedő óceánok és tengerek vízének térfogat-növekedése a tengerszint emelkedéséhez. Német szakemberek műholdas adatok elemzése alapján kimutatták, hogy ez hatás az eddig feltételezettnél majdnem kétszer nagyobb volt 2002 és 2014 között. Ez például azt eredményezheti, hogy jelentősen megnő a heves viharok kockázata. Az óceánok vize ugyanúgy viselkedik, mint a higanyos hőmérő: amikor a hőmérséklet emelkedik, a folyadék kitágul, és szintje megemelkedik a kicsiny csőben. Mivel az óceánok hasonló módon két kontinens közé vannak zárva, vízszintjük szintén emelkedik, amikor felmelegszenek a növekvő hőmérséklet által. "Az óceánok mélyebb részein, már egy kicsiny mértékű melegedés is elég ahhoz, hogy jelentős tengerszint-emelkedést idézzen elő" - hangoztatta Roelof Rietbroek, a Bonni Egyetem geodéziai és geoinformációs intézetének kutatója. Mostanáig a víz térfogat-növekedéséből adódó tengerszint növekedést évi 0,7-1 milliméterre becsülték a szakemberek. Az új számítások szerint az óceánok vizének térfogat-növekedése évi mintegy 1,4 milliméterrel járult hozzá a tengerszint-növekedéshez. "Ez a különbség nagyjából megfelel a grönlandi jégtáblák olvadásából származó tengerszint-emelkedésnek - mondta Rietbroek. A műholdas adatok szerint a legnagyobb mértékű térfogat-növekedésből adódó tengerszint-emelkedést a Fülöp-szigeteknél tapasztalták, évente mintegy 15 millimétert, miközben az Egyesült Államok nyugati partjainál a tengerszint nagyjából változatlan maradt, köszönhetően annak, hogy a térségben nem melegedett az óceán vize. (net 25)

A tudósok régóta tisztában vannak azzal, hogy az ember által előidézett globális felmelegedésből származó hőenergia több mint 90 százalékát nem a talaj, hanem a világ óceánjai veszik fel. A Föld óceánjai annyi, embertől származó energiát zártak magukba 1997 óta, mintha a Hirosimára ledobott atombombát 75 éven át minden másodpercben felrobbantanák. A plusz hő legnagyobb részét a víz felső 2300 métere veszi fel, azonban minden évben egyre mélyebb rétegek szívnak magukba egyre több energiát - magyarázta Paul Durack oceanográfus, a

kaliforniai Lawrence Livermore nemzeti laboratórium (LLNL) munkatársa. Az óceánok azonban hatalmasak és hidegek, ezért az általuk elnyelt energia csak néhány tizedfokkal emeli a hőmérsékletet, ám az egyensúly a lényeges. Minél melegebbek az óceánok, annál kevesebb hőt képesek felvenni, így több hő marad a légkörben és a szárazföldön. Az óceánok által elnyelt hőmennyiség növekedési kiugrása egybeesik a szárazföldek melegedésének az 1990-es évek vége óta megfigyelt rejtélyes lassulásával, miközben az emberi tevékenységből származó üvegházhatású gázok kibocsátása emelkedett. (net 26)

A tengerszint emelkedése különösen veszélyezteti a Csendes-óceán szigetvilága, ahol igen sok olyan sziget található, amelyek alig emelkednek ki a tengerszint fölé. Őket már az elkövetkezendő 50 évben ellepheti a tenger. Ilyen hely például Pápua-Új-Guinea. Továbbá különösen veszélyeztetett Banglades, ahonnét hatalmas menekültáradat várható. Egy 2008-as tanulmány szerint Banglades lakóinak esetében a háztartások 22%-a érintett az ár-apály változása, míg 16%-a a folyók okozta erózióknak van kitéve, már az elkövetkezendő 20 évben. Ennek oka, hogy Bangladesben 1,5 m-es tengerszint emelkedés az ország 15%-át, és ezen belül a mezőgazdasági terület 20%-át öntené el, míg további 6%-on megnőne az árvízveszély. A gondokat csak tovább növeli, hogy az 1 méteres tengerszint növekedés következtében a rizsföldek 50% víz alá kerülne. Ezen térségben közel 40-157 millió embert veszélyeztet közvetlenül a fenti módokon a klímaváltozás. Vietnám pedig területének 15%-át veszíti el hasonló körülmények között.

Egyiptom ugyan ilyen tengerszint emelkedés mellett 20%-át vesztené el mezőgazdasági területeinek. Itt legalább 12 millió ember kerülhet veszélybe.

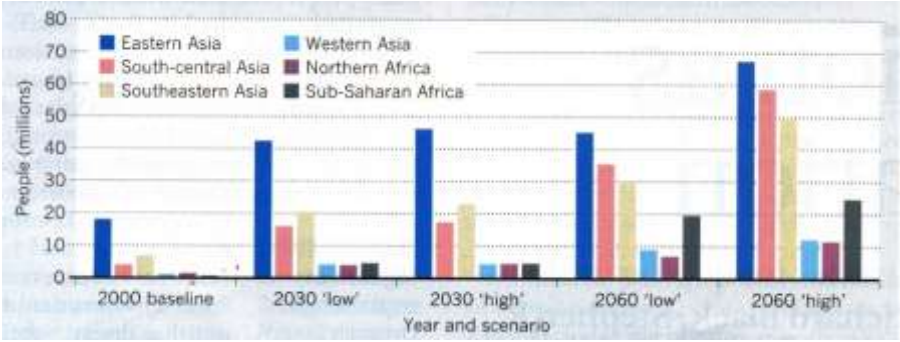
Kínában a klímakatasztrófa 73 millió míg Indiában minimum 20 millió embert érinthet.

A tengerszintek emelkedése a világ lakóságának minimum 10%-át kényszerítheti elvándorlásra. Csak 2008-ban az éghajlatváltozások okozta katasztrófák miatt 20-20.3 millió ember hagyta el a lakhelyét. Háborúk és más konfliktusok miatt ugyan ekkor csak 4.6 millió ember hagyta el lakóhelyét. 2009-ben a klímamenekültek száma 17 millió volt, míg a lakóhelyén további 42 millió ember volt veszélyben ekkor Ázsiában. 2010-ben a klímamenekültek száma elérte a 38.3 millió főt.

Időjárási (áradás, aszály, viharok) és éghajlati katasztrófák miatt 2012-ben több mint 32.4 millió ember veszítette el az otthonát. Igaz, ezen érintett lakóság jó része utóbb nem hagyta el eredeti lakhelyét, hanem azt újjáépítette.

Az első olyan hely, ahonnét egy teljes sziget lakóinak el kell menekülnie, a Pápua-Új-Guineai Carteret sziget. Innét a teljes lakóság, 2600 fő menekült el az emelkedő tengervíz elől. A Maldív szigetek közel 1200 szigetből állnak. A szigetek összes területe 300 km². Jó részük alig 2.5-4 m-rel emelkedik a tenger fölé. A mostani folyamatok mellett, 2025-re víz boríthatja a szigeteket. A szigetek 80%-ának eltűnése már 1 m-es tengerszínt emelkedés mellett is bekövetkezhet. Ebből a térségből akkor 300 ezer embernek kell majd elmenekülnie. Ezért, már most tervbe vették a lakóság áttelepítését Sri Lankára, Indiába és Ausztráliába. A világtengereket nézve pedig, az 1 m-es tengerszint emelkedés, közel 360 000 km-nyi tengerparti szakaszt veszélyeztet elöntéssel.

A tudósok közel 20 éve jelzik már a felmelegedés által bekövetkező katasztrófákat, de eddig alig történt érdemleges előrehaladás a katasztrófák elkerülése érdekében. Igen sok nagyváros jött létre a tengerpartokon illetve folyótorkolatoknál Afrikában és Ázsiában. Ezen városok felemelkedését sok esetben az oda irányuló klímamigráció idézte elő. 2060-ra sok ilyen város komoly bajba kerülhet. Például Dakar – Szenegál fővárosa- lakóinak 40%-át érintheti a tenger szintjének növekedése. Dakar lakói 2005-ben kicsit többen mint 1 millióan voltak, de a közvetlen környezetében élők száma már eléri a 2.45 millió főt. (Burkett, Maxine 2011 és Black, Richard 2011 és Kertész Ádám 2001, továbbá Hodgkinson, David 2010 és Müller, Bettina 2012, Tálas Péter 2015, Lomborg, Bjorn (2008))



34. ábra

A táblázat azt mutatja, hogy a tengerpartokon, illetve folyótorkolatokban létrejött nagyvárosok lakói, hol és milyen mértékben vannak kitéve a klímaváltozásnak.
(Black, Richard 2011)

ország	**népesség millió fő**	**érintettek %-ban**	**ország**	**népesség millió fő**	**érintettek %-ban**
Kína	143 879 600	11	Bahama-szigetek	266 580	88
India	63 341 208	6	Szurinám	317 683	76
Bangladesh	62 524 048	46	Hollandia	1 1 716 861	74
Vietnám	43 050 754	55	Guyana	415 456	55
Indonézia	41 609 754	20	Belize	91 268	40
Japán	30 477 106	24	Dzsibuti	248 394	39
Egyiptom	25 655 481	38	Gambia	510 159	39
USA	22 859 359	8			
Tájföld	16 478 448	26			
Fülöp-szigetek	13 329 191	18			

(36. ábra)

10 m-es tengerszint emelkedés mellett a fenti országok lakóságát a víz a fenti mód veszélyezteti, ha a népességet 1000 km²/ 100.000 főnek vesszük alapul.
Climate change and migration (net 16.) alapján

Az USA Védelmi Tanácsa 2011-ben figyelmeztetést adott ki, hogy szerintük Észak-Afrika több pontja 15 éven belül víz alá kerülhet. Az innét kiinduló klímamenekültek célja jó részt Európa lesz. Ezért az Észak-Európai kérdés az EU egyik legnagyobb politikai és gazdasági kihívása lesz. Szerintük a kivándorlók 34%-a Európát fogja választani. Az előrejelzés szerint a 21. század végére 7 fokos hőmérsékletnövekedés várható. A felmelegedés megváltoztatja a csapadékzónákat és ez különösen fogja Afrikát súlytani. Forróság és árvizek válthatják egymást és felerősödhetnek a viharok is. (Goff, Leo 2012)

Az emberi tevékenység következtében a tengerparti területeket nem csak a vízszint emelkedése veszélyezteti, hanem sok esetben ezen területek intenzív süllyedése is. Ennek oka a térségben lévő talajvíz és fosszilis tüzelőanyagok intenzív kiemelése, illetve az, hogy a partvédő gátak és mederkotrások miatt a természetes üledékképződést megakadályozzák sok helyen. "Vannak területek, ahol a süllyedés gyorsabb, mint a tengerszint emelkedés" - állítja Cathleen Jones, a NASA pasadenai laboratóriumának munkatársa. A gyors ütemű süllyedés miatt ezen part menti területek sokkal jobban ki vannak téve a klímaváltozás okozta kihívásoknak, mint a nem süllyedő területek. Külön veszélyeztetettek azon területek, amelyek alig 10 méterrel emelkednek tengerszint fölé. A süllyedő tengerparti területeken tízmilliós lélekszámot is meghaladó városok is találhatóak. A legveszélyeztetettebb térségek a nagy folyók torkolatvidéke. Ezen nagy torkolatvidékek mentén közel 500 millióan élnek. A leggyorsabban a kínai Sárga (Huanghe) folyó deltavidéke süllyed, éves szinten 250 milliméterrel. Délkelet-Ázsia deltavidékei 30-60 millimétert süllyednek évente. Itt a fő gondot az intenzív erdőirtás, és vízelvezetés miatt károsodó tőzegágyak okozzák. Előrejelzések szerint ezen tőzegágyak mérete 1990-2020 között 90%-ról 20%-ra csökkenhetnek.

Igen intenzíven süllyed a Mississippi deltavidéke is Louisianában. New Orleans azon részein, ahol a Katrina hurrikán pusztított, 35 milliméternyi süllyedést mérnek évente. New Orleans esetében igen jelentős gondot okoznak a partvédelmi létesítmények. A talaj ugyan is tömörödik, süllyed, de ezt a természet üledék lerakódással kompenzálná. Ezt viszont megakadályozzák az árvízvédelmi gátak.

A New Orleanstól Keletre lévő egykori Borgne tóban (ma lagúna) lévő Fort Beauregard (más néven Fort Proctor) erőd egy része már víz alá is került.

A Gangesz és Brahmaputra vidéke éves szinten 18 millimétert süllyed. De ugyan így süllyedt a velencei lagúna is. Itt a talajsüllyedést 1970 óta úgy próbálják megállítani, hogy megszüntették a talajvíz kiszivattyúzását.(Allison, Mead 2016)

A tengerek által veszélyeztetett városok vizsgálata során nem mehetünk el szó nélkül New York mellett. New York térségében az éves átlaghőmérséklet az elmúlt 100 évben 1,8 ° C-al nőtt, míg a téli hőmérséklet az elmúlt 30 évben 4,4 ° C-al emelkedett. A kutatók azt vizionálják, hogy az évszázad végére 2100 körül az éves átlaghőmérséklet 4-7.5 ºF-al (13.6-15.5 ° C-al) fog nőni. A felmelegedés hatására a tengerszint minimum 30-59 cm-el meg fog emelkedni a város partjainál, amihez 5-10%-os csapadéknövekedés is fog társulni. Továbbá a térségben gyakoribbá fognak válni és fel fognak erősödni a hurrikánok. Számítások szerint 2030-ra a város lakóinak száma elérheti a 8 millió főt. Közülük 1,540 millió embert érinthetnek az árvizek. 50 cm-es tengerszint emelkedés mellett, 2070-re viszont már 2,37-2,9 millió ember élettere kerülhet itt veszélybe. A tengerszint emelkedése megnöveli a belvíz magasságát is, ami károsíthatja a metró és infrastruktúra hálózatot is. (Aerts, Jeroen C.J.H. 2011)

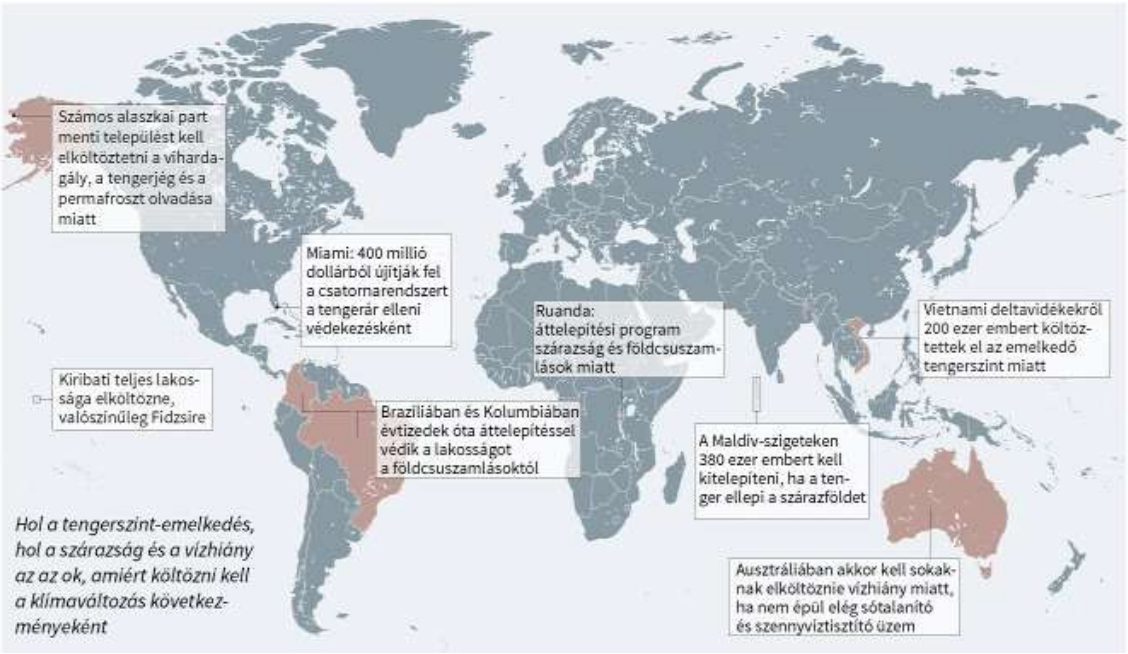
Ha pedig nem sikerül megállítani a tengerek globális vízszintemelkedését, akkor 2100-ra az USA komoly bajba kerülhet. Benjamin H. Strauss kutatásai szerint 2100-ra a globális tengerszint növekedés elérheti a 4.3-9.9 m-t. Ekkor az USA-ban mai számítások szerint közel 20 millió ember élettere kerülhet veszélybe csak Floridában. Ez az ott élő mai népesség 40%-a. Akár 1185-1825 település is érintett lehet a tengervíz emelkedése által. Ezek között van 21 olyan város is, ahol a lakosság meghaladja ma a 100 ezer főt. Veszélybe kerül például a floridai Maimi. Ugyan is Maimi mészköves rétegre épült, miáltal a tengervíz emelkedésétől gátakkal nem lehet megvédeni Benjamin H. Strauss szerint. Strauss szerint, igen veszélyeztetett térség még Kalifornia, Louisiana és New York állam is. New Orleans pedig már most elkezdett süllyedni a megfigyelések szerint. Itt több mint 378 ezer ember él. A talaj süllyedése és a tengervíz

emelkedése együtt csak fokozza a térség veszélyeztetettségét. Így a térségnek még Maimi-nál is rosszabbak a kilátásai. A fent említett New York város pedig a legrosszabbra számító forgatókönyvek szerint, akár mát 2085-re lakhatatlan térséggé válhat. (Benjamin H. Strauss 2015)

A Nature Climate Change című folyóiratban ismertetett Mathew Hauer tanulmány szerint az USA helyzete rosszabb a tengervíz emelkedése miatt, mint ahogy arra eddig számítottak.

Az új eredményeik szerint 90 centiméternyi tengerszint-emelkedés esetén 4,2 millió, 1,8 méternyi emelkedés esetén 13,1 millió embernek otthont adó földterület kerülne veszélybe. A sűrűn lakott part menti területek közül Floridának kell szembenéznie a legnagyobb kockázattal: a délkeleti állam 6,06 millió lakója kényszerülne elhagyni az otthonát 1,8 méternyi tengerszint-emelkedés esetén. Egy ilyen forgatókönyv Louisianát, Kaliforniát, New York államot, New Jersey-et, Virginiát, Massachusettset, Texast, Dél- és Észak-Karolinát is súlyosan érintené. A szakemberek szerint a Miamihoz és New Orleanshoz hasonló kaliberű városok lakosságának több mint negyede válhat érintetté a part menti áradásokban, míg a floridai Monroe megye, az észak-karolinai Hyde és Tyrrell megyék lakosságának 80 százaléka kényszerülhet elhagyni az otthonát.
(net 28)

Ma világszerte 136 olyan kikötőváros létezik, ahol minimum egy millióan élnek. Az ő életüket már egy fél méteres tengerszint emelkedés is megkeserítheti. A víz jobban kicsapna a partokra és megnőnének a vihardagály által okozott károk is. „A legnagyobb baj Kalkuttát érné. Az indiai metropoliszban 14 millió embert és körülbelül 2000 milliárd dollárnyi vagyont (lakóövezetek, ipari területek, infrastruktúra stb.) érintenének egy félméteres tengerszint emelkedés következményei. Kantonban 10 millió főt és 3400 milliárd, Mumbaiban (Bombayben) 11 millió embert és 1600 milliárd dollárnyi értéket veszélyeztet ugyanekkora tengerszint-emelkedés. Miamiban 4,8 millió embert és 3500 milliárd dollárnyi vagyont érintene, ha mindössze fél méterrel nőne a tenger vízszintje. New Yorkban és Newarkban 2,9 millió ember és 2100 milliárd dollárnyi érték kerülne veszélybe, Amszterdamban pedig 1,4 millió ember és 843 milliárd dollár.” Már most is a klímaváltozás következményei miatt. Vietnamban például több mint 200 ezer embert kellett kitelepíteni tengerszint-emelkedés miatt. „Kínában, Pápua Új-Guineában és Vietnamban már előfordult, hogy egész településeknek kellett költözniük a tengerelöntés miatt.” (Sipos Géza net.)



37. ábra. Veszélyeztetett területek (Sipos Géza net)

Kuba esetében a tengerszint 27 centiméterrel is emelkedhet 2050-re Kuba partjainál. A karibi ország 2,31 százalékot veszíthet el szárazföldjéből a klímaváltozás.

A tengerszint emelkedése a legnagyobb klímakockázat Kubában Gisela Alonso, a Karib-tengeri ország Környezetvédelmi Hivatal igazgatója szerint. A Kubai Óceánkutató Intézet adatai szerint az utóbbi öt évtizedben átlagosan tíz centimétert emelkedett a tengerszint a globális felmelegedés miatt az ország körül.

Az intézet kutatásai azt vetítik előre, hogy 122 kubai települést fenyeget a klímaváltozás, ezek el is tűnhetnek a térképről. Így több mint 9 ezer parti épület, sok strand és fürdő kerülhet víz alá. A tengerszint-emelkedés hatásáról, a kockázatairól és a parti térségek sebezhetőségéről és minőségéről kutatások folynak, valamint védelmi programokat készítenek.

Az éghajlatváltozás intenzívebb aszályokkal is járhat – jegyezte meg Nery Urquiza, a klímaváltozás következményei elleni küzdelem programigazgatója. A tendencia a gyakoribb száraz időszakok felé mutat, különösen a keleti országrészekben, ezért az aszály elleni programok többek között a talaj javítását és az erdők visszatelepítését célozzák.

A klímaváltozás miatt az emberi egészség is érzékenyebbé válik – magyarázta Gisela Alonso –, és ez nemcsak az éves középhőmérséklet, hanem a évszakok megváltozásának a számlájára is írható, írta a Prensa Latina kubai hírügynökség. (net 5.)

De nem csak a tengerszint változása veszélyezteti a tengerpartokon élőket. A halászatból ma hozzávetőlegesen egymilliárd ember él. Ennyi ember elsődleges állatifehérje-forrása a hal. A tengeri halfajok 2/3-része a korallzátonyok lététől függ. Ha víz eléri a meleg évszakban a 28 ° C-ot, akkor megindul a korallzátonyok pusztulása. A felszíni víz hőmérséklete ma az Indiai-óceánban gyakran eléri a 30 ° C-ot is. Afrika és Dél-India között a korallzátonyok 60-70%-a már elpusztult, míg a Föld koralltelepei 1998-2000 között 27%-os pusztulást szenvedett el. A halállomány pusztulása nagyban befolyásolja az ebből élő emberek létminőségét élelemforrás és munkajövedelem terén egyaránt. (Rakonczai János 2003, J.R.McNeill 2011)

Egy ausztrál tengerkutató meghúzza a vészharangot az óceán nagy halott zónáinak terjedése miatt. Ove Hoegh-Guldberg, a Queensland Egyetem és az ARC Center of Excellence for Coral Reef Studies (CoECRS) professzora szerint növekvő bizonyíték van arra, hogy a bolygó múltjában lezajlott öt tömeges kihalási eseményből legalább négyben az óceán csökkenő oxigénszintjei döntő szerepet játszottak.

Az oxigénhiányos és részben elsavasodó halott zónák száma az 1960-as években meglévő 49-ről 2008-ig 405-re növekedett. És szinte biztos, hogy mostanra még ennél is több van belőlük. A Mexikói-öbölben lévő halott zóna az egyik legnagyobb a világon. 22000 négyzetkilométer, és főleg a mezőgazdaság hordaléka hozta létre, köztük az állatállomány miatt megtermelt takarmány és a trágya. Becslések szerint minden évben 212000 tonna hal pusztul el a Mexikói-öbölben.

Némelyik halott zóna mérete eléri a 70 ezer négyzetkilométert. (net 4.)

A tengerek nagyarányú pusztulását a Természetvédelmi Világalap (WWF) és a Londoni Zoológiai Társaság közös tanulmánya is megerősíti. A kutatásba közel 1200 fajt vontak be 45 évre visszamenőleg. E szerint 1970-hez képest a 49%-al csökkent a világtengerekben és tengerekből élő tengeri emlősök, madarak, halak és hüllők populációinak mérete. Az emberi táplálkozást jelentő fajok esetében a helyzet még rosszabb. Például a makréla és tonhal populáció 74%-os csökkenést mutat. Az álatokat tápláló tengeri füvek és mangrovemocsarak is jelentős pusztulásnak indultak. A jelentés emlékeztet arra is, hogy a légköri szén-dioxid egy részét az óceánok nyelik el, ezek emiatt egyre savasabbá válnak, ami ugyancsak károsan hat a tengeri teremtmények egy részére. (net 19.)

A nagyarányú migráció a gazdasági, etnikai és vallási – például a muzulmánok száma sokkal jobban nő a világon, mint a keresztényeké- kérdéseken túl, jelentős egészségügyi problémákat is felvet. Ez egyaránt vonatkozik a migránsokra és a befogadókra. Erre jó példa volt Etiópiába, amikor az 1980-as évek migrációs hatásának következtében, a felvidékről az alföldre települők, behurcolták oda a maláriát és a sárgalázt. De ugyan ilyen veszélyt jelenthet például Európára és Amerikára az AIDS általi fertőzés, ami igen elterjedt Afrikában. (Ahearn, Ashley 2012)

A globális felmelegedés okozta klímamigráció mellett, ha jóval kisebb arányban, de egyre inkább megjelennek a helyi mikroklíma változásai miatt bekövetkező, kisebb távolságra történő elvándorlások is. Ennek oka lehet az egyre sűrűbben bekövetkező hőhullám, mint például az megfigyelhető volt Moszkvában, vagy az, amikor egy nagyváros levegője, por és zajszennyezettsége, arra kényszeríti a lakóságot, hogy az adott település agglomerációjába településjön ki, elhagyva a várost. Erre jó példát lehet találni Budapest esetében. Az utóbbi években, évtizedekben ugyan is markáns átalakulás zajlik Budapest agglomerációs övezetében, amely átalakulás egyre jelentősebb mértékű társadalmi átrendeződéssel jár együtt. A társadalomszerkezet gyors változásának elsődleges oka a szuburbanizáció jelensége, azaz a nagyszámú ki – és főleg betelepülő lakos megjelenése az agglomerációs övezetben –ez utóbbiak, korábban inkább az ország távolabbi pontjairól, a közelmúltban és ma azonban elsősorban a fővárosból érkeznek. A budapesti agglomeráció esetében ráadásul nemcsak a hagyományos értelemben vett szuburbanizációról, tehát a tehetősebb, magasabb státuszú népesség (jelen esetben) fővárosból való kiköltözéséről beszélhetünk, hanem egy jóval alacsonyabb státuszú népesség (budapesti életüket, lakásukat fenntartani nem képes lakosság) lakóhely változtatásáról is. A magasabb jövedelműek, illetve végzettségűek leginkább a város klímája miatt költöznek az agglomerációba. (Gergely J. 2009) Éppen ezért Budapest agglomerációs térségében az 1990-es évektől kezdve, jelentős népességnövekedés mutatható ki. A 2001–2006. években a főváros negatív vándorlási egyenlege megközelítette az 5 ezreléket. Az egyes kerületeket jelentősen eltérő mutató jellemzi. Egyedül a VII. kerületben mutatkozott vándorlási nyereség. 2001-2006 között Budapestről az agglomerációba 148 965 fő vándorolt ki, míg innét a fővárosba csak 77 580 fő költözött be. (Bakos N. – Brinszkyné etc. 2008) 1990-2001 Az egyes szektorok népességszám-növekedése eltérő, de az északnyugati (Szentendre–Pilisvörösvár), a Duna által kettészelt déli szektor (döntően az Érdre kiköltözők), a keleti (Gödöllő) és a nyugati szektor (Budaörs– Zsámbéki-medence) erőteljesebb, 20–24%-os növekedést mutat, míg Budapest 12%-os veszteséget. (Horváth B. 2004) Budapesten keresztül azért igyekeztem bemutatni egy nagyváros klímagigrációját, mert ez egy adott térség belső átrendeződéséhez vezethet, ami szoros összefüggésbe lehet a világot átfogóan érintő migrációs hatásokkal. Értem ez alatt azt, hogy sok esetben a kiköltöző „őslakosók" helyébe, külföldről érkező migránsok vándorolnak. Erre Budapest esetében jó példát mutatnak a kínai és, más ázsiai bevándorlók. Hasonló helyzet azonban más nagyvárosnál is előfordulhat, mi több, bizonyosan elő is fordul. 2010-ben a moszkvai hőhullám alatt jelentősen megnőtt a halálozások aránya. Ekkor a hőség 44 napig tartott. A meleg és a légszennyezés következtében, két hét alatt 2000 ember halt meg. A forróság végeztére már 11 ezerre nőt a halálozások száma. Különösen sújtotta a kánikula a 65 év felettieket. (Shaposhnikov D. 2014) A sűrű és hosszantartó hőhullámok a nagyvárosok elnéptelenedéséhez vezethetnek, ami leginkább a belső migrációt erősítheti.

- 2003-ban egy jelentős hőhullám, úgynevezett omega-blokk érte el Franciaországot, aminek következtében 14 ezer ember veszítette életét. Az a légköri hatás úgy alakul ki, hogy különböző nyomású területek a görög omega betűt formálják (ahogy az a fenti képen is látható): a betű belsejében alakul ki az úgynevezett gerinc (ridge), egy elnyújtott, magas nyomású terület, a külső részén pedig az alacsony nyomású (trough), ahol a hőmérséklet is alacsonyabb. A magas nyomású rész általában akkora területet fed le,

hogy az alacsony nyomású frontok nem tudnak áthatolni rajta, ez szárazságot, magas hőmérsékletet okoz, elhal a szél is. Ebből olyan pozitív visszacsatolás alakul ki, amiből nehéz kitörni: a magas hőmérséklet és a szél hiánya még magasabb hőmérséklethez vezet. 2015 júliusában omega blokk érte el Kelet-Európát és közel egy hétig határozta meg időjárását ez a magas nyomású légáramlat, de egész hónapban magasabb volt az átlagosnál a hőmérséklet. Madridban megdőlt a júliusi melegrekord is, 40 Celsius-fokot mértek kedden. Spanyolországban, Cordoba mellett 43,3 Celsius-fokot is mértek. (net 11.) Magyarországon július 25-ig tartott a hőség, amit két hatalmas vihar tarkított. Magyarországon a legmelegebb időszakban a hőmérő 38 fölötti léghőmérsékleti meleget mutatott, de a meleg este is gyakran 25-28°C alá nem ment. Tűző napnak kitett helyen pedig a hőmérséklet 50°C fölött volt. Amióta mérik a hőmérsékletet, ez volt a legmelegebb július a földön. „Az idei június hőmérsékleti átlaga 0,88 Celsius-fokkal volt magasabb a 20. század összes júniusának 15,5 fokos átlagához képest, ha a szárazföldek és a vizek hőmérsékletét egyben nézzük. Tavaly ez csak 0,22 fokkal volt magasabb a 20. századi átlagnál. Csak a szárazföldet nézve most júniusban 1,26 fokkal volt magasabb a 13,3-as átlag, az óceánok felszínét nézve pedig 0,74 fokkal a 16,4-es átlag…. Június egyébként nem az egyetlen hónap volt idén, ami megdöntötte a korábbi melegrekordot: február, március és május is rekordot hozott, és a többi hónap sem maradt le nagyon. Az idei január minden idők második, az április pedig minden idők harmadik legmelegebbike volt. „ Az már biztos, hogy a tavaly júliustól (2014) idén (2015) júniusig tartó időszak az elmúlt 136 év legmelegebb időszaka volt. (net 9.)

A klímaváltozás egyik mérőszáma lehet a légkörben található CO_2 mennyisége. Sajnos ezen gáz légkörben történő felgyülemlése egyre nagyobb, ami jelentős klímakatasztrófát vetíthet előre. Az ipari forradalom előtt a CO_2 szint 280 ppm volt. 1880-ban a CO_2 szint 290 ppm, 1989-ben pedig már 352 ppm volt. Tehát ez az érték közel 100 év alatt 20%-al nőtt. (White, Robert M 1990)

A kutatók avval számolnak, hogy 2050 körül a szint 560 ppm-re emelkedik.

2014 áprilisában a CO_2 koncentrációja A Föld egész északi földtekén átlépte a 400 ppm szintet. Becslések szerint utoljára a pliocén időszakban 2-6 millió évvel ezelőtt ennyi üvegházhatású gáz a Föld légkörében. Áprilisban történt meg először, hogy havi átlagban átlépte a 400 ppm-et a szén-dioxid koncentrációja az északi félteként – jelentette be a Meteorológiai Világszervezet (WMO). A mértékegység azt mutatja, hogy 1 millió légköri részecskéből 400 szén-dioxid. A rekordmértékű szén-dioxid-koncentrációt a WMO globális légkörfigyelő hálózata jelezte, amely mintegy 130 állomásról kapja adatait. A kiugró érték a kora tavaszi időszakban született, amikor az északi féltekén a növényzet még nem tudta nagy mennyiségben elnyelni a szén-dioxidot.

Az már 2013 májusban is előfordult, hogy egy mérőállomáson, a hawaii Manua Loán meghaladta a 400 ppm-et a szén-dioxid koncentrációja. Az akkori és a mostani mérések tudományos és szimbolikus szempontból egyaránt jelentősek. A Manua Loán felépített, 1958 óta működő obszervatórium a világ legrégebbi CO_2-figyelő állomása, tehát az ottani mérések viszonyítási alapként szolgálnak. 2013-ban viszont csak néhány napon át haladta meg a koncentráció a 400 ppm-et, most viszont a havi átlag nőtt efölé, és nem csak egy mérőállomáson. (A Manua Loán áprilisban átlagosan 401,3 ppm volt a koncentráció, közölte az USA Nemzeti Óceán- és Atmoszférakutató Intézete.)

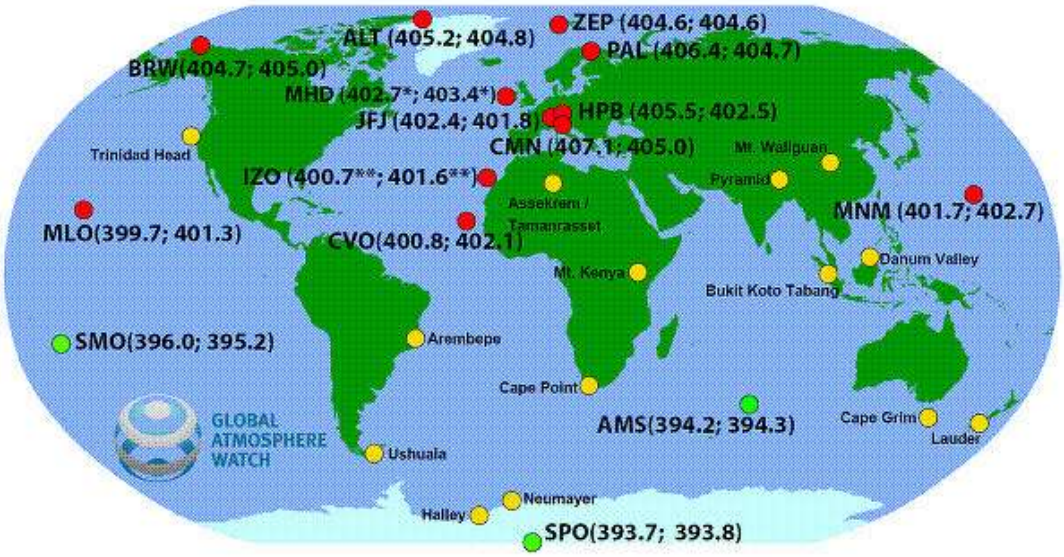
A globális koncentráció várhatóan csak 2015-ben vagy 2016-ban haladja meg a 400 ppm-et. „Amennyiben meg akarjuk őrizni a bolygót a következő nemzedékeknek, sürgős lépéseket kell tennünk az üvegházhatású gázok kibocsátásának megfékezéséért, mert kifutunk az időből” – kommentálta a WMO bejelentését a szervezet főtitkára, Michel Jarraud.

2016. május 23-án a bolygónk magas ppm koncentrációja ismét elért egy mérföldkövet.

Ekkor mértek először 400 ppm-et (milliomod térfogatrész) meghaladó, vagyis küszöbérték feletti szén-dioxid szintet a Déli sark térségében. Így már a Föld legdélibb kontinensén is meghaladta a küszöbértéket a ppm koncentráció. Ez pedig azt mutatja, hogy a szennyezés már beterítette az egész bolygónkat. Nem meglepő azonban ez a légszennyezettségi adat, mivel tavaly a CO_2-kibocsátás globális átlaga elérte a 399 ppm-et. Ez pedig már előrevetítette, hogy 2016-ban bizonyosan meghaladja a 400 ppm-t a teljes bolygó légkörében. (net 30)

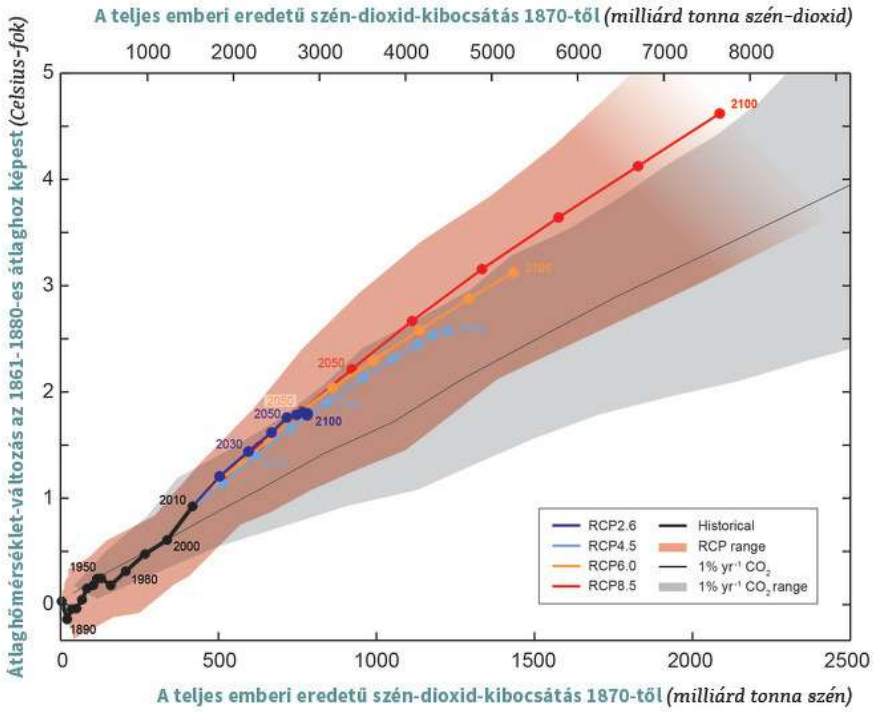
Ha a CO2 légköri koncentráció jelenlegi emelkedő tendenciája nem változik, akkor a kutatók szerint 2040 körül már 450 ppm-et valószínűsítenek. Ez pedig az előrejelzések szerint, már visszafordíthatatlan változásokat indíthat el a Földön. Korábban a piocén időszakban 2-6 millió évvel ezelőtt volt ilyen mértékű a légköri szén-dioxid koncentráció. Ez a szén-dioxid koncentráció 3-4 °C –os átlaghőmérséklet emelkedést idézhet elő. A piocén korban a tengerszint pedig 5-40 m-rel volt magasabb a mainál. (Kveiné Bárány Ilona 2015)

Az utóbbi 800 ezer évben a szén-dioxid koncentrációja 180 és 280-300 ppm között ingadozott: az eljegesedések alatt lecsökkent, majd a meleg periódusokban megemelkedett. Az iparosodás előtt, a 18. század második felében 278 (280) ppm volt a koncentráció; ehhez képest 2012-re, tehát körülbelül kétszázötven év alatt 393,1 ppm-re emelkedett. Az utóbbi tíz évben évente átlagosan 2 ppm-es növekedést regisztrált a Meteorológiai Világszervezet. Évmilliók óta nem volt ilyen magas a növekedés.



38. ábra

A WMO-nak adatokat szolgáltató szén-dioxid obszervatóriumok az Alpokban, az Andokban, a Himalájában, az Északi- és a Déli-sarkvidéken és a Csendes-óceán déli részén is megtalálhatók. Mindegyik állomás nem szennyezett környezetben áll, noha egyik-másikuk esetében erősebb a bioszféra és az emberi tényezők hatása. Az európai mérőállomások: CMN – Monte Cimone, Olaszország; JFJ – Jungfrau-csúcs, Svájc; HPB – Hohenpeissenberg, Németország; MHD – Mace Head, Írország; PAL – Pallas, Finnország; ZEP – Norvégia, Zeppelin-hegy, Spitsbergen-sziget. A mérőállomások működtetőinek listáját itt olvashatja.



39. ábra Bajomi Bálint 2014

2012 óta az északi-sarki megfigyelőállomásokról tavasszal havi átlagban 400 ppm fölötti koncentrációt jeleztek kanadai, egyesült államokbeli, norvég és finn obszervatóriumok. Ez a trend immár délebbre tolódott: a WMO megfigyelőpontjai Németországban, a Zöld-foki Köztársaságban, Írországban, Japánban, Tenerifén és Svájcban márciusban és áprilisban is 400 ppm fölötti havi átlagokról számoltak be – ez látszik a fenti térképen.

A paleoklimatológiai kutatások szerint a földtörténet során valószínűleg utoljára a pliocén korban, körülbelül 2-6 millió éve volt ennyi szén-dioxid a légkörben. Akkor átlagosan 2-4 Celsius-fokkal volt melegebb a Földön, mint jelenleg, és a tengerszint 5-40 méterrel volt magasabb. A szén-dioxid a légkörben több száz évig, az óceánokban még hosszabb ideig marad meg. Ez a legfontosabb, az emberi tevékenykedés miatt a légkörbe kerülő üvegházhatású gáz.

Az egész Földet figyelembe véve a 400 ppm 2015-2016-ban lehet általános érték.

A klímakutatók szerint ugyan a 400 ppm fontos jelzőszám, de inkább a 450 ppm-es szint a fontosabb. Ha ugyanis a koncentráció tartósan eléri ezt a szintet, akkor a Föld átlaghőmérséklete már 2 fokkal magasabb lesz az iparosodás előtti szinthez képest, és ilyen vagy még nagyobb globális felmelegedés esetén már jóval nehezebb mérsékelni a klímaváltozás következményeit.

Az előre jelzett 560 ppm szint évi 2-5 celzius fokos emelkedést jelent, de ezt a növekedést néhány évvel késleltethetik az óceánok. A tengerszintet ekkor 0-80 cm közötti emelkedéssel prognosztizálják, míg a globális csapadékváltozást 7-15%-ra teszik.

Az összképhez tartozik, hogy most az északi féltekén dőlt meg a CO_2-rekord, de ugyanitt van a több, több emberi eredetű CO_2-forrás is (a legnagyobb CO_2-kibocsátó országok északon találhatók. A bioszférának is szabályozó hatása van a szén-dioxid éves ciklusára. Nyáron a növények elnyelik a szén-dioxid jelentős részét, a téli-tavaszi időszakban azonban felszökik a koncentráció. (net 1. és Kertész Ádám 2001., net 30.)

A növények CO_2 elnyelési lehetősége azonban igen csak véges. A zöld növények a fotoszintézise csak annyi szén-dioxidot köt meg, amennyi a növény elégetésekor szabadul fel. Ezért erdősítéssel nem igen lehet ellensúlyozni, a rengetek fosszilis ásvány elégetését. (Lovas Rezső 2012)

Meg kell jegyezni, hogy a felmelegedési modellek egy része, amelyek a CO_2 szint növekedésével számolnak, IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) modelleken alapulnak. Az IPCC érvei elméleti modelleken alapulnak, amelyben legalább egy vitatható elem van, mégpedig a levegő CO_2 tartalmának hatása a melegebb levegőben megnövekedő vízpáratartalomra. Az üvegházhatást ugyan is leginkább a vízpáratartalom erősíti, amit a CO_2 „csak" felerősít. De a vízpára képes kicsapódni, és ilyenkor hatása a CO_2-val ellentétes. Azt azonban nehéz megbecsülni, hogy a vízpára hány százaléka fog kicsapódni. Az IPCC modell nem tud megfelelő magyarázatot adni a Kr.u. 1000 körüli felmelegedésre és az 1400-1750 közötti lehűlésre. Az IPCC modell nem veszi figyelembe, hogy a Föld átlaghőmérséklete mindig és egyszerre több periódusú ingadozást mutat. A földtörténet során az átlaghőmérséklet valóban együtt változott a CO_2 szinttel, de a CO_2 tartalom nem megelőzte, hanem szisztematikusan követte a hőmérsékletet. Ez pedig fordítót okozatiságra utalhat. Az IPCC modell a világtengerek hőingadozására sem tud megfelelő választ adni, pedig az óceánok szerepe a hőmérsékletváltozás terén döntő lehet. A fenti modell nem kezeli a csapadékképződést és a légkör ionizáltságát sem. (Lovas Rezső 2012)

A vízpáratartalom pedig igen fontos légköri összetevő, amit nem lehet figyelmen kívül hagyni. Kevin E. Trenberth a National Center for Atmospheric Research munkatársa szerint 1968-hoz képest 5%-al több vízpára van a légkörben ma az óceánok felett a vizek 1 °C –al való felmelegedése miatt. Márpedig a több vízpára megváltoztatja a levegő sűrűségét és ez által annak a felhajtó hatását. Ez pedig megváltoztathatja az eddig kialakult légköri áramlatokat.(net 31)

Az viszont vitathatatlan, hogy a magas szén-dioxidszínt hozzájárul a levegő felmelegedéséhez. A mostani szén-dioxidkibocsátás és koncentráció eléri az 56 millió évvel ezelőttit. Ez pedig számos faj kihalását eredményezte. A kutatók számításai szerint a globális kihalások során a szán-dioxid kibocsátás 0.6-1.1 millió tonna között mozgott évente, míg 2016-ban ez az érték éves szinten 10 millió tonna.

A felmelegedés azt eredményezi, hogy az olvadó gleccserek és jégmezők hatására, a világtengerek évente 3 millimétert emelkedhetnek. Ha a felmelegedés a 21. században eléri az éves szinten a 2 Celsius-fokos növekedést, akkor egyes elemzők szerint a tengerszint a paleoklimatológiai kutatások szerint ilyen meleg esetén 5 méterrel magasabban is állhat, mint már arra volt példa a múltban is. Egy, a Science-ben 2009-ben megjelent tanulmány szerint a nyugat-antarktiszi jégmező összeomlása és teljes elolvadása körülbelül 3,3 méteres szintemelkedést okozna néhány évszázad alatt.

Ha a világtenger átlagosan öt méterrel magasabban állna, akkor az már London határában látható lenne, mert sokkal szélesebb lenne a Temze torkolata. Az Északi-tenger Calais-tól Bruges-en, Antwerpenen és Zwollén keresztül Hamburgig elöntené Belgium, Hollandia és a német Alsó-Szászország alacsonyan fekvő vidékeit. Víz alá kerülne Rotterdam, Amszterdam és Bréma. Franciaországban többek között La Rochelle környékét öntené el a víz, Olaszországban pedig Velencétől délkeletre öntene ki az Adria, és Ferrara kikötőváros lehetne. De víz alá kerülne New Orleans és Miami is. 7 méteres emelkedés esetén Belgium, Hollandia és Alsó-Szászország egy része víz alá kerül. Veszélyeztetve van Dunkirk, Bruges, Ghent, Antwerpen, Breda, Niumegen, Rotterdam, Amsterdam, Zwolle, Groningen, Emden, Bremen stb. de még Hamburg is. Londont a visszaduzzasztott Temze veszélyezteti.

A Fekete-tengernél eltűnne a ma ismert Duna-delta. Észak-Afrikában a Földközi-tenger elöntené a Nílus deltájának mintegy felét (így Alexandriát). Indiában Kalkutta sínylené meg a leginkább a tengerszint-emelkedést, Thaiföldön pedig Bangkok. Az Egyesült Államokban New Orleans területének 98 százaléka kerülne víz alá. Atlantic Cityt 97, Miamit 73 százalékban öntené el a Mexikói-öböl, illetve az Atlanti-óceán. New York városában víz alá kerülne a La

Guardia és a Kennedy reptér, a város 22 százalékban lenne érintett. Dél-Amerikában az Amazonas alsó folyása hosszan elnyúló tengeröböllé változna. Ezen 5-7 méteres emelkedések azonban nagyon szélsőséges értékek. A realitás a 21. században inkább a 26-98 cm-es emelkedés. Az eltérés oka a tengervíz hő és sótartalmában, avagy térfogatában keresendő. Ha a tengerszint 2070-re csak fél métet emelkedik, akkor egyes becslések szerint ekkora károk keletkeznének. A szintemelkedés miatt Kalkuttában a legnagyobb a kockázat, ott 14 millió embert és körülbelül 2 billió dollárnyi vagyont (lakóövezetek, ipari területek, infrastruktúra stb.) érintenének egy félméteres szintemelkedés következményei. Kantonban 10 millió embert és 3,4 billió, Mumbaiban (Bombayben) 11 millió embert és 1,6 billió dollárnyi értéket veszélyeztet ugyanekkora tengerszint-emelkedés. Miamiban 4,8 millió embert és 3,5 billió dollárnyi vagyont érintene a csupán félméteres szintemelkedés, New Yorkban és Newarkban 2,9 millió ember és 2,1 billió dollárnyi érték kerülne veszélybe, Amszterdamban pedig 1,4 millió ember és 843 milliárd dollár.

Ha az emberiség nem változtat a jelenlegi természetkárosító tevékenységén, akkor a tengerek tovább emelkedhetnek az előre jelzetteken túl is, és még nagyobb károkat okozhatnak. (net 2.)

Jeremy S. Pal és társainak 2015-ben a Nature Climate Change-ben megjelent cikke a felmelegedés egy eddig kevésbé kutatott veszélyére hívta fel a figyelmet a Közel-Kelet térségében. A tanulmány szerint század végére a Perzsa-öböl partjának számos régiója válik élhetetlenné az ember számára, a legújabb, nagyfelbontású klímamodellek szerint. A térséget olyan nagy hőhullámok érhetik majd el, amelyet még az egészséges szervezet is nehezen tud majd elviselni. Például ilyen veszélyeztetett térség lehet majd Dubaj a maga több mint 2.3 milliós népességével. De a veszélyeztetett államok között van Szaud-Arábia, Katar és az Egyesült Arab Emírség is. Az egyre elviselhetetlenebb meleg mellett, komoly gondot fog okozni az öböl partján tapasztalható relatív magas páratartalom. A két időjárási hatás együtt, viszont gyakran alkothat halálos környezeti hatást az ember számára. Az ember ugyan jól képes alkalmazkodni a meleghez, de ha ez magas páratartalommal párosul, azt az emberi szervezet már nehezen tudja kompenzálni. Ha a nedves hőmérséklet meghaladja a 35 °C-ot, a test nem lesz képes izzadni, ezáltal pedig hőt sem fog tudni leadni, miáltal a szervezet hőháztartása felborul.

„A nedves hőmérsékletet a következőképpen mérjük: a hőmérő érzékelőjét nedves rongygyal burkoljuk. Erről a víz annál erősebben párolog, minél kisebb a levegő nedvességtartalma. A párolgás hőt von el az érzékelőről, így minél intenzívebb a párolgás, a nedves hőmérséklet annál alacsonyabb. A nedves hőmérséklet jellemzően alacsonyabb a „száraz" (vagyis a normálisan mért) hőmérsékletnél, azonban minél páradúsabb a levegő, a különbség annál kisebb közöttük. „

„Jelen pillanatban a nedves hőmérséklet világszerte ritkán haladja meg a 31 °C-ot, ez azonban változni fog a jövőben: már idén júliusban többször elérte a 34,5 °C-ot a Perzsa-öbölben. Jelenleg ilyen szélsőséges viszonyok nagyjából 20 naponta fordulnak elő a nyári időszakban, a század végére azonban minden nyári napot ilyen extremitások fognak jellemezni, áll a kutatásban. Leginkább azok lesznek életveszélyben, akik tartósan a szabadban tartózkodnak. Az Öbölországokban lényegében 2030-ra bekövetkezhet az-az állapotot, hogy az év 7-8 hónapjában lehetetlen lesz a szabadban munkát végezni, és ez a korlátozott munkavégzés pedig az adott országok GDP-jére lesz minden bizonnyal negatív hatással.

A gazdagabb öböl menti államok várhatóan valamilyen módon alkalmazkodni fognak majd a megváltozott körülményekhez, de az olyan szegényebb régiók, mint Jemen, védtelenek maradnak a káros hatásokkal szemben. " Gazdasági szempontból pedig a térség időjárása hosszú távon kihathat a fosszilis energiahordozók kitermelésére, ami akár gazdasági vállságot is előidézhet. (Pal, Jeremy S. 2015, net 36.)

Egy új migrációs irány lehet 2100 körül a ma még fagyott Szibéria. A kutatások kimutatták, hogy folyamatosan olvad a permafroszt, és a kutatók szerint az észak-szibériai Jamal-félsziget régiójában 2100-ig akár teljesen felolvadhat a talaj állandóan fagyott rétege. A kutatók ezen térségben az 1980-as években 150 cm mélyen mértek

0 °C-ot, míg 2015-ben ezen talajhőmérséklet eléréséhez mindössze csak 30 cm-t kellett leásniuk. A térségben egyre nagyobb mennyiségű szénvegyület (pl. metán) szabadul fel azok közül, amik eddig ott fagyott állapotban voltak. Ez viszont felerősítheti a felmelegedési folyamatot. Régen a térség 1-7%-a volt nyaranta felolvadó terület, míg ez 2015-ben már 30% körül mozgott. (net 24.) A fagyott talajból kiszabaduló metánt (CH_4) pedig a légkör felmelegedése terén nem szabad figyelmen kívül hagyni, különösen annak tudatában, hogy az óceánok aljzatából is egyre több metánszabadul fel. A metán ugyan is nyolcvanszor több hőt köt meg, mint a szén-dioxid. 2016 februárjában 10 ezer méter magasan rekordszintű metánkoncentrációt mértek. A kiszabaduló metángáz által felgyorsított globális felmelegedés elérheti a 3.5 °C-os globális felmelegedést. Ez pedig egyes kutatók szerint globális kihalási folyamatot indíthat el, mert szerintük ezen a globális hőemelkedési szinten összeomolhat a most kialakult táplálékláncc, ami az emberiség túlélési lehetőségeit is nagyban befolyásolná. (net 31) A NASA szerint a Föld átlaghőmérséklete 2016 februárjában az 1951-1980 közötti időszakhoz viszonyítva, 1.35 °C-kal volt magasabb. (net 32)

Azt el kell ismernem, hogy a 3.5 °C-os globális felmelegedés hatalmas katasztrófákat idézne elő, hiszen a világtengerek szintje hatalmasat nőne, továbbá a légköri rendszerek is megváltoznának, de avval vitatkoznom kell, hogy ekkora globális hőmérséklet emelkedés során összeomlana a táplálékláncc. Azért vitatom, mert a harmadidőszaki Paleocén (65-56 millió évvel ezelőtt) és Eocén (55.8-33.9 56 millió évvel ezelőtt) bolygónk globális hőmérséklete a mainál jóval magasabb volt. A globális hőmérséklet a maihoz képest akár 5 °C-kal is magasabb lehetett. Az évi átlaghőmérséklet megközelítette a 20 °C-kot. A Föld átlaghőmérséklete 1990-ben 14.5 °C körül volt. A Paleocén- Eocén időszak időjárása szubtrópusi volt. Miért fontos a pár millió évvel ezelőtti állapot ismerete? Azért, mert a ma ismert táplálékláncc elemei ekkor fejlődtek ki. Ekkor szaporodnak el a fás növények a fűfélék kárára, és ekkor válnak döntő jelentőségűvé a zárvatermő növények. De szerephez jutnak az egyszikűek és a fenyőfélék is. Igen jelentősek lesznek a magnólia, babér, tea, juhar, dió és tölgyfélék. De ez az időszak idézte elő az emlősök ugrásszerű elszaporodását is. A paleocén idején az emlősfajok száma 13-ról 41-re nőtt, míg az eocén végére az ismert fajszám már elérte 91-et. (Molnár Béla 1986)

Egy szokatlan elmélet a klímaváltozás okozta károk csökkentésére

Ma szinte mindenki úgy kívánja csökkenteni a klímaváltozás okozta károkat, hogy a káros anyag kibocsátást kívánják csökkenteni. De például Bjorn Lomborg felvetett egy másik utat, mégpedig azt, hogy ne a káros anyagok kibocsátásának csökkentésére koncentráljanak, mivel szerinte ez egy meddő kísérlet, hanem az érintett államok gazdaságát erősítsék meg, és helyi szinten folyjon a védekezés. Ez azért is aktuális felvetés, mert az USA elnöke Donald Trump, ezen elgondolás végett, 2017-ben az USA-t kilépteti a klímaegyezményekből.

Az elmélet szerint A klímaváltozással kapcsolatos változásokra a társadalmi reakció az, hogy ezen folyamatok lassítására, megakadályozására hatalmas összegeket költenek, de alig van érezhető és kézzel fogható eredménye. Ráadásul, a klímaváltozás egy öngerjesztő folyamat, lásd például az eddig kötött metángáz okozta változásokat, és ezen klimatikus változásokat az emberiség alig tudja befolyásolni. A jelenlegi, nagy költségeket igénylő megoldási kísérletekkel csak 5-10 évet tudnánk nyerni.

Továbbá, a kormányok hiába írnak alá nemzetközi szerződéseket, azokat rendre felülírják saját gazdasági és politikai érdekeik. Ráadásul, a lakósággal is könnyebb elfogadtatni egy

rövidtávú, már az életében eredményt felmutató beruházást, mint egy 50-100 év múlva talán megtérülőt.

Az egyezmények hatástalanságára jó példa az első kiotói egyezmény. Ezt az egyezményt 1992-ben írták alá, és célja az volt, hogy 2008-2012- re a CO2 kibocsátást 20%-al csökkentsék az ipari államok. Ezt a célt végül nem tudták teljesíteni, mert például közben az USA és Ausztrália is kilépett belőle. Végül mindössze 1%-os CO2 kibocsátás csökkentést sikerült elérni. Ha a 21. században a tervezet szintet tartani tudták volna, ami hatalmas kiadásokat jelentene, 2050-re a hőmérséklet 0.05 °C-al, 2100-ra 0.16 °C-al nőne csak lassabban, ami szinte elhanyagolható érték. Ez annyit jelent csupán Lomborg számítása szerint, hogy a 2.6 °C-os várható hőemelkedés 2100 helyett, 2105-ben következne be. Tehát, a kiotói célok, igen drágák, és alig van valós hatásuk bolygónk légkörére.

Ezért, azok, akik nem a kibocsátás csökkentését látják a járható útnak, azt mondják, hogy ne a megelőzéssel foglalkozzunk, hiszen az igen költséges és alig hatékony, hanem foglalkozzunk a változás okozta helyzet helyi és időbeni megoldásaival, kezelésével. Ezért sokkal célszerűbb az adott államokat gazdaságilag megerősíteni, mint a pénzt elkölteni hosszú távú klímaberuházásokra. A gazdaságilag megerősödő államok szerinte helyben sokkal jobb megoldásokat, védekezéseket tudnak létrehozni, mint ha globálisan védekeznének.

Mi több, az ezen elmélet követői, felvetik annak lehetőségét, hogy a klímaváltozásnak, avagy a felmelegedésnek, nem csak hátrányi, hanem előnyei is lehetnek. Erre Lomborg a hidegtől és melegtől meghaltak arányát hozza példának. A 2003-as hőhullám Európában 35 000 ember életét követelte. Ebből Párizsban 3500-an haltak meg, míg egész Franciaországban 15 ezren. Az áldozatok száma Németországban 7000, Spanyolországban és Olaszországban 8000, Nagy- Britanniában 2000 fő körül mozgott.

Bjorn Lomborg felveti a kérdést, hogy biztos, hogy a meleg a legfőbb gond? Szerinte Helsinkiben egy átlagos meleg évben a meleg miatt 298 ember hal meg, míg a hideg miatt 1655 ember. Athénban a meleg miatt évente 1376 ember hal meg, míg a hideg miatt 7852 fő. Nagy-Britanniában pedig 1998 és 2000 között, éves szinten 47 000 ezer emberéletet követelt a hideg. Ebből arra következtet, hogy a felmelegedésnek lehetnek pozitív hozadékai, akár a halálozás terén is. Illetve, azt állítja, hogy ma sokkal nagyobb publicisztikát kap a felmelegedés okozta veszély, mint minden más, noha például a hideg sokkal nagyobb veszélyt jelent. A szerző ezen szemlélet mögött az üzleti érdekeket látja. Szerinte például Nagy-Britanniában 2 °C hőemelkedés a melegtől elhalálozók számát ugyan megemelné 2000 fővel, de a hideget túlélők számát 20 000 fővel növelné meg. Tehát 18 000 ember menekülne meg a hőmérséklet okozta elhalálozástól. A szerző, ha burkoltan ugyan, de elismeri, hogy a pozitív állapot csak a fejlett világra érvényes, ide értve Európát, az USA-t, Kínát stb. Viszont Afrikában a klímaváltozás a mostani halálozási helyzetet tovább fogja rontani, így ott nem érvényes a felmelegedés okozta halálozási arány javulása. Meg kell jegyeznem, hogy Lomborg a fenti hatásokat csak a hőmérsékletemelkedésre vetíti. A felmelegedés által előidézett egyéb tényezőket, mint pl. vízhiány, betegségek stb. nem vette figyelembe. Igaz, például a betegségek kezelését helyi szinten kívánja orvosolni. A helyi védekezésre jó példa lehet a hőszigetek hatásának csökkentése. Ahogy korábban már említettem, a városok sokkal jobban felmelegszenek, mint a környezetük. A legnagyobb városok, mint például Phoenix, Sanghaj, Szöul, Stockholm, Los Angeles, Milánó, Bécs stb. belvárosaiban 2.5 °C-al emelkedett a maximum, és 3.8 °C-al minimum hőmérséklet. Tokió körül augusztusban átlag 28 °C-ot mérnek nappal, addig a belvárosban 40 °C-ot. A városok felmelegedésének oka a szárazság, a kevés nedves zöld terület, a sok nagy és vízhatlan felület. A nap nem vízgőzt termel, hanem a légkört melegíti. A szélcsatornák beépítés általi lezárása pedig meggátolja a légmozgást. Ezen a helyzeten pedig nem segít, ha csak úgy általánosságban küzdünk a globális felmelegedés ellen. Itt helyi megoldások kellenek. Londonban például a város

környékén és a városban megnövelték a fás és füves területeket, és vízfelületeket alakítottak ki. A város így 7.7 °C-al tudta csökkenteni a hőmérsékletét. A forróság másik oka a sok aszfalt és sötét felület, ami elnyeli a hőt. Nem véletlen, hogy a mediterrán térségben a házak falát fehérre festik, meszelik. Ha London épületeit fehérre meszelnék, akkor Lomborg szerint a város hőmérsékletét 10 °C-al lehetne csökkenteni. Szerinte például Los Angeles élhetőbbé tétele, fásítás, vízfelületek kialakítása, épületek átfestése, körülbelül 1 milliárd dollárba került volna 2008-ban. Ugyan ekkor a város légkondicionálásra költött összege 170 millió dollár évente, míg a szmog csökkentése 360 millió dollárt költöttek egy év során. Tehát, hosszabb távon az élhetőbb környezet helyi kialakítása lenne a gazdaságos és célszerű megoldás. Hiszen, míg a globális felmelegedés megállításán, csökkentésén küzdünk, és itt 2 °C körül próbáljuk tartani a felmelegedést, addig helyi szinten ennél jóval jobban lehetne csökkenteni azt, miáltal az élettér élhetőbbé válna.

De ugyan így, a tengerszint emelkedést is jobban lehet kezelni helyi szinten, mint globálisan. Mikronézia a Csendes-óceán nyugati részén fekvő 607 kis sziget összefoglaló neve. 2100-ra ezen szigetvilág 21%-a kerülhet víz alá. Lomborg szerint gátépítésekkel és a helyi gazdaság megerősítésével a veszteség 0.18% lehet, míg a globális védekezés esetén a veszteség ennek háromszorosa, 0.6%. Tehát, az egyes területeknek a helyi védekezés hosszú távon jobb üzlet, mint részt venni anyagilag a globális védekezésben.

A felmelegedés következtében a tengerszint emelkedés egyik legnagyobb áldozata Banglades lehet, mint már arról korábban én is írtam ezen tanulmányomban. Lomborg szerint, egy erős gazdaságú Banglades, helyi beruházásokkal a jelenlegi száraz területeinek csak 0.000034 százalékát veszítené el, míg ha anyagilag olyan egyezmények végrehajtásáért küzd, mint Kiotó, ennél sokkal többet veszít. Lomborg szerint például egy ipari technológiaváltás többe kerül globálisan és kevesebb haszonnal jár egy adott térség klímavédekezése terén, mint a helyi megoldások preferálása.

Lomborg szerint a folyók áradása terén (pl. megnő az olvadó gleccser miatt a vízhozam) szintén nem a teljes klímát kellene befolyásolni, hanem a folyók környékének vizes élőhelyeit és ártereit kellene helyrehozni. Például felszámolva az árterek beépítését, illetve fejlesztve a gátakat. A szárazabb időszakokra pedig víztározókat kellene építeni. Ha a helyi védekezésre koncentrálunk például az árvizek terén, akkor az árvízkezelésre költött egy dollár 1300-szor annyira csökkenti az árvízveszélyt, mint egy Kiotói egyezmény betartására költött egy dollár.

Az elmélet nagy hátránya, hogy nem veszi figyelembe a szegény államok gazdasági lehetőségeit, illetve, hogy azokat teljesen kiszolgáltatja a gazdag tőkés államoknak. Így nem meglepő, hogy Lomborg a felmelegedés járulékos veszteségének tekinti a fejlődő országokban megnövekedő éhezőket és az alultápláltak számának megnövekedését. Igaz, ő az éhezők számának növekedését a demográfiai robbanás számlájára írja főleg és csak járulékosan köti a globális felmelegedéshez. (Lomborg, Bjorn 2008)

Itt, látszik az elmélet másik hibája is, mégpedig az, hogy nem veszi figyelembe a demográfiai változásokat. Itt pedig nem csak a népesség szaporulatával kell számolni egyes területek esetében, hanem a migráció hatásaival is.

A demográfiai elöregedés okozta problémák és a klímamigráció kölcsönhatásai, valamint a világ vallási összetételének megváltozása

A tanulmány első felében bemutatásra került, hogy az évezredek során népek emelkedtek fel és népek, birodalmak buktak el az éghajlatváltozás következtében. Azt is láthattuk például a tengeri népek vándorlása, a longobárdok vagy a mongolok (tatárok) esetében, hogy a népmozgalmaknak a kialakult államhatárok nem állhattak ellen. Mi több, egyes népmozgalmak, mint például a mongol hódítások, egy egész térség gazdasági és politikai berendezkedését is

megváltoztathatták igen hosszú távra. De miért fontos ez a ma embere számára? Ennek oka, hogy ma a jóléti társadalmak a nemzetközi migrációt leginkább jogi szabályozásokkal igyekeznek kezelni. Különböző kvótákat hoznak létre, amiben kijelölik, hogy milyen és mennyi letelepülni vágyót engednek be egy adott területre. Azonban, ahogy ezt a történelem is mutatja, ha egy nép, terület lakóságának életkörülményei megromlanak, netán meg is szűnnek – például az életterük víz alá kerül- akkor az ezen területről kiáramlókat nem lehet államhatárok által megállítani. A bevándorlás ez esetben akár erőszak, fegyveres konfliktus árán is meg fog történni. Az előrejelzések a nagy migrációs hullámokat 2025-2050 környékére teszik. Ez az időszak egybe esik a föld népességnövekedésének csúcsával is, mivel 2040/2050 környékére 9 milliós (illetve 9 587 000 000 fő) népességszámot valószínűsítenek. Közülük mindössze csak 2 milliárdan fognak a mostani fejlett államokban élni. Az éhezés és alultápláltság már most több millió embert érint, különösen Dél-Ázsiában és Fekete-Afrikában. A népesség bumm miatt élelmiszerben veszélyeztetett állam lesz például Kenya, Nigéria, Etiópia. Az előre jelzett demográfiai növekedés, növelni fogja az élelmiszerek utáni keresletet, ami a világ élelmiszerpiacainak beszűküléséhez vezethet. Ráadásul a klímaváltozás hátrányosan befolyásolhatja a mezőgazdaságot. Ez pedig jelentős hatást fog gyakorolni a szegénységben élőkre, ami jelentős migrációt vetít előre, különösen az ázsiai és afrikai térségekben.

A föld népességének növekedése a XIX-XXI. sz-ban:
1820-ban 1 milliárd fő, 1850-ben 1.2 milliárd fő, 1900-ban 1.6 milliárd fő, 1950-ben 2.5 milliárd fő, 1990-ben 5.3 milliárd fő, míg 2000-ben 6 milliárd fő. 2040/2050-re 9.5 milliárd körül várható.

A Föld népességének megoszlása 1996-ban:

Ázsia	3.501 milliárd fő
Európa	728 millió fő
Afrika	732 millió fő
Észak-Amerika	295 millió fő
Dél és Közép-Amerika	486 millió fő
Ausztrália és Óceánia	29 millió fő

(J.R.McNeill 2011)

Hogy még szebbek legyenek a kilátások, akkor a jelenlegi előrejelzések alapján feltételezhetjük, hogy a Közel-Kelet olaj-és földgáz készletei körülbelül 2040/2050-ig léteznek. Jelenleg itt található a világ olajkészletének 2/3-ad része. Az előrejelzések alapján azonban 2050-re a világ energiafogyasztása terén a kőolajfakadó energia 20% alá fog esni. Ez az arány 2008-ban 37%, míg 2030-ra 50% lehet. Ha pedig ezen energiahordozók elfogynak, a térségből szintén migrációt indíthatnak meg.

A gázmezők 70-80%-a kitermelhető, míg az olajmezőknek csak 35-40%-a termelhető ki gazdaságosan. Technikai fejlesztések után 2050 körül az olajmezőknek talán a 45-50% kitermelhető lesz, míg a gázmezők esetén ez az érték elérheti a 70-80%-ot. A gázkészletek ma feltételezések szerint 12000 billió köbláb (2 billió hordó olajjal egyenértékű). Mindkét energiahordózó 2030 után rohamos fogyásnak fog indulni és 2060 körül már komoly ellátási gondok jelentkezhetnek e téren. Ez pedig gazdasági szemléletváltozást fog előidézni, illetve azon országok elszegényedését, amelyek ma főleg gázexportra és olajkivitelre alapoznak. (Jeremy Leggett 2008, Lovas Rezső 2012) Ezen országok elszegényedése pedig csak erősítheti a klímaváltozás által kialakult migrációs kényszert.

Egyes kutatók úgy vélik, hogy eddig kiaknázatlan földgáz és olajvagyonra lelhetnek még a tenger, illetve az Északi-sark jege alatt, így ezen energiahordozók szerepe 80-130 évig még meghatározható lehet. De ezek még csak feltételezések.

A fosszilis energiahordozók terén meg kell említeni a szénvagyont is. Ez a jelenlegi kitermelési ütem mellett 150-200 évig lehet elegendő, de a globális szénvagyon ennél az időnél is tovább kitarthat. (Lovas Rezső 2012) Így, ha megújuló energiák nem jutnak nagyobb szerephez az energiaellátásban, a szén lehet a fő energiaforrás a jövőben. Ez pedig nagyban elősegítheti a földi légkör felmelegedését.

De most térjünk vissza az emberi népességhez. A fejlett társadalmakban a népesség igen nagy arányban idős emberekből fog állni, tehát 2050-re a bolygónk népessége igen nagy százalékban el fog öregedni. Ez már önmaga is demográfiai vállságot fog előidézni. Az 1950-es években a Földön 200 millió 60 évnél idősebb ember élt, viszont 2050-re a 60 évnél idősebb emberek száma el fogja érni a 2 milliárdot. Míg 2016-ban a népesség 8.5%-a 65 éven felüli, addig 2050-re ez a szám eléri a 17%-ot, tehát a 2016-os 617 millióról 1.6 milliárdra fog nőni a számuk.

Ha pedig figyelembe vesszük azt, hogy az elöregedés leginkább a fejlett társadalmakat fogja érinteni, lásd például az Európai Unió, Japán, illetve az USA területe, akkor azt is látni kell, hogy ezen térségek, mint munkaerő hiányos területek fognak jelentkezni, tehát munkaerő befogadó térségek lesznek.

Az EU államaiban az előrejelzések szerint 2005 és 2050 között a legnagyobb mértékben, mintegy 88 millió fővel fog csökkenni a munkaképes korú népesség. Egyes előrejelzések szerint 2050-re akár az ötödével is megcsappanhat a 15 és 64 év köztiek száma Európában. Ellenben Afrikában minden más régiót messze megelőzve legalább 800 millióval, ezen belül is a szubszaharai Afrikában mintegy 700 millió fővel növekszik majd a munkaképes korúak száma.

A demográfiai előrejelzések szerint, az alacsony születés számok miatt azt mutatják, hogy 2050 után a népesség rohamosan csökkenni fog, mivel az eltávozó idős korosztályok utánpótlása nem fog megtörténni. Az ENSZ által kiadott *A világ népességének helyzete 2002-ben* című jelentés szerint a jelenlegi születési arányszámokkal számolva a ma 725 milliós Európa 2050-re 600 millió főre csökkenhet. Európa népessége 2035 körül éri majd el a csúcsot, és ettől kezdve – ha nem számolunk külső bevándorlással – csökkenni fog. Számítások szerint 2060-ra az EU-n belül a férfiak várható élettartalma 84.6 év, míg a nőké 89.1 év. (Stratfor Analysis.2012 és net 29, net 35) Olaszországban az egy szülőképes korú nőre eső gyermekek száma mindössze 1,2, s ez mélyen alatta marad a reprodukciót jelentő 2,1-es születésszámnak, de még az európai átlagtól (1,5) is elmarad. Egyszóval, potenciális demográfiai katasztrófa fenyeget. Ha a jelenlegi trendek fennmaradnak, akkor 2050-re a népesség 14 millióval csökken, és mindössze 44 milliós lesz, mi több, igen elöregedett lesz.

(Zoysa, Richard de 2007) Franco Frattini igazságért, szabadságért és biztonságért felelős uniós biztos 2020-re azt feltételezi, hogy az EU össz népességén belül a 65 éven felüliek létszáma eléri az egyharmadot. A biztos szerint, már 2007-ben az elöregedés számos szektorban munkaerőhiányt generált. (Györkös Marianna 2007)

Egy 2012-es tanulmány szerint a világ népességnövekedése és a születési ráta így alakult:

Népességnövekedés:

Világon összesen	1.2%
Afrikában	2.5%
Óceániában	1.7%
	1.2%

Latin-Amerikában és a Karibi térségben	1.1%
Ázsiában	0.9%
Észak-Amerikában	0.2%
Európában	

Születési ráta 2012-ben 1000 fő esetén

Európa	9.9
Közép-Európa	9.9
Európai Unió	10.4
Észak-Amerika	12.4
Kelet Ázsia és a szigetvilág	13.7
Óceánia	15.7
Latin Amerikában és a Karibi térségben	18
Közép és Észak Amerikában	23.1
Sub-Szaharában és Afrikában	38

Népességnövekedés és születési ráta 1000 fő esetében pár kiemelt ország esetében 2015-ben:

Ország	népesedés	születés
Oroszország	0.2	13.3
Mongólia	1.5	22.9
Kína	0.5	12.1
India	1.2	20.7
Kazahsztán	1.4	22.6
Kongó	2.7	43.1
Niger	2.7	49.8
Magyarország	-0.2	9.1
Lengyelország	-0.01	10
Csehország	0.1	10.3
Franciaország	0.5	12.6
Írország	0.2	15.7
Spanyolország	-0.2	9.7
Németország	1.3	8.4
Franciaország	0.5	12.6
Törökország	1.3	17.1
USA	0.7	12.6
Kanada	1.1	11
Brazília	0.8	15.1

A fenti adatok a brit Telegraph (net 14.) kutatásain alapszanak.

Miközben látjuk, hogy növekszik a világ népessége, kitűnik, hogy például Európában folyamatosan csökken a születések száma. Olaszországban 8.4 gyermek születik 1000 főre vetítve, és ez 1861 óta a legalacsonyabb reprodukciós szám. Az elöregedő népesség egyre nagyobb problémát jelent Európában, különösen annak keleti felén. A Világbank adatai szerint Közép-Európában és a balti államokban ezer főre 12,6 gyerek születik – miközben Fekete-Afrikában 38.

„Azokban az országokban, ahol magas a fiatalok (a 15 év alattiak) aránya, több pénzt kell fektetni az oktatásba, míg az idősebb népességű államokban az egészségügy igényel nagyobb összegeket. A korfa emellett előrevetíti a potenciális politikai kérdéseket is. A fiatalok

arányának gyors növekedése zavargásokhoz vezethet, ha ezek a tömegek képtelenek munkát találni" Viszont az elöregedő társadalmakra pedig a külső migráció fogja rányomni a bélyegét, mivel ott szükség lesz a munkaerőre. Ez szintén társadalmi vállsághoz vezethet, lásd Németország és Franciaország esetét, illetve az iszlám fokozódó jelenlétét. (net 15.)

Egy 2014-es tanulmány szerint Magyarországon, éves szinten 34 ezer keresővel lesz kevesebb. 15 éven belül 2 millió 147 ezer ember mehet nyugdíjba, míg ezzel szemben a munkába állók száma mindössze 1 millió 633 ezer fő. Tehát, az elkövetkezendő 15 évben 513 ezer járulékfizetővel lesz kevesebb. Tehát évente 34 ezerrel lesznek többen a nyugdíjasok, mint a munkavállalók. 2000 és 2015 között Magyarországon a fiatalok száma 20%-al csökkent!!!! Közülük sokan kivándoroltak Nyugat-Európába a jobb életfeltételek miatt.

2013 végén az ország összes gazdasági teljesítményének 10%-át nyugdíjra költötte. Ennek 82%-az öregségi nyugdíj. Az egyre kevesebb aktív dolgozónak, egyre több nyugdíjast kell majd eltartania, ráadásul közben nő a nyugdíjasok élettartalma is 4-8 évvel, a születésekor lévő élethosszhoz képest. Ha ezt a tendenciát nézzük, akkor 2044-re már 1 milliárd munkavállaló fog hiányozni az országból. Németh Zsolt, a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) népszámlálásért felelős alelnöke elmondta, hogy a népességfogyás egyik tényezője, hogy a 15 évesnél idősebb nőkre jutó élve született gyermekek száma 2001-ben 153, 2011-ben pedig csak 147 volt. Hozzátette: a 30 évesnél fiatalabb férfiak 90 százaléka nőtlen, és az ugyanilyen korú nőknek is csak 12 százaléka házas. (A demográfiai helyzetet tovább árnyalja, hogy 2015-ben született gyermekek közel 50%-a roma, tehát eleve hátrányos helyzetből indul, miáltal várható munkába állásuk, a feltételezhető iskolázottságuk alacsony szintje miatt eleve munkaerő terén problémákat vetít előre.) A 100 aktív korúra jutó gyermek- és időskorúak száma a demográfiai változások miatt a 2001-es 58,8-ról 2011-ben 61,4-re nőtt. Ezen belül az időskorúak aránya 32,4-ről 37,8-ra növekedett, míg a gyermekkorúak aránya 26,4-ről 23,5-re csökkent. A családok 53 százalékában nincs gyermek; egy gyermeket negyedük, kettőt 15,8, hármat 4,6, négyet vagy ennél is többet 1,6 százalékuk nevel. Ha figyelembe veszem a csökkenő gyermekszámot és a magyarok elvándorlását, akkor ez a szám még nagyobb lehet.

Hazánkban már 2011-ben is több 65 évnél idősebb ember élt, mint 15 évnél fiatalabb. Evvel a világ 25 legelöregedettebb országa közé tartozunk. Az elöregedési listát Japán vezeti, de a 25 állam közül 22 Európában található! Európában a sort Németország és Olaszország vezeti. 2050 körül a listát továbbra is Japán fogja vezetni, de mögé felzárkózik Dél-Korea, Honkong, Tajvan és Szlovénia.

Magyarország öregedési indexe 2051-ig várhatóan megduplázódik és várhatóan minden harmadik ember 65 év feletti lesz Magyarországon. 2051-ben hazánkban a 80 év felettiek száma 800 ezer körül fog mozogni. 2011-ben 2 aktív korú lakós, 1 gyereket vagy idős embert tartott el. 2051-re az eltartottsági ráta, ami a 15-64 éves korosztályt fogja súlytani, elérheti a 75%-ot. Avagy a népesség 75%-a lesz eltartott, akiket 25% aktív korú fog eltartani! És ha még figyelembe veszem, hogy a gyerekek akár 25-30 éves korukig is tanulhatnak, akkor az aktív munkavállalókra még nagyobb teher fog nehezedni. Eltartottsági ráta várható változásai: 2011-45.9%, 2021-53.9%, 2031-65.8%, 2041-65.5% és 2051-75.5%.

Magyarország népessége 1981-től csökken, a 2011-ben számított lélekszám pedig alatta marad az 1960-asnak. 1990 és 2011 között a népességfogyás 395 ezer fő volt, ami 4%-os csökkenést jelent. Ehhez jön még a külföldre elvándorló munkavállalók okozta átmeneti népességcsökkentés is. A külföldi munkavállalók, illetve migránsok betelepítésével a közgazdászok és statisztikusok már 1999-óta egyre intenzívebben számolnak. Ezt tanulmányában Hablicsek László részletesen ki is fejtette. Szerinte a betelepítéseket az ország katasztrofális demográfiai helyzete indokolja.

Ennek ellenére, a népességfogyást egyharmaddal csökkentették a külföldről hazánkba vándorlók! Tehát, már most igen nagy a külföldi bevándorlók száma, pedig még a nyugdíjkassza

fenntartható, igaz, a jelenlegi trendek mellett, csak az 2020-as évek közepéig. Mi lesz akkor később? A nyugdíjszakértők szerint a kiút a fiatal gazdasági bevándorlók befogadása, akik itt fizetnének járulékokat. (Palkó István net, net 8. és net 7., Tagai Gergely 2015, Hablicsek László 1999) Evvel viszont kimondták, hogy a magyarság önerőből képtelen megfiatalodni és elérte a genetikai kihalás szélét.

Mint fentebb jeleztem, baj lehet a magyar költségvetéssel a sok nyugdíjas miatt. Ezért röviden nézzük át hazánk demográfiai kortáblájának változásait.

év	0-14 éves	15-39 éves	40-59 éves	60 év felett
1869	40.4 %	17.6%	5%	37%
1910	34.7%	38.6%	18.6%	7.9%
1920	30.6%	41.2%	19.1%	9%
1930	27.5%	42.6%	20%	9.7%
1941	25.9%	40.6%	22.6%	10.%
1949	24.8%	38.7%	24.6%	11.6%
1960	25.4%	36.8%	24%	13.8%

(Kovacsics J. 1963)

Mint a táblázatból kitűnik, 1910-től kezdve az idősek száma fokozatosan nő. Ezen a folyamaton kívánt változtatni az úgynevezett Ratkó korszak, amit Ratkó Anna egészségügyi miniszter neve fémjelez, bár neki a tényleges folyamatokhoz lényegében semmi köze nem volt. Ez a korszak 1949-1953 között volt, bár sok rendelkezése 1956-ig érvényben volt. Tilos volt az abortusz és külön adó sújtotta a gyermektelen dolgozókat. Ezen 7 év alatt éves szinten 100-110 ezer gyermek született. A fenti táblázatra ránézve, azonban látható, hogy 1960-ban még mindig tovább öregedett a népesség. Mivel a „Ratkó" gyerekek nem szülték meg a saját nyugdíjuk fenntartásához szükséges gyermekmennyiséget, ez a korszak mára igen csak balul sült el, mivel a „Ratkó" gyerekek szinte elviselhetetlen terheket rónak a XXI. század eleji magyar társadalomra.

1990-ben a 65 éven felüliek száma 1 millió 370 ezer fő, ami a népesség 13.2%-a, 2011-ben 1 millió 670 ezer fő, ami a népesség 17%-a.

A népességfogyás következtében hazánk lakóságának számát 2060-ra 7 millió 920 ezer és 6 millió 920 ezer közé valószínűsítik. (Az előrejelzések szerint, ha nem változik hazánk demográfiai szerkezete, akkor a XXI. század végére az itteni népesség csak 4 millió fő lesz.) Tehát 2013-2060 között drasztikus népességcsökkenés várható.

Míg 1990-ben 2.9 millió fiatal élt az országban, addig 2060-ra 1.4 – 1.2 millióra fog létszámuk apadni, és ez népesség 18%-17% át fogja jelenteni. 1990-ben a 20-64 éves korcsoport 6.1 millió fő, 2001-ben 6.3 millió fő, 2013-ban 6.2 millió fő. 2060-ban 4.1 millió fő lesz, ami az akkor becsült népesség 53%-a lesz. A 65 év felettiek aránya 1990-ben 1.4 millió fő, 2001-ben 1.5 millió fő, 2013-ban 1.7 millió fő. Tehát ez a korcsoport 13-ról 17%-ra fog nőni az összes lakóshoz viszonyítva. 2060-ban 2.4 millió főt várnak, ami a népesség 30%-a lesz. 2013-ban már több az idős ember, mint a gyermekkorú!!!

(Földházi Erzsébet 2013)

Egy másik változat szerint 2015-ben a 0-19 évesek száma 2 millió fő, ami 1.4 millióra csökken, ami a népesség 18%-át teszi ki. A 65 év felettiek aránya a mai 1.7 (17%) millióról, 2060-ra 2.4 millióra nő (30%). Ekkor 2 milliós népességcsökkenést feltételeznek. De van olyan előrejelzés, ami 2050-re 7 911 033 főre, míg 2060-ra hazánk népességét 6 917 758 főre becsüli. Ezen előjelzés már 3 milliós népességcsökkenést vizionál. Ekkor 1.2 millió (17%) fiatal, 3.7 millió (50%) aktív korú és 2.1 millió (30%) idős korú emberrel számolnak. A legoptimistább

változat szerint 2050-ben 8 793 837 fő, 2060-ban 8 590 639 fő várható. 1.6 millió (19%), 4.3 millió (53%) aktív és 2.6 millió (31%) idős korú lesz a népesség összetétele.

Természetesen a fenti létszámalakulásokat nagyban befolyásolhatja a migrációs hatás.

Az előrejelzések foglalkoznak a népesség gazdasági aktivitásával is. Ezek szerint a csúcsidőszak 2020 körül várható 4.8 millió főben, és ettől kezdve folyamatos csökkenés áll be. 2055-ben már csak 1.4 millió aktív dolgozót vizionálnak az optimális becslések.

(Baranyi Nóra 2015)

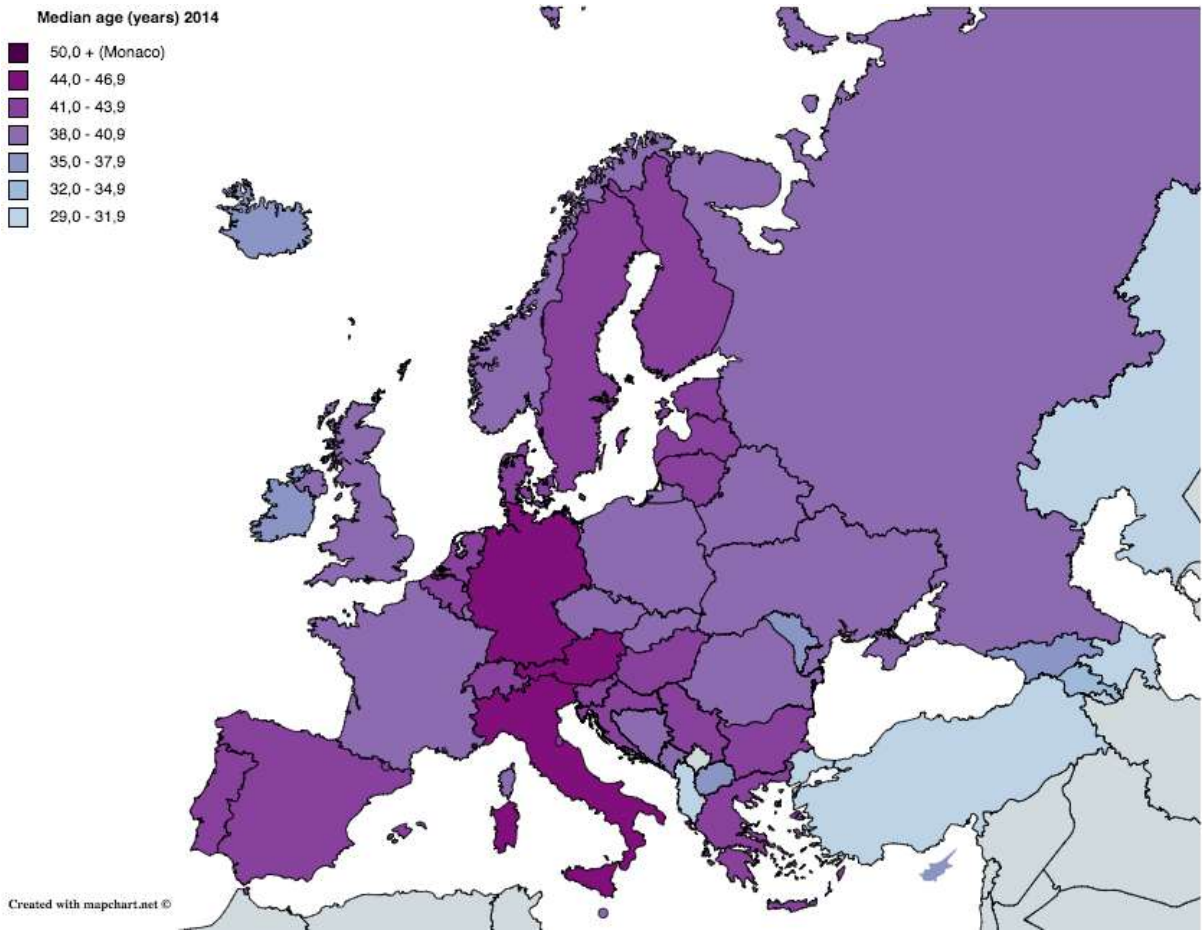
A népesség növekedésének az sem tesz jót Magyarországon, hogy míg 2014-ben a szülőképes korú nők száma 2.3 millió, addig ez a szám 2030-ra már csak 1.7 millió körül fog mozogni, míg 2060-ra már csak 1.2-1.5 millió szülőképes korú nőt valószínűsítenek az előrejelzések. (Földházi Erzsébet 2014.)

2060-ban az időskorúak száma két és félszerese lesz a gyerekekének. 2011-ben 4 aktív korú tartott el 1 idős embert, míg ez az arány 2060-ban 2 aktív és 1 idős ember lesz.

(Földházi Erzsébet 2013) Tehát a fiatalok terhei jócskán meg fognak nőni. És ekkor még nem vettük figyelembe a terhek terén, hogy a mai magyar népességen belül leginkább az alacsonyan iskolázott roma népességen belül születik sok gyermek. Az ő integrálásukra pedig mindmáig használható terv sem készült. A fentiekből kitűnik, hogy az ország önmagát hosszú távon csak a migránsok befogadása által tudja fenntartani. Számukra 2060-ig, azaz alig 45 év alatt mintegy 3 millió hely fog felszabadulni az országon belül, mivel közel ennyivel fog fogyni a mai népesség, feltéve, hogy nem változik az ország népességeltartó ereje. Mert ez a talajvíz visszahúzódás miatt változhat, például a Duna-Tisza közének elsivatagosodása által.

A népesség növekedési irány áttekintésének egyik módja a születési ráta, vagy az egy nőre jutó átlagos szülési szám megállapítása. A születési ráta nagyon magas a fejlődő régióban (pl. Afrika és a Közel-Kelet országaiban), és alacsony a legtöbb fejlett régióban (pl. Európa), ahol sok országban a születési ráta a megfelelő szint alatt van
Ha a jövőre gondolunk, meg kell fontolnunk a népesség növekedési szintek közötti különbségeket. A növekedés gyorsabb Afrikában és a Közel-Keleten, Európában pedig kiegyensúlyozott. Ha a jellemző növekedési ütem folytatódik, akkor Dél-Afrika lakossága körülbelül 2050-re megkétszereződik, míg Európa lakossága 6%-kal csökken.
A teljes népességet sokféleképpen érdemes megfigyelni. Egyik módja a népsűrűség megállapítása, vagyis hányan élnek egy adott területen. A Föld legsűrűbben lakott részei Ázsiában és Európában vannak. Afrika - ahol nagy a népesség növekedési aránya - nem sűrűn lakott. (net 3.)

Viszont az éghajlatváltozás és a tengerszint emelkedése miatt Afrika igen veszélyeztetett körzet. Így itt hiába lenne területileg jelentős élettér, sajnos az életkörülmények itt nem tudják nagyarányú népesség eltartását biztosítani. Tehát, az itt élők, máshol fognak maguknak új életteret keresni.



40. ábra
Európa átlagéletkora (nem az átlagos élethossz!) (net 20.)

A fenti táblázaton jól látszik, hogy Európa mennyire elöregedett. A legfejlettebb területeken az országok átlagos átlagéletkora (nem azonos az átlagos élethosszal) 45-46 év, míg Európa többi részén is jó részt 38-41 év az átlagéletkor. Ha pedig például megnézzük Törökországot, ott már csak 29-32 évet látunk. Nem véletlen, hogy Európát elözönlik a török vendégmunkások. És akkor még nem szóltunk Afrikáról és a Közel-Keleti térségről, ahol az átlagéletkor 15-20 év.

A Randstad álláskereső portál szerint Európa népessége 2050-re kezelhetetlenül elöregedhet. Az évszázad közepére Európa lesz a föld legelöregedettebb kontinense. A nyugdíjakra fordított költség el fogja érni a termelés 15%-át. Például Magyarországon 2030-ra minden 5. ember betölti a 65. életévét. Világviszonylatban pedig a népesség 18%-át teszik majd ki 2050-ben a 65. életév felettiek, azaz ekkor minden 6. ember lesz időskorú. Az idősek száma így 1.5 milliárd körül fog mozogni, és közöttük a nők lesznek többen. Világviszonylatban 2015-ben 14% volt az 5 évnél fiatalabbak aránya, míg ez 2050-re csak 8% lesz. Az EU-ban 2030-ban átlag 2.6 munkaképes fog eltartani egy nyugdíjast, de ettől lehetnek regionális eltérések. A tanulmány szerint 2015-2030 között a munkaképes lakóság növekedési üteme az előző 15 évhez képest a felére fog csökkenni az Európai Unióban. (Horváth A. 2015)

A klímamigrációval összekapcsolva, ez azt fogja eredményezni, hogy az elöregedett társadalmak külső bevándorlás által fognak munkaerőhöz jutni – ez szükséges lesz azért, hogy a jóléti rendszerek ne omoljanak össze- de mivel a helyi népesség elöregedett az adott térségben, idővel akár a fiatal bevándorlók kerülhetnek többségbe, illetve vehetik át a gazdasági irányítást. Ez pedig jelentős kulturális, illetve vallási átrendeződéshez vezethet, de felvetődik az etnikai

átalakulás lehetősége is. A külső bevándorlás eredménye már igen jól látszik az USA területén, hiszen 2011-ben az újszülött fehérek száma már csak 49.6%, és a többi mulat és fekete gyerek. A bevándorlások és belső keveredések miatt a fehérek aránya egyre kevesebb lesz az USA-ban.

Európát 2015-ben hatalmas közel-keleti, ázsiai és afrikai migráns áradat érte el. Angela Merkel német kancellár tárt karokkal fogadta őket, mondván, akár 1 millió bevándorlót is fogad, hogy enyhítsen az elöregedésből fakadó munkaerőhiány. Természetesen utóbb már ő is visszakozott, és csak a jól képzettek befogadására gondolt, mert a kevésbé képzetteket nehezen tudná integrálni a német társadalomba. Tehát, már 2015-ben megmutatkozott az- az irány, hogy mire is lehet majd később, egy klímakatasztrófa esetében számítani. Tálas Péter felhívta arra a figyelmet, hogy 2015 októberéig: "A mostani menekülthullámmal 800 ezer ember érkezett. Riasztó, hogy egy 500 milliós Európa ennyit sem tud kezelni"

Bolygónk népessége 1700-2003 között 600 millióról 6.3 milliárdra nőtt, azaz megtízszereződött. 2050-re a Föld népessége 2-4 milliárd fővel lehet több 2015-höz képest, és jelentősen el fog öregedni. Az EU tagállamaiban a 2013-as 77.6 éves várható élettartalom 2060-ra 84.7 évre fog nőni. Az EU-ban 2060 a korosztályos százalékokat így várják: 0-14 éves 15%, 15-64 éves 57%, 65 felett 28% és lényegében népesség stagnálással számol az Ageing Report kutatás szerint. Viszont azon kutatások, amelyek a klímaváltozásokat is figyelembe veszik, Európában jelentős népességcsökkenést jeleznek, amely elérheti akár a 40 millió főt is. A csökkenés leginkább az aktív korúakat fogja érinteni, ami megint az elöregedést erősíti fel.
(Honvári Patrícia 2015)

Néhány ország esetében nézzük meg, hogy az elöregedésre által okozott problémára, milyen választ adhatnak. Ha kizárólag a nyugdíjkorhatár emelésével próbálkoznának, akkor Franciaországban 6, Németországban 9, Spanyol és Olaszországban 10 évvel kellene felemelni azt a 2000-es szinthez képest. Ha pedig migráció által teremtenének elő munkaképes népességet, akkor a bevándorlók számának 2050-re a lakóság 35%-a fölé kellene emelkednie. (Gál Zsolt 2009.)

Igen veszélyeztetett területté vált demográfiai szinten Oroszország. 2010-ben 142 millió 856 ezer fő volt a lakósága. 2050-re már viszont csak 120 millióval lehet számolni. ráadásul folyamatosan nő az átlagéletkor is. 2002-ben 37.7 év volt, míg 2010-ben már 39 év. Ez 2050-re még tovább fog nőni. Folyamatosan néptelenednek el a falvak, aminek következtében 2010-ben már 19 ezer szellemfalu jött létre. A népesség a nagyvárosokban koncentrálódik. Közben csökken a gyermekszületések száma is. Egyes előrejelzések szerint 2050-re az oroszországi népességnek több mint a fele iszlám vallású lesz. (net 10., net 12.)

Azt kell látnunk, hogy az elöregedés leginkább a keresztény kultúrkörbe tartozó – kivéve például Japánt, amely a világ legelöregedettebb országa - államokat érinti. Ennek oka, hogy ezen fejlett gazdaságú európai és amerikai államokban a vagyonfelhalmozás, illetve az egyre jobban elharapódzó liberális elvek azt eredményezték, hogy drasztikusan lecsökkent a gyermekvállalások száma. A másság propagálása, a házasságok számának csökkenése, a szabad szerelem népszerűsítése, a szingli életmód mint kiteljesedés, mind – mind az abortuszok számát növelik, illetve csökkentik a megszülető gyermekek számát. Mivel mára a házasság egyre kevésbé érték a keresztény kultúrkörben szocializálódott világban, a társas kapcsolatok bizonytalanná válása szintén nem segíti elő a gyermekszám növekedését. Mára oda jutottunk, hogy a növekvő élettartalom és az egyre kevesebb gyermekszületések száma, gazdasági csőd szélére jutattathatja Európát.

A demográfiailag veszélyeztetett területek jó részén keresztény kultúrkörről beszélünk, noha jól tudjuk, hogy ezen területeket jócskán átitatta mára a liberalizmus, illetve más izmusok, mint például szocializmus hatása, valamint a vallási szektásodások következményei, miáltal ezen területeket már igazából nem mondhatjuk keresztény értékrendű többségi társadalmaknak. Nem véletlen, hogy az Európai Unió egyik fő problémája, hogy alapszabályai között feltüntessék-e a keresztény gyökereket, mint önazonosító tényezőt, vagy sem. Ezen önazonulási probléma egyik jelképes állomása volt az új magyar alaptörvény körüli vita 2011-ben. Ide bekerült a következő mondat: „Tiszteletben tartjuk történeti alkotmányunk vívmányait és a Szent Koronát, amely megtestesíti Magyarország alkotmányos állami folytonosságát és a nemzet egységét." (Magyarország Alaptörvénye 2011.04.25.) Ezen kitételt a baloldali szocialista és liberális politikusok mindmáig támadják, mert a múlttal és a Szent Korona által megjelenített keresztény életszemlélettel nem tudnak azonosulni. De miért is említettem a keresztény kultúrkör és az elöregedés összefüggését, miáltal jelentős munkalehetőségek nyílhatnak meg a bevándorlók előtt? Ennek oka, hogy a klímaváltozás által sújtott térségek jó része fiatal társadalmakat takar, olyan társadalmakat, ahol a mohamedán vallás által diktált életszemlélet szinte megköveteli az egyre nagyobb gyermekszám növekedést. A XX. századi Franciaország illetve Németország példáján látjuk, hogy a vendégmunkásként betelepülő muzulmánok, leginkább törökök, az új környezetben megőrzik vallási identitásukat, tehát nem asszimilálódnak, még az állami kényszer – lásd csador és kendő viselet tilalma 2004-től Franciaországban– ellenére sem. A mohamedán vallási szabályok elég erősek ahhoz, hogy ellenálljanak a keresztény kultúrkört felhígító liberális eszméknek, miáltal érték marad a születési nemek mibenléte, a család és gyermekek szoros összetartozása, a drogok és tudatmódosító szerek elvetése, illetve a magántulajdon védelme.

Ebből pedig az következhet, hogy 2050 után a kereszténység jelentősen vissza szorul a világban és helyét a mohamedán vallás fogja átvenni. Megjegyzendő, hogy már 2014-ben a különböző mohamedán vallási ágak követői, többen vannak világviszonylatban, mint a keresztény irányzatok követői. Viszont jelenleg a muzulmánok jórészt a fejletlenebb területeken élnek. A klímamigráció által kiváltott vándorlás, illetve Európa és Észak-Amerika elöregedése által keletkező munkaerőhiány miatt, a fiatal mohamedán népesség jelentős, ha nem döntő befolyásra fog szert tenni a ma fejlett világban (Európa, Észak-Amerika), és ezt az ezen térségben lévő államok nem fogják tudni jogszabályokkal megakadályozni. Ennek oka, hogy az elöregedő társadalmak, a fiatal társadalmakkal nem tudnak versenyképesek lenni. Ezen még az sem segít, ha például a nyugdíjkorhatárt kitolják 70 évre, vagy akár azt teljesen el is törlik.

A népességfogyás és elöregedés kérdése már most 2015-bem megnyilvánul a migránsok esetében az EU politikájában. Az EU különböző kvótákat kíván felállítani arra, hogy a tagországok között, mely területre, mennyi migránst telepítsenek le. Magyarország esetében ez 10-20 ezer főt jelentene évente. Ha valaki figyelmesen nézi hazánk demográfiai változását, annak hamar szemet szúr, hogy ez a kvóta szinte avval a számmal azonos, amennyivel Magyarország lakosságszáma éves szinten fogy. Ha pedig ez így van, akkor az EU azt a politikát tűzhettek ki maga elé hosszú távon a migráció kezelése terén, hogy a beérkező külső migránsokat oda telepíti le, ahol amúgy, természetes népességfogyás következik be. Ezen politika, viszont az adott térség fokozatos etnikai átalakulásához vezetve, illetve a demográfiailag elöregedett népességek fokozott pusztulását erősítheti fel. Ez pedig vallási és kulturális változásokat fog előidézni.

A kvótarendszer azonban nem veszi figyelembe a bevándorlók igényeit. Márpedig az unión belül nehéz valakit akarata ellenére letelepíteni olyan helyen, ahol nem akar élni, hiszen az EU-n belül már szabadon vándorolhat, vállalhat munkát stb. A bevándorlók pedig természetesen az élhetőbb, gazdaságilag fejlettebb régiókba fognak átköltözni, és nem fogják figyelembe venni a kvótarendszert.

A kulturális alap megváltozása, ami akár tetszik, akár nem, de vallási alapokra, kulturális kérdésekre vezethetőek vissza, a gazdaság teljes átalakulását vonhatja maga után. Márpedig be fog következni ez a kulturális és vallási átrendeződés. Ennek oka, hogy a muzulmán felekezetűeket nem lehet lényegében integrálni. Ennek több oka van. Először is, számára az identitását egy idegen környezetben a vallása, a hite adja. Ez a legerősebb kapaszkodópont, különösen akkor, ha a bőrszíne, alkata elüt a helyi népességtől. Az iszlám ráadásul nem liberális-demokratikus vallás. Annak kötött törvényei vannak, ami jórészt garancia arra, hogy az iszlám hívő megőrizze vallást. Az integrálódás hiányának másik oka az, hogy nyelvileg nehezen illeszkednek be. Ennek egyik oka, hogy sokan eleve nagyon aluliskolázottak. Jelenleg se Franciaországban, se Németországban, sem pedig Angliában nem sikerült a több milliós iszlám népességet integrálni az eredeti nemzetállamba. Ha pedig jelentős külső beáramlással nő a tömegük, ez az integráció még inkább elképzelhetetlen. Ezért mondom, azt, hogy Európa elkerülhetetlenül szembe kell, hogy nézzen egy nagyfokú kulturális és gazdasági változással.

Elég ha csak összehasonlítjuk a „keresztény kultúrkör" bankjainak működését, illetve a muzulmán világ bankjainak működését. Vagy elővesszük Európa legnagyobb krízisét, az elöregedést. A muzulmán világban nem állami nyugdíjban gondolkodnak, hanem családban. Az időseket a család tartja el.

A kulturális alapon való átrendeződés, összeütközés első jele lehetett a Párizs külvárosaiban lezajlott 2005-ös zavargássorozat, ami a mohamedánok hátrányos megkülönböztetése miatt tört ki.

A mohamedánok ellen leginkább a nők megkülönböztetését hozzák fel sokan, egyesek a nők visszaszorulásától tartanak egy európai kulturális átrendeződés során. Viszont azt látni kell, hogy a nők visszaszorítása igazából csak a mohamedán valláson belüli kisebbségekben, mint például a síita (Irán) illetve például a vahabita (Szaud-Arábia) irányzatokban jelentős. A többségi szunnita ágakban, illetve a speciális török vallási vonalon a nők megkülönböztetése nem kirívó, igaz, itt is a család gyakran megelőzi az egyéni karriert a vallásos emberek szemében. És ekkor még nem beszéltünk a kazah és egyéb mohamedán irányzatokról, ahol a nők szinte egyenrangúak a férfiakkal. Mivel a bevándorlók Európában egy kész államrendet és jogrendet találnak, ahová be kell tagolódniuk, a mohamedán szélsőségek jelenléte elkerülhető lehet. Európának egy török vagy kazah mintájú mohamedán rendszert kellene szorgalmaznia. Ezen államok mentesek a szélsőségektől, toleránsak a más vallások felé, és a nőket sem nyomják el. Viszont igen erős a mohamedán értékrend és jogi szemlélet. Ez pedig képes lehet Európa megújítására, bár mint jeleztem, ez a kereszténység térnyerésének visszaszorulását jelenti. Bár, mint fentebb írtam, a kereszténység már most is jelentősen elveszítette kultúra befolyásoló hatását. Épp ez vezetett Európa elöregedéséhez, demográfiai katasztrófájához.

A 2007-ben Nyugat-Európában élő 17 millió muzulmán (2014-ben már Franciaországban a muzulmánok száma eléri a 6 milliót) óriási többsége elfogadja a világi állam és a liberális értékek létét, és a velük kapcsolatos sztereotípiák nagyon messze állnak a valóságtól. A muzulmánok napi gondja, hogyan tudnák rábírni a kormányzatot az imámok képzésére, vagy hogyan tudják a vallás által előírt húst megszerezni, vagy más kulturális problémák, s nem a terrorizmus, mivel az állami intézkedések vagy a jog egész Európában ellentmondásos és nehezen kiismerhető. (Zoysa, Richard de 2007)

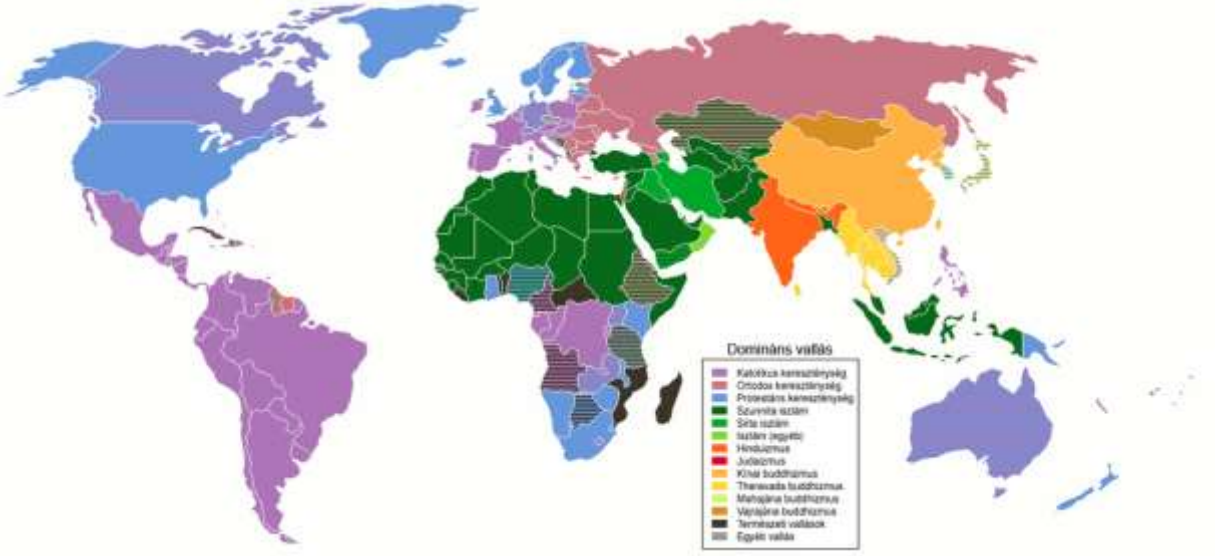
Ha három fokot melegszik a Föld éghajlata, akár 12 ország is elveszítheti mai területének több mint felét, körülbelül 30 ország pedig egytizedét a tengerek vízszintjének emelkedése miatt. A veszély mindenekelőtt a Csendes- és az Indiai-óceán, illetve a Karib-tenger szigetállamait, Délkelet-Ázsia sűrűn lakott partvidékét és Floridát fenyegeti. Veszélyben van például Pápua-Új-Guinea (például Carteret sziget), Banglades, Maldív szigetek, Szenegál stb. Afrikában pedig klíma és gazdasági migráció fenyegeti Algériát, Birkina Fasot, Malit, Marokkót, Nigériát,

Tunéziát, Egyiptomot, Szenegált, Ghánát, Líbiát, Szomáliát, a Dél-Afrikai Köztársaságot, Kongót, Etiópiát, Elefántcsontpartot, stb.

Ha most magunk elé tesszük a föld vallástérképét, már is láthatjuk, hogy mire is gondoltam a kultúrkör változtatás terén. Nézzük meg tehát a fenti államok vallási összetételét:

Pápua-Új-Guinea (törzsi vallások és keresztény), Banglades (**83% mohamedán**,16% hindu, 1%buddhista), Maldív szigetek (**mohamedán**), Szenegál (**94% mohamedán**), Algériát (**mohamedán**), Birkina Fasot (**55.9% mohamedán**, 23.7 törzsi vallású, többi keresztény),

Mali (**mohamedán**), Marokkót (**mohamedán**), Nigériát (**mohamedán**), Tunéziát (**mohamedán**), Egyiptomot (**mohamedán**), Szenegált (**mohamedán**), Ghánát (68.8% keresztény, **15.9% mohamedán**), Líbiát (**mohamedán**), Szomáliát (**mohamedán**), Dél-Afrikai Köztársaságot (protestáns keresztény), Kongót (keresztény), Etiópiát (kopt és egyéb keresztény és



41. ábra
A Föld vallási megosztottsága

mohamedán 33.9%), Elefántcsontpartot (**38.6% mohamedán**, 32.8% keresztény, 11.9% törzsi). Európa távlati jövője szempontjából pedig nem hagyhatjuk figyelmen kívül Törökországot (71 millió fő) sem, mint népesség kibocsátó államot, noha itt leginkább gazdasági okok idézik elő az Európába történő migrációt.

A Francia Belügyminisztérium 2000-ben 4,1 millióra becsülte az iszlám híveit (kb. 65 millió össz. népesség az országban) az országban, de egyesek ezt a számot túl alacsonynak tartják, s öt-hatmilliós kisebbségről beszélnek. Tény, hogy a nyugat-európai országok közül francia földön él Allah legtöbb követője, s arányuk a teljes lakossághoz képest is meglehetősen magas, meghaladja a hat százalékot. (Pontos adatokkal nem rendelkezünk, mert a laikus Francia Köztársaság törvényei tiltják az állampolgárok vallás szerinti nyilvántartását, így erre a népszámlálások során sem kérdeznek rá.) Az utóbbi évtizedekben a gyorsan gyarapodó iszlám lakosság, melynek többsége Algériából (1 550 000) és Marokkóból (1 000 000) vándorolt be, komoly gondokat okozott a helyi önkormányzatoknak, sőt, az országos politikát is befolyásolja. A szélsőjobboldali pártok, mindenekelőtt a Nemzeti Front kampányt folytat a további bevándorlás ellen, s felvetette, hogy az áttérések, melyeknek száma jelenleg 40 000, továbbá a mohamedán családok nagyobb termékenysége idővel veszélybe sodorhatja a francia nemzeti identitást.

Németországban 3.8-4.3 millió muzulmán vallású személy élt 2009-ben a becslések szerint. Az ország lakóinak száma kb. 80 millió fő.)A bevándoroltak megoszlása „A németországi muszlimok helyzete" Thilo Sarrazin könyvének tükrében Bodnár Előd összesítése szerint: Törökország 1 700 408 fő, balkáni országok 685 107, Orosz Föderáció 187 280, Irak 73 371, Marokkó 66 886, Irán 55 061, Kazahsztán 54 510 (Forrás: Muslimisches Leben in Deutschland im Auftrag der Deutschen Islam Konferenz – Bundesamt für Migration und Flüchtlinge, Nürnberg 2009)

Más források szerint 2.6 millió török él már Németországban. A mohamedán lakóságnak mindössze csak 10%-a bír szavazati joggal Németországban 2007-ben. (Zoysa, Richard de 2007) Bár ezen adatok messze elmaradnak a 3-4 milliós számtól, a németországi bevándorlási arányokat még is ól mutatja. Ebből jól látszik, hogy az Európába irányuló mohamedán migráció, nem csak a klímaviszonyok által sújtott területekről várható.

Ma Franciaországban a muzulmánok száma kb. 3%-4%, míg Németországban 3.5% körül lehet. De már ez a viszonylag kis százalékos arány is jelentős belső feszültségeket okoz, például oktatás, vallásgyakorlás, házasságok (többnejűség), állami ünnepnapok stb. terén.

Meglátásom szerint az elöregedés által indukált munkaerőhiány, a klímamigráció és az elöregedő európai társadalmak miatt, 2050-2060 környékére Európa lakóinak közel 40-50%-a mohamedán vallású lehet majd.

A vallás terén meg kell említeni, hogy míg ez például Európában leginkább csak kultúrát jelent, egyre kevesebb tényleges vallásgyakorlattal, addig ez nem állja meg a helyét a muzulmán térségekben. Ugyan is ott a vallásgyakorlat és kultúra elválaszthatatlan egymástól. Míg az iszlám megtartó vallás, tehát az iszlám vallásúak többsége élete végéig megőrzi hitét, addig ez egyre kevésbé mondható el a kereszténységről. Egy 1994-es svájci tanulmány szerint, azon családokban, ahol mindkét szülő templomba jár és gyakorlatban is megéli vallását, a gyerekeknek mindössze csak 33%-a marad aktív hívő! A csonka családokban, vagy vallásilag megosztott keresztény családokban az arány még rosszabb, mindössze 2-3%! (Low, Robbie 1994) Ebből pedig az következhet, hogy egy erős vallási öntudattal rendelkező betelepülő népesség, az addigi többségi társadalmat elég hamar önmagához tudja asszimilálni. Tehát nem a „keresztény" Európa fogja asszimilálni a muzulmánokat, hanem fordítva.

A mohamedánok fokozott térnyerését független kutatások is alátámasztják, mint például a Pew Research Center felmérése. E szerint a föld muzulmán népessége már az elkövetkezendő 35 évben is jelentősen fog gyarapodni. A keresztények száma – a kutatás egy csoportba tette a protestánsokat, katolikusokat, pravoszlávokat – a jelenlegi 2,1 milliárdról 2,9 milliárdra fog nőni. Természetesen nem a stagnáló európai lakosságnak köszönhetően, hanem fekete Afrika révén. A keresztények negyven százaléka a szubszaharai térségben fog élni 2050-ben. Európa a keresztény világ 15 százalékát fogja adni, a jelenlegi 25 százalék helyett. Európában csökkenni fog a keresztények abszolút száma is a következő évtizedekben. A fenti kutatás szerint Európa lakosságának 10 százaléka lesz muzulmán - míg én még 50%-al számolok a külső bevándorlás miatt, míg a tanulmány csak a helyi növekedést veszi alapul-, igaz, a kontinensen belül a keresztények eloszlás nagyon egyenetlen lesz.

Az iszlám hívek gyarapodása nem annyira az iszlám terjedését, mint az iszlám világ önmagán belüli növekedését jelenti: jelenleg 51 ország van, ahol a lakosság többségét az iszlám hívei adják, ez a szám 2050-ben is csak 53 lesz. Igaz, az egyik épp Afrika legnépesebb állama, a most 150 milliós Nigéria, ahol a többséget jelenleg még a keresztények adják.

A keresztény népesség gyarapodása globálisan csak a jelenlegi 31,4 százalékos arány megőrzésére lesz elég, miközben az iszlám hívei – síiták, szunniták együtt – a mostani 23-ról 30 százalékra növelik szeletüket a vallási tortában. Ez abszolút számokban 1,6 milliárd ember

helyett 2,75 milliárdot jelent. (Hogy százalékosan nem annyira látványos a növekedés, mint az abszolút szám, az azzal magyarázható, hogy a Föld teljes lakossága is növekedni fog a jelenlegi 6,9-ről 9,3 milliárdra.)

A fenti felmérés szerint a világon jelenleg 13,9 millió zsidó él, 2050-re számuk 16 millió lesz. (A felmérés a magukat zsidó vallásúakként meghatározókat vette számításba.) 2050-ben a zsidók több mint 50 százalékának Észak-Afrika és a Közel-Kelet lesz az otthona a mostani 40% helyett. Jelenleg 2015-ben a vallásos zsidók 43 százaléka él Észak-Amerikában, ez 40 százalékra esik, de még gyorsabban szűkül az Európában élők aránya: a mostani 10,2-ről 7,5-re.

Egyedül a budhisták azok, akik a következő évtizedekben abszolút számokban sem fognak gyarapodni: 490 milliós táboruk 2050-ben sem éri el a félmilliárdot, így százalékos arányuk jelentősen csökkenni fog.

A kutatás kitért a magukat ateistának, vallás nélkülieknek tartók számarányváltozására is. Ők számszerűen csekély mértékben többen lesznek, arányaikban azonban jóval kevesebben lesznek 2050-ben azok, akik nem tartják magukat vallásosnak. 2015-ben a világ lakóinak 16 százaléka nem hisz semmilyen istenben, arányuk harmincöt év múlva csak 13 százalék lesz. Európában azonban nőni fog számuk. Ezen belül talán a csehek lesznek felülreprezentáltak. Már jelenleg is a világ élvonalában vannak a nem vallásosak arányát tekintve, de ez 2050-ben a mostaninál is nagyobb, 79 százalék lesz. Magyarországon 23 százalék. A legtöbben azonban a nem vallásos kínaiak lesznek, akiknek az aránya csaknem 51 százalék lesz az akkor is nagyjából 1,5 milliárdos országban.

A felmérés szerint az iszlámnak 2070-ig várnia kell: aránya akkor nő globálisan 34 százalék fölé, és ekkor fogja megelőzni a teljes keresztény világ népességét, hogy a Föld lakóinak legnagyobb csoportját adja. (net 18.)

Sárközi Mátyás a Magyar Távirati Iroda és az Inforádió tudósítója 2014. május 14-i tudósításában kiemelte, hogy 2014-ben Nagy-Britanniában 8 millió állampolgár etnikailag más, mint az őslakósok. Ez a népesség 14%-a. Viszont a népességszaporulatban 80% a színes bőrűek számaránya. Az őt legnagyobb etnikai csoport ma az indiai (**hinduk és mohamedánok**), pakisztáni (**mohamedán**), bangladesi (**mohamedán és hindu**), fekete afrikai (**keresztény és mohamedán**) és fekete karibi (vegyes vallású). A fekete Afrikából érkezők java nem az egykori nemzetközösség területéről érkeznek. Már számos olyan elemi iskola van Angliában, ahol csak egy vagy két fehérbőrű gyerek ül az osztály tanulói között. A tíz éven aluliak egyharmada máris kisebbségi. A születési és halálozási, valamint bevándorlási rátákat egybevetve, kitűnik, hogy 2050-re Nagy-Britannia minden harmadik lakosa valamelyik etnikai kisebbséghez fog tartozni. 2007-ben az Egyesült Királyság lakosságának 8,3%-a külföldön született; Franciaországban ez az arány 10%, Németországban 11,1%, míg az USA-ban 12,3%. (Zoysa, Richard de 2007) Nagy-Britannia esete igen jól előrejelzi, hogy milyen átalakulások várhatóak Európában, különösen akkor, ha ezen változásokat a klímamigráció felerősíti.

Észak-Amerikában a helyzet ettől eltérő lehet a Közép és Dél-Amerikai belső migráció miatt. E térségben azonban szintén kultúraváltás következhet be, pont a kontinens belső migrációi miatt, és az angol kultúrkört a spanyol válthatja fel. Az egyik feltűnő különbség az USA és Európa között, hogy az amerikai muzulmánok - mintegy 1,5 millió emberről van szó 2007-ben - viszonylag iskolázott csoportot alkotnak, amelyben a csoport tagjai mentesek a fundamentalizmustól (különösen az 1979 után érkezett irániak). (Zoysa, Richard de 2007)

2005-ben Nyugat-Európa népessége 100 millióval volt több, mint az USA népessége. 2030-ra azonban Nyugat-Európa már csak 35 millióval fog vezetni. Ennek oka, hogy az USA népessége demográfiailag közel 65 millió fővel fog nőni (0.8%-os éves növekedés)eddigre,

miközben Nyugat-Európa népessége gyakorlatilag stagnálni fog. Nyugat-Európában az előrejelzések szerint az aktív népesség 2010-2030 között 20 millióval fog csökkenni, míg körülbelül ennyivel fog nőni ezen időszakban az USA-ban. Nyugat-Európában 2030-ra a 30-44 éves korosztály 91 millióról 72 millióra fog csökkenni. Ez a csökkenés 2050 tovább fog folytatódni. Az USA-ban viszont a fenti korosztály stagnálása, vagy enyhe növekedése várható 2030-ra, avagy 64-ről 69 millióra emelkedhet. A kutatások szerint 2005-höz képest 2030-ra a 15-49 éves korosztály 16%-ra fog csökkenni, az 55-64 éves korosztály 25% fog nőni, és ekkora a 65-74 éves korosztály el fogja érni a 40%-ot Nyugat-Európában. (Eberstadt, Nicholas 2007)

Nem hagyható figyelmen kívül az sem, hogy az eddigi előrejelzések 2050 körül a népesség csökkenésével számoltak, míg egy 2014-es felmérés ezt már elveti és 2100-ra 9.6-12.3 milliárd földlakóval számol. A népességrobbanás központja Afrika, ahol a számítások alapján a lakosságszám 1 milliárdról 4 milliárdra nőhet az elkövetkezendő 86 évben. A kutatók szerint 70 százalék a valószínűsége annak, hogy a világ népessége nem fog stabilizálódni ebben az évszázadban. Az élőhelyek megváltozása és a népességnövekedés pedig további migrációt fog előidézni. (Gerland Patrick 2014)

Összefoglalás

A migráció az emberi történelem folyamán mindenkor jelenlévő népmozgalom, amelynek során népességrészek földrajzi tekintetben elmozdulnak, átmenetileg vagy véglegesen területet változtatnak. A migráció fogalma magában foglalja a kivándorlás és a bevándorlás mechanizmusait, esemény- és hatástörténetét, a vándorlás közbeni jellemző eseménysorokat, az új területen történő letelepülést, a honos népességgel kialakuló kapcsolatokat, a bevándorlók belső kapcsolatrendszerének szerveződését, a honos népesség belső viszonyaiban a migráció eredményeként létrejövő változást, a bevándorláshoz való alkalmazkodást, az igazgatási és rendészeti feladatok ellátását, bevándorláspolitika kialakítását stb. A bevándorlás és az eleinte átmeneti, később egyre inkább véglegesnek tekintett új lakóhelyen való letelepedés eredményeként etnokulturális kisebbségek jönnek létre, amelyek a többségi, domináns népességgel való interakcióba lépnek, annak társadalmi folyamataiban egyre intenzívebb részt vesznek és az egyre szorosabb szociálökonómiai illeszkedés (integráció) lépcsőfokain áthaladva honos népcsoporttá válnak vagy asszimilálódnak (különböző mértékben, de beolvadnak a többségi társadalomba), de előfordulhat, hogy idővel az egykori többséggel szemben maguk válnak domináns csoporttá. (Póczik Sz. 2011) A mai európai népesség a nagyarányú muzulmán bevándorlás hatására, vallási dominanciaváltástól tart, akár úgy is, hogy megmarad az eredeti alapnépesség többsége a bevándorlókkal szemben. Mint látjuk, az időjárási változások miatt az emberek - leginkább a letelepedett népeknél mutatható ez ki – az éghajlat változása miatt már a Kr.e. 8000-es évektől kezdve elhagyták lakhelyüket. Ez a folyamat nyomon követhető az őskorban, az ókorban, lásd a tengeri népek vándorlása, vagy épp a kora középkorban, mint például az Avarok Kárpát-medencéből történő kivándorlása, vagy épp a klasszikus népvándorlás időszaka. De a folyamat ma sem állt le és a jövőben a föld felmelegedése miatt egyre csak erősödni fog és akár több mint 200 millió – 1 milliárd embert is érinthet a klímamigráció kérdése. Mint jeleztem tanulmányom elején, mi egységes felmelegedéssel számolunk, így a klímakutatók által felvetett eljegesedéssel nem foglalkoztunk. Tanulmányomban igyekeztem körüljárni, hogy mely területek vannak igazán veszélyben, például a Csendes-óceán szigetvilága, a part menti városok Afrikában és Ázsiában stb. A globális felmelegedés következményeit vizsgálva a tengerszint emelkedése mellett más migrációs elemeket is kerestem. Így vizsgáltuk a szárazságok következményeit, amire mai példa az USA-t sújtó aszály, de a nagyvárosokban egyre gyakrabban előforduló hőhullámok következményeit is vizsgáltam. Ez utóbbira jó példa volt Moszkva. Dolgozatomban igyekeztem bemutatni Afrika esetében, hogy a lakósság, míg teheti, helyben marad,

vállalva a rosszabb életfeltételeket is. Viszont a jövőben egyszerűen fizikai okok miatt, például víz alá kerül az élettér, sok esetben ez a helyben maradás már nem lesz megoldható. Ez pedig több százmilliós klímamigrációt indíthat el. Igyekeztünk bemutatni ezen migráció társadalmi, egészségügyi, stb. hatásait is bemutatni. Kitűnik, hogy egy ilyen méretű, újkori „népvándorlás", hatalmas belső feszültségeket hozhat felszínre. A felhasznált irodalomban igen gyakran előfordult – bár erre nem tértem ki- hogy a fejlett államok területeiket a klímamigránsokkal szemben, jogszabályokkal kívánják megvédeni. Ez azonban csak addig tartható fenn, míg az adott élettér legalább fizikailag fennáll. Meg kell azonban jegyeznem, hogy ezen jogszabályok már most sem tartják vissza a migránsokat. Erre jó példát mutatnak az Afrikából elvándoroltak, amire külön is kitértem. Mivel az elkövetkezendő 20-40 évben a globális felmelegedés következtében hatalmas területeken változik meg az addig ott megszokott életfeltétel, a klímamigráció kérdése és aktualitása mellett nem lehet szó nélkül elmenni, mivel ezen egyre jobban fenyegető migráció szinte az egész világra kihat. Azt is látni kell, hogy ezt a kérdést pusztán adminisztratív, jogi úton nem lehet megfelelően kezelni.

Tehát a kérdéskör mellett nem lehet figyelmetlenül elmenni, mert annak aktualitása igen is valós, és hosszú távra kiható következményei lehetnek. Mivel pedig a globális klímamigráció okozta vándorlások egybeesnek az elöregedés általi gazdasági vállsággal, például Európában, jelentős társadalmi, gazdasági és egyéb változásokra kell felkészülni. A 2015-ös nagy népmozgás, ami elérte Európát, viszont eddig azt igazolja, hogy a térség államai egyáltalán nem készült fel a migránsok befogadására, integrálására. A nagyarányú bevándorlással szemben az Európa jelenleg teljesen tehetetlen. Ennek talán az lehet az oka, hogy míg a megelőző években a migránsok akár évekig, de legalább hónapokig úton voltak, miáltal egyszerre csak kisebb csoportok érték el Európa határaid, addig mára a migrációs útvonalak időben drasztikusan lerövidültek, miáltal például a Közel-Keletről 10-15 nap alatt ezres létszámú csoportok érhetik el az Európai Unió határait. Ez igen hasonlatos helyzet az V., VI. és a IX. századi népvándorláshoz, amikor Európai határait több százezres létszámban érkező csoportok érték el keletről, a hunok, avarok vagy épp a magyarok által. Akkor ezen beözönlő népek gyökeres változásokat idéztek elő az általuk elfoglalt területeken.

A klímaváltozás következtében fellépő időjárási események a társadalmi csoportokat is át fogja rendezni. A változások azzal fenyegetnek, hogy a tőkével legkevésbé ellátottak társadalmi csoportjai, a strukturális szegénység által sújtottak helyzete tovább fog romlani. Ennek oka, hogy a klímaváltozás a fogyasztói árakra feltehetőleg felhajtóerőt fog gyakorolni. Drágább lesz a termelés, több energia fog fogyni stb. A szegények még szegényebbek lesznek, illetve egyre többen fognak lecsúszni a szegénységi szintre. Globális szinten a klímaváltozás hatására a mezőgazdasági termelés 17%-al eshet vissza 2050-re. Ez a képzetlen munkaerő terén a bérek csökkenését eredményezheti. Tehát, ott, ahol most jó létben élnek az emberek, szegénység köszönthet be, ami az egzisztenciális migrációt erősítheti fel. (Koós Bálint 2015)

Irodalomjegyzék

Abate, Tom (1993) Climate and the collapse of civilization: BioScience Vol. 44. No. 8 1994.

Ahearn, Ashley (2012) Climate Change and Migration, with Celia McMichael and Jon Barnett: Environmental Health Perspectives. *Aug 2012, Vol. 120 Issue 8, p1-5.*

Aerts, Jeroen C.J.H. (2011) – Botzen, Wouter W.J. Flood-resilient waterfront development in New York City: Bridging flood insurance, building codes, and flood zoning: Annals of the **New York** Academy of Sciences. Jun 2011, Vol. 1227 Issue 1, p1-82.

Albert József (2015) Albert József, Leveleki Magdolna: A klímaváltozás jelei és várható hatása a

Balaton-térségében: Kerekasztal beszélgetés: Az éghajlatváltozás társadalmi hatásai a Balaton térségében: Comitatus, 2015 tavasz, XXV. Évfolyam, 218. szám, 78-79. oldal

Allison, Med (2016) Global Risks and Research Priorities for Coastal Subsidence By Mead Allison, Brendan Yuill, Torbjörn Törnqvist, Falk Amelung, Timothy H. Dixon, Gilles Erkens, Roelof Stuurman, Cathleen Jones, Glenn Milne, Michael Steckler, James Syvitski, and Pietro Teatini 13 July 2016 Earth and Space Science News

Andrea, William J. D'(2011) Abrupt Holocene climate change as an important factor for human migration in West Greenland: William J. D'Andrea, Yongsong Huang, Sherilyn C. Fritz, N. John Anderson, Proceedings of the National Academy of Sciences vol. 108 no. 24 William J. D'Andrea, 9765–9769, doi: 10.1073/pnas.1101708108 2011

Anson Mackay (2003) Global change int he Holocene, London, Arnold, 2003, XVI, 528 oldal.

Bajomi Bálint (2014) Megkezdődött a magyar klímaváltozás, egyelőre fél hektáron Bajomi Bálint 2014. 07. 15. 14:59 (internet)

Bakos Norbert - Brinszkyné Hidas Zsuzsanna - Pásztor László (2008) A budapesti agglomeráció társadalmi, gazdasági jellemzői: Területi statisztika, 2008. (11.(48.) évf.) 2. sz. 206. old.

Baranyi Nóra (2015) Czirfusz Márton: Klímaváltozás, társadalom, gazdaság: Hosszú távú folyamatok és trendek Magyarországon, Publikon Kiadó, Pécs 2015, 5-302. oldal: Társadalmi-gazdasági folyamatok modellezése 1990 után 31-48. oldal

Benjamin H. Strauss (2015) Benjamin H. Strauss, Scott Kulp, Andres Levermann: Carbon choices determine US cities committed to futures below sea level: Climate Central, Princeton, NJ 08542: Proceedings of the National Academy of Sciences: Sep. 18.2015.

Black, Richard (2011) Migration as adaptation: Nature, 7. Oktober 2011, Vol. 478.

Bartholy Judit-Pongrácz Rita (2007) A 21. század végére várható regionális éghajlatváltozás Magyarországon: Földrajzi Értesítő 2007, LVI. évfolyam, 3-4. füzet, 147-167. oldal

Bartholy Judit-Pongrácz Rita (2008) Milyen mértékű éghajlatváltozás várható a Kárpát-medencében?, Légkör, 53. évf., 2. szám, 19-24. oldal

Bright, John (1990) Izrael története, Református Zsinati Iroda Sajtóosztálya, Budapest 1990, 3-539. old.

Bryson, Bill: (2003) A short history of nearly everything: Doubleday, London, 2003. 1-423 old.

Buhaug, Halvard (2010) Climate not to blame for African civil wars: Proceedings of the National Academy of Sciences, 2010 107 (38) 16477-16482; published ahead of print September 7, 2010, doi:10.1073/pnas.1005739107

Búr Gábor – Tarrósy István (2011) Az afrikai vándorlás hátteréről és jellemzőiről: , Szerk: Tarrósy István – Glied Viktor – Keserű Dávid, Új népvándorlás Migráció a 21. században Afrika és Európa között, IDResearch Kft./Publikon Kiadó, Pécs 2011, 294 oldal

Burket, Maxine (2011) In Search of Refuge: Pacific Islands, Climate-Induced Migration, and the

Legal Frontier: In Search of Refuge: Pacific Islands, Climate-Induced Migration, and the Legal Frontier

Burkovics István – Padányi József (2009) Az éghajlatváltozás biztonsági kérdései: Hadtudomány, 2009, 19. évfolyam, 1-24. oldal.

Büntgen, Ulf etc. (2011) 2500 Years of European Climate Variability and Human Susceptibility, Science, vol. 331. 578-582 old.

Büntgen, Ulf etc. (2016) Climatic and environmental aspects of the Mongol withdrawal from Hungary in 1242 CE; Scientific Reports 6, Article number: 25606 (2016) Received: 15 February 2016, Accepted: 19 April 2016, Published online: 26 May 2016 doi: 10.1038/srep25606

Christiansen, Eric (2002) The norsmen in the Viking Age, Blackwell Published L td. Oxford, 378 oldal

Daimond, Jared (2007) Összeomlás: Tanulságok a társadalmak továbbéléséhez, Typotex, Budapest 2007.

Eberstadt, Nicholas (2007) Healthy old Europe: Eberstadt, Nicholas; Groth, Hans. *Foreign Affairs.* May/Jun2007, Vol. 86 Issue 3, p55-68. 14p. Reading Level (Lexile): 1420. , Database: MasterFILE Premier (Academial Journal))

Fragan, Brian (2002) The Little Ice Age: How climate made history 1300-1850, Basic Books, New York, 2002, 246. oldal.

Fekete István - Kovács András (1997) Thíra katasztrófája - Egy ókori vulkánkitörés emlékei: Élet és tudomány, 1997. (52. évf.) 20. sz. 611-615. old.

Feldmann J. (2015) Johannes Feldmann and Anders Levermann: Collapse of the West Antarctic Ice Sheet after local destabilization of the Amundsen Basin: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS), 2015 ; published ahead of print November 2, 2015, doi:10.1073/pnas. 1512482112

Fiar Sándor (2004) – Nagy Balázs: Olvadó jövő, Magyar expedíció az Antarktiszon: General Press Kiadó 2004, Budapest, 5-336 oldal.

Fischer János – Járainé Komlódi Magda (1970) Fosszilis keverék pollenek azonosításának matematikai módszere a Picea Omorika és Picea Abies esetében: Botanikai Közlemények, 1970, 57. kötet, 1 füzet, 59-68 oldal

Földgázi Erzsébet (2013) Magyarország népességének alakulása 2011-2060 között: Demográfia folyóirat 2013.LVI. évfolyam 2-3. szám 105-142 oldal.

Földgázi Erzsébet (2014) Magyarország népességének alakulása 2060-ig- különös tekintettel a nemzetközi vándorlásra: Demográfia folyóirat 2014.LVII. évfolyam 4. szám, 241-268. oldal

Gál Zsolt (2009) Európai bevándorlás : az eltűnt (pozitív) fiskális mérlegek nyomában Európai Tükör, 2009. (14. évf.) 6. szám.

Gergely Júlia (2009) A beilleszkedési törekvések hiánya és annak következményei a budapesti agglomerációban: Publicationes Universitatis Miskolcinensis. Sectio Philosophica, 2009. (tom. 15) fasc. 1 199-215. old.

Gerland, Patrick (2014) World population stabilization unlikely this century: Science 10 October 2014, Vol. 346 no. 6206 pp. 234-237

Glantz, Michael H. (1987) Az afrikai aszály: Tudomány (Scientific American) magyar kiadása 1987. augusztus, 12-19. old.

Goff, Leo (2012) Climate-Induced Migration from Northern Africa to Europe: Security Challenges and Opportunities: Brown Journal of World Affairs. Spring/Summer2012, Vol. 18 Issue 2, p195-213.

Götz Gusztáv (1990) Az üvegházhatás évszázada, Tudomány (Scientific American) magyar kiadása, 1990 szeptember, 16-22. oldal

Gyenis Gyula (2001): Humánbiológia, A hominidák evolúciója, Bp. Nemzeti Tankönyvkiadó 2001. 1-226 old.

Györkös Marianna (2007) Legális bevándorlás: lépések egy átfogó, uniós szintű politika létrehozására, Európai tükör, 2007. (12. évf.) 10. sz.

Győrffy György (1997) A honfoglalók száma és az Árpád-kor népessége 31-33. old: Szerk: Kovacsics József, Magyarország történeti demográfiája 896-1995, KSH, Budapest, 1997, 3-417 oldal

Győrffy György – Zólyomi Bálint (1996) A Kárpát-medence és Etelköz képe egy évezred előtt: Magyar Tudomány 1996/8, 899-918. old.

Hablicsek László (1999) A nemzetközi vándorlás a demográfiai jövőképben: Migráció tanulmánygyűjtemény II. kötet 125-137. oldal, KSH Népességtudományi Kutató Intézet, Budapest, 1999

Harangi Szabolcs (2010) Történelemformáló nagy vulkánkitörések : Az emberiség és a vulkánok az évszázadokban: História, 2010. (32. évf.) 4. sz. 10-16,18-20. old.

Haug, H. Gerald (2003) Climate and the Collapse of Maya Civilization: Science, vol. 299. 14. March. 2003.

Havas Virág Fanni (2014) Időjárás hatásai a történelmi korszakok emberi migrációjára és a mostani globális felmelegedés általi klímamigráció

Hodell, A. David (1995) Possible role of climate int he collapse of Classic Maya civilization: Nature, 375. vol. No. 6530., 391-394. p.

Hodgkinson, David (2010) The huour when the ship comes in': A Convention for persons displaced by climate change: Academial Journal 2010, Vol. 36 Issue 1, p69-120. 52p. 1 Diagram (Hodgkinson, David, Tess Burton, Heather Anderson, Lucy Young)

Horváth Attila (2015) Sötét jövőkép a munkaerőpiacon:, Magyarország és az egész Európai Unió elöregedett társadalom lehet 2030-ra: Magyar Nemzet napilap 2015.október 27. kedd, 11. oldal

Horváth Béla (2004) A budapesti agglomerációs gyűrű népességváltozásának és társadalmi átrendeződésének hatása a politikai aktivitásra : esettanulmány: Falu Város Régió, 2004. 10. sz. 45-53. old.

Honvári Patrícia (2015) Czirfusz Márton: Klímaváltozás, társadalom, gazdaság: Hosszú távú folyamatok és trendek Magyarországon, Publikon Kiadó, Pécs 2015, 5-302. oldal: Európai tapasztalatok a társadalmi-gazdasági modellezésben, 49-65. oldal.

HVG (2011) Aszály Amerikában, Heti Világgazdaság , 2011, 33. évolyam,29. (1677.) szám, 85. oldal.

Hoyk Edit (2015) Czirfusz Márton: Klímaváltozás, társadalom, gazdaság: Hosszú távú folyamatok és trendek Magyarországon, Publikon Kiadó, Pécs 2015, 5-302. oldal: A magyarországi klímamodellek 91-108. oldal

IAASTD (2011) IAASTD Válaszúton a mezőgazdaság: Nemzetközi felmérés a mezőgazdasági tudás, tudomány és technológia hatásáról a világ fejlődésére: Világjelentés összefoglalója döntéshozók részére, Greenpeace 2011

Jakab Gusztáv – Sümegi Pál (2011) A negyedidőszaki makrobotanika, SZTE TTIK Földrajzi és Földtani Tanszéke, Szeged, 2011, 7-251 oldal.

Jeremy Leggett (2008) A fele elfogyott: olaj, gáz, forró levegő és a globális energiaválság: Typotex, Budapest 2008. 9-297 oldal.

Kelley, Colin (2015) Climate change in the Fertile Crescent and implications of the recent Syrian drought - How Climate Change Helped: Lead to the Uprising in Syria: Proceedings of the National Academy of Sciences 02.03.2015

Kertész Ádám (2001) A globális klímaváltozás természetföldrajza, Holnap Kiadó, Budapest, 2001.

Kertész Ádám (2012) Kertész Ádám, stb.: A klímaváltozás hegyvidéki sajátosságai és várható következményei Észak-Magyarországon. 157-165. oldal. Szerk: Lóczy Dénes: Geográfia a kultúra fővárosában I. Az V. Magyar Földrajzi Konferencia természetföldrajzi közleményei: Geographia Pannonica Nova 13. Pécs. 2012. 5-303. oldal.

Keveiné Bárány Ilona (2015) Ökozónák a Földön: Földrajzi tanulmányok Volumen 8., JATEPress, Szeged, 2015. 7-8. oldal. (8-101. oldal)

Koós Bálint (2015) Czirfusz Márton: Klímaváltozás, társadalom, gazdaság: Hosszú távú folyamatok és trendek Magyarországon, Publikon Kiadó, Pécs 2015, 5-302.

oldal: A deprivációs folyamatok területi képe Magyarországon 179-191. oldal

Koppány György (1996) Bevezetés a paleoklimatológiába, JATEPress, Szeged, 1996, 5-58 oldal.

Kovac, Dusan (2011) Szlovákia története, Kaligram, Pozsony 2011, 5-350. oldal

Kovacsics József (1963) Magyarország történeti demográfiája, Közgazdasági és Jogi Kiadó, Budapest, 1963, 3-441 oldal

Köves József (1977) Csillagászati földrajz, Budapest, Tankönyvkiadó 1977, 5-146. oldal

Lidmayer Judit (2010) Az éghajlatváltozások okozta lehetséges konfliktusforrások a Kárpát-medencében, Hadtudományi Szemle 3. évfolyam 2. szám, Budapest 2010, 44-50. oldal

Lomborg, Bjorn (2008) Bjorn Lomborg; Cool it – Hidegvérrel, A szkeptikus környezetvédő útikalauza a globális felmelegedéshez, 2008, Budapest, Typotex 9-225 old.

Lovas Rezső (2012) Lovas Rezső szerk: Áttekintés Magyarország energiastratégiájáról, Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 2012, 5-87. oldal

Magyari E.K (2008) Holocene vegetation dynamics in the Bereg Plain, NE Hungary – the Báb-tava pollen and plant macrofossil record, ACTA GGM DEBRECINA Geology, Geomorphology, Physical Geography Series DEBRECEN 2008 Vol. 3, 33–50

Mara, Hvistendahl (2012) Roots of Empire: *Science.* 9/28/2012, Vol. 337 Issue 6102, p1596-1599.

Marshall Andrew (2004) By disturbing a massive ocean current, melting Arctic Sea ice might trigger coder weather in Europe and North America: Nasa Science, Science News march 5. 2004. részleges fordítás: Élet és Tudomány 2004. (59. évf.) 12. szám, 355-357. oldal.

Mavor W. James (1997) Atlantiszi utazás: Édesvíz K. Budapest, 1997, 7-234. old. (Mínoszi kultúra)

McNeill, J.R (J.R.McNeill 2011) Valami új a nap alatt: A huszadik század környezettörténete, Budapest, Ursus Libris 2011, 12-477. oldal

Mika János (2004) Melegedés vagy jégkorszak? Élet és Tudomány LIX. Évfolyam, 13. szám, 2004. március 26. 404-407. oldal.

Molnár Béla (1986) A Föld és az élet fejlődése, Tankönyvkiadó, Budapest, 1986, 5-351. oldal

Morgós András (2007) Faanyagok kormeghatározása – a dendrokronológia és a magyarországi helyzet 31-88 oldal, szerk: Gömöri János, Az erdő és a fa régészete és néprajza, MTA Soproni Tudós Társaság, Sopron 2007. 12-422 oldal

Muslimisches Leben in Deutschland im Auftrag der Deutschen Islam Konferenz – Bundesamt für Migration und Flüchtlinge, Nürnberg 2009, 76. old.)

Müller, Bettina (2012) Klimamigration Definitionen, Ausmaß und politische Instrumente in der Diskussion: Bettina Müller, Marianne Haase, Axel Kreienbrink, Susanne Schmid WorkingPaper 45, , Bundesamt für Migration und Flüchtlinge 2012

Neil Roberts (1998) The Holocene an environmental history, Oxford-New York, Blackwell 1998.

xii, 316 oldal.
Novaresio, Paolo (2006) A világ nagy folyói, Alexandra Kiadó, Pécs, 2006, 304 oldal

Pal, Jeremy S. (2015) Jeremy S. Pal, Elfatih A. B. Eltahir: Future temperature in southwest Asia projected to exceed a threshold for human adaptability: Nature Climate Change(2015)doi:10.1038/nclimate2833 Received 30 September 2014 Accepted 03 September 2015 Published online 26 October 2015

Pederson N (2014) Pluvials, droughts, the Mongol Empire, and modern Mongolia: Proceedings of the National Academy of Sciences of The United States of America [Proc Natl Acad Sci U S A], ISSN: 1091-6490, 2014 Mar 10.

Pinke Zsolt (2015) Pinke Zsolt, Ferenczi László, Gábris Gyula: Az emberi település mint klímaindikátor – vízszintemelkedés a Tiszántúl árterein a középkori klímaváltozás során?: Földrajzi Közlemények 2015.139. évfolyam, 2. szám, 77-91. oldal.

Póczik Szilveszter (2011) Nemzetközi migráció – biztonságpolitikai, rendészeti aspektusok, Szerk: Tarrósy István – Glied Viktor – Keserű Dávid, Új népvándorlás Migráció a 21. században Afrika és Európa között, IDResearch Kft./Publikon Kiadó, Pécs 2011, 294 oldal

Polya Csaba (2011) Kitekintés és reflexiók a nemzetközi migrációról, Szerk: Tarrósy István – Glied Viktor – Keserű Dávid, Új népvándorlás Migráció a 21. században Afrika és Európa között, IDResearch Kft./Publikon Kiadó, Pécs 2011, 294 oldal

Pongratz Julia (2011) Coupled climate–carbon simulations indicate minor global effects of wars and epidemics on atmospheric CO2 between ad 800 and 1850: Academic Journal *Holocene*. Aug 2011, Vol. 21 Issue 5, p843-851.

Probáld Ferenc (2002) Afrika és a Közel-Kelet földrajza, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest 2002, 395 o.

Rácz Lajos (2005) A „Kis Jégkorszak" telei Magyarországon: História 2005. (27. évfolyam) 10. szám, 3-7. oldal.

Rácz Lajos (2016) Mi a kis jégkorszak? Történeti Földrajzi Közlemények, 4. évfolyam, 1. szám, 2016, 15-46. oldal.

Rakonczai János (2003) Globális környezeti problémák, Lazi Kiadó, Szeged, 2003, 5-190 old.

Reményi Károly (2010) Energetika, CO2 felmelegedés, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2010, 5-366 old

Roesdahl, Else (2007) A vikingek, General Press Kiadó, Budapest, 2007, 7-398 oldal.

Réthly Antal (1962) Időjárási események és elemi csapások Magyarországon 1700-ig; Akadémiai Kiadó, Budapest 1962, 450 oldal.

Scarre, Cristopher (1994): The Times-Atlasz-Régészet: (eredeti cím: Past Worlds the times atlas of Archeology, London, Times Books 1988), Akad Kiad. Bp. 1994, 1-319 old.

Scheuer Gyula (2015): A világ néhány jelentős hodrodinamikai rendszere és kiválások, válogatott cikkgyűjtemény II., Budapest, 2015, 5-119 oldal.

Shaposhnikov D (2014) Mortality Related to Air Pollution with the **Moscow Heat Wave** and Wildfire of 2010., Epidemology, 2014. márc. 4.

Simonffy Zoltán (1998) A talajvízszintsüllyedés éa az éghajlati változékonyság kapcsolata: Az éghajlatváltozás és kövertkezményei – Meteorológiai Tudományos Napok 97 – Osztágos Meteorológiai Szolgálat, Bp. 1998, 161. oldal

Stratfor Analysis (2012) Europes' shrinking, aging population: Stratfor Analysis. Jun2012, p24-24. 1p. , Database: Business Source Premier

Sümegi Pál (2001) A negyedidőszak földtani és őskörnyezettani alapjai: JATEOress, Szeged 2001, 5-260 old.

Sümegi Pál (2003) A régészeti geológia és a történeti ökológia alapjai: JATEPress, Szeged, 2003. 5-223 oldal.

Székely György (1984) szerk:, Magyarország története I/I kötet. Akad. Kiad. Bp. 1984. 8-888 old.

Szemes Éva (2015) Szemes Éva, Telbisz Tamás, Varga György, Nováky Béla: A Balaton vízkészlet-változásának vizsgálata digitális terepmodellek alkalmazásával: Földrajzi Közlöny, 2015. év, 139. évfolyam, 2. szám. 92-107. oldal.

Tagai Gergely (2015) Czirfusz Márton: Klímaváltozás, társadalom, gazdaság: Hosszú távú folyamatok és trendek Magyarországon, Publikon Kiadó, Pécs 2015, 5-302. oldal: Járási népesség-előreszámítás 2051-ig. 141-166. oldal

Urbán Ferenc (2011) Az afrikai kontinens migrációs sajátosságai, Szerk: Tarrósy István – Glied Viktor – Keserű Dávid, Új népvándorlás Migráció a 21. században Afrika és Európa között, IDResearch Kft./Publikon Kiadó, Pécs 2011, 294 oldal

Uzzoli Annamária (2015) Czirfusz Márton: Klímaváltozás, társadalom, gazdaság: Hosszú távú folyamatok és trendek Magyarországon, Publikon Kiadó, Pécs 2015, 5-302. oldal: Klímamodellek a társadalmi alkalmazkodásban 109-126. oldal

V. Molnár Orsolya (2014) Dönteni kell Kaliforniában: lazacok vagy emberek? http://www.origo.hu/idojaras/20140203-kalifornia-aszaly-esos-idoszak-helyett-tortenelmi-szarazsag-koszontott-be-kaliforniaban.html (2014.03.03-as állapot)

Vadas András – Kiss Andrea (2009) Európa klímaviszonyai a középkorban, különös tekintettel a 14. századi változásokra: Soproni Szemle 2009, 63 évfolyam, 2. szám, 239-252. o.

Vadas András – Rázcz Lajos (2010) Éghajlati változások a Kárpát-medencében a középkor idején: Agrártörténeti Szemle 2010, 51. évfolyam, 1-4. szám, 39-62. oldal

Walsh, Brian (2014) California Drying, Time. 2/10/2014, Vol. 183 Issue 5, p10.

White, Robert M. (1990) Heves vita az éghajlatról: Tudomány (Scientific American) magyar kiadása 1990. szeptember, 8-15. oldal.

Winguth, A.M.E – Kelep, B. (2013) The Urban Heat Island of the North-Central Texas Region and Its Relation to the 2011 Severe Texas Drought: Journal of Applied Meteorology & Climatology. Nov2013, Vol. 52 Issue 11, p2418-2433.

Zastow, Mark (2015) Climate change implicated in current Syrian conflict 02 March 2015: doi:10.1038/nature.2015.17027

Zoysa, Richard de: Bevándorlás Európába és az Egyesült Államokba - közös ügy vagy Amerika egyéni útja, Eszmélet, 2007. (19. évf.) 74. sz.

Zsibók Zsuzsanna (2015) Czirfusz Márton: Klímaváltozás, társadalom, gazdaság: Hosszú távú folyamatok és trendek Magyarországon, Publikon Kiadó, Pécs 2015, 5-302. oldal: A klímaváltozás megjelenése a gazdasági modellekben 127-137. oldal

E-mail források:

Dezső András: Európából tényleg Afrika lesz, de ehhez nem kellenek a bevándorlók http://index.hu/tudomany/2015/09/03/europabol_tenyleg_afrika_lesz_de_ehhez_nem_kellenek_a_bevandorlok/ (2015.09.03. 07:08 letöltés)

Hanula Zsolt (2015) Vagy víz fog folyni, vagy vér: http://index.hu/kulfold/2015/03/22/azert_a_viz_az_ur/ (2015-03-23 letöltés)

Palkó István: 10 megdöbbentő ábra a nyugdíjunkról, Portfolió a gazdasági hírforrás 2014.10.10-i állapot http://www.portfolio.hu/vallalatok/ongondoskodas/10_megdobbento_abra_a_nyugdijunkrol.195699-2.html)

Sipos Géza: Sok kicsi, sokra megy: Gyorsabban emelkedik a tenger http://www.origo.hu/kornyezet/20150114-tengerszint-emelkedes-20-szazad-21-szazad-sok-kicsi-sokra-megy-gyorsabban-nonek-a-tengerek.html (2015-02-19-i állapot)

Tálas Péter (2015) Európa nincs felkészülve a klímamigránsokra http://www.origo.hu/gazdasag/20151027-migracio-es-klimavaltozas-konferencia-klimamigransok.html (2015.10.29-i letöltés)

Low, Robbie (1994) Miért fontos, hogy az apák templomba járjanak? : Keresztény Élet Portál http://www.keresztenyelet.hu/v/7833/?redirect_uri=http%3A%2F%2Fwww.keresztenyelet.hu%2Fv%2F7 833%2F (2015.10.15-i letöltés)

Múlt-kor (2012) Múlt-kor negyedéves történelmi magazin internetes kiadása http://mult-kor.hu/20120724_a_klima_segitette_elo_a_mongol_invaziot (2014.03.02-es állapot)

Múlt-kor (2013) Múlt-kor negyedéves történelmi magazin internetes kiadása http://mult-kor.hu/cikk.php?id=39463 (2014.03.02-es állapot)

Múlt-kor (2014) Múlt-kor negyedéves történelmi magazin internetes kiadása http://mult-

kor.blog.hu/2014/01/28/10_evig_tartott_a_kozepkori_tel (2014.03.03-as állapot)

Múlt-kor (2014/március) Múlt-kor negyedéves történelmi magazin internetes kiadása: http://mult-kor.hu/20140305_ezeket_a_vilagoroksegeket_lepheti_el_a_viz (2014.03.05-ös állapot)

Múlt-kor (2014.05.21) http://mult-kor.hu/20140521_klimavaltozas_miatt_hanyatlott_le_egyiptom (2014-05-29-i állapot)

Múlt-kor E-folyóirat szerkesztőbizottságának elnöke Fodor Pál az MTA Bölcsészettudományi Kutatóintézetének főigazgatója. A folyóirat negyedévente papír formátumban is megjelenik.

(net 1.) Évmilliók óta nem volt ennyi szén-dioxid a levegőben http://www.origo.hu/kornyezet/20140527-rekord-eszaki-felteke-szen-dioxid-meteorologiai-vilagszervezet-evmilliok-ota-nem-volt-ennyi.html (2014-05-27)

(net 2.) Ezt nem fogják megköszönni nekünk dédunokáink http://www.origo.hu/idojaras/20140514-tengerszint-2100-hotagulas-vilagtenger-alattomosan-emelkedo-tengert-hagyunk-a-dedunokainkra.html (2014. május 29.)

(net 3.) Népesség és emberi fejlődés

http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/global/002.htm (2014. május 29.)

(net 4.) Az óceán halott zónái a tömeges kipusztulást vetíthetik elő

http://www.globalisfelmelegedes.info/index.php?option=com_content&view=article&id=715:az-ocean-halott-zonai-a-toemeges-kipusztulast-vetithetik-el&catid=44:ek-tengerek&Itemid=55

(2014-06-20)

(net 5.) Addig strandolj Kubában, amíg lehet!

http://www.origo.hu/kornyezet/20140623-kuba-klimavaltozas-tengerszint-emelkedes-addig-strandoljon-kubaban-amig-lehet.html (2014-06-24)

(net 6.) Elképesztő mennyiségű víz tűnt el a Coloradóból

http://www.origo.hu/kornyezet/20140728-negyven-millio-ember-vizellatasat-veszelyezteti-a-colorado-folyo-vizgyujtojenek-kiszaradasa.html (Elképesztő mennyiségű víz tűnt el a Coloradóból Origo 2014. 07. 29. 07:28)

(net 7.) Magyarország lakossága több mint 260 ezer fővel csökkent tíz év alatt http://vilagtudomany.hu/index.php?data[mid]=7&data[id]=1588&magyarorszag-lakossaga-tobb-mint-26-ezer-f337vel-csokkent-tiz-ev-alatt 2014. október 20. állapot

(net 8.) Tényleg összeomlik a nyugdíjrendszer? http://www.portfolio.hu/gazdasag/nyugdijrendszer/tenyleg_osszeomlik_a_nyugdijrendszer_megszolaltak_a_politikusok.1.219302.html?utm_source=index_main&utm_medium=portfolio_box&utm_campaign=portfoliobox (2015.09.11-i letöltés)

(net 9.) Nem volt még a mostanihoz hasonlóan forró június a Földön http://index.hu/tudomany/2015/07/20/rekord_meleg_idojaras_klimavaltozas/ (2015-07-27-i letöltés)

(net 10.) Putyin új világháborút is kirobbanthat http://www.origo.hu/nagyvilag/20141109-putyin-uj-haborut-is-szithat-a-vilagban.html 2014.11.12-es állapot

(net 11.) Omega-blokk okoz halálos hőhullámot Európában: http://index.hu/tudomany/2015/07/01/omega-blokk_okoz_halalos_hohullamot_europaban/ (2015-07-02-i letöltés)

(net 12.) Oroszország népessége 2010-ben

http://oroszvilag.hu/?t1=elemzesek_interjuk&hid=2760 2014.11.12-es állapot

(net 13.) A túlnépesedés is hozzájárult az asszírok bukásához http://mult-kor.hu/a-tulnepesedes-is-hozzajarult-az-asszirok-bukasahoz-20141106 2014. 11.12. állapot.

(net 14.) How Europe is slowly dying despite an increasing world population: The Telegraph kutatásain alapszanak. http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/11414064/How-Europe-is-slowly-dying-despite-an-increasing-world-population.html

(net 15.) Így hal ki lassan Európa: http://www.origo.hu/nagyvilag/20150216-igy-hal-ki-lassan-europa.html 2015- 02-17 állapot

(net 16.) Climate change and migration: http://focus-migration.hwwi.de/Climate_change_and_m.6239.0.html?&L=1 (2015.02.25) alapján

(net 17.) Energiacentrum, 2012 augusztus 26, Háború lehet a víz miatt http://www.energiacentrum.com/viz/vizhiany-teremthet-feszultseget/(2015-03-10 állapot)

(net 18.) 2050-re muzulmán lesz Európa? http://index.hu/kulfold/2015/04/09/2050-ben_vallasosabb_lesz_a_vilag/ (2015-04-10)

(net 19.) Megfeleződött a tengeri élővilág az elmúlt negyvenöt évben http://inforadio.hu/hir/tudomany/megfelezodott-a-tengeri-elovilag-az-elmult-negyvenot-evben-757996 (2015.09.18- letöltés)

(net 20.) Fellélegezhetünk, nem mi vagyunk a legöregebbek Európában http://hvg.hu/instant_tudomany/20150410_Terkep_Fellelegezhetunk_nem_a_magyar_atla 2015.04.10-i hír Szerző: Heti Világgazdaság Folyóirat (2015.10.18-i letöltés)

(net 21.) Métereket vékonyodott egy év alatt a legnagyobb francia gleccser http://www.origo.hu/kornyezet/20151109-gleccser-alpok-globalis-felmelegedes-franciaorszag.html (2015.11.11-i letöltés)

(net 22.) Kis Jégkorszak: http://meteor.geo.klte.hu/hu/doc/tortklima08.ppt (2015.12.05-i állapot)

(net 23.) A Monrt Everest gleccserei is bajban vannak: http://www.origo.hu/kornyezet/20151208- mount- everest-gleccser-globalis-felmelegedes-klimavaltozas-gleccserolvadas.html (2015.12.09-i állapot)

(net 24.) Elolvadhat Szibéria állandóan fagyott talajrétege: http://www.origo.hu/kornyezet/20151203-sziberia-permafroszt-globalis-felmelegedes-klimacsucs-cop21-klimavaltozas.html (2015.12.09-i állapot)

(net 25) Globális felmelegedés: sokkal nagyobb a baj http://inforadio.hu/hir/tudomany/globalis-felmelegedes-sokkal-nagyobb-a-baj-793265 (2016-02-18-i letöltés)

(net 26) Iszonyatosan sok hőt nyelnek el az óceánok http://www.origo.hu/kornyezet/20160119-globalis-felmelegedes-oceanok-homerseklet-elnyeles.html (2016-02-18-i letöltés)

(net 27) Rekordmeleget mértek az Antarktiszon http://inforadio.hu/hir/tudomany/rekordmeleget-mertek-az-antarktiszon-800082 (2016-03-01-i letöltés)

(net 28) Több mint tizenhárommillió, vagyis a korábbi becsléseknél jóval több amerikai veszítheti el az otthonát a század végére a klímaváltozás okozta tengerszint-emelkedés miatt - figyelmeztettek a szakemberek. (2016-08-18-i letöltés) http://inforadio.hu/hir/tudomany/amerikaiak-millioi-veszithetik-el-otthonukat-805908

(net 29) Példátlanul gyors ütemben öregszik a világ népessége (2016-08-02-i letöltés)
http://www.origo.hu/tudomany/20160329-nepesseg-oregedes-eloregedo-tarsadalom-nepszamlalas.html

(net 30) Újabb mérföldkőhöz érkezett a globális felmelegedés a Földön: (2016-08-02-i letöltés)
http://www.origo.hu/kornyezet/20160618-globalis-felmelegedes-klimavaltozas-deli-sark.html

(net 31) A klímaváltozás itt van, és megeszi a világot (2016-08-02-i letöltés)
http://index.hu/tudomany/2016/07/31/a_klimavaltozas_itt_van_es_megeszi_a_vilagot/

(net 32) Tudósok állítják: Hamarosan kihalhat az emberiség! (2016-08-02-os letöltés)
http://ripost.hu/cikk-tudosok-allitjak-hamarosan-kihalhat-az-emberiseg

(net 33) Jövő nyártól román vizet isznak a magyarok (2016-08-18-i letöltés)
http://index.hu/gazdasag/2016/08/09/jovo_nyartol_roman_vizet_isznak_a_magyarok/

(net 34) Évtizedek óta nem látott tűz tombol Kaliforniában (2016-08-18-i letöltés)
http://www.origo.hu/nagyvilag/20160818-tuzvesz-usa-kalifornia.html

(net 35) Vége az aranykornak, emberöltőnyi szívás jön a világban (2016-09-22-i letöltés)
http://index.hu/gazdasag/2016/09/21/eddig_tartott_a_novekedes_egy_emberoltonyi_szivas_jon/

(net 36) Orvostanhallgatóknak tartott előadást Áder János (2016-09-22-i letöltés)
http://www.hirado.hu/2016/09/19/orvostanhallgatoknak-tartott-eloadast-ader-janos/

(net 37) Egyre melegebb hely a Föld (2016-09-22-i letöltés)
http://www.origo.hu/tudomany/20160920-augusztusban-mar-a-16-honapban-dolt-meg-a-melegre-kord.html

(net 38) Egész városokat moshatnak el az olvadó gleccserek
http://www.origo.hu/kornyezet/20161027-gleccser-bolivia-kornyezetszennyezes-globalis-felmelegedes-olvadas.html (2016-10-29-i letöltés)

(net 39) Brutális forróság van Kaliforniában

http://index.hu/kulfold/2017/06/20/brutalis_forrosag_van_kaliforniaban/ (2017. június 23.-i letöltés)

(net 40) Vízkorlátozásra szorul Olaszország a szárazság miatt
http://www.origo.hu/nagyvilag/20170622-vizkorlatozasra-lesz-szukseg-olaszorszagban.html
(2017. június 23.-i letöltés)

(net 41) Nő a gyilkos hőhullámok gyakorisága
http://greenfo.hu/hirek/2017/06/21/no-a-gyilkos-hohullamok-gyakorisaga?referrer=rss
(2017. június 23.-i letöltés)