

Retek Mihály

Forгатókönyvek az európai globális éghajlatváltozásra

Mihály Retek: Scenarios of global climate change in Europe

Summary

One of the latest new directions in futures studies is interactive simulation modeling. This type of modeling is able to create complex alternatives for the future. This methodological research trend entirely fits this study. It shows how the interactive climate model is scientifically developed. Using the Java Climate Model, it is possible to display the social and the economic consequences of climate change. Using this model, analyses of comparative climate change scenarios can show the possible effects of economic policy on the environment in the short and long term. It also provides data on various regional levels. This study shows two possible non-extreme alternative scenarios for the European continent's economy and climate, and their consequences. A study has been done by the author recently, showing two extreme alternatives, focusing on the best and worst options, respectively. These new alternatives presenting in this study, however, give realistic options for professionals.

Keywords: *interactive simulation modeling, climate change, Java Climate Model*

ÖSSZEFOGLALÓ

A jövőkutatás legfrissebb kutatásainak egyik iránya az interaktív modellek szimulációjának jövőalternatívák képzésére történő felhasználása. Ehhez a módszertani kutatási tendenciához maximálisan illeszkedik a tanulmány azzal, hogy megmutatja azt, hogy miként lehet a tudományos alapokon kidolgozott interaktív klímamodell, a Java Climate Model-t, felhasználni a lehetséges társadalmi-gazdasági forгатókönyvek megjelenítésére, és azok várható éghajlatváltozási következményeinek bemutatására. A modell felhasználásával előállított komplex éghajlat-változási forгатókönyvek összehasonlító elemzésével megmutatható, hogy milyen lehetséges hatásokat válthatnak ki a gazdaságpolitikában és a környezetvédelemben rövid és hosszú távon, valamint különböző térségi/intézményi szinteken.

Ebben a tanulmányban két lehetséges, az európai kontinensre vonatkozó forгатókönyvet és annak következményeit mutatom be annak fényében, hogy az ún. közbülső alternatívák, a legrosszabb és a legjobb, már korábban kidol-

gozott modellalternatívákhoz képest a gyakorlat számára reálisan választhatóbb alternatívák. Kulcsszavak: interaktív szimulációs modellezés, klímaváltozás, Java Climate Model

1. A JAVA CLIMATE MODEL BEMUTATÁSA

Az utóbbi egy évtizedben ez előrejelzések terén egyre jobban elterjedtek az interaktív modellező rendszerek, amelyek felhasználásával a modellalkotók egyre komplexebb jövőalternatívákat képezhetnek [Sharma, T. et al. 2006; Bok, B.M. et al. 2007; Hideg 2009]. Ezen modellek elsődleges irányzatai főleg a gazdasági és a környezeti modellek, a környezetin belül is a klíma modellek, amelyek több mint fél évszázados múltra tekintenek vissza.

Ezen interaktív modellező szoftverek közé tartozik a Java Climate Model [JCM weboldala], amelynek a fejlesztését és a hozzá tartozó modell kutatását és tervezését a Belgian Science Policy végzi. Fontos megemlíteni azt, hogy a szoftvert Java programozási nyelven készítették és a forráskódja mindenki által letölthető és így módosítható is. A tanulmány elkészítéséhez a

2011 júniusában kiadott változat lett felhasználva, amely az Interneten is elérhető [JCM weboldala]. A fejlesztők nagy hangsúlyt helyeztek a több nyelvűségre is, ezért tizenegy nemzetközi nyelv támogatását implementálták. A program utolsó változata megközelítőleg 200 állítható paramétert támogat, amelyek típusai a következők lehetnek: fix értékek közé behatárolt intervallum, konstans érték, felsorolásból választható típus, logikai típus (igaz, hamis érték). Ezek között az állítható paraméterek között fellelhetők olyanok, amelyek jelentésével mindenki tisztában van, de olyan paraméterek is be lettek építve, amelyek használatához különleges szakirányú tudás szükséges. Ebből kifolyólag a program fejlesztői gondoltak a különböző kompetencia szinttel rendelkező felhasználókra is, akik a következők lehetnek: kezdő, normál, szakértő és fejlesztő. Az adott kompetencia szintű felhasználóknak, a grafikus felületen keresztül csak azok a paraméterek jelennek meg, amelyeket nagy valószínűséggel értelmezni is tud. A szimulációs kimenetek eredményeit különböző módokon tudja megjeleníteni a program, amelyek a következők lehetnek: grafikon, táblázat, Földgömb, kép. Ezek a kimenetek a képernyőn egyből megjelennek, mert a fejlesztők nagy hangsúlyt fektettek arra, hogy egy napjainkban használatos átlagos laptopon is lehessen szimulációkat futtatni valós időben.

A programban a következő főbb modulok találhatóak meg: Célok és forgatókönyvek; Ember és gazdaság; Regionális és ágazati kibocsátások; Föld használat; Szén körforgás, források és nyelők; Egyéb gázok és az aeroszolok; Globális visszahatások/visszacsatolások, klíma, tengerszint; Regionális éghajlat és hatásai.

2. A LEHETSÉGES ALTERNATÍVÁK

Olyan lehetséges alternatívák kidolgozása történt meg, amelyek megfelelően igazodnak a JCM speciálisan változtatható paraméterteréhez, ezzel megmutatva a modellel szimulálható eredmények lehetséges szélső értékeit. Ezen értékek közötti lehetséges tartományban több alternatíva is kidolgozható, amelyekkel a fenn-

tarthatóság felé vivő más lehetséges utakat is fel lehet térképezni. A négy lehetséges alternatíva szerint elvégzett szimuláció végső futási ideje 2300. Az alternatívák közül a két szélsőséges változat - az I. és a II. alternatívák - részletes kifejtése megtalálható egy általam írt könyvfejezetben [Retek 2014]. Ebben a tanulmányban a szélsőségek közötti árnyaltabb és összetettebb változatok megfogalmazását és bemutatását végeztem el.

A KÉT SZÉLSŐ ALTERNATÍVA

Az I. alternatíva, „A határtalan változás”:

Az adott alternatíva képzésének alapjául a SRES A2-es [IPCC 2000] forgatókönyvet használtam fel, amelyre a folyamatos, korlátozások nélküli gazdasági és népességnövekedés a jellemző. Ugyanakkor a lassú alkalmazkodás is jellemzi az alternatívát, melynek hatására a „túllövés” lesz jellemző. Ennek egyik következménye az, hogy a technológia lassan fog megújulni. A fosszilis energiaforrásokra való támaszkodás ezért növekvő és nagyobb lesz, amely nagymértékű CO₂ kibocsátást von maga után. Az elmaradott és lassan megújuló technológiák nem tudják semlegesíteni a növekvő CO₂ kibocsátást. Az ilyen kibocsátást semlegesítő technológiákat csak legfejlettebb jóléti társadalmak fogják alkalmazni. A többi fejletlen vagy fejlődő országra ez nem lesz egyáltalán jellemző.

A jóléti hatások, melyek esetlegesen a jövőbeli költségeket csökkenteni tudnák, egyáltalán nem fogják jellemezni ezt az alternatívát. A CO₂-n kívül a környezetbe jutó és a klímaváltozásért felelős más gázok semlegesítésével, vagy esetleges csökkentésével sem tudnak mit kezdeni a társadalmak [Retek 2014].

A II. alternatíva, „Mindent a fenntarthatóságért”:

Az adott alternatíva képzésének alapjául a SRES B1-es [IPCC 2000] forgatókönyvet választottam, de a forgatókönyv több paraméterére sokkal nagyobb mértékben változó feltételeket szabtam, mint amik az eredeti szcenáriókban szerepeltek. Ezeknek a módosításoknak a következtében minden paraméterben pozitív irányú változások következtek be a jövőt illetően.

A gazdaságra és a technológiára a folyamatos növekedés a jellemző. A népesség a XXI. század közepére eléri a maximumot, és ezután folyamatosan csökkenni fog. A nagyon nagymértékű technológiai fejlődés következtében folyamatosan megjelennek a hatékonyan felhasználható megújuló energiaforrások. Ezeknek a hatására a társadalmak pár évtized alatt áttérnek a fosszilis energiaforrásokról a megújuló környezetkímélő energiaforrásokra. Az áttérés egyik következménye, hogy a CO₂ és a klímaváltozásért felelős egyéb gázok kibocsátása néhány évtized alatt minimalizálódni fog, de azok korábban kibocsátott tömege a légkörben és az óceánokban még több évszázadig érezteti hatásait.

A jóléti hatások ebben az alternatívában már egy nagyon nagymértékű éves növekedést eredményeznek, melynek hatására az elkövetkezendő pár évtizedben nagy változások következnek be [Retek 2014].

A KÖZBÜLSŐ ALTERNATÍVÁK

A III. alternatíva: „A növekedés és a fenntarthatóság egyensúlya”:

Az adott alternatíva képzésének alapjául a SRES A2-es forgatókönyvet használtam fel, amelyre a korlátozások nélküli folyamatos gazdasági és népességnövekedés jellemző. Az adott forgatókönyvet a lassú technológiai növekedés jellemzi, de a program paraméterterének megfelelő alkalmazásával egy nagy technológiai változás lehetőségével is számoltam.

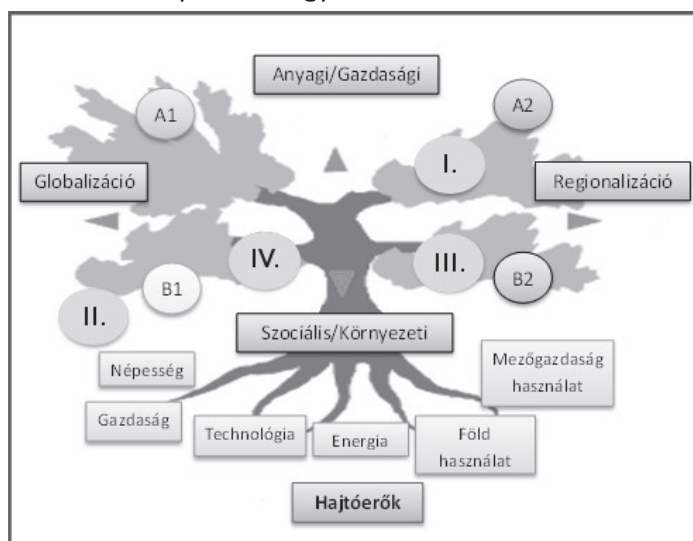
A forgatókönyvre a nagy mennyiségű CO₂ gáz kibocsátás a jellemző, melyet a társadalmak kisebb-nagyobb sikerrel próbálnak stabilizálni, vagy csökkenteni. Ennek érdekében folyamatosan újfajta technológiákat kell bevezetni. Ennek következtében egyre több környezetbarát technológia fog megjelenni, amelynek a káros-anyag kibocsátása folyamatosan csökken. Az új technológiák terjedése mellett figyelembe kell venni, hogy a társadalmak nagymértékű gazdasági növekedést is próbálnak elérni, aminek a következményei miatt így is egyre több CO₂ juthat a légkörbe. A többi környezetbe jutó és a klímaváltozásért felelős egyéb gázokra is folya-

matosan változó technológiák kerülnek bevezetésre, de a gazdaságok nagymértékű növekedése miatt a technológiai változás ez esetben sem lesz képes megoldani a problémákat hosszú távon. Az alternatíva kidolgozásakor megpróbáltam minél nagyobb jóléti hatásokat elérni azzal a várakozással, hogy azok hosszú távon lehet, hogy pozitív hatással lesznek a végső következményekre.

A IV. alternatíva: „A fenntarthatóság felé vezető úton”:

Az adott alternatíva képzésének alapjául a SRES B1-es forgatókönyvet választottam. Erre a forgatókönyvre a folyamatos gazdasági és technológiai növekedés a jellemző. A népesség a XXI. század közepére éri el a maximumát, és ezután folyamatosan csökkenni fog. A technológiai fejlődés következtében folyamatosan megjelennek a hatékony megújuló energiaforrások. Ezeknek a hatására a társadalmak folyamatosan áttérnek a fosszilis energiaforrásokról a megújuló új erőforrásokra. A folyamat egyik következménye, hogy a CO₂ és a klímaváltozásért felelős egyéb gázok jelentősen csökkennek. A jóléti hatások ebben az alternatívában már jelentős szerephez jutnak.

Az 1. ábra azt szemlélteti, hogy a választott alternatívák az IPCC [IPCC 2000] szerinti szenárióképzésbe hogyan illeszkednek bele.



1. ábra: Az alternatívák elhelyezkedése az IPCC szenárióelemzés szerint

Forrás: saját készítés

ELEMZÉSI SZEMPONTOK

Minden egyes kimentí alternatíva elemzése négy szempont szerint történt [RETEK 2011], amelynek elsődleges regionális elemzési pontja a teljes kiterjedésében Európában található 30 legbefolyásosabb országot tartalmazza (ALB, BLG, BOS, BUL, CRO, CZE, DEN, ESP, FIN, FRA, GER, GRE, HUN, ICE, IRE, ITA, LUX, MAC, NET, NOR, OST, POL, POR, ROM, SER, SVK, SVN, SWE, SWI, UKB). Az elemzési szempontok a GEO (UNEP 2007) forgatókönyvein alapulnak. Ezekben a szempontokban fontos szerepet kap a környezet, gazdaság és a népesség. Az alábbi négy szempont rövid bemutatása:

- **Piacorientáltság:** A legfontosabb szempont a profit termelése és a vállalatok termelésének folyamatos növelése.
- **Politika-orientáltság:** A kormányok döntéshozatalai alapján történő elemzés, melyben a társadalom által választott, vagy a hatalmat fegyveres úton megszerző politikusok a választóik érdekeinek, vagy a saját érdekeiknek a megvalósítását segítik elő.
- **Gazdagok prioritása:** A világ gazdagabb társadalmainak, vagy esetleg csak a gazdag embereknek a szempontjai alapján történő elemzés.
- **Megóvás-orientáltság:** A társadalom, a környezet és az erőforrások megóvásának mértéke szerinti elemzés.

A KÖZBÜLSŐ ALTERNATÍVÁK BEMUTATÁSA ÉS ELEMZÉSE

A fejezetben a III. és a IV. alternatíva részletes elemzésének bemutatása történik. Ezen két újabb alternatívát azért tartottam szükségesnek, mert az I. és a II. alternatívák [Retek 2014] átfogó leírásánál a két szélsőség bemutatására helyeztem a hangsúlyt, amelyek kimondottan csak a lehetséges cselekvési tér határait határozzák meg.

Az egyes alternatívák kimenetelét a következő mutatókkal jellemzem: GDP, Teljes költség, Teljes jólét változása, Jólét klímaváltozás nélkül, Népesség, Légköri CO₂, Globális átlaghőmérséklet, Tengersizint.

A III. ALTERNATÍVA SZIMULÁCIÓJÁNAK EREDMÉNYE ÉS ELEMZÉSE

Szimuláció végeredménye

A globális átlaghőmérséklet emelkedése a XXI. század végére megközelíti a 3 °C-os hőmérséklet emelkedést, és a XXIII. század végére ez az érték elérheti a 6 °C körüli értéket (Lásd a 2. ábrát!). Ha ez a hőmérséklet változás bekövetkezne, akkor az I. alternatívához [Retek 2014] hasonló katasztrófák következnek be, de ezek mértékei lehet, hogy kisebbek lehetnek. Az ökoszisztémában végbemenő pusztulás nem biztos, hogy olyan mértékben következhet be, mint az I. alternatívában [Retek 2014], mert a katasztrófák lefolyása nagyobb mértékben elhúzódhat, mint az előző alternatívában. Ez a hosszabb időtáv egy lehetséges esélyt adhatna még az utolsó pillanatban történő változtatások meglépésére, amelyben úttörő szerepet kaphatna a jelenleg is élharcosnak számító EU. Egy ilyen hatás következtében az emberi társadalom nem a katasztrófa felé sodródna, mint az előző alternatíva szerint.

Piacorientáltság

Az EU-s multinacionális vállalatok a profitszerzés mellett már egyre több részt vállalnának a társadalmi és a környezeti felelősségvállalásban. Ennek következtében egyre több környezetkímélő technológiákat vezetnének és ezeket a technológiákat a 3. világ számára is elérhetővé tennék. Ezek a szempontok mellett is a társadalom elsőszámú és legfontosabb célja továbbra is a gazdaság folyamatos növekedése marad.

A 3. ábráról is leolvasható, hogy ilyen mértékű gazdasági növekedés mellett semmilyen jellegű környezetvédelem sem tartható fenn hosszútávon. A piaci igények növekedési üteme a környezetvédelem fenntartására csak lassítja a katasztrófális folyamatok bekövetkezését, de teljes mértékben nem szünteti meg akármenynyire is próbálnak törekedni a piac vezető szereplői, ebben az alternatívában sem tudnak semmit sem tenni. Ezért semmilyen lehetséges megoldást nem lehet célravezető, ha a piac

nagymértékű befolyásoló szerepét nem hajlandók csökkenteni a döntéshozók.

Politika-orientáltság

A politikusok fontosnak tartják a környezettudatos döntéseket, de a piaci döntéseknek is alá kell magukat rendelni. Ezen döntések között egyre többször szerepelnek majd olyan esetek, amikor dönteniük kell, hogy melyik szempontot találják fontosabbnak. Az idő előrehaladtával, a nem megfelelő döntések miatt, már csak az egyiket választhatják. Választásaik során ezért folyamatosan sértek a másik alternatíva érdekeit. Hosszú távon ezek a kérdések és döntések konfliktusokhoz vezethetnek a piac és a környezet megóvásáért küzdők között. Ennek következtében a civil szervezetek szerepében egyre nagyobb előretörés következik be a jövőben.

A döntéshozók, az elhibázott gazdaságélénkítő döntések miatt egyre nagyobb károkat okoznak a környezetben, amelyek az idő múlásával visszafordíthatatlannak válnak. Sajnos a gazdaság folyamatos növekedése miatt ezek a döntések a végső katasztrófákat csak hosszú távra tolják ki. A legvégső esetben majd olyan döntéseket kell hozniuk, amelyekkel teljes mértékben alá kell hogy rendeljék a globális gazdaságot a környezetnek. Ugyanakkor az EU-n kívüli visszafordíthatatlan katasztrófákkal már ők se tudnak mit kezdeni.

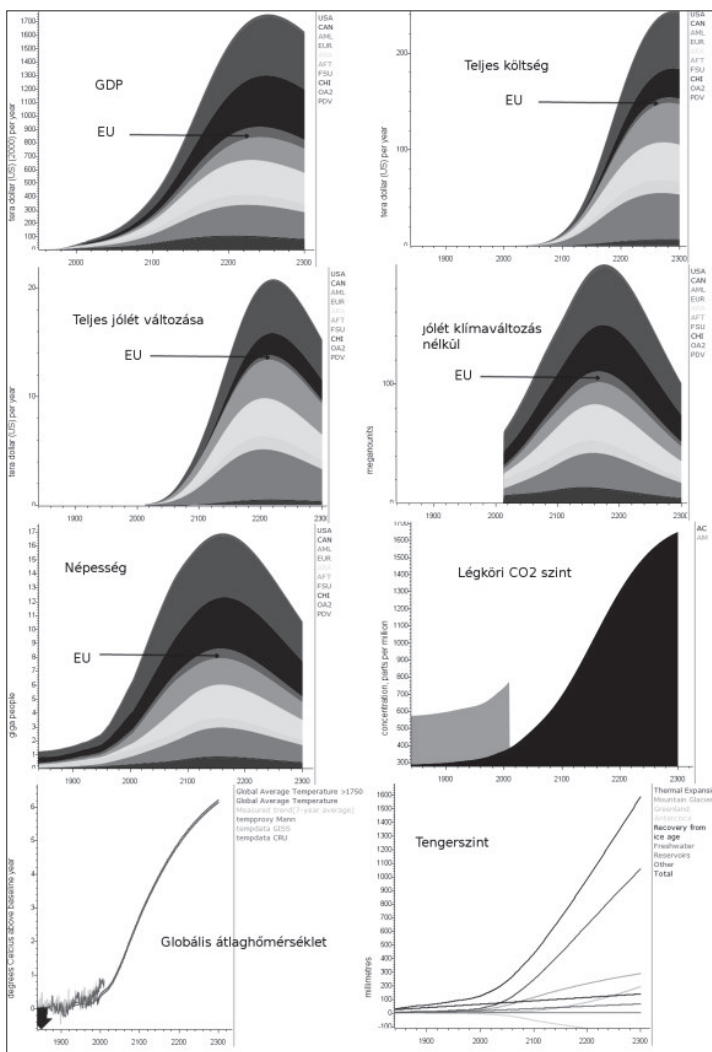
Gazdaqok prioritása

A befolyásos emberek egy része mindenáron a piac rohamos fejlődésének érdekében hozza meg a döntéseit, de már a napjainkban is nagy számban megtalálható környezettudatos vállalati döntéshozók száma évről-évre folyamatosan növekedni fog (pl. Elon Reeve Musk - SpaceX, SolarCity, Tesla Motors). Az elhibázott döntéseknek a jövőbeni hatásai már nem nagyon módosíthatók, azokat a jövőben meghozott jó döntések sem kompenzálják. Ezeknek az elhibázott döntéseknek a végső kimenetei katasztrófához vezetnek. A bekövetkezendő

környezeti katasztrófák ezért az I. alternatívához [Retek 2014] képest csak eltolódnak, és hosszú távon jelennek meg.

Megóvás-orientáltság

Az EU egészében a fenntartható fejlődés elérésére törekszik („A fenntartható fejlődés a fejlődés olyan formája, amely a jelen igényeinek kielégítése mellett nem fosztja meg a jövő generációit saját szükségleteik kielégítésének lehetőségétől.” - ENSZ - Közös jövőnk jelentés, 1987), de a napjainkban elmaradott térségek egy része folyamatosan és nagy ütemben közelít az EU életszínvona felé. Ennek következménye a meglévő erőforrások nagymértékben történő pazarlása és a környezet mértéktelen pusztítása. Az EU-ban már nem megtalálható erőforrásokat a 3. világ országaiból szerzik be.



2. ábra: Az III. alternatíva kimeneti eredményei

Forrás: A programmal készített kimenetek

Ennek a következménye az lesz, hogy hiába törekszik és javítja szabályzásokkal az EU folyamatosan a belső területein belül a környezetvédelmet, de az unión kívül eső területekre a saját szabályzási normáit nagyon nehezen vagy egyáltalán nem tudja érvényesíteni az elmaradottság és a szegénység következtében. Ebből adódóan az EU-n kívüli elmaradott régiók hatása a globális környezetre katasztrofálisak lesznek. Összességében a fejlett világ önmaga nem képes megakadályozni a környezet rombolást, ha nem támogatja az elmaradott régiókat anyagilag és technológiai eszközökkel.

A IV. ALTERNATÍVA SZIMULÁCIÓJÁNAK EREDMÉNYE ÉS ELEMZÉSE

Szimuláció végeredménye

A globális átlaghőmérséklet emelkedése a XXI. század végére megközelíti a 2,2 °C-t, és a XXIII. század végére ez az érték elérheti a 3,6 °C körüli értéket (Lásd 3. ábrát!). Az ilyen jellegű hőmérséklet változás következtében is valószínűsíthetőek a környezeti katasztrófák, amelyek helyreállítására a társadalmaknak majd nagy költségeket kell elkülöníteniük. A szimulációs kimenet szerint a Föld népessége a XXI. század közepére megközelíti a 9 milliárd főt, és ezt követően egy mérsékelt népességfogyás következik be. Ugyanakkor az EU- népessége rövidtávon stabilizálódik, majd hosszú távon csökkenésnek indul. Ilyen mértékű népességi folyamatok esetében esetlegesen csak a maximum közeli értéknél jelentkehetnek gondok az élelmiszer- és édesvíz [UNEP 2000] készletekben, de a népességcsökkenés után már egyáltalán nem fognak felmerülni ilyen nehézségek.

Piacorientáltság

A piacvezető vállalatok nagy része egyre nagyobb szerepet próbál vállalni a társadalmi és a környezeti felelősségvállalásban. Folyamatosan vezetnek be egyre több új környezetkímélő, megújuló erőforrásokat hasznosító technológiákat amelyeket a Föld összes országa számára is elérhetővé tesznek. A vállalatok fontosnak tartják a profit és a termelés maximalizálását, de mellette a környezetet is próbálják óvni. Ez

első körben minden vállalat esetén abban nyilvánul meg, hogy egyre nagyobb részben próbálják az energia felhasználásukat zöld energiahordozókból megoldani [EPA Green Power Partnership].

Politika-orientáltság

A politikusok egyre fontosabbnak tartják, hogy döntéseiket már környezettudatosan hozzák meg [Albert Arnold "Al" Gore, Jr., béke Nobel-díj 2007]. A programjaikban is egyre nagyobb szerepet kapnak a még napjainkban csak minimálisan megjelenő környezetvédelmi célok. Egyre nagyobb támogatottságot élveznek majd, a zöld pártok [European Green Party weboldala]. A politikai elit kiemelten kezeli majd a természeti erőforrások védelmét is, és ennek következtében a megújuló erőforrásokat alkalmazó technológiák folyamatosan nagyobb támogatást kapnak az EU költségvetéséből. Az éghajlat változásával már kimondottan csak ezeket a technológiákat engedélyeztetik, az EU-n belül. Az EU vezetésével folyamatosan korlátozó döntéseket hoznak majd a jövőben a klímaváltozásért felelős gázok kibocsátásának csökkentése érdekében, de az óceánokban és a légkörben felhalmozott koncentráció még évszázadokig hatással lesz a felmelegedésre. Ugyanakkor a fejlett világon kívüli országokra is folyamatosan próbálja a fejlett világ a nemzetközi szabályozó intézkedéseket érvényesíttetni, de ez csak az elmaradott országok nagymértékű gazdasági és tudás alapú támogatottságával érhető majd el.

Gazdagok prioritása

Az EU-ban is a befolyásos emberek még néhány évtizedig a piac prioritását tartják a legfontosabbnak. A folyamatosan bekövetkező katasztrófák hatására azonban szemléletváltás következik be, amely után az elsődleges cél a Föld minden áron való megóvása lesz. Olyan változásokat hoznak, amelyek hatására a Földi élet jobbá fog válni, de ennek a bekövetkezése akár évszázadokat is igénybe vehet.

Az EU és a fejlett társadalmak már nem csak kizárólagosan a saját érdekeikkel foglalkoznak, hanem segítséget próbálnak nyújtani a szegé-

nyebb társadalmaknak is, hiszen a szegények gondja és a környezet degradációja az ő gazdaságuk élvezetét is nagymértékben csökkenti. Elsősorban a szűkös és nagyon pusztuló környezeti erőforrások tekintetében erősödik meg a gazdagok környezetérzékenysége, és így hajlandóak lesznek áldozathozatalra is a saját vagyonuk csökkenése árán is.

Megóvás-orientáltság

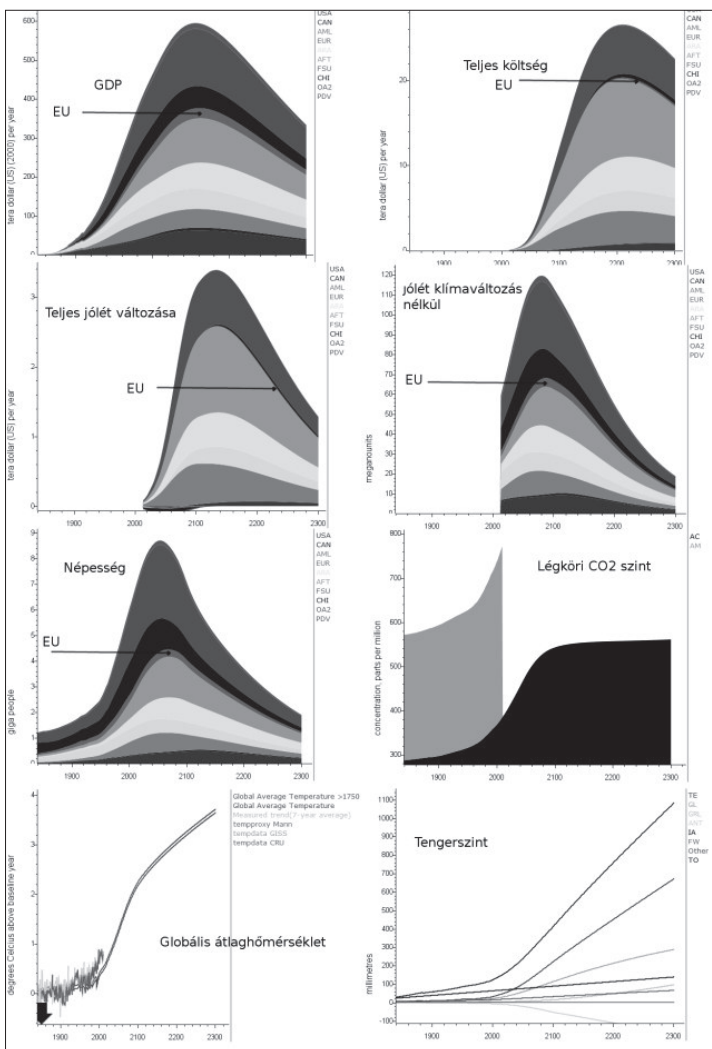
A fejlett régiók segítséget nyújtanak a fejletlenebbeknek, és azok folyamatosan fel fognak hozzájuk zárkozni. A globális társadalom célja hosszú távon a környezettudatos magatartás és életmód elsajátítása lesz, amelyben az EU nagy segítséget fog nyújtani az elmaradott országoknak. Ebben fontos szerep jut a természeti és az emberi erőforrások megóvásának és tovább fejlesztését elősegítő módszerek. A jelenlegi fosszilis alapú erőforrások szerepét átveszik a megújuló környezetbarát technológiák. („A kőkorszak sem azért ért véget, mert elfogyott a kő, az olajkorszaknak sem azért lesz vége, mert elfogy az olaj!” - Yamani sejk (Szaud-Arábia)). A megújuló technológiák elterjedése következtében a környezetszennyezés és a talaj degradációja hosszú távon visszafordíthatóvá válik, az életfeltételek is folyamatosan egészségesebbé válhatnak. A gazdasági és a technológiai fejlődés hatására a felhasznált nyersanyagok mennyisége csökkenni fog, és fontos prioritást fog élvezni a természetben kismértékben előforduló anyagok megóvása, amelyeket a technológiai fejlődés hatására helyettesítő anyagokkal fognak pótolni. Ugyanakkor nagy hangsúlyt helyeznek az erőforrások folyamatos újrahazsnosítására is.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az interaktív modellel nem készíthető előrejelzés, de szimulálhatók különböző komplex forgatókönyvek követésének várható következményei. A szimu-

láció folyamán alkalmazható forgatókönyveket viszonylag szabadon választhatják meg a felhasználók.

A modell elsősorban globális és nagyrégiók, mint például Európa szintjén használható jól. Kis ország esetében más a helyzet. Elvileg rájuk is használható a modell, de a kis országok csak kis hatást gyakorolhatnak a globális éghajlatváltozásokra a modell szerint, ezért a modell nem tudja érzékeltetni a helyi kezdeményezések jelentőségét. Ez nem modellhiba, hanem az éghajlatváltozások szoros összekapcsoltságának a következménye. A helyi kezdeményezések az üvegház hatású gázok kibocsátásának csökkentésére, a technológiák zöldítésére stb. akkor válhatnak fontos tényezővé, ha sok kis ország



3. ábra: Az IV. alternatíva kimeneti eredményei
 Forrás: A programmal készített kimenetek

kezdi el az ilyen irányú változásokat, és azok a hatások régiók szintjén összegeződni tudnak, majd pedig a modell kimeneti adatainak kedvezőbbé válásában jutnak kifejezésre.

Az európai térség lehetséges klímajövője a két mérsékelt változásokat összefoglaló forgatókönyv alternatíva szerint jelentősen javíthatja a földrész klímakilátásait úgy, hogy azokhoz kisebb léptékű és társadalmilag is elviselhetőbb változássorozatokat kapcsol. A III. alternatíva jól szemlélteti azt, hogy ha egy minimális változás történik a társadalom felől a környezetvédelem mellett, akkor egy pozitív hatás következik be. Sajnos, a lehetséges katasztrófákat így sem lehet majd elkerülni. De ez a IV. alternatíván is látható, hogy még egy, a III.-nál is nagyobb mértékű változás is sajnálatos módon csak évtizedekkel toltathatja el a Föld globális felmelegedését, és a katasztrófák csak egy későbbi időpontokra fognak tolni. Ezért, ahogy a III. és IV. alternatívák kimenetein is észrevehető, a természeti csapások elkerüléséhez a társadalom szemléletmódjában feltételezett közbülső mértékű változtatások is kevésnek fognak bizonyulni. Így egy lehetséges, de nem utópisztikus

jövő lehet például a IV. és II. alternatíva közötti lehetséges „fenntartható” jövőalternatíva, amely könnyedén kidolgozható a modellparaméterek beállításával. Ha ezek a szemléletmód változások folyamatosan megtörténnék a valóságban is, akkor lehetőség nyílik arra, hogy tanuló rendszerként viselkedjen az európai kontinens és annak egyes országai is. A modellkísérletek egyértelműen jelzik azt is, hogy a hőmérsékletemelkedés ellen nem tenni semmit valójában nem választható alternatíva. Választani csak a „Hogyan és milyen mértékben tegyünk?” kérdéskörökben lehet. A modellkísérletek arra is rámutatnak, hogy Európa klímajövője nemcsak saját környezetpolitikájától függhet, hanem a többi kontinensétől is. Ezért lehet fontos, hogy Európa kezdeményező szerepe kisugározzon a többi kontinens környezet- és klímabefolyásolására is.

A szélsőséges modellalternatíváknak csak az a szerepük, hogy jelezzék a cselekvési tér határait. Közbülső modellalternatívák keresésével lehetséges megtalálni azt a jövőváltozatot, amelyet majd az európai kontinens és országai követésre alkalmasnak találnak.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1.] Albert Arnold "Al" Gore, Jr., béke Nobel-díj 2007.
- [2.] url: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/peace/laureates/2007/
- [3.] Bok, B.M. - Ruve, S. [2007]: Experimental Foresight: Participative Simulation Enable Social Reflexivity in a Complex World. *Journal of Futures Studies*, 12(2), 111-120. pp.
- [4.] EPA, Green Power Partnership,
- [5.] url: <http://www.epa.gov/greenpower/toplists/top100.htm>
- [6.] European Green Party weboldala, url: <http://europeangreens.eu/>
- [7.] Hideg, É. [2009]: Interactivity and the Development of Futures Studies. In. (Hideg, É. Eds) *Futures Studies in the Interactive Society*, CUB, Budapest, 249 p. ISBN 978-963-503-405-5, 13-54. pp.
- [8.] IPCC [2000]: Special Report on Emissions Scenarios, Nebojsa Nakicenovic and Rob Swart (Eds.) Cambridge University Press, UK. 570 p, ISBN 92-9169-113-5
- [9.] IPCC hivatalos weboldala, url: <http://ipcc.ch/>
- [10.] Java Climate Model (JCM) weboldala, url: <http://climatemodel.info/>
- [11.] Retek, M. [2011]: A globális éghajlatváltozás interaktív és komplex forgatókönyveinek modellezése és elemzése, *Jövőtanulmányok sorozat*, Budapesti Corvinus Egyetem, Jövő-kutatás tanszék, Budapest, 74 old. ISBN 978-963-503-471-0
- [12.] Retek, M. [2014]: A globális éghajlatváltozás európai forgatókönyvei, *Jövőföldrajz*, Jeney László - Hideg Éva - Tóza István (szerk.), BCE Gazdaságföldrajzi és Jövőkutató Tanszék, 2014, ISBN 978-963-503-564-9

- [13.] Sharma, T. - Carmichael, J. - Klinkenberg, B. [2006]: Integrated Modeling for Exploring Sustainable Agriculture Futures. *Futures*, 38(1), 93-113. pp.
- [14.] United Nations, Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future, 1987
- [15.] UNEP [2000]: A Guide to World Resources 2000-2001: People and ecosystems: The fraying web of life. UNEP, UNEP World Bank, World Resources Institute, World Resources Institute 2000, Washington D.C. 276 p., url: http://pdf.wri.org/world_resources_2000-2001_people_and_ecosystems.pdf
- [16.] United Nations Environment Programme (UNEP) [2007]: Global Environment Outlook 4, 540 p. ISBN 978-92-807-2836-1