

**Munkaváltozat
véleményezésre**



Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia

Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium

2007.

Tartalomjegyzék

1	Bevezetés	3
2	A Stratégia jelentősége és koncepcionális keretei	4
2.1	Mi az éghajlatváltozás és miért fontos?	4
2.2	Az éghajlatváltozással kapcsolatban megjelent legújabb nemzetközi közgazdasági elemzések	12
2.3	Kapcsolódás az ENSZ klímapolitikai folyamatához	13
2.4	Összefüggések az EU klímapolitikájával	15
2.5	Kapcsolódás hazai stratégiai dokumentumokhoz és kutatásokhoz	16
2.6	A Stratégia célja, alapelvei és prioritásai	17
3	Az üvegházhatású gázok hazai kibocsátásának mérséklése	20
3.1	Kibocsátások és csökkentési szükségletek	20
3.2	ÜHG kibocsátási jövőképek és a kibocsátás-csökkentési potenciál	24
3.3	A kibocsátás csökkentés ágazati kulcsterületei	35
3.4	Az állami beavatkozás eszközrendszere	48
4	Alkalmazkodás az éghajlatváltozás következményeihez	55
4.1	Az alkalmazkodás stratégiai célkitűzései	56
4.2	Az éghajlatváltozás várható alakulása Magyarországon	56
4.3	Helyzetértékelés, az éghajlatváltozás várható hatásai, jövőbeni kockázatai	60
4.4	Az alkalmazkodás stratégiai feladatai és eszközei	69
4.5	Az alkalmazkodás horizontális feladatai és eszközei	75
5	A Stratégia végrehajtásának szervezése	79
6	Mellékletek	80
6.1	Az éghajlatváltozások alakulása	80
6.2	Kibocsátás csökkentési prioritások az energetikában	82
6.3	Kiegészítő információk a kibocsátás-csökkentési forgatókönyvekhez	84
6.4	A NÉS 2020-as ÜHG kibocsátás-csökkentési célkitűzéseinek megvalósíthatósága – forgatókönyv elemzés	86
6.5	A Stratégia társadalmi és gazdasági hatásai	93
6.6	Élőhelyek potenciális veszélyeztetettségi térképei	95

1 Bevezetés

A globális éghajlatváltozást előidéző üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése, valamint a változás várható hatásaira való hazai felkészülés, megelőzés, a várható károk csökkentése a társadalom kiemelt jelentőségű közös érdeke és feladata. Mindezek miatt kerül kidolgozásra a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia.

Az éghajlatnak az emberiség által előidézett megváltozása napjaink egyik legjelentősebb globális kihívásává vált. Mind a gazdasági és politikai döntéshozók körében, mind a környezetért aggódó közvélemény számára egyre nyilvánvalóbb, hogy – az átlaghőmérséklet emelkedésével, a természeti katasztrófákkal, aszályal és árvizekkel járó – éghajlatváltozás a minket körülvevő természetet, társadalmunkat és a nemzetgazdaságokat fenyegető súlyos veszély. Ezért minél inkább erősíteni kell mind a döntéshozókban, mind társadalom valamennyi rétegében, hogy jelentős lépéseket kell tenni ellene.

Magyarország számára stratégiai fontosságú, hogy a XXI. század gazdasági versenyképességi mutatóiban gazdasági és környezeti értelemben egyaránt fenntartható fejlődési pályán zárkózzon fel az EU átlagához. A Kiotói Jegyzőkönyv végrehajtásáról rendelkező törvény felhatalmazása alapján kidolgozott Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia (NÉS) nemcsak az Unió jogszabályi elvárások szempontjából szükséges, hanem egyúttal alapvető érdeke Magyarországnak is. A Kormány kiemelt célnak tekinti, hogy a környezetpolitika kialakítása és végrehajtása során olyan eszközöket kell alkalmazni, amelyek a nemzetközi környezeti szempontok mellett a hazai gazdaság fejlődésének követelményeit is figyelembe veszik, másrészt teljesítik az EU tagság szabta elvárásokat a klímaváltozás világában.

Az éghajlat megváltozása valós és jelentős kockázat, mely az élet szinte minden területét érinti majd. A gazdaság és társadalom valamennyi tagjának cselekednie kell a káros változások megelőzéséért és mérsékléséért. Ezen túlmenően fel kell készülni a várható káros következményekre, tenni kell enyhítésük érdekében.

E veszélyes globális környezeti változást az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésével lehetséges korlátozni, vagy hatását csökkenteni. Mivel e gázok kibocsátása az energiatermelés, a közlekedés, az egyes ipari tevékenységek és az intenzív mezőgazdasági termelés során kerül a légkörbe, így az éghajlatvédelem végső soron a nemzetgazdaságokat átszövő energetikai, közlekedési infrastruktúra, illetve a termelési-termesztési rendszerek környezeti szempontú modernizálását jelenti, amely jelentős terheket ró a társadalomra és gazdaságra. Ezek a terhek azonban sokkal alacsonyabbak, mint az emberi tevékenység által előidézett probléma, a klímaváltozás, hatásai lehetnek. A klímaváltozás és annak hatásai enyhíthetők és enyhítendők, de az jelenség maga nem kerülhető el teljes egészében a múltbeli és jelenlegi üvegházhatású gáz kibocsátások miatt. Tekintettel erre, fel kell készülnünk az élet minden területén (pl. a mezőgazdaság, egészségügy, városüzemeltetés stb.) a várható kedvezőtlen hatásokra, erősíteni kell az alkalmazkodás eszközeit és intézményeit, valamint meg kell tenni mindazokat az intézkedéseket, ami előrelátható módon a változások káros következményeinek enyhítését szolgálják.

A Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia küldetése, hogy megfelelő közpolitikai keretet adjon egy olyan cselekvési láncolathoz, amelynek végrehajtásával sikerül kellően hatékonyan és hatásosan a legjobb helyzetbe hozni Magyarországot társadalmi és gazdasági szempontból a klímaváltozást előidéző gázok kibocsátásának csökkentése, valamint az elkerülhetetlen változásokhoz történő alkalmazkodás területén egyaránt.

2 A Stratégia jelentősége és koncepcionális keretei

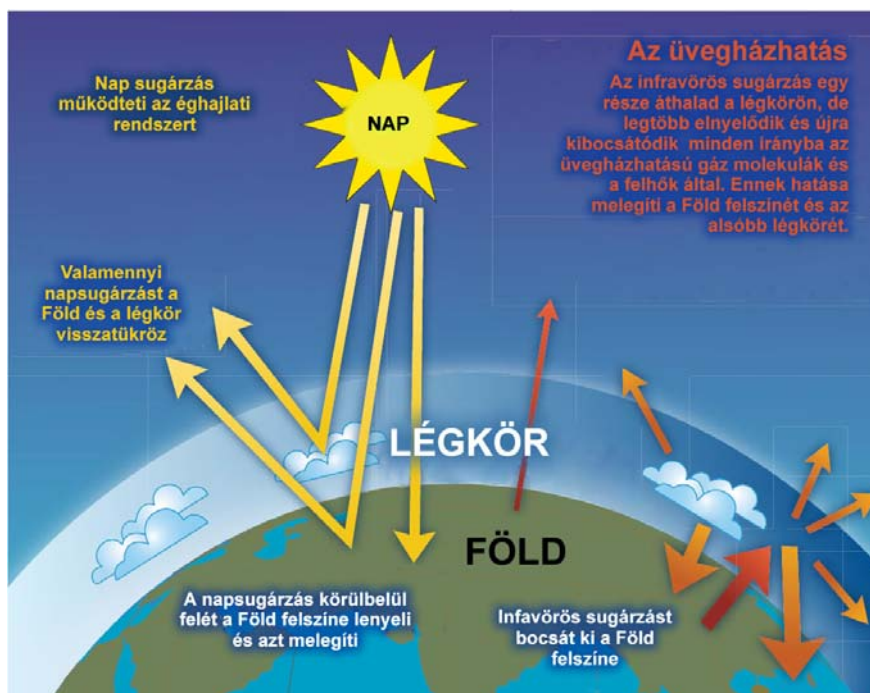
2.1 Mi az éghajlatváltozás és miért fontos?

2.1.1 Mi az éghajlatváltozás?

Az éghajlatváltozás problémája

Az éghajlat¹ a földtörténeti korok, majd az emberiség története során is állandóan változott. Milliárd éves skálán a földi éghajlat természetes változékonysága a Föld Nap körüli pályája csillagászati ciklusainak, a Földet elérő napsugárzás intenzitás-változásainak, a légkör összetételének, a kontinensvándorlásnak és a vulkanikus tevékenységnek tulajdonítható. Az utóbbi 2-300 évben azonban az emberiség is képessé vált arra, hogy különböző tevékenységeivel számottevően befolyásolja az éghajlati rendszert globális, regionális és lokális skálán egyaránt.

A Föld különböző tájainak éghajlatát, illetőleg ezek összességét, a globális éghajlatot az éghajlati rendszer elemei folyamatosan alakítják. Az éghajlati rendszer elemei a légkör és a vele érintkező négy földi szféra – a szárazföld; a felszíni és a felszín alatti vizek összessége, a Földön található fagyott állapotú víz összessége és az élővilág – együttese alkotja.



2.1- Az üvegházhatás idealizált folyamata – Forrás: IPCC 4. értékelő jelentés

Az emberi (antropogén) hatások az éghajlati rendszer elemei közül közvetlenül három helyen jelentkeznek. Az egyik a légkör összetételének módosítása, a másik a felszín megváltoztatása, a harmadik a földi bioszféra átalakítása.

Az előrejelzések szerint továbbra is jelentősen fog nőni a következő néhány évtizedben a kibocsátás, ez természetesen a globális hőmérséklet jelentős emelkedését vonja maga után - komoly veszélybe sodorva a környezetet és az emberi társadalmakat

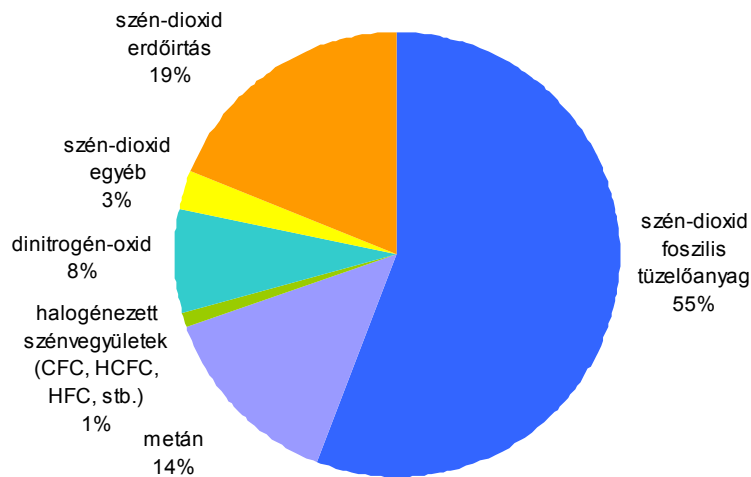
világszerte.

A Föld hőmérsékletét a Napból érkező rövidhullámú (nagyreszt a látható tartományban) sugárzás és a Föld felszínéről a világűrbe távozó hosszuhullámú (infravörös) sugárzás energia egyensúlya határozza meg. A Napból érkező sugárzás elenyésző mértékben melegíti közvetlenül a légkört, viszont a Föld felszínét melegíti, amely ezt követően a légkört melegíti konvekció és az infravörös sugárzás által, amelyet bizonyos nyomgázok elnyelnek. Az infravörös sugárzást bizonyos nyomgázok képesek

¹ A légkör valamely hosszabb időszak alatt felvett állapotainak statisztikai együttese. A fogalom a gyakorlatban leginkább a felszínen jelentkező, illetve az onnan megfigyelhető mennyiségekre és jelenségekre terjed ki.

elnyelni és visszasugározni a felszínre, tovább melegítve azt. Gyakran használják a folyamat bemutatására az üvegház-analógiát, ugyanis az üvegház beengedi a napsugarakat a tiszta üvegen vagy műanyagon keresztül, ugyanakkor megakadályozza, hogy a hő kiszökjön az épületből. Ebből ered az üvegházhatású gázok elnevezés is.

Az üvegházhatás természetes folyamat, mely nélkül a Föld felszíne több mint 30°C-kal lenne hűvösebb a megszokottnál, és nagymértékben lakhatatlan lenne. A legfőbb, a természetben jelenlevő üvegházhatású gázok a vízgőz (H₂O), a szén-dioxid (CO₂), a metán (CH₄) és a dinitrogén-oxid (N₂O). A



2.2 ábra - A sugárzóképesség megoszlása az üvegházhatású gázok között – Forrás: IPCC 4. értékelő jelentés, 2007.

vízgőz járul legnagyobb mértékben hozzá az üvegházhatáshoz, de nagyon rövid a légköri tartózkodási ideje (kb. 10 nap) és mennyiségét leginkább a légkör hőmérséklete határozza meg, nem a légkörbe való bekerülés és távozás aránya. Ezzel szemben a másik három gáz légköri tartózkodási ideje viszonylag hosszú – pl. a szén-dioxidé kb. egy évszázad, így a légköri koncentrációjukat a be- és kikerülés aránya szabályozza. Az ipari forradalom óta az emberiség fosszilis tüzelőanyag-felhasználása és a növekvő mezőgazdasági termelés növelte az összes hosszú tartózkodási idejű üvegházhatású gáz kibocsátását.

Az emberi tevékenység más módon is hatással van az éghajlatra. Az ipar, az erőművek és a közlekedés komoly forrásai a légköri aeroszol részecskének. Ezen részecskéken a napsugárzás egy része szóródik, így nem éri el a földfelszínt. Az aeroszol részecskék tehát hűtő hatást fejtenek ki. Befolyásuk fontos lehet az erősen szennyezett területeken, de az üvegházhatású gázokkal ellentétben, nem akumulálódnak a légkörben, mert csapadék formájában néhány hét alatt kikerülnek onnan. Az aeroszol részben elfedi a növekvő mennyiségben jelenlevő üvegházhatású gázok a teljes hatását, és csökkenti a hőmérséklet növekedésének ütemét. Az olyan emberi tevékenység, mint a mezőgazdaság és az erdőirtás, a Föld felszínének tulajdonságát változtatja meg olyan módon, mely hatással van az éghajlatra is. A földhasználat-változásra példa: amikor erdőt legelővé alakítanak, az növeli a terület sugárzásvisszaverő-képességét és a felszínen rendelkezésre álló nedvesség mennyiségét. Ezek regionális szintű változások. Az erdőirtás emellett jelentős CO₂ kibocsátáshoz vezet, jelenleg a teljes kibocsátás 19%-áért felelős.

2.1.2 Üvegházhatású gázok

Az ipari tevékenység a fent említettek mellett más üvegházhatású gázokat is kibocsát, konkrétan: fluorozott szénhidrogéneket (HFC), per-fluoro-karbont (PFC) és kén-hexafluoridot (SF₆). Minden üvegházhatású gáz különböző mértékben járul hozzá a globális felmelegedéshez sugárzási tulajdonságától, molekuláris tömegétől és légköri tartózkodási idejétől függően. A globális melegítési potenciál (GWP) az az általánosan elfogadott index, mely megmutatja, hogy adott tömegű üvegházhatású gáz meghatározott időszak alatt (általában 100 évet vesznek) mekkora sugárzási kényszerrel rendelkezik – azaz mennyire melegíti a légkört - ugyanakkora tömegű szén-dioxidhoz képest.

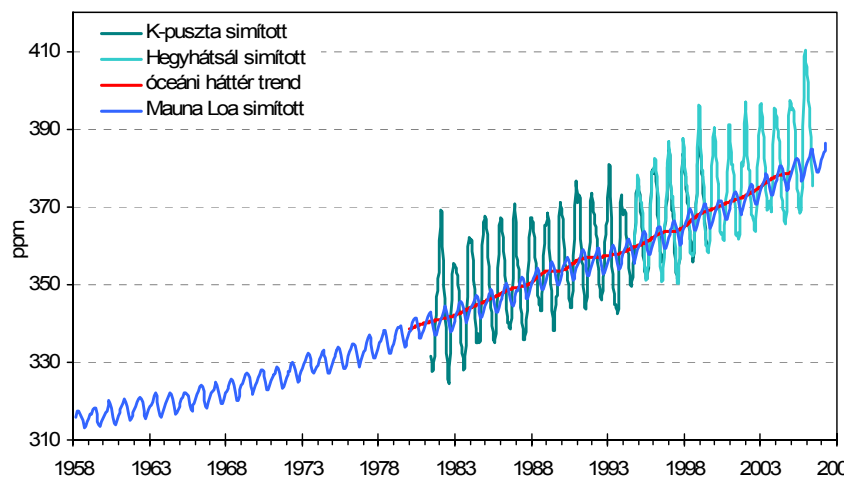
A szén-dioxid, metán és dinitrogén-oxid légköri koncentrációja az elmúlt 200 év alatt folyamatosan nőtt. A legtöbb egyéb üvegházhatású gáz légköri mennyisége is folyamatosan nőtt az elmúlt ötven évben. Jégfuratokból vett levegőmintákból tudjuk, hogy az ipari forradalom előtt a szén-dioxid légköri globális átlag koncentrációja 270 ppm (milliomod térfogatrészt) volt. Mérések kimutatták, hogy 2005-ben elérte a 381 ppm-et. A CO₂ koncentráció értéke már most olyan magas, amilyen az elmúlt 740 ezer évben még biztosan nem, és talán az elmúlt 20 millió év alatt sem volt. Mind a jégfuratok, mind a műszeres mérések azt mutatták, hogy a metán mennyisége a légkörben megduplázódott az ipari forradalom óta.

Üvegházhatású gáz	Tartózkodási idő (év)	GWP különböző időskálán		
		20 éves	100 éves	500 éves
CO ₂	változó	1	1	1
CH ₄	10,8	67	23	6,9
N ₂ O	114	291	298	153
HFC-134a	14	3830	1430	435
HFC-23	270	12000	14800	12200
SF ₆	3200	16300	22800	32600

2.1 táblázat - Az üvegházhatású gázok légköri felmelegítő képessége - Forrás: IPCC 4. értékelő jelentés, 2007

2.1.2.1 Történelmi trendek és mért változások

A globális hőmérsékleti feljegyzések azt jelzik, hogy a Föld 0,7°C-ot melegedett a múlt század kezdetétől. A tíz legmelegebb év – az 1861-es feljegyzések óta – 1990 után következett be, egyedüli kivétel 1996 volt. A valaha mért legmelegebb év 1998 volt, 2005 majdnem olyan meleg volt.



2.3 ábra Légköri szén-dioxid koncentráció növekedése Mauna Loán (Hawaii) és magyarországi állomásokon mért adatok alapján – Forrás: Haszpra L., 2007: Légkör, 52 2007/1, <http://www.esrl.noaa.gov>

tevékenységnek köszönhető, a többi pedig a természetes változékonyságnak, beleértve a Naptól érkező sugárzás intenzitásának változását és a vulkánkitöréseket. A melegedés nagy része az elmúlt 50 évben az emberi tevékenység következménye.

Azt, hogy az emberi tevékenység mennyivel járul hozzá ehhez a hőmérsékletváltozáshoz, összetett éghajlati modellekkel vizsgálják. Az Éghajlatváltozás Kormányközi Testülete (IPCC)² 2007. év folyamán közzé tett Negyedik értékelő jelentése minden korábbinál határozottabban állítja, hogy az emberi tevékenység felelős az egyre gyorsuló globális felmelegedésért.

Ezek azt mutatják, hogy 1900 óta a növekedés legalább 50%-a az emberi

² A Meteorológiai Világszervezet (WMO) és az ENSZ Környezeti Programja (UNEP) 1988-ban alapította az Éghajlatváltozás Kormányközi Testületét (IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change). A testület jelentéseiben több ezer tudós tudományosan ellenőrzött hiteles összefoglalást ad az éghajlatváltozásról, annak hatásairól és a lehetséges megelőző lépésekről. Jelenleg az éghajlatváltozás tekintetében az IPCC által készített jelentések a legszélesebb körben elfogadott szakmailag hiteles tudományos dokumentumok; melyek az éghajlatvédelmi nemzetközi tárgyalások tudományos háttéréül is szolgálnak.

Az északi félteke hóval fedett területe 10%-kal csökkent az 1960-as évek óta és a világ nagy részén a gleccserek jelentősen visszahúzódtak. Az elmúlt években hatalmas jégtömbök váltak le az antarktisi jégtakaróból. Az arktikus tengeri jég 40%-kal vékonyodott a késő nyári időszakban az elmúlt évtizedekben és 1950 óta késő nyáron 15%-kal csökkent a kiterjedése. A legutóbbi becslések szerint csak az elmúlt évtizedben 8%-kal csökkent a tengeri jég területe. A tengeri jég olvadása nem emeli a tengerszintet, de a jégpáncél eltűnése megkönnyíti a kontinentális jég óceánba való áramlását, és ezáltal hozzájárul a tengerszint emelkedéséhez.

A tengerszint évente 1-2 mm-t emelkedett a XX. században, főképp az óceánok hőtágulása és a gleccserek olvadása következtében. A tengerszint emelkedése folytatódni fog még azután is évszázadokig, miután a légkörben stabilizálódik az üvegházhatású gázok koncentrációja, mivel az óceánok termikus tehetetlensége nagyon nagy.

Egy sor növény- és állatfaj húzódott északabbra, a pólusok felé az elmúlt évtizedekben. A növények virágzása, a vándormadarak megérkezése, néhány madár költési időszakának kezdete és a rovarok felbukkanása korábbra tevődött a megfigyelések szerint az északi félteke közepes és magas szélességi köreinek nagy részén. Sok helyen rovarok és kártevők már sokkal könnyebben áttelelnék.

Komoly bizonyítékok vannak arra, hogy a viharok és hőhullámok gyakorisága növekszik a világ több részén, még fontosabb, hogy a hideg időjárási helyzetek a magas és közepes szélességeken csökkennek.

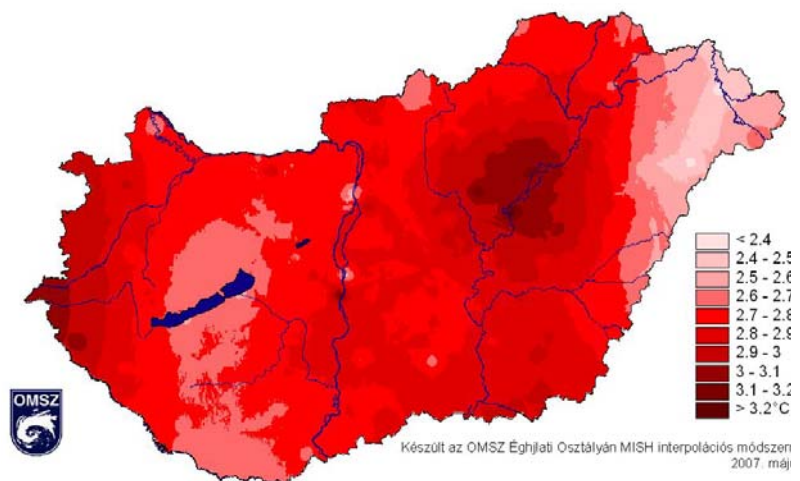
Példák:

- Az Arktiszon a hőmérséklet a globális átlaghoz képest kétszer gyorsabban nőtt az 1970-es évek közepe óta;
- Alaszka különösen gyorsan melegedett az elmúlt két évtizedben, és ez drámai hatással volt a környezetre, a növényekre, állatokra és emberi társadalmakra;

Európa-szerte jó néhány drámai áradásról lehetett hallani az elmúlt évtizedben. Valószínűleg az évezred legmelegebb nyara volt 2003, mely több mint 35 ezer ember halálát okozta Európában. Egy kutatás arra mutat rá, hogy az ilyen kivételesen meleg nyár elfordulásának valószínűsége kétszer akkora volt az üvegházhatású gázok növekvő jelenlétének következtében, és e század közepére ilyen nyarakra minden második vagy harmadik évben számítani kell.

Az éghajlat globális alakulásával párhuzamosan egyértelmű változások mutathatók ki a hazai hőmérsékleti és csapadékviszonyokban. A 2.4 ábrán egyértelműen látszik, hogy az utóbbi három évtized során (1975-2004) a napi maximumhőmérséklet (legmagasabb nappali hőmérséklet) drámai mértékben, 2-3 Celsius fokkal emelkedett.

Ugyancsak egyértelmű az éves csapadékmennyiség csökkenő tendenciája, amit jól kifejez az a tény is, hogy a legszárazabb 20 évből 6 év (30 %) az 1990 utáni időszakból szerepel (2.4 ábra). A véletlen arány itt 16 % lenne, vagyis a nagyon száraz évek aránya csaknem kétszer gyakoribb annál, mint amire változatlan éghajlat mellett számíthatnánk.



2.4 ábra -A nyári maximumhőmérséklet változása 1975-2004

2.1.3 Hogyan változhat az éghajlat a jövőben?

Komplex számítógépes modellek felhasználásával lehetséges a globális és regionális éghajlat múltbeli, jelenlegi és jövőbeli változásainak vizsgálata.

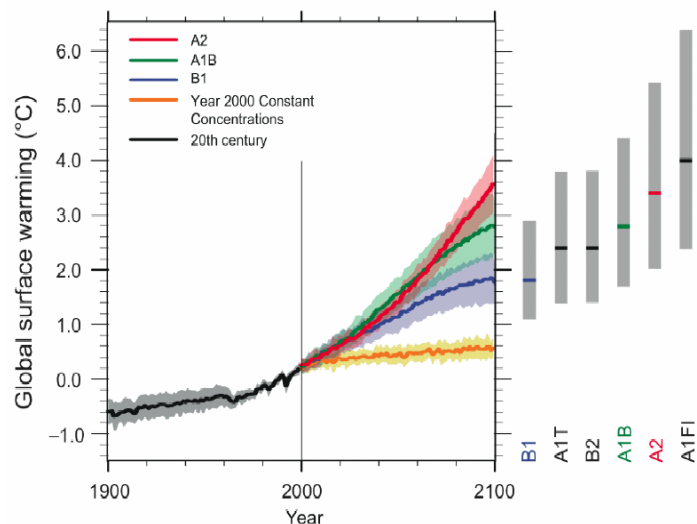
Az IPCC által meghatározott kibocsátási forgatókönyvek mindegyike szerint a globális átlaghőmérséklet emelkedése várható a 21. században. A legnagyobb változást előrejelző forgatókönyv szerint a földi átlaghőmérséklet 2100-ban akár 6,4°C-kal is magasabb lehet az 1980-1999 közötti időszak átlaghőmérsékleténél. Ugyanezen bázisidőszakhoz képest 2100-ra a világtengerek szintje is emelkedni fog 0,2-0,6 méterrel pusztán a felmelegedés hatására bekövetkező óceáni víz hőtágulása miatt. Az antropogén eredetű felmelegedés (ezt az 2.5 ábrán a narancssárga görbe jelzi) és ennek hatására a világtenger szintjének emelkedése a 21. század során még akkor is folytatódik, ha az üvegházhatású gázok kibocsátását sikerül stabilizálni.

A globális hőmérséklet emelkedésével a hirtelen és vélhetően megfordíthatatlan változások gyakorisága megnövekszik, és ezek súlyos hatásokkal járhatnak. Ezen hatások között van:

- a grönlandi és nyugat-anktartiszi jégtakaró jelentős mértékű olvadása, amely a világ tengerszintjeinek akár 12 méteres emelkedésével is járhat;
- csökkenést jelenthet az Észak-atlanti áramlás erősségében, amely jelentős hűtő hatással járhat az észak-atlanti és európai régióban;
- az olvadó permafrosztból történő növekvő metán kibocsátás vagy az óceánok mélyén a kontinentális határok mentén elhelyezkedő nagy mennyiségű metán-hidrátoknak a destabilizációja.

Ezen hatások mellett további óvatosságot követel, hogy jelentős változás esetén az éghajlati rendszer viselkedésében meglévő tehetetlenség miatt a folyamat visszafordítására sem marad belátható időn belül esély.

Multi-model Averages and Assessed Ranges for Surface Warming



2.5 ábra - Globális felszíni átlaghőmérséklet emelkedés eltérő forgatókönyvek alapján. Forrás: IPCC negyedik értékelő jelentés

Az IPCC aktuális megállapításai a globális éghajlatváltozásról

Az antropogén eredetű felmelegedés és a világtenger szintjének emelkedése a XXI. század során tovább emelkedik, még akkor is, ha az üvegházhatású gázok kibocsátását sikerül stabilizálni.

A globális felmelegedés mértéke az 1980-1999 időszakhoz képest 2100-ra a 2-4°C érzékenységi tartományban valószínű, és regionálisan eltérő mértékben jelentkezik majd.

Nagyobb hőmérséklet-emelkedés várható a szárazföldek felett, még nagyobb az északi félteke magasabb szélességein. A csapadék mennyiségének emelkedése várható a magas szélességen, csökkenése pedig szubtrópusi és mediterrán területeken.

A hóval borítottság szintén csökkenni fog csak úgy, mint a tengeri jég mennyisége.

A szélsőséges időjárási események (nyári hőség hullámok, záporok) gyakorisága is növekedni fog.

Fontos kérdések, hogy a jelenlegi felfelé mutató üvegházhatású gáz kibocsátási trendek hogyan állíthatók meg, és ezeknek a gázoknak a légköri koncentrációja hogyan stabilizálható egy olyan szinten, amely elhárítja a fent említett és más veszélyeket. 1996-ban az Európai Unió minisztereinek tanácsa javasolta, hogy a globális átlaghőmérséklet emelkedése nem több mint 2°C-ban legyen korlátozva, hogy elkerülhessük a veszélyes éghajlatváltozást. Akkoriban úgy gondolták, hogy ehhez a 2 fokos átlaghőmérséklet emelkedéshez a szén-dioxid légköri koncentrációját az 550 ppm-es szint alatt kell stabilizálni. Újabb kutatások egyre inkább arra mutatnak, hogy ez a stabilizációs szint alacsonyabban

Átlaghőmérséklet emelkedés az ipari forradalmat megelőző hőmérsékleti szint fölé	Hatások
1-2°C	Nagyobb hatások az ökológiai rendszerekre és fajokra; széleskörű hatások a társadalmakra
2-3°C	A grönlandi jégsapka el kezd olvadni, a korallzátonyok nagy része elpusztul, jelentős fajkihalás; nagy hatások a mezőgazdaságra, víz-erőforrásokra, egészségre és gazdaságokra. A földi szén-nyelők kibocsátókká válhatnak
1-4°C	Az észak-atlanti áramlat összeomlásának jelentősebb kockázata
2-4,5°C	A nyugat-antarktiszi jégtakaró összeomlásának növekvő veszélye

2.2 táblázat - A globális átlaghőmérséklet eltérő szintjéhez kapcsolható egyes hatások

található – közelebb a 450 ppm-es szén-dioxid egyenérték koncentrációhoz. Tekintve, hogy az ipari forradalom előtti 270 ppm-es szintről napjainkra a 380 ppm fölé emelkedett már ez a koncentráció, a veszélyes szintű klímaváltozás elkerülése céljából sürgősen jelentős kibocsátás korlátozás szükséges.

Ahogy a 2.2 táblázat mutatja, már viszonylag alacsonynak tűnő hőmérséklet-növekedés is jelentős hatást gyakorolhat az ökológiai rendszerekre és az állati és növényi fajokra, aszályhoz és szélsőséges esőzésekhez vezethet, és súlyos következményekkel járhat társadalmunk számára. A leginkább sérülékeny közösségek a fejlődő országokban valószínűleg jobban kitettek a hatásoknak és kevésbé lesznek képesek ezekkel megbirkózni. A csapadék- és aszálymintázat, valamint a viharok intenzitásának változása valószínűleg további milliókat tesz ki az aszály, éhség és betegségek veszélyének. A tengerszint majdnem egy méteres emelkedése az elkövetkező évszázadban potenciálisan pusztító hatással jár az alacsonyan fekvő szigetekre és a tengerpartokra. Az éghajlati rendszer kulcsfontosságú elemeinek megzavarása messzire ható következményekkel járhat, de rendkívül nehéz előrejelteni, hogy milyen szintű klímaváltozás vált ki ilyen változást. A jövőben várható hazai éghajlati változásokat az alkalmazkodási kihívások sorában a 4.2 pont részletezi.

2.1.3.1 Környezetbiztonsági kockázat

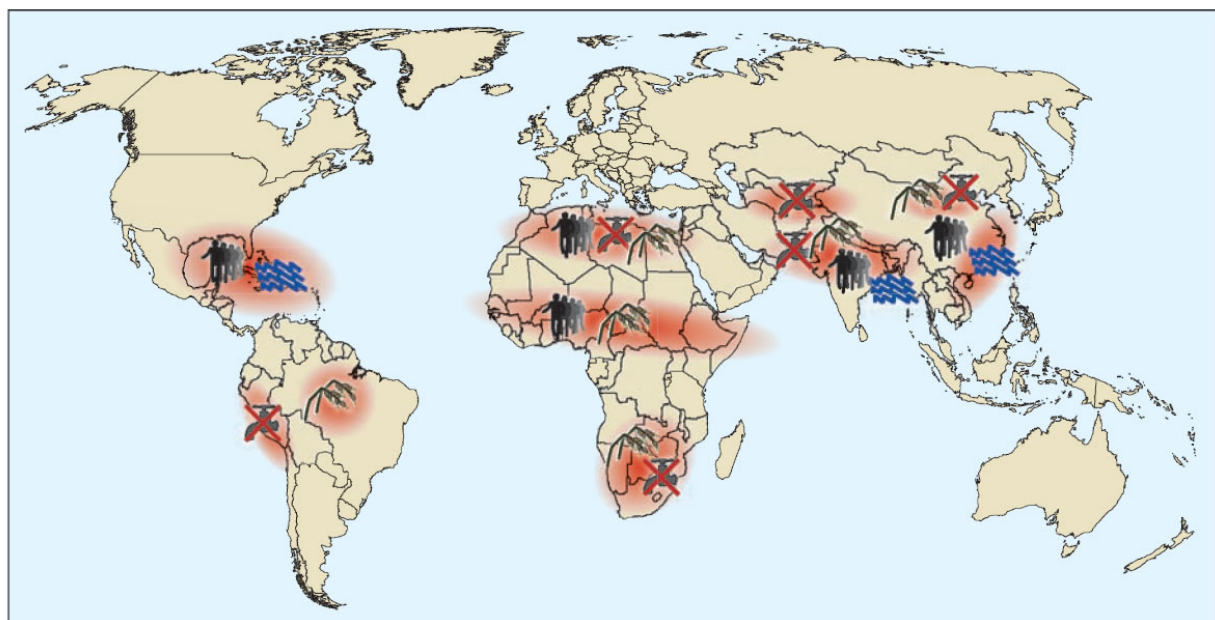
A politikai instabilitás és a konfliktusok kiterjedtebbé válnak a klímaváltozással. Az uralomelvéükből demokratikus rendszerré átalakuló társadalmak különösen sérülékenyek konfliktusok és krízishelyzetek tekintetében. A klímaváltozás újabb változást jelent ezeknek a társadalmaknak, amelyhez adaptálódniuk kell az átmenet fázisában. Ez a kapcsolat fontos lehet például számos afrikai ország és Kína esetében.

Olyan országokban ahol már most is gyenge kormányzati szerkezet és gyakoriak a konfliktusok, tovább erodálódhat az államszerkezet. Az erőszakos konfliktusok gyakori jellemzői a gyenge és törékeny államoknak, amelyekből jelenleg körülbelül 30 van és amelyeket az állami struktúrák folyamatos gyengülése és akár eltűnése is jellemez. A klímaváltozás hatásai különösen fogják sújtani a világnak azon régióit, amelyben az államoknak gyenge irányítási és probléma-megoldási kapacitásai vannak már jelenleg is. Ezen a módon a klímaváltozás a gyenge és törékeny államiság további elterjedéséhez vezet és növeli annak valószínűségét, hogy erőszakos konfliktusok jöjjenek létre.

Gyakorlati tanulmányok mutatják, hogy a szegény országok sokkal kitettebbek konfliktusoknak, mint gazdag társadalmak. A klímaváltozás érezhető gazdasági költséget fog jelenteni különösen a fejlődő országoknak: a mezőgazdasági termés visszaesése, szélsőséges időjárási jelenségek és migrációs mozgalmak mind nehezítik a gazdasági fejlődést.

Ahol a nagy népességnövekedés és sűrűség, erőforrás hiány (mezőgazdasági terület, víz) és alacsony gazdasági fejlettség együtt található, ott fokozott kockázata van a konfliktusoknak. Számos olyan országban és régióban, amelyek már most is nagy népesség-növekedéssel és sűrűséggel rendelkeznek valamint kiterjedt a szegénység, a klímaváltozás kielezi az erőforrás-hiányt és emiatt növeli a konfliktusok kockázatát.

A nemzetközi stabilitás és biztonság szempontjából az alábbi területeken jelentkeznek veszélyek,



Konfliktus lehetőségek kiválasztott kritikus zónákban



Klímaváltozás előidézte ivóvíz erőforráscsökkenés



Klímaváltozás előidézte csökkenés az éleletermelésben



Kritikus zóna



Klímaváltozás előidézte vihar és árvíz növekedés



Környezetileg előidézett migráció

2.6 ábra - Klímaváltozással kapcsolatos biztonsági kockázat: kiválasztott kritikus zónák. Forrás: World in Transition: Climate Change as a Security Risk. WBGU, 2007

amennyiben a globális kibocsátás-csökkentési politika kudarcot vall:

- A gyenge és törékeny államok számának valószínű növekedése
- Veszély a globális gazdasági fejlődésre nézve
- Növekvő nemzetközi elosztási konfliktusok kockázatának növekedése a klímaváltozás fő okozói és az általa leginkább sújtottak között
- Az emberi jogok szerepének és a iparosodott országok legitimitásának, mint a globális kormányzás szereplőinek a kockázata

- A környezeti menekültek migrációjának előidézése és erősödése
- A klasszikus biztonságpolitika túlterhelése klímaváltozás előidézte konfliktusokkal

2.1.3.2 Magyarországi kockázatok

A Negyedik értékelő jelentés második része az éghajlatváltozás már eddig megfigyelt és a jövőben várható következményeit tekinti át, elemzi a különböző gazdasági és társadalmi rendszerek éghajlatváltozással szembeni sérülékenységeit és az alkalmazkodás lehetőségeit. Az IPCC értékelése szerint a tiszta édesvízhez való hozzáférés ígérkezik az egyik legkritikusabb kérdésnek a jövőben, amely hazánk számára is kihívást jelenthet.

Az Európai Unió PRUDENCE programja által lehetőség nyílik arra, hogy Magyarország (Kárpát-medence) térségére a hőmérséklet és a csapadék várható alakulását részletesebben becsüljük a 2071-2100 időszakra. Az üvegházhatású gázok legnagyobb légköri koncentráció-növekedését feltételező forgatókönyvön alapuló eredmények alapján megállapítható, hogy minden évszakra egyértelmű melegedés várható, amelynek mértéke az 1961-90-es évek átlagához képest nyáron a legnagyobb: 4-5°C, tavasszal a legkisebb: 3-3,5°C. A csapadékösszegek változásának várható tendenciája nem minden évszakban azonos előjelű. Nyáron (és kisebb mértékben ősszel) a csapadék csökkenése, míg télen (és kisebb mértékben tavasszal) a csapadék növekedése várható. Mind nyáron, mind télen a csapadékváltozás mértéke meghaladhatja akár a 30-35%-ot. A nagycsapadékos jelenségek száma várhatóan a jövőben nő, míg a kis csapadékkal járó jelenségek csökkenő tendenciát mutatnak (lásd a 7.1 mellékletben).

Várható éghajlatváltozás Magyarországon a

- Minden évszakra egyértelmű melegedés várható, amelynek mértéke az 1961-90-es évek átlagához képest nyáron a legnagyobb: 4-5°C, tavasszal a legkisebb: 3-3,5°C.
- Nyáron (és kisebb mértékben ősszel) a csapadék csökkenése, míg télen (és kisebb mértékben tavasszal) a csapadék növekedése várható.
- Mind nyáron, mind télen a csapadékváltozás mértéke meghaladhatja akár a 30-35%-ot.
- A nagycsapadékos jelenségek száma várhatóan a jövőben nő, míg a kis csapadékkal járó jelenségek csökkenő tendenciát mutatnak.

A hazánkra előre jelzett változások a természetes ökoszisztémákat, a természetes élőhelyeket, az erdőállományokat, a mezőgazdaságot, a vízgazdálkodást és az emberi egészséget egyaránt érintik. Az IPCC jelentés készítői azzal számolnak, hogy a magyarországi folyók évtizedeken belül nyaranta akár a jelenleg szokásos szint felére apadhatnak. A talajvíz megfelelő utánpótlás híján süllyedni fog, főként a völgyekben és az alacsonyabb területeken, például az Alföldön. A záporok ugyanakkor gyakoribbá válnak, ami miatt nő a hirtelen árhullámok kockázata. Az emberi egészséget közvetlenül is érinti az éghajlatváltozás: nagy bizonyossággal növekszik a meleg, különösen a hőhullámok okozta halálesetek száma. A felmelegedéssel összefüggésben egyre több kórokozó is megjelenik – a kullancsok elterjedése például már ennek a folyamatnak az előjele. Továbbá a tudósok rámutattak arra is, hogy az 1980-1999-es időszak globális átlaghőmérsékletéhez képest 1,5-2,5°C-os hőmérséklet-emelkedés 20-30 százalékkal tizedelheti meg a biológiai sokféleséget kontinensünkön.

2.2 Az éghajlatváltozással kapcsolatban megjelent legújabb nemzetközi közgazdasági elemzések

A legfrissebb kutatási eredmények szerint a jövőbeli globális éghajlat-politikai rendszerben valamennyi fejlett és átalakuló gazdaságú országnak kibocsátás-csökkentési vállalásokat kell teljesíteni, valamint a fejlődő országoknak is fokozatosan, fejlettségi szintjük és üvegházgáz-kibocsátásuk figyelembevételével részt kell vállalniuk a kibocsátások csökkentésében a katasztrofális éghajlatváltozás elkerülésének érdekében.

Az üvegházgáz-kibocsátásokat négyféleképpen lehet csökkenteni. A költségek erőteljesen eltérnek attól függően, hogy a négy módszer milyen kombinációjáról van szó, és hogy melyik gazdasági ágban:

- a kibocsátás-intenzív termékek és szolgáltatások iránti kereslet csökkentése;
- nagyobb hatékonyság, ami pénz- és kibocsátás megtakarítást eredményezhet;
- a nem-energia kibocsátásokra vonatkozó intézkedések, mint például az erdőirtás elkerülése;
- az energia, a hő és a közlekedés területén az alacsony széntartalmú technológiákra való áttérés.

A kibocsátás csökkentés költségei emellett függenek a stabilizációs céltól és szinttől, a kiinduló helyzettől és az alkalmazott kibocsátás csökkentési technológiáktól, ugyanúgy mint a technológiai változás sebességétől.

2.2.1 Stern-jelentés

A 2006 őszi napvilágot látott Stern-jelentés³ szerint az éghajlatváltozás a valaha látott legnagyobb kihívás elé állítja a világgazdaságot. A jelentés szerint az üvegházgáz kibocsátás-csökkentésre úgy kell tekinteni, mint a jövőbe történő befektetésre, hiszen a hathatós, gyors kibocsátás-csökkentés előnyei messze felülmúlják annak költségeit. A Stern-jelentés készítésekor gazdasági modellekkel vizsgálták, hogy a kibocsátás-csökkentési célértékek függvényében hogyan alakulnak annak költségei. A jelentés szerint az 1990-es szinthez viszonyított 80%-os csökkentés esetén a világ összesített GDP-je +4 és -12% közötti tartományban változhat. Vizsgálataik szerint 2050-ig az 550 ppm CO₂ egyenértékű stabilizációs szinthez tartozó átlagos éves költségek jellemző értéke a világ összesített GDP-jének 1%-a körül valószínűsíthető. A „nem-cselekvés” ellenben a világgazdaságot néhány évtized múlva a világ éves GDP-jének legalább 5%-ával, a legrosszabb forgatókönyv szerint ennél magasabb, az egyes szélsőséges helyzeteket is beszámítva, akár 20%-os veszteséggel is terhelhetné.

A Stern-jelentésben ismertetett eredmények további finomítása szükséges, főképp annak tekintetében, hogy az éghajlatváltozás nem lineáris folyamat és a közgazdaságtudomány eszköztára nehezen tudja kezelni a szélsőséges hatású jelenségeket és a visszafordíthatatlan események (pl. fajok kihalása) költségeit.

2.2.2 Európai Bizottság költség-haszon elemzése

Az Európai Bizottság a 2007. január 10-én nyilvánosságra hozott energia-klíma csomag részeként hatáselemzést végzett a 2020-ra vonatkozó kibocsátás-csökkentési költségek nagyságrendjére vonatkozólag⁴. Az elemzéshez felhasznált modell azt szimulálja, hogy várhatóan hogyan alakul az üvegházhatású gázok kibocsátás-csökkentése és annak az Unió GDP-jére gyakorolt hatása, ha 2012 után globális részvétel lesz a kibocsátás-csökkentési rendszerben, illetve ha csak az EU vállal csökkentést. A vizsgálat főbb megállapításai a következők:

³ Sir Nicholas Stern, a Világbank korábbi vezető közgazdásza által koordinált átfogó, interdiszciplináris elemzés (Stern Review: „Stern Review on the Economics of Climate Change - Climate action now will avoid future economic chaos” 31. October 2006).

⁴ European Commission Staff Working document accompanying to the Communication From the Commission to the Council, The European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Limiting Global Climate Change to 2 degrees Celsius: The way ahead for 2020 and beyond Impact Assessment, Brüsszel, 2007.

- Ha az EU mellett a többi fejlett, valamint a legfejlettebb fejlődő országok is tesznek vállalásokat, az EU csökkentési célkitűzése 31% lenne, amiből 21%-ot belső csökkentéssel, 10%-ot pedig tiszta fejlesztési mechanizmussal (CDM) érne el. Ebben az esetben a globális kibocsátás-csökkentés 24%-ot érne el. Ennek költsége 2020-ra az EU GDP-jét 2,8%-kal csökkentené 1990-hez képest, mert a karbon piacon és a CDM-ben való széles körű részvétel miatt a kibocsátási egység jogok ára növekedne.
- Arra az esetre, ha az EU egyedül vállal 21%-os csökkentést két scenáriót dolgoztak ki. Mindkét forgatókönyv szerint a realizálható globális kibocsátás-csökkenés csupán 3,5% lenne. Ha nincs lehetőség CDM alkalmazására, akkor a 21%-os csökkentés egészét belső intézkedésekkel kell elérni, így a zárt rendszer miatt viszonylag szűkös rendelkezésre álló kibocsátási egység jogok ára magas lesz, ami 2020-ra 1,4%-os GDP csökkenést jelent 1990-hez képest. A másik forgatókönyv szerint van lehetőség CDM használatára. Ez azt jelentené, hogy akár belső csökkentés nélkül, csak CDM-ből megvalósítható a 21%-os uniós szintű kibocsátás-csökkentés. A magasabb kibocsátási egység jog kínálat miatt az egységek ára csökkenne, így a GDP-re gyakorolt hatás -0,3% lenne.

2.3 Kapcsolódás az ENSZ klímapolitikai folyamatához

Az éghajlatváltozással szembeni küzdelem csak globális összefogással lehet sikeres. Ezt az összefogást testesíti meg az 1992-ben aláírt ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezmény (UNFCCC), amely a legmagasabb szintű keretet nyújtja, és koordinálja a nemzetközi törekvéseket az éghajlatpolitika terén. A Keretegyezménynek ma már gyakorlatilag minden ENSZ-tagállam részese. A Keretegyezményben fejlett ipari országok vállalták, hogy üvegházhatású gáz kibocsátásaik 2000-ben nem haladják meg az 1990-es szintet, valamint nyilvántartást vezetnek üvegházhatású gáz kibocsátásaikról.

Az Éghajlatváltozási Keretegyezmény célja

„(...) az üvegházhatású gázok légköri koncentrációinak stabilizálása olyan szinten, amely megakadályozná az éghajlati rendszerre gyakorolt veszélyes antropogén hatást. Ezt a szintet olyan időhatáron belül kell elérni, ami lehetővé teszi az ökológiai rendszerek természetes alkalmazkodását az éghajlatváltozáshoz, továbbá, ami biztosítja, hogy az élelmiszertermelést az éghajlatváltozás ne fenyegetse, valamint, ami módot nyújt a fenntartható gazdasági fejlődés folytatására.“

A Keretegyezményben tett vállalás már a 1990-es évek közepén láthatóan elégtelen volt az éghajlatváltozás problémájának kezelésére és ez a felismerés hívta életre az 1997-ben elfogadott Kiotói Jegyzőkönyvet. A Jegyzőkönyvben a 38 fejlett és átalakuló gazdaságú ország a 2008–2012 közötti időszakra vállalja kibocsátásaik átlagosan 5,2%-kal történő csökkentését az 1990-es bázisévhez⁵ képest. A Kiotói Jegyzőkönyv 2005. február 16-án lépett érvénybe, amelyben az EU-15 már átlagos 8%-os csökkentés mellett kötelezte el magát, Magyarország 6%-os csökkentést vállalt az 1985-87-es bázis időszakhoz képest. Magyarország a Kiotói Jegyzőkönyv aláírásakor nem az 1990-es általános bázisét vette kibocsátás-csökkentési vállalásainak alapjául, hanem 1985-1987 átlagát. Ezen bázisévekben a hazai üvegházhatású gázok kibocsátásának mértéke⁶ 113 millió tonna volt,

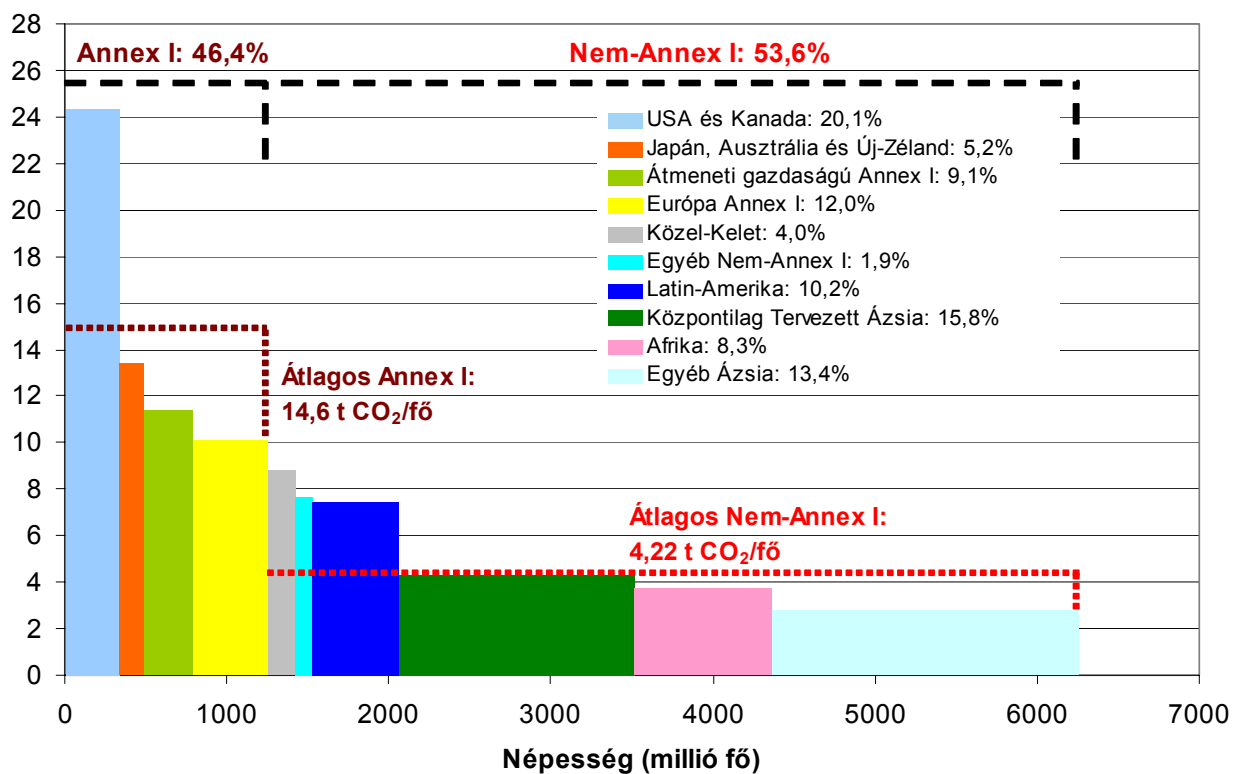
⁵ A Keretegyezmény méltányossági elvének értelmében egyes országok eltérő bázisét adhattak meg. Ennek értelmében Magyarország, mint átalakuló gazdaságú ország bázisidőszaka az 1985-1987-es periódus átlaga.

⁶ Az üvegházhatású gázok kibocsátását egységesített rendszerben azok összegzett, globális melegítési potenciálja alapján mérik (global warming potential, GWP), mivel a különböző gázok eltérő ideig tartózkodnak a légkörben és eltérő mértékű az üvegházhatást okozó hatásuk. A különböző üvegházhatású gázok hatását így abban az egyenértékben fejezik ki, mintha ugyanazt a hatást szén-dioxiddal érné el a szennyező emberi tevékenység.

amely 2005-re 76 millió tonnára csökkent. Ennek megfelelően hazánk az előrejelzések szerint teljesíteni tudja a Jegyzőkönyvben vállalt kibocsátás csökkentési célját.

A Keretegyezmény és annak Kiotói Jegyzőkönyve szempontokat biztosít a 2012-ig történő vállalások megvalósításán túlmenően a 2012 utáni lépésekre vonatkozólag is. Ezen szempontok mellett a klímaváltozás veszélyének növekedéséről egyre nagyobb mértékben és bizonyossággal állnak rendelkezésre információk, amelyek alapján nem látszik alternatívája egy olyan globális erőfeszítésnek, amelyben a közös, de megkülönböztetett felelősség elve alapján hosszabb távú és komoly erőfeszítések szükségesek mind a fejlett, mind pedig a dinamikusan fejlődő gazdasággal rendelkező fejlődő országok részéről.

Ezen szempontok alapján 2005 novemberében a 2012 utáni kibocsátás-csökkentési vállalásokkal kapcsolatban három tárgyalási folyamat indult el, melyek várhatóan 2010-ben fejeződnek be. A tárgyalások legfőbb célja az, hogy globális mértékben érdemi részvételre készítse az államokat, ugyanis, amennyiben a fő üvegházhatású gáz kibocsátó országok nem csökkentik a kibocsátásaikat, akkor nem tudjuk az üvegházhatású gázok légköri koncentrációját a Keretegyezmény által kijelölt biztonságos szinten stabilizálni. Ugyanakkor az egyes országok a kibocsátás-csökkentés költségeit



2.7 ábra - Az egy főre eső üvegházhatású gáz kibocsátás eltérő ország-csoportokban 2003-ban. *Forrás: IPCC Negyedik értékelő jelentés, 2007.*

csak akkor hajlandók vállalni, ha garanciát látnak arra, hogy más országok is cselekedni fognak e területen. Hiszen globális összefogás hiányában azt kockáztatják, hogy ugyan viselniük kell az alacsony széntartalmú gazdaságra való átállás költségeit, de mindezt anélkül, hogy a veszélyes vagy katasztrofális klímaváltozás hatásait elkerülnék.

2003-ban a globális kibocsátások 46%-áért volt felelős a világ lakosságának 20%-át jelentő Annex I (fejlett és átmeneti gazdaságú) országok összessége, ahol az egy főre eső kibocsátások átlagosan 14,6 tonna volt évente, míg a világ más részein 4,2 tonna.

Ahhoz, hogy a légköri üvegházhatású gáz koncentráció stabilizálását elérjük, a szén-dioxid mellett a metán és a dinitrogén-oxid kibocsátását is csökkenteni kell. Ennek a három gáznak a jelenlegi globális melegítési potenciálja olyan szintű, mintha 442 ppm koncentrációjú szén-dioxid lenne a légkörben. A szén-dioxid koncentráció 450 ppm koncentráción való stabilizációja és többi gáz

kibocsátásának a hasonló mértékű csökkenése olyan sugárzáserősítő hatást jelentene, mintha 550 ppm koncentrációjú szén-dioxid lenne a légkörben.

Az IPCC Negyedik értékelő jelentése azt állapítja meg, hogy annak érdekében, hogy csak 2-2,4°C-kal emelkedjen az egyensúlyi globális átlaghőmérséklet az iparosodás előtti szinthez képest, melyhez az üvegházhatású gázok légköri koncentrációjának 445-490 ppm-en történő stabilizációja szükséges, legkésőbb 2015-ig kell elérni globális szinten a kibocsátási maximumot, és 2050-re a globális kibocsátásokat a 2000. évi szinthez képest 50-85%-kal kell csökkenteni.

		2020		2050	
450 ppm CO₂ egyenérték	Globális	+10%			-40%
	EU25	-40%	-	-30%	-90%
	Annex I	-45%	-	-25%	-95%
	Fejlődő	Jelentős eltérés a referenciától minden régióban		Jelentős eltérés a referenciától minden régióban	
550 ppm CO₂ egyenérték	Globális	+30%			-10%
	EU25	-30%	-20%	-90%	-60%
	Annex I	-30%	-15%	-90%	-55%
	Fejlődő	Jelentős eltérés a referenciától Latin Amerikában, Közel Keleten, központilag tervezett Ázsiában és Kelet Ázsiában		Jelentős eltérés a referenciától minden régióban	
650 ppm CO₂ egyenérték	Globális	+50%			+45 %
	EU25	-20%	-10%	-65%	-40%
	Annex I	-15%	0%	-5%	-25%
	Fejlődő	Eltérés a referenciától Latin Amerikában, Közel-Keleten és Kelet-Ázsiában		Eltérés a referenciától a legtöbb régióban, különösen Latin Amerikában, Közel-Keleten és központilag tervezett Ázsiában	

2.3 táblázat- Kibocsátás-csökkentési intervallumok minden jelentősebb rezsím modellt felhasználva, mint százalékos változás az 1990-es szinthez képest, 450, 550 és 650 ppm CO₂ ekv. forgatókönyveket figyelembe véve – *Forrás: Factors underpinning future action – 2007 update, Ecofys 2007. május*

Az eltérő stabilizációs koncentrációs szintek eltérő kibocsátás csökkentési kihívást jelentenek globálisan. Magasabb koncentrációs szintek és a kibocsátás magasabb szinten történő tetőzése kisebb csökkentést követel meg, de nagyobb a kockázata, hogy a veszélyes klímaváltozást nem kerüljük el, és pozitív visszacsatolási folyamatok is jelentkeznek.

A fejlett ipari országoknak, közöttünk hazánknak is a jelenlegi és történeti kibocsátások szintje (az üvegházhatású gázoknak a légkörben való tartózkodásának eltérő tartalma években, de akár évszázadokban is mérhető) és a magasabb gazdasági fejlettség miatt jelentősen nagyobb mértékben kell kibocsátást csökkenteni, mint a globális átlag.

Szükséges megjegyezni, hogy legújabb kutatások szerint a 2°C globális átlaghőmérséklet emelkedés, mint maximális hőmérsékleti emelkedési cél eléréséhez az 550 ppm CO₂ egyenérték szinten történő stabilizáció túl magas (70%-100% esély a magasabb átlaghőmérsékleten történő stabilizációra) és körülbelül 50% esély van a 2°C szintnek a tartására a 450 ppm CO₂ ekv. stabilizációs szint esetén.

2.4 Összefüggések az EU klímapolitikájával

Az Európai Unió a Kiotói Jegyzőkönyvben az EU-15 tagállamokra együttesen vonatkozó 8%-os kibocsátás csökkentési vállalását egy ún. tehermegosztási megállapodáson keresztül osztotta el a tagállamok között. E közös vállalás alapozta meg az EU közös éghajlat-politikájának kereteit, amely elsősorban az üvegházhatású gázok kibocsátásainak csökkentésére helyezte a hangsúlyt.

A kibocsátás-csökkentési erőfeszítések eszközrendszerének kialakításában nyújt segítséget a 2000-ben indított Európai Éghajlatváltozási Program, amelynek eredményeként került sor 2005-ben az uniós emisszió-kereskedelmi rendszer bevezetésére. Emellett ennek a programnak az ajánlása alapján született meg az uniós szabályozás, amely a szintén üvegházhatású fluorozott szén-hidrogének kibocsátását korlátozza és ellenőrzi. Az utóbbi években csatlakozott tagállamokra – a Kiotói Jegyzőkönyv keretében – ugyan az általuk 1997-ben önállóan vállalt kibocsátás-csökkentési célok vonatkoznak, de emellett részt vesznek a Közösség kibocsátás-csökkentési erőfeszítéseiben is.

Az Éghajlatváltozási Keretegyezmény végső céljának értelmezéseként az EU éghajlat-politikai célként elfogadta, hogy a globális átlaghőmérséklet emelkedése nem haladhatja meg 2°C-kal az ipari forradalom előtti szintet. Az Európai Tanács 2005. márciusi ülésén kialakított állásfoglalás szerint a fejlett országok kibocsátás-csökkentési vállalásainak mértéke 2020-ban 15-30%-os nagyságrendűnek kell lennie a 2°C-os cél eléréséhez. Emellett a Környezetvédelmi Tanács 2005. márciusi következtetései arra mutatnak rá, hogy a fejlett ipari országok üvegházhatású gáz kibocsátásainak 2050-re 60-80%-kal az 1990-es szint alattinak kell lenniük.

Új célkitűzések az EU energia- és éghajlat-politikájában

Az Európai Tanács 2007 tavaszi ülészakán elfogadta, hogy az Unió, amennyiben egy globális kibocsátás-csökkentési megállapodás jön létre, akkor 2020-ra 30%-al csökkenti 1990-hez képest az üvegházhatású gáz kibocsátásait. A globális keretrendszer létrejöttéig az Unió egyoldalúan vállal 20% kibocsátás-csökkentést az 1990-es szinthez képest 2020-ra.

Az Európai Tanács 2007 tavaszi ülészakán tárgyalta az Európai Bizottság által előterjesztett energiapolitikai és éghajlatváltozási „csomagot” és határozatba foglalta, hogy az Unió a nemzetközi tárgyalásokon szorgalmazza azon célkitűzését, miszerint a fejlett országokban az üvegházhatást okozó gázok kibocsátását 2020-ra az 1990-es szinthez képest 30%-kal csökkenteni kell. Emellett az Unió önálló célként tűzte ki, hogy a nemzetközi keretrendszer megvalósulásáig az üvegházhatást okozó gázok legalább 20%-os kibocsátás csökkentését vállalja 2020-ra az 1990-es szinthez képest. Ennek a csökkentésnek a végrehajtását valamint az Unió energiabiztonságának javítását szolgálja a 2007 márciusában elfogadott energiapolitikai javaslatcsomag, amelynek keretében célként tűzték ki, hogy 2020-ra az Európai Unió teljes energiafelhasználásának 20 %-t fedezze megújuló energiaforrásokból, 20 %-os energia-megtakarítást érjen el, és a bioüzemanyagok arányát 10%-ra növelje a folyékony üzemanyagok esetében.

2.5 Kapcsolódás hazai stratégiai dokumentumokhoz és kutatásokhoz

Két átfogó, hosszú távú, az Országgyűlés által elfogadott koncepcióhoz kapcsolható a NÉS, ezek: az Országos Fejlesztéspolitikai Koncepció és az Országos Területfejlesztési Koncepció. Mindkettő 2013-ig, majd kitekintő jelleggel 2020-ig adja meg az ország fejlesztési irányait és azok területi vetületeit. Mindkét dokumentum gazdaságilag, társadalmi szempontból és környezetileg is kiegyensúlyozott, a területi kohéziót erősítő fejlődési pályát rajzol fel az ország jövője szempontjából. A NÉS-nek éppen ezt a harmonikus kohéziót kell erősítenie, amely egyúttal meghatározó kerete az EU klímapolitikájának, abban az értelemben is, hogy a kohéziót a jövő nemzedékek felé is ki kell szélesíteni.

A Kormány elfogadta és az Európai Bizottság is támogatja az Új Magyarország Fejlesztési Tervet (ÚMFT), amely az uniós kohéziós politika pénzügyi eszközeinek felhasználását szabályozza. Az ÚMFT mind horizontálisan, mind a NÉS szempontjából kiemelt prioritásokat fogalmaz meg, így például többek között a közlekedés, az energia és a környezetvédelemről szóló prioritások tekintetében is.

A NÉS egyik megalapozó dokumentuma a második Nemzeti Környezetvédelmi Program (NKP-II), amelynek egyik tematikus akcióprogramja az Éghajlatváltozási Akcióprogram. Az ott leírt célok és eszközök is hozzájárulnak a NÉS gyakorlati megvalósításához.

A hazai éghajlatkutatások több mint negyed századra tekintenek vissza. Kezdetben a megfigyelt hazai változások trendjei, a globális átlaghőmérséklettel való kapcsolata, később kezdeti fizikai modellezése illetve a hibamentes (homogén) adatsorok biztosítása állt a kutatások homlokterében. A megfigyelt változások cirkulációs magyarázata, majd az időjárás számszerű előrejelzésére kidolgozott sikeres metodika átültetése a hazai éghajlati gyakorlatba már a klímadinamika legkorszerűbb irányzataival való lépéstartásról tanúskodik.

A nyolcvanas évek második felében megjelentek az első éghajlati hatásvizsgálatok is, amelyek egy része még a hosszantartó aszályok, és más éghajlati szélsőségek hatásait dokumentálta. Már e vizsgálatok megállapították, hogy a Kárpát-medence hidrológiai és ökológiai szempontból ugyanúgy érzékeny terület, mint a mérsékelt övi kontinensek nagy része, sőt a sajátos domborzat miatt bizonyos tekintetben – pl. hidrológiai alvízi jelleg és a Duna-Tisza köze talajvízszintjének instabil volta miatt – azoknál is sérülékenyebb

E kisebb projektek és intézményi kezdeményezések nyomán felhalmozott kutatási tapasztalatokat integrálta, fokozta és emelte a hazai közfigyelem szintjére a KvVM és az MTA együttműködésében 2003 nyarán indított, „A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok” (később kapott mozaikszóval: „VAHAVA”) projekt, melyben több száz tudós, kutató, szakember vett részt. Megvizsgálták a hazai klíma változásának várható irányát, elemezték ennek az egyes ágazatokra és szakterületekre gyakorolt valószínűsíthető hatását és megkísérelték feltárni az arra adandó gazdasági, társadalmi és politikai válaszokat. A három éves munka során a projekt résztvevői felkutatták és feldolgozták a legfontosabb adatokat, legkiemelkedőbb nemzetközi publikációkat, kutatási jelentéseket, ajánlásokat és egyezményeket. Közéletismódja az ún. „nagyrendszer-szintézis” útján történt, amely során elemző összesítések, számos rendezvény és vita során formálódó sokoldalú egyeztetések végeredményeként alakult ki az éghajlatváltozás hazai stratégiájához hozzájáruló tudományos szintézis.

A jelen stratégia – ahol ez lehetséges volt – a VAHAVA projekt eredményeire támaszkodva készült. A VAHAVA megállapításai – különösen az alkalmazkodás területén – a NÉS megalapozásának tekinthetők, a VAHAVA ajánlásai a NÉS tervezésének és különösen a végrehajtásának a garanciális elemeit alkotják. A stratégia éghajlati megalapozása ugyanakkor erősebb a VAHAVA-énál annyiban, hogy alapvetően az EU PRUDENCE Projektjének eredményeire támaszkodik, amely a ma elérhető legteljesebb fizikai tartalommal bíró modellekből a legrészletesebb felbontásban származnak.

2.6 A Stratégia célja, alapelvei és prioritásai

2.6.1 A NÉS átfogó céljai

A Föld számos térségére kiterjedő hatásvizsgálatok, valamint a jégtakaró és az óceáni cirkuláció stabilitásának modellezése nyomán, a 90-es évek második felében a tudományos konszenzus 2° C-ban jelölte meg azt a határt, amelyet ha túllép a globális átlaghőmérséklet változása, akkor annak következményeként a súlyos regionális vízellátási- és élelmiszer ellátási feszültségek, illetve vissza nem fordítható geofizikai változások kockázata jelentősen megnő, és negatív hatások az uralkodóak minden régióban.

Az éghajlatváltozás várható hatásai vonatkozásában a 2-2,5°C-os globális átlaghőmérséklet-emelkedés mérföldköül szolgál hazánk számára is. Ehhez az éghajlatváltozási forgatókönyvhöz viszonyítva került kialakításra a stratégia kettős célrendszere, mely kiterjed mind az üvegházhatású gázok kibocsátásainak csökkentésére, mind pedig az elkerülhetetlen éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodásra.

A NÉS átfogó (végső) céljai

- **járuljon hozzá** azon nemzetközi törekvésekhez, hogy a 2-2,5°C globális átlaghőmérséklet emelkedés a lehető legkisebb valószínűséggel következzen be,
- **segítse elő** a hazai környezeti, társadalmi, és gazdasági rendszerek a felkészülését a globális átlaghőmérséklet legfeljebb 2-2,5°C-os emelkedéséből adódó hazai következmények kezelésére.

A NÉS átfogó céljain túlmenően rész-célokat fogalmaz meg az üvegházhatású gázok hazai kibocsátás-csökkentése és az alkalmazkodás hazai törekvéseire.

2.6.2 Alapelvek

A NÉS végrehajtása során a következő elvek érvényesülését kell biztosítani:

- Fenntarthatóság: A stratégia intézkedései figyelembe veszik a jövő generációk szükséglet kielégítésének feltételeit.
- Rendszerszemlélet: A stratégia az éghajlatváltozást a környezeti változást okozó hajtóerők, terhelések, állapot, hatás és válaszok dinamikus rendszerében értelmezi.
- Elővigyázatosság elve: Amennyiben az éghajlatváltozás hatásai emberi, természeti és társadalmi-gazdasági veszteségekkel fenyegetnek, megfelelő óvintézkedéseket kell bevezetni akkor is, ha tudományosan még nem bizonyított az egyértelmű ok-okozati összefüggés vagy a várható veszteség mértéke.
- Megelőzés elve: Általános érvényű, egyben bizonyított elv, hogy a veszteségekkel fenyegető változások megelőzésének költsége akár több nagyságrenddel is kisebb, mint a bekövetkezett kár helyreállításának várható ráfordítása.
- Közös felelősség és partnerség elve: Valamennyi klímapolitikai intézkedés meghatározásánál és végrehajtása során minden érdekelt körében együttműködésre kell törekedni az állami, a civil, és az üzleti szektorok között.
- Integrálás elve: Az 1997-es Amszterdami Szerződés kimondja, hogy a környezet megóvása minden közösségi ágazati politika szerves részét alkotja. Ennek megfelelően integrálni kell az éghajlatváltozási stratégia szempontjait és iránymutatásait valamennyi hazai stratégiába, tervbe és programba, amelyek e területtel összefüggésben állnak.
- Az átterhelések kiküszöbölése: Csak olyan intézkedések elfogadhatók, amelyek nem okoznak összemérhető környezeti terheket más környezeti és természeti rendszerekben és térségekben.

2.6.3 Célkitűzések

Az éghajlatváltozás összetett problémakörének kezelésére és megoldására létrehozandó megfelelően hatásos eszközrendszer kidolgozása és működtetése megkíván egy világos és egyszerű prioritásrendszert, amelynek elemei a következők lehetnek:

- Percepció – a felkészülés társadalmisítása, a politikai akarat erősítése: A stratégia tervezése és végrehajtása nem képzelhető el a társadalmi és szakmai érdekképviselői csoportok részvétele nélkül. A tervezés és végrehajtás társadalmisítása révén a stratégia koherens társadalmi-gazdasági- környezeti jövőképet fogalmaz meg.
- Mitigáció – arányos kibocsátás csökkentés: Az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése 2012-ig a Kiotói Jegyzőkönyvben részes félként vállalt mértékben és eljárásoknak megfelelően. 2012 után az EU által a tagállamok közötti megállapodásnak megfelelő mértékben, de oly módon, hogy a csökkentési intézkedésekkel járó gazdasági haszon és környezetvédelmi előnyök

maximalizálhatók, a technológiai és egyéb költségráfordítások minimalizálhatók legyenek. Hatékony és hatásos kibocsátás-csökkentési szakpolitikákat kell kidolgozni, amelyek figyelemmel vannak a gazdasági szektorok kibocsátás-csökkentési potenciáljára és a kapcsolódó költségekre.

- Adaptáció – arányos felkészülés az alkalmazkodásra: Az éghajlatváltozás hatásaihoz történő társadalmi-gazdasági alkalmazkodás legfontosabb eszközeinek és társadalmi feltételeinek megteremtése és folyamatos biztosítása a növekvő szükség függvényében. Mindemellett az éghajlatváltozás olyan hatásaival szembeni sérülékenység csökkentése is szükséges, amely hatásokhoz nem lehet alkalmazkodni.

3 Az üvegházhatású gázok hazai kibocsátásának mérséklése

3.1 Kibocsátások és csökkentési szükségletek

3.1.1 ÜHG kibocsátási trendek Magyarországon

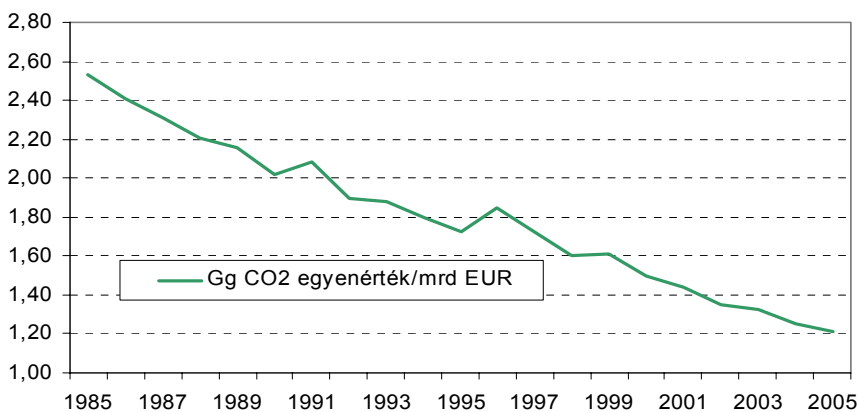
A központosított tervezet átalakulása nyomán Magyarországon a kibocsátások a korábbi évek kibocsátásához képest szignifikánsan csökkentek, majd az 1990-es évek közepétől napjainkig stagnáltak, amint az a 3.1 táblázatban látható. A hazai üvegházhatású gázok megoszlását gázonként mutatja be a .

évek	Bázis évek átlaga	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
ÜHG kibocsátás	112 564	106 150	104 263	94 230	85 534	75 524	74 277	73 428	71 299	
évek	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
ÜHG kibocsátás	77 645	75 707	73 715	77 312	75 441	75 599	73 926	75 480	74 735	75 743

3.1 táblázat - Üvegházhatású gázok teljes kibocsátása (ezer tonna CO₂ egyenérték) - Forrás: Nemzeti ÜHG Kibocsátási Leltár (2007)

A kibocsátások alakulása a gazdaság teljesítményével, a gazdaság szerkezetével, az energiaszerkezettel és az energiahatékonysággal függ össze elsősorban.

A szén-dioxid-kibocsátás (CO₂) csökkenése a 90-es évek elején részben az ország csökkenő gazdasági teljesítményével összefüggő tüzelőanyag felhasználás mérséklődéséből adódik; másrészt



3.8 ábra - GDP-hez viszonyított ÜHG kibocsátás alakulása - Forrás: Nemzeti ÜHG Kibocsátási Leltár, KSH

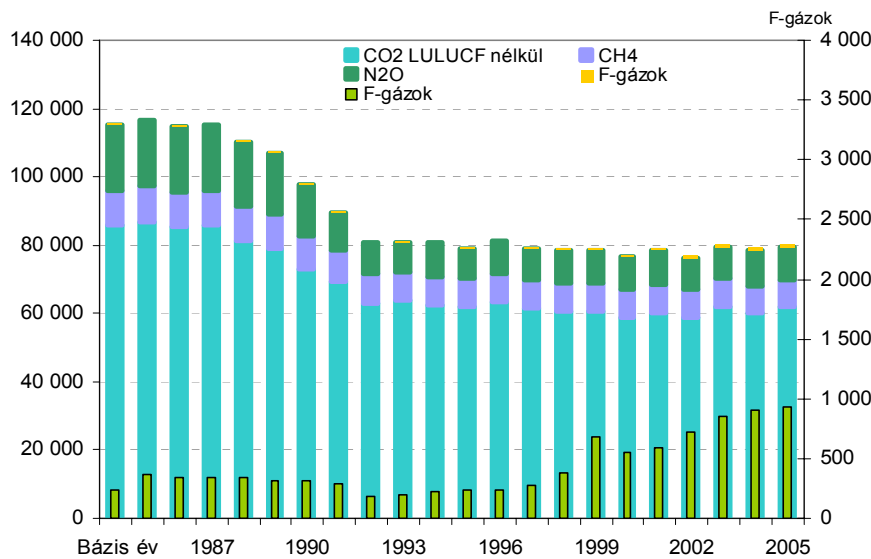
országban folyamatosan csökkentek, és 2005-ig ez a csökkenés ellensúlyozta a gazdasági növekedés kibocsátás-növelő hatását.

A metán (CH₄) kibocsátásnál két, ellentétes hatás érvényesül, az egyik az állatállomány csökkenéséből adódó mérséklődés, a másik a vezetékes gáz térhódítása következtében jelentkező szivárgásokból adódó kibocsátás-növekedés. Ezért eredményez mindez viszonylag stagnáló, de lassan csökkenő trendet.

A dinitrogén-oxid (N₂O)-kibocsátás az időszak elején, az előbbieken említett okok miatt jelentősen csökkent, ezt követően kissé emelkedő, majd süllyedő értéket mutat – elsősorban a mezőgazdasági teljesítményt követve.

ezzel párhuzamosan folyamatosan csökkentek a kibocsátások a szerkezetváltás, a felhasznált tüzelőanyagok szerkezetében bekövetkezett – a kibocsátások szempontjából kedvező – változás, és a gazdaság energetikai racionalizációjának következtében. Ennek a folyamatnak következményeként a GDP-re vetített kibocsátások az

A HFC gázok alkalmazása a 90-es évek második felében vált intenzívebbé, a freon típusú hűtőközegek használatának korlátozásával összhangban. A növekedés egyértelmű, de ugyanakkor az

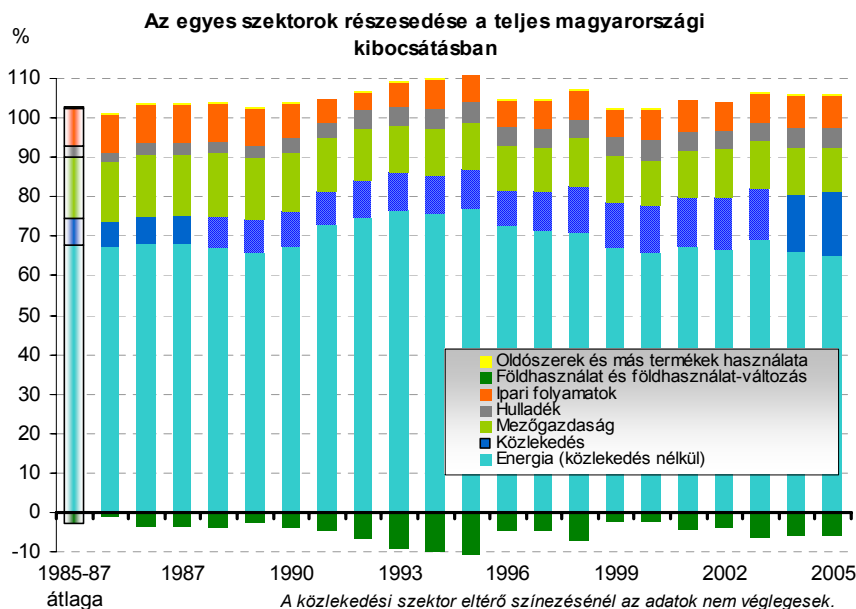


3.9 ábra - Üvegházhatású gázok kibocsátásának változása (Kt CO₂ egyenértékben) - Forrás: Nemzeti ÜHG Kibocsátási Leltár, 2007.

elmúlt három évben egy telítődés figyelhető meg, aminek elsősorban az az oka, hogy a HFC gázok használata a háztartási hűtőgépgyártásból kezd kiszorulni. Ennek ellenére 2003-ban nagy mértékben emelkedett és 2004-ben tovább nőtt a felhasználás – és a kibocsátás. 2005-ben viszont nem mutat jelentősebb változást az előző évhez képest. A PFC-k kibocsátása leginkább az alumíniumgyártáshoz kapcsolódik, ezért tendenciája azzal együtt változik. Az időszak

elején drasztikus csökkenés után egy lassú, folyamatos emelkedés következett be. Az kén-hexafluorid (SF₆) kibocsátás elsősorban a villamos energetikai ipar felhasználásának a függvénye. Tendenciája a gyártási-felhasználási igényektől függően változik, de folyamatosan emelkedő képet mutat.

Az n a források általi kibocsátás, illetve nyelők általi elnyelés változását mutatjuk be ágazati bontásban. Látható, hogy az energia, közlekedés és mezőgazdasági szektorok gyakorolják a legnagyobb hatást az



3.10 ábra – Az egyes szektorok részesedése a teljes hazai kibocsátásban - Forrás: Nemzeti ÜHG Kibocsátási Leltár, 2007.

összes kibocsátásra. Az energiaszektor kibocsátása fokozatosan csökken a kevesebb energia- és a kedvezőbb összetételű tüzelőanyag felhasználás következtében. Az ipar és építőipari szektor kibocsátása a korábban elmondott okok miatt először drasztikusan csökken, majd lassú emelkedést mutat. A mezőgazdasági ágazat csökkenő kibocsátása az állatállomány és a növénytermesztés erőteljes csökkenésével függ össze, majd az

időszak második felében hullámzó értéket mutat. A 2004. évi kismértékű emelkedés a korábbiaknál jelentősen nagyobb termésmennyiségből adódik. A hulladékszektor kis mértékű kibocsátás-növekedése a keletkezett és az elszállított hulladék mennyiségének a növekedéséből adódik. Az 1990. évnél látható törést a hulladék sűrűségváltozásának a követése okozza. A földhasználat és

földhasználat-változás szektor csökkenésének (elnyelés növekedésének) oka a faállomány gyarapodása. A görbe alakulására jelentős hatással van a talaj CO₂-háztartásának változásából adódó kibocsátás vagy elnyelés.

Az egy főre eső szén-dioxid kibocsátás az EU tagállamokban csak 4 tagállamban (Lettországon, Litvániában, Romániában és Bulgáriában) alacsonyabb, mint hazánkban. Az alacsony érték egyrészt annak eredménye, hogy Magyarországon a közcélú erőművek villamos energia termelésének évente kb. 40%-a származik a Paksi Atomerőműből, másrészt az unión belül hazánkban a legmagasabb a földgáz aránya a primerenergia forrásokon belül (43%), a halmozatlan felhasználásban pedig már 47%. Az EU-ban nálunk a második legalacsonyabb az egy főre jutó személygépkocsik száma, és az egy főre jutó termelésben és fogyasztásban is jellemzően elmaradunk az EU átlagtól, de karbon-intenzitás tekintetében mutatóink rosszabbak az unió átlagánál.

3.1.2 Az éghajlatvédelem nemzeti célkitűzései

A hazai kibocsátás-csökkentési célok meghatározásánál a globális kibocsátási szükségletekből, valamint a fejlett ipari országok kibocsátásokért vállalandó történeti felelősségéből kell kiindulni. Mint arra a korábbiakban utaltunk, az Európai Csúcs 2007. március 9-én állást foglalt, amely szerint az EU kibocsátás-csökkentési vállalásainak mértéke 2020-ra 20%-os, illetve amennyiben az egyéb fejlett, valamint a nagy kibocsátó fejlődő országok is vállalnak megfelelő mértékű csökkentést, akkor 30%-os az 1990-es évi kibocsátási szinthez képest. Emellett a Csúcs 2050-re 60-80%-os csökkentési mértéket irányoz elő. A tagállamok összességére, az üvegházhatású gáz kibocsátó ágazatok teljes körét figyelembe vevő, aggregált kibocsátás-csökkentési cél elérésére az egyes tagállamok eltérő vállalásokat tesznek majd, amelyek megállapításakor a nemzeti sajátosságok, lehetőségek és kapacitások figyelembe vétele szükséges.

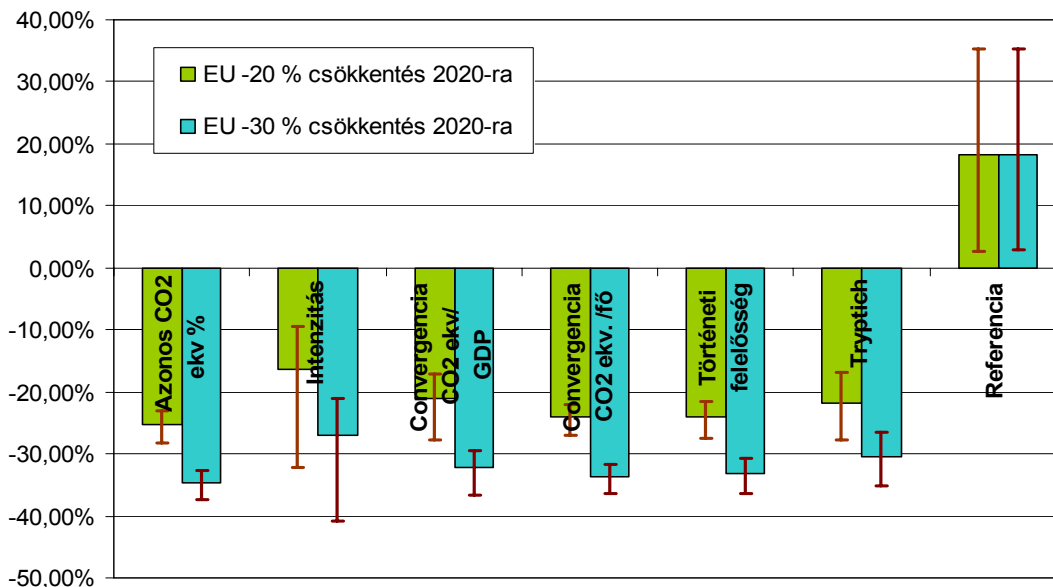
A magyar kibocsátás-csökkentési vállalásoknak egy, a lehetőségek és szükségletek által kiegyensúlyozott nagyságrendje indokolt, ugyanis:

- Magyarország 20 %-kal alacsonyabb kibocsátásokkal rendelkezik jelenleg, mint a kibocsátások 1990-es szintje, másrészt
- gazdasági fejlődése szempontjából jelentősebb kibocsátás-csökkentési vállalás akadályozná az unió átlagához történő gazdasági felzárkózást
- valamint Magyarországon európai viszonylatban alacsony az egy főre jutó kibocsátás
- azonban tekintettel kell lenni arra is, hogy a kibocsátás-csökkentési erőfeszítések fokozatos bevezetése, tehát minél korábbi elkezdése fontos a későbbi sokkhatás elkerülése érdekében.

Az uniós kibocsátás-csökkentési célokhoz hasonlóan kettős kibocsátás-csökkentési célrendszer indokolt meghatározni, attól függően, hogy az az Unió egyoldalú csökkentésének részeként, vagy pedig egy globális keretben történik. (Ez utóbbi esetben a fejlett ipari országok mellett a fejlődő országok is vállalnak kibocsátás-korlátozási célokat, a közös, de megkülönböztetett felelősséggel összhangban, végső célként megfogalmazva, hogy a globális átlaghőmérséklet ne haladja meg a 2-2,5°C-kal az ipari forradalom előtti szintet.)

Számos módszer létezik az uniós tehermegosztási megállapodáson belül a tagállamok kibocsátás-csökkentési céljainak elosztására. Ezek alapján egy intervallum jelölhető meg, amelyen belül kell meghatározni a kibocsátás csökkentési célokat a stratégia első felülvizsgálata során.

A 2020-ra tervezett 20 %-os uniós kibocsátás-csökkentési cél esetén hazánk kibocsátás-csökkentési vállalásainak intervalluma a modellek alapján 1990-hez képest a 16% és 25% közötti csökkentési tartományba esnek. Amennyiben kialakul egy globális keretrendszer, amin belül az unió 30



3.11 ábra - A magyarországi ÜHG kibocsátás csökkentési célok 2020 vonatkozásában eltérő elosztási módszerek alapján 1990-hez képest -Forrás: Factors underpinning future action – 2007 update, Ecofys 2007. május

%-os csökkentési célt vállal 2020-ra, akkor a 27 % és 34 % közötti tartományba esnek a hazánkra vonatkozó átlagos kibocsátás-csökkentési értékek a különböző kibocsátás-csökkentési modellek középértékei alapján.

A hazai üvegházhatású gáz kibocsátások csökkentésének célja:

Az EU egyoldalú kibocsátás-csökkentési vállalása esetén: 2020-ra 16-25%-os csökkentés hazánk 1990-es kibocsátási szintjéhez képest.

Átfogó globális keretrendszer esetén: 2020-ra 27-34%-os csökkentés hazánk 1990-es kibocsátási szintjéhez képest.

A fentiek mellett valószínűsítjük, hogy 2050-re az 1990-es szinthez képest legalább 60%-os mértékben kell csökkenteni az üvegházhatású gáz kibocsátást.

Mindkét csökkentési cél esetén növekvő abszolút kibocsátásokkal számolhatunk 2010-ig, majd pedig

- az EU önálló vállalása esetén (EU átlag -20%) 16-25%-os csökkentés hazánk 1990-es kibocsátási szintjéhez képest, ami a 2005-ös szinthez képest 4 % növekedés és 5 % csökkentés közötti tartomány. Az egy főre jutó kibocsátás a 2005-ös 7,8 tonnáról 8,22-7,34 tonnára változik.
- globális kibocsátás-csökkentési keretrendszer (EU átlag -30%) esetén 27-34%-os csökkentés hazánk 1990-es kibocsátási szintjéhez képest, ami a 2005-ös szinthez képest 7-14 % csökkentés jelent. Az egy főre jutó kibocsátás a 2005-ös 7,8 tonnáról 2020-ra 7,14-6,46 tonnára változik.

A célok feltételrendszerébe beépült, hogy a lakosság 2020-ra 9,7 millióra csökken, amely alapján az egy főre jutó kibocsátás mértékében bekövetkező csökkenés mértéke alacsonyabb, mint az abszolút mértékű kibocsátás-csökkenés.

Amennyiben 2005 és 2020 között 16,4%-os kibocsátás növekedést feltételezünk alapforgatókönyvként, akkor a kibocsátás-csökkentési forgatókönyvek az alábbi CO₂ egyenértékben számított csökkentési szükségleteket adják:

M.e.: ezer t CO ₂	BAU (2020)	Célkitűzés	
		16-25%	27-34%
Min.	88 157	9 004	19 370
Max.		17 485	25 966

Csak az energiaszektorban megvalósítható beavatkozásokkal, azaz a hatásfoknöveléssel és kapcsolt energiatermeléssel, a megújuló energiahordozókra történő átállással, a lakossági szektorban és a közsférákban végrehajtott energiatakarékosági intézkedésekkel és az ipari kibocsátások mérséklésével 68 milliárd forint éves állami támogatással 8 millió t CO₂ egyenérték kibocsátás-csökkentés érhető el, abban az esetben, ha a jelenlegi árat és szabályozói környezetet képzeljük el. Az ár és szabályozói környezet a stratégia által vizsgált periódusban valószínűleg kedvezőbben alakul a megújuló energia és energiahatékonyság tekintetében.

A kibocsátás-csökkentési célok ágazati vonatkozásait (szükség esetén ágazati alcélok meghatározását) a Stratégia első felülvizsgálata során részletesen ki kell dolgozni. A Stratégia végrehajtásának első időszakában kulcsterületek a kibocsátások csökkentése terén:

- a közlekedési ÜHG kibocsátások növekvő tendenciájának megállítása, tekintettel arra, hogy a közlekedés infrastruktúra, településszerkezet és épületállomány átalakítása hosszú időszakot igényel és így azzal korán el kell kezdeni foglalkozni,
- az energiahatékonyság növelése a lakossági és közsférákban, mely egyben hozzájárul az energiafelhasználás csökkentéséhez és költségtakarékosággal is jár,
- az energia-felhasználás „intelligensebbé tétele”, amely a viselkedési szokások, az értékrend változása, valamint átgondolt irányítás és vezérléstechnika alkalmazásával hoz kibocsátás-csökkentést,
- a megújuló energiahordozók használatának fokozott előmozdítása, amely elkerülhetetlen a 2050-es dekarbonizációs cél megvalósításához és az energia biztonság javításához,
- szakpolitikai intézkedések a fenti célok megvalósulásának elősegítésére, különösen az energetikai szektorban (pl. természetes monopóliumok szabályozásának optimalizálása)

A kibocsátás-csökkentési korlátok, amelyekkel 2012 után számolni kell, illetve a korlátozott olcsó hazai kibocsátás csökkentési potenciál szükségessé teheti, hogy a 2012 utáni globális kibocsátás-csökkentési rendszer keretében, annak fontos elemeként a Kiotói Jegyzőkönyv rugalmassági mechanizmusainak mintájára a fejlődő és fejlett országok közötti kibocsátás-csökkentési transzfer mechanizmust hazánk is kihasználja. A fejlődő országokban történő kibocsátás-csökkentési beruházások költsége várhatóan alacsonyabb lesz, mint a kibocsátás-csökkentési szükségletek teljes mértékben hazai intézkedésekkel történő kielégítése.

3.2 ÜHG kibocsátási jövőképek és a kibocsátás-csökkentési potenciál

3.2.1 ÜHG kibocsátási jövőképek

Magyarország kibocsátás-csökkentési pályáját közép és hosszú távon az határozza meg, hogy az éghajlati rendszer stabilizációjához elengedhetetlen globális kibocsátás-csökkentési szükségletek hogyan fordítódnak le a „közös, de megkülönböztetett felelősség” elvével összhangban az egyes régiók és országok kibocsátás-csökkentési kötelezettségeire.

A 2050-re szóló 550 ppm CO₂ egyenérték szintjén történő globális üvegházhatású gáz koncentráció stabilizálás érdekében a fejlett ipari országokra 60-80%-os kibocsátás csökkentési célt tart irányadónak az Európai Unió, amely cél a 60-90 %-os intervallumba is eltolódhat. Az elkövetkezendő

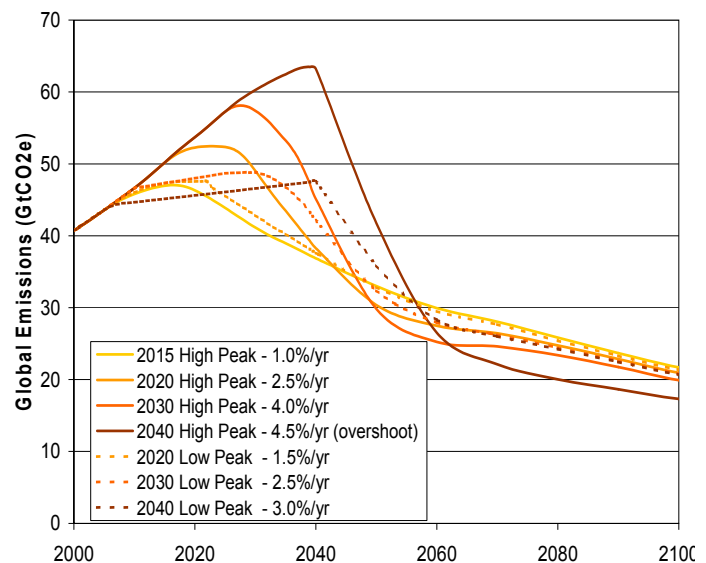
évek során fog eldőlni az, hogy az Európai Unió 2020-ra szóló egyoldalú kibocsátás-csökkentési vállalásához csatlakoznak-e más fejlett országok, és hogy 20%-os vagy 30%-os csökkentést kell-e végrehajtani a kibocsátásokban középtávon, valamint az is, hogy a tagállamok közötti tehermegosztási megállapodás keretében hazánk milyen kibocsátás-csökkentéssel járul hozzá az uniós szintű cél teljesüléséhez. A tagállamok közötti elosztás mellett a kibocsátás-csökkentési célok mértékét befolyásolja az is, hogy milyen vállalást tesz majd az Unió a globális keretrendszerben, amely 2050-ig a kibocsátások jelentős csökkentéséhez vezet.

Fontos szem előtt tartani, hogy a jelenlegi és közeljövőbeli kibocsátás-csökkentési lehetőségek kihasználásának elmulasztása azt eredményezi, hogy a távolabbi jövőben aránytalanul nagyobb kibocsátás-csökkentési terheket kell a társadalomnak és a gazdaságnak elviselni – gyorsabban, nagyobb mérvű kibocsátás csökkentést kell végrehajtani. Lényeges, hogy a fokozatos kibocsátás-csökkentés élénkítően hathat a gazdaságra, a hatékonyabb technológiák, módszerek és logisztika alkalmazására. Ezzel szemben a hirtelen – a gazdaság felkészülését lehetővé nem tevő – erős „karbon-korlát” a fejlődés akadályát jelentheti. Emiatt indokolt olyan 2050-ig nyúló kibocsátás-csökkentési pályát meghatározni, amely lehetőséget ad a fokozatos váltásra, és nem jelent gazdasági sokkhatást.

A kibocsátás-csökkentési forgatókönyvek szükségesek az energia-intenzív iparágak fejlesztési igényeinek tervezéséhez is – tekintve, hogy ezek között vannak olyan iparágak, melyek beruházási ciklusai több évtizedre terjednek ki. Tipikusan ilyen az erőművi szektor vagy a közlekedési infrastruktúra-fejlesztés, ahol nagy beruházások megvalósítása hosszú távú tervezést igényel. Egy megalapozatlan kibocsátás-csökkentési politika könnyen eredményezhet többletköltségeket, amennyiben a jelentősebb kibocsátó szektorokban jelentős szerkezeti korrekcióra lesz szükség egy évtized múlva. E korrekciók, a kibocsátás-csökkentés szükségletei mellett komoly többlet terheket róhatnak a lakosságra és a gazdasági szférára is.

A kibocsátás-csökkentési forgatókönyvek meghatározásához – az egyes szektorok esetében – a következők figyelembevételére van szükség:

- Egyes „elvi” lehetőségeket elvetni szükséges, ugyanis nem tennék lehetővé az EU által is elvárt kibocsátás-csökkentési kötelezettségeket. Ilyen például a nagymértékű fosszilis alapú áram- és hőtermelés jelentős bővülése. Ilyen forgatókönyvvel nem számolunk a jelen stratégia keretében.
- Más infrastrukturális kibocsátás-csökkentési lehetőségek „azonnali” indulását tételeztük fel, ugyanis egyes esetekben jelentős problémát okozna a kivárás és késői cselekvés. A környezetkímélő közlekedési infrastruktúra (pl. vasút) és az épületenergetikai fejlesztések esetében a beruházások átlagos élettartama akár egy évszázadban is mérhető, így ezekben a szektorokban viszonylag gyorsan el kell kezdeni a szükséges átalakításokat.
- A kibocsátás-csökkentési forgatókönyvekhez vannak olyan alapvető választási lehetőségek, pl. az elsődleges energia típusainak meghatározása, amelyek esetén a forgatókönyv további részletei nagyban meghatározottak a szakpolitikai lehetőségek vagy szükségletek terén.



1.12- ábra Eltérő kibocsátási csúcsok hatása eltérő mértékű csökkentési szükséglet éves szinten a csúcsot követően egy 550 ppm-es CO₂e szinten való stabilizáció hat eltérő forgatókönyve alapján. Forrás: Meinshausen, M. (2006): 'What does a 2°C target mean for greenhouse gas concentrations? A brief analysis based on multi-gas emission pathways and several climate sensitivity uncertainty estimates', *Avoiding dangerous climate change*, H.J. Schellnhuber és mások (szerk.), Cambridge: Cambridge University Press, 265 - 280.

- Egyes energiahatékonyság-javítási intézkedések elkerülhetetlenek az összes szektorban. Enélkül a fogyasztói, viselkedési szokások megváltoztatását és az állampolgárok értékrendjének megváltoztatását is értelmetlen lenne kezdeményezni. A hatásfok növelése szükségszerű a villamos-energia termelésben is.
- Az energiatermelői rendszerek diverzifikációja és a megújuló energiaforrások arányának növelése szintén alapvető fontosságú. A nem csupán éghajlatvédelmi szempontok alapján hozott döntések az elsődleges energia típusának megválasztására vonatkozóan meghatározó jelentőséggel bír a kibocsátási trendekre nézve. A nukleáris energia alkalmazása vagy mellőzése például ilyen választási lehetőség. Amennyiben ez az opció kevésbé, vagy nem kerül alkalmazásra, akkor hatékonyság-javítási intézkedések mellett a szén-dioxid leválasztás és tárolás számára kell nagyobb teret biztosítani, továbbá ki kell aknázni a „karbon-semleges” gazdasági-társadalmi működés költségesebb lehetőségeit is.

A kibocsátás-csökkentési jövőképek megvalósulása végső soron azon múlik, hogy sikerül-e a gazdaságot egy erősen fosszilis energia-függő pályáról egy „alacsonyabb szén függőségű” pályára állítani.

Magas széntartalmú gazdaság	Alacsony széntartalmú gazdaság
Villamos energia	
A villamos energia termelés nagy része szén, olaj és gáz felhasználásával történik	A villamos energia előállítása nagyobb részt vagy teljesen alacsony karbon-tartalmú forrásokból származik: megújulók (szél- és napenergia, biomassza); a szén-tüzelésű erőművek szén befogást és tárolást alkalmaznak; nukleáris energia
A villamos energia termelés hatásfoka alacsony, a kapcsolt energiatermelési lehetőségek nincsenek teljes körűen kihasználva	A villamos energia termelés hatásfoka magas, a kapcsolt villamos energia termelési lehetőségek kihasználásra kerülnek a decentralizált villamos energia termelés térnyerésével egy időben
A villamos energia szolgáltatóknak a lehető legnagyobb mennyiségű villamos energia eladása az érdeke	A villamos energia szolgáltatóknak a környezetbarát energia eladása, és a villamos energia fogyasztás csökkentése érdekükben áll
Ipar	
A gazdaság szerkezetében jelentős a magas energiaintenzitású ágazatok aránya	A gazdaság szerkezete a kevésbé energia-intenzív ágazatok felé tolódik el, részben a fogyasztás szerkezetének átalakulása, részben a termelésükhöz magas fajlagos energiamennyiséget igénylő anyagok újrahasznosítása következtében
Az egyes termékek termelése a legjobb elérhető technikához képest magas fajlagos energiafelhasználással történik	Az egyes termékek termelése során az energia-megtakarítási lehetőségek kiaknázása elsődleges szempont
A termékek és a termelés megtervezése során nem helyeznek hangsúlyt azok újrahasznosíthatóságára	A termékek könnyebben újrahasználhatóak lesznek
A helyettesíthető köztes és végtermékek közötti választás során nem szempont a termelés során kibocsátott ÜHG mennyisége	Egymással helyettesíthető termékek esetén az alacsonyabb ÜHG kibocsátás preferált
Hőenergia	
Az épületek úgy épülnek, hogy nagy mértékben használják és pazarolják az energiát	Minden új otthon úgy épül, hogy sokkal kevesebb fűtést igényel, vagy egyáltalán nem igényel fűtést (passzív épületek); jobban tervezett és mikro- és közösségi szintű hőtermelés
A legtöbb háztulajdonos nem ruház be szigetelésbe annak ellenére, hogy megtérülő beruházást jelentene, a pénzügyi és információs korlátok miatt	Minden háztulajdonos számára elérhető egyszerű szolgáltatás, az energia audit elvégzése és az energia felhasználás csökkentése
Más feldolgozásból és áramtermelésből származó hő nem kerül felhasználásra	A villamos energiával kapcsoltan termelt hő elterjedt
A hőtermelés alapja olaj, szén és gáz	A hőtermelés alapja alacsony szén-tartalmú tüzelőanyag vagy technológia, mint biomassza.

Közúti közlekedés	
A személygépkocsi használat növekszik, ahogy a jövedelmek növekednek, a légi közlekedés rohamosan növekszik	Az emberek fenntarthatóbb közlekedési módokat választanak, beleértve a helyi és regionális felszíni tömegközlekedés nagyobb használatát, a gyaloglást és biciklizést
A közúti szállítás aránya növekszik	A közúti szállítás aránya csökken, a szállítási igények tudatos tervezésén, a fenntartható szállítási eszközök választásán keresztül
A vásárlók a nagy környezeti lábnyommal rendelkező gépkocsikat preferálják	A vásárlók tudatosak a gépkocsik környezeti lábnyomát illetően és jobban figyelembe veszik azt, amikor vásárlási döntést hoznak
A legtöbb gépjárművet fosszilis üzemanyag hajtja	A járművek alacsony karbon tartalmú üzemanyagokat használnak – középtávon bioüzemanyagokat, hosszútávon villamos energiát és hidrogént
Az üzemanyag-ellátók a benzint és dízelt helyezik középpontba	Az üzemanyag-ellátók a bioüzemanyagok és más típusú üzemanyagok ellátására infrastruktúrát hoznak létre

3.4 táblázat - Magas és alacsony szén felhasználó társadalom képe

A gazdaság karbon-intenzitásának csökkentése nem csak a veszélyes klímaváltozás lehetőségének korlátozását segíti elő, hanem az energiabiztonság növelésének is kulcseszköze, valamint hozzájárulhat a zömében külföldről származó, dráguló fosszilis tüzelőanyagok költsége által okozott gazdasági teher csökkentéséhez az elkövetkező években, évtizedekben. Az árnövekedésnél a földgáz és kőolaj esetében különösen jelentkezik az a kényszer is, hogy a növekvő globális felhasználási igény mellett a készletek felhasználásának csúcspontja a 2010-es és 2030-as évek között várható. Az olajkitermelés csúcspontja után esetlegesen a világgazdaság válsága várható, amennyiben a kőolaj-felhasználás alternatívái nem állnak széleskörűen rendelkezésre a csúcs elérése idejére. A kőolaj és földgáz felhasználás alternatíváinak széleskörű elterjesztése 10-20 évet vesz igénybe. Az alternatívák elterjesztésének pozitív hozadéka, hogy a kőolaj- és földgázkitermelés csúcspontja később következik be – több időt biztosítva az alternatívák szélesebb körű elterjesztésére és a csúcspontot követő esetleges válság elkerülésére.

Pozitív társadalmi hatás, hogy a megújuló energia sokkal munkaintenzívebb, mint a hagyományos energiatermelés, ezért munkahelyeket teremt a megújuló energiatermelés és -felhasználás növelése. Egy hagyományos szénalapú erőműben például 0,01-0,1 munkahely/GWh-t feltételezhetünk, a megújuló technológiáknál ez az érték 0,1-0,9 munkahely/GWh. A szénbányák bezárása miatti munkahelyvesztést is beszámítva, a nem megújuló energiaforrások megújulóval történő felváltása nettó munkahelyteremtő tevékenység. Lengyelországban például a 2010-es 7,5%-os megújuló energiaforrás-arány elérése a becslések szerint 30.000 új állást teremt majd. Bizonyos technológiák (szél-, nap-, vízenergia) ezen túl még a szükséges berendezések gyártásával is újabb állásokat hoznak létre.

3.2.2 Kibocsátás-csökkentési potenciál az egyes ágazatokban

3.2.2.1 Energiatermelés

Jelen stratégia összefüggésében az energiatermelésen belül mind a villamos-, mind a hőenergia termelést vizsgáljuk⁷. Magyarország 2005-ös bruttó belföldi energiafogyasztásából (1152,3 PJ) az atomerőművi fűtőanyag és az importált villamos energia együtt 15%-ot, a megújuló energiák pedig mindössze 4,1%-ot képviselnek. Más szóval ez azt jelenti, hogy a belföldi felhasználás csaknem 81%-át fosszilis energiahordozókból fedezi az ország. A fosszilis energiahordozók döntő többségét (több mint 77%-át!) pedig importból szerezzük be. A üvegház-gáz kibocsátási leltárban az energiaszektor pedig abszolút meghatározó szerepet játszik: a 2005-ben kibocsátott 84,7 millió tonna CO₂ egyenértéknyi kibocsátás kereken 75%-a az energiaszektorhoz köthető (ez magában foglalja a villamos

⁷ A kibocsátás-leltár értelmezésében minden energetikai célú primerenergia-felhasználás az energiaszektornál kerül elszámolásra.

Tároló típusa	CO ₂ tárolókapacitás [millió tonna]
Mély sós vizes	3000
Szénhidrogén mező	408
Szenes rétegek	240

3.5 táblázat - Hazai tárolótípusok becsült szén-dioxid kapacitása - *Forrás:* CO₂ -befogással és -elhelyezéssel kapcsolatos jelenlegi nemzetközi és hazai helyzet, Magyar Állami Eötvös Lóránd Geofizikai Intézet, 2007.

A hatásfok javítása az erőműiparban részben tüzelőanyag-váltással (a korszerű gáztüzelésű kombinált ciklusú erőművek hatásfoka jelenleg 50% körüli, de középtávon várhatóan tért hódítanak az egyelőre csak a tengerentúlon megépült, akár 60%-os hatásfokú berendezések is) összefüggésben, részben a régi blokkok cseréjével, kiváltásával valósítható meg. A hőtermelés területén a rossz hatásfokú berendezések cseréje, a kapcsolt energiatermelés lehetőségeinek további kihasználása, ill. a távhő rendszerek elosztási veszteségeinek csökkentése vehető számításba. E lehetőségeket a vonatkozó fejezetben részletesebben tárgyaljuk.

A földgáz kémiai összetételénél fogva az egyéb fosszilis energiahordozókhoz képest kedvezőbb fajlagos CO₂ kibocsátású tüzelőanyag. Az eddiginél nagyobb mértékű alkalmazására elvileg a villamosenergia-termelésben lenne lehetőség, mivel a hőtermelésben már jelenleg is döntő szerepet játszik (a közcélú erőművek fűtőművei 76%-ban, az üzemi erőművek 97%-ban használnak földgázt, az épületfűtés pedig kb. 72%-ban alapul közvetlenül, vagy a távfűtésen keresztül a földgázon). Ha a hazai villamosenergia-termelés összes, nem földgáz alapú fosszilis kapacitását korszerű földgáztüzelésű erőművekkel váltanánk ki, a földgáz kedvező tulajdonságai és a hatásfokjavulás következtében kb. 5 millió tonna/év CO₂ kibocsátás csökkenés lenne realizálható, ez kb. 30%-os csökkentést jelentene ezen ágazat kibocsátásaiban⁸. Gyakorlati szempontból azonban nem célszerű a jövőbeli fejlesztéseket döntő mértékben földgázra alapozni: Magyarország számára beszerzése tolerálható költségszinten csak egy forrásból lehetséges, így importja egy bizonyos határ felett ellátás-biztonsági szempontból sem lehet kívánatos.

A fosszilis alapú erőművi kibocsátások csökkentésének lehetséges eszköze a szén-dioxid leválasztás és föld alatti elhelyezés. A szén-dioxid ipari méretű leválasztása és földalatti elhelyezése jelenleg kizárólag bányászati műveletekhez, jelesül a szén-hidrogén kitermeléséhez kapcsolódóan folyik Magyarországon. Némely érett kőolaj, illetve földgázmező esetében harmadlagos termelési módként az 1970-es évek végén, 1980-as évek elején vetődött fel az inert gázok besajtolásának lehetősége a gáztelepekben visszamaradó kőolaj és gázkészlet letermelésére.

Az elsődleges elemzések alapján, Magyarországon az ipari eredetű szén-dioxid földalatti elhelyezésére nagyon jelentős kapacitások, „természeti erőforrások” állnak rendelkezésre. Magyarország tehát szén-dioxid befogadás szempontjából jó adottságokkal rendelkezik. Magyarország potenciálisan a kimerült kőolaj- és földgáztározók, valamint mélyen fekvő sós vizes rétegek kihasználásával alakíthatná ki szén-dioxid tárolókapacitásának zömét, továbbá jelentős perspektívái vannak a kimerült, illetve gazdaságosan nem kitermelhető mélyszinti szénbányák tározóvá alakítása esetén. Ez utóbbi esetben a költségeket csökkentheti a felszabaduló és kitermelhető metán hasznosítása.

A nukleáris alapú villamosenergia-termelés egy ország ÜHG kibocsátás-leltára szempontjából kétségkívül előnyös. Új atomerőművi kapacitás létesítése Magyarországon az igények növekedésének ütemét alapul véve elvileg 2025 után lehet realitás. Az energiapolitika tézisei 600-700 MW teljesítményű blokk(oka)t említene, mint a magyar rendszerbe könnyen beilleszthető egység nagyságot. Egy 600 MW-os egység a jelenlegi paksi adatokhoz hasonló csúcskihasználással kb. 3600 GWh villamos energiát biztosíthatna. Ha ezt a blokkot egy nagyon korszerű (60%-os hatásfokú, 2020 után üzembe helyezett) gáztüzelésű kapacitással vetjük össze, a kibocsátás megtakarítás kb. 1,2 millió tonna CO₂

⁸ A 2004-es erőművi energiamérleg adatai szerint

évente. Nyilvánvaló azonban, hogy ilyen horderejű kérdés nem ítéhető meg egyedül klímastratégiai szempontok alapján és szélesebb körű, a hazai hosszú távú energiapolitika és a fenntartható fejlődés magyarországi törekvéseit is figyelembe vevő mérlegelés szükséges.

A *megújuló energiák* hasznosításának potenciáljára nézve több becslés is napvilágot látott az elmúlt években, bár ezek összesített eredményeit illetően esetenként nagyok az eltérések. Magyarország összes (elvi) megújuló energiapotenciálja, hozzávetőleg 2500 PJ/év, ami kb. 2,5-szerese a jelenlegi primer energiafelhasználásunknak. Ennél azonban jóval alacsonyabb a valóban, technikailag is kihasználható megújuló energia mennyisége. Az erre vonatkozó becslések már jóval szélesebb sávban szórnak, értékét az egyes források 150-1300 PJ/év közé teszik. Az egyes tanulmányok megegyeznek azonban abban, hogy a legnagyobb közeljövőben kihasználható potenciállal a biomassza rendelkezik, ezt követi a földhő, szél, vízi- és napenergia hasznosítás. A megújuló energiák hasznosításával kapcsolatban eddig elsősorban az villamosáram-termelés területén értünk el sikereket. Magyarország már 2005-ben teljesítette az EU-csatlakozáskor tett ez irányú vállalását⁹, hiszen a megújuló energiából termelt villamos energia már 2005-ben meghaladta a 4%-ot, 2010-re pedig várhatóan eléri az 5,8%-ot.

Aggodalomra ad okot azonban, hogy ennek több mint 90%-át a nagyerművi faapríték-tüzelés adja, amely alacsony hatásfokon történik, és aminek a fenntarthatósága megkérdőjelezhető. A potenciál további része a villamosenergia-termelés területén elsősorban új, jó hatásfokú biomassza tüzelésű erőművekkel, ill. a rendszerstabilitás határáig szélerőművekkel, a hőtermelés területén a biomasszára való áttéréssel érhető el - utóbbi főleg a *távfűtés esetén ajánlható, nem egyedi lakossági fűtések esetén*. Ugyanis a kis teljesítményű, általában nem szabályozható, korszerűtlen tüzelőberendezések esetén lokális légszennyezés alakulhat ki. Nagyobb városokban a közlekedési légszennyezés és a lakossági tüzelésből származó emisszió kedvezőtlenül befolyásolhatja a helyi levegő minőségét. A lakosság esetében a napkollektoros, illetve a földhő hasznosítású ún. „nulla” emissziójú kiegészítő hőtermelés ajánlott elsősorban, illetve a földgázvezetékbe betáplált biogáz ajánlható a fölgáz felhasználása helyett.

Hazánk geotermikus adottságai kiemelkedők mind Európában, mind a világ többi országával összehasonlítva. Ennek oka, hogy a litoszféra vékonysága miatt a geotermikus gradiens értéke 5°C/100m, ami mintegy másfélszerese a világtálagnak. Értéke területenként változó, de általánosságban elmondható, hogy a Dél-Dunántúlon és az Alföldön nagyobb, míg a Kisalföldön és a hegyvidéki területeken kisebb, mint az országos átlag.

Magyarországon egyelőre kizárólag geotermikus alapú hőtermelés van, villamosenergia-termelés nincs. Ez utóbbira jelenleg még csak kísérletek vannak. A hőtermelés azonban több évtizede működik hazánkban, gazdaságosan és versenyképesen a fosszilis energiahordozókkal szemben is. Napjainkig mintegy 750 MW beépített kapacitás valósult meg, amely kb. mintegy 3,6 PJ geotermikus energiafelhasználást tesz lehetővé. A potenciálszámítások szerint mintegy 50 PJ lenne felhasználható Magyarországon évente, amely kihasználását a víz-visszatáplálási technika kötelező alkalmazása nagyon megdrágítja.

Magyarországon geotermiára alapozott villamosenergia-termelés egyelőre nincs, a felszínre hozott melegvizet hőtechnikai célokra – fűtés, használati melegvíz-készítés, úszómedencék fűtése, technológiai célok – használják fel. Zala megyében önkormányzati és vállalkozási együttműködésben előkészítés alatt áll egy 1 MW-os geotermális kiserőmű, ami a jövőben 11 MW-ra is kibővíthető. A MOL Rt. is vizsgálja egy 2-5 MW kapacitásra tervezett kísérleti erőmű megteremtésének a feltételrendszerét.

Hazánkban az Európai Unióhoz képest meglehetősen nagy késéssel, csak a 2000-es évek elején indult meg a szélenergia hasznosítása a villamosenergia-termelésben modern szélturbinák segítségével. Az első szélerőmű 2000 decembere óta üzemel, míg az első, a villamosenergia-hálózatra termelő szélerőmű 2001 óta. 2005-re hazánkban a beépített kapacitás 17 MW volt, 2007 májusára pedig 61,675 MW, amely 40 szélerőmű között oszlik meg. Az elkövetkező évtizedben rendszerirányítási problémák nélkül mintegy 1000 MW szélerőművi kapacitás integrálható a villamos energia hálózatba.

⁹ 2010-ig 3,6%-ra növelni a megújuló alapú villamosenergia-termelés 2002-beli kb. 0,6%-os részarányát.

A napenergia közvetlen hasznosítása szintén nagy lehetőségeket rejt magában, de jelenleg a napcellás áramtermelés költségei még magasak. Az ország földfelszínére érkező napsugárzás energiája 1200–1500 kWh/m² egy évre vetítve, amelynek kiaknázása esetén bőven fedezhető lenne a honi energiaigény. A 2006. évben a napenergia-hasznosítás 0,1 PJ/év volt teljes energiafelhasználáson belül, ami 2020-2030-ra 10 PJ/év-ra is növekedhet kedvező pénzügyi, adószabályozási, technikai feltételek esetén. Természetesen az elméleti potenciál nem egyenlő a technikaival, de ha a nemzetközi trendekkel összehasonlítjuk adottságainkat, könnyen belátható, hogy hazánkban is óriási kiaknázatlan tartalékok rejlenek a napenergia közvetlen hasznosításában, különösen a hő-felhasználású alkalmazások terén.

A hőtermelésnek e szempontból különösen nagy jelentősége van, hiszen a támogatások eddigi igen korlátozott volta miatt ilyen jellegű beruházások eddig csak igen kis volumenben, egyes távfűtő rendszerekben ill. a lakossági szektorban valósultak meg. Ugyanakkor Magyarországon az épületfűtés céljára felhasznált primerenergia kb. 310 PJ évente, a technológiai (ipari) hőfelhasználás pedig további 116 PJ nagyságrendű, a kettő együtt mintegy 27 millió tonna CO₂ kibocsátást jelent évente. Kiemeli e terület fontosságát, hogy az Európai Megújuló Energia Tanács (EREC) 2006-os deklarációja alapján az Európai Bizottság 2006 februárjában olyan döntést hozott, hogy ki kell dolgozni egy ún. „megújuló hő” direktívát, amely számszerű célkitűzéseket tartalmaz majd a megújulók részarányára vonatkozóan a fűtés és hűtés területén¹⁰. Ha a valószínűsíthető célok közül a szerényebbet vesszük alapul a potenciál becsléséhez, azt mondhatjuk, hogy kb. 5,3 millió tonna CO₂ megtakarítása lehet a cél, ehhez 86 PJ energiát kellene megújuló energiahordozóval kiváltani (az egyszerűség kedvéért feltételezve, hogy a CO₂ kibocsátás-csökkentés energiahatékonysági intézkedések nélkül, csupán a tüzelőanyag szerkezet változásával történik). A megújuló potenciál becslések alapján ez reálisan is rendelkezésre álló mennyiség. Fontos látni, hogy az alacsony energiaigényű, passzív szoláris alapon épülő épületek is indirekt módon Magyarország megújuló energiafelhasználását növelik a fűtés során használt tüzelőanyagoknak és azokból származó kibocsátásoknak a napenergiával való „kiváltásával”, ugyan ez a megújuló energiafelhasználás nem jelenik meg az energiastatisztikákban.

A kibocsátások csökkentésének legnyilvánvalóbb lehetősége a *végfelhasználói energiaigények csökkentése*. A statisztikai adatok azt mutatják, hogy a rendszerváltást követő radikális visszaesés óta folyamatosan növekszik az energiafelhasználás. Az ország közvetlen, anyagjellegű és nem energetikai felhasználás nélküli energia-felhasználása például 1995 óta átlagban évi kb. 2%-kal nőtt, és 2005-re meghaladta az 1990-es szintet. A villamosenergia-ipar is átlagban évi 2% bruttó villamos energia fogyasztás-növekedéssel és hasonló mértékű csúcsigény-növekedéssel számol, de legfrissebb publikációkban már ennél nagyobb mértékű és gyorsuló ütemű növekedést alátámasztó trendekről számol be (összehasonlításképpen az elmúlt egy évtizedben a villamos energia felhasználás növekedése évi 1,5% alatt volt). Minden olyan megoldás, amely e növekedési ütemet csökkenti, vagy akár stabilizálja, esetleg csökkenti az energiafogyasztást, olyan jelentős lépés a kibocsátások csökkentése felé, ami hosszú távon hatásos. A lehetséges megoldás részben az energiafelhasználás hatékonyságának javítása, részben pedig az igények abszolút mértékben való csökkentése olyan módon, amely nem vezet a szolgáltatás minőségének csökkenéséhez (pl. passzív házak). Az előbbi megoldás több lehetőségét részletesebben is bemutatjuk. Az utóbbi lehetőség – az igények csökkentése – hozhat azonban igazi megoldást. Ennek alapvető eszköze a szemléletformálás, környezettudatos oktatás, az általános értékrend átalakítása, a technológiai megoldások elterjesztése, a gazdasági ösztönzők átformálása.

3.2.2.2 Lakosság és közszféra

Magyarországon a 2004-es statisztikák alapján 3,75 millió háztartás működik, ezek energiafelhasználása a teljes primerenergia-fogyasztás 38%-át teszi ki. Az ebből származó üvegházhatású gáz kibocsátás a hazai kibocsátás kb. egyharmadát jelenti. Ezért minden, a háztartási szektorban megtakarított kibocsátás nagyjából harmada országos kibocsátás-csökkentésként is megjelenik. A lakossági és kommunális szektor nemcsak azért érdemel különös figyelmet, mert a

¹⁰ Az ismert adatok alapján 2020-ig legalább 20%-os, de inkább 25%-os célkitűzés valószínűsíthető.

végfelhasználói kibocsátások legnagyobb szegmenséért felelős, hanem azért is, mert e kibocsátások folyamatosan nőttek az elmúlt években (1998-hoz képest - a közlekedésből származó kibocsátás nélkül - mintegy 20%-kal). Ugyanakkor az eddigi és jelenlegi kibocsátás-csökkentést célzó intézkedések, szakpolitikák a lakossági szektort kis részben, sőt alig érintették.

A közlekedési célú energiafelhasználást nem tekintve a lakossági és közületi szektorban az energiafelhasználás döntő részét épületfűtésre (kb. 70%) és használati melegvíz készítésre (kb.10%) fordítják. Ennek megfelelően nagyobb volumenű kibocsátás-megtakarítási potenciál is ezen a területen jelentkezik. Általánosságban fontos megállapítani, hogy átfogó, a magyarországi energiahatékonysági potenciál felmérését célzó kutatás nem készült¹¹.

Az üvegházhatású gáz csökkentés közgazdasági kezelésére a kínálati oldal mellett meghatározó a keresleti oldal szervezése. Addig, amíg a terméket vagy szolgáltatást gyártók és kínálók érdeke az eladott árutömeg és a benne realizálódó profit dinamikus növelése, a vevői oldal érdeke szükségleteinek mind kevesebb költséggel való kielégítése.

Az energiával kapcsolatos fogyasztói szükségletek azonban nem közvetlenül, hanem termékek közvetítésével kerülnek kielégítésre. Ily módon nagyon fontos a fogyasztói igényeket piaci keresleten keresztül kielégítő termékek energiahatékonysága.

	Gépkocsi mérőöld/gallon üzemanyag	Lakás 1000 Joule/m ²	Hűtőszekrény kWh/nap	Gázkazán millió Joule/nap	Légkondicio- náló kWh/nap
Átlagos modell	18	190	4	210	10
Új modell	27	110	3	180	7
Legjobb modell	50	68	2	140	5
Legjobb prototípus	77	11	1	110	3

1.6 táblázat - Az energiahatékonyság javításának lehetőségei

A 1.6 táblázatból láthatjuk, hogy az energiahatékonyság növelésében már az egyéni berendezések cseréje során is óriásiak a lehetőségek. A lakással összefüggő energiafelhasználásban pl. az átlagos modell és a legjobb prototípus között több, mint tízszeres a különbség. Amennyiben a legújabb, integrált megoldásokat és tervezési szemléleteket alkalmazzák, az összmegtakarítás tovább növelhető a berendezésenként elért csökkentéshez képest, pl. az Integrált Építkezési Protokoll alkalmazásával.

A hazai lakásállomány többségében rossz hőfizikai adottságokkal rendelkezik: az Energia Központ Kht. adatai szerint a lakásállomány 80%-ának nem megfelelő a hőátbocsátási tényezője. Megvalósult beruházások tapasztalatai alapján¹² valamennyi ilyen lakás megfelelő szigetelésével és a nyílászárók cseréjével több mint 65 PJ energia, illetve az ennek megfelelő hozzávetőlegesen 3,6 millió tonna/év CO₂ kibocsátás-csökkenés valószínűsíthető. További jelentős potenciált jelent a fűtési rendszerek korszerűsítése is. Tapasztalatok alapján ettől kb. 15% hatásfokjavulás várható. Ez a hőátbocsátási tényező előzőek szerinti javításával együtt összességében évi 77 PJ energia-megtakarítást eredményezne, ami évente kb. 4,3 millió tonna körüli értékekkel csökkentené a hazai CO₂ kibocsátást. Legnagyobb elméleti potenciálként az épületállomány e részének ún. komplex felújítása jelölhető meg, ami évi 120 PJ energia- és 6,7 millió tonna CO₂ kibocsátás-csökkenést jelent.

A villamos energia felhasználás a háztartási berendezések és világítás hatékonyságának javítása, az ún. üresjárat, készenléti („stand-by”) energiafogyasztás csökkentése által lehetséges elsősorban. A villamosenergia-fogyasztással kapcsolatos kibocsátások a teljes lakossági kibocsátás 23%-át teszik ki. Megbízható hazai elemzések híján az energiahatékonyságról szóló Zöld Könyv EU-15-re vonatkozó

¹¹ E területen 1993-ban készült utoljára átfogó tanulmány, amely a lakások energiatakarékossági lehetőségeit vizsgálta. Az energiahatékonysági potenciálra épülő stratégia esetében kulcsfontosságú ezen vizsgálatok, számítások aktualizálása, hiszen ennek híján a célzott, hatékony akciótervek elkészítése kétséges lehet.

¹² A 2006-os lakossági NEP pályázatok adatai alapján az épülethatárolók hőszigetelésétől 25%, míg a nyílászáró-cserétől 25% fűtési energia megtakarítás várható.

becslései alapján a teljes lakossági villamosenergia-fogyasztásra vetítve, az összes fenti területen megvalósítható beavatkozással 17%-os megtakarítási potenciált valószínűsítünk, ami kerekén évi 0,7 millió tonna kibocsátás csökkenést jelent.

További megtakarítást jelent a meglévő háztartási gépek energiahatékonyabb berendezésekre történő cseréje, valamint a világítás energiatakarékos megoldása.

A kommunális szektor épületállományát – elsősorban a közintézmények tekintetében – a lakossági épületállományhoz hasonlónak tekinthetjük. A hőfizikai tulajdonságok javítása és a fűtési rendszerek korszerűsítése együttesen kb. 38 PJ/év energia-megtakarítást eredményezhet, ami évente 2,2 millió tonnával csökkenti a CO₂ kibocsátást. A kommunális szektor villamos energia felhasználása döntő részben világítási célú. A világításkorszerűsítéssel elérhető energia-megtakarítás jellemzően 30%. A világítási hányadot és a penetrációt figyelembe véve a szektorban a világításkorszerűsítéstől 10-15% energia-megtakarítás várható, ami az országos CO₂ kibocsátást 0,3-0,5 millió tonna/év-vel csökkentheti.

Az épületek esetén a legjelentősebb megtakarítások az új épületeknél érhetőek el, ahogy ezt korábban mutattuk. Ugyan az arányaiban kevesebb számú új épület miatt ez kisebb éves megtakarítást mutat, de mivel a most épülendő épületek sok évtizedig meghatározzák a kibocsátásokat, alapvető fontosságú, hogy az építkezés területén minél hamarabb elterjedjenek az alacsony energiaigényű építkezési módszerek, mind a lakossági, mind a kommunális szektorban.

3.2.2.3 Ipar

Az ipar ÜHG kibocsátásai részben az ipari folyamatokhoz szükséges energia termeléséből, részben magukból a technológiai folyamatokból származnak. Előbbinek egyes aspektusait az „Energiatermelés” c. alfejezet is tárgyalja.

Az ipar energiafelhasználása 1990 és 1997 között jelentős mértékben (40%) csökkent, azóta állandónak tekinthető, az utóbbi években kis mértékű növekedés figyelhető meg. 2005-ben e szektor közvetlen energiafelhasználása 275 PJ volt, ami a teljes közvetlen felhasználás több mint 30%-a. Az energiafelhasználás tüzelőanyag-szerkezete ebben a szektorban a legváltozatosabb, azaz kevésbé érvényesül a földgázfogyasztás más szektorokban megfigyelhető dominanciája. Ezért az ipar energiafelhasználásának arányát némileg meghaladó mértékben, mintegy 34%-ban felelős az összes üvegházgáz kibocsátásért.

Kibocsátás-csökkenés az iparban az alábbi változásokkal érhető el:

- eltolódás a kevésbé energia-intenzív termelés felé
- energiatermelés hatásfokának növelése
- energiafelhasználás hatékonyságának növelése
- újrahasznosítás
- termékek helyettesítése kisebb ÜHG kibocsátású termékekkel.

A szerkezetátalakítás a 90-es évek első felében megtörtént, ennek eredménye a nagy mértékű energiafelhasználás- és kibocsátás csökkenés. További érdemi szerkezetátalakulás nem várható, a törekvéseknek inkább arra kell irányulniuk, hogy energia-intenzív, nagy kibocsátású iparágak betelepülését gátolják.

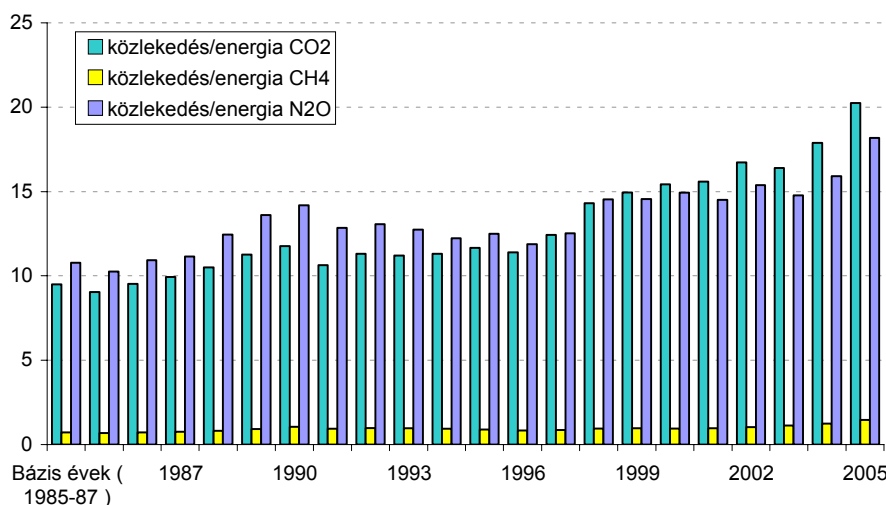
Az iparban számos energia-megtakarítást és ebből adódóan kibocsátás-csökkenést eredményező technológiai beavatkozás valósítható meg. Nem állnak rendelkezésre adatok az ipari műszaki berendezések állapotáról, azonban – ipari auditok tapasztalatai alapján – a teljes ipari szektor kibocsátásának 6%-os megtakarítása (évente 1,3 millió tonna CO₂) biztonsággal megjelölhető, mint a technológiai beavatkozásokkal realizálható elméleti potenciál.

3.2.2.4 Közlekedés

A közlekedési ágazat részesedése Magyarországon a közvetlen energiafogyasztás alapján 21%-os; ha a járulékos, támogató rendszerek energiafelhasználását tekintjük, akkor 36%-os részarányt képvisel a teljes energiafelhasználásban, így az egyik legjelentősebb összetevője a magyar energiafelhasználásnak. Emellett a világtrendekhez hasonlóan nálunk is rendkívül dinamikus nő a közlekedési ágazat energiaigénye.

Az üvegházhatású gáz-kibocsátások a statisztikában szereplő valamennyi ágazatban külön-külön is csökkentek, kivéve a közlekedési ágazatot, ahol 27,5 %-os növekedés volt tapasztalható. Ezzel a közlekedési kibocsátások aránya az összes kibocsátáson belül 1980 és 2004 között 9,4 %-ról 19,2-re növekedett. Az unióban hasonló tendenciák mellett a közlekedési kibocsátások részaránya megközelíti a hazai arány kétszeresét.

A közlekedési kibocsátásokat tekintve fontos tendencia a közlekedésben végbemenő struktúraváltozás: a tömegközlekedéstől az egyéni közlekedés felé, valamint a vasúti áruszállítástól a közúti szállítás felé – vagyis a jóval energia- és kibocsátás igényesebb módok irányába. Ennek következményeképp a fajlagos energiafelhasználás egy évtized alatt (1990 és 2000) kb. 15%-kal nőtt a személyszállításban, és 20%-kal az áruszállításban, mialatt az EU-15-ben és a fejlett világban szinte kivétel nélkül az intenzitás-értékek javulnak. Noha jelenleg még az EU-15-ös átlag felett van a környezetbarátabb közlekedési módok szerepe, amennyiben ez a struktúraváltási tendencia tovább folytatódik, és „eléri” a régi tagállamok arányait, a fajlagos kibocsátások további 20 – 35%-os emelkedése várható. Ez, fokozva a mobilitás és az autók számának dinamikusabb növekedésével, a közlekedési ágazat sokkal jelentősebb kibocsátás-növekedését vonja magával, mint az EU-15-ben és egyéb magas GDP-jű országokban. Mivel a nyugati gazdaságok példája azt mutatja, hogy az autós közlekedés irányából már igen nehéz a tömegközlekedés irányába ösztönözni a szerkezetváltást, igen fontos a mai szerkezetnek legalább a megtartása.



3.13 ábra - Közlekedési szektor részesedése az energiaszektor ÜHG kibocsátásaiban - Forrás: Nemzeti ÜHG Kibocsátási Leltár

A közlekedés technikai fejlődésének köszönhetően jelentősen csökkent a fajlagos szennyezőanyag-kibocsátás, azonban az állomány és a futásteljesítmény növekedése ezt az eredményt sajnálatosan felemészti. Csak a közlekedéspolitika szintjén, átfogó intézkedésekkel lehet eredményesen és tartósan megváltoztatni a jelenlegi kibocsátási tendenciákat.

A közlekedési kibocsátások az alábbi intézkedéscsoportok összehangolt megvalósításával csökkenthetők:

A közlekedési-szállítási igények optimalizálása, mérséklése a településfejlesztés, az informatika, a logisztika, az ipar és kereskedelempolitika, valamint a gazdasági szabályozás eszközeivel.

- Környezeti szempontú városrendezés, térségfejlesztés (vegyes funkciójú városnegyedek kialakítása, város és térségfejlesztés integrációja);
- Korszerű informatikai, elektronikus eszközök alkalmazása a városi közlekedés folyamatosságának biztosítására;
- Városi útdíjak bevezetése;

A nem motorizált (kerékpáros, gyalogos) közlekedés bővítése

- Infrastruktúra fejlesztése (kerékpárutak, parkolók, biciklitárolók, városi kerékpárkölcsonzés)
- A tömegközlekedési eszközökön a kerékpár-szállítás lehetőségének bővítése;

A tömegközlekedés személyközlekedésen belüli részaránya jelenlegi szintjének megőrzése, eszközállományának, infrastruktúrájának, szolgáltatási színvonalának fejlesztése.

- A tömegközlekedés járműállományának folyamatos korszerűsítése;
- A városi és agglomerációs tömegközlekedés teljes integrációjának kialakítása (közlekedési szövetségek); a településfejlődés követése az útvonalhálózattal,
- A szolgáltatás színvonalának javítása (üzemeltetési színvonal, járatsűrűség, pontosság, utasok kényelme, biztonság);

A környezetbarát közlekedési-szállítási módok (vasút, belvízi hajózás, kombinált áruszállítás) közlekedésen-szállításon belüli részarányának növelése, versenyképességének javítása

- a környezetbarát közlekedési módok eszközállományának, infrastruktúrájának fejlesztése;
- valós árak, a közlekedés externáliáinak internalizálása (használat-arányos útdíj, a szennyező fizet elvének érvényesítése);
- magas fajlagos kibocsátással járó közlekedési módok támogatása, állami pénzből történő finanszírozása indokoltságának felülvizsgálata;

A járműállomány átlagos emissziós állapotának javítása a jogi szabályozás továbbfejlesztésével

- az újonnan forgalomba helyezett közúti, vasúti, vízi és légi járművekre vonatkozó szigorú műszaki előírások alkalmazása (energiahatékonyság javítása);
- az alacsony szén-dioxid kibocsátású járművek beszerzésének és üzemeltetésének támogatása (adókedvezmény);

Az üzemanyagok megválasztása, alternatív, megújuló üzemanyagok használatának elterjesztése.

- környezeti szempontból hatékony bioüzemanyagok használatának támogatása (jogi szabályozás, adókedvezmény);
- alacsony kibocsátást eredményező motorral működő gépkocsik (elektromos, hibrid, sűrített földgáz, hidrogén, üzemanyagcella stb.) használatának támogatása (jogi szabályozás, adókedvezmény);

Megfelelő közlekedési infrastruktúra hálózat kialakítása

- elkerülő utak, megfelelő minőségű közúthálózat, vasúthálózat

Tudatformálás, szemléletváltás

- az egyéni közlekedés okozta környezeti problémák hatékony kommunikációja, a kerékpáros, gyalogos és közösségi közlekedés környezeti és egészségügyi előnyeinek megismertetése;
- a társadalom folyamatos tájékoztatása a közlekedés környezeti hatásairól, a csökkentési lehetőségekről.

3.2.2.5 Földhasználat: mezőgazdaság és erdészet

A mezőgazdaságban a földhasználat vonatkozásában várható, hogy a hazai mezőgazdasági termelés nagyüzemi jellege változatlanul megmarad, az egyéni gazdaságok száma csökken, és a földterületek koncentrálnak. A mezőgazdasági kibocsátás csökkentési lehetőségek a következők:

- Bioüzemanyagok minél szélesebb körű bevezetése és használata a mezőgazdaságban;
- Biogáz program a szerves hulladékok, a trágya, a melléktermékek hasznosítására;
- A szállítások átgondolása, az anyagmozgatás energiatakarékos végrehajtása;
- Precíziós növényvédelem, növénytáplálás és kímélő talajművelés.

A mező- és erdőgazdálkodás a természeti erőforrásokat hasznosítja, ezért elemi érdeke a természeti erőforrások védelme. A szántóföldi növénytermesztésben a természetkímélő gazdálkodás, a

termőhelyi adottságokhoz és a növényfaj, illetve fajta igényeihez igazodó technológia, a helyi viszonyokhoz alkalmazott fajták megválasztása az üvegházgázok kibocsátás-csökkentését is támogatja.

Jelenleg a hazai erdők nettó szénelnyelők, évente mintegy 4-5 millió tonna szén-dioxidot kötnek meg. Az erdőgazdálkodás, mint sok-funkciós földhasználati forma az éghajlatváltozás elleni küzdelemben vállalt fontos feladatokon túl ugyanakkor kielégít számos más elvárást is. Ilyen például a biodiverzitás védelme, a talajvédelem, az ivóvízellátás, fa nyersanyag, valamint bizonyos szociális és üdülési funkciók biztosítása egyes területeken.

Az erdőgazdálkodás területén két lehetőség kínálkozik az éghajlatvédelem céljainak támogatására: mindenképp a szénmegkötés fokozása, amit új erdők telepítésével lehet elérni, ezen felül pedig az egyes erdőkben fellépő kibocsátások csökkentése (pl. a talaj kibocsátásának csökkentése a fakivágások során alkalmazható talajbarát eljárásokkal). Az éghajlatvédelem szempontjából a két lehetőség közül az erdőtelepítésben rejlenek a nagyobb lehetőségek.

A szénelnyelés az alábbiak szerint növelhető:

- Az erdőterület növelésével: 2025-ig várhatóan 270-360 ezer hektárral növekszik a magyar erdők összterülete;
- Az erdőtelepítések során a fafaj megválasztással: őshonos fák telepítése esetén 2025-re 25-33 millió tonna, gyorsan növő fajok (akác, nyár, fenyők) ültetésével pedig 47-58 millió tonna szén-dioxid megkötés érhető el, ugyanakkor nyilvánvalóan nem mindenhol kívánatos természetvédelmi szempontból a magasabb szénmegkötésű fajok telepítése;
- Az erdősítésbe bevont terület megfelelő kiválasztása az erdősítést megelőző földhasználat figyelembevételével: legelőből kialakított erdő esetén az új erdő nettó szénnyelővé válása – a talajból származó szén-dioxid kibocsátás miatt - évekkal is kitolódhat, szemben az azonnal nettó szénnyelővé váló szántókkal.

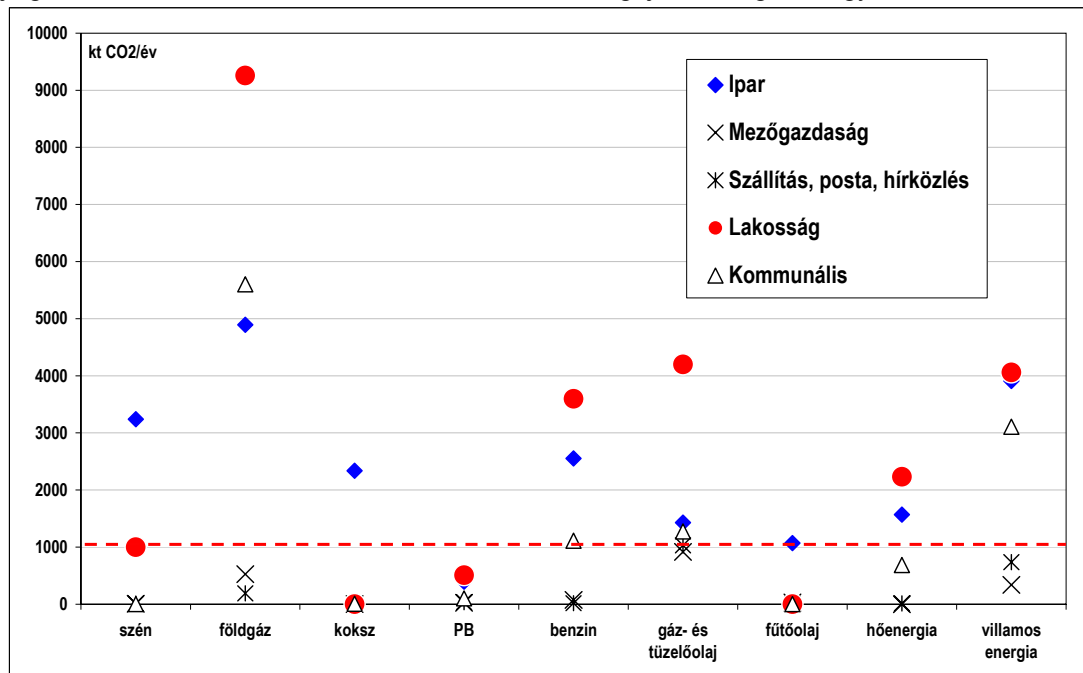
Az erdőnek nem minősülő energiaültetvények, valamint a szennyvizek tisztítása, elhelyezése, hasznosítása és nem utolsósorban a vizek helyben tartása céljából telepített faültetvények, különösen a fás szárú ültetvények telepítése is kibocsátás-csökkentési potenciált hordozhat, fokozott figyelmet igényelnek ezeknek az ökológiai, természetvédelmi vonatkozásai. Emellett az erdők szénmegkötő képességét korlátozhatja, hogy egyes kutatások szerint a szárazság gyakoriságának növekedésével a szén-megkötő képesség jelentősen csökkenhet és egyes, őshonos fajok nem lesznek képesek alkalmazkodni a klímaváltozás okozta körülményekhez.

3.3 A kibocsátás csökkentés ágazati kulcsterületei

Azt, hogy a kibocsátás csökkentés szempontjából mely ágazatok tekinthetők a legfontosabbnak, ill. az ágazatokon belül mely területekre célszerű koncentrálni, részben az egyes ágazatok abszolút kibocsátásai alapján lehet eldönteni (minél nagyobb a kibocsátás, annál fontosabb az adott ágazat, illetve részterület), részben pedig annak alapján, hogy milyen mértékben célozták az eddigi klímavédelmi politikák az egyes területeket. Az első szempont szerinti kiválasztást segíti az 3.8 ábra, amely az egyes gazdasági szektorok energiafelhasználással kapcsolatos kibocsátásait mutatja energiafajták szerinti bontásban¹³. A legtöbb esetben az energiahordozó fajtája jól utal a felhasználás területére is, így ez alapján kijelölhetők a kulcsterületek. Látható, hogy a lakossági szektornak szinte minden területen meghatározó, a közületi és ipari szektornak pedig több területen is jelentős a szerepe. Szintén jelentős a benzin- és gázolaj-felhasználással kapcsolatos kibocsátás, ami a közlekedés fontosságára utal. Egyértelmű a földgázfelhasználás fontossága, ami – tekintve annak egyébként

¹³ Az ábrán szaggatott vonal jelzi azt az önkényesen megszabott határt, ami alatt a kibocsátásokat stratégiai szempontból figyelmen kívül hagyhatónak ítéltük.

fajlagosan kedvezőbb kibocsátásait – közvetve a megújuló energiák nagyobb mértékű felhasználásra



3.14 ábra - Az egyes szektorok energetikai eredetű CO₂ kibocsátásai energiatípusok szerint - Forrás: Energiagazdálkodási statisztikai évkönyv 2005. alapján

irányítja a figyelmet.

A fentiekben túl – könnyen belátható alapvető fontossága okán – kiemelt területként kell kezelni az energiaátalakítást általában, illetve azon belül a villamosenergia-termelést. Az energiával kapcsolatba hozható kibocsátásokon túl célszerű vizsgálni a hulladékgazdálkodás területét, amely elsősorban a felszabaduló metánnak a szén-dioxidnál jóval nagyobb globális felmelegedési potenciálja miatt a nemzeti ÜHG leltár fontos tényezője. Végül pedig Magyarország természeti adottságai és erdészeti hagyományai miatt az erdőtelepítéssel történő szénmegkötés a kibocsátások csökkentésének különösen fontos, ezért kiemelten vizsgálandó területe.

A kibocsátás-csökkentés leglényegesebb területei (prioritásai) a következők:

- Lakossági és kommunális épületfűtés és HVM termelés közvetlen tüzelőanyag igénye (elsősorban földgáz alapon), valamint lakossági távhő fogyasztás.
- Lakossági és kommunális villamos energia fogyasztás (HVM termelés, motorhajtás és világítás, de a jövőben egyre nagyobb szerepet fog kapni a klímaberendezések villamos energia igénye is).
- Ipari termelés közvetlen tüzelőanyag igénye és máshol megtermelt hő fogyasztása
- Ipari szektor elsősorban gyártástechnológiai célú villamos energia fogyasztása.
- Közlekedés energiaigénye (gázolaj, benzin)

3.3.1 Hatásfoknövelés, kapcsolt energiatermelés és CO₂ tározás

A hatásfokjavításnak elsősorban a villamosenergia-termelésben van jelentősége. A magyar erőműpark egy része idős berendezésekkel üzemelő fosszilis kapacitás. Összhatásfokuk 28-79% között (átlagban 39%), villamosenergia-termelésre vetített hatásfokuk 6-45% között (átlagban 30%) mozog, a kiadott villamos energiára vetített átlagos hatásfok pedig 28,5%. A széles határok között változó értékek jól jelzik az egyes egységek közötti nagy eltéréseket.

A hatásfok javítása elsősorban a meglévő berendezések cseréjével, illetve esetleg azok korszerűsítésével érhető el. A működő erőművek korszerűsítése és az elöregedett kapacitások pótlása,

illetve a növekvő igények kielégítése céljából újabb, jobb hatásfokú kapacitások belépése folyamatosan történik. Ennek során az is jellemző, hogy a hatásfok-javulás mellett tüzelőanyag-váltás is történik. Ezt a folyamatot jól jellemzi, hogy a magyar villamosenergia-rendszer kapacitásainak átlagos hatásfoka mára 1990-hez képest kb. 5%-kal javult. A KvVM felé jelzett, 2007-2012 között megvalósuló ismert tervezett beruházások esetében a nettó villamos energia termelés hatásfoka 34% és 57% között változik tüzelőanyagtól és technológiától függően. Ennek következtében a 2008-2012 időszakban várható az átlagos hatásfok további javulása.

Az elavult kapacitások cseréjét, új kapacitások létesítését a növekvő igények és a meglévő kapacitások üzemeltetésének gazdaságossága határozza meg. Az előrejelzések alapján 2015-ig mintegy 2000-4000 MW, 2025-ig pedig mintegy 4000-8000 MW közötti új teljesítképességre lesz szükség. Az új kapacitások földgázt, szenet, illetve megújuló energiaforrást (elsősorban biomasszát) felhasználó egységek lehetnek.

A korszerű földgáztüzelésű erőművek hatásfoka igen magas: a jelenleg üzemelő technológia is 40%-nál magasabb hatásfokú, de a világon az újonnan létesülő berendezések hatásfoka az 50%-ot is meghaladja, sőt, egyes legkorszerűbb egységek a 60%-os hatásfokot is elérik. Az e tekintetben több mint 80%-ban importra szoruló Magyarország számára azonban a földgáz beszerzése gyakorlatilag csak egy forrásból lehetséges, így importja egy bizonyos határ felett ellátás-biztonsági szempontból is megkérdőjelezhető. Többek között emiatt is és éghajlatvédelmi okokból is biztosítani kell, hogy a földgázra alapozott új kapacitások a BAT-nak megfelelően, a lehető legnagyobb hatásfokkal épüljenek meg. Mivel jelenleg a hőtermelés (épületfűtés) is nagymértékben földgáz alapon történik, a földgáztüzelésű kapacitások esetében különös hangsúlyt kell kapnia a kapcsolt hő- és villamosenergia-termelésnek, ami az egyik leghatékonyabb kibocsátás-csökkentési technológia.

A szén alapú energiatermelés hosszú távon is fontos szerepet fog játszani, hiszen a fosszilis energiahordozók közül világszerte ebből áll rendelkezésre a legnagyobb tartalék, ára pedig jóval kiegyenlítettőbb és alacsonyabb versenytársaiénál. Magyarország esetében a szén emellett a forrásdiverzifikáció és importfüggőség-csökkenés szempontjából is igen fontos energiahordozó. Klíma- és környezetvédelmi szempontból a szén a földgázhoz képest több kedvezőtlen tulajdonsággal bír, ezek azonban részben kompenzálhatók, részben mérsékelhetők az alábbi módokon:

- erőművi hatásfok növelésével,
- jó minőségű szének felhasználásával,
- különböző CO₂ leválasztási és tárolási technológiák alkalmazásával,
- valamint biomasszával történő együttégetéssel.

A hatásfok javításának módja az elavult berendezések cseréje, illetve bővítések során korszerű, magas paraméterű egységek beépítése, illetve gázturbinás kiegészítések beépítése. Hosszabb távon és nagyobb költséggel a szén elgázosításán alapuló technológiák segítségével még tovább javítható a szénre alapozott kapacitások hatásfoka.

Magyarország geológiai adottságai alapján rendkívül kedvező helyzetben van a szén-dioxid földalatti elhelyezésének szempontjából: a jelenlegi éves kibocsátást akár több tíz évig, teljes mennyiségben el tudja helyezni a Föld felszíne alá. A szén-dioxid földalatti elhelyezése során a befogadó földtani közeggel szemben elsődleges követelmény – például a radioaktív hulladék-elhelyezéshez hasonlóan -, hogy a szén-dioxidot megfelelően hosszú időre garantáltan, alkalmasan elszigetelve, az ökoszisztémára veszélytelen módon legyen képes tárolni. Ennek megfelelően a szén-dioxid földalatti tárolója és annak környezete komplex földtani-geofizikai vizsgálatokat igényel abból a célból, hogy megbizonyosodhassunk a tároló hosszú távú alkalmasságáról. A földalatti elhelyezés technológiai lépései már adóttak a nemzetközi gyakorlatban, azonban magas költséggel valósíthatók meg és üzemeltethetők, tehát további kutatási irányokat jelent az egyes technológiai lépések költséghatékonyabb eljárásokkal történő kiváltása. Bányászati műveletekhez kapcsolódó földalatti szén-dioxid elhelyezés folyik jelenleg is Magyarországon, a környezeti hatások vonatkozásában azonban nem történtek vizsgálatok. A jövőben kidolgozható a földalatti szén-dioxid elhelyezés tudományos, technológiai háttere, amely jelenleg tartalmaz még nyitott kérdéseket, de összeállítható egy, akár jogszabályi, vagy hatósági, szakhatósági gyakorlat számára alkalmas követelményrendszer

és vizsgálati eljárási rend. A szén-dioxid földalatti elhelyezésének szabályozását a nukleáris hulladéktárolók létesítéséhez hasonló jogszabályban lehet és szükséges megoldani.

A magyar energiaszektorban az állam közvetett eszközökkel befolyásolhatja az erőművek fejlesztési stratégiáját (pl. szabályozás, rendszerirányítás, kibocsátási jogok kiosztása, stb.), érvényesítheti a stratégiai érdekeit.

3.3.2 Energiatakarékosság a lakossági szektorban és a közsférában

Az épületszabványok szigorítása hosszútávon biztosíthatja, hogy az épületfűtésre fordított energiafelhasználás az újonnan épített vagy korszerűsített épületek esetében jelentősen csökkenjen. A 2006-os előírás-szigorítás is már jelentős, átlagosan kb. 30%-os megtakarítást jelent a korábbi, 1991-es szabvány szerint épült lakásokhoz képest. Mivel ez az intézkedés csak az újonnan épülő lakásokra van hatással, ezért az éves CO₂ kibocsátás-csökkentés mértéke aránylag kicsi, azonban fontossága abban rejlik, hogy az intézkedés hosszú távon van hatással a kibocsátásokra. Évi 40.000 új lakás építése esetén az ebből származó évi többlet energia-megtakarítás mértéke kb. 1,2 PJ, ami kb. 76000 t CO₂ többlet kibocsátás csökkenést jelent. Hasonló mértékű további szigorítás ilyen nagyságrendben az éves többlet energia-megtakarítást 0,35 PJ/év-vel, a kibocsátás-csökkentést 23000 t/év-vel növelné. A legmodernebb technológiával épülő ún. passzív házak esetében pedig a fűtési igény teljesen kiküszöbölhető, és az energiafelhasználás a hagyományos épületek energiafelhasználásának összesen 20%-ára csökkenthető.

A meglévő épületekre alkalmazható nyílászáró-csere a legegyszerűbben, az elérhető megtakarításra vetítve alacsony költséggel, tömegesen megvalósítható beavatkozás, az intézkedéstől 15-20% energia- és kibocsátás-csökkenés várható. Az épületek szigetelése modern, 8-15 cm vastag szigetelőanyagokkal kevesebb mint felére csökkentheti a fűtési igényt.

Arányaiban a legnagyobb megtakarítás az épületek hőtechnikai jellemzőinek javításával érhető el. A meglévő épületállomány esetén a legfontosabb beavatkozási lehetőségek a következők:

- Nyílászárók felújítása vagy cseréje
- Épülethatároló felületek hőszigetelése (fal-, padlás-, padlófödém-szigetelés)
- Utólag kialakítható passzív szolár építészeti megoldások alkalmazása
- Komplex épületfelújítás (fűtéstechnika, napkollektor, fűtésszabályozás, hőszigetelés, nyílászáró-csere)
- Az épületek hosszú élettartama miatt fontos, hogy az új épületek esetén minél előbb általánossá váljon az alacsony energiaigényű építkezési módszerek és technológiák alkalmazása.

A fűtési hőfogyasztás és annak kibocsátása csökkentésének másik műszaki módja az épületek gépészeti berendezéseinek korszerűsítése. A legnagyobb eredmény a fogyasztás befolyásolását szolgáló szabályozhatóság területén várható, hiszen az még sok helyen nem megoldott. Az elérhető megtakarítás átlagban 6-12% körüli. Ehhez járulhat hozzá az energiafelhasználást csökkentő ún. intelligens rendszerek alkalmazása.

Egy-egy épület vagy lakás esetében jelentős megtakarítást eredményezhet a hőforrás cseréje pl. elavulról korszerűre, vagy akár pl. kondenzációs kazánra. Országos szinten azonban az ilyen jellegű fejlődés korlátozott, inkább csak hosszútávon lehet számolni vele, hiszen az egyedi fűtések esetében sok korszerű falikazán működik már jelenleg is, a kereskedelemben kapható berendezések hatásfoka pedig jellemzően jó.

Az épületek energetikai tulajdonságainak javítását segíti elő az épületek „energiabizonyítványainak” bevezetése, amely alapján az ingatlanpiac informáltsága növekedhet egyes épületek energetikai, hőtechnikai értékéről, amely a vevők számára egyre fontosabb információvá válik a jövőben.

A fenti intézkedések együttes alkalmazása által a legkorszerűbb technikákat alkalmazó komplex épület-felújítások akár 80% energia megtakarítást és ezzel arányos kibocsátás csökkenést is eredményezhetnek. Mindezek már abszolút értelemben is igen jelentős kibocsátás-csökkentést eredményező intézkedések, mivel a lakossági épületfűtésre felhasznált energia évente 310 PJ, melynek kibocsátása évente közel 20 mtCO₂ évente.

A valóságban az épületek hőtechnikai javítása területén a fent áttekintett két szélsőség között realizálhatók a beruházások. A jelenlegi közgazdasági környezet nem kedvez az ilyen felújításoknak, a lakosság anyagi helyzete, a fent felsorolt beruházások rossz megtérülési mutatói a tőkepiaci korlátokkal együttvéve akadályai e beavatkozások megvalósításának. Ugyanakkor, mivel az új épületek esetén az integrált tervezési és passzív szoláris építkezési eljárások nem feltétlenül jelentenek többlet összeruházási költséget, vagy csak kis mértékűt, ezeket a módszereket eredményesen el lehet terjeszteni közel piaci alapon is, amennyiben a technológia megfelelően ismert, kezdeti mértékben elterjedt, és a piacon széles körben elérhető. Mind a meglévő, mind az új épületekre vonatkozó intézkedések esetében meg kell vizsgálni azt, hogy a költség-megtakarításokkal járó, megtérülő beruházások miért nem valósulnak meg. A feltételezett korlátok az információs elégtelenség, a szakemberek és kivitelezők képzettségének elavulása, egyes legújabb technológiákhoz és a hozzájuk értő szakembergárdához való nehéz hozzáférés, valamint a tőkepiaci korlátok. Ezen túl szükséges lehet az ilyen jellegű beruházásoknak a jelenleginél nagyobb mértékű támogatása is. Ausztrália, valamint több nyugat-európai ország példájából kiindulva megfontolandó az izzószálas égők fokozatos kivonása a kereskedelmi forgalomból.

A háztartási villamosenergia-fogyasztást csökkentő intézkedések további jó eszköze a megfelelő határfokot, fajlagos fogyasztást, alacsony üresjáratú fogyasztást biztosító szabályozás (szabványok kidolgozása), illetve a fogyasztókat az alacsonyabb fogyasztású készülékek vásárlására ösztönző politikák (címkézés). A címkézésnek már jelenleg is van gyakorlata Magyarországon a legnagyobb energiafogyasztó berendezések esetében, de jó klímapolitikai eszköz ezek mind szélesebb körre való kiterjesztése. Igen hatásos klímapolitikai elem lehet az alacsony készenléti fogyasztású

	Energiafogyasztás (hagyományos 40W-os izzóval egyenértékű fényt adó izzókra vonatkoztatva)	Élettartam (óra)
Hagyományos izzó	40 W	1000-1500
Halogén	8 W	n.a.
LED	3,4 W	50 000

3.7 táblázat - Eltérő típusú fényforrások energiafogyasztása és élettartalma

berendezéseket előnyhöz juttatni (pl. a magas készenlétienergia-fogyasztású készülékek piaci korlátozása, fogyasztói tájékoztatás, címkézés). Növekvő trendjük okán külön meg kell említeni a hűtési, klimatizálási igényeket, ami elsősorban többlet nyári villamosenergia-fogyasztásban

és csúcsgényben jelentkezik. Az ezzel összefüggésbe hozható primerenergia felhasználás jelenleg 1-2 PJ nagyságrendűre becsülhető. Mivel itt a berendezések viszonylag korszerűek, a kibocsátás-csökkentés (ill. a növekedés visszafogásának) elsődleges módja a fogyasztók befolyásolása, információterjesztés, valamint a készenléti üzemmódban eltöltött időt csökkentő előtértek kereskedelmi elterjesztése (pl. „standby-killer”) lehet. Nagyobb kommunális légkezelő rendszerekben a rekuperáció alkalmazása is csökkenti a hűtési igényeket.

3.3.3 Átállás megújuló energiahordozókra

A jelenlegi megújuló alapú villamosenergia-termelő kapacitásokat részben meglévő erőművek átalakításával, részben a megújuló tüzelőanyag (fa) meglévő szénes erőművekben, szénrel együtt történő eltüzelésével hozták létre. A jellemzően régi, több szempontból korszerűtlen erőművekben azonban az energiaátalakítás hatásfoka alacsony, és az egység nagyságok sem optimálisak. Szintén

nem optimális, hogy elsősorban nem kapcsolt villamos energia és hőtermelést megvalósító erőművekről van szó. Emellett az ilyen átalakítási lehetőségek korlátosak – alig van már átalakítható, megújuló tüzelőanyaggal gazdaságosan ellátható blokk. Magasabb megújuló részarány eléréshez – de szenes erőművek előregedése miatt még a jelenlegi részarány megtartásához is - új kapacitásokat kell létrehozni. További kapacitások kiépítése elsősorban magas hatásfokú biomassza-tüzelésű erőművek, illetve szél-erőművek létesítésével realizálható.

Biomassza

A biomassza energetikai hasznosítására jellemző, hogy mind gazdasági-társadalmi, mind ökológiai-energiahatékonysági hatásait tekintve különösen függenek a mindenkor szabályozástól. Az energetikai célú biomassza-hasznosítás alatt a közvetlen égetéses hasznosítást, a bioüzemanyagok előállítását és a biogáz termelést kell érteni.

A biomassza energiahordozók teljes életútjára vonatkozó leírásokból nyilvánvaló, hogy a környezeti terhelések túlnyomó része (80%) az alapanyag előállítása során keletkezik. Különösen jellemző ez akkor, ha az alapanyagot intenzív mezőgazdasági módszerekkel állítják elő, tehát törekedni kell a minél természetesebb, extenzív módon történő termesztésre.

Az erdők művelését illetően kizárólag olyan erdőgazdálkodással művelt erdőkből származó tűzifa tekinthető környezeti szempontból elfogadhatónak, amely megőrzi a termőhely termőképességét,

Biomassza forrás	Biomassza igény és kínálat	
	jelenlegi energetikai biomassza igény 2009-re, PJ	környezetbarát energetikai biomassza potenciál 2010-re, PJ
Erdő	27,5	8,3
Szántó	146,3	50,2
Hulladék	5,5	87,0
Összesen	179,3	145,5

3.8 táblázat - A környezetbarát biomassza potenciál és a 2009-re tervezett biomassza igény összehasonlítása. Forrás: Kohlheb – Porteleki – Szabó előkészületben, EEA 2006, 52

megakadályozza az eróziót, és biztosítja a természetes vegetáció hosszú távú fennmaradását.

A biomassza közvetlen tüzeléssel történő hasznosítása jelenleg főleg szenes tüzelésről fatüzelésre átállított erőművekben történik, melyek villamos energia előállításának átlagos hatásfoka 27%. Az összhatszámok növelhető, ha kapcsolt hő- és villamosenergia-termelés történik, de önmagában a villamosenergia-termelés hatásfoka ekkor sem vihető 35-40% fölé. Ma a

megújulóval termelt hő nem élvez olyan támogatást, mint az ily módon termelt villamos energia átvétele, ezért a biomassza alapú hőtermelés helyett tisztán villamos energia termelés történik. Javasolt tehát a kapcsolt hő és villamos energiatermelésre alkalmas üzemek előnyben részesítése, amelyek elektromos áram termelése a fűtési igényekhez igazodik.

Biomassza tüzelésű erőművekhez a fás szárú növények hasznosítása jelenleg is megoldott tüzeléstechnikai szempontból, míg a lágyszárú növények, mezőgazdasági melléktermékek és bio-hulladékok erőművi hasznosítása még nem teljes egészében bejáratott technológia. Hosszabb távon azonban ez a megoldás is több referenciával rendelkező rendszerré válhat, ami Magyarország esetében komoly fejlesztési potenciált jelent. Az ilyen erőműveknél – a kibocsátás-csökkentés mellett - jelentős vidékfejlesztési, munkahelyteremtő hatás is kimutatható.

Szakértők szerint az erőművi tüzelésre kitermelhető fa mennyisége elérte a terhelhetőség határát, így a további igényeket energetikai célú ültetvények telepítésével lehet csak kielégíteni. A szántóföldön létesülő energiaültetvények esetében legkedvezőbbek a fás szárú ültetvények, majd a teljes növény hasznosítását lehetővé tevő termelési rendszerek és legkevesbé javasoltak a sok ápolást, vegyszert és nehéz gépek működtetését igénylő ipari növények. Különös figyelmet kell fordítani arra, hogy a telepítések csak olyan fajokkal történjenek, amelyek a kockázatelemzéseket követően bizonyíthatóan nem inváziós tulajdonságúak, és spontán terjedésükkel ezáltal nem veszélyeztetik a környező természetes élőhelyeket. Ha az égetésre szánt biomassza átalakítása (tömörítés, aprítás, szárítás) elkerülhetetlen, energetikailag a leghatékonyabb eljárás használata indokolt.

A megújuló alapú kapcsolt hőtermelés lehet a klímavédelem egyik leghatékonyabb eszköze. Itt az energiatermelés hatásfoka 70-80%. Emellett elsősorban olyan területen jöhet szóba – az épületfűtésekénél – ahol eddig alig valósult meg kibocsátás-csökkentési intézkedés, noha ez a CO₂ kibocsátások csaknem harmadáért felelős.

A megújuló alapú hőtermeléshez szükséges technológia rendelkezésre áll, a mezőgazdasági művelésből kivonandó területeken pedig még óvatos becsléssel is legalább a teljes épületfűtési energiaszükséglet felét biztosítani tudó energetikai növénytermesztés megtermelhető. Elsősorban a lakossági és intézményi fűtések átállítása ígéretes, ezen belül ún. kis körzeti távfűtések kialakítása, de egyes esetekben a meglévő távhőrendszerek részleges vagy teljes átállítása is megoldható. Ezen belül a megfelelő tisztítású és földgáz minőségű biogáz földgázhálózatba való betáplálása ígéretes jövőbeli alternatívaként jöhet szóba a távfűtés, a középületek, illetve a lakossági fűtés esetében egyaránt. Ennek előnye, hogy a tüzelőanyag-váltás (fosszilis gázzal esetleg szilárd, illetve folyékony biomasszára) nem igényli a teljes fűtési berendezés cseréjét, a földgázvezetékek nagymértékű kiépítettsége már adott és az általa biztosított fűtési komfort is megtartható a jövőben is.

A bioüzemanyagok tekintetében a főleg mezőgazdasági kapacitások felhasználása bioüzemanyagok előállítására nem tekinthető a fosszilis források globális alternatívájának. A bioetanolgyártás alapanyagát elsősorban a cukorrépa és csicsóka, és alacsonyabb hatásfokkal a kukorica, a búza jelentheti az első generációs nyersanyagbázist. Az előállítás környezeti hatása az alkalmazott villamos energia és hőenergia előállításának, valamint a melléktermékek felhasználásának módjától függ, de általánosan elmondható, hogy életciklusszerű energiamérlegét és kibocsátásait tekintve nem kedvező. Az első generációs bioetanol gyártást várhatóan egy évtizeden belül kiszorítja a második generációs (cellulóz alapú) bioetanol gyártás, ezért az első generációs nagyberuházások helyett versenyképesebb lehet elősegíteni a második generációs technológia elterjedését. A kész bioüzemanyagok előnye, hogy közvetlenül képesek helyettesíteni a közlekedésben felhasznált fosszilis tüzelőanyagok egy részét, és integrálhatók a meglévő energiaellátó, és –elosztó rendszerbe.

A bioüzemanyagok használata csak akkor jelenthetne valódi alternatív energiaforrást, ha az előállításához is valódi megújuló forrásokat használnánk, és ha energiamérlege az első generációs üzemanyagokénál sokkal kedvezőbb lenne.

A biogáz decentralizáltan áll rendelkezésre, hasznosítása csökkenti a légkörbe kerülő metán mennyiségét. A biogáz-üzemek alkalmasak a legtöbb szerves hulladéknak tekintett, köztük a mezőgazdasági és a közlekedési hulladék anyagok feldolgozására, átalakítására és semlegesítésére egyidejű energiatermelés mellett, valamint a természetesen előforduló növényeket és a feldolgozóiparból származó hulladékokat is kezelni tudják.

Magyarországon több mint félszáz különböző kapacitású települési szennyvíztisztító telep üzemel. Ezek iszapját 458 helyen kezelik. Az iszap szervesanyag-tartalma általában 65-75% között változik, mely függ a folyadékfázis tisztításának minőségétől. A rothasztás folyamán keletkező biogáz mennyisége a lebontott szervesanyag mennyiség függvénye.

A szennyvíziszapból elméletileg nyerhető biogáz-energia a 44 vizsgált telepen 381,4 MWh/nap, 335 munkanap feltételezése mellett ~127,8 GWh/év villamosenergia-többletet képezhet. A gázmotorok működése kapcsán jelentős hulladékhő keletkezik, mely magán a telepeken hasznosítható. Ezzel a rothasztók hőtartásához, a telep szociális melegvízellátásához, fűtéséhez stb. szükséges „tüzelőanyag” mennyisége kiváltható vagy pótolható. További előnyként említhető, hogy az energiatermelés után megmaradó kezelt iszap kiválóan alkalmas a fás szárú és egyéb energiaültetvények talajának a javítására. A szennyvíziszap szervesanyag-tartalma lehetővé teszi e növények intenzívebb növekedését.

A modern blokk fűtőművekben a biogáz elégetésével hő- és villamos energia termelhető, a keletkező hő egy része a fermentorok fűtéséhez szükséges (20-30%), a megmaradó hőenergia hűtésre, fűtésre használható. A biogáz alaposabb tisztításával alkalmas lehet gépjárművek meghajtására, valamint földgázhálózatba történő betáplálásra. Javasolt, hogy létesüljenek főleg állati

trágya feldolgozására specializált biogázüzemek, valamint a különböző élelmiszeripari hulladékokat feldolgozó üzemek is, mivel ezek környezetre gyakorolt pozitív hatásai jobban érzékelhetők, mint a csak természetesen energianövényeket hasznosítók. Megjegyezzük, hogy a jelenlegi kötelező átvételi árak mellett az energianövények biogáz-termelésre történő hasznosítása nem fog elterjedni az alapanyag magas termelési költségei miatt.

Fosszilis tüzelőanyagok elégetésekor 1 kWh villamos energia termelése 0,93 kg CO₂ kibocsátással jár, biogáz üzem esetén 1 kW beépített villamos áram-termelő kapacitás évi 7 t CO₂ kibocsátás kiváltását jelenti.

A biometán földgázhálózatba történő betáplálását nagyobb, centralizált biogáztermelő üzemekben lehet elképzelni. Ezen kívül a tisztított biogázt üzemanyagcélokra is lehet használni. Az 1 ha-ra vetített, megtermelt üzemanyag mennyisége és a megtett km-ek tekintetében a biogáz rendelkezik a legjobb mutatókkal a többi biohajtóanyaggal összehasonlítva, valamint energiamérlege a teljes termelésre viszonyítva jobb, mint más bioüzemanyagoké. Elterjedését befolyásolja a magas beruházási költség; a törvényi szabályozás ezt az üzemanyagféleséget nem mentesítette a jövedéki adófizetés alól. A biometán földgázhálózatba történő betáplálását a földgáztörvény ugyan lehetővé teszi, azonban az ilyen irányú kezdeményezések elterjedéséhez szükséges a gáztörvény végrehajtási szabályozásának kidolgozása.

Szélerergia

A szélerőművek segítségével a megújuló kapacitás gyorsan növelhető. Létesítésüknek korlátot szab azonban a magyar villamosenergia-rendszer irányíthatósága. Jelenleg rendszerstabilitási okokból 330 MW-ban korlátozták az ilyen kapacitásokat, azonban a szabályzó eszközök változtatásával akár 1000 MW teljesítmény is elérhető rendszerszabályozási problémák nélkül. Egy feltételezett elvi 1000 MW-os kapacitás is csak a jelenlegi hazai villamosenergia-igény mintegy 4 %-át lenne képes megtermelni.

Javasolt a szélfarmok számának növelése, mivel ez statisztikailag becsülhetőbbé teszi a termelést, és ezzel kiszámíthatóbbá válik a szükséges tartalékok tervezése. Támogatandó a szélfarmok telepítési helyének diverzifikálása, mivel ez csökkenti a termelés és a teljesítmény-változás egyidejűségét, és ezáltal csökkenti a szükséges szabályozási kapacitást.

Nem javasolt a jelenlegi szélergiára bevezetett kapacitáskorlát egyszerű módosítása, hanem komplex megközelítéssel növelhető többszörösére a jelenlegi kapacitáskorlát:

- A korlátozható vagy kikapcsolható szélerőművek telepítésének bevezetése.
- Meg kell határozni azokat az állami prioritásokat, amiből következik, mennyi szabályozást hajlandó a rendszer finanszírozni, ekkor ugyanis pontosan számítható a lehetséges kapacitás (most semmi plusz költséget nem hajlandó vállalni a rendszerirányító)
- A meglévő erőművek hálózati hatását elemezve, és az eredményeket extrapolálva következtetni lehet nagyobb mennyiségű erőmű hatásaira
- Új erőművi együttműködések elősegítése (gázmotorok szabályozása, smart grid típusú alkalmazások)
- Tározási megoldások keresése (együttműködés szomszédos országokkal SZET létrehozásában, hidrogén, stb.)

Vízenergia

Ténylegesen kiaknázható vízenergiában meglehetősen szegény az ország, és az éghajlatváltozás következtében a kisméretű vízerőművek esetében is a vízellátás csökkenésével kell számolni, ezért - figyelembe véve a közismert műszaki, természetvédelmi szempontokat is - a jelen stratégia keretei között ezzel az opcióval, mint érdemleges megoldási lehetőséggel nem lehet számolni. Tározós vízerőmű létrehozása rendszerszabályozási okokból nem szükséges az elkövetkező évtizedben várható megújuló energiával kapcsolatos fejlesztésekhez, az egyéb rendszerszabályozási eszközökkel megoldható. Tározós erőmű építését csak egy esetleges nukleáris energetikai beruházás indokolná.

Figyelembe kell venni a természetvédelmi szempontokat, amelyek befolyásolhatják a szélenergia telepek, illetve vízerőművek létesítési helyének meghatározását.

Napenergia

Napelem

A napelemek már régóta ismertek, azonban energiaátalakítási hatásfokuk igen alacsony, átlagban 13-17% körüli. Ezt az alacsony hatásfokot tovább rontja, hogy éjjel nem termelnek. Ez azt eredményezi, hogy kb. 10 m² napelem felület tud leadni 1 kW csúcsteljesítményt. A napelemek által kiadott áram és feszültség a fény intenzitásától és a cella típusától függ.

A mikroturbinákhoz és üzemanyagcellákhoz hasonlóan a napelemek is egyenáramot termelnek, melyet inverter közbeiktatásával lehet a hálózatra betáplálni. A terhelés követő képessége igen limitált. Önálló alkalmazás esetén valamilyen villamosenergia-tárolási megoldást is ki kell építeni.

Ha süt a nap, a napelemek igen nagy megbízhatósággal, csendesen és károsanyag-kibocsátás nélkül működnek. Legnagyobb hátrányuk a magas beruházási költség, a napsütés változékonysága és a nagy területi igény. Alkalmazásuk a lakossági és közületi épületek energiaszükségleteinek kiegészítő forrásaként használható leginkább, és elterjedésének korai támogatása a hosszabb távú kibocsátás-csökkentési célok könnyebb megvalósítását szolgálja.

A technológia elterjesztéséhez adókedvezmények (ÁFA-mentesség) biztosítása szükséges előfeltétel.

Napkollektor

A napkollektorokat általában elsődlegesen hőenergia előállítására alkalmazzák néhány megawattos nagyságrendben, azonban a Stirling-motorok (külsőégésű motor) elterjedésével a 10-25 kW-os mérettartományban villamos energia előállítása is lehetséges.

A technológia elterjesztéséhez adókedvezmények (ÁFA-mentesség) biztosítása szükséges előfeltétel, de megfontolandó az építkezési szabványokba való beleépítése is, mint ahogy Dél-Európa számos országában kötelező bizonyos méretű új épületeken ezek alkalmazása.

Geotermia és hőszivattyúk

A geotermikus energia hazai hasznosításának általános növeléséhez rendezni szükséges a kutak tulajdoni és nyilvántartási helyzetét, és ki kell dolgozni a vállalkozói hasznosítás feltételrendszerét.

A direkt hasznosítás mellett a geotermiára alapozott hőellátás egyik speciális fajtája a hőszivattyú, ami az alacsonyabb hőmérsékletű közegben felvett hőt – villamosenergia-felhasználás mellett – magasabb hőmérsékletű közegben adja le. Magyarországon a hőszivattyúk elterjedése kezdeti állapotban van. Kedvező lehetőséget jelentenek a hőszivattyúk alkalmazására a fürdők és az egyéb elfolyó vizek, amelyek hőtartalma hőszivattyúval nagyon kedvezően hasznosítható.

A geotermia-felhasználás növelésével nem csak a környezetszennyezés, illetve az energiaimportfüggőség mérsékelhető, hanem az a vidékfejlesztés, a népesség-megtartás hatékony eszköze lehet. A kedvező hazai adottságok minél nagyobb mértékű jövőbeni kihasználása – a biomassa mellett – a megújuló energiahordozó-felhasználás növekedésében kitérési pont lehet.

A hőszivattyúk használatának elterjesztéséhez adókedvezmények (ÁFA-mentesség) biztosítása szükséges előfeltétel. A megfelelő hatásfokú hőszivattyúk alkalmazásának lakossági és közsférában történő elterjedésének támogatása prioritás, megfelelő hővédelemmel ellátott épületek esetén.

3.3.4 Közlekedési kibocsátások mérséklése

A közlekedésre vonatkozó kibocsátás-csökkentési lehetőségek kiaknázása érdekében alapvető szemléletli változást kell jelentsen az elkülönült hagyományos technológiákon alapuló közlekedési

módokban, alágazatokban történő stratégiák helyett a fenntarthatóságot szem előtt tartó, felhasználó-orientált „csomagokban” történő stratégia készítés.

Elsősorban el kell készíteni a környezetkímélő közlekedés és közlekedési infrastruktúra-fejlesztés stratégiáját, a hozzá kapcsolódó cselekvési programmal. További regionális stratégiákkal és programokkal kell biztosítani a régiók, kistérségek környezetkímélő közlekedését.

Közlekedési célok	Komplex stratégiák	Térségi, kistérségi		Védendő településrészek		Regionális, eurorégiós szint		Kontinentális és globális együttműködés	
		Személy	Áru	Személy	Áru	Személy	Áru	Személy	Áru
Közlekedési igény mérséklése, optimalizálása		Okozott költségek megfizettetése, teljesítményhez igazított díjtételek. A szolgáltatások elérhetőségét a szolgáltatás biztosításának, illetve ellenkező esetben a közlekedésre hárított terhek összességének integrált figyelembevételével kell mérlegelni.							
		Kistérségi átfogó közösségi közlekedés, rugalmas, igényorientált, összehangolt	Térségi szinten szervezett áruterítés, a személyforgalommal is kombináltan	Autómentes zónák	Átmenő forgalom kitiltása	A logisztikai kényszerpályák felülvizsgálata, az informatikai lehetőségek birtokában a termékek utaztatásának csökkentése.	A szubszidiaritás kiterjesztése a térbeli viszonyokra: ami kisebb távolságban is szolgáltatható, azt ott kell biztosítani.		
Motorizált részarány csökkentése		Térségi közforgalmú közlekedési integráció. Kerékpáros létesítmények normává tétele	Térségi szinten szervezett áruterítés, a személyforgalommal is kombináltan	Mobilitási központok kialakítása, koordináló, tájékoztató szereppel	Átmenő forgalom kitiltása				
Közlekedésszerkezet eltolása a kis energiaigényű módok felé (vagy a jelenlegi megtartása)		A tömeg- és vasúti közlekedés szolgáltatási színvonalának emelése, az externális költségek internalizálása esetleges kereszt-finanszírozással	A vasúti teherszállítás hatékonyabbá tétele és a szolgáltatás színvonalának versenyképessé tétele, az infrastruktúra felújítása	P+R lehetővé tétele és ösztönzése, a forgalom kitiltása, városvédelmi belépődíjak kivetése, a tömegközlekedés színvonalának emelése.		A vasúti teherszállítás hatékonyabbá tétele és a szolgáltatás színvonalának versenyképessé tétele			
Térbeli struktúra javítása		A többoldali megközelíthetőség, a kapcsolati redundancia biztosítása						A távolsági kapcsolatok fontos, de kiegészítő szerepet kell kapjanak, a tömeges igénybevételük arányának csökkennie kell	
		Központ-funkciók térbeli megosztása		Közterületek komplex tervezése	Rácsos térségi szerkezetek				
Időbeli kiegyenlítés		Időben differenciált tarifarendszer, ami a közösségi közlekedés mellett az úthasználatra is kiterjed		Időben differenciált behajtási díj					
Modális integráció		Térségi szövetség	Egységes térségi koncentráció	Személy- és áruszállítás közös szabályozása	Átfogó, komplex koncepció alapján regionális szinten integrált				
Szennyezés csökkentése		Térségi kibocsátási kvóta alkalmazása, kibocsátási normákhoz igazodó gépjármű adóztatás, új járművek kibocsátási normájának fokozatos szigorítása,							
Társadalmi beágyazódás		Térségi szövetség a teljes társadalmat reprezentálja		Komplex közterületi szabályozás és fejlesztések	Térségi irányításhoz kapcsolt közlekedési intézmények				
Meglévő létesítmények fenntartása									

3.9 táblázat - A közlekedés kibocsátás-csökkentési eszközeinek lehetséges rendszere

A komplexitást valamennyi szinten többszintű integráció biztosíthatja, így a közlekedési kérdéskör integrálása az adott térség társadalmi-gazdasági-környezeti stratégiájába, az új technikai megoldások, a finanszírozás, a meglévő létesítmények működtetése és az intézményrendszeri biztosítékok együtt kezelése, valamint a visszacsatolásokhoz való rugalmas alkalmazkodás szempontjainak átfogó érvényesítése valamennyi stratégiában.

3.3.5 Mezőgazdasági kibocsátások mérséklése, szénmegkötés erdőtelepítéssel

A földhasználat területén a kibocsátás-csökkentés legfontosabb eszköze az integrált földhasználat kialakítása lehet. A mezőgazdasággal kapcsolatos éghajlatvédelmi eszközök a következők:

- Kiemelt jelentőségű a természetkímélő tájgazdálkodás, a természetkímélő gazdálkodási módok, a termőhelyi adottságokhoz és a növény igényeihez igazodó technológia, a helyi viszonyokhoz alkalmazkodott fajták széleskörű alkalmazásának támogatása;
- Precíziós technológiák kialakítása növényvédelmi és műtrágyázási szempontból;
- A precíziós technológiák elterjedésének ösztönözése szakpropagandával és képzéssel;
- A talajművelés vonatkozásában a víztakarékos technológiák, a növények igényeihez igazított művelési módok kialakítása. Ezek lényege: minél kevesebb műveléssel, a talajforgatások számának csökkentésével és mindig „zárt” talajfelülettel törekedjünk a talaj vízkészleteinek megővésére, illetve a csapadék befogadására és a termőrétegben való tározására;
- Géprendszerek korszerűsítésének elősegítése állami pályázati rendszer keretében;
- Az üvegházhatású gázkibocsátások számottevő mértékben a gépi technikák használata révén jelentkeznek a mezőgazdaság területén. Itt az energiatakarékos gépek, eszközök preferált támogatása jelenthet előrelépést;
- Támogatási rendszerek átalakítása a természetkímélő tájgazdálkodás alkalmazására;
- Kormányzati intézkedésként bioenergia stratégia kidolgozása
- Nagy termékkibocsátó állattartó telepeket létesítése csak abban az esetben ösztönzendő, ha az állattenyésztéssel összefüggésben keletkező melléktermékek újrahasznosítása a telepen zárt technológiai rendszerben valósul meg, illetve az intenzív állattartó telepek biogáz üzemekkel kapcsolódnak össze.

Az erdőgazdálkodással kapcsolatos éghajlatvédelmi eszközök a következők:

- Erdőtelepítés szükség szerinti differenciált ösztönzése;
- Erdőtelepítések támogatása szakmai tanácsadás biztosításával;
- Szemléletformálás elősegítése az erdők társadalmi és gazdasági támogatottságának növelése érdekében;
- Széles körű szakmai konszenzus kialakítása az erdőknek a klímaváltozás mérséklésében betöltött szerepéről;
- Művelési ág szerinti differenciált támogatás az erdőtelepítésekre: magasabb támogatás a szántók, alacsonyabb támogatás a mezőgazdaságból kivont legelők beerdősítésére;
- Olyan fa-alapú termékek előállításának támogatása, amely hosszútávon szénket köt le;
- Kutatások támogatása pályázati rendszerrel: elsősorban a megfelelő fafaj kiválasztása érdekében, amely kutatás éppen a változó éghajlat miatt jelentkező kockázatok miatt válik jelentőssé;
- Nagyobb arányú erdőtelepítés esetén a szaporítóanyag-termelés hatékonyabb megszervezése (mikor, mennyi szaporítóanyag és milyen módon kerüljön a megtermelésre);
- Az erdészeti tervezés időtartamát, annak hosszú távú jellegét, valamint az elkerülhetetlen éghajlatváltozást figyelembe kell venni minden döntés során.

- Változatos fafaj összetételű állományokat, folyamatos erdőborítást és ezzel a talaj fedettségét biztosító erdőgazdálkodási módszerek bevezetése, amelyek egyben az erdőklíma megőrzésével az erdő éghajlatváltozással szembeni ellenállását is növelik és biztosítják a biológiai sokféleség megőrzését, a fák élettartamának növekedését.

3.3.6 Hulladékgazdálkodás, szennyvízkezelés

Magyarországon a hulladékgazdálkodásból, valamint a szennyvízkezelésből származik a teljes ÜHG kibocsátás 6-7%-a. A kibocsátások egy részét az elhagyott és felhagyott hulladéklerakókból felszabaduló metán teszi ki, másik része pedig a szennyvízkezelés során képződik.

2009-ig bezárólag hozzávetőleg 2000 hulladéklerakó kerül véglegesen bezárásra; ezen bezárt lerakók egy nagyobb hányadára már készültek rekultivációs tervek. Amelyek nem kerülnek majd rekultiválásra az EU Kohéziós Alapjának segítségével, azoknál feltétlenül hasznos lehet a képződő gázok befogása és másodlagos energiahordozóként történő felhasználása.

A szennyvízkezelés során képződő metán a fentiekhez hasonlóképpen használható. Jó példa az észak-csepeli szennyvíztisztító beruházás, ahol úgy tervezték meg a fejlesztést, hogy a képződő metánra alapított gázmotorok fedezik a telep energiaellátását. A nagyobb városok és egyéb akár a 15 ezer lakos-egyenértéknél kisebb (szennyvíz-) agglomerációk esetében is lehetőség nyílik a fenti megoldásokra.

Megfelelő és körültekintő tervezéssel elérhető lenne a hulladékgazdálkodás, valamint a szennyvíz kezelés melléktermékeként képződő metán akár 25-30%-át is hasznosítani, ami kb. 1,5 millió tonna CO₂ egyenérték kibocsátás-csökkentést tenne lehetővé az elkövetkezendő 10 év során megvalósuló fejlesztések segítségével. A korábbiakban már szóltunk a szennyvíznek, mint növényi öntöző- és tápanyagforrásnak a hasznosíthatóságáról, illetve az elsősorban a szennyvíz környezeti és egészségügyi károsításának megelőzése érdekében alkalmazandó faültetvények energetikai biomassa szerepéről.

3.3.7 Ipari kibocsátások mérséklése

Stratégiai szempontból a kibocsátás-csökkentés legfontosabb, a szektorban működő vállalatok által használható eszközei a következők lehetnek:

- Nagyobb iparvállalatoknál az energiagazdálkodási feladatok magas színvonalú ellátására szakembert, energetikust célszerű alkalmazni. Magyarországon a rendszerváltást kísérő dereguláció során az energetikus alkalmazásának kötelezettségét megszüntették, ami a vállalatok energiagazdálkodási színvonalára rossz hatással volt. E gyakorlat megváltoztatása, az energetikusok alkalmazásának ösztönzése több EU tagállamban is bevált eszköz. Tapasztalatok alapján pusztán az energetikus tevékenységétől – beruházás nélkül – 3-5% energia megtakarítás várható.
- Energetikai felülvizsgálatok (auditok) végrehajtása, ill. ilyen vizsgálatok ösztönzése. Az auditok, olyan vizsgálatok, melyek átvilágítják az iparvállalat energiafelhasználásának rendszerét; rámutatnak a veszteségek csökkentésének lehetőségeire; meghatározzák a javítási intézkedések indokoltságát, tartalmát, költségét és várható eredményeit. Egy szakszerűen elvégzett audit alapján az iparvállalat tervezni tudja energiahatékonyság-javítási programját. Az energia audit során javasolt és jó gazdaságossági mutatókkal rendelkező intézkedések tapasztalatok szerint az elavultabb és korszerűtlenebb technológiával termelő üzemek esetén 10-20% közötti energiamegtakarítást eredményezhetnek.
- A fő technológia energiafelhasználásának mérséklése. Az ebbe a kategóriába tartozó energiafelhasználás lényegi csökkentése általában csak a technológia cseréjével, más, korszerűbb (BAT) eljárás alkalmazásával lehetséges. Kisebbséget jelentő javulást ún. feljavító intézkedésekkel lehet elérni. Ilyen beavatkozások pl. minél nagyobb kihasználást biztosító gyártási ütemezés, a biotechnológia a kalorikus technológiák helyett, a hulladékszegény megmunkálási módok alkalmazása, a katalitikus folyamatok a tisztán termikus folyamatok helyett, mechanikus szárítás termikus helyett stb.

- A fő technológiát kiszolgáló segédrendszerek energiafelhasználásának racionalizálása. Ide tartozik az energiaellátás, vízellátás, nyersanyag-előkészítés, logisztika stb. Itt is technológiacserével vagy az általános feljavító intézkedésekkel lehet megtakarítást elérni. Néhány példa a technológiacserére: kapcsolt hő- és villamosenergia-termelés, csavarkompresszor dugattyús kompresszor helyett a préslevegő ellátásban, oxigéngyártás (égés-intenzifikáláshoz) hagyományos elválasztási technológia helyett molekulaszűrővel, melegvizes fűtés gőzös helyett, termoolajos hőközlés vízgőzös helyett stb.
- Az iparban is energiát igényel a létesítmény-fenntartás, úgymint fűtés, hűtés, melegvízellátás, a személyzet kiszolgálása, világítás stb. Néhány példa a javítási lehetőségekre: intelligens fűtésszabályozás, hatékony világítási technológiák alkalmazása, rekuperatív szellőzés, passzív és aktív szoláris technológiák alkalmazása stb.
- Végül az általános javítási és megtakarítási lehetőségek (hatékony világítási technológiák alkalmazása, rekuperatív szellőzés, passzív és aktív szoláris technológiák alkalmazása, hőszigetelés, hulladékhő-hasznosítás, fordulatszám-szabályozós hajtások, intelligens vezérlők, paraméterek optimalizálása, kapcsolt energiatermelés, ejtőturbinák fojtás helyett, energiatudatos telepítés és műszaki kialakítás) jöhetnek szóba.

3.3.8 Intelligens energiafelhasználás

Rendszerszabályozási lehetőségek a megújulóknál

A villamosenergia-termelés alaptermotechnológiája az utóbbi évszázadban lényegében kialakult. A dinamikus igénynövekedés, a környezetvédelmi kihívások, a globalizálódó energiahálózatok az előnyök mellett problémákat is felvetnek. A hagyományos termelési technológiák mellett rendelkezésre álló újfajta erőművek és az intelligens hálózatok kiépítése hozzásegíthet a fenntartható, biztonságos energiaellátás megteremtéséhez. Ezek a jelenleginél sokkal hatékonyabban tudnak támaszkodni a kis és lakossági szintű villamosenergia-termelésre, megújuló forrásokból. A hagyományos microgrid struktúra több évtizedes koncepció, melyben egy izolált kis hálózat megoldja az energiaellátás minden felmerülő problémáját, esetenként egy ponton rá tud kapcsolódni a nagy hálózatra. A virtuális Microgrid illetve a Smart Grid alapvetően a meglévő hálózati struktúrát használja fel, de IT alkalmazások révén virtuálisan Microgridként üzemel, melynek főbb tulajdonságai:

Az együttműködésben a következő berendezések képesek műszakilag részt venni: a *termelő oldalon* gázmotorok (1-3 MW), szél erőművek (0,6-2 MW), kis teljesítményű biogáz és biomassza erőművek (2-10 MW), kis vízerőművek (30kW-1,5 MW), mikroturbinák (10-30 kW), mikroSZET (kisméretű szivattyús energiatárolás – 50 kW-5 MW), hőszivattyú (2-10 kW), napkollektor (10-50 kW), napelem (1-10 kW), tüzelőanyag cella (1-30 kW), hidrogén formában energiatárolás (10-50 kW), a *fogyasztói oldalon* intelligens” fogyasztók, HKV, RKV ill. IP alapú vezérelt fogyasztók, lakóparkok (200-600 kW), bevásárlóközpontok (1-2 MW).

A megújuló energiaforrások időjárás-függősége és a kis és lakossági szintű megújuló energia termelés megvalósítása új kihívásokat jelent a villamos energia rendszerszabályozása számára. A modern információs technológia felhasználásával ezek a kihívások azonban megválaszolhatóak, és akár a jelenleginél is stabilabb villamos hálózatok hozhatóak létre. Szél és egyéb erőművek együttműködésének lényege, hogy néhány szél- és kiserőművet közös teljesítmény-szabályozó rendszerrel látnak el, és ez az egység (virtuális hálózat) együttesen a független termeléshez képest kedvezőbb termelési karakterisztikával bírhat. Villamos menetrendet tud adni (pl. zsinór menetrendet) az ilyen erőművi csoport, ami sokkal jobban kezelhetővé teszi a rendszerirányító számára.

Hidrogén alapú energiatárolás

A megújuló energia tárolásának egy kézenfekvő formája a hidrogénné alakítás, annál is inkább, mert ez az anyag közvetlenül üzemanyaga lehet gépjárműveknek a robbanómotor vagy tüzelőanyag-cellára révén, miközben az időjárásfüggő termelés kevésbé zavarja meg a villamosenergia-rendszer

folyamatainak tervezhetőségét. Különböző sémák alapján 3-4MW, illetve 20-40 MW tartományban üzemelő rendszerek megvalósítása lehet reális a közeljövőben.

Szivattyús tároló erőmű

Lényege, hogy napi ciklusban, éjszakai „olcsó” villamos energiával szivattyúüzemben, csővezetéken vízzel fel kell tölteni a felső tározót, amelyből a víz leengedésével turbinaüzemben a napi csúcsidőszakban értékes villamos energia nyerhető. Gyakran szokták összekapcsolni a megújuló energiaforrásokkal, hiszen több országban az energiatárolás e formáját alkalmazzák pl. a szélerőműi termelés fluktuációinak kiegyenlítésére, azonban alkalmazható más célra is, pl. atomerőmű visszatérhelési szükségességének elkerülésére is.

Az alapelv szerint olyan helyeken ésszerű ilyeneket létesíteni, ahol a természeti adottságokat kihasználva „könnyedén” biztosítható a szükséges több száz méteres esésmagasság. Magyarországon a domborzati adottságoknál fogva csak jelentős méretű környezetrombolás és tájtalakítás útján lehetne megvalósítani az eddigi elképzelések szerint.

Készenléti áramfogyasztás csökkentése

A készenléti áramból származó összes áramfogyasztás Magyarországon évente közel 1 TWh. A készenléti fogyasztás Magyarországon a következőket jelenti:

- a teljes országos áramfogyasztás 3%-a, mely sokkal magasabb, mint más országok hasonló adata, (pl. USA: 1,3%, Japán: 1,7%), a teljes lakossági áramfogyasztás 11,5 %-a, vagyis éves szinten 259 kWh villamos energia fogyasztás
- 0,4 Mt CO₂ kibocsátás (kizárólag lakossági készenléti fogyasztás) mely az országos CO₂ kibocsátás 0,7%-a;

2001-ben az összes lakossági készenléti áramfogyasztás 85%-át videó-, audio-, és IT eszközök adták. A háztartási készenléti áramfogyasztás csökkentésének egyik lehetséges eszköze az új gépek készenléti áramvesztésének korlátozása.

A készenléti fogyasztás nemcsak a lakossági szektorban játszik szerepet, hanem az ipari termelésben, valamint a közsférában is. Jelenleg Magyarországon a lakossági szektoron kívül nem születtek becslések az egyes szektorok készenléti fogyasztásáról. Egy Dániában végzett 8 iparágra kiterjedő felmérés szerint az összes *ipari* áramfogyasztás 10%-a „üres fogyasztás” A *közsférában* az olyan tevékenységek, mint pl. az irodai gépek készenléti üzemmódja, az állandó szellőztetés, a szerverszobák túlzott hűtése, vagy az égve „felejtett” lámpák közel 9%-kal emelték meg az áramfogyasztást; a felsorolt tevékenységek csökkentett készenléti fogyasztásával a készenléti áramfogyasztás akár 50%-kal is csökkenthető.

3.4 Az állami beavatkozás eszközrendszere

Az államnak számos eszköze van arra, hogy a bemutatott, technológiailag és gazdaságilag egyaránt megvalósítható lehetőségek felé terelje a döntéseik nyomán üvegházhatású gázok kibocsátását eredményező szereplőket: az energiatermelőket, az ipari vállalatokat, a lakosságot és az egyéb érintett szereplőket. Erre az államnak számos eszköze kínálkozik, mely eszközök alkalmazása között egy viszonylag egyértelmű sorrendet lehet felállítani:

- 1) Minden döntés során kiindulási alapként szolgál a szabványoknak történő megfelelés és a környezeti engedélyeztetési eljárások megfelelő lefolytatása.
- 2) Szükség van a *piackudarcok felszámolására* annak érdekében, hogy a már most is megtérülő, azonban mégsem elterjedt üvegházhatású gázkibocsátási megoldások elterjedhessenek:
 - a) Sok esetben a *verseny hiánya* miatt magasabb a fogyasztás a kelleténél (pl. a nem szabályozható távhő fogyasztás miatt pazarló fogyasztás, vagy az erőművek elismert költségei

- közé beépített tüzelőanyag-költség miatt az optimálisnál pazarlóbb tüzelőanyag-felhasználás), az éghajlatpolitikának is célja ezért a versenyfeltételek megvalósulása, elsősorban az energiapiacra.
- b) A megtérülő beruházások elterjedésének másik korlátja a szükséges információ hiánya, ezért a piac jó működéséhez szükség van az *információs korlátok* eltörlésére is. Ezt szolgálja például a háztartási gépek címkézése vagy az épületek energiatanúsítványa, a személygépjárművek fogyasztásának és szén-dioxid kibocsátásának feltüntetése. Az energia-megtakarítással járó költségmegtakarítás feltüntetése rendszerint elmarad, pedig az fontos támpontot jelenthetne a fogyasztók számára. Ezen kívül a megfelelő szakemberek energiatudatos képzése és rendszeres átképzése alapvető a know-how előrehaladásának követésére, beleértve az érintett szakmunkák területeit is (villanyszerelő, kőműves, stb.).
 - c) Számos esetben a megtérülő beruházásokra azért nem kerül sor, mert a kezdeti beruházási költségek magasak, és tőkepiaci kudarc miatt az ebből fakadó pénzügyi nehézségek nem áthidalhatók. Ilyen például az épületek szigetelése, vagy akár az energiatakarékos izzók használatának elterjedése. Ez esetben az állam szerepe egy olyan kölcsönkonstrukció kidolgozásában lehet, mely ezeket a nehézségeket át tudja hidalni, és olyan törlesztést tesz lehetővé, amely a beruházás teljes élettartama során a beruházó személy számára csökkenti a költségeket.
 - d) Szintén sok esetben a tranzakciós költségek magasak, az energiatakarékos megoldásoknak való utánajárás túl sok időt és pénzt emésztene fel. Ez a probléma sokszor egyszerű szabályozással igen jól orvosolható, például minimális energiahatékonysági szabványok bevezetésével. Szükséges azoknak a szolgáltatóknak a megjelenése a piacon, amelyek teljes körűen felméri az energia-megtakarítási és kibocsátás-csökkentési lehetőségeket, hogy ez ne a szaktudás nélküli energiafogyasztót terhelje. Az energiaszolgáltatókra kirótt energia-megtakarítási kötelezettségek (esetleg energiahatékonysági bizonyítvány-kereskedelemmel kombinálva) bevezetése is jó eredményeket mutat több európai országban. Fontos az is, hogy a finanszírozási források könnyen hozzáférhetőek legyenek.
- 3) Számos esetben nem piac- hanem *állami kudarcról* van szó: szükséges a támogatási, ösztönzési rendszerek és az állami pénzből végzett beruházások megvizsgálása, az éghajlatvédelmi szempontból káros támogatások megszüntetése.
 - 4) A fenti lépéseket követően kerülhet sor a karbon árának internalizálására, hogy az a döntésekben megjelenhessen. Ez történhet adókon keresztül, vagy pl. a kibocsátás-kereskedelmi rendszer más szektorokra és gázokra történő kiterjesztésén keresztül. Fontos, hogy a rendszerben az *üvegházhatású gázkibocsátás költségének olyan magasnak kell lennie, amely garantálja, hogy a jövő generációk számára is kielégítő döntések születnek a jelenben.*
 - 5) Egyes esetekben szükség lehet beruházási vagy működési támogatás nyújtására is. Mivel ez a szűkös állami források felhasználásával jár, ezért javasolt, hogy erre csak akkor kerüljön sor, ha az előző lépések nem elegendők a kívánt eredmény eléréséhez.
 - 6) Mindezzel párhuzamosan szükség van arra, hogy az új technológiai megoldások kutatását, valamint a mintaprojektek megvalósítását K+F támogatások könnyítsék.
 - 7) Emellett szükség van egy olyan jogi keretrendszerre, mely kötelezővé teszi minden adott döntés meghozatala során az éghajlatvédelmi szempontok figyelembevételét

A továbbiakban az állami beavatkozás számára rendelkezésre álló piaci és nem piaci, de piackonform beavatkozásokat tárgyaljuk. A piacgazdaságban az állam az emisszió-csökkentés elérése érdekében közgazdasági, szabályozási és promóciós eszközöket alkalmazhat, valamint nagyon lényeges a modell szerepe is (példa mutatása valamint az új technológiák és eljárások elterjesztésére az első nagyobb piaci kereslet megteremtése). A szabályozás és egyéb eszközök mellett fokozottabb mértékben alkalmazni kell a költséghatékony megoldásnak számító piaci alapú eszközöket, beleértve a kibocsátás-kereskedelmi rendszereket, adózási intézkedéseket, valamint támogatásokat. Ez

összhangban lenne a lisszaboni, a fenntartható fejlődéssel és a jobb szabályozással kapcsolatos programokkal.

Az energiagazdálkodással és a klímaváltozás leküzdésével kapcsolatos új európai politika nem kevesebbet kíván elérni, mint a következő 10-15 évben bekövetkező új ipari forradalmat. Gyökeres változást vár Európától az energiagazdálkodás terén: végső cél a kis szén-dioxid-kibocsátású gazdaságra való valódi áttérés. A politikáknak nemcsak hozzá kell tenniük mindehhez a maguk részét, de alkalmazkodniuk is kell annak érdekében, hogy ez a nagyra törő, de szükségszerű cél valóra váljék. A piaci alapú eszközök – a vállalkozások és fogyasztók megváltozott ösztönzői révén – fontos részét alkotják a valódi változásra irányuló erőfeszítéseknek,

3.4.1 Alapvető piackudarcok felszámolása

Magyarországon az energiaárakat a piac határozza meg, árszabályozás csak egyes vezetékes energiaszolgáltatási szegmensekben működik még. A piac 2007 közepére várt teljes körű liberalizációja után elvileg minden árszabályozás megszűnik. Az egyes szereplők piacot meghatározó szerepe azonban több nagy ÜHG kibocsátási ágazatban is megmarad, ami a piacot torzítja, esetenként az optimálisnál magasabb energiafelhasználáshoz és kibocsátásokhoz vezet.

A legtöbb országban, így Magyarországon is lehetőség van zéró társadalmi költségű intézkedések bevezetésére. Ezek azok az intézkedések, melyek eddig piackudarcok miatt nem valósultak meg.

A kereskedelmi költségek alapján „win-win” megoldások gyakran azért nem valósulnak meg, mert az érintett lakosság jövedelmi helyzete olyan, hogy a kezdő tőkét még a számára legelőnyösebb megoldásba sem tudja befektetni. (Ebben az esetben ajánlható az állami garanciával finanszírozott megosztott banki hitel és egyéb tőkeemelölekezés.) Az elkövetkező két-három évtizedben az energiahatékonyság 10-30%-os javítása valósítható meg minimális társadalmi költséggel. Hosszabb távon az energiahatékonysági potenciál még ennél is magasabb lehet.

Az energiahatékonyságot célzó innovációk és az ezt szolgáló fejlesztési intézetek kulcsfontosságú szerepet játszhatnak a gazdasági és környezeti előnyök megőrzésében. A nemzetközi fejlesztési hitelintézetek és más pénzügyi intézetek jelenlegi hitelpolitikájukkal nem igazán támogatják a kisméretű projekteket a várható profithoz képest magas tranzakciós költségek miatt. A kis volumenű projektek és a nagyméretű hitelalapok közötti összhangot meg kell teremteni: ennek egyik útja az lenne, ha az energiagazdálkodási tanácsadó cégeken keresztül történne a tőkeáramlás. A cégek kötnék a kisebb szolgáltatási szerződéseket és fizetnék ki a hiteleket a nagyobb számú, kisebb volumenű projektnek. Ugyanezt a célt szolgálja a nemzetközi fejlesztési intézetek által a helyi bankoknak nyújtott továbbkölcshozási konstrukció is.

További hiányosság, hogy nem rendelkezünk elég tapasztalattal a projektfejlesztés terén, illetve a befektetések előzetes értékelése vonatkozásában, amely pedig elengedhetetlen lenne annak megállapításához, hogy egy projekt vajon finanszírozható-e. Az EBRD ez utóbbi szempontot tekinti a jelentősebb energiahatékonysági befektetések útjában álló legnagyobb akadálnak. Igen hatékony lenne a projekt-előkészítés során a helyi menedzserek, projektvezetők, bankárok és egyéb döntéshozók munkáját információcserével vagy technikai együttműködéssel segíteni. A térségben működő energiahatékonysági központok – amelyek helyi szakemberekkel dolgoznak – követendő példák az intézményfejlesztés terén.

A főbb energiahatékonysági projektek kormánygaranciáinak hiánya jelentős finanszírozási akadály, ugyanakkor a villamosenergia-termelés magántőke-befektetéseinél a kormányok nagyfokú garanciát biztosítanak.

Gazdasági és társadalmi konfliktusok ebben az esetben is jelentkeznek, hiszen az intézkedések szerkezeti átrendeződést jelentenek, és markáns érdekeket sértenek. A felhasználók (háztartások) szintén változtatásra kényszerülnek, de ha pl. energiamegtakarító beruházásaihoz kellő támogatást kapnak, politikailag is támogatói lesznek e programnak.

3.4.2 Externáliák internalizálása

A piaci alapú eszközök alkalmazását gazdasági szempontból az indokolja, hogy ezen eszközök révén költséghatékony módon lehet ellensúlyozni a piaci hiányosságokat. Piaci hiányosságnak számít, ha a piacok teljességgel hiányoznak (a környezeti értékeknek közvagyon jellegük van), vagy ha a gazdasági tevékenységek „tényleges” vagy társadalmi költségét nem megfelelően veszik figyelembe. Ilyen esetekben a hiányosságok ellensúlyozása érdekében indokolt az állami beavatkozás. Általánosságban elmondható, hogy a szabályozási vagy adminisztratív módszerekkel szemben a piaci alapú eszközöknek megvan az az előnye, hogy a piaci hiányosságok kezelésére piaci jelzéseket használnak.

Függetlenül attól, hogy az árak (adózás vagy ösztönzők révén történő) befolyásolásáról vagy abszolút mennyiségek (kibocsátás-kereskedelem), illetve kimeneti egységenkénti mennyiségek meghatározásáról van-e szó, a piaci alapú eszközök hatékonyak, vagyis alkalmazásuk jelentősen csökkentheti a környezetvédelmi fejlesztésekre fordítandó költségeket pl. egy határértékekkel történő szabályozáshoz képest. A piaci alapú eszközök ugyanakkor nem jelentenek megoldást minden problémára. Működésükhöz világos szabályozási keretre van szükség, és alkalmazásukra sok esetben más eszközöket is tartalmazó szakpolitikai rendszerben fog sor kerülni. Azonban a helyes eszköz kiválasztása és megfelelő megtervezése esetén, a piaci alapú eszközök rendelkeznek bizonyos előnyökkel a szabályozási eszközökkel szemben:

- javítják az árelőjelzéseket, amennyiben a gazdasági tevékenységek külső költségeihez és hasznához oly módon rendelnek értéket, hogy a gazdasági szereplők figyelembe veszik azokat és változtatnak magatartásukon a negatív környezeti és egyéb hatások csökkentése – illetve a pozitívak növelése – érdekében,
- nagyobb rugalmasságot biztosítanak az ipar számára a célkitűzések megvalósítása, tehát általában alacsonyabb megfelelési költségeket eredményeznek,
- hosszú távon arra ösztönzik a vállalatokat, hogy technológiai fejlesztéseket hajtsanak végre a környezetre gyakorolt káros hatások további csökkentése érdekében („dinamikus hatékonyság”),
- a környezetvédelmi adó- vagy a fiskális reform összefüggésében alkalmazva elősegítik a foglalkoztatást.

Az EU szintjén a leggyakrabban alkalmazott piaci alapú eszközök közé az adók, a díjak és a kibocsátás-kereskedelmi rendszer tartoznak.

Adózási eszközök

Az adózási eszközök lényege, hogy munka és tőke adója helyett a természeti erőforrások használatát vagy a kibocsátásokat sújtja magasabb adó teher. Az externális költségek beépítése során az az alapelv, hogy a lehetséges eszközök olyan kombinációját kell kiválasztani, amely a lehető legkisebb társadalmi összköltséget jelenti. Általánosságban meg kell jegyezni, hogy az alkalmazott adózási eszköznek hosszú távon kell stabilnak maradnia, ennek hiányában akár gazdasági károkat is okozhat, és a kitűzött kibocsátás-csökkentési célértéket sem képes teljesíteni.

Erőforrásadó

Magyarországon jelenleg energiaadót, környezeti adót és jövedéki adót alkalmaznak. Az energiához kapcsolódó adókat csak átfogó adóreform keretében lehet bevezetni vagy emelni. Az ilyen típusú adók melletti érvelés nem kívánja a társadalom és a gazdaság összes adóterhét növelni, csak átrendezni a teherviselést. A fenntartható fejlődés közgazdasági eszközrendszere keretében az adórendszer olyan reformját javasolják, melyben az adókat elsősorban a természeti erőforrások használata arányában vetik ki, és csökkentik pl. a munkaerő alkalmazásához kapcsolódó terheket.

A környezettudatos adórendszer bevezetése piacgazdaságokban a klímavédelem egyik leghatékonyabb eszköze lehet. Szektorális adók bevezetése helyett az adórendszer egységes koncepciója szerint történő széleskörű reformja szükséges. Az ilyen típusú adó könnyebben

bevezethető, ha az adóreformot az országok szélesebb köre (pl. az EU tagállamok) egyszerre hajtja végre.

Üvegházhatású gáz adó

A hatékony üvegházhatású gáz adó optimális működéséhez az alábbi feltételeknek kell teljesülnie:

- *Univerzalitás:* Az adónak a gazdasági élet minden olyan területét, ahol üvegházhatású gáz kibocsátás történik, egyformán kell érintenie. Nem maradhat ki egyetlen terület sem, nem lehet aránytalan az adóztatás. Az éghajlati rendszer terhelése költségként kell, hogy jelentkezzen a gazdasági tevékenységek során, ezért amikor kibocsátás történik, szükséges az azzal arányos az adó megfizetése.
- *Hosszú távú tervezhetőség:* A hatékony működéshez hosszú távra kell rögzíteni, és világossá kell tenni a kibocsátás-csökkentési célokat. A szabályozási környezetet is úgy kell rögzíteni, hogy évtizedekig, lehetőség szerint a stratégia időhorizontjáig stabil maradjon.
- *Tiszta adórendszer:* Ahhoz, hogy a működése jól átlátható és nyomon követhető legyen nélkülözhetetlen a keresztfinanszírozások és a fogyasztáshoz, vagy a termeléshez kapcsolódó támogatási rendszerek megszüntetése. E nélkül értékelhetetlen, átláthatatlan és rossz határfokú marad a rendszer, a dotációk és keresztfinanszírozások ezt a természetes egyensúlyt eltorzítják.

Környezetvédelmi adóreformok

Egy olyan környezetvédelmi adóreform (ETR), amely az adóterhet a jóléti szempontból kedvezőtlen adókról (pl. a munkára kivetett adókról) a jóléti szempontból kedvező adókra (pl. a környezeti szempontból káros tevékenységekre, úgy mint erőforrás-felhasználás vagy szennyezés) helyezi át, mind a környezetvédelemmel, mind a foglalkoztatással kapcsolatos problémák megoldására lehetőséget biztosíthat („mindenki nyertes” helyzet)¹⁴. Az adópolitika ilyen módosításához ugyanakkor viszonylag stabil bevételre van szükség a környezetvédelmi jellegű adókból.

Ez a megközelítés különösen fontos az EU éghajlatváltozásra és energiapolitikára vonatkozó ütemtervének nagyra törő célkitűzéseinek szempontjából.

A közlekedés területén egy környezetbarátabb modális szerkezet kialakításához megfontolandó az autós közlekedésből, valamint a közúti áruszállításból származó externáliák internalizálása a tömegközlekedés és a vasúti szállítás keresztfinanszírozása céljára.

Támogatások és adókedvezmények

Az energiatakarékosság támogatása elsősorban az ehhez szükséges beruházások finanszírozásának támogatásában nyilvánul meg. A finanszírozási programok célja az energiafogyasztók hatékonyságjavítási beavatkozásai során felmerülő finanszírozási költségek csökkentése. A finanszírozási programok akkor hatékonyak, ha kis közpénz-ráfordítással jelentős volumenű beavatkozást mozgatnak meg.

A támogatási rendszerek felállítása előtt szükséges annak vizsgálata, hogy a probléma nem orvosolható-e a piaci verseny megteremtésével, vagy az egyéb piackudarcot eredményező korlátok leépítésével, esetleg egy megfelelő kölcsönkonstrukció kidolgozásával. A kibocsátás-csökkentés feladatának nagysága ugyanis nem teszi lehetővé azt, hogy a támogatásokkal meggondolatlanul bánjunk.

¹⁴ A Bizottság már 1993-ban, a növekedésről, versenyképességről és foglalkoztatásról szóló fehér könyvben [COM(93) 700, 10. fejezet] felvetette ezt a kérdést, majd újabban ismét tárgyalta az európai szociális modellről szóló közleményében, illetve a foglalkoztatási és környezetvédelmi politikák közötti kapcsolatokról szóló tanulmányban. Vö. COM(2005) 525. és SEC(2005) 1530. Az északi országokban végzett vizsgálatok utólagos eredményei, valamint a modell alapú tanulmányok alapján kimutatható, hogy mindkét területen pozitív eredményeket lehet elérni.

A legegyszerűbb támogatás a beruházás támogatása. Magyarországon az elmúlt évek során kedvező tapasztalatok gyűltek ezzel a finanszírozási technikával kapcsolatban. A beruházás-támogatás elvét könnyű megérteni, a folyamat jól átlátható, és nincs szükség hitelintézet bevonására.

Másik támogatási módszert jelent a kedvezményes kölcsönök nyújtása, vagyis kamattámogatás vagy hitelgarancia biztosítása. Magyarországon ezzel kapcsolatban is jelentős tapasztalat gyűlt össze, és megerősödött az a vélekedés, mely szerint ez a támogatástípus inkább a nagyobb volumenű közületi vagy ipari beavatkozások esetén hatékony. Kis értékű, tipikusan lakossági projekteknél ez megoldás jelentős többletadminisztrációt igényel, melyet a résztvevők nem szívesen vállalnak. Más a helyzet, ha a lakosság részére olyan harmadik fél közvetítésével jut el a támogatás, amelyik sok kis projektet tud egy nagyobb projektté szervezni.

Forgó alapokkal azokat a fogyasztókat lehet segíteni, akik hatékonyságjavító projektjükkel ki tudják termelni a beruházáshoz szükséges pénzt, de ezzel a pénzzel nem rendelkeznek az induláskor. Bármilyen finanszírozási program szervezésének feltétele, hogy álljanak rendelkezésre források. Megfontolandó egy Nemzeti Energiatakarékossági Alap létrehozása e célra.

Korlátozási/kötelezettségi és bizonyítványkereskedelmi rendszerek

Energia- és klímapolitikai célok elérésére egyre gyakrabban használt eszköz valamilyen korlát/kötelezettség és a hozzá tartozó engedélyek bevezetése, amit kiegészíthet bizonyítványkereskedelmi rendszer is. Ebbe a kategóriába tartoznak az emissziókereskedelmi rendszerek, a zöld bizonyítványok kereskedelmi rendszere, valamint a szolgáltatókra kiszabott energiatakarékossági kötelezettségek és az esetleg hozzá bevezethető fehér bizonyítvány-rendszerek.

A kibocsátás-kereskedelmi rendszerben részt vevő létesítmények a hazai üvegházhatású gáz kibocsátásnak mintegy harmadáért felelősek. Az Európai Unió üvegházhatású gáz emissziókereskedelmi rendszere jelenleg csak a szén-dioxid, mint üvegházhatású gáz kibocsátására, az energiaszektor és más energia-intenzív iparágak hozzávetőlegesen 230 hazai létesítményére terjed ki. Legközelebb a 2013-2017 közötti időszakra kerül majd meghatározásra a rendszer hatálya alá tartozó létesítmények számára kibocsátási egység mennyiség, amely vélhetően a 2012 utáni globális kibocsátás-csökkentési rendszer, vagy pedig az Unió önálló kibocsátás-csökkentési céljai által meghatározott szűkösségi szintet fogja tükrözni. 2012-től a rendszer valószínűleg kiterjed majd a polgári légi közlekedésre is. Emellett a tagállamoknak lehetőségük van egyoldalúan bevonni a rendszer hatálya alá más létesítményeket is.

Magyarországon az emisszió-kereskedelmi rendszeren kívül érdemes megfontolni az energiatakarékossági kötelezettség bevezetését (lásd pl. Egyesült Királyság), esetleg a hozzá tartozó energiatakarékossági („fehér”) bizonyítvány-kereskedelmi rendszerrel kiegészítve (pl. Franciaország, Olaszország).

3.4.3 Egyéb eszközök

Az eddig felsorolt eszközökön kívül még a következő eszközök bevezetésének megfontolása javasolható.

- A közsféra példamutató szerepe. A köz költségvetési forrásokból működő intézmények energiafelhasználásban való példamutató szerepe sok szempontból alapvető fontosságú.
 - a. Amennyiben a közintézmények energiahatékony berendezéseket használnak és ilyen működési elveket vezetnek be, ez jelentős energiajellegű közkiadásokat takarít meg, javítva a költségvetések helyzetét.
 - b. Mivel a közsféra az egyik legnagyobb vásárló, a közbeszerzésben előnyben részesülő termékek jelentős többletpiacot kapnak. Az energiahatékonyt szem előtt tartó közbeszerzési szabályozással megteremthető az új energiahatékony és klímabarát technológiák első piaca, és ezzel a kezdeti árak mérséklése a kereslet kialakításával. Nagyobb energiahatékonsági állami beruházások akár új iparágakat is megteremthetnek, például Ausztriában és Németországban az ESCO

üzletág megerősödésében igen nagy szerepet játszott nagyszámú középület energiahatékonysági felújításának megrendelése.

- c. A közintézményekben használt technológiák és működési elvek a jelentős bennük megforduló vagy velük dolgozó lakosságon és cégeken keresztül továbbgyűrűznek a gazdaság többi szektorába is.

A közszféra szerepét a következő területeken fontos klíma-baráttá tenni: (a) a közbeszerzésben az energiahatékonyság (tehát életciklus alapú költségverseny és nem beruházási költségek versenyeztetése), a megújuló vagy alacsony CO₂ tartalmú energiaforrások beszerzésének fontos kiválasztási kritériummá tétele; (b) a működési elvekben a klímabarát megoldások előnyben részesítése (pl. bérlet vásárlása szolgálati autó helyett, rövidebb távolságokra vonattal való közlekedés előnyben részesítése a repüléssel szemben, biciklitárolók létesítése); (c) energiahatékonysági beruházások megrendelése (pl. nagy épületek energiahatékonysági felújítása) pl. harmadik feles finanszírozási eljárással; (d) az új középületek építésénél az érvényes építkezési szabványoknál jóval szigorúbb normák kötelezővé tétele, és esetleg megújuló technológiák alkalmazása.

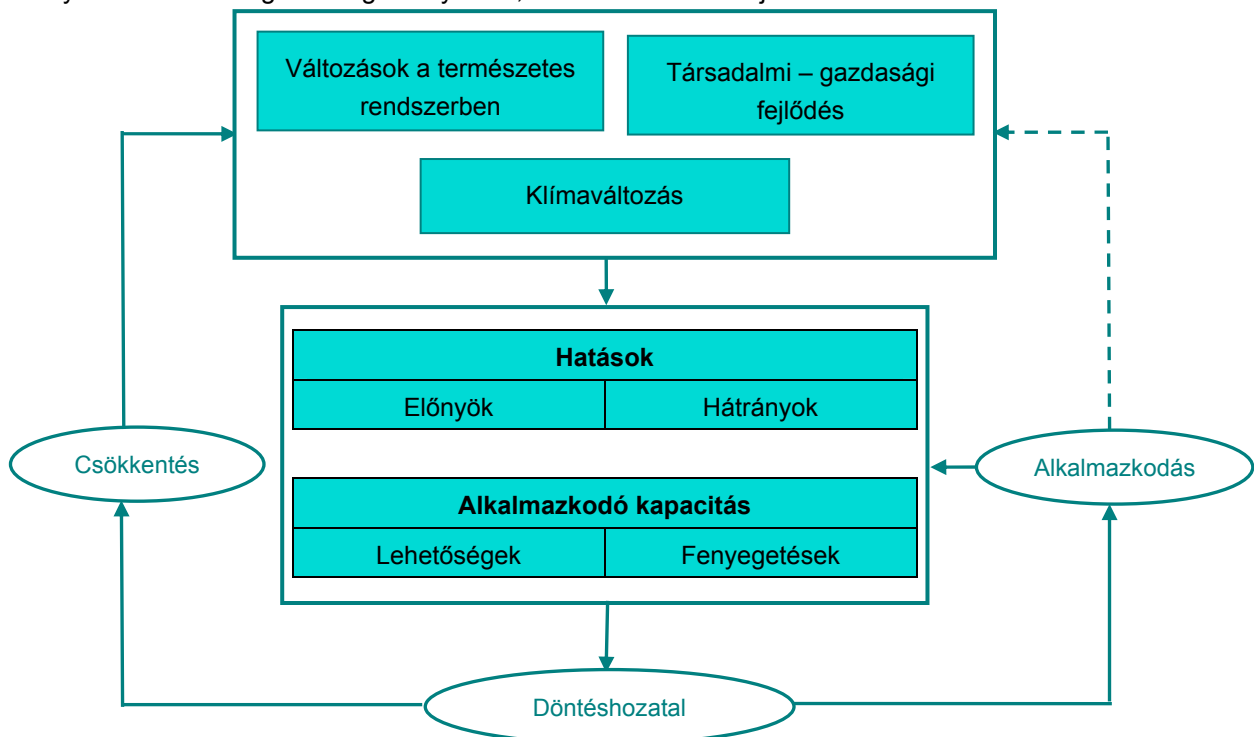
- Energhatékonyági szabványok szélesebb körűvé tétele, amennyiben nem ütközik egyéb uniós szabályozásokkal.
- Az energetikával és klímaváltozással kapcsolatos kutatás és fejlesztés jelentősebb támogatása. Ezen a téren jelen gazdasági helyzetben elsősorban nem az alapkutatások a lényegesek, hanem a Magyarországra specifikus alkalmazások, lehetőségek, gazdaságossági és szakpolitika-előkészítő kutatások támogatása.
- Az energia árának emelésére adott lakossági árkompenzáció egy részét nem közvetlen támogatásban kell nyújtani, hanem az érintett lakosság energiatelhasználásának hatékonyságába fektetni (pl. szigetelések támogatása, nyílászáró-csere, fűtésszabályozó szelepek és szabályozható termosztátok beépítése, vagy esetleg kompakt fénycsövek osztása). Ezzel az energiaköltségek hosszú távú csökkentése érhető el, ami hosszabb távon kompenzálja az áremelést.
- A tantervek, egyetemi tananyagok felülvizsgálata olyan szempontból, hogy minden szakmában képzendő tanuló kötelezően megkapja az ő területének legkorszerűbb ismereteit arra vonatkozóan, hogyan lehet azon a szakmán keresztül az energiatelkonyságot növelni, a kibocsátásokat csökkenteni, vagy az alkalmazkodást elősegíteni. Például ma az építészek jelentős része nem kap passzív szoláris technológiákban alapképzést, az építőiparbeli résztvevők nagy része nem tudja szakszerűen kivitelezni az alacsony energiaigényű épületeket. Az alapképzésen kívül biztosítani kellene a szakemberek és különböző érintett iparágak résztvevőinek rendszeres átképzését, ahol a legújabb klímavédelemmel kapcsolatos szakmai tudást, módszereket elsajátíthatják.
- Demonstrációs programok támogatása. Az olyan technológiáknak és eljárásoknak amelyek a klímavédelemben jelentős szerepet játszhatnak, de még Magyarországon nem elterjedtek, fontos lenne demonstrációs teret biztosítani. Ide tartozik esetleg egy szénerőmű CO₂ elfogási és tárolási berendezéssel való ellátása, hidrogén-tárolók létesítése, nulla energiatelhasználású középületek építése.

4 Alkalmazkodás az éghajlatváltozás következményeihez

Az Éghajlatváltozási Keretegyezmény számos cikkében utal az adaptáció fontosságára. A tagállamok vonatkozásában kötelezettséget ír elő, hogy az alkalmazkodás megkönnyítésére programokat hozzanak létre, és felhívja a fejlett államokat, hogy anyagi segítséggel támogassák a fejlődő országokat az adaptáció megvalósítása érdekében¹⁵.

Az adaptáció lényegében az éghajlatváltozással összefüggő károk mérséklését és az érzékenység csökkentése érdekében megtett lépéseket jelenti. Nagyon fontos, hogy az éghajlatváltozás elleni küzdelemben az adaptációs és mitigációs intézkedések egymás hatását segítsék, támogassák. Ugyanis az adaptációs eszközök és a mitigációs lehetőségek között szoros szinergiák léphetnek fel, melyek lehetnek negatív és pozitív hatásúak is. A negatív hatásra példa, hogy a magasabb hőmérsékletre való alkalmazkodás jegyében többet használjuk a légkondicionáló berendezéseket (adaptációs eszköz), mely ilyen módon megnöveli az energiafogyasztást, ami a kibocsátás-csökkentés ellen hat. A pozitív kölcsönhatásra példa, hogy erdőt telepítenek egy degradált felszínű területre, mely a CO₂ elnyelését segíti elő (mitigáció), ugyanakkor a talajeróziót csökkenti, megszünteti (adaptáció)¹⁶. Jól látható tehát, hogy az eszközöket, célokat körültekintően kell megválasztani. A pozitív kölcsönhatások, szinergiák esetében a tervezett intézkedések költség-hatékonysága nő. Fentiek miatt jelen fejezet tartalmaz mitigációs célú intézkedés-javaslatokat is.

Elsődlegesen olyan adaptációs lehetőségeket kell előmozdítani, melyek egyrészt csökkentik az éghajlatváltozás káros hatásait (hozzájárulnak a mitigáció céljaihoz), másrészt egyéb szociális, környezetvédelmi és gazdasági előnyökkel, többlet-hasznokkal járnak.



Az adaptáció lényege, hogy olyan módon segítsük elő a szélsőséges időjárási viszonyokhoz történő alkalmazkodást, hogy közben a károkat minimalizáljuk és az ezzel összefüggő előnyöket kiaknázzuk, elősegítve a fenntartható fejlődés követelményeit.

¹⁵ Az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye 4 (1)(b), 4(1)(e) és 4(4) cikkei rendelkeznek erről.

¹⁶ A példák az Európai Környezetvédelmi Ügynökség 7/2005-s számú „Vulnerability and adaptation to climate change in Europe” című technikai jelentéséből származnak.

4.1 Az alkalmazkodás stratégiai célkitűzései

A Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia adaptációs célja az, hogy megerősítse és megnövelje Magyarország alkalmazkodóképességét az éghajlatváltozással szemben. Ennek érdekében kerül megfogalmazásra:

- a kárpáti régióban várható éghajlatváltozás,
- annak hatásai a kiemelt szektorokban,
- Magyarország jelenlegi alkalmazkodóképességének becslése,
- a legfontosabb feladatok megjelölése.

4.2 Az éghajlatváltozás várható alakulása Magyarországon

Az Európai Unió a PRUDENCE¹⁷ projekt keretében az európai országok tekintetében összegzett hőmérséklet- illetve csapadék-változási adatokat tett közzé 50 km-es horizontális felbontású modellek által készített eredmények kiértékelése alapján. Ily módon lehetőség nyílik az összes regionális előrejelzés Magyarországra vonatkozó eredményeinek összegzésére a modellek átlagos viselkedése, illetve az eredmények szórása alapján. Az eredmények vizsgálata során az átlagos értékek iránymutatást adhatnak, a szórás mértéke az előrejelzésekben rejlő bizonytalanságokról (amelyek a modellek különbözőségéből, illetve a természetes változékonyságból adódhat) nyújt felvilágosítást. A PRUDENCE projekt által előállított eredmények az A2¹⁸ kibocsátási forgatókönyvre támaszkodnak, s a 2071-2100-as időszakra vonatkoznak (a referencia-időszak az 1961-1990-es harminc év). A modellfuttatások együttese, illetve a modellek múltra vonatkozó tesztelése szolgáltatja a projekciókban rejlő bizonytalanságok feltérképezését.

Az alábbi táblázatokban megjelenő értékek 1 °C fokos átlagos globális felmelegedéshez tartozó adatokat tükröznek¹⁹, vagyis nem az A2 kibocsátási forgatókönyvre épülnek, hanem azt mutatják meg, hogy a globális skálájú 1 °C fokos felmelegedés²⁰ esetén Magyarországon milyen irányú változások várhatóak az évszakos hőmérséklet, illetve a csapadék vonatkozásában.

Hőmérséklet (°C)	Éves	Tél (DJF)	Tavasz (MÁM)	Nyár (JJA)	Ősz (SON)
Átlag	1,4	1,3	1,1	1,7	1,5
Szórás	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3
Mediánérték	1,3	1,3	1,1	1,6	1,5

Csapadék (%)	Éves	Tél (DJF)	Tavasz (MÁM)	Nyár (JJA)	Ősz (SON)
Átlag	-0,3	9,0	0,9	-8,2	-1,9
Szórás	2,2	3,7	3,7	5,3	2,1
Mediánérték	0,2	9,2	0,4	-7,5	-2,4

4.1 táblázat: 1 °C fokos átlagos globális felmelegedéshez tartozó éghajlatváltozás Magyarországon

Magyarországon a globális átlagnál nagyobb mértékű melegedés várható. Ennek a mértéke erősen változó, de legerősebb a nyár folyamán, és leggyengébb tavasszal. Az éves 1,4°C-os hőmérséklet-emelkedésnél nagyobb mértékű változásra számíthatunk nyáron és ősszel (1,7 illetve 1,5°C), míg télen és tavasszal valamivel kisebb mértékűre (1,3 illetve 1,1°C). A hőmérsékleti értékek szórása viszonylag

¹⁷ A PRUDENCE (Predicting of Regional Scenarios and Uncertainties for Defining European Climate Change Risks and Effects) az EU által finanszírozott regionális klímamodellezési projekt, amely konkrét regionális klíma-előrejelzéseket szolgáltatott Európa térségére.

¹⁸ Az IPCC kibocsátási forgatókönyveit a 6.1 melléklet tartalmazza.

¹⁹ A globális felmelegedés mértéke 2006-ban 0,7°C volt.

²⁰ Az 1 fokos globális felmelegedés várhatóan 2025-re következik be.

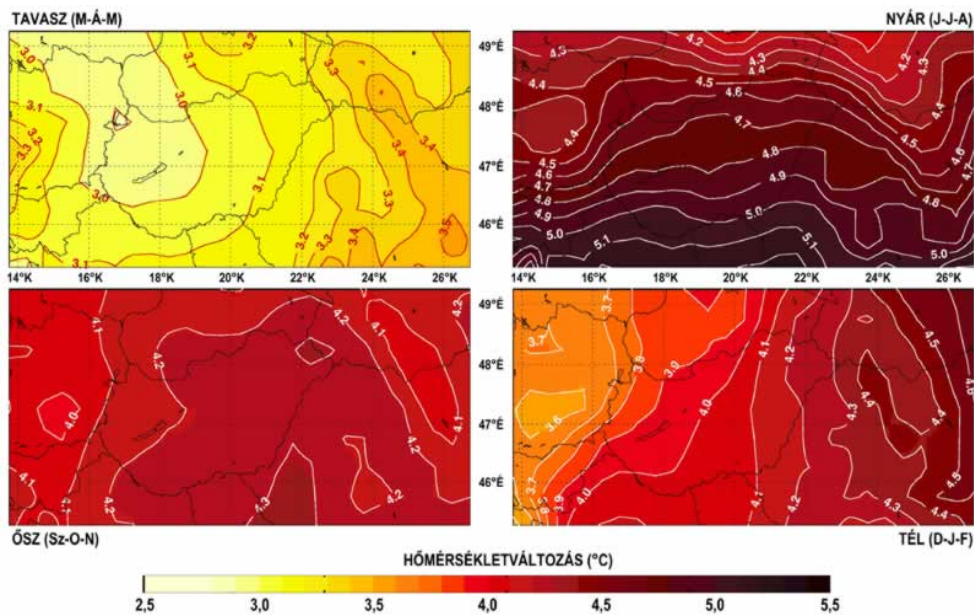
kicsi, habár vannak olyan modellek, amelyek az átlagos (1 °C fokos) globális emelkedésnél kisebb értékeket szimulálnak.

Az 1° C globális felmelegedést kísérő magyarországi csapadékmennyiség éves összege gyakorlatilag változatlan (ugyanolyan valószínűséggel lehet némi növekmény, illetve csökkenés), ugyanakkor a csapadék mennyiségének időbeli eloszlása nagy különbségeket mutat. Nyáron érdemi csökkenés, míg télen hasonló mértékű növekedés figyelhető meg. Az átmeneti évszakokban a különböző modellek által adott becslések nem ennyire egyértelműek – némelyeknél csökkenést, másoknál növekedést kapunk Magyarország térségére. Gyakorlatilag az összes modellfuttatás megerősíti a csapadék éves menetében várható változást, azonban annak mértékében már jelentős különbségek mutatkoznak (ami elsősorban a korábban már említett változatlan téli csapadékmennyiségű terület pontos behatárolásától, illetve a nyári csapadékcsökkenés mértékétől függ).

A PRUDENCE projekt eredményei alapján lehetőségünk nyílik Magyarország (Kárpát-medence) térségére integrált, a különböző szimulált változók térbeli eloszlására vonatkozó vizsgálatok elvégzésére is. A hőmérséklet várható alakulását a 2071-2100 időszakra a 4.1 ábra mutatja be. Minden évszakra egyértelmű melegedés várható, amelynek mértéke nyáron a legnagyobb (4-5°C), tavasszal a legkisebb (3-3,5°C). A hőmérséklet emelkedés mértéke nyáron északról dél felé, míg télen és tavasszal nyugatról kelet felé haladva növekszik. A modellek szerint a legnagyobb szórás nyáron (0,9-1,1°C), míg legkisebb szórás télen (0,3°C) figyelhető meg, azaz a nyári projekció bizonytalansága lényegesen nagyobb, mint a télié. Az évszagos hőmérsékletváltozások szórását a 4.2 ábra szemlélteti.

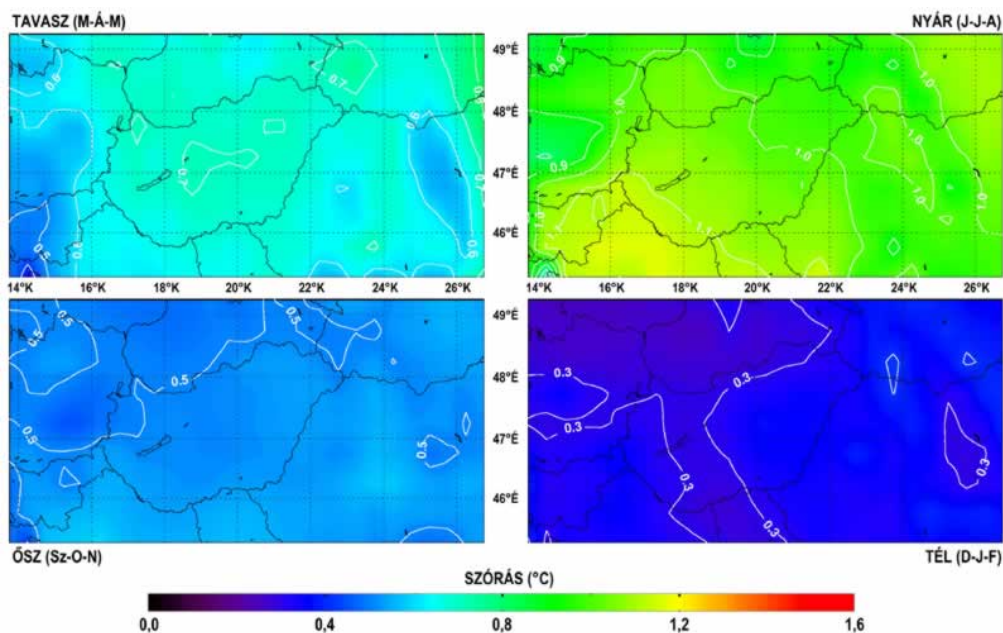
A PRUDENCE projekt eredményei alapján a század első harmadára Magyarország éves átlaghőmérséklete várhatóan 1,4 fokkal emelkedik, míg az éves átlag csapadék mennyisége nem változik. Azonban a csapadékmennyiség éven belüli eloszlása jelentősen módosul. Nyáron 8%-os csökkenésre, télen 9%-os emelkedésre számíthatunk.²¹

²¹ 1961-1990-es harmincéves átlaghoz képest.



4.1 ábra: Évszakos hőmérsékletváltozás (°C) a Kárpát-medence térségére a PRUDENCE projektben alkalmazott európai regionális (50 km-es rácsfelbontású) éghajlati modell eredményei alapján a 2071-2100 időszakra.

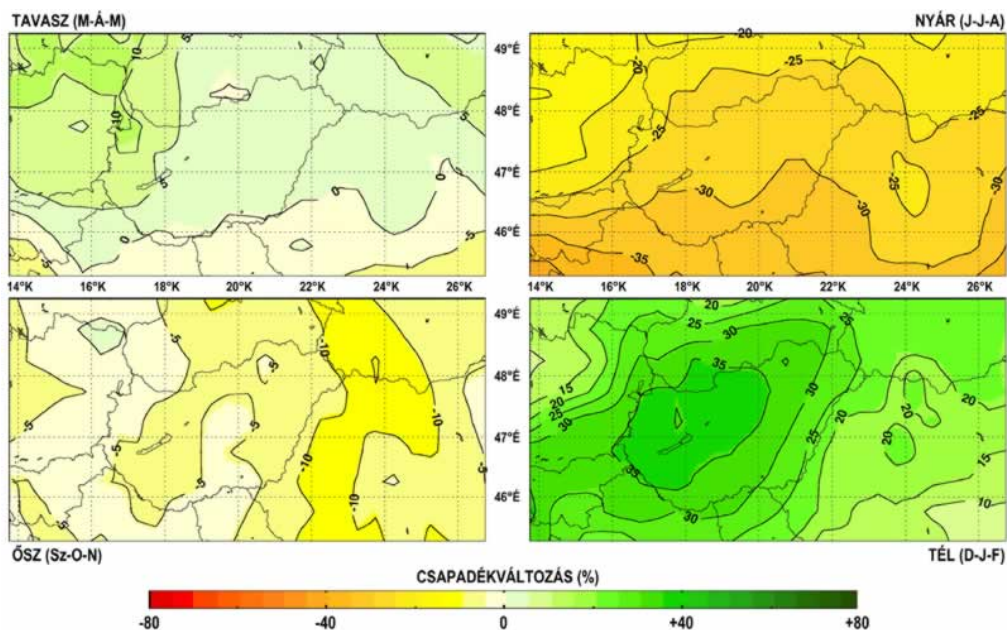
A csapadékösszegek változásának várható tendenciája nem minden évszakban azonos előjelű. Nyáron (és kisebb mértékben ősszel) az egész vizsgált térségben a csapadék csökkenése, míg télen



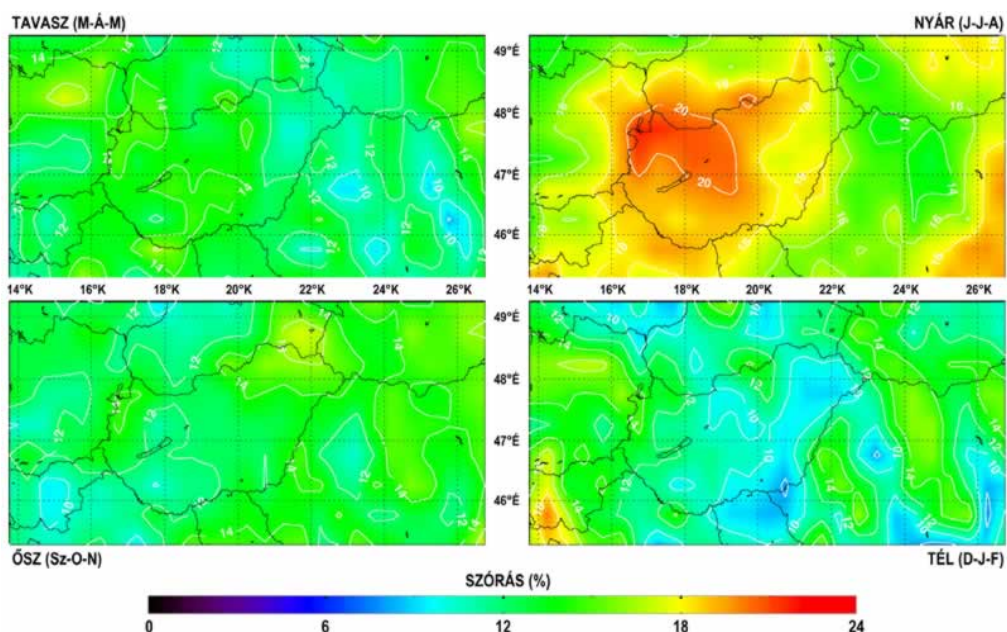
4.2 ábra: Az évszakos hőmérsékletváltozások szórása (°C) a Kárpát-medence térségére a PRUDENCE projektben alkalmazott európai regionális (50 km-es rácsfelbontású) éghajlati modell eredményei alapján a 2071-2100 időszakra.

(és kisebb mértékben tavasszal) a csapadék növekedése várható. Mind nyáron, mind télen a csapadékváltozás mértéke meghaladhatja akár a 30-35%-ot. Nyáron északról dél felé haladva a várható csapadékcsökkenés mértéke nő. A téli csapadéknövekedés mértéke az ország északnyugati felében a legjelentősebb. A modelleredményekből adódó bizonytalanságot reprezentáló évszakos szórás térképeket az alábbi ábrán láthatjuk, mely szerint a modellek eltérése nyáron a legnagyobb, a szórásértékek akár a 20%-ot is elérhetik (azaz a szimulációkban rejlő nyári bizonytalanság nagyobb

mértékű). A többi évszakban relatíve jó egyezés mutatkozik a modelleredmények között, és nincs egyértelmű térbeli szerkezet Magyarország területén.



4.3 ábra - Évszakos csapadékváltozás (%) a Kárpát-medence térségére a PRUDENCE projektben alkalmazott európai regionális (50 km-es rácsfelbontású) éghajlati modellek eredményei alapján a 2071-2100 időszakra.



4.4 ábra - Az évszakos csapadékváltozások szórása (%) a Kárpát-medence térségére a PRUDENCE projektben alkalmazott európai regionális (50 km-es rácsfelbontású) éghajlati modell eredményei alapján a 2071-2100 időszakra.

Az extrém csapadék-események tekintetében elmondható, hogy a csapadék intenzitása átlagosan növekedni fog: a legtöbb modell azt szimulálja, hogy a nagycsapadékos jelenségek száma várhatóan növekszik, míg a kis csapadékkal járó jelenségek csökkenő tendenciát mutatnak, vagyis, ha csapadék hullik, akkor az nagyobb mennyiséget fog eredményezni.

4.3 Helyzetértékelés, az éghajlatváltozás várható hatásai, jövőbeni kockázatai

Az éghajlatváltozás egyik meghatározó kihívása abból következik, hogy annak fokozódó hatásai eltérő mértékben ugyan, de az ország egész területét, valamennyi ökoszisztémáját, megújuló természeti erőforrásainak egy részét, valamint a társadalom szinte valamennyi szektorát, rétegét és fontosabb szereplőjét érintik, vagy érinteni fogják. A jelen stratégiában részletesen is tárgyalásra kerülő szektorok a következők:

- vízgazdálkodás
- mezőgazdaság: növénytermesztés, állattenyésztés, erdők
- humán egészségügy
- természetes élőhelyek
- épített környezet és kritikus infrastruktúra.

Fentiekén kívül az éghajlatváltozás közvetlen hatással bír a turizmusra is. A melegebb éghajlat a turisztidőszak kitolódását eredményezheti, de a szélsőséges időjárási helyzetek esetén csökkenő vízmennyiség, rosszabbodó vízminőség mind a természetes vizekre, mind a vízi parkokra, strandokra kedvezőtlen hatással lehet. A stratégia alkalmazkodási fejezetét a felülvizsgálat keretében további szektorokra, elsősorban a turizmusra, a biztonságpolitikára és a várostervezésre is ki kell terjeszteni.

A helyzetértékelés szempontjából lényeges a társadalom átfogó alkalmazkodóképességének vizsgálata. A korábbi éghajlati viszonyokhoz szokott embert, emberi kultúrát a jelenkori és jövőbeni éghajlatváltozás hatásai új helyzet elé állítják. Fontos, hogy már ma meg kell kezdeni az ésszerű, következetes és körültekintő társadalmi, gazdasági alkalmazkodást. Ezt nehezíti a bekövetkező éghajlati változások viszonylagosan gyors sebessége, illetve a társadalomban rejlő tehetetlenség. Hazánkban a társadalom jelenlegi felkészültségének ismérvei a következőkben foglalható össze:

- Számos területen – vízgazdálkodás, mezőgazdaság, környezetvédelem, közmű-szolgáltatások, katasztrófavédelem stb. – ma is alkalmazzák az elemi csapások megelőzésére és kivédésére kialakult, részben hagyományos, jól bevált szakmai, parciális eljárásokat, azonban nem történt meg ezek elemzése; az új kihívásokkal szembeni, jövőbe mutató következtetések levonása, szintézis kialakítása.
- Nem alakult ki mindazon fontos alapadatokat (információkat) összegyűjtő és szolgáltató rendszer, amely már ma lehetővé tenné a legfontosabb alkalmazkodási döntések költség-haszon számításokra támaszkodó megalapozását, érdekegyeztetését. Egy-egy részterület adatai alapján közelítő becslések ugyan elvégezhetők, nincs azonban lehetőség sem a szakterületeken belül, sem az egyes szektorok közötti megalapozott összehasonlításon alapuló prioritások megállapítására. Emellett alig van információ arra nézve, hogy milyen az éghajlatváltozással, ill. az alkalmazkodással kapcsolatban a meghatározó társadalmi rétegek és fontosabb szereplők informáltsága, magatartását befolyásoló attitűd-rendszere.
- Nincs az éghajlati alkalmazkodásra vonatkozó jogszabályi háttér, gazdasági-műszaki norma-rendszer.
- Nem alakult ki az alkalmazkodást elősegítő, azt folyamatosan irányító intézményrendszer, szervezeti hálózat. Léteznek különböző kutatóhelyek, egyes intézetek, civil szervezetek, ahol a kérdéskör kiváló szakértői és műhelyei találhatóak, ezek összehangoltsága azonban ma még igen alacsony szintű.
- Nem érvényesül olyan meghatározó szemlélet, tájékoztatást előirányzó program, amely az éghajlatváltozáshoz történő alkalmazkodás társadalmi elfogadását támogatná.

Az alábbiakban összegezzük a vizsgált szektorokra a várható éghajlatváltozás hatását, az egyes szektorokra jellemző sérülékenységeket, valamint a jövőbeni potenciális kockázatokat. Jelen fejezet összeállításában figyelembe vettük a VAHAVA projekt eredményeit.

4.3.1 Vízgazdálkodás

A prognosztizált éghajlatváltozás hatásaként növekvő ár- és belvizekre, illetőleg gyakoribbá váló aszályos időszakokra számíthatunk.

Az édesvízkészlet a következő évtizedekben a világon és Európában is különleges stratégiai szerepet nyer. Ebben a vonatkozásban a felszín alatti vízkészletek szerepe különösen fontos.

A felszíni vízkészletek 95 százalékban külföldi eredetűek, a vízforgalmat évente 112 km^3 érkező és 118 km^3 a Dunán, Dráván és Tiszán távozó víz jelenti. Kettősség jellemző: egyrészt az átmenő vízhozamok bősége, másrészt a helyi felszíni lefolyás - évi $600 \text{ m}^3/\text{fő}$ - szűkösége. Sekély tavaink, holtágaink vízszint-érzékenysége az elmúlt egy-két évtized is egyértelmű példákkal szolgált (pl. Balaton).

Nem zárható ki új árvízi szélsőségek jelentkezése nagyobb és közepes folyóinkon, (szimulációs vizsgálatok az árvízi kártételek 20 százalékos növekedését prognosztizálják a XXI. századra), viszont egyértelmű, hogy hegy- és dombvidéki kisvízfolyásainkon a nagycsapadékos események hatására a gyors levonulású heves árhullámok („flash flood”) kialakulásának valószínűsége nőni fog. A Dunát és a Drávát a közepes vízhozamok mérsékelt csökkenése mellett az évszakos megoszlás változása, eltolódása fogja jellemezni. Az állóvizek és vizenyős területek természetes vízellátása hosszabb időszakokra csökkenhet, a Balaton, a Fertő-tó és a Velencei-tó vízforgalma lelassul, a történelmi közelmúltban is tapasztalt hosszú vízhiányos időszakok esetleg gyakrabban fordulhatnak elő. Az Alföld és ezen belül a Duna-Tisza közének egyes kisebb tavai, az elszigetelt holtágak, sőt a folyókkal összeköttetésben lévők vízfelületek is csökkenhetnek, de akár teljesen meg is szűnhetnek.

Felszín alatti vizeink is fokozottan érzékenyek az éghajlatváltozásra. Különös jelentőséggel bír ez a tény, mivel az ivóvízellátás és általában a közműves vízellátás (a parti szűrűsű készleteket is beleértve) mintegy 90 százalékban felszín alatti vizeken alapul. A klímaváltozás elsősorban a felszín alatti vizek áramlásának peremfeltételeit jelentő utánpótlást és a felszíni megcsapolást befolyásolja. Mind a talajvizek, mind a rétegvizek tekintetében az Alföld térsége és - kisebb mértékben - a Dunántúli-középhegység karsztvíz-készlete minősül leginkább veszélyeztetettnek. A növekvő párolgás a felszín alatti vízkészlet drasztikus csökkenését is okozhatja.

Az éghajlatváltozás módosíthatja egyrészt a vízminőséget, másrészt a rendelkezésre álló vízmennyiséget. A klímaváltozás hatással van a víz fizikai-kémiai-biológiai tulajdonságaira olyan módon, hogy a vizek hidrológiáját megváltoztathatja. A növekvő hőmérséklet miatt a víz hőmérséklete is nőni fog. (Felmérések kimutatták, hogy a múlt század óta a folyók, tavak hőmérséklete folyamatosan nőtt.) Tavainkat az eutrofizáció komolyan fenyegeti az egyre növekvő hőmérséklet miatt.

A víz mennyiségének vonatkozásában a hosszan tartó aszályos időszakok okozhatnak nehézséget. A felszín alatti víz csökkenő mennyisége az ivóvízkutakat érintheti negatívan, a karsztvizeket, rekreációra használt gyógyvizeket és a felszíni vizek mennyiségét. A felszíni vizek csökkenő mennyisége szélsőséges esetekben korlátozhatja a vízkivétel mértékét, az öntözésre-, ipari és rekreációs célokra használt víz mennyiségét, illetve a folyami hajózást. A kisebb vízmennyiség miatt a vizek öntisztuló képessége csökkenhet. Ilyen módon egyes szennyezések lebomlása lassabb lesz, ami a vízminőséget befolyásolja.

Nemcsak az aszályos időszakok, hanem a hirtelen lezúduló esőzések is veszélyt jelenthetnek. A nagymértékű csapadék megnöveli a szennyvíz- és csatornarendszer terhelését, amely akár túlfolyásokhoz, szélsőséges esetekben szennyezések kialakulásához, haváriához vezethet.

Fontos megjegyezni, hogy a növekvő hőmérséklet a vízfogyasztás és vízhasználat (lakossági, mezőgazdasági, ipari) növekedéséhez vezethet. Ez különösen a hosszabb, csapadékmentes időszakokban jellemző, amely hozzájárul a felszín alatti vizek terheléséhez, ezért bizonyos esetekben korlátozni kell majd a vízhasználatot. Az éghajlatváltozás (a hőmérséklet emelkedése) kedvezőtlenül

hat a szolgáltatott ivóvíz minőségére. Elsősorban a felszíni vízbeszerzésnél kell számolni nehézségekkel, mind a vízkezelés, mind a tárolás és a szállítás vonatkozásában.

Az éghajlatváltozást kísérő intenzív csapadék veszélyeket hordoz a karsztra alapozott vízellátás esetén, ezért fokozott figyelmet, jelentős beruházást és képzést igényel a biztonságos vízellátás érdekében. Ezek együttesen a szolgáltatás költségeire és díjára növelő hatással fognak hatni.

4.3.2 Mezőgazdaság

A szélsőségesebbé váló időjárás közvetlen hatásaival fokozott kockázatot jelent a növénytermesztés, a talajállapot és az állattenyésztés vonatkozásában. Növeli azok sérülékenységet és csökkenti produktivitását.

4.3.2.1 Növénytermesztés

A 4.2 fejezetben leírtak szerint az extrém időjárási események gyakorisága megnövekszik. Ezért az ehhez köthető szélsőségek – így a belvíz, az árvíz, a hirtelen nagy mennyiségben lezúduló esővíz, a szélsősebesség erősödése, a jégeső – fokozott megjelenésére számíthatunk.

Az időjárási szélsőségek (árvizek, belvizek, viharok, jégesők, korai és késői fagyok, az egyre gyakoribbá váló hősznapok, aszályos periódusok) gyakoriságának megváltozására rendkívül érzékeny és sérülékeny a mezőgazdaság, mind a növényekre, mind a talajállapotra gyakorolt közvetlen hatásokon keresztül. A kiegyenlítetlen évszakváltozások miatt időről-időre az élővilág biológiai egyensúlya is felborul, amely kihat a mikroorganizmusoktól kezdve a kártevőkön át szinte valamennyi élő szervezetre.

A deficit vízhiánytartás a legjobb agroökológiai körzeteinket is érinti (Mezőföld, Dunamenti síkság, Hajdúság, Bácskai hátság, stb.). Magyarország területe már ma is aszályveszélyeztetett²². Az éghajlatváltozással összefüggésben a legnagyobb elemi kárt az aszály okozza (100 évből 28 aszályos). Az elmúlt másfél évtizedes időszakban az összes elemi csapásból származó káron belül az aszály több mint 42%-os részarányt képviselt. Az aszály gazdasági hatása nemzetgazdasági szinten sem elhanyagolható²³, ugyanis az aszály által okozott kár a növénytermesztési bevételek átlag 10%-át teszi ki évente.

A mezőgazdaság szempontjából az egyik legjelentősebb veszélyeztető tényező a jégeső. Részaránya (35 éves megfigyelés alapján) az összes biztosított kárnemen belül: 20,52%. A legveszélyeztetettebb a dél-dunántúli területen Tolna-Baranya térsége, illetőleg a Duna-Tisza köze. A nagy gazdasági kockázat a prevenció szükségességét jelentősen növelte, illetve elterjedt védekezési mód lett a hálós védekezés, elsősorban a történelmi borvidékeken fekvő szőlőültetvényeknél.

A vízkárok - az ár- és belvizek - mellett az utóbbi 20 évben többször előfordult, hogy a víztöbbletet tartós aszály követte, ezért a szélsőséges vízhiánytartási viszonyok jelentős gazdálkodási kockázatot képeznek. A mezőgazdasági biztosításokon belül az ár- és belvizek által okozott károk együttesen 18,4%-ot tesznek ki. A belvíz országos szinten csapadékos évről-évre /és árvízről-évről függően 100-150.000 hektárt is érint. A belvíz veszélyeztetettség tekintetében a Berettyó-Körösvidek áll első helyen, ahol a kedvezőtlen talajtani adottságok (nagy agyagtartalom, rossz vízvezető képesség, nagy raktározó képesség, nagy holtvíztartalom stb.) is közrejátszanak. Úgyszintén kedvezőtlennek ítélnélhető a Tisza-Maros szöge, részben hasonló okok miatt.

²² Az elsivatagosodás elleni küzdelemre létre hozott ENSZ Egyezmény (UNCDD) szerint.

²³ 2005-ben egyedül a szántóföldi növénytermesztésben az aszálykárról 95,1 milliárd Ft volt.

Az árvíz rendszeresen átlagosan 100.000 ha mezőgazdasági területet érint évenként, elsősorban az alföldi régióban (veszélyeztetettség rangsor alapján): Felső-, Közép- és Alsó-Tiszavidék, Dunamenti síkság, Komárom-Esztergomi síkság, Győri medence, Mezőföld egyes közzetei (Sárrét).

A kifejezetten a csapadékvíz okozta eróziós károk az ország termőterületének 40%-át érintik, emellett az eróziós jelenségek sújtják a mezőgazdasági területen kívül az ipari, illetve lakott térségeket és a kiépített infrastruktúrát is (pl. feltöltődés, sárelöntés stb.).

A szél okozta károk potenciálisan valamennyi termőterületet elérhetik, hatásai: mechanikai sérülések, humuszrétegének elsodródása, növényállomány betemetődése, finom részecskék áthalmazódása. A szélerózió, azaz a defláció szempontjából legjobban kitétt agroökológiai közzetek: Duna-Tisza köze, Közép-Tiszavidék, Győri medence, Dunai Alföld, Nyírség.

A szélsőségek mellett a könnyen terjedő, inváziós fajok (kártévők, kórokozók, gyomok) előretörése várható, újabb fajok jelenhetnek meg, és a már jelenlévő fajok terjedése is valószínűsíthető.

4.3.2.2 Állattenyésztés

A klímaváltozás az intenzív állattartásra erőteljes hatással lesz. Az állattenyésztés állatfajtól és tartásmódtól függően eltérően reagál a klímaváltozásra. Az intenzív tartású sertés-, szarvasmarha- és baromfifajták fokozottan érzékenyek, és az egyes sokkhatásokra azonnali teljesítménycsökkenéssel reagálnak. Az extenzív típusok, például a magyar szürkemarha, a mangalica sertés, a rackajuh és a parlagi tyúkfajták genetikai adottságaikból és a külterjes tartástechnológiákból adódóan nagyobb alkalmazkodóképességgel rendelkeznek. Fontos az állatfajták nemesítése során a teljesítmény és minőség mellett a klímaváltozás hatásait jobban tűrő tulajdonságok figyelembe vétele, másrészt a tartási feltételek proaktív módon történő javítása. Nő az állatok víz- és árnyékigénye, amelyről külön is gondoskodni kell, mindezek mellett itt is előtérbe kerül a fajták saját alkalmazkodóképességének genetikai úton történő javítása. Az extenzív vagy természet szerű állattartásra a klímaváltozás oly módon is hatással lesz, hogy a természetes gyepek összetétele megváltozhat a szárazságtűrő fajok javára, tápanyagtartalmuk ugyanakkor eltérhet a korábbi legelőktől.

4.3.3 Erdő, zöldfelület

A felmelegedés hatására az erdők vegetációs időszaka kitolódik, de mivel az aszályos időszakok gyakorisága és időtartama az előrejelzések szerint szintén megnövekszik, ez a fanövekedés csökkenését fogja előidézni, továbbá megnehezítheti az erdők felújítását, felújítását és új erdők telepítését is.

Az állományalkotó fafajok Magyarországon jelenleg is faji elterjedésüknek a klimatikus tényezők által kijelölt határain, vagy azok közelében tenyésznek. Ezek a határok bizonyos időbeli késéssel követik a klímazónák térbeli változását, s e változáshoz az egyes fafajok csak lassan tudnak alkalmazkodni. A „korrekció” ezért várhatóan a szélsőséges évek egymás utáni egyre gyakoribb jelentkezése miatt fellépő tömeges pusztulás formájában történik majd meg, ami szénkibocsátást is eredményez. Valószínűsíthető, hogy a klímaváltozás fokozódásával a nyolcvanas-kilencvenes évek tömeges mortalitásánál is súlyosabb helyzet alakul majd ki. A felmelegedés hatására a tavaszi fakadás időpontja akár 40 nappal korábbra kerülhet, ami – egyebek mellett – a fák betegségeinek erőteljességére és terjedésére ma még előre nem látható hatással lesz.

A klímaváltozás a hazánkban előforduló zonális erdők mindegyikét negatívan fogja érinteni. Ha az aszályos időszakok gyakorisága és időtartama növekszik, akkor az eddigieknél is gyakoribb és nagyobb területen fellépő rovarkárra kell számítani. Új, kevésbé ismert, vagy „elfeledett” rovarfajok válhatnak jelentőssé. Az előrejelzett melegedés és a tenyészidőszaki csapadékcsökkenés a jelenleg még viszonylag kedvezőnek tekinthető termőhelyeken is, akár már néhány év múlva a fanövekedés

csökkenését – és ezen keresztül a szénlekötés mértékének csökkenését - fogja előidézni, és megnehezítheti az erdők felújulását, felújítását és új erdők telepítését.

Az előrejelzett éghajlatváltozás eredményeként az erdők növekedési viszonyait jellemző aszályossági index értéke általában nőni fog. A melegedés és szárazodás súlyosan érintheti a Dunántúl eddig viszonylag kedvezőbb klímájú erdőterületeit. Vizsgálatok szerint az erdőssztyepp-klíma az ország területének további, összesen majdnem 30%-ára terjedne ki, ezzel becsülhető területe több mint másfélszeresére növekedne. Szakértői vélemények szerint a hőmérséklet-emelkedés által elsődlegesen sújtott erdőtakaró faállományai az egyes alföldi erdőtípusok, a síkvidékeket környező dunántúli dombvidékek cseres-kocsánytalan tölgyesei és a (zonális) elterjedési határuk közelében álló bükkösök lesznek.

A kitermelhető faanyag értékének és mennyiségének csökkenése mellett a felmelegedés hatására megnő a vegetációtüzek kockázata, főként, ha a szándékos vagy gondatlanságból eredő emberi tényezőket nem sikerül csökkenteni. A felmelegedés a tűzgyakoriság mellett a tüzek pusztító erejét is fokozza: nő a keletkező tüzek terjedési sebessége és intenzitása. Ez nemcsak a tüzek kiterjedésének növekedését fokozza, hanem nehezebbé válik azok oltása, valamint az avartüzek könnyebben terjednek át a cserje- ill. koronaszintre. A magasabb tűzintenzitás kedvezőtlen hatással van a vegetáció szerkezetére és a termőhelyre egyaránt, valamint az erdei élőhelyek és életközösség egészére.

A településeken meglévő vagy potenciálisan létesíthető zöldfelületek veszélyeztetettsége sok tekintetben hasonló az erdőéhez, ugyanakkor ezek a zöldfelületek kiemelt jelentőséggel bírnak – ha csak az éghajlatváltozás szempontjából tekintjük – a településeken kialakuló „hőszigetek” ellensúlyozása terén.

4.3.4 A természetes élővilág (fajok, élőhelyek, ökológiai rendszerek)

Az éghajlatváltozás hatásain kívül az ökoszisztémák számos más negatív hatásnak ki vannak téve, mint például a szennyezések, a földhasználat megváltozása és emiatt az élőhelyek elaprózódása. A változó légköri viszonyok, a fokozódó szélsőségek ezekhez az ember által okozott tényezőkhöz hozzájárulva extra terhet jelentenek az élővilág számára.

A klímaváltozás Magyarországon – Európa nagy részéhez hasonlóan – nem egy érintetlen természeti tájat, hanem egy erősen antropogén hatás alatt álló, átalakított és mozaikos tájat érint, amelyben dominálnak a kultúrtáj részletek. A természetes önfenntartó rendszerek relatíve elszigetelt mozaikokban vannak jelen, ami a klímaváltozás hatásaira való érzékenységüket és veszélyeztetettségüket jelentősen növeli. Ezért a természetes élővilággal rendelkező területek közti kapcsolat fenntartása, vándorlási folyosók kialakítása alapvető fontosságú.

Már az éghajlat elmúlt évtizedekben tapasztalt kismértékű változása (elsősorban a melegedés és az aszályos időszakok gyakoribbá válása révén) is jól regisztrálható társulás-átrendeződési folyamatokat indított el. Megfigyelhető számos fajnak a sarkok, ill. a hegységekben a magasabb régiók felé történő vándorlása, ám ez a folyamat hazánkban annak földrajzi adottságai miatt és a mai antropogén környezetben csak korlátozottan tud megvalósulni. Az átrendeződési folyamat generalista fajok által uralt, elszegényedett, sérülékenyebb társulásokat eredményez, és így további fajok inváziója előtt nyitja meg az utat. Elsősorban a könnyen terjedő fajok előretörése várható. Kiemelten fontos az ökoszisztémák védelme az inváziókkal szemben, de egy határon túl a természetes ökoszisztémák – mai formájukban, mai helyükön – nem lesznek képesek megmaradni. A helyzetet tovább súlyosbíthatja, ha az átmenetek nem lesznek fokozatosak. Néhány foknál nagyobb felmelegedés esetén olyan mértékben tolódnak el a bioszféra övezetei, hogy a lokális átalakulások is elkerülhetetlenek lesznek, így a természetvédelemnek a megőrzésre való törekvés mellett a változás (vándorlás, fajok kihalása és újak megtelepedése) elfogadása, sőt, segítése és minél inkább természetes mederben tartása lesz a feladata.

Az egyes élőhelyek elvi éghajlatigényének, éghajlat-érzékenységének és a várható éghajlati

Élőhely	Veszélyeztettség	Élőhely	Veszélyeztettség
Békaliiomos és más lápi hínár	5	Pataparti és lápi magaskórósok	3
Tőzegmohás átmeneti lápok és tőzegmohalápok	5	Hegy-dombvidéki sovány gyepek és szőfőgyepek	3
Láprétek (<i>Caricion davallianae</i>)	5	Félszáraz irtásrétek, száraz magaskórósok és erdőssztyeprétek	3
Csarabosok	5	Árnyéktűrő nyílt sziklanövényzet	3
Éger- és kőrslápok, égeres mocsárerdők	5	Főzlápok, lápcserjések	3
Mészkerülő bükkösök	5	Keményfás ártéri erdők	3
Alföldi zárt kocsányos tölgyesek	5	Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek	3
Nyílt, gyepekkel mozaikos homoki tölgyesek	5	Bükkösök	3
Mészkerülő lomelegyes fenyvesek	5	Hegylábi és dombvidéki elegyes tölgyesek	3
Veres csenkeszes hegyi rétek	4	Szurdokerdők (hegyi juharban gazdag, sziklás talajú, üde erdők)	3
Szikes rétek	4	Homoki borókás-nyárasok	3
Zárt sziklagyepek, fajgazdag <i>Bromus pannonicus</i> gyepek	4	Zsiókás és sziki kákás szikes mocsarak	2
Nyírlápok, nyíres tőzegmohalápok	4	Franciaperjés rétek	2
Gyertyános-kocsányos tölgyesek	4	Ürmöspuszták	2
Bükkös sziklaerdők	4	Kocsordos-őszirózsás sziki magaskórósok, rétsztyepek	2
Nyílt, gyepekkel mozaikos lösztölgyesek	4	Üde mézpzásitos szikfokok	2
Nyílt, gyepekkel mozaikos sziki tölgyesek	4	Padkás szikesek és szikes tavak iszap- és vakszik növényzete	2
Nádas úszólápok, lápos, tőzeges nádasok és télisásosok	3	Nyílt homokpusztagyepek	2
Lápi zsombékosok	3	Homoki sztyeprétek	2
Forrásgyepek	3	Égerligetek	2
Kékperjés rétek	3	Cseres-kocsánytalan tölgyesek	2
Mocsárrétek	3	Zárt mészkerülő tölgyesek	2
		Sztyepecserjések	2

4.2 táblázat - Az éghajlatváltozás által okozott várható hatás (veszélyeztettség) az egyes élőhelyekre ötfokú skála szerint. Az egyes értékek jelentése: 1: nem vagy alig veszélyeztetett (a táblázatban nem szereplő összes élőhely); 2: enyhén veszélyeztetett; 3: mérsékelten veszélyeztetett; 4: erősen veszélyeztetett; 5: kritikusán veszélyeztetett.

változásoknak az ismeretében már lehet becsléseket tenni az egyes élőhelyeket a jövőben érő várható éghajlati hatásokról. Kétféle becslés készült a MÉTA adatbázis felhasználásával:

- (1) térben explicit becslést adunk a bioklimatikus modellek (elterjedésben tükröződő közvetlen *érzékenység*), valamint az IPCC Negyedik értékelő jelentés éghajlati forgatókönyvei alapján (*kitettség*), azokra az élőhelyekre, amelyek a modellek szerint erős közvetlen éghajlatfüggést mutattak (6.6 melléklet, potenciális veszélyeztetettség térképek).
- (2) egyszerű becslést adunk az összes élőhely esetében a teljes potenciális veszélyeztetettség országos mértékére, mely az érzékenység többi típusán keresztül megnyilvánuló várható

hatásokat is tartalmazza (vagyis megmutatja az élőhelyek potenciális veszélyeztetettségi sorrendjét)

Magyarország természetes élővilágában a klímaváltozás hatására az alábbi fontos változások várhatók:

- a zonális vegetáció határainak eltolódása;
- a természetes élővilág fajainak visszaszorulása különösen az elszigetelt élőhelyeken;
- hosszútávon az inváziós fajok tömegessé válásával a biodiverzitás csökkenése (amely irreverzibilis folyamat);
- a kártevő rovargardációk mértékének növekedése; a vegetáció produkciójának csökkenése;
- a társulások és táplálékhálózatok átrendeződése;
- az ökoszisztéma-funkciók károsodása;
- az ökoszisztéma-szolgáltatások csökkenése, amely a szén és anyagforgalom volumenének csökkenéséhez vezet;
- az élőhelyek általános szárazodása, a homokterületek elsivatagosodása;
- a talajok kiszáradásával a talaj-biológiai folyamatok sérülése;
- a tüzesetek számának növekedése.

4.3.5 Emberi egészség

A lakosság egészségi állapotát nagymértékben fogják érinteni az egyre gyakrabban, intenzívebben előforduló szélsőséges időjárási események, ugyanúgy, mint a hosszú távú folyamatok, pl. az átlaghőmérséklet növekedése.

Az éghajlatváltozással összefüggő egészségügyi hatások eltérően érintik a lakosság egyes csoportjait. A lakosság egészségi állapotát fentiekén kívül döntő módon meghatározzák a különböző szociális, gazdasági, környezetvédelmi, egyéni körülmények, feltételek és az egészségügyi intézményrendszer állapota.

A következőkben az alábbi szerkezet szerint mutatjuk be a főbb tendenciákat:

- Az emelkedő hőmérséklet, melegrekordok, gyorsan bekövetkező és intenzív frontátvonulások miatt bekövetkező halálozások, rosszulétek nőni fognak.
- A szélsőséges időjárási események kedvezőtlenül érintik a lakosság egészségügyi állapotát.
- A kórokozók elterjedésének megváltozása, a vízhez és élelmiszerhez köthető megbetegedések, az allergiás megbetegedések fokozódása.
- A növekvő hőmérséklet negatívan befolyásolja a városi levegő minőségét.
- Az időszakosan megnövekvő UV-B sugárzás, amely felhőzetcsökkenés esetén sugárzástöbbletet okoz.

A magas hőmérséklet, a nyári melegrekordok miatt várható a többlethalálozás (2025-re országos szinten 800-2600 többlethalálozás), illetve a sürgősségi mentőhívások számának növekedése (1500-4800).

A szélsőséges időjárási események közül elsősorban a melegrekordok és a növekvő hőmérséklet érintik negatívan a lakosság egészségügyi állapotát. Az Egészségügyi Világszervezet 2006-os jelentésében megállapította, hogy a 4 év alatti gyerekek, a 65 év feletti idősök, a túlsúlyos emberek és az ágyban fekvő betegek a legérzékenyebbek. Hazai felmérések kimutatták, hogy a leginkább sérülékeny csoportok a krónikus betegségekben szenvedő 65 év alatti lakosságcsoporthoz, illetve a krónikus betegségben szenvedő és/vagy 65 év feletti csoportja.

A magasabb nyári hőmérséklet különösen a városban élőket érinti kedvezőtlenül, ugyanis a városokban 2-15 °C-kal magasabb hőmérséklet is lehet az építészeti és városbeépítési körülményektől függően. Az intenzív fronthatások pedig fokozhatják a balesetveszélyt, és munkateljesítmény-csökkenést okozhatnak.

Az egyre melegebb nyarak és enyhébb telek miatt a vírusok, baktériumok, kórokozók elterjedése, populációja lényegesen megnőhet.

A kullancsok által terjesztett *encephalitis*: ezen betegség gyakorisága az 1990-2000. években csökkent, de 2001-től ismét növekszik (évi átlag 80 eset). A jövőbeni gyakoriságot az enyhe telek és az ország erdőborítottságának változása növelheti. Hasonlóan várható a Lyme-kór, a rágcsálók által terjesztett hantavírus-fertőzés, illetve a szúnyogok által terjesztett nyugat-nílusi vírusherzélés esetek számának növekedése. A hantavírus-fertőzések emelkedése a '90-es évektől figyelhető meg - a Dunántúlon, Észak-Magyarországon és az Észak-alföldön fordultak elő esetek – és várható, hogy mind ez a betegség, mind a szúnyogok által terjesztett nyugat-nílusi vírusherzélés elterjed az egész országban: a jelenleg még évi 20 esetenél kisebb gyakoriság növekedése prognosztizálható. Hosszabb távon a szintén szúnyogok által terjesztett, behurcolt maláriás esetek száma nőhet²⁴.

A vízben és élelmiszerben (pl. *salmonella*) előforduló vírusok a fokozódó meleg miatt szintén nagyobb veszélyforrást jelentenek. Az ivóvízzel, illetve a nem megfelelően kezelt – elsősorban rosszul hűtött – élelmiszerekkel terjedő bakteriális, vírusos és protozoon fertőzések fokozódhatnak. Például a salmonellózis esetében nemzetközi adatok szerint az 1 °C fokos hőmérséklet növekedés 2-5%-kal növeli a *Salmonellosis* megbetegedés gyakoriságát - ennek alapján várható, hogy az előre jelzett hőhullámok idején 10-32 bejelentett többlet fertőzési esettel kell számolni. Szintén várható az egyéb bakteriális, vírusos és protozoális megbetegedések számának növekedése (*Campylobacteriosis*, *hepatitis A*, *cryptosporidiosis*). Az aszályos időszakokban az egyre melegebb vízhőmérséklet kedvez egyes kórokozók szaporodásának, mely a vízparti turizmus esetén lehet kiemelt szempont.

Fontos kiemelni, hogy a hirtelen lezúduló esőzések és az emiatt kialakuló áradások okozhatnak szennyeződést létrehozó, vagy szennyeződés-terjedést indukáló bemosódásokat (pl. szennyvíz-kiömlések).

Az éghajlatváltozás megnöveli az allergiát okozó pollen kiporzásának időszakát, és a pollen mennyiségét. Az emelkedő légköri CO₂ koncentráció és a melegebb hőmérséklet kitolhatja a parlagfű pollenjének levegőben történő tartózkodását, előfordulásának időperiódusát.

Az éghajlatváltozás bizonyos időjárási körülmények között negatívan érinti a légszennyező anyagok koncentrációját. A városok légszennyezettségét, a szilárd részecskék és a talajközeli ózon koncentrációját a magas nyári hőmérséklet fokozza. Reális veszélyt jelenthet a közlekedésből származó nitrogén-oxidok, nitrogén-dioxidok különösen magas koncentrációja, amely szélsőséges esetekben szmog kialakulásához is vezethet. A légszennyező anyagok magas koncentrációja növeli a légzőszervi megbetegedések számát.

A felhőzet csökkenése, a nyári anticiklonális időjárási helyzetek növekedése következtében megnövekedő UV-B sugárzás miatt növekedhet a melanoma morbiditás (bőrrák) - ezt a növekedést már 2001-2005 között lehetett észlelni (1300 esetről 1800-ra emelkedett az új esetek száma) - és a szürkehályog gyakorisága.

A következmények, mint a felmelegedés, illetve éghajlatváltozás hatásai emberi és társadalmi veszteségekként jelentkeznek. Az emberi lét vonatkozásában a korai halálozás, az egészség tekintetében a krónikus betegségek súlyosbodása, valamint egészséges személy esetében az

²⁴ További fertőzési források a repülőgéppel szállított árukkal érkező fertőzött trópusi vektorok – amelyek a reptereken dolgozókat vagy a környezetben lakókat fertőzhetik. (Az 1994-es hőhullám idején a párizsi CDG reptér környékén így fertőződött 6 személy. A növekvő repülőutak száma már 1992-2000 is éreztette hatását: 70%-kal nőtt meg a behurcolt esetek száma az Európai Unióban. K Kuhn: Vector and rodentborne diseases: Malaria p 206-216 in : Climate Change and Adaptation Strategies for Human Health eds. B. Menne, K. Ebi Springer 2006

egészségi állapot átmeneti megromlása, míg társadalmi vonatkozásban az egészségügy és az érintett család büdzsájében jelentkező többletráfordítások és -kiadások tekintendők lehetséges következménynek.

4.3.6. Épített környezet

4.3.4.1 Építmények

A lehetséges éghajlati jövőképek közös eleme a hőmérséklet jelentős mértékű emelkedése. Ezen a területen ma az épített környezet alakítása során zajló folyamatok nem számolnak a hőmérséklet emelkedés nyári hőkomfortot jelentősen befolyásoló hatásával. Épület-léptékben a lakosság és az építőipari szakma is elsősorban a téli hővesztések csökkentésére koncentrálnak. A 2006-ban életbe lépett 7/2006. TNM rendelet ugyan foglalkozik a nyári túlmelegedés elemzésével, azonban a közgondolkodás inkább a minél jobb hőszigetelés irányába mutat, a szerkezetek hőtöbbletének elvezetésére nem helyez hangsúlyt.

Az éghajlatváltozás további hatása a szélsőséges időjárási jelenségek gyakoriságának és intenzitásának növekedése. A nyári csapadékmennyiség várható csökkenése és a téli csapadék mennyiségének növekedése ma még nem eleme a településtervező/építész/építési hatósági gondolkodásnak. Ugyanakkor az építési hatóságok és a biztosítók is kiemelt szempontként kezelik az árvízveszélyes területeken történő építkezések hatósági és gazdasági eszközökkel való korlátozását. A szélsőségek maximumának várható növekedése azonban szintén nincs napirenden a mai építőipari gyakorlatban. A tetőfedések, homlokzati burkolatok rögzítésére kidolgozott tervezési iránymutatások e tekintetben nem biztosítanak elegendő tartalékot, ezért a szélsőségek növekedése a jövőben mind a meglévő, mind új épületek esetén problémát jelenthet.

Nyári átlaghőmérséklet 1,5-1,8 °C-os emelkedése	Hűtés szerepe felértékelődik, az általános építészeti tervezés mellett már nem lehet belső hőkomfortot biztosítani, de passzív eszközökkel (árnyékolás, hőtárolás, éjszakai szellőztetés) komfortos házak építhetők. Megnő a passzív épülettervezési eszközök szerepe. Nagyvárosi környezetben (hősziget) sok esetben a passzív hűtés eszközzel már nem lehet megfelelő belső légkomfortot biztosítani, de vidéki környezetben a passzív eszközök még elégségesek.
Nyári csapadékmennyiség csökkenése kb. 7,5-8,9%-kal	Kertek, tetőkertek öntözési igénye megnő.
Téli átlaghőmérséklet 1,2-1,4 °C-os emelkedése	A fűtési energiaigény átlagosan akár 10%-kal csökken.
Téli csapadékmennyiség növekedése kb. 8,2-9,7%-kal	A hőteher számításában lévő biztonsági tényezők még elégséges eredményt adnak a tényleges terhelésre vonatkozóan.
Talajnedvesség nagyobb szélsőségek közötti ingadozása	Az épületek – alapozáson keresztül ható – állékonyságának veszélyeztetése

4.3 táblázat - Az éghajlatváltozás hatása az épületekre

A várható további hatások az alábbiakban összegezhetők:

- Az intenzívebb csapadék (özönvízszerű eső) miatt a vízelvezetés szerepe felértékelődik települési léptékben és az épület körül egyaránt (vízelvezető árok, ereszcsonna, tetőösszefolyó stb.).
- Nő a gyakorisága a lejtős területeken a földcsuszamlás veszélyének, amely az épület telepítésére gyakorol hatásokat, illetve a jégesőknek, amely a tetőfedés, tetőablak, napkollektor kialakításában igényel további megfontolásokat.
- Agyagtalajok esetén a kiszáradás-telítődés ciklikusságából az épületalapokban és tartószerkezetekben károk keletkezhetnek.
- Az EU támogatási elvei miatt az ország regionális központjai, valamint az unióban szomszédos régiók központjai, mint gócpontok intenzív fejlődésnek indulnak. A gócpontok közötti közlekedési vonalak mentén vonalas struktúrában jelentős fejlődésnek indulnak a települések, míg a

közlekedési vonalaktól távolabb lévő területek stagnálnak. Az elkövetkező időkben tehát a településszerkezet erős átalakulása várható.

4.3.4.2 Kritikus infrastruktúra

A „kritikus infrastruktúra” fogalma azokat a létesítményeket, szolgáltatásokat és információs rendszereket foglalja magába, amelyek működéséértelenné válása gyengítő hatással lenne a nemzet biztonságára, a nemzetgazdaságra, a közegészségre és a közbiztonságra, valamint a közigazgatás hatékony működésére. A közelmúltig az infrastruktúra fogalma alatt lényegében fizikai rendszereket értettek (víz- és gázellátás, elektromos hálózat, közút, vízi és légi utak stb.) A 90-es évektől ezek mellett egyre nagyobb jelentőséget nyertek a rohamosan terjedő info-kommunikációs rendszerek hálózatai. Bár a magyarországi kritikus infrastruktúrákra mindez ideig nem készült tudományos igényű elemzés, az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóságon e tárgykörben 2001 óta folynak vizsgálatok. Kiemelt feladatként kezelik a lakosság ellátása szempontjából meghatározó áram-, gáz- és víz (szennyvíz) szolgáltatást, vizsgálják a közlekedés különböző ágait (közúti, vasúti, vízi, légi), a távközlést, az informatikai hálózatokat, az energiaellátást (elektromos áram, üzemanyag, szén, gáz, távhő-ellátás), valamint az árvízi védművek állapotát.

A kritikus infrastruktúra védelmével kapcsolatban új és egyre súlyosabb szempontként jelentkeznek az éghajlatváltozás növekvő hatásai, amelyek fokozzák annak sérülékenységét. Várhatóan nő a szélsőséges időjárási események folytán bekövetkező zavarok valószínűsége elsősorban a közúti és kötőpályás közlekedés, az elektromosenergia-ellátás (távvezetékek sérülése), az ivóvíz-ellátás (vízbázis sérülése) és ezekkel összefüggésben a közellátás, valamint az info-kommunikáció terén. A jövő időszakban váratlan, eddig hazánkban nem ismert sérülések és működési zavarok is felléphetnek.

4.4 Az alkalmazkodás stratégiai feladatai és eszközei

Az alkalmazkodásra történő felkészülés feladatai és annak változatos eszközrendszere a következőkben két közelítésben kerül tárgyalásra: egyrészt a 4.3 fejezetben korábban felsorolt szektorok, másrészt a társadalom egészére vagy annak egy-egy nagyobb területére (pl. üzleti vagy önkormányzati stb. szférák) ható, ún. horizontális feladatok és eszközrendszerek számbavételével. A „horizontális” feladatok és eszközök értelmezésében és aktualizálásában alapvető szempont az, hogy azok értelemszerűen vonatkoztathatók a szakterületi problémák megoldására is.

A stratégiában mégis hangsúlyos a horizontális feladatok és eszközök megjelenítése, miután azok több – egyes esetekben valamennyi – szakterületi cél és feladat teljesíthetőségének közös vagy egymást átfedő feltételét párhuzamosan biztosítják.

Hangsúlyozni kell továbbá, hogy mind a szakterületi, mind a horizontális feladatok és eszközök jelenleg adott felsorolása mai tudásunk alapján történik, ezek első meghatározását adja, de ezek tartalma és prioritásai időről-időre a nyert új tudás és tapasztalatok alapján továbbfejlesztésre kerülnek.

Az IPCC éghajlati hatásokkal, sérülékenységgel és alkalmazkodással foglalkozó II. munkacsoportja az éghajlatváltozásra adható társadalmi válaszok – elsősorban az alkalmazkodás – vonatkozásában a következő általános érvényű szempontokat fogalmazta meg:

- Ma is alkalmazkodunk megelőzés és/vagy védekezés útján az éghajlati hatásokhoz, de „igen korlátozott bázison” (elavult eljárások, elszigetelt megoldások stb.), amit kiinduló szempontként kell kezelni.
- Az alkalmazkodó tevékenységekkel szemben számos akadály, korlát és (jelentős) költségigény merül fel, amelyek a mai ismeretek bázisán általában pontosan nem ismertek, mivel a szükséges intézkedések típusától (ökológiai rendszerek, agrárium), a földrajzi fekvéstől, az adott éghajlati kockázati tényezőktől, valamint a társadalmi és politikai közegtől egyaránt függenek.
- A legtöbb hatásviselő sérülékenységének mértékét minden további, más oldalról ható stressz tovább súlyosbítja.

- A sérülékenység nem csak az éghajlati kockázatoktól, de az adott régió fejlettségi állapotától/fejlődési pályájától (pl. népesség, jövedelmi szint, technológia) is függ.
- A fenntartható fejlődés érvényesítése csökkent(het) a fennálló klíma-sérülékenységet az alkalmazkodási kapacitás, valamint a rugalmasság növelésén keresztül.
- Az alkalmazkodás valamely intézkedése vagy eljárása soha nem kerülhet ellentmondásba a kibocsátás-csökkentéssel, amely alapvető éghajlatpolitikai célhoz egyébként is számos ponton kapcsolódik (komplementaritás, szinergiahatás).

A felsorolt szempontok mind a szakterületi, mind a horizontális feladatok kialakítása, eszközök igénybe vétele során érvényesítendőek. A feladatok végrehajtása, az eszközök alkalmazása során a különböző szakterületek és intézmények egymás közötti kommunikációját megkönnyíti legalább a legfontosabb alkalmazkodással kapcsolatos fogalmak meghatározásainak közrebecsátása, ami a nagy nemzetközi szervezeteknél megszokott eljárás.

A Stratégia adaptációs céljának elérése érdekében a legfőbb feladatok a következők:

- Az ökoszisztémák fenntartása, funkcióinak megőrzése.
- Fenntartható erőforrás-használat.
- A víz mint erőforrás, fenntartható használata.
- A lakosság és infrastruktúra védelme az időjárási szélsőségek ellen.
- A lakosság jó egészségi állapotának biztosítása.
- A lakosság felkészítése az adaptációra.

4.4.1 Vízgazdálkodás

Szektorális célok:

- Az ivóvíz minőségének, mennyiségének védelme, fenntartása.
- A felszín alatti vízkészletek használatának, igénybevételének csökkentése.
- Az ipari és egyéb vízhasználat csökkentése.
- A keletkező szennyvíz mennyiségének csökkentése, a tisztítás határfokának javítása, ahol lehetséges.
- Az árvizekre és aszályos időszakokra való felkészülés, a védekezés fejlesztése.

A fenti célok elérése érdekében az alábbi intézkedéseket, lépéseket szükséges megtenni:

- Új víztakarékossági módszereket kell kidolgozni. A takarékossgot hirdető kommunikációs kampányokat kell indítani. A vízhasználat hatékonyságát növelni kell részben technológiováltással, részben ismeretterjesztéssel.
- A vízvisszatartást elő kell mozdítani, egyrészt a belvízrendszerek működésének komplex kezelésével (pl. altalajlazítás, elvezető- és csatornarendszerek felülvizsgálata és esetleges felújítása), másrészt a biodiverzitás vonatkozásában a nagy értékű vizes élőhelyek helyreállításával.
- Fontos a víztározás hatékonyságának növelése, különös tekintettel az új, többcélú ivóvíz-tározási lehetőségek feltárására a problémás vízkészlet-gazdálkodási térségekben.
- A növekvő árvízi problémák komplex kezelése egyrészt a Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztése ide vonatkozó célkitűzéseinek fokozott támogatásával, másrészt további speciális intézkedések (az elöntés, a megemelkedő talajvízszintek, a szennyvíz-rendszerek megzavarása, az erózió, a hordalék-lerakódás, a földcsuszamlások kártételeinek megelőzésére irányuló intézkedések, valamint „flash flood” riasztás) bevezetése révén.

- A felszín alatti vizek (különösen a gyógy- és ásványvízbázisok) fokozottabb védelmét elő kell segíteni a fennálló szennyeződések, a potenciális szennyező források és a túlzott mértékű (a vízutánpótlást komolyan veszélyeztető) vízkivétel felszámolásával.
- A 2007-ben elfogadásra kerülő EU Árvíz Irányelvben előírt árvízi kockázati térképek és kockázatkezelési tervek elkészítése.
- A VTT program, mint egyrészt az árvízi biztonság növelését, másrészt a vízvisszatartást szolgáló hatékony eszközrendszer.
- A víztisztítást, vízkezelést fejleszteni, fokozni kell (a természetes víztisztulási folyamatokat is alkalmazva), ugyanis az emelkedő hőmérséklet miatt a vízben élő baktériumok jobban szaporodhatnak.
- Az ipari vízhasználat terén szükséges megvizsgálni, hogy mely szektor terén lehetséges a vízhűtéses technológiáról áttérni más technológiára, és ahol lehetséges, ott azt ösztönözni kell.
- A csatornarendszereket alkalmassá kell tenni - ahol szükséges és indokolt - a hirtelen nagy mennyiségben lehulló csapadék befogadására.
- Kiemelt ágazati feladat-rangsorolást lehetővé tevő, a következő évtizedekre irányuló gazdasági számításokon alapuló kockázatelemzéseket kell kidolgozni a vízügy ma sérülékenynek ítélt területein: (a) áradások minden lehetséges eddigitől eltérő lefolyása és hatásai, (b) belvizek kezelésének hiányosságaiból adódó komplex veszteségek, (c) felszín alatti vízkészletek egyensúlyának veszélyeztetettsége, (d) felszíni és felszín alatti vizek módosuló szennyeződés-eloszlásainak veszélyei.
- Külön figyelmet érdemel az EU Víz Keretirányelv éghajlatváltozással kapcsolatos összefüggéseinek kiemelt feladatként történő kezelése, elsősorban az éghajlatváltozás-vízminőség-vízhasznosítás és jó ökológiai állapot kapcsolatrendszerben.
- Az éghajlatváltozás összetett hidrológiai következményeit fel kell tárni és a tudásalapot bővíteni kell, különös tekintettel a Duna és a Tisza vízrendszereinek nemzetközi együttműködést igénylő területeire és az országhatárokkal osztott és a nagytérségi felszín alatti vízrendszerekre.

4.4.2 Mezőgazdaság

Szektorális célok:

- Talajkímélő gazdálkodási mód kialakítása.
- Víztakarékos művelési módok alkalmazása.
- Az állattartás és -tenyésztés technológiai fejlesztése.
- A változó feltételeknek leginkább megfelelő fajták termesztése és tenyésztése.
- Az éghajlatváltozás relatív előnyeinek kihasználására termelési eljárás mód kifejlesztése.
- Információs és biztosítási háttérrendszer kifejlesztése.
- Az inváziós növény- és állatfajok terjedésének visszaszorítása.

A fenti célok elérése érdekében az alábbi intézkedéseket, lépéseket szükséges megtenni:

- Ágazati szintű kockázatelemzések végzése a különböző alkalmazkodási eljárások gazdaságosságának és eredményességének, ezen keresztül prioritásainak együttes megállapítása érdekében, különös tekintettel a kisléptékű rendszerek előnyeinek vizsgálatára.
- A növény-nemesítés, felgyorsítása, a legmegfelelőbb fajtaválaszték művelési mód megválasztása adaptációs vizsgálatok alapján, amelyek a felmelegedésre, az aszályra, a fagykárra, az új növényi kórokozókra, a gyomosodásra és állati kártevőkre irányulnak. Továbbá az állatfajták nemesítése során a teljesítmény és minőség mellett hangsúlyt kell fektetni az adaptációs vizsgálatok alapján a klímaváltozáshoz jobban alkalmazkodó típusok pozitív szelekciójára.
- A nemesítéshez pályázati pénzügyi alapok megteremtése.

- A többcélú alkalmazkodást szolgáló termelési eljárások (precíziós növényvédelem és tápanyag-utánpótlás, takarékos öntözéstechnológia, belvív- és aszályveszély megelőzését szolgáló többhatású művelés, a jégverés okozta károk elleni védekezéstechnológia) fejlesztése, és alkalmazásának elterjesztése.
- Energianövény-termelés a felszabaduló gabonatermelő potenciálon, egyidejű környezeti hatásvizsgálatok végzése.
- A Best Management Practicer (BMP) módszerek széleskörű elterjesztése, valamint a természetkímélő gazdálkodási módok lehetőség szerinti alkalmazása.
- Az inváziós növény- és állatfajok terjedésének visszaszorítása érdekében végzendő tevékenységeket integrálni kell az ágazati politikákba.
- Az őshonos állatfajok egyedszámának növelése állami támogatással és az extenzív állattartás feltételeinek javítása.
- Intenzív állattartásnál a várható éghajlatváltozás hatásai elleni megelőző védekezés (szigetelés, szellőztetés) innovatív, „klímabarát”, minél nagyobb hányadban megújuló energiaforráson alapuló módszereinek kifejlesztése.
- Az állattartás fenntarthatóvá tétele, a keletkező trágya környezetbarát felhasználása, a megújuló, ún. zöld energiák egyre elterjedtebb használatának lehetővé tétele. A keletkező biogáz összegyűjtését és helyi hasznosítását ösztönző pályázati rendszer kiépítése.
- Aszálykárok elleni védekezésben: az ilyen irányú intézkedéseket kiszolgáló korszerű információs rendszer kiépítése a leginkább érintett régiókban, víz-visszatartásra és a folyamatos növénytakarás biztosítására való törekvés.
- A növekvő kockázatok vonatkozásában a mezőgazdasági biztosítási rendszer új alapokra helyezése.
- Az agrár-környezetvédelmi program keretében kidolgozott megközelítések széleskörű alkalmazása, ezen belül az érzékeny természeti területeken és a Natura 2000 területeken a természetkímélő gazdálkodás minél nagyobb területen történő megvalósítása.
- A területek vízháztartásának javítása (pl. vízvisszatartás elősegítése) a megfelelő technológia megválasztásával (pl. folyamatos növénytakarás biztosítása).

4.4.3 Erdő, zöldfelület

Szektorális célok:

- Az erdők életképességének fenntartása, védelme.
- Az erdők biológiai sokféleségének védelme.
- Az erdőkre és az energetikai célú valamint a szennyvíztisztítási és -elhelyezési ültetvényekre, vonatkozó szabályozás elválasztása.
- A nagy tehetetlenséggel bíró erdők alkalmazkodásának elősegítése.
- Az erdők védelme az inváziókkal szemben.
- Az éghajlatváltozás monitorizálását elősegítő információs rendszer kiépítése.

A fenti célok elérése érdekében az alábbi intézkedéseket, lépéseket szükséges megtenni:

- Az erdőterületek, zöldfelületek nagyságának megőrzése, növelése.
- Alkalmazkodóképesség javítása a genetikai és faji diverzifikáció eljárásaival, valamint a felújításokban a természetes szelekció előtérbe helyezése.

- A természetes erdődinamikai folyamatokra támaszkodó természetközeli erdőkezelés, erdőgazdálkodás súlyának jelentős növelése pénzügyi és jogszabályi ösztönzőrendszer kialakításával.
- Bizonyos elvek átértékelése (őshonosság, helyi alkalmazkodás, szaporítóanyag-forgalmazás, különös tekintettel a dél-európai erdőalkotó fajok hazai alkalmazására), a telepítések és felújítások során alkalmazott fafaj-megválasztás és technológiák elveinek módosítása, valamint a biodiverzitás védelmére vonatkozó követelményrendszer felülvizsgálata és szigorítása.
- Az éghajlati alkalmazkodás hangsúlyos beépítése a nemzeti erdőprogramba.
- A fás szárú energetikai ültetvények erdőtörvényen kívül történő kezelése (ültetvényként, és nem erdőként kellene ezeket kezelni, a Nemzeti Erdő Programban tervezett erdőterület-növelésben ne szerepeljen energiaültetvény).
- Az erdőkre nehezedő kitermelési nyomás (a megújuló energia 70%-a fából származik) csökkentése, elsősorban fás szárú energetikai célú ültetvények létesítésével.
- A települések zöldfelületeinek fokozott megőrzése ill. jelentős mértékű növelése, egyúttal az új zöldfelületek kialakítása, illetőleg a meglévők fejlesztése során a hőstűró (dél-európai) fajok alkalmazásának előtérbe helyezése.
- Különös hangsúlyt igénylő feladatok az éghajlatváltozás vonatkozásában: a természetes erdődinamikai folyamatokat figyelembe vevő és folyamatos erdőborítást eredményező erdőgazdálkodás, telepítésnél az éghajlatváltozás hatására módosuló új termőhelyi viszonyoknak megfelelő őshonos fajok tervezése, az energetikai célú telepítések környezeti hatásvizsgálatának elvégzése.

4.4.4 A természetes élővilág

Szektorális célok:

- Az ökoszisztémák életképességének, egységének fenntartása, védelme.
- A biológiai sokféleség védelme.
- A természetes élővilággal rendelkező területek közti kapcsolat fenntartása, vándorlási folyosók kialakítása.
- Az ökoszisztémák védelme az inváziókkal szemben.
- Az éghajlatváltozás monitorizálását elősegítő információs rendszer kiépítése.

A fenti célok elérése érdekében az alábbi intézkedéseket, lépéseket szükséges megtenni:

- A természetes élővilág fenntartása érdekében tervezett beavatkozások kulcstényezői a nemzetközi ajánlások (EU elvárások, Biodiverzitás Egyezmény) alapján: a genetikai variabilitás fenntartása, az élőlénypopulációk regenerációs képességének fenntartása, az élőhelyek heterogenitásának és a különböző szukcessziós stádiumoknak a fenntartása, az élőhelyek kapcsolatának és a táj átjárhatóságának fenntartása a környezeti grádiensek mentén.
- Szükséges a természetvédelem éghajlat-politikájának kialakítása, valamint ennek az egyéb ágazati szektorokba (mezőgazdaság, erdőzet, energia, vízgazdálkodás) való integrálása, és a területi szabályozási tervekbe és a szakhatósági engedélyezések rendszerébe való beépítése, amelyhez állandó természetvédelmi és ágazatközi klímapolitikai szakmai-konzultációs testület felállítására van szükség.
- A biológiai sokféleség megőrzésének, mint prioritásnak kell beépülnie a szektorokat áthidaló politikába és programokba, valamint a legfontosabb szektorok célkitűzései közé, különös tekintettel a fenntartható használathoz szükséges eszközrendszer kialakítására.

- Alapvető fontosságú a természetes ökoszisztémákat körülvevő táji környezet (mátrix) átjárhatóságának biztosítása (természetszerű gazdálkodás, vándorlási folyosók létesítése) a mai védett területeken kívül is.
- Szükséges a jövőben várhatóan tömegesen megjelenő inváziós fajok elleni védekezésre való felkészülés, a fajok prioritási listáinak kialakítása, továbbfejlesztése. Az inváziós növény- és állatfajok bekerülésének, betelepítésének, terjedésének korlátozására vonatkozó tevékenységek integrálása az ágazati politikákba, az alkalmazható védekezési, szabályozási módok kidolgozásának és alkalmazásának támogatása.
- Meg kell oldani a vízviszatartás gyakorlatának és a fenntartható vízgazdálkodásnak az erősítését, az élőhelyek vízmegtartó képességének helyreállítását, az esetleges vízpótlási lehetőségek kidolgozását. Arra kell törekedni, hogy a vízellátottság és a vízjárás a természetes állapotot közelítse, az eredetileg vízjárta, jelenleg belvizes területeket vissza kell adni a természetnek, összhangban a Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztése vonatkozó részeivel.
- Az ökológiai rendszerek működésének fenntartása, illetve helyreállítása érdekében törekedni kell az egyéb stresszek (inváziós fajok megjelenése, túlhasználat, szennyezés, degradáció, fragmentáció, tüzek) hatásainak kiküszöbölésére. Elő kell segíteni a természetesen zajló regenerációs, illetve szukcessziós folyamatokat, és ahol szükséges a helyreállítás érdekében restaurációs, rekonstrukciós munkákat kell tervezni és megvalósítani.
- A károsodások minimalizálása és a feladatok megvalósítása érdekében elkerülhetetlen a tudásalap szélesítése, az ökológiai és konzervációbiológiai kutatások erősítése, valamint a bekövetkező változások irányának és mértékének és az adaptációs tevékenységek hatásainak folyamatos monitorozása.

4.4.5 Emberi egészség

Szektorális célok:

- A lakosság jó egészségi állapotának fenntartása.
- A lakosság felkészítése az esetleges, emberi tevékenység által nem befolyásolható hatásokhoz való alkalmazkodásra.
- A fertőzések, egyéb megbetegedések előfordulásának csökkentése.
- Részletes felmérések, előrejelző módszerek, ismeretterjesztés továbbfejlesztése.

A fenti célok elérése érdekében az alábbi intézkedéseket, lépéseket szükséges megtenni:

- A potenciális veszélyekkel kapcsolatban a lakosságot rendszeresen tájékoztatni kell.
- A fővárosban már működő Klíma Egészségügyi Hálózatot országosan ki kell terjeszteni.
- Hőségtervet kell kidolgozni különös tekintettel a lakosság felkészítésére. A terv végrehajtásával kapcsolatban a folyamat szervezetét ki kell jelölni, a folyamatot rendszeresen monitorozni és értékelni kell.
- Az éghajlati sérülékenységből következő valamennyi megbetegedés vonatkozásában érzékenységi paramétereket célszerű kidolgozni.
- A kiegészítő oltások bevezetésének lehetőségét, és az oltási gyakorlat szükséges felülvizsgálatát meg kell vizsgálni.
- A népességnek a jövőben bővülő éghajlati kockázatok tekintetében sérülékeny csoportjait teljes körűen számba kell venni, és biztosítani elérésük és megkülönböztetett ellátásuk feltételeit.
- A közegészségügy belső szervezeti és működési rendszerét felül kell vizsgálni az éghajlati alkalmazkodás követelményeinek átfogó integrálása érdekében.
- Fontos a nemzetközi tapasztalatok folyamatos átvétele és az elért kutatási eredményekre alapozva a klíma-egészségügyi szakmai felkészültség folyamatos növelése minden érintett szinten.

- A növekvő hőmérséklet szempontjából a beltéri és kültéri munkahelyeken az egészséget nem veszélyeztető munkafeltételeket kell biztosítani.
- Célszerű számba kell venni a közhasználatra is alkalmas, hőszigetelt, hűtött helységek kialakításának lehetőségét.
- Az erősen felmelegedő, egészségi kockázatot jelentő városi „hőszigónákat” ki kell jelölni. Ezeken a részekben a tömegközlekedés lehetőségeit bővíteni kell, enyhülést nyújtó berendezéseket (ivókutak, fásítás, hűtött közösségi helységek, általában az árnyékolás, a szellőzés) kell kialakítani. Kritikus és az egészséget veszélyeztető helyzet kialakulásakor korlátozó intézkedéseket (pl. térbeli forgalomkorlátozás) kell bevezetni, összhangban a helyi szmogriadó-tervben foglaltakkal.
- A közlekedésből eredő üvegházhatású gázok kibocsátását csökkenteni kell.
- A településrendezési tervek kidolgozásánál, a településszerkezet kialakításánál figyelembe kell venni a városi hőszigóna lehetőségét, mint reális veszélyt és kialakulását meg kell előzni tudatos várostervezéssel, körültekintő építészeti megoldásokkal.
- Fel kell térképezni az építésügyi szabványok átalakításának lehetőségét, szükségességét olyan szempontból, hogy a tervezett épületek jobban megfeleljenek a megváltozott időjárási feltételeknek, és fokozott védelmet nyújtsanak az egyre emelkedő hőmérséklet ellen.

4.4.6 Épített környezet

Szektorális célok:

- Építési előírások, szabványok módosítása a változó feltételeknek való megfelelés érdekében.
- Az energiazelfelhasználást csökkentő építészeti megoldások kidolgozása, széles körű alkalmazásának terjesztése, szabványosítása.
- A kritikus infrastruktúra fokozott védelmének kialakítása.

A fenti célok elérése érdekében az alábbi intézkedéseket, lépéseket szükséges megtenni:

- Építési előírások, szabványok felülvizsgálata, szigorítása az éghajlatváltozás vonatkozásaiban (árvíz- és földcsuszamlás veszélye, hó- és szélteher, tartószerkezeti állékonyság, épülethatároló szigetelések, anyagfáradás), az ezek megalapozását szolgáló szükséges kísérletek és műszaki számítások elvégzése.
- Klímatudatos telepítés (épület-tájolás, uralkodó széláramlatok stb.) módszereinek kidolgozása és megismerttetése a rendezési terveket, épületterveket készítő szakemberekkel.
- Épületek energetikai teljesítményének, új követelményeket támaztó „éghajlati állékonyságának” (szélteher, statika, új anyagok alkalmazása) javítására fordítható támogatási források rendszeres biztosítása.
- Építésszak, építőanyag-gyártók és forgalmazók átfogó szakmai tájékoztatása (klímatudatos anyagminőség és tervezés).
- Az éghajlatváltozás várható hatásait figyelembe véve átfogó kockázatelemzések végzése az egyes kritikus infrastruktúra típusokra a katasztrófavédelem és az érintett közszolgáltató együttműködésében.
- Mintaprojektek állami finanszírozású megvalósítása.

4.5 Az alkalmazkodás horizontális feladatai és eszközei

Szem előtt tartva az éghajlatváltozásból eredő kockázatokat, a társadalom széles körében alapvető szemléletváltás szükséges. A „természeti csapásokkal” kapcsolatos korábbi defenzív magatartásról társadalmi méretekben át kell térni a proaktív kockázatkezelésre és az éghajlatváltozás további következményeivel való együttélésre. Ez olykor radikális szemléletváltást igényel az alapvető döntésekben, valamint hosszantartó társadalmi tanulási folyamatot feltételez, amelyet az ország egészét átfogó feladatok teljesítésével és eszközök biztosításával szükséges támogatni. Utóbbiakat úgy célszerű megfogalmazni, hogy a különböző társadalmi működési mechanizmusokon (üzleti élet, divat, politikai döntések) keresztül mozgósítsák a közvetlen (pl. jogi) szabályozással kevésbé elérhető helyi, kisközösségi, egyéni szereplőket is.

Alapvető kérdés, hogy milyen magatartási formák várhatók a klímaváltozás hatásaira az egyes társadalmi szereplőktől: valós alkalmazkodás vagy kimenekülés (kimenekülési kísérlet) a probléma elől? A finnországi éghajlati alkalmazkodási stratégia, a FINADAPT külön célként határozza meg az emberi magatartásban rejlő bizonytalanság pszichológiai elemzését. Az emberi magatartásban rejlő lehetséges kockázatokat különös gonddal, magas szintű szakmai-tudományos színvonalon célszerű a stratégia végrehajtását segítő eszközök megtervezése során figyelembe venni.

Fontos kiemelni, hogy az éghajlati alkalmazkodás felelősségét nem csak az államnak és az önkormányzatoknak, hanem egyidejűleg az üzleti (gazdasági) szférának, a civil szervezeteknek, valamint jelentős mértékben a helyi közösségeknek, azaz a lakosságnak is viselnie kell. Az alkalmazkodás horizontális feladataiban éppen ezért kiemelt partnerek az egyetemek, illetve a szemléletformálás esetében a civil szervezetek, valamint az önkormányzatok.

4.5.1 Kutatás-fejlesztés és innováció

A Stratégia a végrehajtása során jelentős figyelmet kíván szentelni a megőrizendő értékeinket veszélyeztető hatásokkal kapcsolatos tudományos munkára, továbbá az éghajlatváltozásra különösen érzékeny összetett természetes és művi rendszerekkel kapcsolatos kutatásokra. Az alábbiakban összegezzük az alkalmazkodással kapcsolatos horizontális eszközöket:

- Az éghajlati alkalmazkodás hazai ismerethiányainak („tudás-szakadékainak”) számba vétele, az ezt előidéző és fenntartó okok elemzése.
- A hazai éghajlati és meteorológiai és klímavonatkozású hidrológiai kutatások kiemelt támogatása, a jövőben várható döntéseket hitelesen megalapozni képes, időben és térben mind nagyobb mélységű valószínűségi előrejelzések pontosítása érdekében.
- A fizikai, biológiai és humán rendszerekben az éghajlatváltozás hatására lehetséges irreverzibilis következmények felderítése, mechanizmusuk minél pontosabb megértése céljából.
- Összefüggésben a sérülékenységek és kockázatok elemzésével, gazdasági számítások végzése a nem-cselekvés veszteségeinek elemzésére, valamint a megelőzés hasznának kiszámítására valamennyi érintett szakterületen (pl. egészség, vízgazdálkodás, növénytermesztés, infrastruktúra).
- A következő évtizedekben az éghajlati erőforrások kiaknázását biztosító lehetőségek (eszközök, hasznosítási módok, források) számba vétele, elemzése.
- Az alkalmazkodás, ill. a fenntartható fejlődés közötti pozitív kölcsönhatások – komplementaritás, szinergia – szükséges mélységű feltárása.
- Nemzetközi szervezetekben és európai országokban az éghajlati alkalmazkodás terén kidolgozott új kutatási és innovációs eredmények, sikeres alkalmazások hazai meghonosítását megalapozó kutatások, különös tekintettel mindazon rugalmas alkalmazkodási alternatívák feltételeinek feltárására, amelyek biztosíthatják a növekvő klímasokk(ok) fokozódó terhekkel járó elviselését és a váratlan események hatékony kezelését.
- Az alkalmazkodás társadalmi, intézményi akadályainak, valamint a (társadalmi) tanulás nehézségeit okozó tényezők feltáró elemzése.

- A leghatékonyabb eljárások, módszerek („know-how”) átvétele céljából mediterrán térségekben - elsősorban az anatóliai medencében- alkalmazott várostervezési, építési, közszolgálati, életmódbeli stb. – megoldások és hazai megvalósítási lehetőségeik tanulmányozása.
- Az éghajlatváltozás városokat érintő komplex hatásainak vizsgálata (pl. városrendezés, hőhullámokra visszavezethető mortalitás, zöldterületek, utak, épületek állapota, vízminőség, vízmegtartás, hulladékkezelés stb.).
- Adatbázis-fejlesztés: szakterületi és átfogó jövőbeni döntéseket, mutatószám-rendszereket megalapozó (a) költség-, kár-, eredmény-adatok, (b) naturáliákra vonatkozó adatok, valamint az ezekhez kapcsolódó kiegészítő információk szükséges és elégséges mélységű feltárása, adatrendszerek kialakítása, az adatgyűjtés fokozatos megkezdése és feldolgozása.
- Monitoring fejlesztése: az éghajlatérzékeny területek, szektorok specifikus, az alkalmazkodási döntések információ igényeit kielégítő műszeres monitoring hálózatainak fokozatos kiépítése, működtetése, különös tekintettel az ésszerű ágazatközi kooperáció és a szakmai koordinálhatóság szempontjaira.

4.5.2 Oktatás, képzés, nevelés, szemléletformálás

- Az éghajlati alkalmazkodás indokoltságára, eljárásaira vonatkozó hétköznapi ismeretek oktatásának bevezetése a közoktatás és felnőttoktatás minden szintjén. Ennek során a cél a tárgyra vonatkozó ismeretanyag átadása mellett (a) a problémaorientált, rugalmas alkalmazkodó magatartás általános, valamint (b) az éghajlatváltozás hatásaival kapcsolatos gyakorlati, hétköznapi cselekvőképességet megalapozó kulcs-kompetenciáinak elsajátítása. A legfontosabbak ezen a területen: a megelőzés-védekezésre való felelős felkészülő magatartás, valamint az öntevékenység, önszorgítás képességének érvényesítése.
- A lakosság attitűdjeire ható, a helyes alkalmazkodó magatartásra²⁵ ösztönző, a legszélesebb társadalmi rétegeket elérő rendszeres tájékoztatás kialakítása, tartalmi összehangolása. Különös jelentőségű annak hangsúlyozása, hogy az éghajlati alkalmazkodás ésszerű választévképességei során társadalmi előnyök, üzleti hasznok, nemzetközi szintű politikai előnyök is elérhetők. (A megkerülhetetlen kényszer előnnyé konvertálható.)
- A hosszantartó társadalmi tanulási folyamat alapfeltételeinek biztosítása (hitelesség, rendszeresség biztosítása, valamint a média, az ismeretterjesztés, az internet és egyéb infokommunikációs csatornák bevonása). A társadalmi tanulási folyamat menedzselése kapcsán egyik alapvető elvárás, hogy a tudatosulás és a helyes alkalmazkodó magatartás elsajátítási üteme időben ne maradjon le az éghajlatváltozás kialakulásának ütemétől oly mértékben, ami jelentős kockázatot idézne elő.

4.5.3 További horizontális eszközök

Lényeges az éghajlati alkalmazkodás hazai nyílt tudás-bázisának hálózati formában megvalósítható fokozatos kialakítása, a teljes elérhetőség biztosítása. Az informatikai eszközökön tárolt, folyamatosan újított adatok és információk felölelik a hazai éghajlati adatok és előrejelzések teljes körét, az alkalmazkodással kapcsolatos szabályozórendszer, a gyakorlati eljárások és módszerek, valamint a nemzetközi tapasztalatok minden érintett szektorra, társadalmi tevékenységre vonatkozó részletes információját.

- Veszélyhelyzet kezelés (katasztrófavédelem)

A katasztrófavédelmi feladatrendszer hatáskörébe a tűzkezelés, a robbanásveszély elhárítása, a tűzoltás, a műszaki mentés, valamint a lakosságvédelem (ár- és belvizesemények, közellátási zavarok,

²⁵ A már hivatkozott Stern-jelentés a választévképességek egyik legfontosabb elemének tekinti a magatartásbeli változások elérését, amely egyaránt elősegíti a kibocsátás-csökkentés, még inkább azonban az alkalmazkodás ügyét.

forgalmi akadályok, tömegbalesetek stb.) tartoznak. A jövő időszakban a korábbi, az „elemi csapásokkal” összefüggő katasztrófavédelmi feladatok felülvizsgálata és kiegészítése szükséges az éghajlatváltozás tágabb, konkrét hatásaira vonatkozó új követelményekkel. Ebben kiemelt feladat a kritikus infrastruktúra védelmére történő összetett, megelőző felkészülés, együttműködésben az érintett közüzemekkel. További fontos feladat a rugalmasságot jelentő humánerőforrás- és eszköztartalékok képzése, a logisztika továbbfejlesztése.

- Biztosításügy (piaci biztosítás)

Országos szinten a hét vagyont kategóriát véve alapul az összes biztosító szervezet vagyoni kármegoszlását tekintve a tűz és elemi károk súlya a vizsgált hat esztendő során 9%-ról 18,8%-ra nőtt, amely ugyanakkor értékben megháromszorozódott, azaz 8,3 mdFt-ról 23,4 mdFt-ra történő növekedett. Nem megkerülhető a biztosítási ágazat szerepkörének újraértelmezése, miután a szélsőséges időjárási jelenségekből következő „kihívás” nemcsak a konkrétan sújtott ágazat veszteségét növeli, hanem a károkozás jellegétől függően a társadalom széles rétegegeit is terheli. Ezért is szükséges a teherviselés igazságosabb megosztása érdekében egy olyan új alapokon szerveződő, egymást kiegészítő piaci, non-profit, szakmai, kormányzati kockázatvállalási és kárfinanszírozási rendszer kidolgozása, amely számol az éghajlatváltozás erősödő hatásaival, és bővíti a kockázatvállalók körét. Az új, bővített, heterogén intézményi struktúrán nyugvó, valamint az éghajlati alkalmazkodást középpontba állító új biztosítási konstrukciókat kínáló rendszer felállítását ugyanakkor nem elegendő a piaci mechanizmusokra bízni.

- Tervezés, beszámolás

Rendszeres tervekészítési és beszámolási kötelezettség bevezetése az önkormányzatok és közintézmények, kistérségek és társulásaik, a gazdálkodó szervezetek felé, az éghajlati alkalmazkodás feladataira vonatkozóan – az ehhez közzétett mintaforgatókönyvek alapján. A beszámolás kialakításra kerülő rendjében külön hangsúlyt kell kapjanak mindazon veszteségeket előidéző regisztrált események, amelyek kialakulási körülményei az általánosítható tapasztalatok megfogalmazása érdekében egyedi szakmai (szakértői) elemzésre érdemesek. A szakértői elemzések támogatására célszerű igénybe venni a megfelelő hiba-, ill. eseményfa-elemző módszereket.

Ágazati (szakmai) éghajlatpolitikai program készítési elrendelésének javaslata az alkalmazkodás vonatkozásában legnagyobb sérülékenységgel fenyegetett ágazatok felé.

- Települési éghajlatváltozási stratégiák

A Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia csak akkor lehet sikeres, ha az ország több mint 3000 önkormányzatának jelentős hányada is partnernek bizonyul a végrehajtásában, hiszen a felülről jövő elképzelések jelentős része a helyi társadalom keretei között válhat konkrét programokká. A 2007 márciusában az ENSZ Fenntartható Fejlődés Bizottsága által közreadott „Küzdelem a klímaváltozással” című jelentés is ajánlásként fogalmazza meg, hogy a hatásvizsgálati és alkalmazkodási kérdések tipikusan helyben megoldandó feladatok; továbbá rámutat, hogy sok közös vonás lehet egy-egy térség és gazdasági szektor tennivalói között.

Mind Európában, mind pedig az Amerikai Egyesült Államokban számos településen működik már települési klímaprogram: ezek a települések egyrészt igyekeznek minél inkább alkalmazkodni az éghajlatváltozáshoz és minimalizálni annak negatív hatásait, másrészt megpróbálják csökkenteni az üvegházgáz-kibocsátásukat. Magyarországon is rendkívül fontos, hogy minél több régió és település készítsen és valósítsa meg helyi éghajlatváltozási stratégiát, összhangban a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiával. A stratégiaalkotás címzettjei nem kizárólag a régiók és városok: falvak és kistérségek szintjén is felvázolhatóak az éghajlatváltozással kapcsolatos konkrét helyi elképzelések, intézkedések.

5 A Stratégia végrehajtásának szervezése

A stratégia végrehajtásával kapcsolatos feladatok

A stratégia először elfogadását követően két évvel kerül felülvizsgálatra, hogy a hatékonyabb végrehajtása érdekében előírt kutatások és elemzések eredményeit fel lehessen használni. Az első felülvizsgálatot követő többi felülvizsgálatra négy évente kerül sor. A felülvizsgálatok során a Kormány tájékoztató jelentést és módosítási javaslatot készít az Országgyűlés számára.

A stratégia végrehajtása érdekében a Kormány két éves klímaváltozási programokat készít és hajt végre, amely programok mind a kibocsátások csökkentése, mind az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás, mind pedig az oktatás és kutatás területén megvalósítási terveket biztosít a stratégia céljainak eléréséhez. A stratégia megvalósítását, a hozzá tartozó klímaváltozási programok kidolgozását a kormányon belül a környezetvédelemért felelős tárca koordinálja és azt az érintett tárcák bevonásával együtt végzi.

A stratégia megvalósításának lépéseit egy tanácsadó testület, az Éghajlatváltozási Bizottság segíti, amelynek tagjai az érintett tárcák képviselőiből, a Magyar Tudományos Akadémia képviselőjéből és a környezetvédő társadalmi szervezetek képviselőjéből, valamint az államfő által megbízott, a jövő generációk jogait képviselő személyből áll. A Bizottság a munkájába szakértőket is bevon, akik biztosítják az éghajlatváltozás és az alkalmazkodás, illetve a kibocsátás-korlátozás problémakörei közötti szinergiák mindenkor felismerését illetve a folyamatos munka-kapcsolatok meglétét.

A Bizottság elnöke a környezetvédelmi miniszter. A Bizottság feladata, többek között a cselekvési tervek elkészítésének és végrehajtásának, valamint az eltérő szakpolitikai célokkal történő integrációjának elősegítése.

A stratégia végrehajtásának érdekében a kormány a kétéves klímaváltozási programokhoz vagy hosszabb távú tevékenységekhez rendel szükséges forrásokat. Az EU emisszió-kereskedelmi rendszerében térítés ellenében kiosztásra kerülő kibocsátási egységek eladásából származó költségvetési bevételnek a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia végrehajtása érdekében történő felhasználását a kormány határozza meg az Éghajlatváltozási Bizottság ajánlásainak figyelembevételével. A kibocsátás-kereskedelemből származó bevételek kibocsátás-csökkentéssel kapcsolatos célok érdekében történő felhasználására finanszírozási rendszer kerül felállításra, amely 2012-ig támogatja egyes kibocsátás-csökkentést elősegítő intézkedéseket.

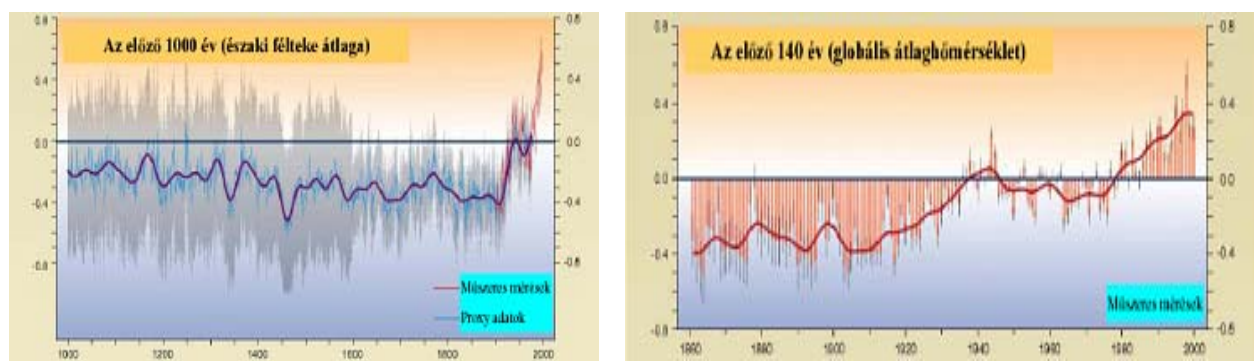
A civil szervezetek szerepe a stratégia működtetésében

A stratégia sikeres működéséhez kulcsfontosságú a megfelelő társadalmi beágyazottság elérése. Ebben nagy szerep hárul a civil szervezetekre. Emellett perspektivikus szemléletmódjokkal hozzájárulhatnak a stratégia működtetéséhez is azzal, hogy bekapcsolódnak az ellenőrző és működtető fórumok munkájába. Ennek megfelelően a civil szervezetek részvétele fontos a stratégiához kapcsolódó cselekvési tervek kidolgozásában és végrehajtásában, amely szerepet az Éghajlatváltozási Bizottság feladata elősegíteni.

6 Mellékletek

6.1 Az éghajlatváltozások alakulása

Az éghajlat a földtörténeti korok során, majd az emberiség története során is mind térben, mind időben állandóan változott. Milliárd éves skálán a földi éghajlat természetes változékonysága a Föld Nap körüli pályája csillagászati ciklusainak, a Földet elérő napsugárzás intenzitás-változásainak és a vulkanikus tevékenységnek tulajdonítható. Az utóbbi 2-300 évben azonban az emberiség is képessé vált arra, hogy különböző tevékenységeivel (elsősorban energiatermeléssel kapcsolatos tevékenységekkel) számottevően befolyásolja az éghajlati rendszert globális, regionális és lokális skálán egyaránt. Az elmúlt egy-két évszázad változásairól a meteorológiai mérő-hálózatok segítségével pontos információink vannak. Az elmúlt néhány évszázad éghajlatára történeti feljegyzésekből, fák évgyűrűiből, pollen analízisből, stb. következtethetünk. A távolabbi, történelem előtti idő-szakokról üledékes réteg-elemzéssel, koralltelepek szerkezetének tanulmányozásával, vagy jégtakaróból vett furatminták vizsgálatával nyerhetünk információkat. Ezek a direkt források állnak rendelkezésünkre, s egyben ezek kínálják a legpontosabb idősorokat a légkör összetételéről és az éghajlati paramétereiről is.



6.1 ábra - A földi klíma változékonysága - Forrás: IPCC, 2001

A mérések szerint a XX. század során a földi átlaghőmérséklet $0,7^{\circ}\text{C}$ -kal emelkedett, amit a tengerszint $0,1\text{--}0,2$ m-es emelkedése kísért. A melegedés jelentős része két szakaszban, 1910 és 1945 között, valamint 1976 után következett be. A legfrissebb kutatások eredményei szerint nagy bizonyossággal állítható, hogy a második melegedési szakasz már csak az emberi eredetű légköri üvegházgáz felhalmozódással magyarázható, vagyis az éghajlat természetes változékonysága nem indokolja a hőmérséklet észlelt ütemű emelkedését az említett időszak alatt. Továbbá 1861 óta az öt legmelegebb esztendő az utolsó tíz évben fordult elő. Ezer éves időskálán tekintve a földi átlaghőmérsékletet elmondható, hogy az évi középhőmérséklet mindvégig az 1961-1990 időszak átlaga alatt volt, jellemzően $0,2\text{--}0,3^{\circ}\text{C}$ -kal, az ún. kis jégkorszakok idején pedig $0,4\text{--}0,5^{\circ}\text{C}$ -kal. Az antarktiszi jégmintából rekonstruált mintegy 425 ezer éves hőmérsékleti és szén-dioxid koncentráció idősor erős 100 ezer éves periodicitást mutat, továbbá a változások irányát és mértékét tekintve igen erős korreláció figyelhető meg ezen paraméterek között. A múltban az eljegesedési időszakok idején a jelenleginél akár $6\text{--}8^{\circ}\text{C}$ -kal is hidegebb éghajlat uralkodott. Az elmúlt 425 ezer évben a mainál jelentősen melegebb éghajlati viszonyok nem fordultak elő. Mivel a vizsgált időszak során a szén-dioxid koncentráció a XX. századig soha nem haladta meg a 300 ppm-es értéket, – 2006-ban viszont már elérte 384 ppm-es koncentrációs szintet – ezért a szén-dioxid éves koncentrációs szintjének szigorú monoton emelkedését, illetve erős korrelációját a földi átlaghőmérséklettel megalapozott aggodalomra és félelemre ad okot egy ugrásszerű, drasztikus hőmérséklet-emelkedéstől.

6.1.1 Az IPCC kibocsátási forgatókönyvei

Az IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) négy fő globális forgatókönyvet (A1, A2, B1, B2) határozott meg és értékelt a vizsgálatok során. A négy alapszcenáriót (I. táblázat) a következő címszavakkal jellemezhetjük:

- A1: dinamikus gazdasági növekedést feltételez, az emberiség lélekszámának gyors emelkedését jelzi, amely a XXI. század közepére éri el maximumát, majd csökkenni kezd; új, hatékony technológiák kerülnek bevezetésre, és egyre több kulturális kölcsönhatás érvényesül a különféle társadalmak között, aminek következtében csökkennek a különböző földrajzi régiók közötti eltérések. Ez a scenárió megkülönböztetett három csoportot az energia rendszerben a technológiai változás irányai alapján fosszilisra (A1FI), megújulóra (A1T) és kiegyensúlyozott (A1B) használatra alapozva.
- A2: a világ sokféleségének megmaradását és a helyi értékek megőrzését tételezi fel, az emberiség számának állandó, de lassú növekedésével párosulva; a gazdasági fejlődés és a technológiai váltás várhatóan minden földrajzi régióban érvényesül, de az összes forgatókönyv közül itt a leglassabban.
- B1: az A1-hez hasonlít, ugyanakkor feltételezi a szolgáltatási és információs szektor gyors előretörését, valamint a fenntartható fejlődés irányába mutató, környezetbarát technológiák mielőbbi bevezetését is; a felmerülő problémákat ez a forgatókönyv globális szinten kívánja megoldani.
- B2: a felmerülő környezeti és társadalmi problémák regionális és helyi megoldását helyezi előtérbe; a földi népességszám növekszik, de még az A2 feltételezésénél is lassabban; a gazdasági növekedés közepes gyorsasággal zajlik, a technológiai változások visszafogottabbak, ugyanakkor szerteágzóbbak, mint akár az A1, akár a B1 scenárió esetén.

A forgatókönyvekhez kapcsolódó szén-dioxid kibocsátás koncentráció adatait az I. táblázat forgatókönyvei mellett szereplő szám jellemzi. A jelen tanulmányban bemutatott eredmények a széles körben alkalmazott A2 forgatókönyvre vonatkoznak (ami egy viszonylag pesszimista jövőképet vázol fel az éghajlati rendszer állapotának megváltozása szempontjából).

A1 (A1T: 700 ppm; A1B: 850 ppm; A1FI: 1550 ppm)	B1 (600 ppm)
<ul style="list-style-type: none"> – nagyon gyors gazdasági növekedés – népesség növekedése a XXI. sz. közepéig, utána csökkenés – új és hatékony technológiák gyors megjelenése – az egyes régiók közötti kiegyenlítődés – fokozott kulturális és társadalmi hatások – a regionális jövedelem különbségek csökkenése 	<ul style="list-style-type: none"> – kiegyenlítő világ felé fejlődés, az A1-hez hasonló népességváltozások – a gazdasági szerkezet gyors eltolódása a szolgáltatási és információs ágazatok felé – környezetbarát és energia hatékony technológiák bevezetése – a gazdasági, társadalmi és környezeti problémákra globális megoldások kidolgozása
A2 (1250 ppm)	B2 (800 ppm)
<ul style="list-style-type: none"> – heterogén világkép – helyi önkormányzatok, önszerveződések hangsúlyosabb működése – folyamatosan növekvő népesség – regionális gazdasági fejlődések – lassú és térben nem egyenletes technológiai változások 	<ul style="list-style-type: none"> – a gazdasági, társadalmi és környezeti problémák lokális szinten kezelése – folyamatosan növekvő globális népességváltozás – közepes mértékű gazdasági fejlődés – az A1, B1-hez képest lassabb és sokoldalúbb változások

6.1 táblázat: A globális változás (emisszió) négy forgatókönyv családjának fontosabb jellemzői

6.2 Kibocsátás csökkentési prioritások az energetikában

CO₂ kibocsátás szempontjából kiemelt energiahordozók, ágazatok és beavatkozási célterületek

Energiahordozó	Ágazat	éves kibo- csátás (kt)	Kibocsátás-csökkentés célterületei	
földgáz	lakosság	9260	Épületfűtés	HMV termelés
földgáz	kommunális fogyasztók	5602	Épületfűtés	HMV termelés
földgáz	ipar	4892	Technológiai hőtermelés	Épületfűtés
gáz- és tüzelőolaj	lakosság	4199	Közlekedés	
villamos energia	lakosság	4059	HMV termelés	Világítás, motorhajtás, főzés
villamos energia	ipar	3910	Technológia	
benzin	lakosság	3598	Közlekedés	
szén	ipar	3240	Technológiai hőtermelés	
villamos energia	kommunális fogyasztók	3107	HMV termelés	Világítás, motorhajtás
benzin	ipar	2552	Közlekedés	
kocsz	ipar	2336	Technológiai hőtermelés	
hőenergia	lakosság	2232	Épületfűtés	HMV termelés
hőenergia	ipar	1568	Technológiai hő	Épületfűtés
gáz- és tüzelőolaj	ipar	1429	Közlekedés	Technológiai hőtermelés
gáz- és tüzelőolaj	kommunális fogyasztók	1273	Közlekedés	
benzin	kommunális fogyasztók	1112	Közlekedés	
fűtőolaj	ipar	1069	Technológiai hőtermelés	
gáz- és tüzelőolaj	szállítás, posta, távközlés	1030	Közlekedés	
szén	lakosság	999	Épületfűtés	
gáz- és tüzelőolaj	mező- és erdőgazdálkodás	915	Vizsgálatunk szempontjából elhanyagolható kibocsátások	
villamos energia	szállítás, posta, távközlés	735		
hőenergia	kommunális fogyasztók	685		
földgáz	mező- és erdőgazdálkodás	524		
PB	lakosság	508		
PB	ipar	395		
villamos energia	mező- és erdőgazdálkodás	338		
földgáz	szállítás, posta, távközlés	190		

Energiahordozó	Ágazat	éves kibo- csátás (kt)	Kibocsátás-csökkentés célterületei
PB	kommunális fogyasztók	102	
benzin	mező- és erdőgazdálkodás	74	
PB	szállítás, posta, távközlés	35	
fűtőolaj	mező- és erdőgazdálkodás	29	
PB	mező- és erdőgazdálkodás	25	
benzin	szállítás, posta, távközlés	17	
hőenergia	szállítás, posta, távközlés	15	
szén	szállítás, posta, távközlés	9	
kocsz	kommunális fogyasztók	7	
szén	mező- és erdőgazdálkodás	6	
kocsz	mező- és erdőgazdálkodás	3	
szén	kommunális fogyasztók	2	
kocsz	lakosság	1	
fűtőolaj	kommunális fogyasztók	1	
hőenergia	mező- és erdőgazdálkodás	1	
kocsz	szállítás, posta, távközlés	0	
fűtőolaj	lakosság	0	
fűtőolaj	szállítás, posta, távközlés	0	

A NÉS 3.3 fejezetében az alábbi eszközöket ismerteti, mint a kibocsátás-csökkenés ágazati kulcsterületeit:

- Hatásfok növelés és kapcsolt energiatermelés
- Átállás megújuló energiahordozókra
- Energiatakarékosság a lakossági szektorban és a közsférában
- Közlekedési kibocsátások mérséklése
- Mezőgazdasági kibocsátások mérséklése, szénmegkötés erdőtelepítéssel
- Hulladékgazdálkodás, szennyvíz kezelés
- Ipari kibocsátások mérséklése

6.3 Kiegészítő információk a kibocsátás-csökkentési forgatókönyvekhez

Az Európai Unió 25 meglehetősen eltérő adottságokkal rendelkező tagállamból áll. Az EU 25 kibocsátásai várhatólag 10%-kal növekednek 2020-ig - az 1990-es kibocsátási szinthez képest -, s ennél valamivel kevesebbel 2050-ig. Minden scenárió az 550 ppmv CO₂ ekvivalens szinttel számol. Az EU 25 tagországoknak kibocsátásaikat 20-30%-kal kell csökkenteniük 2020-ra - az 1990-es kibocsátási szinthez képest -, 2050-re pedig 70-90%-kal.

Az európai szintű számszerű csökkentési célok kitűzése után alapvető kérdés, hogy az összefogásban résztvevő országok között milyen arányban oszlik meg a csökkentési kötelezettség (a kibocsátható széndioxid-mennyiség). Globális szinten több olyan modell is kidolgozásra került, amely a közös, de megkülönböztetett felelősség elve alapján eltérő kötelezettségeket róna a fejlett és a fejlődő országokra.²⁶ Az alábbiakban csak a Kiotói Jegyzőkönyv I. mellékletében szereplő, fejlett ipari országok közötti tehermegosztás megvalósítására irányuló modelleket ismertetjük röviden.

Tehermegosztási modellek csoportos kibocsátás-csökkentési célok eléréséhez

1. Abszolút csökkentés egyenlő arányban

A legegyszerűbb elképzelés a kibocsátások egyenlő arányban, meghatározott éves százalékban történő csökkentése. A kidolgozott modell nem lineáris, hanem exponenciális csökkentést feltételez (a csökkentési ráta a megelőző év kibocsátásához aránylik).

2. Konvergencia-modell

A résztvevő országok egy főre eső széndioxid-kibocsátási szintje egy meghatározott időpontra (például 2040) az elfogadott célkitűzésnek megfelelő, azonos szintre kerül (konvergál).

3. Kibocsátás/GDP alapú konvergencia-modell

Az előbbihez hasonló, de az egy főre eső kibocsátás helyett az egy egységnyi GDP-re jutó széndioxid-kibocsátást kiindulási pontnak tekintő modell.

4. Nemzeti indikátorokon alapuló megosztás

Az első három modellel ellentétben ez a forgatókönyv figyelembe veszi az országok eltérő sajátosságait, kibocsátás-csökkentési potenciáljukat. Ezt a modellt eredetileg az EU (akkor még) 15 tagállama közötti tehermegosztás meghatározására fejlesztették ki. A kibocsátható mennyiség különféle nemzeti indikátorok alapján kerül kiosztásra; a célkitűzéseket első lépésben szektorokra lebontva határozzák meg, majd ebből nemzeti szinten kötelező csökkentési célszámot képeznek (ez adja a modell rugalmasságát).

5. Szektorális megközelítés

A modell kiinduló gondolata, hogy a versenysemlegesség érdekében az azonos szektorokat azonos bánásmódban kell részesíteni a résztvevő országokban. Így az egyes ágazatokra országonként megegyező kibocsátási szintet határoznak meg, a szektorra jellemző mérőszám megadásával. Ennek egy változata, amikor szektorális célszám helyett technológiai standardokat adnak meg. A modell nem fedi le a kibocsátásért felelős szektorok mindegyikét, csupán a kibocsátások túlnyomó többségéért felelős ágazatokat.

6. Karbon-intenzitás csökkentési célkitűzés

²⁶ Factors underpinning future action 2007 update, Department for Environment Food and Rural Affairs (DEFRA), Ecofys GmbH

A célkitűzés a GDP vagy az ágazatonkénti termelékenységi függvényeként kerül meghatározásra (kibocsátás/GDP vagy kibocsátás/egységnyi megtermelt jószág). A modell fő vezérlő elve a karbon-hatékony gazdasági fejlődés biztosítása az egy egységnyi GDP-re eső széndioxid-kibocsátások folyamatos, lineáris és egyenlő arányú csökkentése révén.

7. Történelmi felelősségen alapuló modell

A fejlődő országokkal kapcsolatosan lefektetett közös, de megkülönböztetett felelősség elvéhez hasonlóan ez a modell figyelembe veszi az országok eltérő múltbeli kibocsátásait (történelmi felelősségét). A számításokhoz az 1990-es kumulatív kibocsátási adatokat használták fel. A csoport közös csökkentés céljának eléréséhez az országok eltérő felelősségük arányában járulnak hozzá erőfeszítéseikkel.

Összefoglalás:

Annak érdekében, hogy az 550 ppmv CO₂ ekvivalens szintet tartani tudják, az EU 25 tagállamoknak 2020-ig 20-30%-kal kell csökkenteniük kibocsátásaikat. Mivel ez a szint várhatóan épp meghaladja az elfogadható 2°C-os globális átlag hőmérséklet emelkedést, a 20-30%-os csökkentést mindenképpen meg kell valósítani. A fentiekben bemutatott megközelítések eredményei közti különbség nem jelentős, hiszen az egyes tagállamok nem térnek el számottevően az átlagtól. Az EU jól felfogott érdeke a fejlődő országok mihamarabbi bevonása az emisszió-csökkentésbe, hisz ezen országok kibocsátás-csökkentési potenciáljának megjelenése a rendszerben költség-hatékonyabbá teszi a csökkentéseket.

6.4 A NÉS 2020-as ÜHG kibocsátás-csökkentési célkitűzéseinek megvalósíthatósága – forgatókönyv elemzés

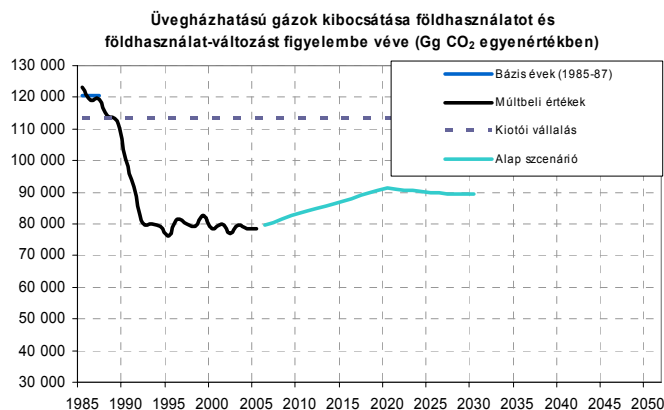
6.4.1 Háttér

Jelen rövid anyagban áttekintjük, hogy a meghatározott konkrét kibocsátás-csökkentési célok elérése milyen intézkedésekkel érhető el, ill. várhatóan milyen terhekkel jár. Az alább leírtak értékeléséhez a következő szempontokat kell figyelembe venni:

- Jelen anyagban csak az energetikával kapcsolatos intézkedéseket vizsgáljuk. A szintén komoly kibocsátás-csökkentési potenciállal bíró közlekedési szektorral, vagy a hulladékgazdálkodással e helyt nem foglalkozunk.
- A „terhek” alatt a központi források (elsősorban a költségvetés) terheit értjük. Az egyéb költségeket (pl. az épületeket építtetőik szabványok szigorítása miatti többlet költségeit és az ehhez hasonló társadalmi terheket) nem számszerűsítjük.
- A terhek meghatározásánál abból indulunk ki, hogy azok 2008 és 2020 között folyamatosan jelentkeznek.
- Az ár és szabályozói környezet a stratégia által vizsgált periódusban valószínűleg kedvezőbben alakul a megújuló energia és energiahatékonyság tekintetében, beleértve az EU emisszió-kereskedelmi rendszerében jelentkező kvóta korlátozásokat.

Amikor azokat az intézkedéseket vizsgáljuk, amelyek a kitűzött cél eléréséhez szükségesek, csak azokat a „többlet” intézkedéseket célszerű számba venni, amelyek az hivatalos ÜHG-kibocsátási előrejelzések alap szcenáriója és NÉS célkitűzései közötti különbség áthidalásához szükségesek.

Az alap forgatókönyv felvételénél a következő ábrán bemutatott korábbi előrejelzésekből indul ki²⁷.



Ahogy a diagramból is látható 2005 és 2020 között a korábbi előrejelzés 16,4%-os kibocsátás növekedéssel számolt.

A fenti adatokkal és feltételezésekkel az alapszcenárió szerinti kibocsátás 2020-ban tehát a 2005-ös érték 16,4%-kal növelt értéke, azaz 88 157 ezer tonna.

6.4.2 Hatásfok növelés és kapcsolt energiatermelés

²⁷ Ezek a PRIMES modell adatain alapultak.

A hatásfok javítása elsősorban a villamosenergia-termelés területén a meglévő berendezések cseréjével, illetve esetleg azok korszerűsítésével érhető el. A működő erőművek korszerűsítése, és az előregedett kapacitások pótlására, illetve a növekvő igények kielégítése céljából újabb, jobb hatásfokú kapacitások belépése folyamatosan történik. Ennek során az is jellemző, hogy a hatásfok-javulás mellett tüzelőanyag-váltás is történik. Feltételezhető, hogy ez a folyamat – az eddigiekhez hasonlóan – minden különösebb állami beavatkozás nélkül, önmagától is végbemegy, így ez a BAU részének tekinthető.

6.4.3 Átállás megújuló energiahordozókra

Villamosenergia-termelés

A NÉS 3.4.3. fejezete szerint „További kapacitások kiépítése elsősorban magas hatásfokú biomassza-tüzelésű erőművek, illetve szélerőművek létesítésével realizálható”. Ugyanitt a reálisan megvalósítható szélenergia-kapacitást – időkorlát megjelölése nélkül – 1000 MW-ban jelölik meg.

Jelenleg nincs hivatalos új célkitűzés a megújuló eredetű villamos energia részarányára vonatkozóan. Korábban – az új EU-s célkitűzések bejelentése előtt – egyes kormányzati anyagok 7,9%-os részarányt jelöltek meg 2010-re, más források²⁸ pedig még ennél is szerényebb célt jelöltek meg: 7%-ot 2025-re.

A következőkben – a NÉS célkitűzéseivel való összhang érdekében – 2020-ra vizsgáljuk a megújuló alapú villamosenergia-termelést. A fenti konzervatívan megközelítésből kiindulva és lineáris fejlődést feltételezve a jelen állapot és 2025 között, 2020-ban 6,3%-os részarányal számolhatunk.

A jelen előrejelzések szerint 2020-ban 58.300 GWh-ra becsülhető az összes villamosenergia-fogyasztás. Ennek 6,3%-a kerekítve 4100 GWh. A jelenleg üzemelő kapacitásokkal kb. évi 2300 GWh megújuló alapú villamos energia termelhető meg, tehát a kitűzött igen szerény cél elérése érdekében évi 1800 GWh energiát kell további kapacitásokkal megtermelni.

A NÉS szerint megvalósítható 1000 MW szélerőművi kapacitás kiépülése esetén az új szélerőművek évi kb. 1390 GWh villamos energiát termelhetnek meg, azaz kb. 410 GWh-t kell megtermelni más forrásokból, elsősorban biomasszás erőművekből. Ez kb. 60-65 MW új biomasszás kapacitás kiépülését feltételezi.

Különösen a biomasszás beruházások járulékos előnyeinek (térségfejlesztés, munkahelyteremtés, szabályozhatóság stb.) ismeretében vélhetőleg persze nem ez az optimális kapacitás kiosztás, de ennek elemzése meghaladja a jelen vizsgálat kereteit.

Ez az energia fosszilis tüzeléssel megtermelt villamos energiát vált ki, ami számításaink szerint összesen 694 kt/év CO₂ kibocsátás csökkenést eredményez. A megújuló forrásból származó villamos energia átvételi ára jelenleg támogatott, a támogatás mértéke a nagykereskedői árhoz képest kb. 10 Ft/kWh. Feltételezésünk szerint a támogatás továbbra is megmarad.

Ha feltételezzük, hogy a támogatás nagyságrendje megmarad²⁹, az éves támogatás összesen az 1800 GWh megújuló villamos energiára 18 Mrd Ft/év. Itt kell megjegyezzük, hogy a villamos energia fogyasztói árképzésében szerepel a megújuló villamos energia átvételi árának támogatása. Ez azt jelenti, hogy a támogatás nem a kifejezetten elkülönített költségvetési vagy egyéb (pl. EU) forrásokból történik, hanem azt az összes villamos energia fogyasztó „adja össze”. Ebből következően nyilvánvaló, hogy a támogatás előteremtése – akár csak a különféle adókból finanszírozott költségvetési források – az egész társadalmat érinti.

A NÉS 3.4.3. fejezete szerint a *megújuló alapú hőtermeléshez* szükséges technológia rendelkezésre áll. Elsősorban a lakossági és intézményi fűtések átállítása ígéretes, ezen belül is az ún.

²⁸ A magyar energiapolitika tézisei. 2006. november.

²⁹ Az eddigi tapasztalatok szerint ilyen támogatás mellett a szélenergia alapú kapacitások létesítése gazdaságos, és a biomassza alapú zöldmezős kapacitások létesítése is megvalósítható.

kis körzeti távfűtések kialakítása. Fizikai korlátot a rendelkezésre álló biomassza mennyisége jelent, ezt teljesen kihasználva 8-11 millió t CO₂ kibocsátás takarítható meg évente.

Korábbi tanulmányok szerint a lakossági épületfűtéssel kapcsolatos CO₂ kibocsátás 10200 kt/év, míg ugyanez a szám kommunális épületek fűtése esetén 5400 kt/év. Ha lakossági egyedi fűtések esetén a biomassza 15%-os penetrációt, kis közösségi biomassza alapú távfűtés 10%-os penetrációját, továbbá a kommunális épületfűtés esetén 15%-os biomassza penetrációt feltételezünk, akkor az éves kibocsátás csökkenés

- lakossági egyedi fűtés esetén 1538 kt/év
- kommunális fűtés esetén 539 kt/év
- kis közösségi távfűtés kialakítása esetén 1025 kt/év
- összesen 3102 kt/év

Az átlagos fajlagos beruházási költség lakossági egyedi fűtésnél 200 E Ft/tonna kibocsátás, kommunális fűtés esetén 80 E Ft/t, végül kis közösségi biomassza távfűtőművek kialakításánál 200 E Ft/t. Ezekkel számolva a három területen együttesen 556 Mrd Ft beruházásra van szükség. 30% támogatás intenzitást feltételezve összesen 167 Mrd Ft támogatásra van szükség, ami éves szinten kb. 14 Mrd Ft-ot jelent.

6.4.4 Energiatakarékosság a lakossági szektorban és a közszférában

Az épület *hővédelmi szabványok szigorításától* a NÉS 3.4.2. fejezete szerint 23 kt/év CO₂ kibocsátás csökkenés várható. A szigorított szabványok betartása kötelező, így a penetráció mértéke – az érintett (újjonnan épülő, ill. felújítandó) épületek esetében 100%-ra vehető. Állami támogatást – a szabványok kötelező jellege miatt – az intézkedés nem igényel.

A vizsgált szektorokban arányaiban a legnagyobb megtakarítás az épületek hővédelmének, javításával, fokozásával érhető el a következő beavatkozásokkal:

- nyílászárók felújítása, vagy cseréje,
- épülethatároló felületek hőszigetelése (fal-, padlás-, padlófödém-szigetelés),
- utólag kialakítható passzív szolár építészeti megoldások alkalmazása,
- komplex épület-felújítás (fűtéstechnika, napkollektor, fűtésszabályozás, hőszigetelés, nyílászáró-csere).

Feltételezésünk szerint a lakossági és kommunális szféra által használt épületállomány 80%-ának javítható a hővédelme. Nyílászárók cseréjével jellemzően 20%, az épülethatárolók szigetelésével pedig 25% fűtési energia takarítható meg. Az épületek fűtési rendszerének korszerűsítésével (hatásfokjavulás, egyedi és központi szabályozás) 15% fűtési energia megtakarítás érhető el. Mivel a beavatkozások nem teljesen függetlenek, összességében 53% fűtési energia megtakarítással lehet számolni.

Ha a jelenleg is használt tűzifa tüzelőanyagot nem vesszük figyelembe, az épületállomány összes fűtési tüzelőanyag szükséglete

- a lakossági szektorban 162 PJ/év,
- a kommunális szektorban 71 PJ/év,

ami a korábbiaknak megfelelően kerekítve a lakossági szektorban 10200 kt/év, míg a kommunális szektorban 5400 kt/év CO₂ kibocsátást jelent.

A 80%-os javításra szoruló épületállományt és 50% penetrációt feltételezve az intézkedésekkel összesen 3270 kt/év CO₂ kibocsátást lehet elérni. A beavatkozás beruházási igénye átlagosan lakásonként 1,5 M Ft-ra tehető. A kommunális szektor épületállományát is figyelembe véve összesen 5644 Mrd Ft a beruházási igény. Jelenleg az ilyen típusú beavatkozásokra 15% támogatásintenzitás jellemző ilyen értékű támogatás mellett ez évente 35,5 Mrd Ft közvetlen állami támogatást jelent.

A háztartási villamos energia csökkentése a háztartási berendezések és világítás hatékonyságának javításával, az ún. üresjárat, készenléti („stand-by”) energiafogyasztás csökkentésével számításaink szerint 700 kt/év CO₂ kibocsátás csökkentést eredményez. Ennek legnagyobb hányada a világításkorszerűsítésből adódik. A világítás jelenlegi trendjeit figyelembe véve úgy ítéljük meg, hogy a 2020-ig terjedő időszakban a fenti intézkedések részben „spontán”, önmaguktól megvalósulnak, részben pedig szabályozói eszközök kényszeríthetik³⁰ ki azokat, így állami támogatásra ezen a területen nem lesz szükség.

A kommunális szektorban a becsléseink szerint 10-15% villamos energia megtakarítás várható a világításkorszerűsítéstől. Ez 596 GWh/év villamos energia és 218 kt/év CO₂ kibocsátás megtakarítást eredményez. A beruházási igény 6 év megtérülési idő és a jelenlegi átlagos villamos energia ár mellett 89 Mrd Ft-ra adódik. A közintézmények esetében a spontán megvalósulás esélyeit kisebbnek ítéljük, így a fenti eredmény eléréséhez legalább 15% intenzitással számolva 1,12 Mrd Ft/év a szükséges támogatást tartunk szükségesnek.

6.4.5 Ipari kibocsátások mérséklése

Az ipari kibocsátások csökkentése részben az iparszerkezet esetleges további átalakításától, illetve az iparban üzemelő energetikai berendezések hatásfokjavulásától várható. Ez része az általános – állami támogatást nem élvező – korszerűsödési folyamatnak, amit a piaci verseny kényszerít ki. A villamos energia termelés hatásfokjavításához hasonlóan tehát itt is feltételezhető, hogy ez a folyamat minden különösebb állami beavatkozás nélkül, önmagától is végbemegy, így ezt a BAU részének tekintjük.

³⁰ Pl. az üresjárási veszteségek mérséklése esetében.

6.4.6 Összefoglalás, következtetések

Az alábbi táblázatban összefoglaljuk a kapott eredményeket:

Intézkedés	CO ₂ kibocsátás csökkenési potenciál	Penetráció	Feltételezett CO ₂ kibocsátás csökkenés	Beruházási költség	Támogatás intenzitás	Támogatási igény 2008-20
	kt/év		kt/év	Mrd Ft		Mrd Ft/év
Hatásfoknövekedés, kapcsolt energia termelés	A BAU részének tekinthető					
Átállás megújuló energiahordozókra						
biomassza tüzelésű erőművek	150	100%	150		Ártámogatás (KÁP)	4,11
szélerőművek	544	100%	544			13,9
Biomassza alapú hőtermelés						
lakossági	10252	15%	1538	308	30%	7,69
kommunális	5394	10%	539	43	30%	1,08
kis körzeti távfűtés	10252	10%	1025	205	30%	5,13
Energiatakarékosság a lakossági szektorban és a közszférában						
épületszabványok szigorítása	23	100%	23		Támogatás nélkül is megvalósul	
épületek hővédelmének javítása, fűtési rendszer korszerűsítése	6540	50%	3270	5644	15%	35,28
háztartási villamos energia felhasználás csökkenése			700		Támogatás nélkül is megvalósul	
kommunális villamos energia felhasználás csökkenése	218	100%	218	89	15%	1,12
Ipar technológia korszerűsítés	A BAU részének tekinthető					
Összesen	44173		8007			68,30

6.2. táblázat: Összefoglalás

A támogatás igény tehát 68,3 Mrd Ft/év, melyből a közvetlen támogatás 50,3 Mrd Ft, a maradék pedig 18 Mrd Ft a „zöld” villamos energia átvételi árának támogatásában nyilvánul meg.

A táblázat alapján látható, hogy az elérhető CO₂ kibocsátás megtakarítás kb. 8000 kt/év, ami nem éri el NÉS által kitűzött kerekítve 9000 és 17 500 kt/év közötti intervallum alsó határát.

Annak érdekében, hogy a kitűzött célok teljesüljenek

- ambiciózusabb megújuló villamosenergia-részarány célokat kell kitűzni, és/vagy
- magasabb penetrációt kell elérni a vázolt kibocsátás-csökkentési beavatkozásokkal, mint amit a számításban felvettünk.

Tekintettel arra, hogy a penetráció becslése és növelése igen sok bizonytalanságot hordoz magában, illetve arra, hogy az EU-s célkitűzések szigorodása várhatóan úgyis kikényszeríti a megújuló villamosenergia-részarány célok emelését, a következőkben ezt vizsgáljuk meg közelebbről.

Ahhoz, hogy a kitűzött NÉS cél alsó határát elérjük, minden egyéb feltétel változatlanul hagyása mellett az 1800 GWh helyett kb. 4500 GWh többlet megújuló villamos energiát kellene megtermelni, ami a 60-65 MW többlet biomasszás kapacitás helyett 480 MW-ot feltételez. Ebben az esetben a megújuló alapon termelt villamos energia részarány a 6,3%-os részarány helyett 12%-os lenne – ez pedig az ismert EU-s vállalások fényében nem irreális érték. Az persze, hogy ez milyen kapacitás-szerkezetben, milyen tüzelőanyag-bázison valósítható meg, további részletes vizsgálatokat igényel.

A támogatás igény ebben az esetben összesen 95,5 Mrd Ft/év, melyből a közvetlen támogatás változatlanul 50,3 Mrd Ft, míg a „zöld” villamos energia átvételi árának támogatása 45,2 Mrd Ft/év-re nő.

Ami azonban a NÉS célkitűzéseinek felső határát illeti, némileg más a helyzet. Ha ezt pusztán megújuló villany termeléssel kívánnánk elérni, akkor már egészen irreálisnak minősíthető célok és kapacitások adódnak (27800 GW többlet villamos energia, 50% megújuló részarány). Ez nyilvánvalóan nem járható út.

Ha a megújuló villany részarányának felső határaként elfogadjuk a fentebb kiadódott 12%-ot, akkor a többlet kibocsátás csökkentést a többi beavatkozással kell realizálni. A következő táblázatban bemutatjuk azokat az értékeket amelyek az egyes intézkedés fajták a részletes piacelemzés nélkül, becslés alapján megállapított maximális penetrációja esetében adódnak:

Intézkedés	CO ₂ kibocsátás csökkenési potenciál	Penetráció	Feltételezett CO ₂ kibocsátás csökkenés	Beruházási költség	Támogatási intenzitás	Támogatási igény 2008-20
	kt/év		kt/év	Mrd Ft		Mrd Ft/év
Hatásfok növekedés, kapcsolt energia termelés	A BAU részének tekinthető					
Átállás megújuló energiahordozókra						
biomassza tüzelésű erőművek	1143	100%	1143		Ártámogatás (KÁP)	31,3
szél erőművek	544	100%	544			13,9
Biomassza alapú hőtermelés						
lakossági	10252	30%	3076	615	30%	15,38
kommunális	5394	20%	1079	86	30%	2,16
kis körzeti távfűtés	10252	10%	1025	205	30%	5,13
Energiatakarékosság a lakossági szektorban és a közszférában						
épületszabványok szigorítása	23	100%	23		Támogatás nélkül is megvalósul	
épületek hővédelmének javítása, fűtési rendszer korszerűsítése	6540	75%	4905	8467	30%	158,8
háztartási villamos energia felhasználás csökkenése			700		Támogatás nélkül is megvalósul	
kommunális villamos energia felhasználás csökkenése	218	100%	218	89	15%	1,12
Ipar technológia korszerűsítés	A BAU részének tekinthető					
Összesen	45166		12712			227,72

6.3. táblázat: Becsült maximális értékek

A táblázathoz a következő megjegyzések fűzhetők:

- Látható, hogy így sem értük el a maximális célkitűzésből adódó kb. 17500 kt/év csökkenést. Mivel azonban a fenti értékek nem tartalmazzák a közlekedéssel elérhető csökkenést, elképzelhető, hogy a célkitűzés teljesíthető.

- A biomassa alapú beavatkozások penetrációja a rendelkezésre álló biomassa mennyisége miatt nem növelhető tovább.
- Nem biztos, hogy a jelzett penetrációs értékek a feltüntetett támogatás-intenzitás mellett elérhetők. A 30%-ot azonban EU-s korlátként felfogva rögzítettnek tekintettük. (A penetráció elérésének realizálását növelendő megemeltük az épületek hővédelmének támogatás intenzitását 15%-ról 30%-ra.)
- Amennyiben ez a célkitűzés válik realitássá, vizsgálni kell, hogy a 2020-ig rendelkezésre álló időszakban fizikailag megvalósítható-e mindez a beruházás (kivitelezői kapacitások megléte, kivitelezési időtartamok, stb.)

6.5 A Stratégia társadalmi és gazdasági hatásai

Az ÜHG kibocsátás csökkentésére és az alkalmazkodásra vezető intézkedések gazdasági hatásai

Gazdasági folyamatok	Csökkentés/Mitigáció „A kezelhetetlen elkerülése”	Alkalmazkodás/Adaptáció „Az elkerülhetetlen kezelése”
Gazdasági növekedés	Átlagos költség a GDP 1%-a (szórás (-2)%-(+5)% (világátlag)) Magyarországon 2020-25-ig mérhetően szerény GDP növekedési hatás	Energiahatékonyság növekedés (termelés de főképp fogyasztás) 2025 után GDP növekedés csökkentő hatás. De! nőhetnek a jóléti mutatók pl. ISEW, GPI
Gazdasági egyensúly költségvetés	A szén ára (társadalmi költsége 85 USD/tonna) 2,5 trillió USD bevételt jelent a világnak költségvetési bevétel-növekedés, szerkezeti átrendeződés, az élőlomka-terhek csökkentésére a megújuló átmeneti támogatása	A valós társadalmi költségeken történő árazás (pl. közlekedés) csökkenti a költségvetési kiadásokat <i>költségvetési egyensúlyjavulás</i>
Nemzetközi helyzet	fosszilis energiainport központúság esetén egyensúlyromlás fokozott megújuló energiátámogatás esetén várhatóan <i>semleges hatás</i>	Magyarország megújuló energiakapacitásának kihasználása csökkenti az energiainportot – <i>pozitív hatás</i>
Foglalkoztatás	A szén társadalmi költségű árazása esetén (élőlomkára való pozitív hatás) foglalkoztatás-ösztönző hatás	A valós társadalmi költségek érvényre juttatása relatíve olcsóbbá teszi az élőlomkát és növeli a foglalkoztatottságot
Energiaellátás és -biztonság	Az első öt évben ellátásbiztonság romlás A szén-árazással összefüggésben (megújuló, élőlomka) javulhat az ellátásbiztonság	Az energiarendszerek regionálisan lebontottak és összehangoltak, a K+F növeli az energiahatékonyságot, ami növeli az energiabiztonságot (virtuális erőműrendszerek). Jelentős hasznok az innovációból. Egyre több mitigációs technológia válik költséghatékonyá
Technológia politika	Az új technológiák az első időszakban drágábbak a hagyományosnál (tanulási görbe)	Az új technológiák (energiatermelés, felhasználás) tömeges elterjesztése az új technológia költségeit a hagyományos technológiák költségei alá viszi. A fizetési mérleg egyensúly szempontjából fontos Magyarországnak bekapcsolódnia a technológiák fejlesztésébe és gyártásába.

Az ÜHG kibocsátás csökkentésére és az alkalmazkodásra vezető intézkedések társadalmi hatásai

Társadalmi folyamatok	Csökkentés/Mitigáció „A kezelhetetlen elkerülése”	Alkalmazkodás/Adaptáció „Az elkerülhetetlen kezelése”
Emberi egészség	A hőhullámok következtében az egészségügyi veszteségek elérhetik a GDP 0,5 - 1 %-át	A klímaváltozás várható hatásaihoz való hatékony alkalmazkodás csökkentheti az egészségügyi károkat
Társadalmi, politikai biztonság	Az energiaárak emelkedése miatt a konfliktusok kiéleződése a lakosság és a kormányzat között A szén társadalmi költségének	Az energiahatékonysági programok elindítása (költségvetési támogatással) csökkenti a társadalmi konfliktusokat és hosszú távú érdekazonosságokat teremthet

	<p>érvényesítése következtében konfliktusok az energiatermelők és a kormányzat között</p> <p>Nyomás a szén társadalmi költségeinek felpuhítására</p>	a lakosság és a kormányzat között.
Migráció	<p>2050-re 200 millió ember kitelepítése a tengerszint emelkedése miatt.</p> <p>Magyarország érintett lehet mint befogadó</p>	A hatékony alkalmazkodás eredményeként nem várható jelentősebb elvándorlás
Regionális különbségek	<p>A bioüzemanyagok arányának növelése némileg csökkenti a vidéki elvándorlást.</p> <p>A nagyüzemi technológiák kevés élők munkát igényelnek, így észlelhető foglalkoztatás-növekedés nem várható</p>	Az energiahatékonyság növelése, az élők munkaterhek csökkentése 2015 – 2020 körül megnövelheti az agrár-környezetvédelmi programok gazdaságosságát, a vidéki lakosság helyben maradását

Az ENSZ- SigmaXi tanulmány fogalomhasználata

6.6 Élőhelyek potenciális veszélyeztetettségi térképei

Az élőhelyek potenciális veszélyeztetettségi térképeinek elkészítéséhez felhasználásra kerültek az IPCC negyedik értékelő jelentése alapján készített, leskálázáson alapuló projekciók szerint várható változásokról a táblázatok nyújtanak rövid áttekintést. Az eredeti outputok használatának e két fő előnye a következő:

Mindennek természetesen csak ott van jelentősége, ahol kvantitatívan és térben explicit módon tudjuk felhasználni a klímaprojekciókat, azaz esetünkben a közvetlen klímafüggésből eredő várható hatások számszerűsítésénél.

	2025			2050			2085		
	Ta	Ts	Tw	Ta	Ts	Tw	Ta	Ts	Tw
A2	1.40	1.62	1.18	2.61	2.94	2.29	5.03	5.78	4.29
A1B	1.62	1.66	1.58	2.95	3.26	2.63	4.91	5.47	4.36
B1	1.38	1.62	1.14	2.45	2.64	2.26	3.47	3.65	3.29
	Pa	Ps	Pw	Pa	Ps	Pw	Pa	Ps	Pw
A2	0.98	0.92	1.03	0.96	0.87	1.07	0.93	0.75	1.12
A1B	1.01	0.97	1.06	0.99	0.89	1.09	0.89	0.74	1.06
B1	1.00	0.98	1.00	0.95	0.88	1.04	0.95	0.85	1.06

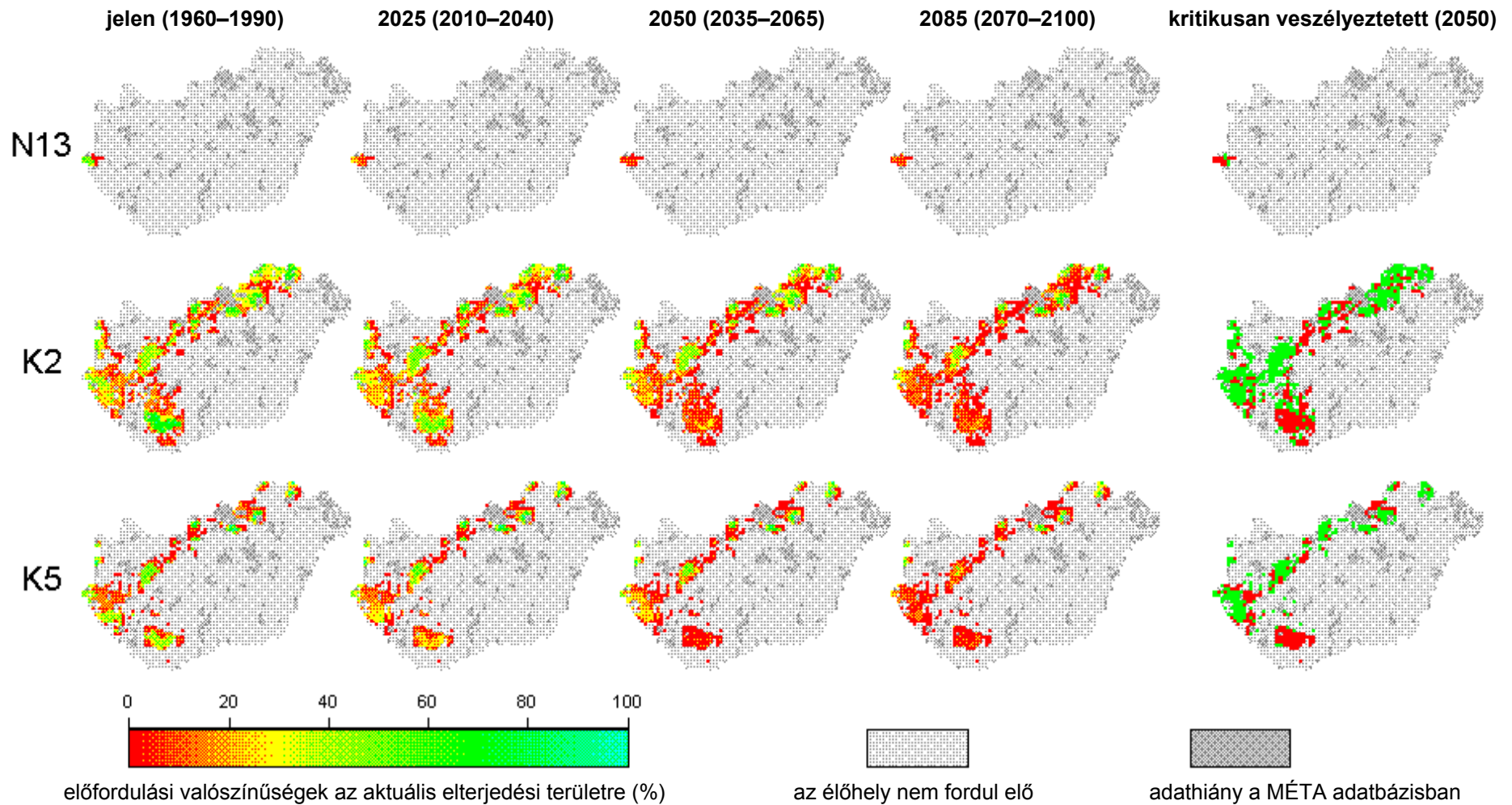
6.1 táblázat - A vizsgált különböző társadalmi gazdasági forgatókönyvek esetén a HadCM3 modell által előre jelzett átlagos éghajlatváltozás a Kárpát-medence térségére (T: hőmérséklet, P: csapadék; a: éves, s: nyári félév, w: téli félév; a hőmérséklet-anomáliák additívan (°C), a csapadékanomáliák multiplikatívan értendők)

	2025			2050			2085		
	Ta	Ts	Tw	Ta	Ts	Tw	Ta	Ts	Tw
HADCM3	1.40	1.62	1.18	2.61	2.94	2.29	5.03	5.78	4.29
CNCM3	1.31	1.55	1.08	2.26	2.40	2.13	4.36	5.06	3.67
CSMK3	1.16	1.16	1.17	1.67	1.83	1.51	3.31	3.38	3.25
GFCM21	0.92	1.09	0.74	1.84	2.09	1.59	3.94	4.37	3.51
	Pa	Ps	Pw	Pa	Ps	Pw	Pa	Ps	Pw
HADCM3	0.98	0.92	1.03	0.96	0.87	1.07	0.93	0.75	1.12
CNCM3	0.96	0.92	1.01	0.94	0.90	0.99	0.82	0.68	0.99
CSMK3	1.05	1.05	1.04	0.98	1.00	0.97	1.01	0.98	1.03
GFCM21	1.01	0.98	1.04	0.95	0.86	1.06	0.82	0.64	1.05

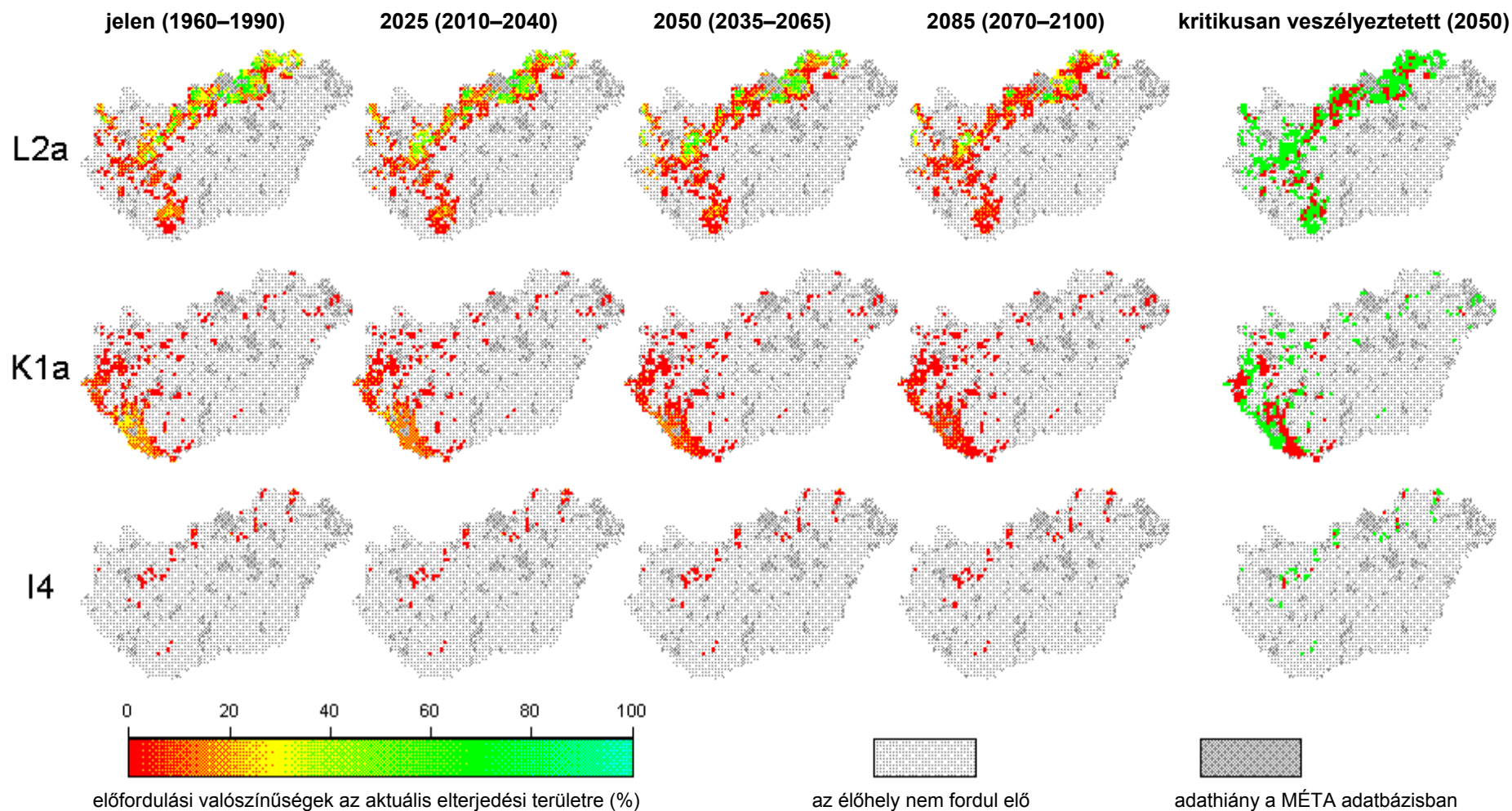
65.2 táblázat - A vizsgált különböző általános légköri modellek által az „A2” emissziós forgatókönyv feltételezése esetén előrejelzett átlagos éghajlatváltozás a Kárpát-medence térségére (T: hőmérséklet, P: csapadék; a: éves, s: nyári félév, w: téli félév; a hőmérséklet-anomáliák additívan (°C), a csapadékanomáliák multiplikatívan értendők)

Mint az a fenti táblázatokból is látható, az éghajlati modellek eredményei meglehetősen nagymértékű változásokat vetítenek előre, különösen a XXI. sz. második felére. A sérülékenységi elemzésünk keretében használt (későbbiekben részletes bemutatásra kerülő) módszerek, különösen az érzékenység, valamint az adaptációs képesség értékelései viszont az élőhelyeknek a jelenlegi környezeti viszonyok közötti jellemzőit mérik. Ez tehát azt jelenti, hogy a továbbiakban kapott eredmények elsősorban kis változások esetén, az éghajlatváltozás kezdeti szakaszára lesznek megbízhatóak, a változások előrehaladtával viszont (a növekvő éghajlati bizonytalanság mellett) egyre nagyobb bizonytalanság terheli az előrejelzéseinket (pl. a várható hatás tekintetében).

A globális folyamatok helyi megnyilvánulásainak értékelésekor nem szabad elfelejteni, hogy az élővilág lényegében csak a saját közvetlen környezetével van kapcsolatban, így elsősorban ennek az állapotában (pl. a talaj víztartalmában, a mikroklímátikus tér hőmérsékletében, páratartalmában) bekövetkezett változásokra reagál érzékenyen. Ezek pedig bármennyire szoros kapcsolatban vannak a makroklima változásaival, a kettő között mindig van valamekkora, az adott lokalitás helyi sajátosságaitól, elsősorban a tájhasználat intenzitásától és módjától függő eltérés, amely ronthatja is a helyzetet, és enyhíthet is azon. Szigorúan véve tehát élő természeti rendszerek esetén a kitettség nem egyenlő a makroklimatikus változásokkal. A különbség csak árnyalatnyi, de nagy jelentőségű, ugyanis korlátozott mértékben lehetőséget teremt a káros hatások mérséklésére, a mitigációra. Az előrejelzések készítéséhez az A1 éghajlati forgatókönyvre és több ismétlésben állítottunk elő projekciókat, hogy az éghajlati rendszer és a társadalmi-gazdasági környezet bizonytalanságairól is számot adhassunk. A számítások eredményeit a következő oldalakon mutatjuk be a 12 legerősebb közvetlen éghajlatfüggést mutató élőhely esetére – ezek az 50%-nál nagyobb modellezhető (elterjedésben tükröződő közvetlen) éghajlatfüggést mutató élőhelyek, az égerligeteket (J5) leszámítva. (A legalább 20%-os, de szignifikáns éghajlatfüggést mutató élőhelyek esetében a modellezett eredmények térbeliségében már nem bízunk, viszont országos átlagban még figyelembe vettük a velük kapható eredményeket.) Az ábrákon az egyes élőhelyek különböző időszakokra jósolt előfordulási valószínűségei láthatók a különböző forgatókönyvekre és ismétlésekre átlagolva. Ezek az általában viszonylag alacsony értékek azt fejezik ki, hogy az adott éghajlati körülmények között mennyi a valószínűsége, hogy egy 35 ha-os területen (MÉTA hatszög, a modellezés területi egysége) rábukkanjunk az adott élőhely előfordulásaira. Ez szinte kizárólag klímazonális élőhelyek esetén képes magas értékeket felvenni, míg a ritkább, specializáltabb élőhelyeknél természetesen ez a szám még optimális körülmények között is alacsonyabb. Éppen ezért az előfordulási valószínűségek abszolút értékei csak korlátozott mértékben alkalmasak élőhelyek közötti összehasonlításra, és az élőhelyek *potenciális veszélyeztetettségét* – a várható hatást – e szám változásai (emelkedése, csökkenése) fényében értékelhetjük. A legveszélyeztetettebb területek egyszerű vizuális kiemelése céljából a mellékelt térképein (minden sorozatból az utolsó térképen) kiemelésre kerültek azok a területek, ahol az éghajlati referenciaidőszakhoz (1960–1990) képest 2050-re legalább 50%-os előfordulási valószínűség csökkenést jósolnak a modelljeink (a különböző forgatókönyvek és ismétlések átlagában).

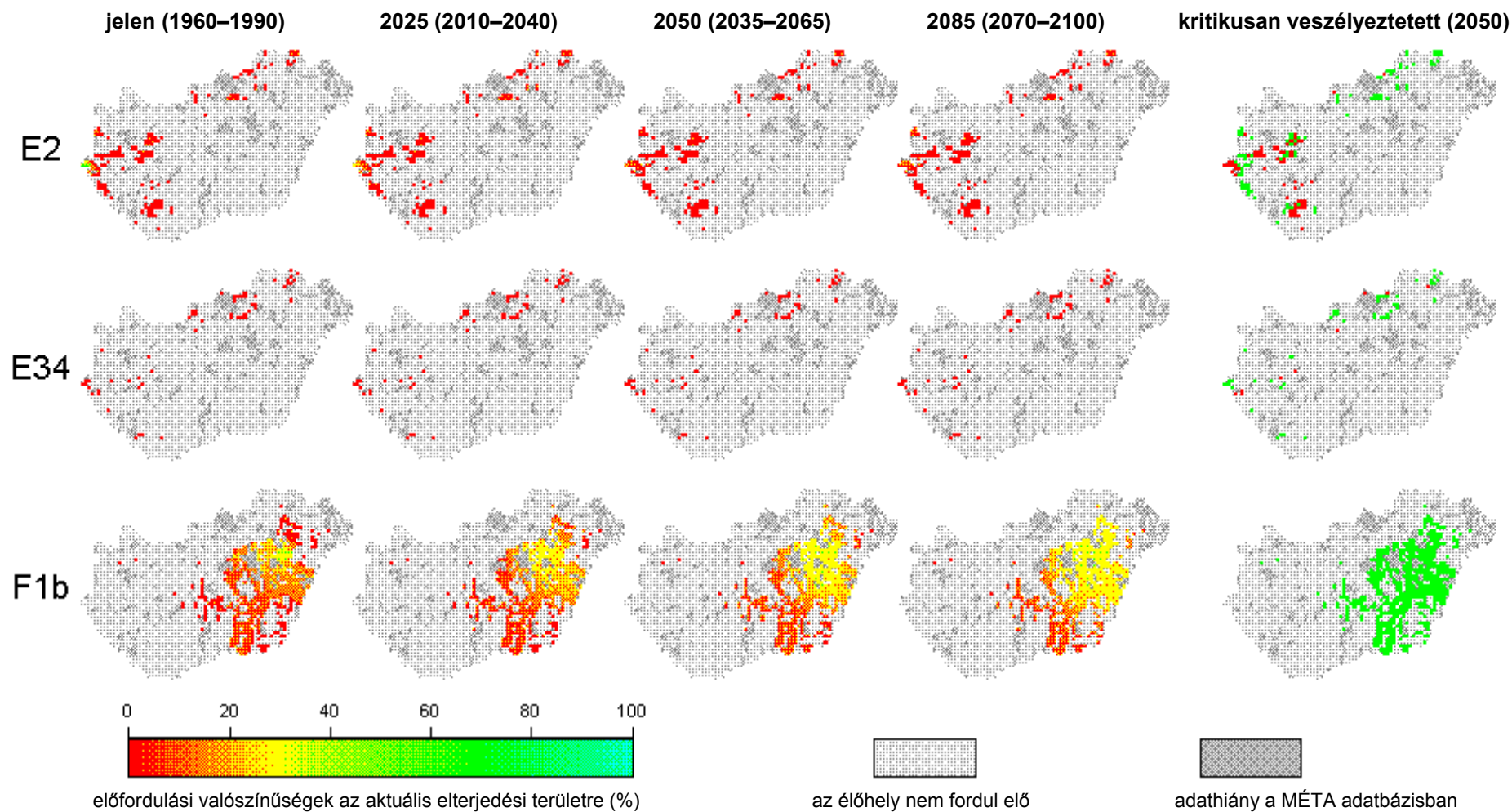


6.1 ábra: Az éghajlatváltozás várható közvetlen hatása a legnagyobb modellezett éghajlat-érzékenységű élőhelyekre. Az első négy ábra-oszlopban az élőhelyek várható előfordulási valószínűségei láthatók, az utolsó oszlop pedig az elterjedési terület legérzékenyebben érintett részeit emeli ki pirossal (2050-re legalább 50%-os elterjedési valószínűség csökkenés). Az ábrázolt élőhelyek: Mészkerülő lombelegyes fenyvesek (N13), Gyertyános-kocsánytalan tölgyesek (K2), Bükkösök (K5). Leginkább veszélyeztetett területek a K2 és a K5 esetében a Dél-Dunántúl és a hegylábi régiók. A mészkerülő fenyvesek teljes hazai elterjedési területükön végveszélybe kerülnek. A két kis zöld pötty a fenyvesek utolsó térképén műtermék..



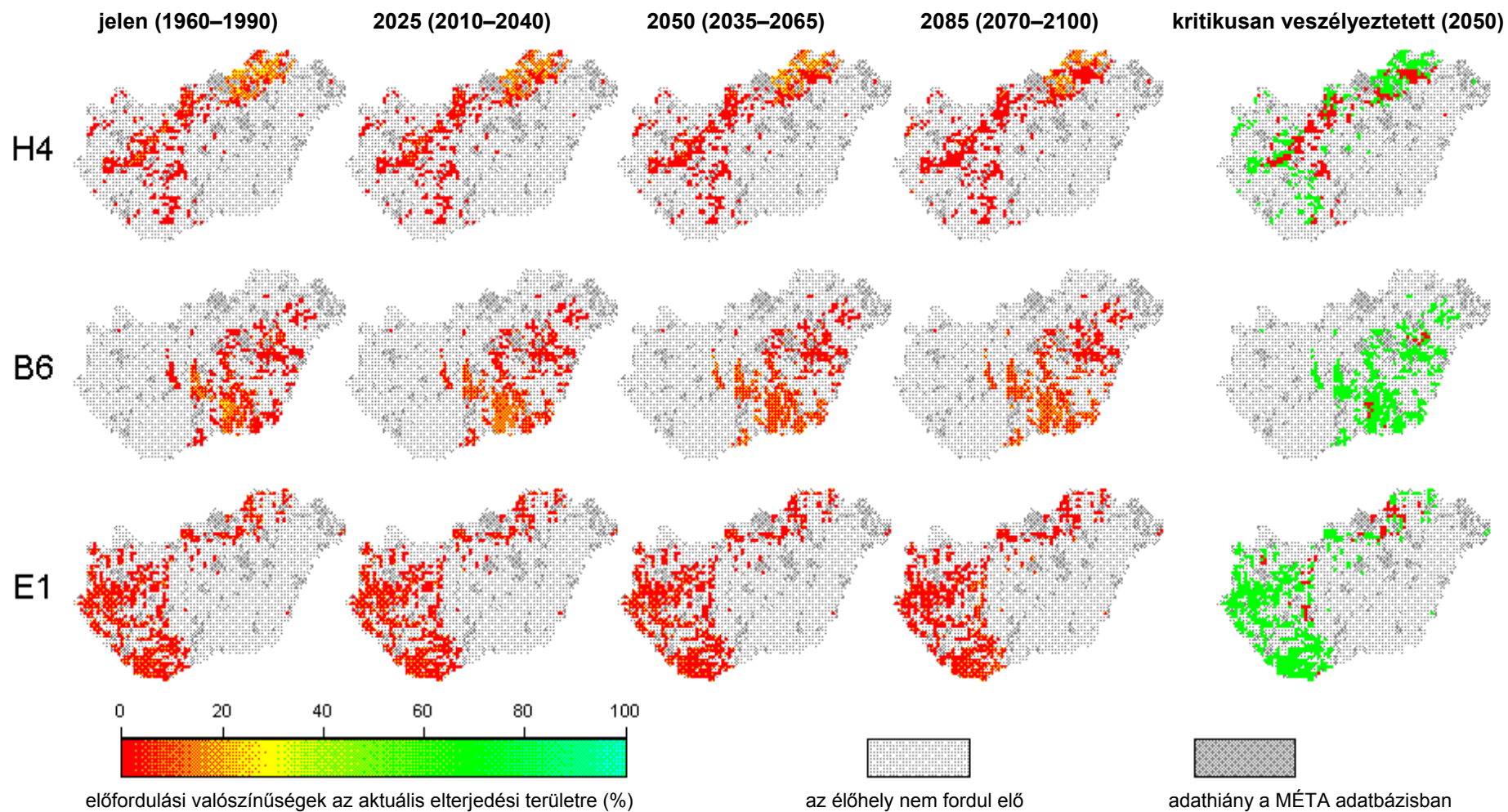
ábra (folytatás): Az ábrázolt élőhelyek: Cseres-kocsánytalan tölgyesek (L2a), Gyertyános-kocsányos tölgyesek (K1a), Árnyéktűrő nyílt sziklanövényzet (I4). Leginkább veszélyeztetett területek a cseres tölgyesek (L2a) esetében az alacsonyabb térszínen található előfordulások. A gyertyános-kocsányos tölgyesek gyakorlatilag teljes elterjedési területükön jelentős visszaszorulásra/állapotromlásra számíthatnak, de itt is a peremhelyzeti előfordulások (Baranyai Dráva-sík, Zselic) vannak a legrosszabb helyzetben. Az I4-es élőhely számára mindenhol a feltételek egyenes, közepes mértékű romlását jóslják a modellek. Az ezen és az előző oldalon látható, a bükk és kocsánytalan tölgy dominálta erdőkre kapott eredmények nagymértékben összhangban vannak Mátyás Csaba és kutatócsoportja (Gálhidy et al. 2006) hasonló kérdéseket erdészeti adatbázisok

segítségével vizsgáló munkájának eredményeivel.



ábra (folytatás): Az ábrázolt élőhelyek: Veres csenkeszes hegyi rétek (E2), Hegy-dombvidéki sovány gyepes és szőfűgyepes (E34), Cickóros puszták (F1b). A hegyi rétek (E2) esetében **leginkább** a dunántúli állományok vannak kitéve komoly veszélynek, míg a sovány gyepes (E34) előfordulásait országsszerte a kezdeti időszakban várhatóan csak kis mértékben veszélyeztetni az éghajlatváltozás. A cickóros puszták számára a várható melegedés és szárazodás elterjedési területének nagy részén előnyös változásokat jelent. A hegyi rétek esetén **műtermékeknek tekinthető** a legtöbb zöld szín az utolsó térképen: a már ma is igen kicsi előfordulási valószínűséggel rendelkező peremhelyzetű

területeken a modell nem tudja pontosan becsülni a valószínűségek csökkenését.



5.1 ábra (folytatás): Az ábrázolt élőhelyek: Felsőszáraz irtásrétek, száraz magaskórósok és erdőssztyeprétek (H4), Zsiókás és sziki kákás szikes mocsarak (B6), Franciaperjés rétek (E1). Az irtásrétek (H4) esetén **leginkább veszélyeztetettek** a középhegység déli oldalán található előfordulások, a kaszálóréteknél (E1) pedig az északi középhegységi állományok vannak leginkább veszélyben, míg a dunántúli elterjedési területükön egyenletesen mérsékelt kockázatnak vannak kitéve. A szikes mocsarak (B6) számára az éghajlati feltételek alig látszanak változni, azonban az élőhely közvetett éghajlatfüggése miatt várhatóan őket is veszélyezteti majd az éghajlatváltozás.