

319. 809

"AGRO-21" Füzetek

35/2004

KLÍMAVÁLTOZÁS – HATÁSOK – VÁLASZOK

A TARTALOMBÓL



Vonat az átvágott hófúvásban

Forrás: Földházi György tanulmánya

Katasztrófa-kezelés
a 2004. júniusi
viharkárok tükrében

Klímaváltozás és
katasztrófavédelem

Viharok előre
jelezhetősége

Vihar, zivatar, jégeső
2004. 06. 09.

Klímaváltozás
és áramellátás

Rendkívüli időjárási
események és a vasút

Csatornázás
és a viharkárok

Éghajlatváltozás
és villamosenergia
igények

Alkalmazkodási
stratégiák
klímaváltozásra

2004. 35. szám

„AGRO-21” FÜZETEK
KLÍMAVÁLTOZÁS – HATÁSOK – VÁLASZOK

“AGRO-21” BROCHURES
CLIMATE CHANGE – IMPACTS – RESPONSES

„AGRO-21“ HEFTE
KLIMAÄNDERUNG – AUSKUNGEN – LÖSUNGEN

«АГРО-21» БРОШЮРЫ
ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА – ВЛИЯНИЯ – ОТВЕТЫ

SZERKESZTI:

CSETE LÁSZLÓ
c. egyetemi tanár

KIADJA:

AZ „AGRO-21” KUTATÁSI PROGRAMIRODA
1061 Budapest, Andrásy út 23.

FELELŐS KIADÓ:

LÁNG ISTVÁN
akadémikus

ISSN 1218-5329

Készült:

AKAPRINT KFT. BUDAPEST – Felelős vezető: Freier László

TARTALOM

TANULMÁNYOK

| | |
|--|----|
| <i>Tatár Attila:</i> A 2004. június hónapban bekövetkezett magyarországi viharok elemzése a katasztrófa-kezelés tükrében | 3 |
| <i>Zellei Gábor:</i> A globális klímaváltozás és a katasztrófavédelem | 10 |
| <i>Horváth Ákos:</i> Viharok dinamikája és előre jelezhetősége a 2004. június 9-i időjárás tükrében | 17 |
| <i>Bonta Imre:</i> A veszélyes időjárási jelenségek előrejelzése az OMSZ gyakorlatában | 26 |
| <i>Szirmay Tamás:</i> Vihar, zivatar, jégeső: 2004. június 9. (szerda) | 33 |
| <i>Földházi György:</i> Az időjárás okozta rendkívüli események a MÁV Rt.-nél | 36 |
| <i>Mussenbrock Konrad:</i> A klímaváltozás hatásai az áramelosztásra | 40 |
| <i>Palkó György:</i> A Fővárosi Csatornázási Művek Részvénytársaság üzemeltetési területén a szélsőséges időjárási események okozta helyzetek kezelése | 42 |
| <i>Gerse Károly:</i> Éghajlatváltozás és villamosenergia-igények | 45 |
| <i>Varga-Haszonits Zoltán:</i> A légköri erőforrások mezőgazdasági jelentősége | 59 |
| <i>Láng István – Harnos Zsolt – Jolánkai Márton:</i> Alkalmazkodási stratégiák klímaváltozás esetére: nemzetközi tapasztalatok – hazai lehetőségek | 70 |
| Summary | 78 |
| Contents | 85 |

A 2004. JÚNIUS HÓNAPBAN BEKÖVETKEZETT MAGYARORSZÁGI VIHARKÁROK ELEMZÉSE A KATASZTRÓFA-KEZELÉS TÜKRÉBEN

TATÁR ATTILA

ÖSSZEFOGLALÁS

A júniusi események értékelése alapján megállapítható, hogy a megelőzéshez szükséges információs rendszer jól vizsgázott. A BM OKF a kapott időjárási előrejelzési adatokat az elemzést követően haladéktalanul eljuttatta az érintett területek és személyek felé.

A viharok által érintett igazgatóságok időben felkészültek a megnövekedett teendők előkészítésére, és megerősített létszámmal, valamint technikai eszközökkel – a fontossági sorrend betartásával – végrehajtották feladataikat.

Folyamatos volt az együttműködés és az információáramlás a média felé.

A kárt szenvedett településeken a BM OKF szakemberei segítséget nyújtottak az elsődleges kárfelmérésekben, tanácsaikkal előmozdították az önkormányzatok, biztosítók tevékenységét.

A tűzoltóságok technikai eszközökkel június hónapban – egy átlagos hónaphoz képest – két és félszer több esetben vonultak ki, átlagon felüli teljesítményt nyújtva. A helyreállításokban több magánlakás alagsorából, pincéjéből szivattyúzták ki a vizet, hátrították el a csatornarendszer dugulását, s segítséget nyújtottak a tetőkárok felszámolásában is.

A júniusi események bebizonyították, hogy a BM OKF és területi szervei képesek kezelni a veszélyhelyzeteket, együttműködve a minisztériumokkal és más országos hatáskörű szervekkel, rendelkeznek azon személyi és technikai feltételekkel, amelyek feltétlenül szükségesek az ilyen típusú viharok megelőzésére, felszámolására.

Az anyagi és személyi károk további csökkentése érdekében azonban elengedhetetlen:

- a megelőzés további feltételeinek javítása;
- a szorosabb együttműködés az illetékes szervek között;
- a megfelelő monitoring rendszerek használata;
- a lakosság felkészítése és tájékoztatása;
- a konfliktushelyzetek hatékonyabb kezelése;
- a károk csökkentése.

Mindezek együttes megvalósulása esetén nagyobb hatékonysággal lehet az ilyen típusú katasztrófa-helyzeteket kezelni.

1. BOLYGÓNK IDŐJÁRÁSÁRÓL

A globális felmelegedéssel és az extrém időjárással kapcsolatban a Meteorológiai Világszervezet (WMO) riasztó bejelentést tett: bolygónk időjárása egyre zavarosabbá

válík. Extrém éghajlati rekordok dőltek meg az elmúlt hetekben, amelyek mind a klímaváltozáshoz kapcsolhatók. A globális éghajlatváltozást vizsgáló nemzetközi és regionális kutatások azt mutatják, hogy jelentős átalakulások várhatók a jövőben, így manap-

ság egyre fenyegetőbb valós probléma az éghajlatváltozás.

Az üvegházhatású gázok légköri koncentrációjának növekedése felmelegedéshez vezet, mert e gázok jelenléte akadályozza a Föld felszíne felől eredő hősugarak egy részének eltávozását a világűr felé. A legfrissebb feldolgozások azt a tényt igazolják, hogy Magyarországon is érezhető a globális felmelegedés hatása. Időben kell gondolkodni azon, hogy milyen intézkedések szükségesek a lehetséges változásokból származó bajok elhárításához, csökkentéséhez. Az ebből fakadó katasztrófavédelmi feladatok lehetnek például:

- A lakosságvédelem feladatai között a megromlódott lakóépületek ideiglenes helyreállítása.
- A gyorsfolyású hegyi patakok kiöntése elleni védekezés.
- Az iszapolódás, vízelvezetés problémáinak kezelése.
- A polgármesterek felkészítése ilyen feladatokra (más, az időjárással kapcsolatos feladatokra is).
- A katasztrófa-kezelésben résztvevő szervezetek, technikai eszközök kijelölése.
- A lakosság megelőző tájékoztatása.
- A katasztrófavédelmi ismeretek oktatása stb.

A felkészüléshez nem szükséges a klímaváltozás hatásainak pontos ismerete. Első lépésben elegendő annak vizsgálata, hogy a változások milyen határok közé eshetnek.

2. A KÁRPÁT-MEDENCE ÉGHAJLATA

A Kárpát-medence éghajlati tulajdonságai közé tartozik, hogy időjárása általában nagyon szeszélyesen alakul. Léteznek hosszabb-rövidebb ideig tartó éghajlati ingadozások, hidegebb vagy melegebb, szárazabb vagy csapadékosabb időszakok, amelyek hossza igen változó, de az adatok azt mutat-

ják, hogy a magasabb hőmérsékletek és alacsonyabb csapadékösszegek felé mutató trend vitathatatlan.

Éves viszonylatban a hőmérséklet-emelkedés szignifikánsan kimutatható. Az utóbbi 20 évben az éves középhőmérséklet-el térés (*hőmérsékleti anomália*) inkább a pozitív tartományban helyezkedett el és egyre kevesebb olyan esztendő volt, amikor az évi középhőmérséklet a sokévi átlag alatt maradt.

A nyári hónapokban a hőmérséklet-növekedés még erősebbnek látszik. A tavaszi és az őszi évszakok változékonysága miatt a nyárihoz képest a növekedési trend valamivel alacsonyabb, sőt egy-egy hónapban (*pl. októberben, illetve márciusban*) – ha külön vizsgáljuk a hónapokat – hőmérséklet-növekedés nem, vagy alig mutatható ki.

A téli hónapokat tekintve (*három téli hónap átlagára – decemberre, januárra, februárra*) a hőmérséklet-növekedés gyengén emelkedő trendet eredményez. Az emelkedés jóval kisebb, mint a nyári hónapokban, sőt az éves emelkedésnél is alacsonyabb.

Az 1981–2003 közötti időszakban, éves viszonylatban jelentősen csökkent a csapadék és ezzel együtt növekedett az aszályhajlam is. A csapadékmennyiség csökkenő trendje mellett a csapadék-rendkívüliségek növekedése is megfigyelhető.

3. A 2004. ÉVI FELHŐSZAKADÁSOK ÉS KÖVETKEZMÉNYEIK

Hazánkban a legszembetűnőbben 2004. júniusában jelentkeztek a fenti hatások egyes jelei. Leginkább emlékeztetek a június 9–13 közötti napok, amikor a hirtelen frontváltás következtében óriási viharok sorozata ostromolta az országot. Május 28-tól kezdve több esetben is hatalmas károkat előidéző felhőszakadások vonultak végig hazánk területén:

- Baranya megyében 13 településen okoztak különböző mértékű károkat.

- Fejér megyében, Bakonycsernyén helyi mérések szerint 60 mm-es csapadék hullott 45 perc alatt, melynek következtében 90 épületet érintett a vízlevonulás és mintegy 400 m³ iszaplerakódást okozott.
- Magyaralmáson a vízhálózat mintegy 4 km-es szakasza 80–100%-ban feliszapolódott.
- Budapesten a víz pincéket öntött el, Kőbánya felett pedig tornádótölcsér vonult végig.

Június 9-én az esti órákra az ország északi területein és a fővárosban rendkívül erős szellőkészekkel kísért zivatar alakult ki. A nagy erejű vihar erőteljes szellőkészei több helyen fákat döntöttek ki, akadályozva ezzel a biztonságos közlekedést, károkat okozva épületekben, gépjárművekben. Villamosvezetékek szakadtak le, amelyek hosszabb-rövidebb ideig áramkimaradást okoztak. A MÁV Budapesti Igazgatóságának területén akadozott a tömegközlekedés, mert fák dőltek a vasúti sínekre és megrongálódott a vasúti felsővezeték rendszer is.

A viharok által okozott károk felszámolása során a tűzoltók *június 9–10-re* virradó éjszaka és június 10-én nappal – a teljes bevezethető létszámukkal – folyamatosan dolgoztak az érintett településeken. Kidőlt fákat, letört ágakat távolítottak el az utakról, épületekről, leszakadt vagy leszakadásveszélyeztetett elektromos felsővezetékekről.

A tűzoltók munkáját a Közútkezelő Kht-k és a Fővárosi Közterületfenntartó Rt. járművei, dolgozói, valamint az állampolgárok is segítették. Június 9–10-én éjszaka és a 10-i nap folyamán több száz fát vágtak ki.

Miskolcon a kora esti órákban tojás nagyságú jég hullott, amelyre Magyarországon az utóbbi évtizedekben nem volt példa. Több mint 500 épület tetőszerkezetét rongálta meg és szükségessé tette a Megyei Védelmi Bizottság összehívását, valamint a polgári védelmi szervezetek alkalmazási készenlétbe helyezését is.

A viharkárok a kezdeti időszakban mindössze 5 (*Borsod-Abaúj-Zemplén, Pest, Fejér, Komárom-Esztergom, Bács-Kiskun*) megyére és a fővárosra terjedtek ki.

Június 10–11-én a fővárosban a június 9-i vihar által okozott károk felszámolását végezték a tűzoltóság egységei. Ennek során 176 helyszínen szüntették meg a veszélyhelyzetet.

A lakossági bejelentések száma 10-én reggelre jelentősen megemelkedett. A rendkívül leterhelt hírközpont által vett jelzések alapján *június 10-én estig összesen 369 kárhelyszínrre vonultak* a fővárosi tűzoltók. Ebből csak 10-én 285 bejelentett kárelhárítási feladatot hajtottak végre.

A június 11-re áthúzódo tömeges címlista még mindig 517 beavatkozási előjegyzést tartalmazott. A Fővárosi Tűzoltóság hírközpontjának *június 12-én* reggel még 370 bejelentése volt, melyekből *13-án* 18.00 óra mindösszesen 47 maradt.

Békés megyében két alkalommal vonult át vihar. Fákat döntött ki a Magyardombegyház és Kisdombegyház közötti úton. E két település több lakóépületénél károsodott a tetőszerkezet. A vihar elsősorban a mezőgazdasági kultúrákban okozott károkat. A kárt szenvedett területet június 12-én ismét, méreteiben kisebb, de hatását tekintve jelentős jégverés érte, mivel az ideiglenesen helyreállított (fóliázott) épületek ismételten károsodtak.

4. A FELHŐSZAKADÁSOK KÖVETKEZMÉNYEINEK ELHÁRÍTÁSÁRA TETT INTÉZKEDÉSEK

A június elejei napok viharkáiról beérkezett jelentések alapján megállapítható, hogy 6 megyében történtek olyan események, amelyek magántulajdonban, vagy önkormányzati tulajdonban okoztak károkat.

A vihar Budapesten *emberáldozatot is követelt*. A XXIII. kerületben az erős szél

feltornyozott konténereket döntött le, maga alá temetve egy személyt, aki azonnal életét vesztette.

A június 11-én tapasztalt, helyenként viharos szélllel és jégesővel járó zivatarok újabb megyéket érintettek, így Hajdú-Bihar, Békés és Vas megyét. A debreceni felhőszakadásra jellemző, hogy a városi tűzoltóságra 51 bejelentés érkezett 1 óra alatt. 30 esetben vízszivatót kellett végezni, 19 esetben kidőlt fát kellett eltávolítani és 2 épület tetőszerkezeténél kellett a vihar okozta veszélyt felszámolni. Az egyik szőnyegáruház fénytetőszerkezetét leszakította a szél, mintegy 20 millió Ft-os kárt okozva.

Vas megyében Csákánydoroszló, Kemenestáródfa, Szőce és Vasalja községben okozott károkat a viharos szél.

2004. június 11–12–13-án 1279 esetben vonultak a tűzoltóságok és a katasztrófavédelem erői műszaki mentések céljából.

A felhőszakadások által okozott károk felmérésére és a kárérték becslésére a BM OKF felhívására a megyei katasztrófavédelmi igazgatóságok megtették a szükséges intézkedéseket. Június 12-ig a megyék által jelentett kárértékek az önkormányzati tulajdonban 279 millió Ft, a magántulajdonban lévő ingatlanokban 1 milliárd 93 millió Ft-ot tettek ki. A 2004. évi viharok által okozott károk becsült értékét az 1. táblázat tartalmazza.

Június 12-ét követően a becsült károk összértéke megközelítette az 1,5 milliárd Ft-ot. Az ingatlanok mintegy fele nem rendelkezett biztosítással. A biztosítók eleinte mintegy 1,2 milliárd Ft-t kárértékről tettek említést, amely később meghaladta a 2 milliárd Ft-ot.

A felhőszakadások által okozott károk tételes felmérését az önkormányzatok és a biztosítók szakemberei megkezdték. A károk pontos értéke csak a felmérés befejeztével állapítható meg.

A megyei katasztrófavédelmi igazgatóságok és a Fővárosi Tűzoltó-parancsnokság – együttműködve a kárelhárításban érintett szervekkel – képesek voltak kezelni a kiala-

kult helyzetet és nem volt szükség az országos szervek bevonására.

A viharok eseményei rávilágítottak arra, hogy a katasztrófavédelem rendszere jól működik és érzékelhető a védelmi bizottságok, az önkormányzatok felelőssége, a katasztrófavédelmi, polgári védelmi, a tűzoltó és gazdálkodó szervezetek tenni akarása, valamint az is, hogy az állampolgárok is dolgoznak saját biztonságuk érdekében. Példa erre, hogy a Fővárosi Tűzoltóság több esetben is kivonult a bejelentett kárhelyszínre, ahol a kárt a helyi lakosok önerőből képesek voltak felszámolni. Igaz ez a megállapítás a vidéki településekre is, ahol a helyi lakosság önként vett részt a vízelvezető árkok, átvezetők megtisztításában.

5. AZ EGYÜTTMŰKÖDÉS

Az Országos Meteorológiai Szolgálatól kapott folyamatos tájékoztatást figyelembe véve a katasztrófavédelemben érintett szervek és szervezetek felkészültek a várható újabb viharok hatásainak csökkentésére, illetve a következmények felszámolására.

A BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság felhívástervezetet készített a lakosság számára, amelyben az alábbi szakmai szempontokat jelölte meg:

- a várható rendkívüli időjárási körülményekre való felkészülést;
- az élet és az anyagi javak védelmével kapcsolatos teendőket;
- a feszültség alatt lévő elektromos vezetékek vihar okozta szakadásai alkalmával az áramkimaradásokra, közlekedési nehézségekre, illetve az érintésvédelmi szabályok betartására való felkészülést;
- a legeltető állattartást folytatók a vihar közeledtét figyelve tereljék biztonságos helyre jószágaikat, valamint gondoskodjanak a háziállatok elzárásáról;
- saját lehetőségeik szerint tegyenek meg mindent az esetleg újból megis-

1. táblázat

2004. ÉVI VIHAROK ÁLTAL OKOZOTT KÁROK BECSÜLT ÉRTÉKE
(2004. 05. 28-tól–2004. 06. 12-ig)

| Fsz | Megye, főváros | Károsodott épület | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------------------------|-------------------------|---------|---------|-----------------|------|---------|----------------|---------|---------|-------------|-------|-----------|-----------------|-------|---------|----------|------|-------|
| | | önkormányzati tulajdonú | | | | | | magántulajdonú | | | | | | üdülő épület | | | | | |
| | | biztosított | | | nem biztosított | | | összesen | | | biztosított | | | nem biztosított | | | összesen | | |
| | | db | E Ft | E Ft/db | db | E Ft | E Ft/db | db | E Ft | E Ft/db | db | E Ft | E Ft/db | db | E Ft | E Ft/db | db | E Ft | |
| 1 | Budapest | 33 | 34,778 | 26 | 8,500 | 59 | 43,278 | 2 | 700 | 12 | 4,500 | 14 | 5,200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2 | Baranya | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3 | Bács-Kiskun | 0 | 0 | 11 | 4,641 | 11 | 4,641 | 100 | 32,000 | 10 | 3,200 | 110 | 35,200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 4 | Békés | 3 | 15,690 | 0 | 0 | 3 | 15,690 | 1 | 1,000 | 3 | 3,100 | 4 | 4,100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 5 | Borsod-Abaúj-Zemplén | 66 | 54,260 | 23 | 43,171 | 89 | 97,431 | 1,119 | 614,919 | 725 | 354,742 | 1,844 | 969,661 | 7 | 2,720 | 16 | 4,250 | 23 | 6,970 |
| 6 | Csongrád | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | Fejér | 0 | 0 | 1 | 400 | 1 | 400 | 0 | 0 | 6 | 2,000 | 6 | 2,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | Győr-Moson-Sopron | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | Háidú-Bihar | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | Heves | 4 | 4,496 | 1 | 1,100 | 5 | 5,596 | 0 | 0 | 11 | 8,730 | 11 | 8,730 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | Jász-Nagykun-Szolnok | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | Komárom-Esztergom | 18 | 19,907 | 11 | 12,201 | 29 | 32,108 | 26 | 2,668 | 53 | 5,417 | 79 | 8,085 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | Nógrád | 13 | 1,284 | 19 | 1,847 | 32 | 3,131 | 284 | 20,141 | 238 | 17,157 | 522 | 37,298 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | Pest | 4 | 2,860 | 0 | 0 | 4 | 2,860 | 7 | 835 | 12 | 1,745 | 19 | 2,580 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | Somogy | 0 | 0 | 7 | 63,000 | 7 | 63,000 | 32 | 16,000 | 0 | 0 | 32 | 16,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | Szabolcs-Szatmár-Bereg | 1 | 2,503 | 0 | 0 | 1 | 2,503 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | Tolna | 0 | 0 | 6 | 8,367 | 6 | 8,367 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | Vas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | Veszprém | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1,600 | 2 | 1,400 | 4 | 3,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | Zala | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 400 | 1 | 1,000 | 3 | 1,400 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Összesen | 142 | 135,778 | 105 | 143,227 | 247 | 279,005 | 1,575 | 690,263 | 1,074 | 402,991 | 2,649 | 1,093,254 | 7 | 2,720 | 16 | 4,250 | 23 | 6,970 |

méltódnó tornádó vagy viharkárok megelőzésére, a csapadékvíz elvezetésére, valamint az árokrendszerek, áttereszek karbantartására, tisztítására.

A figyelemfelhívás nem különleges a BM OKF részéről, hiszen az már rendszeresnek tekinthető, például: a téli időjárás; az árvízbelvíz; az aszály és erdő (avar) tüzek megelőzése, valamint a karácsonyfa-tüzek stb. esetében.

A BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság és a megyei igazgatóságok megerősített ügyeleti szolgálattal készültek fel az esetleges káresemények kezelésére. A tűzoltóságok, együttműködve a közterület fenntartó, a közüzemkezelő közhasznú társaságokkal, a szolgáltatást végző vállalatokkal képesek megoldani a műszaki mentés-kárelhárítás feladatait.

A BM OKF és területi szervei felkészültek a lakosság alapellátásában keletkező zavarok esetén az ellátás megszervezésében való közreműködésre, valamint részt vettek az állami, önkormányzati és magántulajdonú épületek viharkárainak felmérésében, a zivatarok okozta sérülések elsődleges helyreállításában.

6. A MEGELŐZÉS KÉRDÉSEI

A BM OKF és területi szervei napi tevékenységükben folyamatos elemző tevékenységet végeznek és figyelemmel kísérik az esetlegesen kialakult veszélyhelyzeteket. A normális állapottól eltérő helyzetekben azonnali intézkedések kerülnek kiadásra, amelyek felölelik az adott helyzetben szükséges tevékenységek teljes skáláját

- a lakosság tájékoztatását;
- a társszervekkel, az országos és civil szervezetekkel történő együttműködést, kapcsolattartást;
- a technikai eszközök készenlétebe helyezését, mozgósítását;

- az informatikai és kommunikációs eszközök biztosítását;
- az irányításban, végrehajtásban résztvevő személyek értesítését, készenlétebe helyezését stb.

Az országon átvonult viharok okozta károk nagysága és tendenciája rámutatott arra, hogy az egyes települések nincsenek maradéktalanul felkészülve a megelőzés és a védekezés teljes rendszerére. Fontos, hogy a települések a megelőzés érdekében tegyenek meg mindent, hogy az esetlegesen bekövetkező hasonló nagyságrendű viharkárok kevesebb anyagi veszteséggel járjanak.

Mindezek érdekében szükséges, hogy az alábbi területi szabályozásokat vizsgálják felül:

- a település-szerkezetek kialakítása és vizsgálata a geológiai viszonyok figyelembevételével;
- a felszíni vízvezető hálózat kiépítése, a meglévők tisztítása;
- a vízvezető műtárgyak építése, karbantartása;
- a szennyvízvezető hálózatok folyamatos karbantartása, szükség szerinti átalakítása;
- a mezőgazdasági kultúrák célirányos megválasztása;
- a földművelés geológiai viszonyokhoz való igazítása;
- az erdőgazdálkodási tevékenységek szabályozása (erdőrészek kivágása, telepítése);
- a településeket körülvevő külterületi részekben csapadékvíz, belvíz elvezetésének megoldása, figyelemmel a hirtelen érkező nagyobb vízmennyiségre is.

Kiemelt jelentőségű az Országos Meteorológiai Szolgálattal, Országos Mentő Szolgálattal, a vízügyi szakemberekkel, a közüzemkezelőkkel, valamint az egyéb monitoring rendszerben résztvevő civil szervezetekkel való együttműködés is annak érdekében,

hogy a megfelelő időben kapott előrejelzés alapján időben fel lehessen készülni a jelentős anyagi károk bekövetkezésének megelőzésére.

A hatékony feladat végrehajtás érdekében a *hír- és információs hálózat* működtetéséhez szükséges részfeladatok teljesítése sem hagyható figyelmen kívül, úgy mint:

- a monitoring rendszerből érkezett online adatok továbbítása és elemzése,

- az érintett megye, kirendeltség útján érkezett adatok azonnali közlése.

A megelőzés és a károk felszámolása érdekében lényeges a végrehajtásban résztvevő személyek időben történő értesítése, illetve a helyszínen együttműködőkkel való folyamatos kapcsolattartás.

A döntéshozó eljárók részére elvárás a pontos adatok azonnali közlése és a hozott döntések, intézkedések eljuttatása a végrehajtásban résztvevők felé.

A GLOBÁLIS KLÍMAVÁLTOZÁS ÉS A KATASZTRÓFAVÉDELEM

ZELLEI GÁBOR

ÖSSZEFOGLALÁS

Az extrém időjárási körülmények rövidebb és hosszabb távon egyaránt a katasztrófavédelem számára a veszélyhelyzeti szintet el nem érő, de súlyos helyzetek számának jelentős emelkedését, a készenléti állomány vonulásainak, leterheltségének növekedését, továbbá az eddig nem, vagy csak ritkán előforduló épület, berendezés károk, sérülések keletkezését, ezek elsődleges elhárítását jelenti mindenk előtt.

Megnő a katasztrófa helyzetek kialakulásának kockázata. Ezek egy részére (pl. kánikulára) lehetséges a felkészülés, az előzetes tervezés. Gondként jelentkezik az emberek fokozottabb pszichikai reakciója, ami általában olyan hirtelen bekövetkező események eredménye, amelyek eddig – legalábbis katasztrófális méretekben – nem veszélyeztették a lakosságot. Számolni szükséges az események komplex és láncreakációszerű hatásaival is.

Következésképpen a katasztrófavédelem kereteiben elengedhetetlen a tevékenységi kör egész spektrumának folyamatos elemzése a felkészülés, a tervezés rövidebb távú és stratégiai jellegű feladatainak meghatározása érdekében.

1. BEVEZETÉS

Becslések szerint az időjárási és a természeti katasztrófák évente közel 250 000 emberéletet követelnek, az okozott károkat pedig 50 és 100 milliárd dollár közöttire teszik. Nyilvántartások szerint az olyan katasztrófák, mint az aszály, árvizek, nagy szélviharok száma növekszik. Az árvizek érintik a legtöbb embert, míg az éhínség miatt következik be a legtöbb haláleset. Az 1990 és 2000 közötti periódusban Ázsia volt a katasztrófák által leginkább érintett kontinens. Az összes eset 43%-a, az elhunytak 80%-a terhelte ezt a kontinenst. A hatások csökkentése érdekében fontos az ezeket okozó időjárási és klimatikus veszélyek feltérképezése és az érintett területek meghatározása.

A 2002. évi Meteorológiai Világnap témájául a katasztrófák hatásainak csökkentésére vonatkozó tevékenységet jelölték meg.

A témaválasztás azért is időszerű volt, mert a valamennyi skálán előforduló időjárással kapcsolatos extrém jelenségek száma növekszik, ami az emberiség sebezhetőségét növeli.

Ebben a cikkben a teljes körű elemzésre természetesen nem lehet vállalkozni, hanem csupán néhány téma kiemelésére vállalkozhat a szerző, főleg hazai vonatkozásokat előtérbe állítva.

2. MI VÁRHATÓ A TUDOMÁNYOS KUTATÁSOK ALAPJÁN?

Nováky Béla egyetemi docens (2) összegző elemzése alapján számos tudományos kétség felmerül ugyan, de igen valószínű a föld átlaghőmérsékletének 1990-hez viszonyított hozzávetőleg 2 °C-os emelkedése 2100-ra. A folyó kutatások számos tudományterületet érintenek: meteorológia, föld-

rajz, vízrajz, hidrológia, oceanográfia stb. Az eddigi eredmények nem egyértelműek, részint az előrejelzés természetes szórásából, másrészt az eltérő módszerekből, mérészközökből adódóan. Ez természetes, hiszen az egyik legjobban mérhető fizikai hatás, a radioaktív sugárzás esetében sem sikerült elérni napjainkra egy nemzetközileg teljesen egységes és hiteles mérési rendszert.

Figyelembe kell venni a nem „tisztán” tudományos érdekeket is, azt a tényt, hogy ma már kutatni csak jelentős anyagi támogatással lehet, a megrendelőt pedig elsősorban nem a tudományos érdeklődés és az emberiség hosszú távú érdekei vezérlik. Különösen fontos ez a tény esetünkben is, amikor a kutatások eredményei elsősorban az energiaszektort érintik.

Fentiek miatt fokozott a védelmi szektor felelőssége, mert – a tapasztalatok alapján – fel kell hívni a döntéshozók, a társadalom figyelmét a helyzet súlyosságára. *Számos modell alapján lehet elemezni a tengerszint emelkedést és az üvegházhatást, de egy dolog biztos: egyre több áldozatot követelnek az időjárási anomáliák okozta különböző veszélyhelyzetek.* Ennek hatására érezkelhető, hogy az említett tudományterületek, valamint a katasztrófavédelem, a környezetvédelem művelői között erősödik az együttműködés, és körvonalazódik egy integrált, környezetbiztonságnak nevezhető tudomány.

3. FONTOSABB KAPCSOLÓDÁSI TERÜLETEK ELEMZÉSE

A veszélyeztető hatások

Hirtelen víz és sárelöntések. Amit a leginkább tapasztal a lakosság az éghajlatváltozás kapcsán, az a hirtelen felhőszakadás – és egyéb közvetett tényezők – hatására fellépő víz és sár elöntések, vízbetörések, épületek károk.

Egy polgári védelmi szakmai látogatás során 1992-ben a szlovák kollégáknál meg-

állapítottuk, hogy „ilyen” jól felszerelt és állandó készenlétben tartott műszaki mentő alegegységekre nálunk nincsen szükség, mert ilyen esetek (pl. patakok, folyók hirtelen áradása) csak hegyvidéken történhetnek. Két évvel ez után Pécel községben a felhőszakadás és a vízelvezető csatorna karbantartásának hiánya kis híján katasztrófát okozott. A kiáradt, a dombos terepen lezúduló víz járműveket görgetett maga előtt, sok állat elpusztult, számos lakásban vastag iszapréteg rakódott le. Amennyiben ez éjszaka történik, valószínű, hogy halálos áldozatok is lettek volna.

A szél általában csak a tetőt rongálja meg, de a vízelöntések miatt a földszintes házak – ha ideiglenesen is – lakhatatlanná válhatnak, számos berendezés megrongálódhat. A lakosság elhelyezését, ellátását meg kell oldani, az önkormányzat, a katasztrófavédelem összehangolt munkájára van szükség. Ami a beavatkozóknak rutin feladat, az az áldozatoknak trauma, tehát gondoskodni kell a pszichológiai segítségnyújtásról is, esetleg az ideiglenes elhelyezés egész időtartama alatt.

Ami közös az időjárás okozta „küszöb alatti”, veszélyhelyzetet még el nem érő eseményeknél az az, hogy szinte minden napossá válnak ezek az eddig ritkán előforduló események, ennek pedig – elsősorban a tűzoltóságnál – a leterheltségben, a szolgálat ellátásban lényeges vonzatai lehetnek.

Extrém alacsony vagy magas hőmérsékletek. A tartós kánikula rendkívüli módon megviseli az embereket, tömegrendezvényeken veszélyes helyzetek alakulhatnak ki, úgyszintén a nagy forgalmú utakon. Ilyenkor a hatások összegződnek, a fáradság miatt több a baleset, forgalmi dugók keletkeznek, az emberek ellátásáról a katasztrófavédelemnek kell gondoskodni. Fontos az együttműködés a mentőszolgálattal és a rendőrséggel.

A kánikula nem hirtelen támad, mint pl. a szélvihar, fel lehet készülni az esetleges beavatkozásra, elemezve az egyéb tényező-

ket: várható forgalmi helyzet, ünnepek, rendezvények stb.

A tartós hó vagy fagy hatására sérülhetnek a közművek, a közlekedési hálózat elemei (kritikus infrastruktúra), fokozva a balesetek kockázatát. A veszélyes anyagok szállítása engedélyezésénél, biztosításánál ezeket a szempontokat is figyelembe indokolt venni.

Minden veszélyes anyaggal, technológiával történő tevékenység esetén fokozott kockázatot jelent az extrém külső hőmérséklet, mert növelheti a kiszolgáló, a biztonsági berendezések meghibásodásának lehetőségét, a kezelőszemélyzet figyelme, fizikai, pszichikai terhelhetősége csökken. Ilyen esetekben természetesen a balesetnél beavatkozó szervezetek állománya is kevésbé terhelhető, csökken a védőeszközökben való tevékenység időtartama, nő a hibás döntések, a balesetek valószínűsége.

Az aszály. A természetes vízelőhelyek, kutak kapacitásának csökkenése egyben az oltó víz hiányát is jelentheti, mely együtt jár a természetes környezet gyúlékonyságának növekedésével. Olyan technológiáknál, ahol természetes vízforrásból nyerik a hűtővizet, a vízszint csökkenés leállást, kapacitás kiesést okozhat. Hazánkban ez leginkább a paksi atomerőművet érintheti.

A villámlás. A zivatarok számának növekedése egyben növeli a villám által okozott károk kialakulásának kockázatát, mely különösen a veszélyes üzemek, szállítmányok esetében súlyos közvetett hatásokkal is járhat.

A szélviharok. A hirtelen fellépő erős, tájfun-szerű szélviharok gyakorivá válnak, eddig csak ritkán előforduló károkat okozva. A tűzoltóság műszaki mentési feladatai lényegesen megnövekednek, az életveszély elhárítása, (pl. tetők sérülése esetén) az ideiglenes helyreállítás olyan szakértelmet követel, amelyre eddig csak esetenként volt szükség. Kiterjedt kárterület esetén az épületek, a közművek, utak helyreállításában való részvétel kapacitásbeli problémákat okozhat. Különösen így lehet ez akkor, ha a szélvihar felhőszakadással jár együtt és a

vízszivattyúzás, emberek mentése is a tűzoltókra hárul.

Az erős szellőkések olyan károkat okozhatnak antenna tornyokban, ipari berendezésekben, különleges technológiával készült épületekben, amire esetleg a tűzoltóság még nincs is felkészülve, ezért van itt is fokozott jelentősége a mindenkor igénybe vehető szakértőknek.

Fel kell készülni arra is, hogy a viharok elhárítása, a mentés érdekében polgári védelmi erőket kell igénybe venni abban az esetben, ha az elsődleges beavatkozók lehetőségeit meghaladja a feladat.

A tűzveszély fokozódása. A természetes környezetben a tűzveszélyes anyagok, területek nagyobb valószínűséggel gyulladnak meg, amennyiben a hőmérséklet megemelkedik. Növeli a kockázatot az aszály, a szélvihar, a természetes vízforrások kiszáradása.

A migráció. A tengervízszint-emelkedés miatt, de egyéb tartós időjárási anomáliák miatt is valószínűsíthető, hogy a partmenti települések lakói esetleg a kontinens belseje, kevésbé veszélyes területek felé vándorolnak (megélhetési migráció). Egyes riasztó események bekövetkezése esetén Magyarország, mint EU tagállam, ilyen szempontból, vonzó célpont lehet akár a tömeges letelepülésre is. A partmenti területek víz alá kerülésével az ipari termelést is költöztetni fogják.

A járványveszély. Új kórokozók megjelenése, illetve nálunk eddig elő nem forduló kórokozók elterjedése következhet be a klímaváltozás és a globalizációs folyamatok (kontinensek közötti átjárhatóság fokozódása) együttes hatásaként. Főleg a trópusi betegségek kórokozóinak megjelenése várható, mert a számukra elfogadható éghajlati határ egyre közelebb kerül hazánkhoz.

Elhullott állatok számának növekedése is várható az aszályos időszakban és a magasabb napi átlaghőmérséklet miatt a bomlási folyamatok, valamint a kórokozók szaporodása is felgyorsul, emiatt a megbetegedések előfordulása is megnövekedhet.

A feladatok, tennivalók

Megelőzés. A bekövetkezett esetek folyamatos értékelése szükséges abból a szempontból, hogy az új, vagy eddig nem jellemző hatásokra, tényezőkre időben lehessen felkészülni.

Az értékelés eredményeit pedig be kell építeni a tananyagokba, szabályzatokba, a napi gyakorlatba, a készenléti állomány folyamatos felkészítésébe. Időnként szükséges felülvizsgálni, hogy indokolt-e a hatósági követelmények változtatása, az eddigiektől eltérő külső körülmények, károsító hatások tartós megjelenése miatt?

Védekezés. A kárterület jellegét, a mentés körülményeit is befolyásolják a klímaváltozás kihatásai. A beavatkozó állomány pl. ha folyamatosan magas külső hőmérsékleteknél dolgozik, kérdéses, hogy erre alkalmasak-e a jelenlegi egyéni védőeszközök.

A védekezés vezetője olyan hirtelen kialakuló helyzetbe kerülhet, amikor nagy létszámú lakosság mentéséről, ellátásáról kell gondoskodni, melyben nincsen még elegendő tapasztalata.

Helyreállítás. Az időjárás romboló hatásának fokozódása miatt gyakoribbá válik a katasztrófavédelem egyik fontos feladata, a helyreállítás is.

Fontos, hogy a közvetlen életveszély szakszerű elhárításában jártasságot szerezzenek az elsődleges beavatkozók. Az önkormányzattal, a lakossággal való kapcsolat, együttműködés ilyen esetekben szükségszerűen hosszabb időn keresztül folyamatos.

4. A KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSA A KRITIKUS INFRASTRUKTÚRÁRA

A lakosságot és a környezetet elsősorban a klímaváltozás hatására bekövetkező természeti katasztrófák veszélyeztetik, de emellett nem elhanyagolható veszélyt jelentenek az ún. „kritikus infrastruktúrát” – közvetve vagy közvetlenül – érintő káros események hatásai sem. Ezek a hatások minden esetben

a klímaváltozás során fellépő, eddig nem, vagy csak kisebb mértékben észlelt időjárási anomáliák, illetve az ezek nyomában kialakuló természeti csapások hatására alakulhatnak ki.

Másik potenciális veszélyeztető tényező a kritikus infrastruktúra szempontjából az emberi reakció, amely szokatlan, esetleg teljesen ismeretlen helyzetben pánikig fokozódhat. Ebben a helyzetben az értelmi kontroll az érzelmi kontroll és a túlélési ösztön veszi át, amely a döntések meghozatalában is megjelenhet, s így az addig is súlyos helyzet még súlyosabbá válhat.

Az előzőek alapján megállapítható az is, hogy a klímaváltozás közvetve a környezeti paraméterek megváltozásán keresztül jelent veszélyt, ami több okból is súlyos helyzet kialakulását okozhatja:

- Az időjárás megváltozásából eredő helyzetek nagy területen oszlanak meg, melynek csak kisebb része lakott, addig a mesterséges eredetű veszélyforrások közvetlenül kapcsolódnak az emberi létezéshez, vagyis az itt bekövetkező katasztrófa közvetlenebbül érintheti a környék lakosságát.
- A kritikus infrastruktúra sérülése, vagy teljes megsemmisülése a lakosság mindennapi életéhez nélkülözhetetlen alapvető szükségletek kimaradását, illetve teljes hiányát okozhatja, ami pánik kitöréséhez, tömeges meneküléshez vezethet.

A kritikus infrastruktúra tervezésekor általában felkészülnek olyan helyzetekre, hogy ezen létesítmények a szélsőséges természeti viszonyoknak bizonyos ideig ellenálljanak. Ez a tervezés általában évtizedek, esetleg a korábbi évszázad időjárási, természeti viszonyait veszi figyelembe, de a klímaváltozás kapcsán egyes területeken olyan, addig teljesen ismeretlen anomáliák léphetnek fel, amelyek a tervezésnél figyelembe vett szélső értékeket többszörösen meghaladhatják, illetve az események hosszabb ideig tarthat-

nak. Ezeket a tervezésnél nem lehet figyelembe venni, azért sem, mert a beruházási és üzemeltetési költségeket jelentősen megrágítaná.

A kritikus infrastruktúra sérülésének legvalószínűbb esetei és hatásai röviden összefoglalva a következők lehetnek:

- Az energiaiparban az áramtermelő létesítmények – hagyományos tüzelésű és nukleáris erőművek – kiesésének valószínűsége kicsi, de várható a szállító kapacitás, elektromos vezetékek, transzformátorállomások időjárási hatásokra (villámlás, erős szél) bekövetkező sérülése, ami a települések áram nélkül maradását, a létfontosságú létesítmények tartalék áramforrásról való energiaellátását teszi szükségessé.
- A veszélyes ipari – vegyi, nukleáris, biológiai – létesítmények esetén a technológiai folyamatok zavara, valamint a tároló eszközök sérülése miatt veszélyes anyag kibocsátás következhet be. A közlekedési, szállítási útvonalak az időjárási anomáliák miatt bekövetkező tömeges balesetek hatására bedugulhatnak. Mivel veszélyes anyagok szállítása folyamatosan történik, a balesetbe ilyen jármű is belekerülhet. Egy ilyen baleset hatására a létfontosságú útvonalat több napra is lezárhatják a forgalom elől.
- A lakosság egészségügyi, szociális ellátó rendszere, az ipari és mezőgazdasági üzemek működése az előbbiekből leirtak miatt leállhat.

5. A SZENNYEZŐ ANYAGOK TERJEDÉSÉNEK ELŐREJELZÉSI PROBLÉMÁI

Az ipari üzemek sérülése nyomán radioaktív, mérgező vegyi, illetve esetenként fertőző biológiai anyagok kerülhetnek a környezetbe, veszélyeztetve ezzel a lakosság életét, vagy egészségét. A kiszabaduló anya-

gok terjedését a következő tényezők határozzák meg:

- A kiszabaduló anyag fizikai és kémiai tulajdonságai.
- A kibocsátás paraméterei.
- A meteorológiai viszonyok, ezen belül a szél iránya, sebessége, a levegő és a talaj hőmérséklete, a levegő függőleges stabilitása, valamint a relatív páratartalom, illetve a csapadékmennyiség.

A kiszabaduló anyag minősége és a kiömlés módja a baleseti körülményekből pontosan meghatározhatók, a terjedésszámításnál nem okoznak hibalehetőséget.

A terjedés előrejelzése alapvetően a meteorológiai paraméterek pontos meghatározásától függ. Normál helyzetben a talajmenti szél figyelembe vétele szükséges a terjedés irányának és a behatolás mélységének számításához. Ez legpontosabban a helyszíni mérésekből állapítható meg, de még ekkor is bekövetkezhet mintegy 10–20% hiba, amit a felhő nyílásszögének meghatározásakor figyelembe kell venni. Bonyolultabb a helyzet a felemelkedő kibocsátásnál, ahol a pontosan nem ismert, magassági légrétegeként átlagolt ún. közepes rétegszelek felhasználásával kell a mérgezőanyag felhő horizontális és vertikális kiterjedését becsülni. Következésképpen pontos modellel is csak bizonyos hibahatárral határozható meg a mérgező anyag levegőbeni terjedése, kiülepedése és a környezetben való megmaradása.

Abban az esetben, ha az üzemzavart valamely – a területen addig nem tapasztalt, a klíma változása miatt bekövetkező – meteorológiai anomália okozta, a terjedés előrejelzése az előbbieknél is sokkal nagyobb hibát eredményezhet. A hibák az alábbi problémákból adódhatnak:

- Erős, viharos szél esetén a szél iránya percekben belül akár 180 fokot is változhat, ami gyakorlatilag nagy területen szórja szét a kibocsátott anyagot.

- Nagy, 50–70 km/órát meghaladó szélsebesség esetén a mérgező anyag rövid idő alatt nagy távolságra jut el, de a levegővel való keveredésből adódó hígulás miatt nem sokáig tartja meg a mérgező koncentrációt.
- A levegő függőleges instabilitása, valamint az inverziós rétegek magasságának változása miatt a mérgező koncentráció nagyobb magasságig megmaradhat, az anyag felemelkedhet és az eltérő szélviszonyok miatt a vártnál teljesen más irányban is veszélyt jelenthet.
- Egyes különleges meteorológiai jelenségek – például tornádó – esetén a terjedési viszonyok teljesen ismeretlenek, nem jelezhető előre a várható veszélyes terület.
- Nagy mennyiségű, elsősorban folyékony állapotú csapadék a veszélyes anyagot a levegőből kimoshatja, vízfolyásokon keresztül a talajba juttathatja, aminek következtében a szennyezés nagy távolságban is teljesen váratlanul megjelenhet.

Összefoglalva: minél kevésbé jellemző egy adott területre a kialakuló időjárási helyzet, annál kisebb a lehetőség egy esetleges veszélyes anyag kiszabadulás során a hatás pontos előrejelzésére és ennek alapján a lakosság részére a hatékony védelmi rendszabályok bevezetésére. Ilyen esetben – amennyiben az időjárási helyzet engedi – helyszíni felderítéssel lehet meggyőződni a veszélyes anyagok terjedéséről, a kialakuló szennyezett területek kiterjedéséről.

6. A FOKOZOTT PSZICHOLÓGIAI HATÁSOK KEZELÉSE

A váratlanság és a szokatlanság válthat ki nagyobb mértékben nem kívánatos lelki hatásokat. Általában csendes folyóinkon az árhullámok előre jelezhetőek, felkészülhetnek az érintettek, de egy felhőszakadás utáni

előntéses veszélyhelyzet kialakulásakor ezt nem lehet elmondani. A tornádó szintén ismeretlen, távoli jelenség volt, ma egyre több esetben pillanthatjuk meg a jellegzetes tölcésért, melynek a pusztá látványa is pánikreakciót válthat ki.

Egyértelmű, hogy elsősorban a katasztrófavédelem feladata a hatások elemzése és szakmai irányelvek kidolgozása a lakosság tájékoztatására, felkészítésére.

A Föld számos országában és területén azonban még számolni szükséges az árvizek (felhőszakadás, szökőár stb.) váratlan megjelenésével. A meglepetés különösen éjszaka, rossz időjárási körülmények között sokszorosára fokozhatja a pszichikai hatást.

A korszerű árvízvédelemmel, vízjelző szolgálattal rendelkező országokban – normális körülmények között – a jól előrejelezhető vészhelyzetek közé sorolható az árvíz, hiszen a vízszint emelkedése figyelemmel kísérhető és ezalatt a védelmi intézkedések megtehetőek. Itt is előfordulhat azonban – akár természetes, akár technikai okokból, vagy terrortámadás formájában – gátszakadás, zsilipek, víztározók rongálódása stb. Ilyenkor a legpontosabb előrejelzés ellenére is bekövetkezhet az esetleg teljesen váratlan katasztrófa, melynek jellemzője a *fulladásos haláltól való félelem és az ösztönös pánik-szerű menekülés*. Téli időszakban, jeges ár esetén (dunai árvíz, 1956) még a jól úszók többsége számára is a biztos pusztulást jelentő sikertelen menekülés. Az árvíz sajátossága, hogy nagy területeken *egyszerre veszélyes az emberi életre és az anyagi javak teljes vertikumára*. Veszélyezteteti az emberek egész életén keresztül megszerzett vagyonát: termőföldet, épületet, járműveket, állatállományt, ezért a *veszély tudata a kilátástalanság, a reménytelenség érzését állandósítja*.

Az árvízveszély általában kitelepítéssel jár együtt, ilyenkor a víz fenyegetése és a környezetből való erőszakos kiszakítás hatásai összeadódnak és fokozzák a káros pszichikai hatásokat. A víz nagy területeket önt el, ami számos települést érinthet, lecsökkennek a rokonokhoz, ismerősökhöz való befogadás

esélyei, így jellemző – a lelkileg sokkal megterhelőbb – idegen családokhoz történő elszárlás, vagy a tömeges elhelyezés.

Fokozza a pánikveszélyt, hogy a más katasztrófáknál meglévő *menekülési utakat, irányokat a víz előltheti*, bezárhat kisebb nagyobb közösségeket.

Falusi környezetben valószínűsíthető, hogy az emberek – a több generáció által továbbadott ismeretek alapján – váratlan esetekben szinte gondolkodás nélkül menekülnek a környék magaslataira, biztonságos vagy *biztonságosnak vélt* pontjaira, ami adott esetben életmentő lehet (pl. 2001, Tarpa), de figyelembe véve a kulturált területeken gyakori – terep és tájrendezéssel együttjáró – építkezéseket, előfordulhat, hogy a megváltozott vízrajzi viszonyok veszélyt jelentenek az ösztönösen menekülőkre.

A helyi közigazgatási és védelmi vezetők családját, anyagi javait az árvíz ugyanúgy veszélyezteti, mint a mentendő lakosságot. Sajátos pszichikai csapdahelyzetet eredményezhet a vezetőnél a kétirányú kötelezettség teljesítésének megoldatlansága.

Az ár levonulása után a pusztulás látványa (romok, állati hullák, szenny stb.) sokkoló lehet a lakosságra nézve.

Sajátos jelenség árvíznél, hogy – főleg az idősebb emberek – még a közvetlen életveszély ellenére sem akarják otthonukat elhagyni, sokszor erőszakkal kell őket kimenteni.

Rendkívül káros lehet, ha a lakosság – már a megelőzés időszakában – nem ismeri meg a védekezéssel kapcsolatos szabályokat, lehetőségeket, és a védelem főbb jellemzőit. Tudniuk kell, hogyha a katasztrófa mégis bekövetkezik, milyen segítséget nyújt az állam, az önkormányzat, a biztosítók az újrakezdéshez. Ez a tudat csökkenti a túlzott félelmet, szorongást, a kilátástalanság érzését.

Ugyancsak fontos, hogy az áldozatok iránnyitása, szervezése *ne elsősorban diktatórikus eszközökkel*, hanem lélektani, pedagógiai (andragógiai) módszerekkel történjen. A védelmi szervezetek képviselői, vezetői érintkezzenek, kommunikáljanak sokat az emberekkel, mindezt közvetlen módszerekkel, meleg hangnemben.

A felállított *információs irodáknak* igen pozitív hatása lehet, mert itt lehet tájékozódni a hozzátartozókról, a hátrahagyott vagyontárgyak, ingatlanok sorsáról stb. Különösen fontos a menekülésben korlátozott személyek (betegek, idősek, terhes nők, kisgyermek) adatainak tartózkodási helyének pontos nyilvántartása.

A falusi lakosságnál lényeges hangulati szempont lehet az állatállomány kimenekítésének, ellátásának megszervezése, és a lehetőség az ezzel kapcsolatos informálódásra.

Az árvízzel kapcsolatban – mivel hazánk területén ez a leggyakoribb katasztrófa típus – nagyszámú megfigyelés, lejegyzett tapasztalat áll rendelkezésre. A mentést vezetőknél a tervezhetőség és előrejelezhetőség kedvező feltételei miatt lehetőségük van az előző tapasztalatok és a népesség jellemzői alapján a pszichikai hatások előzetes felmérésére is.

A káros lelki hatások kivédésében kulcs szerepe van a terület *önkormányzatának*, ugyanis a tervezés időszakában a tájékoztatás, felkészülés lehetőségeinek kihasználásával egy tudatilag felkészült, a támogatást érző, a segítség, az újrakezdés lehetőségeit ismerő lakosság fog szembeszállni a pusztító árral. A védelmi szervezeteknél rendelkezésre állnak az ilyen tevékenységben rutint szerzett vezetők. A sajátos viszonyok és az érintett nagy tömegek miatt fontos, hogy elsősorban azok közül kerüljenek ki a vezetők, akik már bizonyították hasonló helyzetben alkalmasságukat.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

- (1) Sándor Valéria: A meteorológiai előrejelzések szerepe a katasztrófa elhárításban. OMSz, Budapest, 2003. – (2) Nováky Béla: Az éghajlatváltozás hatása a vízgazdálkodásra. Kézirat, Budapesti Műszaki és Gazdasági Egyetem, Budapest, 2001.

VIHAROK DINAMIKÁJA ÉS ELŐRE JELEZHETŐSÉGE A 2004. JÚNIUS 9-I IDŐJÁRÁS TÜKRÉBEN

HORVÁTH ÁKOS

ÖSSZEFOGLALÁS

A pusztító időjárási jelenségeknek sajátos természetrajzuk van. A jégesők, zivataros szélviharok, hirtelen felhőszakadások okozta árvizek a légkörben lezajló konvektív folyamatok eredményei. Ugyanakkor ezek a folyamatok nem tekinthetők önmagukban, izoláltan, hanem legtöbbször valamilyen nagyobb térségű, szinoptikus skálájú mozgásrendszerek (ciklonok, időjárási frontok) biztosítják a kialakulás feltételeit. Előrejelezhetőségük mindig komoly problémát okoz, gyakoriak a későn kiadott riasztások, vagy a túlbiztosítások. A 2004. június 9-én az országot végigpusztító vihar szokatlan időjárási helyzetben, szokatlan módon zajlott le, ezért mindenképpen érdemes ennek részletes vizsgálata, illetve annak áttekintése, hogy az Országos Meteorológiai Szolgálat milyen lehetőségekkel rendelkezik az ilyen és társadalomra hasonlóan veszélyes téli és nyári időjárási jelenségek előrejelzésére.

1. A KONVEKTÍV VIHAROK ÉS A 2004. JÚNIUS 9-I RENDKÍVÜLI IDŐJÁRÁS

A konvekció és annak összetevői

A konvekció alatt a légkörben lezajló koncentrált fel- illetve leáramlási folyamatokat értjük. A konvekció gyenge formái a talajközeli felmelegedett levegő feláramlását jelentik. A hatalmas buborékhoz hasonló feláramló légtestben, ha az elég magasra emelkedik és elegendően nedves, egy idő múlva megtörténik a nedvesség kicsapódása. A kicsapódó vízgőz „megfesti” a buborékot, létrejön a kumulusz felhő. A kicsapódás másik következménye, hogy a felszabaduló látnens hő tovább melegíti az emelkedő légtestet, így az a környezeténél magasabb hőmérsékletű marad, tovább emelkedik. A folyamat hasonlít a hőlégballon működésére, csak itt a melegítés a gázégő helyett a vízgőz kicsapódásával, azaz a felhőképződéssel történik. Azt, hogy a gomolyfelhők milyen

nagyságúra növekedhetnek, az a levegő nedvességétől, és a légkör vertikális hőmérsékleti rétegződésétől, azaz *konvektív instabilitásától* függ. A „hőlégballon” hatásra, vagyis a légoszlopban lévő *felhajtó erő* által végzendő munkára felírhatunk egy energia típusú mennyiséget, a konvektív hasznosítható energiát (KHE). A légtömegben belüli zivatarok (hőzivatarok) erőssége és térbeli eloszlása kapcsolatban van a KHE nagyságával és térbeli eloszlásával.

A konvekciót kiváltó folyamatok közé tartozik a levegő dinamikus torlódása, a *konvergencia* jelensége is. Konvergencia legnyilvánvalóbb megjelenési formái az időjárási frontok. Az előrenyomuló, nagyobb sűrűségű hidegfront mentén a levegő összetorlódik, feláramlásra kényszerül. Ezzel magyarázható a hidegfrontok mentén fellépő, sokszor vonalba rendeződött zivatarláncok megjelenése is. A konvergencia hatására néha akkor is létrejöhetnek zivatarok, ha a felhajtó erő hatása gyenge. A meteorológiai gyakorlatban a talaj közeli nedvesség konvergenciát használják mérőszámként

(konv = $\nabla(r\vec{V})$); ahol r a vízgőz – száraz levegő keverési aránya, \vec{V} a szélesség). Minél nedvesebb a front előtt torló légkör, és/vagy minél gyorsabb a front mozgása, annál nagyobb a nedvesség konvergencia, annál nagyobb az esélye, hogy a hidegfront mentén zivatarok alakulnak ki.

A harmadik konvekció gerjesztő hatás a vertikális *szélnyírás*, azaz a szélesség és szélirány magassággal történő növekedése. A zivatarok mint valamilyen hatalmas kémények az alsó szintek melegebb levegőjét a magasba szállítják és a bennük lévő feláramlás jól elkülönül a környezettől. Ha a magasban erős az áramlás, a zivatar kéménye a dinamikus nyomáscsökkenés miatt jobban fog „húzni”, hasonlóan a gépkocsi porlasztójához, vagy a tűzhely kéményéhez. Nyilvánvalóan ez a hatás csak akkor jelentkezik, ha már felépült a zivatarfelhő, akkor viszont jelentősen erősíti a konvekciót.

Összefoglalva: a légköri konvekció kialakulásának három összetevőjét ismerjük: a felhajtó erőt, a konvergenciát és a szélnyírást. Ezek az ún. *konvektív komponensek* együttes megjelenése különösen heves és veszélyes zivatarok kialakulásához vezethet.

Szinoptikus skálájú folyamatok és a konvekció

A szinoptikus skálájú folyamatokban a több száztól az egy-két ezer kilométer átmérővel rendelkező karakterisztikus méretű meteorológiai objektumok vesznek részt, tipikusan a ciklonok és anticiklonok. Mivel a ciklonokban a feláramlásnak, anticiklonokban a leáramlásnak van meghatározó szerepe, így a veszélyes időjárási folyamatok szempontjából alapvetően a ciklonokra érdemes odafigyelni. A mérsékelt övben kialakuló ciklonok önmagukban is okoznak veszélyes időjárást, bár nem túl gyakran. A bennük kialakuló nagyméretű csapadékképzések olyankor is okoznak hosszan tartó esőzéseket vagy havazásokat, amikor a konvekció nincs jelen (pl. téli havazások-

kor), illetve egy mély ciklon kialakulásakor, amikor a ciklonban fellépő nagy nyomáskülönbség miatt nagy szél alakul ki. Ilyen hosszan tartó vihar volt a Dunántúlon 1999. június 22-én végigvonult szélvihar, amikor egy ciklon hátoldalán órákon keresztül 30 m/s-t meghaladó széllekeéseket mértek.

A fenti példák ellenére a legtöbb veszélyes időjárási helyzetben a szinoptikus skálájú folyamatok, mindenképp a ciklonok inkább közvetett szerepet játszanak. A ciklon melegszeletében a labilitás a hidegfront felé közeledve növekszik, a hidegfront mögött pedig erősen csökken. Egy egyenesen mozgó ciklonban, illetve annak hidegfrontja mentén a konvekció mértéke, azaz a zivatarok meglehetősen jól előre jelezhetőek. A probléma legtöbbször akkor lép fel, ha a hidegfronton hullám képződik. Ilyenkor az alacsonyabb rétegekben áramló hideg levegő lelassul, a magasban viszont tovább folyik a hideg beáramlása, és a hideg levegő a magasban a melegszelet felé kerül. A termikus deformáció következtében a labilitás a melegszeletben is nagy lesz és a front előtt is kialakulhatnak vonalba rendeződött zivatar láncok ún. squall line-ok vagy instabilitási vonalak. Ha az alsó rétegekben végbenemő hullámvetés hosszabb ideig fennmarad, akkor a felső légköri erős magassági áramlások, a jet streamok is a melegszelet felé kerülhetnek. Ilyenkor mind a három konvektív komponens jelen van, és a konvekció egyik rendkívül erős formája, a supercellás konvekció is kialakulhat.

A ciklonok szerkezete függ a ciklon élet-tartamától és áthelyeződési sebességétől. Egy öregedő, lelassult, többszörös okklúzió kerésként létező vertikális tengelye kevésbé dől, mint azt egy fiatal ciklonnál tapasztalhatjuk, és a klasszikus hideg és melegfrontokat is összeáramlási zónák, a műholdképeken látható spirálkarok váltják fel. Az ilyen ciklonoknál a nedvesség eloszlása a spirálkarok mentén történik, ahol a frontokat felváltó összeáramlási zónák is találhatóak. Az összeáramlási zónákban a konvergencia és a konvektív instabilitás

egyaránt megtalálható, így ott könnyen ki tudnak alakulni nagy csapadékot adó zivatarok. A zivatarok a konvergencia vonal mentén mozognak, és ha a ciklon nem helyeződik át, akkor a lehullott csapadék viszonylag koncentráltan, egy-két vízgyűjtő területén hullik ki, így okozva ott árvizeket.

A konvekció megjelenési formái, a zivatarok típusai

A fentiek alapján lehetőség van a zivatarok veszélyesség szerinti osztályozására. A legkevésbé veszélyes jelenségek közé a lég-tömegben belüli, vagy *hőzivatarok* tartoznak. Kialakulásukban elsősorban a konvektív instabilitás, azaz az első konvektív komponens játszik meghatározó szerepet. Ezen zivatarok okozta szélvihar ritkán haladja meg a 20 m/s sebességet, jelentősebb áradásokat, jégverést nem okoznak. Főként júniusban, jellegtelen szinoptikus helyzetekben (az ún. izobárikus mocsár helyzetben) találkozhatunk velük. A zivatar aktivitásnak napi menete van, de a pontos előrejelzésük nagyon nehéz.

Ezeknél veszélyesebb jelenségek a *zivataros hidegfrontok*, ahol a hidegfront konvergencia hatása és a konvektív energia együtt fejtik ki a hatásukat. Az itt kialakuló zivatarok gyakran jégveréssel, viharos széllel, intenzív csapadékkal járnak, de rendszerint gyors mozgásuk révén árvizet nem okoznak. Előrejelzésüket megkönnyíti, hogy a fronttal együtt mozognak, rendszerint jól meghatározható irányban.

A *squall line*-ok a legveszedelmesebb viharok közé tartoznak. Főleg a hidegfrontokon történő hullámvetéskor, vagy kisebb hullám-ciklonok melegszeletében alakulnak ki a vonalba rendeződött zivatarok. A zivatarlánc átvonulása jégesővel, felhőszakadással, illetve orkánszerű széllel jár. Kialakulásukat a mögöttük lévő hidegfront keltette konvergencia, a melegszelet konvektív instabilitása, valamint a melegszelet fölél benyúló jet stream okozta szélnyírás egyaránt segíti.

A squall line-ok kialakulásához hasonló időjárási helyzetekben, gyakran a zivatarlánc részeként alakulnak ki a *szupercellák*. A szupercella a konvekció egy szélsőségesen erős állapota, amikor a harmadik konvektív komponens – a szélnyírás – hatására a zivatarfelhő rotáló mozgásba kezd, amely extra feltételeket biztosít a felhőben létrejövő feláramlásnak. A rotáló mozgás és a heves feláramlás együttes következménye, hogy a felhőbe beáramló levegő egy szűk csatornába koncentrálódik és kialakulhat a tornádó. A tornádóban a szélsősebesség extrém értékeket vesz fel, akár 500–600 km/ó (!) is lehet. A tölcser központjában jelentősen lecsökken a légnyomás, amely hatására az épületek, tetőszerkezetek szinte szétrobbannak.

Nálunk az ötös fokozatú, ún. Fujita skálán (F skálán) egyes és kettes értékek fordulnak elő leggyakrabban, azonban ritkábban magasabb fokozatúak is megjelenhetnek, mint 1996. június 21-én a Somogy megyében Torvaj és Sérsekszőlős falvakat pusztító F3-as. Mivel a tornádó tölcserének átmérője kicsi, viszonylag kevés az esély, hogy lakott területet is eltalál, ezért a károk alapján nehéz megbecsülni az előfordulási gyakoriságot. Nyilvánvalóan, ha sűrűn lakott területet sújt, akkor egyetlen tornádó is óriási károkat tud okozni. Ilyen volt a 2002. június 9-i és a 2004. június 3-i fővárost sújtó F1-es tornádó. Az időjárási radarok megfigyelései és az észlelések alapján a hazai tornádók száma évi 10 körülire tehető, azonban egyes becslések ennél magasabb és alacsonyabb értékeket is valószínűsítene.

A szupercellák nem feltétlenül okoznak tornádót, azonban az orkánszerű szél, a felhőszakadás és elsősorban a jégeső szinte mindig velejárója a szupercella átvonulásának.

Szupercella és zivataros hidegfront 2004. 06. 09.

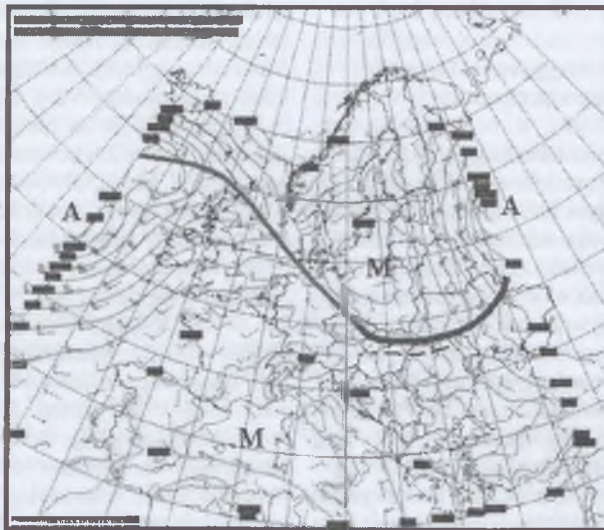
Az adott napon 12 UTC-kor egy észak-északkeleti irányból közelítő hidegfront érte el a Kárpát-medencét. A front szokatlanul

gyors mozgású volt, ami egy Oroszország felett elhelyezkedő mély ciklon erős hátoldali áramlásával magyarázható (1. ábra).

A front mögött több fokkal hidegebb levegő helyezkedett el, amely a 850 hPa-os

térképen is jól látható (2. ábra). Ugyanezen a térképen az is analizálható, hogy a termikus mezőben az északkeleti országrész felett egy meleg hullám alakult ki, amely ún. orografikus lee ciklogenezissel magyarázható.

1. ábra



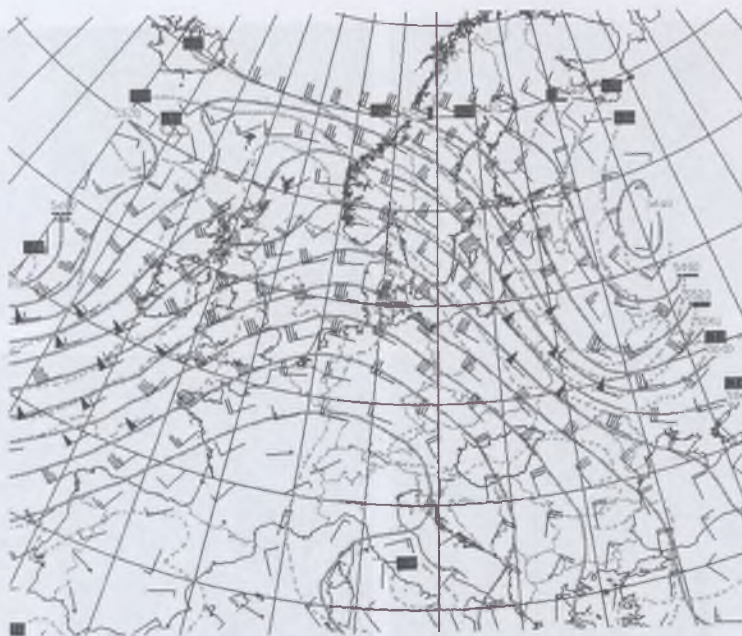
Szinoptikus helyzet 2004. 06. 09. 12 UTC-kor az ECMWF analízis alapján

2. ábra



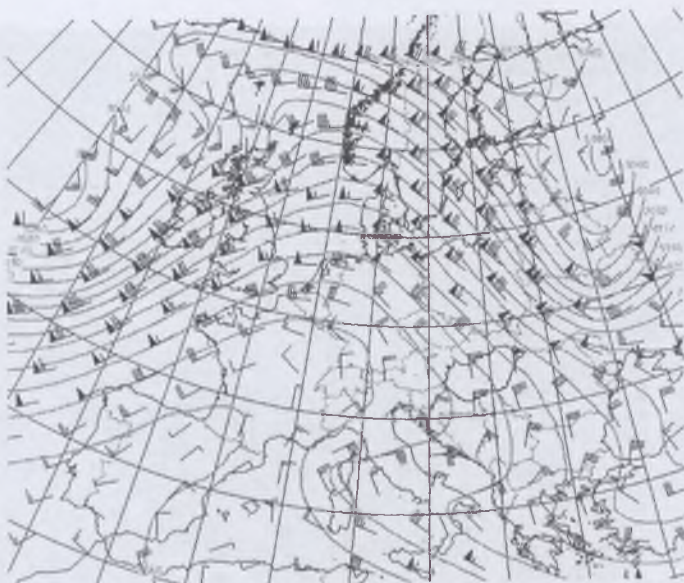
A 850 hPa szint geopotenciál és hőmérsékleti mezeje 2004. 06. 09. 12 UTC-kor az ECMWF analízis alapján

3. ábra



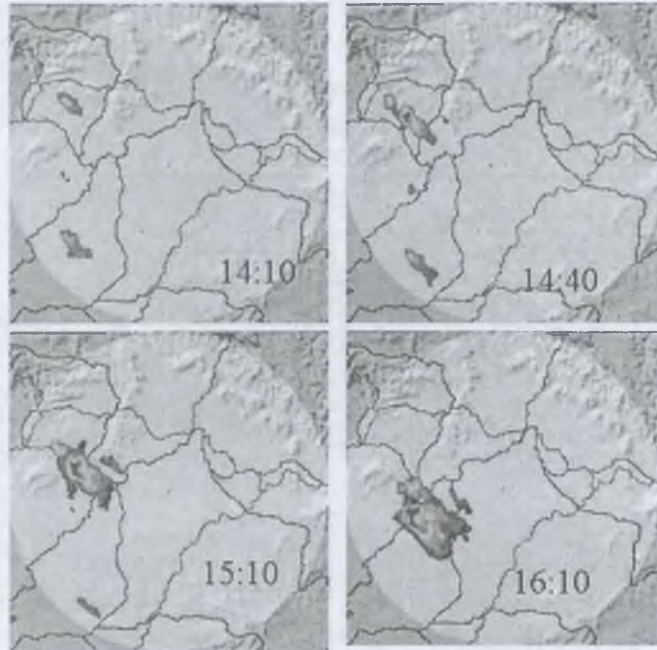
Az 500 hPa szint geopotenciál és hőmérsékleti mezeje 2004. 06. 09. 12 UTC-kor az ECMWF analízis alapján

4. ábra



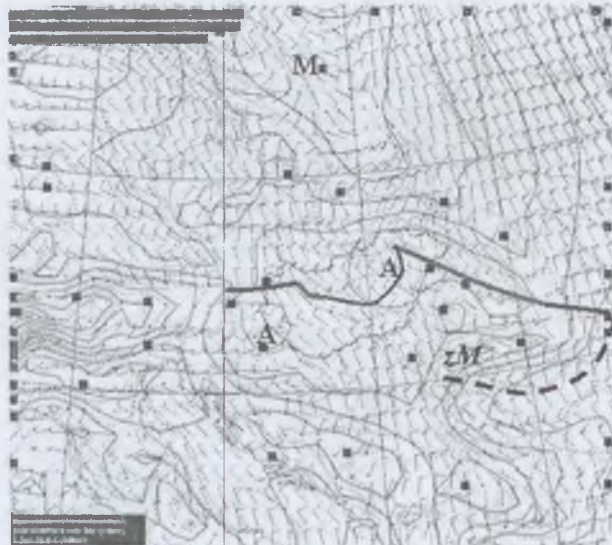
Az 300 hPa szint geopotenciál és szélmezeje 2004. 06. 09. 12 UTC-kor az ECMWF analízis alapján

5. ábra



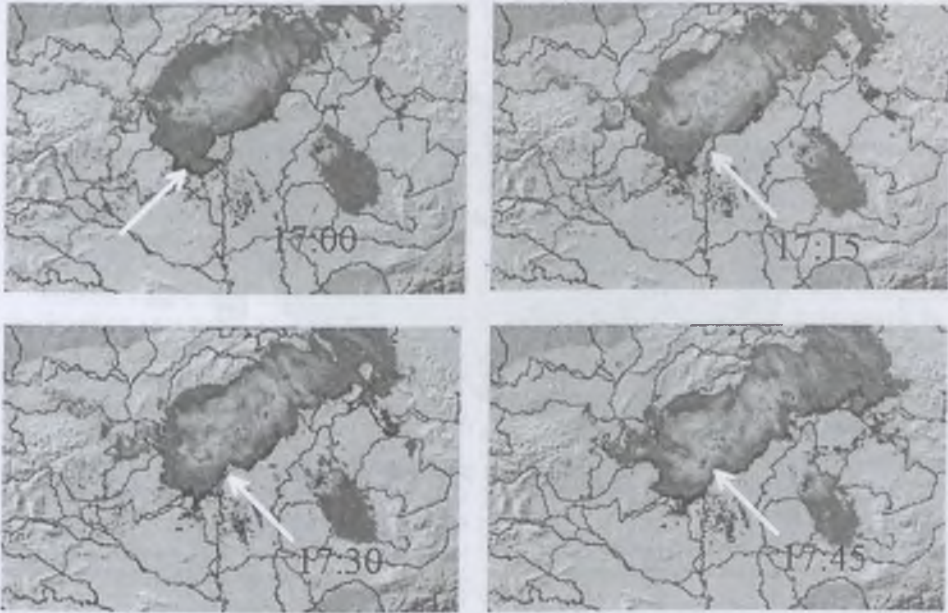
A Nyíregyháza–Napkor radarállomás közel körzeti mérései 2004. 06. 09. 14:10 és 16:10 UTC között

6. ábra



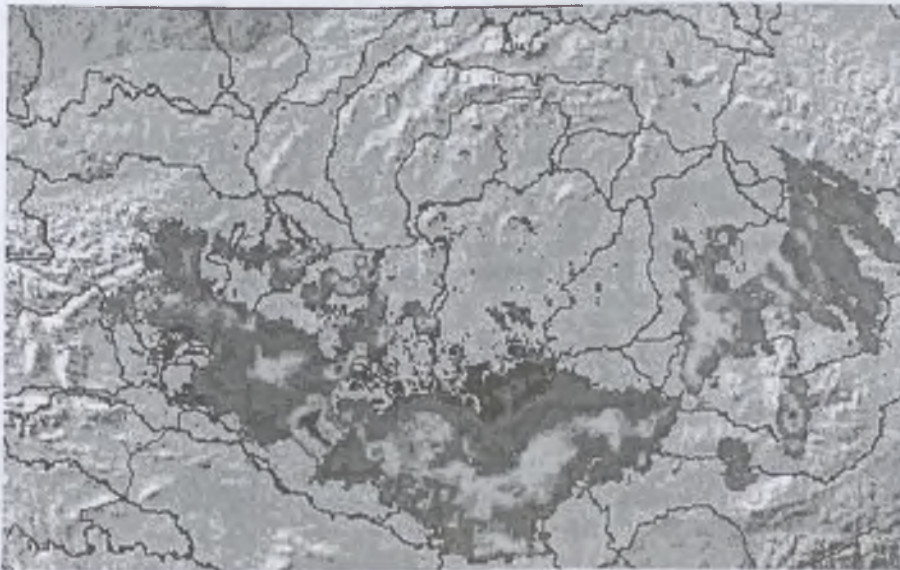
Szinoptikus helyzet 2004. 06. 09. 18 UTC-kor az ECMWF analízis alapján

7. ábra



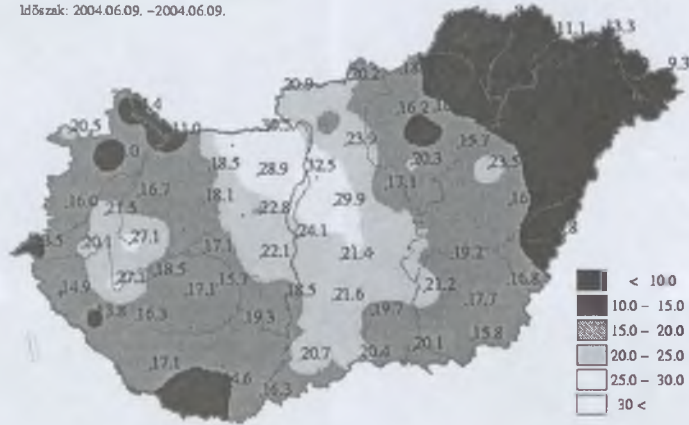
Országos radarkép 2004. 06. 09. 17:00 és 17:45 UTC között.
Nyilak mutatják a kis skálájú légörvény helyét

8. ábra



Országos radarkép 2004. 06. 09. 20:45 UTC-kor

A napi szélmaximum időszakos átlaga [m/s]
Időszak: 2004.06.09. –2004.06.09.



2004. 06. 29-én mért legerősebb szélhőkésék

A napi csapadékösszegek időszakos összege [mm]
Időszak: 2004.06.09. –2004.06.09.



Csapadék eloszlása 2006. 06. 09-én

A magasban, az 500 hPa-os szinten egy nagyon erős hideg advekción figyelhető meg, tehát a hegyek felett átáramló hideg levegő a meleg fölé került, nagyon megnövelve az instabilitást (3. ábra).

Mindehhez hozzájön a 300 hPa-os térképeken megfigyelhető jet stream-re utaló áramlás, amely a nagyfokú szélnyírást biztosította (4. ábra). Elmondhatjuk, hogy 12 UTC-

re a szinoptikus feltételek mindhárom konvektív komponens jelenlétét biztosították.

A frontális hullám melegszekektében a Nyíregyháza melletti Napkoron működő radar 14:10 UTC-kor érzékelte az első konvektióra utaló jelet, de 14:40-re már erős reflektivitást mutatott. 15:10-kor pedig a szupercellás jelleg (60 dBz feletti reflektivitás, kampós forma) lehetett látni a radarképeken (5. ábra).

Ekkorra már a jégeső lecsapott Miskolcra és a radarjelek alapján becsülni lehetett a lakosság által is tapasztalt tojás nagyságú jeget. A szupercella tovább vonult dél felé, maximális erősségét 16:10 körül érte el a Hortobágy felett és 18:30 körül érte el az országhatárt. Radar és műhold mérések alapján még kb. 1 óráig létezett, tehát közel 5 óráig képes volt fennmaradni. Csak gyanítható, hogy a szupercellából tornádó is kialakulhatott, hiteles megfigyelést felhőtölcsérről nem kaptunk.

Miskolc környékét 18:10-kor érte el a hidegfrontoz tartozó zivatarvonal, újabb viharos szelet és intenzív csapadékot okozva. Bár nagyon erős volt a konvektív rendszer, hatása messze elmaradt a korábbi, prefrontális szupercellától.

A 18 UTC-kor betörő hidegfrontoz kapcsolódó zivatarlánc Budapest térségében okozott nagy károkat a helyenként 30 m/s-t elérő szélsőséggel. A 18 UTC-s időjárási térképen (6. ábra) látható, hogy a front nagyon éles termikus gradienssel rendelkezett és eddigre a nyomás mezőben is szignifikánsan elkülönült a hidegfront az előtte haladó instabilitási vonaltól.

Az országos radarfelvételek alapján és a felszíni analízisből sejthető, hogy a Kárpátokon átbukó frontrendszeren Budapeستől északra egy mezo-skálájú örvény alakult ki. Ez a kis skálájú viharörvény lehetett a felelős azért, hogy a fővárosra lecsapó zivatarok különösen hevesek voltak (7. ábra).

A Balatontól délre keletkező oldalhullámok 20:45 UTC-kor ismételten nagyon heves, szupercella-gyanús képződményeket generáltak (8. ábra), amely Balatonmárián 28 m/s-os szél- lökést és heves csapadékot okozott.

A mért legerősebb szél- lökések eloszlásából az látszik, hogy a miskolci szupercellát nem kísérték nagy területen viharos szél- lökések. A cellában bizonyosan volt orkánszerű szél, azonban mérési pontot nem érintett (9. ábra). A legerősebb szél- lökések a hidegfront átvonulásából származtak, főleg a fentebb említett viharörvény átvonulásához, így Budapest térségéhez, illetve a Dunántúlhoz köthetőek.

A lehullott csapadékmennyiség eloszlásából jól kivehető a szupercella átvonulása, illetve a viharörvény hatása. A csapadék mennyisége nem rendkívüli, azonban a legtöbb esetben egy órán belül lehullott értékekről van szó (10. ábra).

Az esettanulmány kapcsán elmondható, hogy mind a prefrontális instabilitás során kialakult szupercella, mind a hidegfront betörése szokatlan szinoptikus körülmények között zajlott le. Ritka, hogy az év ezen szakában északi irányból érkező hidegfrontok ennyire gyors mozgásúak legyenek és a magassági hidegadvекció ilyen erős legyen. Ilyen helyzetek inkább az őszi és téli esetekben fordulnak elő, amikor a konvekció hatása nem rakódik rá a hidegfront betörésre, és olyankor nem okoznak rendkívüli időjárást. A veszélyes időjárási esemény olyan szempontból tipikusnak tekinthető, hogy a vonalba rendezett zivatarláncok az áthelyeződésükre merőlegesen helyezkedtek el, egy adott pont fölött gyorsan átvonultak, a széllel, illetve a jéggel óriási károkat okoztak, de árvizet nem keltettek.

A Miskolcot súlytó szupercella előrejelzésével kapcsolatban: bár az időjárási helyzetben benne volt a nagyfokú labilitás, azonban azt, hogy pontosan hol és mikor jön létre az a zivatar, amely szupercellává fejlődik, jelenlegi tudásunk alapján nem lehet megmondani. Amikor a szupercella már kialakult, akkor annak követése és előrejelzése a meglévő eljárásokkal már lehetséges. Így a miskolci jégvihart nem, de a hortobágyi és a délkeleti országrészben okozott időjárási csapást 40–60 perccel nagy valószínűséggel előre lehetett jelezni.

A Budapestre lecsapó zivatarláncot a radarfelvételek alapján legalább 40–50 perccel lehetett előre látni. Azonban annak rendkívüli erőssége a fentiekben leírt, rövid idejű viharörvénnyel magyarázható. Ennek kialakulását a jelenlegi tudásunkkal nem lehet előre jelezni. A jelenséggel kapcsolatos tüzetesebb feldolgozások jelenleg is folynak.

A VESZÉLYES IDŐJÁRÁSI JELENSÉGEK ELŐREJELZÉSE AZ OMSZ GYAKORLATÁBAN

BONTA IMRE

ÖSSZEFOGLALÁS

A bemutatott eset, a szakma jelenlegi tudása és az OMSZ tárgybeli tevékenysége alapján megállapítható, hogy:

- A komoly időjárási károkat okozó események előrejelezhetősége korlátozott.
- Az időjárás előrejelzés térbeli és időbeli pontosságát csak valószínűségi értékek bevezetésével lehetőséges.
- Azon esetekben, amikor az előrejelzés lehetséges és még időben van (12–24 óra) a „riadólánc” többé-kevésbé létezik.
- Az időjárási esemény bekövetkeztét néhány órával előbb előrejelző tevékenység jelenleg alig hasznosul, a kapcsolódó „riadólánc” nagyon lyukas.
- A fél-, egy órával előre jelezhető események esetén az információk lényegében nem hasznosulnak a megfelelő reagáló képesség hiányában.

Ismeretes, hogy a gazdaság egyre sérülékenyebb az időjárási és éghajlati jelenségekkel szemben. Feltételezhető, hogy a térségünkre prognosztizált éghajlatváltozás egyik következménye lehet az időjárási és éghajlati szélsőségek gyakoriságának növekedése. Amennyiben e károk minimalizálását tűzzük ki célul, úgy elengedhetetlenek a meteorológiai fejlesztések, a megfelelő zártságú és hatékony „riadólánc” kiépítése, valamint az alkalmas reagáló képesség létrehozása.

SZINOPTIKUS LÉPTÉKŰ VESZÉLYES IDŐJÁRÁSI JELENSÉGEKET OKOZÓ OBJEKTUMOK ELŐREJELZÉSE

Általánosságban elmondható, hogy az egyre nagyobb kapacitású számítógépek segítségével az olyan viszonylag nagy térségre kiterjedő veszélyes időjárási jelenségek, amelyeket szinoptikus léptékű objektumok okoznak, ma már az esemény bekövetkezte előtt néhány nappal korábban megbízhatóan előrejelezhetők. Ezzel kapcsolatban érdemes megjegyezni, hogy Földünkön a tíz legnagyobb teljesítményű számítógép közül több is meteorológiai célokat szolgál, és ezek között van az európai központ (ECMWF) számítógépe is, ahonnan, amióta

1994 óta társult tagok vagyunk, mi is megkapjuk az összes információt. A másik fontos alapmodell, amelyet az OMSZ-ban használunk az ALADIN, amely egy korlátozott tartományú, térben meglehetősen finom felbontású (6,5 km) modell. Ez a modell az OMSZ épületében fut egy szuperszámítógépen.

Szinoptikus léptékű, nagyobb térségekre kiterjedő heves csapadéktevékenységet okozó objektumok voltak például azok is, amelyek a 2001-es felső-tiszai, vagy a 2002-es rendkívüli dunai árvizeket okozták, vagy az a csapadékrendszer, amely a 2003-as februári hóvihart okozta. Ezek esetében a megbízható számítógépes előrejelzések birtokában szolgálatunk az esemény bekövetkezte előtt már több nappal korábban kiadta a

riasztást a megfelelő ágazatok felé. Az 1. ábra például szépen mutatja, hogy a 2001-es tiszai árvíz esetében az OMSZ-nál futtatott ALADIN modell pontosan megadta a rendkívüli csapadék helyét és mennyiségét.

Az 1. táblázat szerint pedig a 2003-as havazás alkalmával az ECMWF modell nem csak a csapadék helyét és mennyiségét, hanem még a halmazállapotát is képes volt pontosan előrejelzni.

1. ábra

2001. 03. 03-ra az ALADIN előrejelzése



A 2001-es márciusi felső-tiszai heves csapadéktevékenységet az OMSZ-ban futtatott finomfelbontású ALADIN modell meglehetősen nagy megbízhatósággal jelezte előre. Az ábra jobb oldalán a tényleges csapadékmennyiség, a bal oldalán az ALADIN modell csapadék előrejelzése látható. (A Felső-Tisza vidékére a modell több mint 50 mm csapadékot prognosztizált.)

1. táblázat

2003-as rendkívüli havazás alkalmával az ECMWF (EC) és a szinoptikus (Szin) előrejelzése a csapadék mennyiségére és halmazállapotára vonatkozóan hat kiválasztott magyarországi városra, és a tényleges adatok

| Körzet | EC | Szin | Tény | EC | Szin | Tény |
|----------|-------|-------|------|---------|---------------------|--------------|
| Budapest | 10–20 | 10–20 | 12 | Hó | Hó | Hó |
| Miskolc | 10–20 | 5–10 | 11 | Hó | Hó | Hó |
| Debrecen | >20 | 10–20 | 16 | Hó | Hó | Hó |
| Szeged | >20 | >20 | 13 | Hó, eső | Ónos eső, havas eső | Hó, ónos eső |
| Taszár | 10–20 | 10–20 | 21 | Hó, eső | Hó, havas eső | Hó, eső |
| Pápa | 5–10 | 5–10 | 6 | Hó | Havas eső, hó | Hó, havaseső |

Az eset szépen mutatja azt is, hogy az ilyen szinoptikus léptékű rendszerek esetén a különböző modellek csapadék előrejelzése ugyan nem teljesen egyezik (mindkét modell nagy mennyiségű csapadékot prognosztizált,

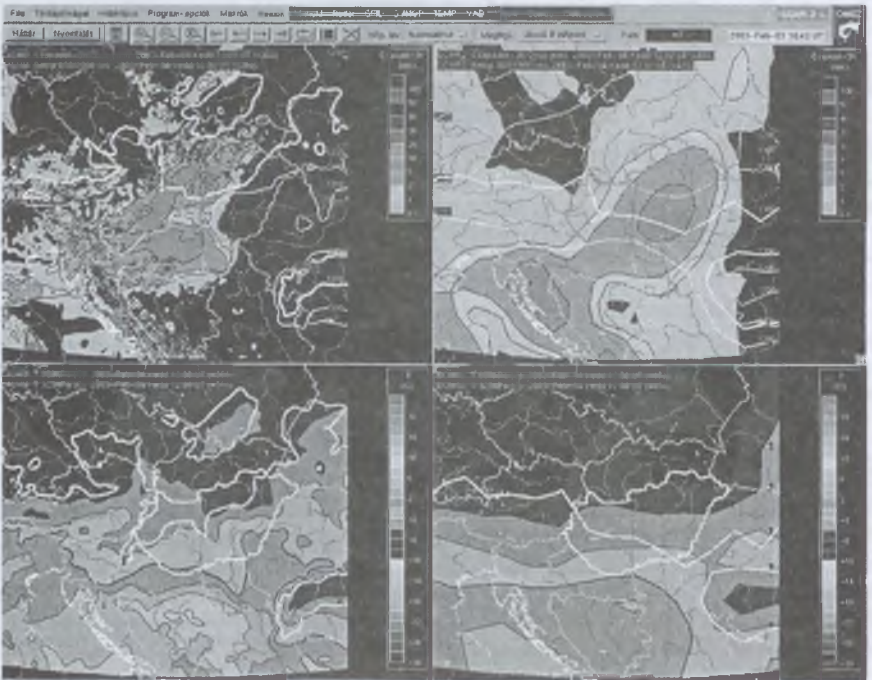
de az ALADIN nyugatabbra adja a csapadékszóna tengelyét, mint az ECMWF modell), a többi elemnél ugyanakkor, így a hőmérséklet esetében is, igen nagy a hasonlóság a modellek között. (Lásd a 2. ábrát.)

VESZÉLYES IDŐJÁRÁSI JELENSÉGEKET OKOZÓ MEZO ÉS LOKÁLIS LÉPTÉKŰ OBJEKTUMOK ELŐREJELZÉSE

Sokkal problematikusabb a 2004. június 9-i helyzethez hasonló mezo, illetve lokális léptékű viharok pontos előrejelzése. Ezzel kapcsolatban a fő gond, hogy a jelenlegi számítógépes előrejelzések a szinoptikus léptékű rendszereknél egy-két nagyságrenddel kisebb objektumokat nem mindig képesek előrejelezni. Ezek birtokában legfeljebb

az adható meg, hogy ezeknek a kisléptékű veszélyes időjárási jelenségeknek mekkora a valószínűsége, teljesen kizárható, hogy ezek kialakuljanak, vagy van esélye (például 70%), hogy ilyen objektumok keletkezzenek. Megjegyezzük, hogy ezeket a valószínűségi előrejelzési információkat sok helyütt alkalmazzák már a világban, nálunk a külső felhasználók többsége azonban még idegenkedik az ilyen típusú előrejelzés alkalmazásától, ezért ezek felhasználása hazánkban jelenleg még viszonylag szűkkörű, de terjedőben van.

2. ábra



Az ECMWF és az ALADIN modell csapadék és hőmérséklet előrejelzése 2004. február 4. 12 UTC-re

A lokális és a mezoléptékű rendszerek előrejelzésénél az ún. összeáramlási zónák analízise a legtöbb nyári konvektív helyzetben lehetővé teszi, hogy ezeket a kisméretű veszélyes időjárási jelenségeket a kialakulá-

suk előtt 5–6 órával lokalizálni lehessen. Az objektumok lokalizálása azonban a tudomány mai állása szerint csak úgy lehetséges, hogy a konvergencia zónák analízise alapján kijelölünk egy ún. veszélyeztetett területet

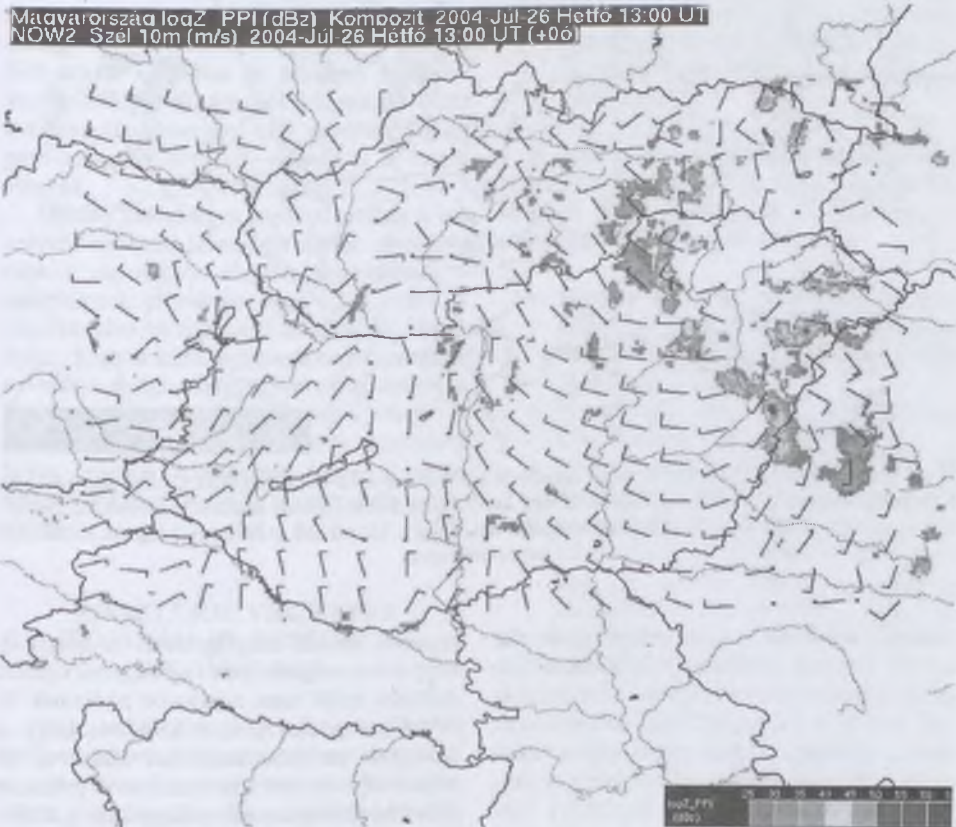
(például egy-két megyét), amelyen belül a lokális konvektív rendszerekből nagy az esélye, hogy heves csapadék, jégeső, vagy szélvihar alakuljon ki. Az objektumok kis mérete következtében azonban ezek többnyire nem az egész leriasztott területet érintik, hanem csak egy részét, ezért a leriasztott területen nem mindenütt következik be a várt vihar. Az alábbiakban erre látunk egy példát.

2004. július 26-án Miskolc, Debrecen térségében sokfelé volt felhőszakadás méretű eső, amelyet többfelé viharos szél is kísért.

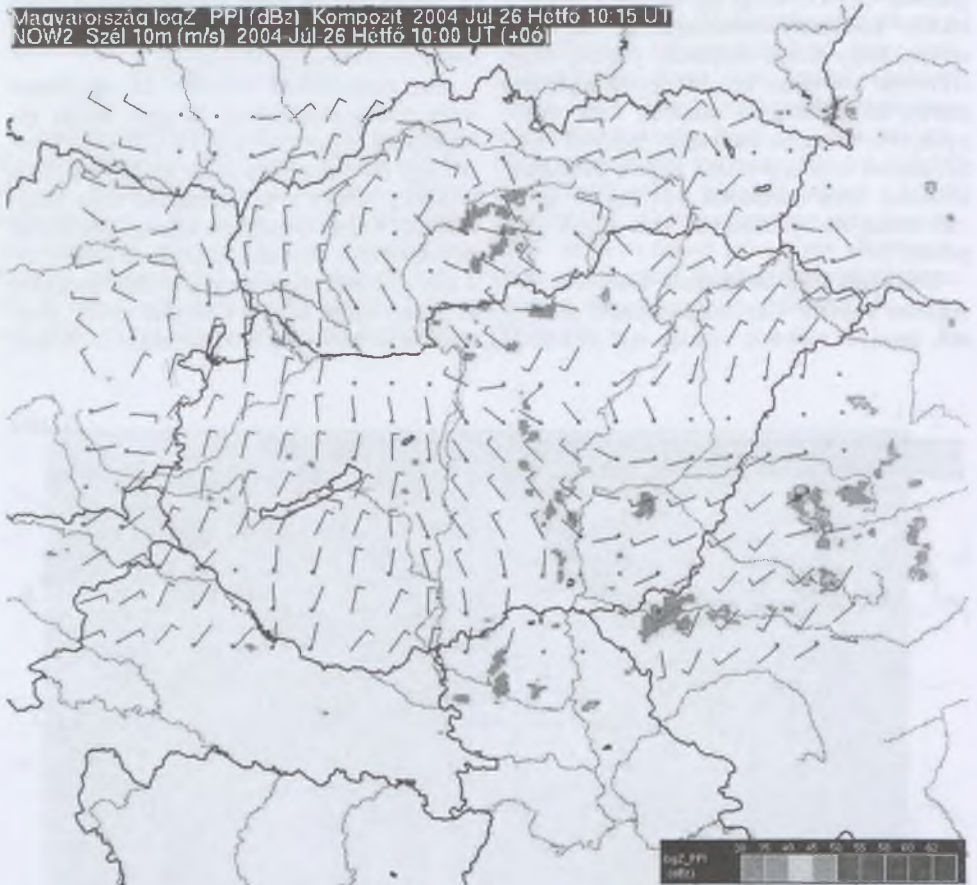
A veszélyes időjárási jelenségeket kiváltó objektumok a radarmegfigyelések szerint (3. ábra) 13 UTC-kor alakultak ki.

Ezt megelőzően azonban az egyébként nagy nedvességtartalmú és igen labilis rétegződésű levegőben már 10 UTC-kor lehetett egy összeáramlási zónát analizálni (ld. a 4. ábrát), amely jó prediktorként előre megmutatta, hogy a térségben néhány óra múlva heves viharok várhatók. Emiatt az előrejelző a három északkeleti magyarországi megyére ki tudta volna adni a riasztást heves zivatarokra az esemény bekövetkezte előtt már

3. ábra



2004. július 26-án 13 UTC-kor Miskolc, Debrecen térségében a radarmegfigyelések szerint heves zivatarok alakultak ki. A zivatarok kialakulásában jelentős szerepet játszott a térségben az órákon keresztül megfigyelhető összeáramlási zóna



2004. július 26-án 10 UTC-kor a heves zivatarok kialakulása előtt több órával az OMSZ állomásai és a finomfelbontású modell kombinálásával egy konvergencia zónát lehetett analizálni a Miskolc Debrecen vonalban, amely mint jó prediktor megadta azt, hogy a következő órákban hol fognak kialakulni heves zivatarok

órákkal korábban. A jelenlegi gyakorlat szerint azonban a túlbiztosítások elkerülése érdekében csak akkor riasztunk a távérzékelési eszközök (radar, műhold, villám lokalizációs rendszer adatai) segítségével, ha a térségben, vagy annak a környékén a veszélyes időjárási jelenségeknek legalább a kezdeti stádiuma már detektálható.

A riasztásnál nehézséget okoz, ahogy azt az új nyíregyházi dopler radar 15 percenként

egymást követő megfigyelései is mutatják hogy a konvergencia zóna segítségével kijelölt területen belül nem mindenütt alakulnak ki heves zivatarok. Arra a kérdésre, hogy a leriasztott területen belül hol alakulnak ki intenzívebb és kevésbé intenzívebb gócok, a radarképek alapján sok esetben csak a kialakulás időpontjában lehet válaszolni.

A radarképek sorozata alapján úgy tűnik, mintha ez a folyamat véletlenszerű lenne, de

természetesen nem az. A folyamat pontosabb modellezéséhez azonban sok olyan lokális hatást kellene figyelembe vennünk, amely jelenlegi mérőhálózattal még nem lehetséges.

Összefoglalva, a veszélyes időjárási jelenségek előrejelezhetősége erősen függ a jelenséget okozó rendszer méretétől és típusától. A szinoptikus léptékű rendszerek a számítógépes előrejelzések birtokában ma már több napra előre is megbízhatóan prognosztizálhatók, míg a lokális objektumok általában csak 3–6 órával korábban jelezhetőek előre. A lokális objektumok lehetséges kialakulási helyét a konvergencia zónák kijelölésével lehet meghatározni. Ezek alapján néhány megye területére kiadható a riasztás 3–6 órával korábban az esemény bekövetkezése előtt. Az objektumok kis mérete miatt azonban általában arra kell számítani, hogy nem az egész területen alakulnak ki heves viharok.

Néhány szélsőséges esetben, amikor a veszélyes időjárási jelenséget okozó objektum csak a radarképek alapján detektálható, a prognózisok időelőnye akár 1/2–1 órára is lecsökkenhet. A felhasználók részéről fontos lenne, hogy a külföldi mintákhoz hasonlóan a valószínűségi előrejelzéseket is tudják a jövőben hasznosítani, elfogadva, hogy a tudomány mai állása szerint a kisméretű heves viharok kialakulási helyének pontos előrejelzése ma még teljesen megoldott.

RIASZTÁSOK VESZÉLYES IDŐJÁRÁSI JELENSÉGEKRE AZ OMSZ-BAN

Végezetül összefoglaljuk, hogy az OMSZ mely esetekben ad riasztást heves zivatarokra, viharos szélre, nagy mennyiségű csapadékra, jégesőre, illetve intenzívebb havazásra az OKF-nek, a vízügyi ágazatoknak, illetve egyedi megállapodások alapján különböző vállalatoknak.

Az OVF részére figyelmeztető előrejelzés a következő feltételek megvalósulása esetén készül:

- Területi átlagban a Tisza vízgyűjtőjének valamelyikén 24 óra alatt 25 mm, vagy 48 óra alatt 40 mm, a Duna-magyarországi vízgyűjtőin 24 óra alatt 30 mm, vagy 48 óra alatt 50 mm-t meghaladó csapadékmennyiség várható.
- A Tisza vízgyűjtőinek esetén a fenti küszöbérték novembertől április végéig 20, illetve 30 mm, abban az esetben, ha az intenzív csapadék olvadással jár együtt.
- A riasztásokban a nyári időszakot kivéve ki kell térni a 0 fok magasságának a változására is, és utalni kell arra is, hogy a térségben mennyi lehet a hőmennyiség.

Az alábbi extrém időjárási eseményeknél kell riasztást adni az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóságnak (OKF) az esemény bekövetkezése előtt 36 órával:

- Néhány óra alatt kistérségre korlátozódva, de akár több göcban 50 mm-t meghaladó csapadék lehullása várható (felhőszakadás).
- 90 km/órát meghaladó szélsősebesség kialakulására kell számítani.
- Olyan havazás alkalmával, amikor 24 óra alatt a friss hóréteg vastagsága meghaladhatja a 20 cm-t.
- Olyan havazás alkalmával, amikor 24 óra alatt a friss hóréteg vastagsága meghaladhatja a 10 cm-t, miközben tartósan viharos szélre kell számítani (hőfűvások várhatók).
- téli extrém hideg időszakok esetében (napi középhőmérséklet -10 fok alatt), amikor ideiglenes melegedő helyek megnyitására van szükség.

A riasztást az esemény bekövetkeztéig 12 óránként meg kell erősíteni, szükség szerint módosítani.

A balatoni viharjelzésnél két fokozatban (12 m/s és 17 m/s-os szélereősségre) történik a viharjelzés kiadása a megfelelő szervek felé, az OKF kezelésében lévő jelzőrendszer segítségével az erős, illetve a viharos szél bekövetkezése előtt 1 órával.

Végezetül néhány fontosabb partner, akik

számára egyedi szerződések alapján riasztásokat adunk viharos szél, zivatarok, jégeső, nagyobb havazás, ónos eső bekövetkezése előtt 1–2 órával.

HUNGAROCONTROLL, MAVIR, Elektromos Művek, TVK, MOL, Dunai Vasmű, AKMI, közúti igazgatóságok, FŐKEFE, nagyobb építőipari cégek stb.

VIHAR, ZIVATAR, JÉGESŐ: 2004. JÚNIUS 9. (SZERDA)

SZIRMAY TAMÁS

ÖSSZEFOGLALÁS

A vihar közvetlenül érintett 11 db villamos viszonylatot, 5 db trolibusz viszonylatot, 3 db autóbusz viszonylatot, 2 db HÉV-et, a MILLFAV-ot és a Fogaskerekút. A BKV Rt. a napi normál üzemfenntartásra volt felkészülve, előzetesen semmilyen információval nem rendelkezhetett az esti várható vihar keletkezéséről. Az Országos Meteorológiai Szolgálat a hírközlő eszközökön sem jelezte a Fővárosra, illetve környékére érkező nagy erejű viharos időjárást. Ezért a vihar bekövetkeztekor kellett intézkedéseket tennünk a Központi Diszpécser és a Forgalmi Zavarelhárítás megerősítésére (műszakváltások eltolása, az éjszakai műszakban lévő munkatársak előbbi berendelése stb.)

Mivel a Fővárosi Tűzoltóság telefonjain sem a „forró” telefonon, sem a 105-ön, sem a 112-n keresztül nem tudtunk kapcsolatot teremteni 20.00-tól 0.00-ig a saját műszaki zavarelhárító egységeinket kellett igénybe venni minden helyszínrre. Kiemelt szerep hárult a felsővezeték-karbantartó és hibaelhárító részlegeinkre, amelyek a hajnali órákig dolgoztak a forgalom 10-én reggeli zavartalan beindítása érdekében.

A BKV Rt. Fődiszpécseréhez 2004. június 9-én 19.50-kor érkezett az első információ a vihar okozta akadályról.

A Főváros különböző pontjain jelentkeztek a viharkárok, amelyek elsősorban a kötött pályás járműközlekedésben vezettek jelentős zavarokhoz, a következők szerint:

| Az akadályoztatás ideje | Viszonylat | Az akadályoztatás oka | Tett intézkedések |
|-------------------------|-----------------------------|---|---|
| 19.50-től üzemzárásig | 28-as és a 37-es villamosok | A X. Sirkert utcánál felsővezetékre faág dőlt. | Utastájékoztató, műszaki zavarelhárítás helyszínrre irányítása, pótló autóbuszok beállítása. |
| 19.50-től 22.35-ig | 28-as villamos | A Ganz Mávagnál egy fa rádőlt a felsővezetékre. | Utastájékoztató, műszaki zavarelhárítás helyszínrre irányítása, terelt útvonalon közlekedtetés. |
| 19.50-től üzemzárásig | 56-os villamos | Hidasz u.-nál élőfa leszakította a felsővezetékét. | Utastájékoztató, műszaki zavarelhárítás helyszínrre irányítása, 56GY autóbuszok villamospótlásra sűrítve közlekedtetve. |
| 19.50-től üzemzárásig | 18-as villamos | Az 56-os villamossal összefüggésben vontatási áram kimaradás. | Utastájékoztató, rövidített útvonalon közlekedtetés. |

| Az akadályoztatás ideje | Viszonylat | Az akadályoztatás oka | Tett intézkedések |
|-------------------------|---------------------------|---|--|
| 19.50-től üzemzárásig | 50-es villamos | Bajcsy-Zs. útnál egy háztető ráesett a vágányra és a Városház utcánál egy faág rádőlt a felsővezetékre. | Utastájékoztató, műszaki zavarelhárítás helyszínre irányítása, Villanytelep - Béke tér között 2 db autóbusz pótolta. |
| 19.50-től üzemzárásig | 30-as villamos | A XX. Ady E. utcánál egy fa rádőlt a felsővezetékre. | Utastájékoztató, műszaki zavarelhárítás helyszínre irányítása, autóbusz pótolta. |
| 19.50-től üzemzárásig | 52-es villamos | A XX. Ady E. utcánál egy fa rádőlt a felsővezetékre. | Utastájékoztató, műszaki zavarelhárítás helyszínre irányítása, autóbusz pótolta. |
| 19.53-tól 21.15-ig | 41-es villamos | A XI. Kőérberki dűlőnél élőfa leszakította a felsővezetékét. | Utastájékoztató, műszaki zavarelhárítás helyszínre irányítása, a villamosok rövidített útvonalon közlekedtetése. |
| 19.59-től 20.20-ig | 62-es és 69-es villamosok | A XIV. Erzsébet királyné útja–Miskolci u. kereszteződésében élőfa dőlt a vezetékre. | Utastájékoztató, műszaki zavarelhárítás helyszínre irányítása. |
| 20.15-től üzemzárásig | 3-as villamos | Bihari út–Balkán u. kereszteződésénél egy fa rádőlt a felsővezetékre. | Utastájékoztató, műszaki zavarelhárítás helyszínre irányítása, autóbusz pótolta. |
| 20.00-től üzemzárásig | Fogaskerekű | Szent János kórháznál élőfa dőlt a vezetékre. | Utastájékoztató, műszaki zavarelhárítás helyszínre irányítása, rövidített közlekedtetés. |
| 20.00-től 20.23-ig | Ráckevei HÉV | Tököl–Ráckeve között nem volt vontatási feszültség. | Utastájékoztató, műszaki zavarelhárítás helyszínre irányítása, rövidített közlekedtetés. |
| 20.15-től 22.23-ig | Gödöllői HÉV | Palotakert állomáson egy fa rádőlt a felsővezetékre. | Utastájékoztató, műszaki zavarelhárítás helyszínre irányítása, autóbusz pótolta. |
| 19.57-től 20.23-ig | 74, 74A trolibuszok | Kacsóh P. úti felüljárónál leszakadt a felsővezeték. | Utastájékoztató, műszaki zavarelhárítás helyszínre irányítása, autóbusz pótolta. |
| 20.00-től 20.29-ig | 75-ös trolibusz | VII. Dózsa Gy. út–Damjanich u. kereszteződésében élőfa dőlt a vezetékre. | Utastájékoztató, műszaki zavarelhárítás helyszínre irányítása. |
| 20.32-től üzemzárásig | 79-es trolibusz | XIII. Kárpát u. –Dráva u. kereszteződésében egy élőfa leszakította a felsővezetékét. | Utastájékoztató, műszaki zavarelhárítás helyszínre irányítása, autóbusz pótolta. |
| 21.02-től 21.32-ig | 80-as trolibusz | Fogarasi út–Vezér u. kereszteződésénél egy fa a felsővezetékre dőlt. | Utastájékoztató, műszaki zavarelhárítás helyszínre irányítása, autóbusz pótolta. |
| 19.58-től üzemzárásig | 141-es autóbusz | XI. Mustár u.–Állvány u. kereszteződésében ELMŰ vezeték leszakadt. | Utastájékoztató, műszaki zavarelhárítás helyszínre irányítása, autóbuszok terelt útvonalon közlekedtetése. |

| Az akadályoztatás ideje | Viszonylat | Az akadályoztatás oka | Tett intézkedések |
|--------------------------|-------------------------|--|--|
| 19.58-tól üzemzárásig | 141-es autóbusz | XI. Mustár u.–Állvány u. kereszteződésében ELMŰ vezeték leszakadt. | Utastájékoztatás, műszaki zavarelhárítás helyszínre irányítása, autóbuszok terelt útvonalon közlekedtetése. |
| 20.00-tól 22.10-ig | 19-es autóbuszok | XX. Köves utcánál egy fa az úttestre dőlt. | Utastájékoztatás, műszaki zavarelhárítás helyszínre irányítása, autóbuszok terelt útvonalon közlekedtetése. |
| 20.00-tól üzemzárásig | 51-es autóbuszok | XX. Nagysándor József utcában az ELMŰ oszlop az úttestre és egy oszlop az autóbuszra dőlt. (személy sérülés nem történt) | Utastájékoztatás, műszaki zavarelhárítás és a rendőrség helyszínre irányítása, autóbuszok terelt útvonalon közlekedtetése. |

AZ IDŐJÁRÁS OKOZTA RENDKÍVÜLI ESEMÉNYEK A MÁV RT.-NÉL

FÖLDHÁZI GYÖRGY

ÖSSZEFOGLALÁS

A Magyar Köztársaság területén 7300 km-es vasúthálózat van. Ez a vasúthálózat az egyik legsűrűbbnek mondható Európában. A közlekedési ágak közül a vasút kevésbé sebezhető és kevésbé függ az időjárás viszontagságaitól. Ennek ellenére vannak olyan időjárási események, amelyek, ha időlegesen is, de megbéníthatják a vasúti közlekedést. Ilyen esemény volt 2004. 06. 09-én Budapest térségében bekövetkezett vihar. Az esti órákban Budapest térségében felkerekedett nagy erejű szél fákat döntött ki, faágakat tört le és sodort a MÁV Rt. felsővezetékeire és felsővezetéseket szakított el. Ennek következtében 19.10-től két vasútvonal kivételével valamennyi Budapestről kivezető vasútvonal járhatatlanná vált.

Az események elhárítására a MÁV Rt. nagy erővel vonult ki. Nagy létszámú készenléti szolgálat első lépésben a közvetlen életveszély elhárításán – a leszakadt felsővezetékek helyreállítása és a vasúti közlekedést veszélyeztető fák eltávolítása – túl gondoskodott a veszteglő vonatok utasairól is. A MÁV Rt. Üzemirányító Központja komoly szervező munkát végzett annak érdekében, hogy a vonatelakadásokból adódó késéseket mielőbb felszámolja. Gyakorlatilag 5 óra alatt helyreállították a vasúti forgalmat. Bizonyos vonatokat, ha kerülő útirányon is, igyekeztek folyamatosan közlekedtetni. Szerepeljen itt egy statisztikai adat: Budapest térségében ezen az estén 105 vonat 6320 perc késéssel tudott csak közlekedni. Mivel a budapesti elővárosi közlekedés több százezer embert érint, ezért ez az esemény nagy társadalmi visszhanggal járt. Hasonló események sajnos nem egyediek. Ugyanezen a napon Miskolc térségében volt jégeső és felhőszakadás. A felhőszakadás akkor különösen veszélyes, ha hirtelen lezúduló nagy mennyiségű víz elvezetése nincsen kellően megoldva. Ezek következménye „jobb esetben” *iszap és hordalék vasúti pályára kerü-*

lése, rosszabb esetben az ágyazat, alépítmény elmosása. Ez utóbbi különösen akkor veszélyes, ha a magas vízállás huzamosabb ideig fennmarad, és a víz eltakarja „tevékenységének eredményét”. Ilyen esemény is több esetben előfordult már, legemlékezetesebb az 1999-ben Kál-Kápolna és Nagyút állomások közötti, ahol a Mátrából lezúduló nagy mennyiségű víz elmosta a vasúti pályát.

A vasúti pályát támadó időjárási események közé soroljuk még télen a nagy mennyiségű *havat*, amely ha széllel párosul, komoly *hófúvást* jelenthet.

Téli időjárás veszélyei között meg kell még említeni a *jégesedést*, amely két irányban „támadja” a vasutat. Az egyik a felsővezeték jégesedése, amely nehezíti a közlekedést, de nagy mennyiségben felsővezeték szakadást eredményez. A pálya menti fákra lerakódó nagy mennyiségű jég a fák kidőlését eredményezheti, amely pályaelzárással, felsővezeték szakadással járhat együtt. A vasút számára kihívást jelent azonban a nagy meleg is. Az utas kényelmetlenségen túl a nagy meleg okozhat ún. *sinkivetődést* (a hő hatására kitégult vasúti sín nem tud a helyén maradni), amely siklást eredményezhet.

Az *árvíz* is azon események sorába tartozik, amelyek veszélyeztethetik a vasúti közlekedést. A magyar vasúthálózat több mint 10%-a tartozik az árvízveszélyes vonalak közé, nem beszélve a folyami hidakról. A vasúti hidak ugyanis könnyebbek a közúti hidaknál, ezért ha az árvíz során a víz szintje eléri a hidat, könnyen elsodródhat. A másik nagy veszély azon vonalakon van, ahol a vasúti töltés egyben gát is. Itt az átázás okoz nagy gondot, mert ilyen esetben a vonatközlekedést korlátozni, rosszabb esetben megszüntetni szükséges. Természetesen a legnagyobb problémát itt is a gátszakadás okozza.

Az időjárás okozta kellemetlenségekben a legrosszabb az, hogy *többnyire váratlanul jönnek*. Felkészülni ezért csak úgy lehet, hogy az időjárás okozta károk felszámolásához szükséges eszközöket és az azt kezelő személyzetet felkészítjük és az időjárás

előrejelzés függvényében fokozott készenlétet vezetünk be. Ennek azonban komoly gazdasági következményei vannak. Ma, amikor a piacgazdaság a MÁV Rt-től is a legnagyobb hatékonyságot várja el, nagyon nehéz az ún. „munka nélküli” készenlétet ebbe a rendszerbe behelyezni. Úgy gondolom, hogy a vasúti közlekedés biztonsága és a gazdasági hatékonyság nem szabad, hogy ellentétes fogalmak legyenek. Magyarország kedvező földrajzi helyzete megköveteli, hogy egy biztonságos, minden körülmények között használható vasúti közlekedést tartunk fenn. Ebben a folyamatba beletartozik a vasúti közlekedési rendszer „időjárás álló” műszaki fejlesztése és az esetleg bekövetkező események gyors elhárítására készenlétben tartott, jól képzett munkaerő alkalmazása, még a hatékonyság kedvezőtlenebbé tétele mellett is.

1. ábra



Leszakadt ág a felsővezetéken 2004. június 9-én

2. ábra



Nagy mennyiségű hordalék a vasúti pálya mellett

3. ábra



Az elmosott alépítmény Nagyút és Kál-Kápolna között 1999-ben

4. ábra



Vonat az átvágott hófúvásban

5. ábra



Átszakadt gát Sarkad és Gyula között 1974-ben

A KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSAI AZ ÁRAMELOSZTÁSRA

MUSSENBROCK KONRAD

ÖSSZEFOGLALÁS

Az elmúlt időszakban sok problémát okozott az áramelosztásban a rendkívüli időjárás. A vezetékhálózatra leginkább veszélyes szélsőséges időjárási helyzetek miatt az áramelosztásban kulcsszerepet játszó vezetékek, kapcsolókészülékek vagy transzformátorok gyakran meghibásodtak. Ilyen jelenségek: az erős szélvihar, a jegesedés (zúzmara) és a hirtelen eső. A károk keletkezésében szerepet játszik az is, hogy az ELMŰ vezetékhálózata zömében szabadvezeték.

Az erős szélvihar veszélyes lehet a szabadvezeték-hálózatra, mert még a megfelelően méretezett és kivitelezett szabadvezeték-hálózat is meghibásodik nagyobb, erősebb szélviharban. Mindenekelőtt az erős szélviharban a fák veszélyeztetik a szabadvezeték-hálózatot, annak ellenére, hogy szabványok előírásai rendelkeznek a vezetékek és a fák elhelyezéséről, amit az ELMŰ be is tart, de a fák tulajdonosai gyakorta nem gondolják fáikat, a távolságok lecsökkennek, ami már kisebb szélben is gondot okozhat. Nagyobb vihar az előírásoknak megfelelően telepített hálózatban is okozhat károkat.

A jegesedés következményei többértően károsíthatják a hálózatot:

– A jég ráakadik a vezetékekre, a megnövekedett súlyú vezeték veszélyesen megnyúlik, vagy elszakad.

– A jég akadályozza a szabadtéri kapcsolókészülékek működését.

– A jég ráakadik a fákra, melyek a teher hatására hozzáérhetnek a vezetékekhez, vagy rádőlhetnek azokra.

A hirtelen lezúduló eső többirányú károkat okozhat, különösen, ha lakott területeken

a lezúduló csapadékokat nem sikerül elvezetni, ugyanis városias településekben az áramszolgáltatók kábelvezetéseket fektetnek és a transzformátorokat az épületek pincéiben helyezik el. Gyakori a pincék elöntése. A pincékbe folyó csapadékvíz gyorsan eléri a 30-40 centimétert is, ami a villamos berendezésekben zárlatot okoz. A zárlat okozta hibák sajnos nem javíthatók, így általában a berendezés teljes cseréje szükséges.

Az elmondottak következményei az áramelosztásban összefoglalóan a következők:

(1) A jég, a víz, a fa, az elszakadt vezeték egyaránt zárlatot okoz. Ez veszélyes a berendezésre és környezetére, ezért ki kell kapcsolni az áramot.

(2) A megsérült berendezések ilyen esetekben rendszerint csak cserével, újjáépítéssel javíthatók.

(3) Az újjáépítés időigényes és a helyzetet tovább súlyosbítja, ha egyidőben sok helyen kell újjáépíteni.

(4) Az újjáépített hálózat továbbra sincs védve a környezet hatásai ellen.

(5) Az ilyen jellegű helyreállítási munkák az elmúlt időszakban éves szinten 100 M Ft többletköltséget okoztak.

(6) Az áramszünetek hossza megnő.

Mindezek következményei a fogyasztókra nézve a következők lehetnek:

(1) Egy-egy vezeték meghibásodása esetén egész falvak vagy városrészek áramellátása megszűnik.

(2) Normál viszonyok között az áramszünet várható időtartama 2–3 óra – vihar után ez az időtartam kedvezőtlen esetben több nap is lehet.

(3) Az áramszünet miatt a fogyasztóknál megszűnik a fűtés/hűtés, világítás és szinte minden szolgáltatás (tévé, számítógép stb.), a termelő üzemek leállnak.

(4) A fogyasztók döntő többsége nincsen felkészülve az ilyen helyzetek tartós elviselésére.

A rendkívüli időjárási helyzetek tanulságai és feladatai az alábbiak:

Az áramszolgáltató részére

– Akciótervek kidolgozása rendkívüli helyzetek kezelésére.

– Együttműködés a katasztrófavédelem-

mel a balesetveszélyes helyzetek felismerésére és megszüntetésére.

– Külső kivitelezők bevonása révén a helyreállítások gyorsítása.

– Biztonsági készletek a lakosság egy-egy tartósan áram nélküli csoportjának megsegítésére.

– Megfelelő, közérthető tájékoztatás az önkormányzatok, lakosság, illetve a média részére.

A fogyasztók körében

– A fogyasztók döntő többsége rendelkezzen ilyen helyzetekre elképzelésekkel vagy tartalékokkal.

– A tapasztalatok szerint a helyzetek megelőzésére alkalmas műszaki megoldások többletköltségeit az ügyfelek nem kívánják finanszírozni.

– Minden önkormányzat készítsen akciótervet és azt egyeztesse az áramszolgáltatóval.

– A közellátást végző vállalatok (például vízmű, gázmű stb.) közösen készítsenek krízishelyzeti tervet tartós áramszünetekre.

A FŐVÁROSI CSATORNÁZÁSI MŰVEK RÉSZVÉNYTÁRSASÁG ÜZEMELTETÉSI TERÜLETÉN A SZÉLSŐSÉGES IDŐJÁRÁSI ESEMÉNYEK OKOZTA HELYZETEK KEZELÉSE

PALKÓ GYÖRGY

ÖSSZEFOGLALÁS

A Fővárosi Csatornázási Művek Részvénytársaság Magyarország legnagyobb környezetvédelmi szolgáltató vállalata, melynek legfontosabb tevékenysége a szenny- és csapadékvíz elvezetése, kezelése és tisztítása. Fő szolgáltatási területe Budapest, azonban több, a főváros közigazgatási határán kívül lévő agglomerációs település (Nagykovácsi, Üröm, Budakalász, Kerepestarcsa, Gyál, Vecsés, Üllő stb.) szennyvizet is a fővárosi csatornahálózat fogadja. Folyó év május-június hónapban országszerte, így a fővárosban is rendkívül szélsőséges időjárás volt tapasztalható, amely nem kerülte el a fővárosi kezelésszerű, részvénytársaságunk által üzemeltetett létesítményeket sem. Társaságunk a szélsőséges feltételek között is zavarmentesen biztosította a fővárosban keletkező szennyvizek elvezetését, és műszaki lehetőségek szerinti tisztítását.

A biológiailag tisztított vizek aránya az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telep rekonstrukcióját követően ugrásszerűen megnövekedett. Budapesten a szennyvíz 33%-a biológiai tisztítás után jut a Dunába, ebből 12% tápanyag-eltávolító kezelést is kap.

Az alaptevékenységen kívül az FCSM Rt. ellát egy további igen fontos közfeladatot is: Budapest ár- és belvízvédelmi rendszerének üzemeltetését. A rendkívüli időjárás következtében a fővárosban 2002-ben két ízben is szükség volt ár- és belvízvédekezésre. Augusztusban a Duna 848 cm-en tetőzött. Ez volt a legmagasabb vízszint Budapesten az elmúlt 150 évben. A részvénytársaság munkatársainak köszönhetően a főváros megmenekült a fenyegető katasztrófától.

Társaságunk 2001. január elsején bevezette az ISO 9001:2000 és ISO 14001 szabványok szerinti minőségbiztosítási és környezetközpontú irányítási rendszert, azóta ennek megfelelően végzi feladatát, kiemelten kezelve a környezetvédelemmel kapcsolatos problémák megoldását, ezzel együtt a váratlan eseményekre kidolgozott technológiai és szervezési feladatok megvalósítását.

Az általunk üzemeltetett csatornaműnél a nagymennyiségű csapadék főleg az elválasztott rendszerű csatornahálózatokban okoz gondot. Ezek hidraulikai méretezése során a tervezők csak a szárazidei szennyvíz csúcsot veszik figyelembe, a csapadékvizeket nem.

A gyakorlatban jelentős mennyiségű csapadékvíz juthat és jut is a szennyvízcsatornába:

– infiltrációval, a rosszabb minőségű csatornákból, a megemelkedő talajvízszint következtében;

– az utak felületéről a fedlapokon keresztül;

– az ingatlanokról, a csatornahasználók fegyelmezetlensége, illegális csapadékvíz bevezetése következtében.

A csapadékvíz mennyisége hidraulikai túlterhelést okoz a rendszerben. A hálózaton és az átemelő telepeken előtések lehetnek. A tisztítótelep működését is károsan befolyásolja a nagy mennyiségű csapadékvíz, csökkenti az ülepítők hatásfokát, kimossa az eleveniszapot a rendszerből.

A csatornamű egyes elemeiben esetlegesen jelentkező problémák és kezelési módszereink az alábbiak.

A hálózat. Nagy intenzitású csapadék hatására az egyesített rendszerű csatornában a szállított víz szintje átmenetileg megemelkedik, késleltetett vízvezetés alakulhat ki, ami az ingatlanok mélyen fekvő, visszatorlódás elleni védelemmel nem rendelkező szerelvényein keresztül előntést okozhat. A 253/1997. (XII. 20.) Kormányrendelet (OTÉK) 77. § (1) bekezdése szerint „Az építmény csatornahálózatát úgy kell megvalósítani, hogy az építménybe szennyvíz visszaáramlás ne keletkezzék”, de ezt sok helyen nem tartják be.

Ha az elválasztott rendszerű szennyvíz-csatorna hálózatba csapadékvíz bevezetés történik, akkor esőzések alkalmával, a csapadékvíz szállítására nem méretezett csatornában visszatorlódó víz szintén előntést okozhat. Nehézséget jelent a csatornahálózat üzemeltetésében az ún. illegális csapadékvíz bekötések felderítése. Megelőzőképpen Társaságunk az illegális csapadékvíz bekötéseket füstbevezetési technológiával vizsgálja, és az érintett ingatlan tulajdonosait írásban felszólítja a csapadékvíz-bevezetés megszüntetésére. Ha felhívásunknak a tulajdonos határidőn belül nem tesz eleget, a teljesítésre a település jegyzője kötelezi, és szükség szerint a tulajdonosra bírságot szab ki.

A közcsatornában száraz időszakban, kis vízhozam és a lassú áramlás következtében a csatorna légterében időszakosan kellemetlen szaghatás alakulhat ki. A szállított szennyvíz szaga a környezetbe juthat a fedlapok nyílásain, a víznyelőkön, illetve a csatornahálózatba bekötött tetőlefolyókön keresztül.

Normál szárazidőszak esetében 4 db csatornatisztító célgép áll a Központi Ügyeletünk rendelkezésére 24 órás szolgálatban. A bejelentéseket 24 órás ügyeleti rendszerben fogadjuk. Rendkívüli helyzetben, csapadékos időszakban átcsoportosításokkal biztosítjuk a megfelelő mennyiségű célgépet, ami adott esetben akár a teljes állomány is lehet. Valamennyi olyan esetben, ahol a

bejelentés tárgya előntés volt, utólagosan bűvárvizsgálatot végzünk és megpróbáljuk megállapítani az előntés lehetséges okát.

Az átemelő telepek. A Főváros területén személyzetes és automata átemelő telepek biztosítják a szennyvíz elvezetését. Az átemelő telepeken a hirtelen lezúduló nagymennyiségű csapadék a következő gondokat okozhatja:

Személyzetes telepek. A legnagyobb problémát az jelenti, ha a nagy esőzésekhez energia ellátási és/vagy elektromos üzemzavar is kapcsolódik. Ilyenkor a csatormaszint feletti, de még térszint alatti műtárgyak (szűrőházak, gépházak) előntésének veszélye áll fenn.

Magasabb Duna vízállás esetén ezt tetézi, hogy a szabadkiömlőket sem tudjuk működtetni. Társaságunk elsődleges feladata ilyenkor a telepek védelme, az előntés megakadályozása, a technológiai és elektromos berendezések működőképességének megőrzése.

Jelentős probléma a nagy vízmennyiséggel együtt hirtelen érkező nagymennyiségű rácsszemét, ami az átlagos mennyiség akár 8–10-szerese is lehet és a szűrőrácok eltömődését okozhatja. A rácok átteresztőképessége lecsökken, a víz visszatorlódik és a vízszint tovább emelkedik. A kúszógerebes rácsonál fennáll a veszélye a meghajtó villanymotorok megmerülésének. A rácok és a hozzájuk tartozó kihordó rendszerek (szállítócsigák, esetleg szállító szalagok) működő képességének fenntartása folyamatos felügyeletet és gyakori kézi beavatkozást igényel.

A szabálytalan csatornahasználat következtében telepre érkező fagerendák, lécek, autófelnik stb. miatt jellemző meghibásodás a szűrőrácok esetében a rácsfésű, a szállítócsigák esetében a csigalevelek eldeformálódását okozhatja.

Gondot jelenthet a gépi berendezések mechanikus, vagy elektromos meghibásodása, ezért a beépített kapacitások megfelelő tartalmúkat építjük ki, ha van rá lehetőség.

Az automata telepek. A külső kerületekben lévő személyzet nélküli átemelő telepe-

ink döntő többsége elválasztott rendszerű, szennyvízcsatorna hálózat átemelői. A szabálytalan csatorna használat miatt már közepes intenzitású csapadék esetén is túlterheltekké válhatnak, amely miatt az üzemi és a beépített melegtartalék szivattyúk egyidejű működése mellett sem képesek az érkező vizeket elvezetni, s ez akár a hálózat káros visszaduzzadásához is vezethet.

A tisztító telepek. A Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepen a hirtelen lehullott nagy mennyiségű csapadék leválasztása nem okoz problémát. A telephez kapcsolódó Zsilip utcai zápor átemelő megépülése óta magas vízállás esetén is biztosított a csapadékvizek átemelése. Csapadék esetén, háromszoros hígításig a víz centrifugál szivattyúk segítségével a sodorvonalba kerül. Háromszoros hígítás felett a csapadékvizet propeller szivattyúk juttatják parti kiömléssel a Dunába.

A Dél-pesti Szennyvíztisztító Telepen a hirtelen lehullott nagy mennyiségű csapadék leválasztására 3600 m³-es záportároló kapacitással kiépített műtárgy szolgál, mely a normál üzemi szennyvíz mennyiség felett érkező víz egy részét tárolja. Szükség esetén a Népjóléti árok is képes elvezetni az ezen felül érkező szennyvíz mennyiséget, így a telep műtárgyait és a szennyvíztisztítási technológiát nem fenyegeti veszély.

Élővízfolyások. Az esőzések következtében jelentős mennyiségű hordalék rakódik le az árkokba, melyek mennyisége az orkán-szerű viharok során kidöntött fák, letördelt gallyak torlaszképződése folytán tovább növekedhet. Rendezetlen vízfolyásainkon, pl. XII., Irhás árok, – Diós árok, III., Kőbánya úti árok, szinte minden esőzés eltömíti az átereszeket, a zártszelvényű szakaszokat.

Az FCSSM Rt. (2003) fontosabb adatai:

| | |
|--|---|
| Ellátott lakosság: | 1,7 millió fő |
| Csatornahálózat hossza: | 4915 km |
| Közbenső automata átemelő telepek száma: | 145 db |
| Végponti átemelő telepek száma: | 24 db |
| | ebből 8 db személyzetes, |
| | 16 db automata |
| Évente elvezetett szenny- és csapadékvíz mennyisége: | ~ 224 millió m ³ |
| Naponta keletkező szennyvíz mennyisége a fővárosban: | 600 000 m ³ |
| Biológiai tisztítótelep: | 2 db |
| | (280 000 m ³ /nap kapacitás) |
| Foglalkoztatottak száma: | 1147 fő |

ÉGHAJLATVÁLTOZÁS ÉS VILLAMOSENERGIA-IGÉNYEK

GERSE KÁROLY

ÖSSZEFOGLALÁS

Néhány példa is egyértelműen visszaigazolta azokat a korábbi tapasztalatokat, hogy a villamosenergia-igények változása leginkább az időjárás változásától függ. Ezen belül az éghajlatváltozás hatása elsősorban a nyári hónapokban, az átlagos hőmérséklet-növekedés következtében kikényszerített klímaberendezések beépítéséből és tartós működtetéséből valószínűsíthető.

Az időjárás mellett más tényezők is lényegesen befolyásolják a villamosenergia-igények tartósan megfigyelhető változását, ezek közül elsősorban a fogyasztói tarifarendszer hatását lehet kimutatni. Ugyanakkor ezen változások a tarifarendszer megfelelő módosításával kedvező irányban is befolyásolhatók. A villamos energia árának a költségeket kell követni, mint arra a közüzemi zónaidő és tarifarendszer módosítására vonatkozó ábrán bemutatott javaslat kísérletet tesz.

A munkanapi csúcsteljesítmény igények növekedése miatt az üzemben tartott berendezések kihasználási óraszám, így a rendszer hatékonysága csökken. A többletforrások rendszerben tartása többletköltségeket, a jelenlegi tartalékok kimerülését követően beruházásokat igényel, amely végeredményben az átlagos fogyasztói költségek és árak növekedéséhez vezet.

A napon belüli csúcsigény és minimum különbségének növekedése több jól szabályozható (teljesítményét rugalmasan változtatni képes) berendezés üzemben tartását, a fogyasztási és termelési egyensúly minimális völgyidőszaki teljesítéséhez esetenként a légköri káros anyagkibocsátással nem járó Paksi Atomerőmű visszaterhelését, hosszabb távon a rendszer szabályozás biztosításához új, erre a feladatra alkalmas erőművi egység beépítését igényli.

A szakirodalomból ismert „kacsagörbe” alakjának megváltozása, a nyári teljesítmény igények növekedése a csak jó időben karbantartható, úgynevezett „szabadtéri” hazai erőművek mellett nyári kapacitáshiányt, a beszerzési árak, így végső soron a fogyasztói költségek növekedését eredményezi. Általánosan kedvezőtlen időjárás esetén, mint arra a 2003-as nyár példát mutatott, a nyári villamosenergia ára meghaladhatja a téli időszakbeli árakat, különösen kedvezőtlen esetben még fogyasztói korlátozásokkal is számolni kell. Az előbbi hatást fokozhatja, hogy a rendszerbe lépett modern gázturbinás egységek karbantartási filozófiája az ezek többségében „állapotfüggő”, ami azt jelentheti, hogy a karbantartásra nem tetszőlegesen időpontban, a rendszer teljesítménymérlegéhez illeszkedően, hanem a berendezés előírt karbantartási ciklusainak időpontjához illeszkedően kerül sor.

Az utóbbi két hatás a beépített teljesítőképesség növelését igényelheti, amely egyértelműen költségnövekedéssel jár.

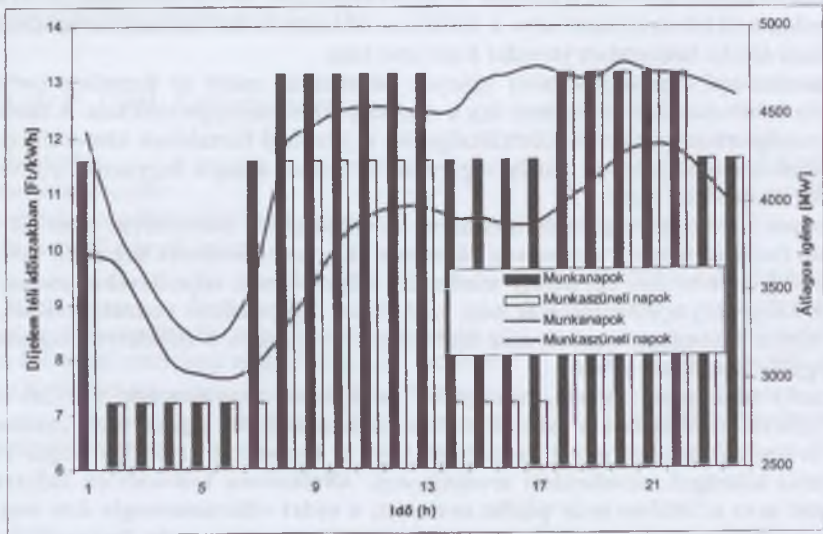
A villamosenergia-iparon kívüli hatásokra (szűk kapacitások miatt) olyan esetek is előfordulhatnak, amikor az igények ellátásához szükséges erőművi termelő berendezések rendelkezésre állnak, de azok működtetését tüzelőanyag hiány korlátozza, mint

arra a 2002–2003-as téli időszakban a földgázellátó rendszer korlátos szállító kapacitása miatt hosszabb időszakokban is példa adódott.

Az előbbi, elsősorban technikai hatásokat tovább rontja a villamosenergia-piac megnyitásából adódó modellváltás hatása. Míg korábban az egy adott terület (vagy ország) ellátásáért felelős villamosenergia-ipari társaságok a statisztikai adatbázisok és a változások figyelemmel kísérése alapján optimalizálni tudták a forrásoldali szerkezetet, illetve esetenként fogyasztói igényoldali befolyásolási módszerekkel a villamosenergia-igények alakulását, addig a piacnyitást követően csak egy szűk szegmensét látják az ellátásbiztonság és azok költsége szempontjából fontos paramétereknek. A rendszer egészének optimalizálása helyett csak egy részrendszer optimalizálását tudják elvégezni, amely teljes rendszert tekintve valószínűleg rosszabb eredménnyel jár. Ezt a piacnyitás racionálisabb működést eredményező hatása csak részben tudja ellensúlyozni.

Mindezek eredőjeként az úgynevezett jóléti energiaigény növekedése többletkapacitások rendszerben tartását igényli, ez költségnövekedéssel jár, amely a termelési célú felhasználás költségeit is megnöveli, így végeredményben a nemzetgazdaság működési költségei növekszenek, nemzetközi versenyképességünk csökken.

1. ábra



Téli időszámítás figyelembevételével javasolt új zónaidőrendszer [4]

BEVEZETÉS

A széles közvélemény számára is közzismert, hogy az időjárás változása – ezen belül elsősorban a hőmérséklet, a fedettség, a csapadékviszonyok és a széljárás – jelentősen befolyásolja a mindenkori villamos-

energia-igényeket¹. Az igények növekedése

¹ Általánosságban villamosenergia-igényeken mind a teljesítményt, mind az egy adott időszak alatt felhasznált energiamentyiséget értjük. A részletes elemzéseknél a teljesítmény- és energiafogalmat természetesen megkülönböztetjük.

vagy csökkenése elsősorban a felhasználók változtatlan komfort érzetének (megvilágítás, tartózkodási hely hőmérséklete, klímaviszonyai) lehetőség szerinti biztosításával van összefüggésben. Ezekről, az azonnal jelentkező igényváltozásoktól meg kell különböztetni az éghajlatváltozás hatását, amely érdeemben csak a változások hosszabb távú elemzése alapján mutatható ki. Jelen cikk az elmúlt mintegy nyolc év tendenciái alapján megkísérli annak bemutatását, hogy az éghajlatváltozásnak vannak-e következményei a villamos energia igények alakulására, ezek jól megkülönböztethetők-e az egyéb tényezők hatásától és milyen következmények várhatók. Néhány jellemző példa említésétől eltekintve nem foglalkozik az éghajlatváltozásnak az erőművek üzemére, üzemeltetésére gyakorolt hatásával.

AZ IDŐJÁRÁS VÁLTOZÁS HATÁSA

A hőmérséklet változásából adódó igényváltozásokra a villamosenergia-rendszer működésének, operatív üzemvitelének tervezéséért, végrehajtásáért felelős szervezetek hosszabb időre visszatekintő statisztikai adatokkal rendelkeznek, elsősorban a napi középhőmérséklet vonatkozásában és ez alapján az ellátás biztonsága érdekében szükséges intézkedéseket kellő időben és módon kezdeményezni tudják.

A teljesítmény igény napi maximumának és lefutásának előre jelzése különös fontossággal bír a villamosenergia-ellátás költsége szempontjából is. Ennek magyarázata, hogy nagyobb várható teljesítmény igény esetén több berendezést kell üzemben tartani, amelyek egy esetleg kisebb tényleges igény esetén feleslegesen, rosszabb hatékonysággal, így drágábban működnek, míg a ténylegesnél kisebb várható teljesítmény igény előre jelzése esetén annak kielégítése nehézségekbe ütközhet, esetleg csak gyorsan indítható, de nagyon drágán működtethető berendezések (ún. csúcserőművek) üzembe vételével oldható meg. Erre is tekintettel az

MVM Rt., mint az ország ellátásának biztonságáért felelős társaság folyamatosan támogatta és saját maga is végezte azokat a vizsgálatokat, amelyek az időjárás teljesítmény- és energiaigényekre gyakorolt hatásának előre jelzését, ezek pontosságának növelését célozták. Az utóbbi időben a hőmérséklet mellett egyéb paraméterek felhasználási lehetősége is vizsgálat tárgyát képezte. [1, 2]

A 80-as évek végén, 90-es évek elején közismert volt, hogy 1 °C-nyi hőmérsékletváltozás, mintegy 50 MW bruttó – az erőművek önfogyasztását is tartalmazó – terhelésnövekedést vagy -csökkenést okoz. A tapasztalati adatok és a modern számítástechnikai lehetőségek felhasználásával a tényleges folyamatok lényegesen pontosabban elemezhetők és gyakorlati célokra jól használható hőmérséklet érzékenységi diagramok, összefüggések szerkeszthetők. Erre mutat példát az 2. ábra, amely a 2001. évi tényleges villamosenergia-igények figyelembevételével meghatározott érzékenységi tényezőket ábrázolja.

A 2. ábra is mutatja, hogy a villamosenergia-igény a nyári időszakban a hőmérséklet növekedésével, a téli időszakban a hőmérséklet csökkenésével növekszik.

A gázturbinák és a szélenergiát hasznosító erőművek megjelenésével az időjárás változása nem csak a villamosenergia-igények változását, hanem a termelő berendezések teljesítőképességét is befolyásolja. A modern erőművek jelentős hányadát képviselő gázturbinák például közel állandó térfogatú levegőt szívnak be, így a levegő hőmérsékletének növekedésével csökkenő tömegáram függvényében a gépek teljesítménye is csökken (ugyanakkora, de nagyobb hőmérsékletű levegőtérfogat kevesebb tüzelőanyag elégetését teszi lehetővé).

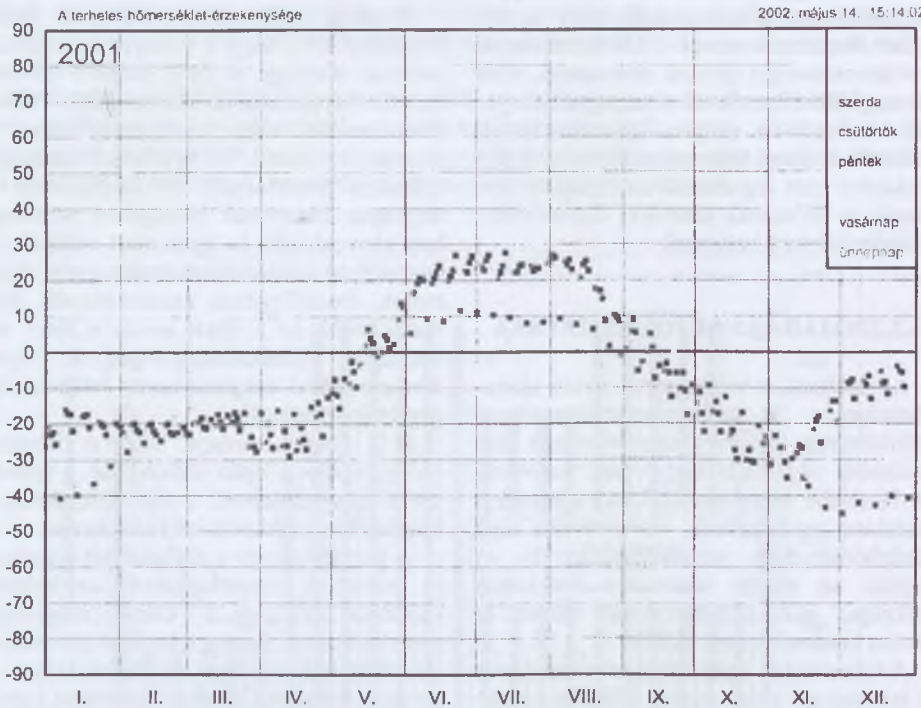
Az újabban nagy számban megjelenő szél erőművek csak egy minimális, (pl. 3,5 m/sec) szélesebb felett kezdenek villamos-energiát termelni, termelésük a szélesebbességgel növekszik, ugyanakkor egy maximális szélesebbesség (rendszerint 25 m/sec)

felett a berendezés károsodásának megelőzésére le kell állítani őket. Termelésük időbeli változását a széljárás befolyásolja, így rosszul tervezhető és a meg nem termelt energiamentiség pótlására hagyományos erőművet kell rendszerben tartani, üzemeltetni. Ezzel a villamosenergia-igények időjárásfüggő kielégítése jóval nagyobb

elvárást támaszt az előrejelzésekkel szemben is.

Az éghajlat változása elsősorban csak bizonyos szokásos időjárási jelenségek gyakoriságával, paramétereinek értékével, változási sebességével befolyásolja az igények változását, ezzel a rendszer tervezését, üzemeltetését, így hatását nehéz kimutatni, különválasztani.

2. ábra



Hőmérséklet érzékenységi tényezők különböző naptípusokra 2001 évre [1]

VILLAMOSENERGIA-IGÉNYEKET BEFOLYÁSOLÓ EGYÉB TÉNYEZŐK

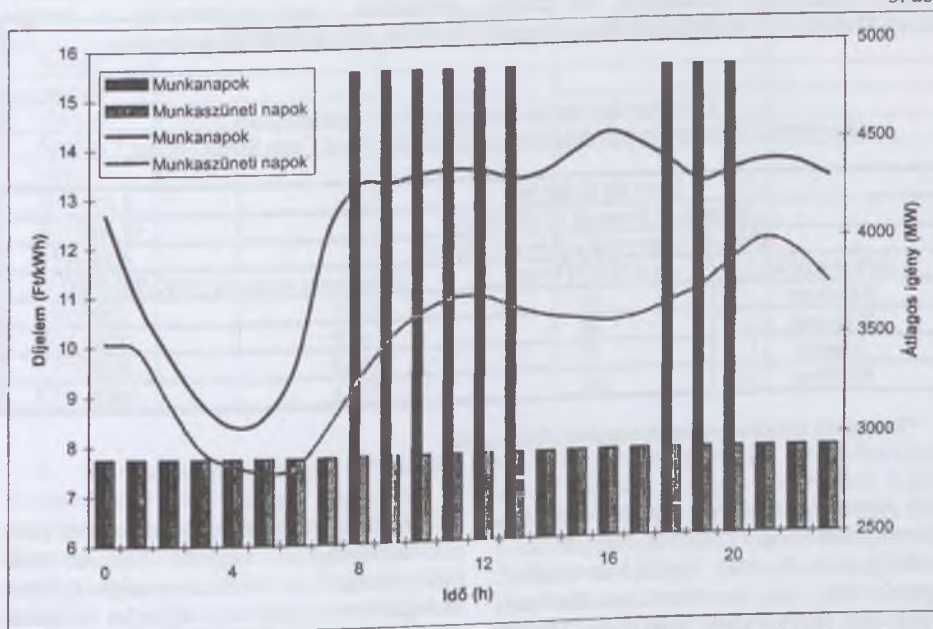
A villamosenergia-igények tényleges alakulását, a változások okait vizsgálva úgy tűnik, hogy rövid- és középtávon is egyéb tényezők lényegesen nagyobb hatást gyakorolhatnak a villamosenergia-igények nagyságára és annak alakulására, mint az éghajlat változása.

Ezek közül elsőként a fogyasztói tarifarendszer hatását emeljük ki. Mindazok a fogyasztók, amelyek képesek fogyasztásukat annak költsége függvényében rugalmasan változtatni, alkalmazkodni fognak az aktuális villamosenergia-ár változásához. Erre Magyarországon jelenleg csak az úgynevezett teljesítménymutató fogyasztásmérővel rendelkező nagyfogyasztók, illetve a programozott, például hangfrekvenciás körvezér-

léssel² vezérelt fogyasztók képesek. Az utóbbiak hatását a napi fogyasztói igénylefutásra a következőkben részletesen is elemezzük, a jelenség lényegét azonban jól mutatja a 3. ábra, amely a jelenlegi közüzemi zóna-

idő és tarifarendszerben ábrázolja a 2002. évi munkanapi és munkaszüneti napi átlagos villamosenergia-igény (folyamatos vonallal), illetve a nagykereskedelmi értékesítési árak (oszlopokkal) lefutását.

3. ábra



2002. évi átlagos fogyasztások alakulása, valamint a nagykereskedelmi zónaidő és tarifarendszer

Jól látható, hogy munkanapokon a fogyasztói csúcs a délutáni úgynevezett tarifális „völgyidőszakokban” jelentkezik és az esti tarifális csúcs zónaidő az átlagos teljesítményigény értékeket tekintve valójában nem is csúcsidezők.

² A fogyasztói vezetérendszerhez – a fogyasztóhoz telepített, távvezérelhető kapcsoló után – fixen csatlakoztatott fogyasztói készülékeket (például: melegvíz bojler, hőtárolós kályha) az elosztóhálózaton továbbított hangfrekvenciás jelekkel központilag kapcsolnak be, vagy ki. Abban az esetben, ha a boilerben tárolt vízmenynyiség hőmérséklete eléri a helyileg beállított értéket, a kikapcsolás a helyi vezérlés segítségével megtörténik.

Olyan esetekben, amikor a lakossági fogyasztóknak is lehetővé teszik a mindenkori vásárlási ár megismerését – és a fogyasztás változtatásával ehhez történő alkalmazkodást – jelentős megtakarítások érhetők el, mint arról a [3] szakirodalom (1. táblázat) beszámol. A csúcsidezők csökkentése rendszer szinten is jelentős megtakarításokat tesz lehetővé, ezért csaknem minden országban ösztönzik a fogyasztó oldali befolyásolás (DSM, Demand Side Management) alkalmazását. A hivatkozott [3] programmal a kritikus időszakban fogyasztónként megtakarítottak 1433 kWh-t évente, a csúcsidezői teljesítmény igény 2 kW-tal csökkent nyári időszakban. A csökkenés 1992-ben

nyáron 37, télen 49%, 1993-ban nyáron 42, télen 61% volt közelítőleg.

A másik jelentős hatás a *fogyasztói, építési szokások megváltozásából* adódik. Magyarországon a korábbi időszakban csaknem ismeretlen fogalom volt a *klimatizálással felszerelt áruház, iroda vagy lakóépület*. Az utóbbi időben áruház vagy irodaépület elképzelhetet-

len klímaberendezések beépítése nélkül, a régebbi épületeket is utólagosan felszerelik ilyen berendezésekkel, és az új építésű lakóházak többségében is legalább egy helyiségben működtetnek klímaberendezést. Mint a későbbiekben részletesen is bemutatjuk, ez elsősorban a nyári teljesítmény- és energiaigények növekedését eredményezte.

1. táblázat

Önkéntes fogyasztói alkalmazkodást segítő program
(Residential advanced energy management (RAEM), Good Cents Select –brand, [3])

| Havi díj (USD/hó) | | 8,07 | |
|--------------------------------------|---------------|-----------------------------------|-------|
| Standard áramdíj (USD/MWh) | | 57,00 | |
| Havi díj (részvétel esetén) (USD/hó) | | 4,53 | |
| Árkatégória | Ár (USD/MWh)* | Fogyasztás változás (1992/93) (%) | |
| Alacsony | 35 | 12,5 | 11,0 |
| Közepes | 46 | 3,9 | -5,9 |
| Magas | 93 | -22,0 | -21,8 |
| Kritikus | 290 | -38,8 | -44,6 |

*Energia díj minden rendszerhasználati díjjal együtt.

A *fogyasztói szokások* változása közül az otthoni munkavégzés hatását emeljük ki, a számítógépek és más iroda berendezések megjelenése, vagy az otthoni munkavégzés klimatikus feltételeinek biztosítása jelentett összességében jelentős igénynövekedést. Ezzel összefüggésben az éghajlatváltozás esetleges hatásait is fel lehet vetni, ugyanis *egy kisebb – akár 1–2 °C nagyságú – tartós hőmérséklet növekedés olyan elviselhetetlen közérzet érzetét keltheti, amely kikényszerítheti a klímaberendezés beruházását és működtetését*. Az így beépített berendezés a következő nyári időszakokban „normál” fogyasztóvá válik, azaz *a hőmérséklet korábbi, alacsonyabb értékre csökkenésekor nem tűnik el a rendszerből*. Ez az oka nyári villamosenergia-igény utóbbi időszakban megfigyelt folyamatos növekedésének.

A budapesti villamosenergia-fogyasztás napi lefutását vizsgálva jellemző a 12–14 óra közötti kisebb fogyasztási csúcs megjelenése is, ami elsősorban a gyorséttermi hálózat igénybevételével lehet összefüggésben.

Az előbbi és egyéb nem részletezett hatások összességében nagyobb változást eredményezhetnek a villamosenergia-igények alakulásában, mint az éghajlat változás esetleges hatása, így az utóbbit elfedhetik. Ugyanakkor a fogyasztói oldali igénybefolyásolás egyúttal olyan eszköz is, amellyel az egyéb okból bekövetkező növekedést csillapítani, vagy hatásukat az igénygörbe lefutásának módosításával korrigálni lehet.

JELLEMZŐ VÁLTOZÁSOK

A következőkben bemutatunk néhány, az elmúlt időszakban tapasztalt változást, azt azonban, hogy ezek mennyiben vannak összefüggésben az éghajlatváltozással, jelenleg nem lehet számszerűen megítélni. Legvalószínűbbnek azt véljük, hogy *a változások elsősorban a fogyasztói szokások megváltozásával, közüzemi tarifarendszerrel vannak összefüggésben, és csak kisebb mértékben következnek az állagostól jobban*

eltérő időjárási paramétereiből (elsősorban a magasabb vagy alacsonyabb hőmérsékletből).

A visszatekintő idősorokat [1] vizsgálva is egyértelmű az átlagos hőmérsékletek növekedése:

2. táblázat

40 éves és 15 éves havi átlagos hőmérséklet értékek összehasonlítása

| | Referencia 2003 (1960–2000) | Referencia 1998 (1983–1997) |
|------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Január | -0,9 | 0,5 |
| Február | 1,5 | 1,6 |
| Március | 5,9 | 5,8 |
| Április | 11,4 | 11,4 |
| Május | 16,3 | 16,7 |
| Június | 19,4 | 19,3 |
| Július | 21,3 | 22,2 |
| Augusztus | 20,9 | 21,8 |
| Szeptember | 16,5 | 16,8 |
| Október | 11,2 | 11,3 |
| November | 5,0 | 5,1 |
| December | 0,5 | 1,6 |
| Eves átlag | 10,8 | 11,2 |

A villamosenergia-igények alakulása szempontjából a havi átlagos tényértékek és referencia értékek összehasonlítása mutat jellemző változásokat. (A következőkben mind a referencia, mind a tényértékek a budapesti napi, havi átlagos értékeket jelentik az Országos Meteorológiai Intézet és az MVM Rt. közötti adatszolgáltatási szerződésnek megfelelően megküldött adatok alapján.) A 4. ábrán a 90-es évtized második felére bemutatott értékek elsősorban a téli hónapokra mutatnak nagyobb kilengéseket, a 2000-es évtized első néhány évének havi átlaghőmérsékletei (5. ábra) a nyári hónapokban is nagy – elsősorban a referencia értékeket meghaladó – eltéréseket mutatnak. A téli hónapokban pozitív és negatív eltérések is rendszeresen jelentkeznek.

Az 6. ábra a havi (az úgynevezett szállító engedélyes által az országos alaphálózat és a rendszerszintű üzemirányításba bevont erőművek igénybevitelével kiszolgált fogyasztás) csúcsteljesítmény igényeinek alakulását mutatja az 1996–2003 közötti évekre. Az ábra alapján megállapítható, hogy a vizsgált időszakban nyáron, és az év második felében

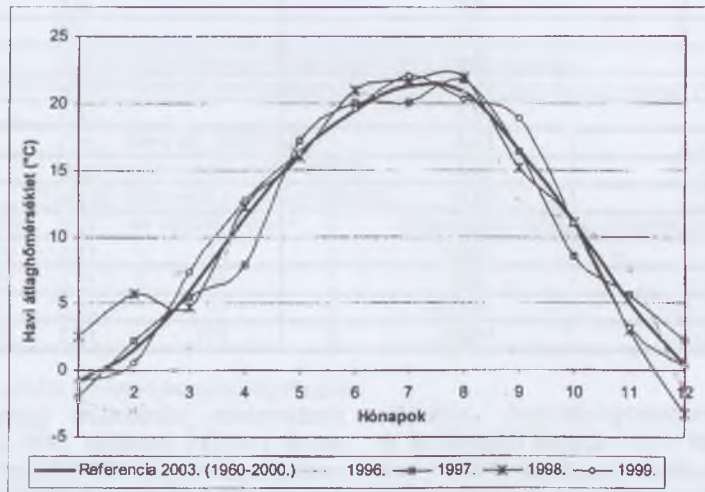
rendszeresen jelentkezett igénynövekedés, ennek mértéke azonban 1996–2001 között nem haladta meg az 500 MW-ot. 2002–2003 években részben a szokásosnál hidegebb tél, részben az átlagot jelentősen meghaladó nyári hőmérsékletek mellett további mintegy 700 MW-nyi csúcsteljesítmény igénynövekedés jelentkezett. Az alapgörbére és bizonyos mértékig még a 2001-et megelőzően bekövetkezett változásokra is jól illett a szakirodalomban elterjedt, úgynevezett „kacsagörbe” elnevezés. A legutóbbi két év változásai a görbe alakját szabálytalanná tették, a korábbi 1000 MW-ot is meghaladó téli és nyári csúcsigények közötti különbség alig 500 MW-ra csökkent.

A teljesítmény igények növekedése bizonyosan összefüggésben van az éghajlatváltozással, az összefüggés bármilyen számszerűsítése azonban nagyon bizonytalan lenne. Egyrészt a villamosenergia-igények a gazdaság fejlődésével is növekedtek, másrészt az egyéb tényezők, mint pl. a tarifarendszer, vagy a komfortérzet változatlanóságának lehetőség szerinti biztosítása is lényeges szerepet játszhat a teljesítmény igények növekedésében.

Ennek bemutatásához jó példát kínál a nyári csúcsgigények és az éves csúcsgigény összehasonlítása. Mindaddig, amíg a tarifarendszer mereven ösztönzött az éves maximális csúcsgigény minimalizálására, az áramszolgáltató társaságok – a hangfrekvenciás kör-

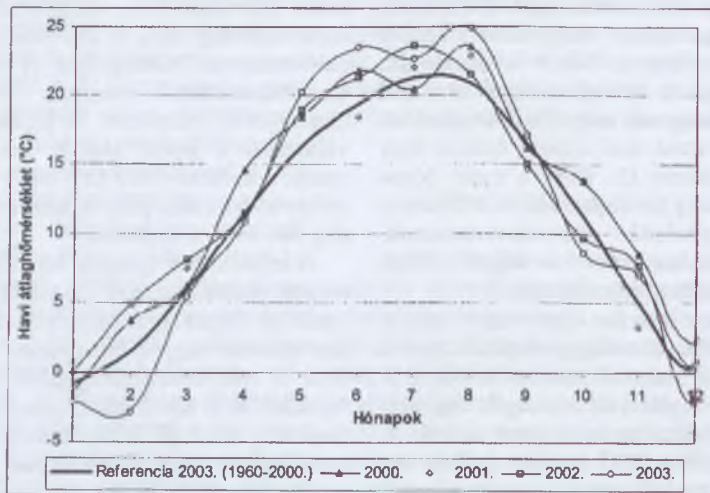
vezérlés alkalmazásával, fogyasztó oldali beavatkozásokkal – lehetőség szerint minimalizálták éves csúcsteljesítmény igényüket, miközben a nyári hónapok csúcsteljesítmény igényének növekedését semmi sem korlátozta. 2002 végén, 2003 elején a rendkívül hideg

4. ábra



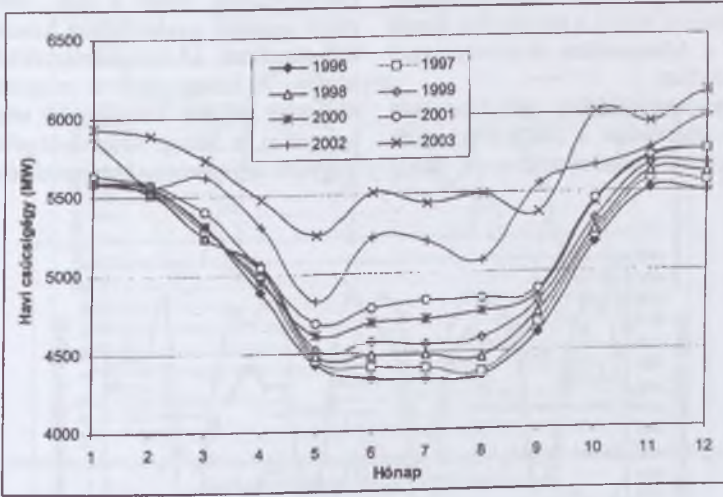
Referencia hőmérsékletek és havi tény átlaghőmérsékletek összehasonlítása 1996–1999 évekre

5. ábra



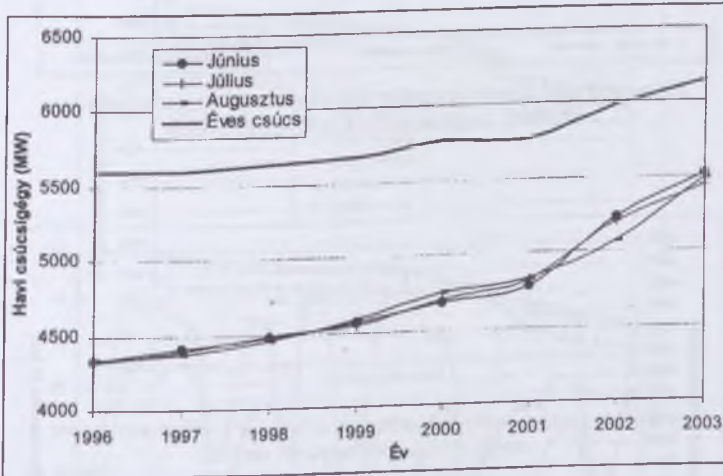
Referencia hőmérsékletek és havi tény átlaghőmérsékletek összehasonlítása 2000–2003 évekre

6. ábra



Havi csúcsteljesítmény igények változása az 1996–2003 közötti időszakra

7. ábra



Éves csúcsigény és néhány nyári hónap havi csúcsigényének változása 1996–2003 között

téli időjárás érvényesült, de miután 2003-ban megszűnt a teljesítménydíj, továbbiakban semmi sem ösztönzi a szolgáltató társaságokat a téli csúcsigények csökkentésére. Így fordulhatott elő, hogy a 2003. decemberben a sokévi átlaghőmérsékletnek megfe-

lő tény havi átlaghőmérséklet mellett is 300–400 MW-tal nagyobb csúcsteljesítmény igény jelentkezett (7. ábra).

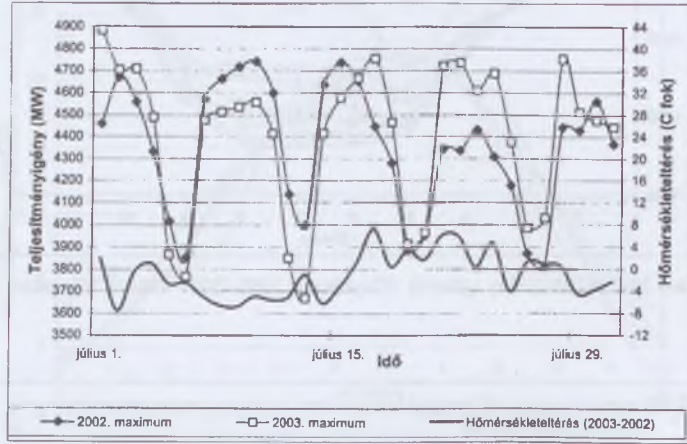
Utóbbi évek nyári csúcsteljesítmény igényének növekedése is – a hőmérséklet mellett – összhangban lehet a klimatizált építési

technológia és a háztartási klímaberendezések elterjedésével, mivel a növekedés üteme önmagában a hőmérséklet érzékenységgel nem magyarázható.

A napi csúcsteljesítmény igényeket és a hőmérséklet eltéréseket a 2002–2003 évek július hónapjaira összehasonlítva (8. ábra)

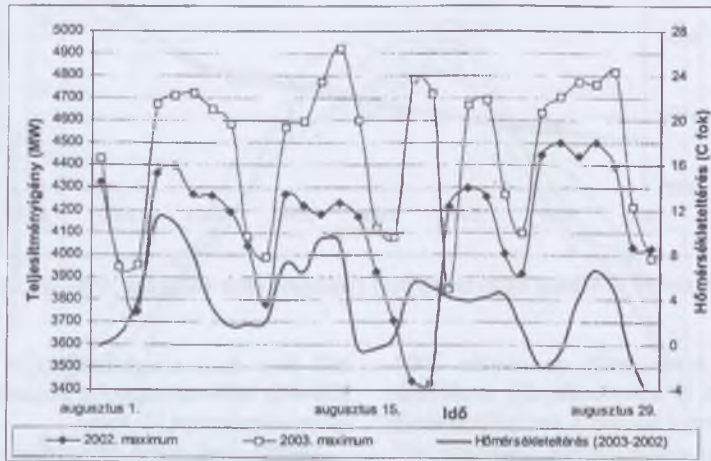
megfigyelhető, hogy a napi csúcsteljesítmény igények gyakorlatilag késedelem nélkül reagálnak az átlaghőmérsékletek változására. A hónap eleji a megelőző évinél hidegebb időjárás alacsonyabb teljesítményigényeket, a hónap végi melegebb időjárás nagyobb teljesítmény igényeket jelentett.

8. ábra



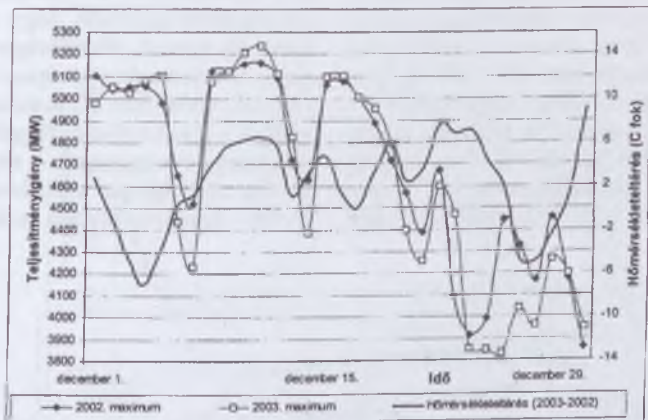
Július havi napi csúcsteljesítmény igények és napi átlaghőmérséklet eltérések összehasonlítása 2002–2003 évekre

9. ábra



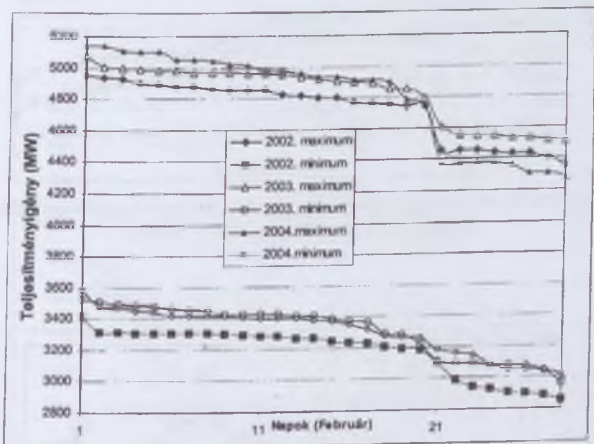
Augusztus havi napi csúcsteljesítmény igények és napi átlaghőmérséklet eltérések összehasonlítása 2002–2003 évekre

10. ábra



December havi napi csúcsteljesítmény igények és napi átlaghőmérséklet eltérések összehasonlítása 2002–2003 évekre

11. ábra



Napi maximális és minimális teljesítményértékek összehasonlítása február hónapra 2002–2004 évekre

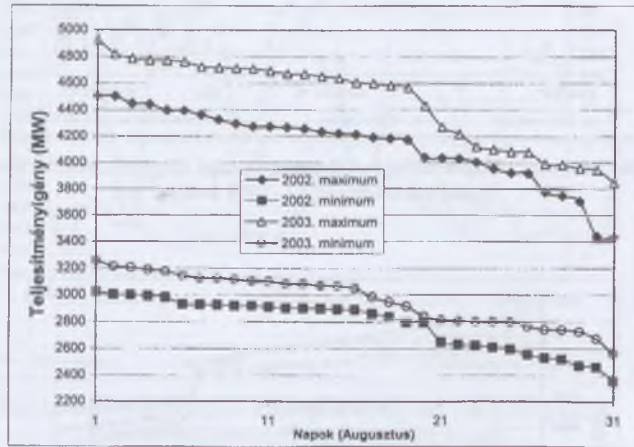
A változások még szembetűnőbbek az augusztusi értékek összehasonlításakor. 2003 augusztusában gyakorlatilag egész hónapban a megelőző évit meghaladó napi átlaghőmérsékletek alakultak ki, így a teljesítményigények a munkaszüneti napok eltolódásából adódó eltérésektől eltekintve folyamatosan a korábbi év tényértékei felett alakultak.

Ugyanezen időszak december havi értékeit összehasonlítva (10. ábra) a nagyobb hőmérséklet érzékenységek elsősorban a hétvégeken jelentkezett (az előző évinél nagyobb átlagos hőmérséklet mellett kisebb csúcsteljesítmény igény adódott, a hó végi változásokat elsősorban a munkanap áthelyezések, az egybefüggő többnapos munkaszünet befolyásolta.

A hőmérsékletek eltérése a havi csúcs és minimális teljesítmény tartamdiagramok lefutását február hónapokban alig befolyásolta. A 2002-höz viszonyított 2003. évi 8 °C-os átlaghőmérséklet csökkenés alig 200 MW teljesítményigény növekedést jelentett, miközben a 2004–2003 közötti 5,2 °C-os havi átlaghőmérséklet növekedés elsősorban munkaszüneti napokon további 50–100 MW telje-

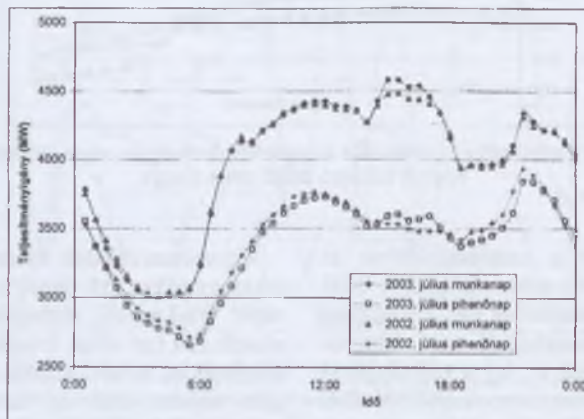
sítménynövekedést eredményezett (11. ábra). Ez alapján is úgy tűnik, hogy a komfortérzet lehetőség szerinti állandóságának biztosítása (mint erre december hónapra vonatkozóan is utaltunk) elsősorban a munkaszüneti napokon igényel a hőmérséklettől függően eltérő villamosenergia-mennyiséget. A munkanapok villamosenergia-igényét a téli hónapokban elsősorban a gazdaság állapota határozza meg.

12. ábra



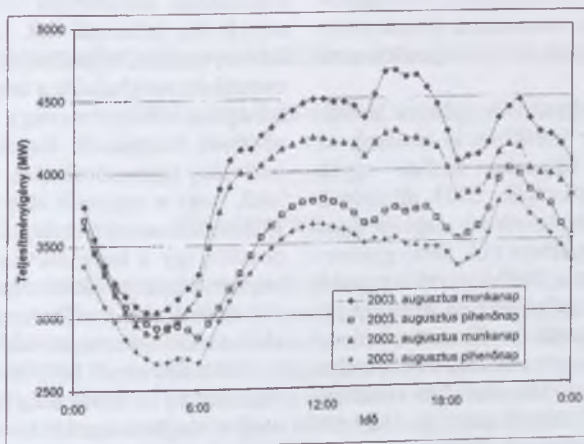
Napi maximális és minimális teljesítményértékek összehasonlítása augusztus hónapra 2002–2003 évekre

13. ábra



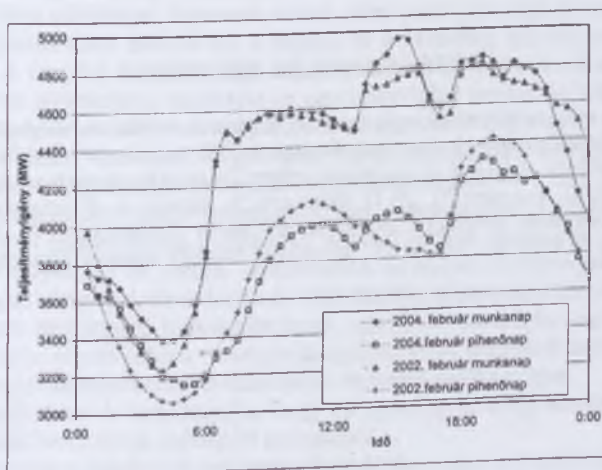
Teljesítmény igények napi lefutásának összehasonlítása

14. ábra



Teljesítmény igények napi lefutásának összehasonlítása

15. ábra



Teljesítmény igények napi lefutásának összehasonlítása

Más a helyzet augusztus hónapban (12. ábra) a 2003. évi mintegy $3,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal melegebb átlaghőmérséklet 2002-höz viszonyítva, csaknem 400 MW-os többlet teljesítmény igényt jelentett és a napi minimális teljesítmények is folyamatosan nagyobbak voltak, mintegy 200 MW-tal a megelőző évinél. Az ok a mintegy $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os átlaghő-

mérséklet közérzetre gyakorolt hatása, amely egyrészt a klímaberendezések fokozottabb nappali használatát, de egyúttal folyamatos éjszakai használatát is kikényszerítette. Feltételezhető, hogy a szokásosnál tartósan nagyobb hőmérséklet számos új klímaberendezés beruházását váltotta ki és az ebből adódó igénynövekedés hatásai a

későbbi években is jelentkeznek. Nyilvánvaló, hogy a 2. ábrán bemutatott hőmérséklet érzékenységi tényezők az ilyen esetekre nem alkalmazhatók.

A pillanatnyi teljesítményigények lefutását, mint arra már korábban is utaltunk az időjárás adatok változása mellett egyéb tényezők is befolyásolják. 2003 júliusának munkanapi és munkaszüneti napi átlagos teljesítmény igénygörbéje (13. ábra) gyakorlatilag azonos volt a 2002. évvel, nagyobb eltérés csak a hangfrekvenciás körvezérlés éjszakai völgyidőszaki és délutáni alkalmazásának hatásában jelentkezett. Az éjszakai teljesítmény igények kismértékben csökkentek, míg a délutáni időszakban 100–200 MW teljesítménynövekedés jelentkezett.

Augusztus hónapban (14. ábra) a klímaberendezések előbbieken említett kényszerű alkalmazásának következtében minden

napszakban jelentkezett teljesítmény igény-növekedés, jellemző volt, hogy pihenőnapokon az éjszakai teljesítmény igénynövekedés esetenként meghaladta a nappalit, de ebben a hónapban is kiugróan nagy a délutáni körvezérléssel bekapcsolt fogyasztók miatti teljesítmény igénynövekedés. (Az is feltételezhető, hogy a nagyobb hőmérséklet a felfrissülésre felhasznált melegvíz igényt is megnövelte, így a hangfrekvenciás körvezérléssel bekapcsolt boylerek energiafelhasználása – a bekapcsolás időtartama, azaz a görbe alatti terület – is megnövekedett.

2004 februárját 2002 februárjával összehasonlítva (15. ábra) még jobban megfigyelhető a hangfrekvenciás körvezérlés alkalmazásának hatása (elsősorban a délutáni időszakokban), másrészt jelentkezik a melegebb időjárás elsősorban pihenőnapokra gyakorolt teljesítmény igény csökkentő hatása.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

- (1) VARGA L.: A magyar villamosenergia-rendszer időjárás tartalcáinak meghatározása és a terhelések hőmérséklet-érzékenysége vizsgálat, Budapest, 2002. március 27. (2) VARGA L.: Felhasználó-orientált meteorológiai, éghajlati és környezeti információszolgáltató rendszer fejlesztésének értékelése, Budapest, 2003. december 31. (3) D. MERILATT, D. EGGART, L. SOUTHERLAND, Gulf Power Co.: Residential Customers Embrace The Power to Choose (Transmission & Distribution World February 2001) (4) MAVIR Rt., MVM Rt.: Javaslat új zónaidő rendszer alkalmazására (Budapest, 2003. augusztus)

A LÉGKÖRI ERŐFORRÁSOK MEZŐGAZDASÁGI JELENTŐSÉGE

VARGA-HASZONITS ZOLTÁN

ÖSSZEFOGLALÁS

Az ember természeti környezetét a légkör (atmoszféra), a felszíni és felszín alatti vizek (hidroszféra), a szilárd talajfelszín (litoszféra) és az élővilág (bioszféra) alkotják. Közülük az első három az élettelen természetet (abiotikus tényezők) foglalja magába, az utolsót pedig a növények, az állatok és maga az ember (biotikus tényezők) jelentik.

Ezt a természeti környezetet az ember és az ember által alkotott társadalom szempontjából vizsgálva azt tapasztaljuk, hogy a környezet egyrészt nélkülözhetetlen életfeltételeket elégít ki, másrészt anyag- és energiaforrásul szolgál. A természeti környezet által biztosított életfeltételeket, anyag- és energiaforrásokat, amelyeket az ember a termelés egy adott szintjén szükségleteinek kielégítésére hasznosít természeti erőforrásoknak nevezünk.

A légkör a Földet körülvevő légnemű burok, amelynek jelenlegi összetétele az élővilággal szoros kapcsolatban alakult ki. A légkör és az élővilág közötti szoros kapcsolat most is fennáll. A légköri hatótényezők napjainkban is a legfontosabb környezeti tényezők a növények növekedése, fejlődése és produktivitása szempontjából. A haszonállatok élete is alapvetően az általuk fogyasztott növényektől függ, ezért közvetve a haszonállatok is a légköri viszonyok függvényei. Természetesen az állatok közvetlenül is érzékenyek a meteorológiai hatásokra, elsősorban a hőmérsékletre és a nedvességre. Ily módon az egész élelmiszertermelés erőteljesen függ a meteorológiai viszonyoktól.

A légkör állapotát hosszú távon az éghajlat jellemzi, amely megszabja, hogy egy adott helyen milyen növények, az év melyik időszakában és milyen hatékonysággal termelhetők. A meteorológiai viszonyok éven belüli és évek közötti ingadozásai az elsődleges okai a terméshozamokban mutatkozó ingadozásoknak, egyes meteorológiai extrém jelenségek pedig (fagyok, aszály, jégeső stb.) a mezőgazdasági termelés alapvető kockázati tényezői. Ez még a magas agrotechnikai szint mellett folyó termelés esetén is igaz.

Egy adott éghajlat azt is behatárolja, hogy az egyes gazdasági növényeknél milyen maximális hozamok érhetők el (éghajlati potenciál).

Mindent összevetve a légkör a mezőgazdaság számára egyrészt természeti adottságot jelent, másrészt a termelés erőforrása és kockázati tényezője.

A LÉGKÖRI ERŐFORRÁSOK ÖSSZETEVŐI

A légköri erőforrások magukba foglalják

- a légkör anyagait (alapgázok, vendég-gázok stb.),
- a napsugárzás energiáját,

- a légkör tulajdonságait (hőmérséklet, nedvesség stb.) és
- a légkörben lejátszódó folyamatokat (szél, csapadékképződés, párolgás stb.).

A légkör anyagai. A légkört alkotó összetevők egyrészt a növényekkel folytatott anyagcsere folyamatokon keresztül, más-

részt a sugárzási viszonyok befolyásolásán keresztül gyakorolnak hatást a növények és állatok életére.

A légkört alkotó főbb alapgázok (a nitrogén és az oxigén) közül mindkettő molekuláris formában fordul elő a felszín közelében, s mindegyik fontos az élet szempontjából. A nitrogén nélkülözhetetlen tápanyag a növények számára, amely egyedül csak a légkörben áll rendelkezésre. Innen kerül a talajba, majd a növények szervezetébe. Az oxigén a légzéshez nélkülözhetetlen. A levegőből veszi fel a növény, hogy a légzés végbemelessen.

A vendéggázok közül a vízgőz a legfontosabb. Egyrészt az élő szervezetek felépítésének fontos eleme, másrészt a fotoszintézis folyamán is az egyik alapvető szerves anyag, ami a szervesanyag képződéshez szükséges. A fotoszintézis másik alapvető anyaga a szén-dioxid ugyancsak légköri vendéggáz.

Ezek azok a légköri anyagok, amelyek részt vesznek a légkör és a növények közötti anyagcserében, amelyen keresztül a légkör hatást gyakorol a növények életére. Az oxigén és a szén-dioxid az állatok légzésében is szerepet játszik. Az anyagcsere folyamaton keresztül tehát a légkör összetevőinek közvetlen hatása érvényesül.

A légkör összetevői azonban közvetett hatást is kifejtenek. Egyrészt a légkörben lévő molekuláris nitrogén (N_2), molekuláris oxigén (O_2) és ózon (O_3) kiszűrlik a napsugárzásból az élővilágra káros (sejtroncsoló) hatású ultraibolya sugarakat (ózonpajzs). Másrészt a légkörben található fontosabb vendéggázok: a vízgőz (H_2O), a szén-dioxid (CO_2), a metán (CH_4) és a dinitrogén oxid (N_2O) a rövidhullámú napsugárzást átengedik, míg a talajfelszín hosszuhullámú kisu-gárzásának jelentős részét elnyelik és visszacsugározzák a felszínre (üvegházhatás), ezzel emelik a felszín közeli légkör hőmérsékletét.

A napsugárzás energiája. A Naptól érkező sugárzás szolgáltatja az energiát minden földi élet számára.

Lényegében minden légköri energia for-

rása a Nap. Energiája szükséges a különböző felszínek és a levegő felmelegítésére, a párolgáshoz, a légmozgáshoz, s egyéb légköri folyamatokhoz.

Emellett a növények a napsugárzás energiáját használják fel arra, hogy szerves anyagokból állítsanak elő. A légzéskor lebomló szerves anyagokból származó energiát használják az élőlények saját energiaszükségletük fedezésére.

A napsugárzás energiája a légkörön keresztül jut el a földfelszínre. A légkörön áthaladva a légkör összetevői közül a nitrogén, az oxigén és az ózon kiszűrli az életre káros ultraibolya sugárzást. A felmelegedett talajfelszín által kisugárzott energiát pedig a vízgőz, a szén-dioxid és egyéb üvegházhatású gázok jelentős részben elnyelik, s visszacsugározzák a földfelszínre. Ezáltal mintegy 33 fokkal melegebben tartják a légkört annál, mintha az csak az alapgázokból állna. Az ultraibolya sugárzás elleni „védőpajzs” és az infravörös sugárzást visszatartó „hőtakaró” között a légkörön van egy ablak, amelyen keresztül az élet szempontjából nélkülözhetetlen fotoszintetikus aktív sugárzás zavartalanul beérkezik.

A légköri elemek. Az élet szempontjából a hőmérséklet alapvető fontosságú tényező. Egyrészt az élet csak bizonyos hőmérsékleti határok között létezhet, másrészt a hőmérséklet erősen befolyásolja a biokémiai reakciók lefolyásának sebességét.

A légköri nedvesség szinte minden előfordulásában (légnedvesség, csapadék, párolgás, talajban tárolt víz) befolyással van az életre. A víz alkotó eleme az élőlények szervezetének, szerves anyagként fontos alapeleme a fotoszintézisnek, a tápanyagok vízben oldott formában jutnak el a növényi szervekhez, s a transzspiráció biztosítja az ehhez szükséges vízmozgást a talajból történő vízfelvételtől a növényen át történő vízmozgáson keresztül, egészen a sztomákon át a levegőbe történő párolgásig.

A légköri folyamatok. Az egyik, mezőgazdasági szempontból legfontosabb légköri folyamat a párolgás. Ennek döntő szerepe

abban van, hogy a talajban lévő vizet és a vízben oldott állapotban lévő tápanyagokat eljuttatja az asszimiláló szervekhez. A folyamat mozgatóereje a napsugárzás és a levegő párabefogadóképessége (a telítési hiány). A levegőben lévő vízgőzt az emelő mozgások a magasba viszik, ott lehül, kicsapódik, felhők képződnek, majd víz formájában visszahull a földfelszínre. Ez a folyamat pozitív oldala.

A túlzott mértékű párolgás azonban hosszabb csapadéktelen időszakokkal párosulva erősen lecsökkentheti a talajban lévő vizet, akár olyan mértékig, hogy azt a növények már csak nehezen, vagy egyáltalán nem tudják felvenni. S ez a növényzet számára már káros.

A különböző légnyomású területek között a magas nyomású területről az alacsonyabb nyomású terület felé megindul a légáramlás (szél). A légáramlások más meteorológiai jellemzőkkel (hőmérséklettel, nedvességgel stb.) rendelkező légtömegeket szállítanak egyik helyről a másikra, s ezzel jelentős befolyást gyakorolnak a növényi életre.

A viharos erejű szél ugyanakkor megdöntheti a növényzetet, vagy a kevésbé kötött talajok felszínéről a talajszemcséket felkapja és a növényállományra zúdítja (homokverés).

A LÉGGÖRI ERŐFORRÁSOK HOSSZÚ TÁVÚ JELLEMZŐI

A Napból a földfelszínre érkező energia mennyisége, valamint a földfelszínről történő kisugárzás erőssége a változó léggöri összetevők függvénye. Az ily módon szabályozott energia mennyisége erős befolyással van az egyes léggöri elemek alakulására és a légkörben lejátszódó folyamatokra. Ezek együttesen alakítják ki a légkör pillanatnyi állapotát, az időjárást és a hosszabb időszakra meghatározott állapotát, az éghajlatot. Ezért sokszor nem is léggöri erőforrásokról, hanem vele egyenértékűen éghajlati erőforrásokról szoktak beszélni.

Az éghajlat, mint természeti adottság. Hazánk egyik legfontosabb természeti erőforrása az éghajlat. Az éghajlat szerepe a mezőgazdasági termelésben azért különösen jelentős, mert a növénytermesztés a szabad ég alatt folyik, vagyis mindig meghatározott környezeti, köztük meteorológiai viszonyok között végezhető. Ezekhez a viszonyokhoz, területi sajátosságaikhoz a mezőgazdasági termelésnek alkalmazkodni kell. Így az éghajlat a szabad ég alatt folyó növénytermelésnek feltételrendszere, amely megszabja, hogy egy adott helyen milyen növények termelhetők, s azt is, hogy az év melyik időszakában.

Mivel a növények termelése a szabadban történik, azt mondhatjuk, hogy egy adott termőhely éghajlata a növénytermelés elsődleges feltételrendszerét képezi. Mivel az éghajlat az egyik legkevésbé befolyásolható környezeti rendszer, elsődleges feladatunk alkalmazkodni hozzá. Ehhez pedig mindekelőtt meg kell ismernünk, hogy az adott termőhelyen milyen éghajlati viszonyok uralkodnak. Meg kell ismernünk azt a hatásmechanizmust, amelyen keresztül az éghajlat a növények életét befolyásolni képes.

Az éghajlat, mint hatótényezőrendszer. A termeléshez energia és nyersanyag szükséges. A növénytermelés az energiát és a nyersanyagot is a környezetétől kapja. A szerves anyag termeléséhez szükséges energiát a napsugárzás biztosítja, a szerves anyagok képzéséhez szükséges szerves anyagok: a szén-dioxid és a víz, a légkörből kerülnek a növényekhez, de a légzéshez nélkülözhetetlen oxigén vagy a növények tápanyagellátása szempontjából fontos nitrogén is. Emiatt a légkört a növénytermelés erőforrásának tekinthetjük.

A légkör egy olyan közeg, amely állandó változásban van. Ugyanazok a hatótényezői évente más-más intenzitással és/vagy tartással jelennek meg. Ezek a légkörben lejátszódó változások azután befolyással vannak a növényekben lejátszódó folyamatokra. Hol gyorsítják, hol lassítják a növé-

nyek életét meghatározó biokémiai folyamatokat. Ennek megfelelően alakul a növények növekedése és fejlődése, s végső soron a produktivitásuk is. Ez okozza az évről-évre történő terméshozamcsökkenéseket.

Az éghajlat, mint kockázati tényező. A mezőgazdasági termelés sajátossága, hogy a megfelelő időben, kellően előkészített magágyba vetett és gondosan nevelt növények sem biztos, hogy termést hoznak, vagy esetleg hoznak termést, de csak csökkent mennyiségben. Egyes légköri tényezők ugyanis meghatározott intenzitási szintet elérve (fagy, szárazság, vihar stb.) a termést jelentős mértékben károsíthatják, vagy teljesen el is pusztíthatják. Ezért bizonyos légköri jelenségek a mezőgazdasági termelés káros tényezői közé sorolhatók, amelyek egyúttal a termelés alapvető kockázati tényezőit is jelentik.

Az adott termőhelyen a növények a leggyakrabban előforduló viszonyokhoz alkalmazkodnak. Ezért a kutatók egy jelentős része úgy látja, hogy a növényekre a ritkán előforduló és/vagy szélsőséges jelenségek sokszor nagyobb hatással vannak, mint a gyakran előforduló viszonyok változása. Az extrém jelenségek jelentős károkat okozhatnak a növények termelésében, sőt gyakran a növények teljes pusztulását is okozhatják, ezért az extrém jelenségek vizsgálatára is nagy gondot kell fordítani.

Az éghajlat, mint a környezete által befolyásolt rendszer. A 21. század népességi és technikai viszonyait figyelembe véve, mindenkor szem előtt kell tartani, hogy az egyes emberi tevékenységek jelentős befolyással vannak a környezetünkre. Különösen vonatkozik ez az ipari termelésre, de a környezet-befolyásoló emberi tevékenységek közé sorolható a mezőgazdasági termelés is. A legismertebb ilyen mezőgazdasági tevékenységek:

- az erdőirtás, amely csökkenti a széndioxid elnyelését végző zöld növényzetet,
- a mocsarak lecsapolása, mert csökkenti a párolgást és növeli az albedót,

– az öntözés, mert növeli a párolgást és csökkenti az albedót, valamint

– azok a tevékenységek (szántás, ásványi eredetű trágyák használata, tarlótüzek, erdőtüzek stb.), amelyek a levegőbe szilárd részecskéket vagy üvegházhatású gázokat juttatnak.

Az emberi tevékenység éghajlat-befolyásoló hatása területi méretben – a hatás intenzitásától függően – globális, regionális és lokális szinten szokott jelentkezni. A fenti felsorolásban trópusi erdők nagy méretű irtása jelenti a globális szintet, míg a többi tényező inkább csak regionális vagy helyi szinten hat.

Éghajlati potenciál. Az adott növény termelése szempontjából optimális környezeti-éghajlati viszonyok között elérhető maximális terméshozamot tekinthetjük lehetséges éghajlati potenciálnak, az adott környezeti-éghajlati viszonyok közötti maximális terméshozamot pedig tényleges éghajlati potenciálnak.

A vegetációs periódusok évenként változó meteorológiai viszonyai jelentős mértékben befolyásolják a terméshozamokat. Ezért a termésszabályozás alapvetően a meteorológiai tényezők függvénye. A mindenkori terméshozamok és az éghajlati potenciál közötti különbség lényegében megmutatja, hogy az adott termőterület környezeti (meteorológiai) viszonyainak további kihasználásában milyen lehetőségek rejlenek.

A LÉGKÖRI ERŐFORRÁSOKAT BEFOLYÁSOLÓ MEZŐGAZDASÁGI TEVÉKENYSÉGEK

A mezőgazdasági termelés is egyike azoknak a tevékenységeknek, amelyek hatással vannak az éghajlatra. Az emberi tevékenység éghajlat-befolyásoló hatása, a hatás intenzitásától függően területi méretben három szinten szokott jelentkezni, mégpedig lokális, regionális és globális szinten. A mezőgazdasági tevékenység befolyása első-

sorban lokális és regionális szinten jelentkezik, de bizonyos esetekben globális szinten is figyelembe kell venni.

A mezőgazdasági tevékenység éghajlatra gyakorolt hatása – amint már korábban is bemutattuk – alapvetően a következőkkel kapcsolatban figyelhető meg:

– Az erdőirtás és a mezőgazdasági terület kiterjesztése.

– Az ásványi trágyák használata.

– A melioráció és az öntözés alkalmazása.

– A légkör összetételét befolyásoló tevékenységek végzése.

Erdőirtás és a szántóterület kiterjesztése.

Távérzékeléssel kapott adatokra épülő statisztikai becslések szerint a Földön az erdők által borított terület nagysága 50×10^6 km². Ez hozzávetőlegesen 10%-a az egész Föld felszínének és 33%-a a szárazföldek felszínének. A vegetáció által asszimilált széndioxid 42%-a az erdőkre esik. A mezőgazdasági célokat szolgáló erdőirtás, erdőtüzek, fakivágások és vegetáció-égetés miatt csökken a légköri CO₂ elnyelése, s emiatt növekszik a légkör szén-dioxid tartalma.

A vegetációtól megtisztított területeket rendszerint mezőgazdasági célokra hasznosítják, ezért felszántják. A művelés alá vont talajok pedig a talaj-humusz oxidációja miatt fokozatosan veszítik el szén-dioxid tartalmukat, amely szintén a légköri szén-dioxid mennyiségét növeli.

Ez évente jelentős mennyiséget tehet ki, bár becsült értékei szerzőnként eltéréseket mutatnak. Egyes szerzők szerint az erdők kiirtása és a szántóföldek növelése következtében eddig már 10×10^6 tonna szén-dioxid halmozódott fel a légkörben, s ez évente további $1,5 \times 10^9$ tonnával növekszik. Más szerzők becslése szerint viszont az évi növekedés elérheti a 10×10^9 tonnát.

A légkör szén-dioxid tartalmának növekedése az „üvegházhatás” néven ismert jelenség felerősödéséhez vezethet, ami fokozatos hőmérsékletemelkedést idézhet elő. Az erdőirtás és a szántóföldek kiterjesztésének

másik következménye a felszín sugárzás-visszaverő képességének, az albedónak a változása. Egyes adatok arra engednek következtetni, hogy az elmúlt 6000 év alatt az északi féltekén 0,138-ról 0,157-re növekedett az albedó, a déli féltekén pedig 0,141-ről 0,154-re. Ez a növekedés valószínűleg a felszíni globális hőmérséklet 0,13 fokos csökkenéséhez vezetett. Numerikus kísérletek azt mutatják, hogy a visszaverő képesség 10%-os változása a felszínen az átlagos globális hőmérséklet megközelítőleg 1 fokos változását eredményezheti. Egyes modellkísérletek szerint, ha a szántóterület évente 1%-kal nőne, és az albedó ezzel párhuzamosan a csernozjom talajnak megfelelő 0,07-ről a művelt területekre jellemző 0,25-re emelkedne, akkor a Föld hőmérséklete 1 fokkal csökkenne.

Az utóbbi 200 év alatt a Földön a mezőgazdasági terület nagysága 8×10^6 km²-ről 15×10^6 km²-re nőtt. Ez a növekedés azonban csak 5–10%-a a szárazföldek teljes területének és mindössze 1,5–3,0%-a a Föld egész felszínének. Ennek következtében az albedóban és a párolgásban (hőmérsékletben) bekövetkezett változások az északi féltekén legfeljebb csak regionális éghajlatmódosuláshoz vezethetnek.

Az erdőirtás és a szántóterület növekedése (talajművelés) tehát egyrészt növeli a légkör CO₂ tartalmát, s emiatt intenzívebb fotoszintézissel és emelkedő hőmérséklettel lehet számolni, másrészt növekszik az albedó is, ennek pedig a nagyobb sugárzás-visszaverő képesség miatt hőmérsékletcsökkenés lehet a következménye.

Ásványi eredetű trágyák használata. A világszerte alkalmazott nitrogéntartalmú műtrágyák mennyisége eléri az évi 36 millió tonnát. Használatuk következtében nitrogéntartalmú vegyületek kerülnek a légkörbe, amelyek növelik a légkörben az üvegházhatású gázok mennyiségét. Ugyanakkor emiatt a sztratoszférában lévő ózon-koncentráció is csökkenhet. Így a napból érkező ultrabolya sugárzás nagyobb mennyiségben éri el a földfelszínt, ami kedvezőtlen az éghajlatra.

Melioráció és öntözés. A melioráció területén legjelentősebb tevékenység a mocsarak lecsapolása, a fásítás stb. és végeredményben maga az öntözés. Ez utóbbit azonban fontossága miatt kiemelten szokás kezelni. Az említett emberi tevékenységek elsősorban a párolgási viszonyokat képesek befolyásolni.

A mocsarak lecsapolása csökkenti a szabad vízfelszint, s ezzel csökkenti a párolgáshoz rendelkezésre álló vízmennyiséget, emiatt csökken a párolgás is. Ugyanakkor a lecsapolt területen megnövekszik az albedó, ami csökkenti a hőmérsékletet és így a párolgást.

A világ mezőgazdasági területeinek mintegy 17%-án folyik öntözéses gazdálkodás. Az öntözés megnöveli a talajok nedvességtartalmát, s ezért párolgás-növelő hatású. Ezt a hatást azonban regionális méretekben már nagyon nehéz kimutatni. Például egy nagyobb öntözött terület felett 10 m magasságban, vagy egy víztárolótól 1 km távolságban már alig van észrevehető hatás. Az Egyesült Államokban azonban sikerült kimutatni nagyobb csapadékmennyiséget az öntözött területek szomszédságában június, július és augusztus hónapokban az öntözés idején, míg április, május és szeptember hónapokban, amikor nem öntöztek, nem volt kimutatható eltérés.

A légkör összetételét befolyásoló tevékenységek. A légkörbe kerülő anyagok jelentős része természetes forrásokból (vulkánok, tengerek, sivatagok stb.) és ipari termelésből származik. Ezenkívül azonban a mezőgazdasági tevékenységek során is kerül szennyező anyag a légkörbe.

Ilyenek például

- a fosszilis tüzelőanyagok, amelyeknek elégetése következtében jelentős mennyiségű CO_2 kerül a légkörbe;
- a biomassa égetés (a véletlenül vagy szándékosan előidézett sztyepp- és erdőtüzek, a tarlómaradványok elégetése stb.), amikor CO_2 és szilárd részecskék kerülnek a légkörbe;

- a szűzföldek feltörése, amikor a szántás következtében a talajból CO_2 kerül a levegőbe;

- a trágyák bomlása, amelynek során metán keletkezik;

- az árasztásos rizstermelés, amelynek során ugyancsak metán keletkezik.

A modern intenzív mezőgazdaságban lényegesen több energiára van szükség, mint amennyit a hagyományos mezőgazdaság igényelt, hiszen fosszilis tüzelőanyagok elégetése szükséges a szántóföldön végzett munkákhoz (pl. talajművelés, aratás), a különböző szállításokhoz (pl. betakarítás) és a szemszárításhoz. A fosszilis tüzelőanyagok elégetése és a biomassa maradványok elégetése során jelentős mennyiségű szennyezőanyag kerül a levegőbe.

Az egyes tényezők által okozott légköri szennyezőanyag-gyapodás nagyságát külön-külön nehéz megítélni. Hozzávetőlegesen az összes szennyezőanyagnak mintegy 10%-át teszi ki a mezőgazdasági tevékenységből származó rész. Ezek az anyagok egyrészt az üvegházhatást erősítik, másrészt a légkörbe került szilárd részecskék a formájuktól és átmérőjüktől függően verik vissza, vagy szórják szét a Napból érkező sugárzást, a levegőben lévő víz kicsapódásához pedig kondenzációs magokként szolgálnak.

A LÉGKÖRI ERŐFORRÁSOK HASZNOSÍTÁSA

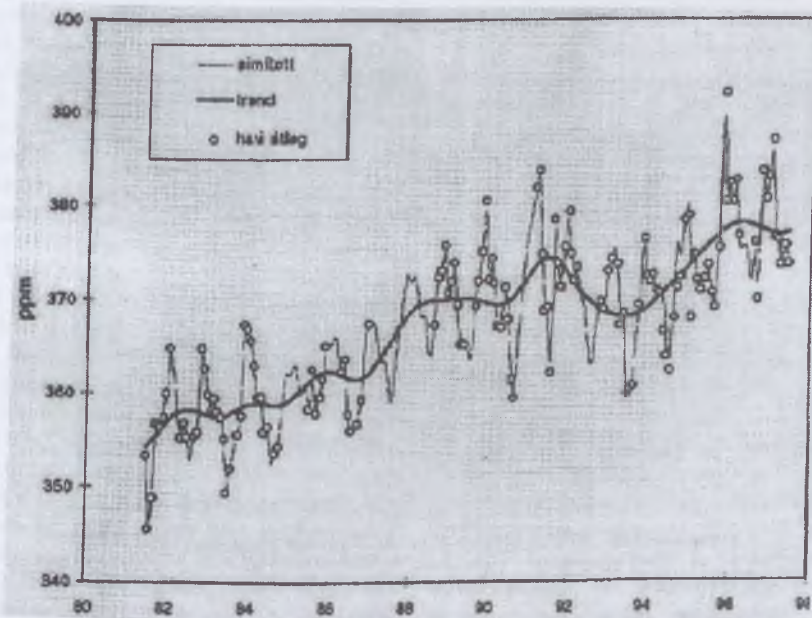
Az éghajlat egyik legfontosabb tulajdonsága a változékonyság. Ezért az éghajlati erőforrások hasznosítása során figyelembe kell venni az éghajlaton belül változékonyságot.

Amint ismeretes a légkör szén-dioxid tartalma az 1850-es évektől kezdve folyamatosan növekszik. Hazai mérések szerint hazánkban is emelkedik a légköri szén-dioxid mennyisége. Ezt a megállapítást tényként kell kezelni. Ennek kétféle következménye lehet a mezőgazdasági termelésre:

– a mezőgazdasági termelés napjainkban és az elkövetkező évtizedekben magasabb légköri szén-dioxid-tartalom mellett megvége és

– a megemelkedett légköri szén-dioxid-tartalom miatt megnövekedett üvegházhatás következtében számolni kell az éghajlat változásával.

1. ábra



A légkör szén-dioxid tartalmának alakulása hazai mérések alapján

Kutatási teendők. A tudomány és technika fejlettsége lehetővé teszi a természeti erőforrások feltárását és hasznosítását. A feladatunk tehát az, hogy hazánk éghajlatát, mint a mezőgazdasági termelés erőforrását széleskörűen megvizsgáljuk és elemezzük, hogy ismereteink birtokában az éghajlati adottságokban lévő előnyöket ki lehessen használni, a káros hatások okozta kockázatot pedig mérsékelni lehessen. Vizsgálni kell a növényekre gyakorolt éghajlati hatások évről-évre történő ingadozásait is, amelyek a természetstabilitás szempontjából jelentősek.

Természetszerűleg felmerül az a kérdés, hogy adott éghajlati viszonyok között milyen maximális hozamok állíthatók elő, azaz milyen az adott terület éghajlati potenciálja.

E kérdés tanulmányozása során képet kaphatunk arról, hogyan állunk az éghajlati erőforrás kihasználásában, mennyire közelítettük meg az éghajlati potenciált.

A meteorológiai viszonyok hatását lehet vizsgálni

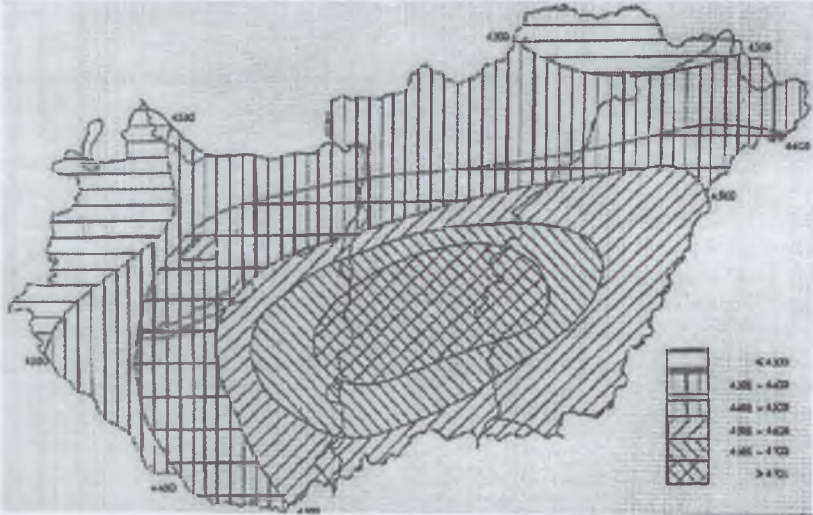
- üzemi szinten (egyes gazdaság szintjén),
- regionális szinten (pl. különböző éghajlatú területek szerint) és
- országos szinten.

Cselekvési lehetőségek. Megfelelő éghajlati ismeretek birtokában a mezőgazdasági szakember számára az éghajlati erőforrások kihasználása érdekében a következő kézenfekvő cselekvési lehetőségek adódnak:

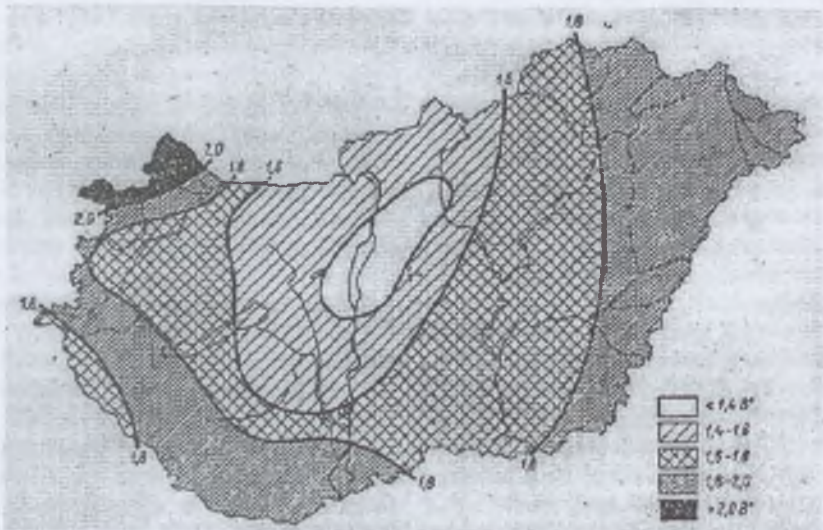
– energiaforrásként hasznosíthatunk egyes légköri tényezőket (napenergia, szélenergia);
 – alkalmazkodhatunk a kialakult meteorológiai viszonyokhoz;

– védekezhetünk a kedvezőtlen hatásai ellen és
 – bizonyos határok között befolyással lehetünk a lokális légköri viszonyokra.

2. ábra

A globálsugárzás évi összegeinek ($\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$) területi eloszlása (1951–1980)

3. ábra



A szélsebesség évi középértékeinek területi eloszlása (Beaufort fokokban)

Ezek a cselekvési módok sokszor annyira egymásba fonódnak, hogy nagyon nehéz megmondani, melyik kapott nagyobb hangsúlyt egy adott esetben. Jó példa erre az öntözés. Ha az éghajlati adatok elemzése alapján úgy döntünk, hogy öntözni fogunk (s megvesszük a szükséges öntözőberendezéseket), akkor alkalmazkodunk a termőhely éghajlati viszonyaihoz. Ha ezután egy adott évben szárazság lesz, s működtetjük is az öntözőberendezéseket, akkor védekezünk az időjárás káros hatása ellen. Ugyanakkor az öntözéssel be is avatkozunk a mikro- vagy mezoméretű energetikai folyamatokba, s azokat módosítjuk is. Hiszen megváltoztatjuk a talaj sugárzásvisszaverő és sugárzáselnyelő képességét, hőmérsékleti viszonyait, növeljük a párolgást, s ezzel növekszik a talaj feletti légtér nedvességtartalma stb. Nyilvánvalóan nem az a fontos, hogy minden esetben pontosan meg tudjuk mondani, mikor alkalmazkodunk, mikor védekezünk, s mikor avatkozunk be, hanem az, hogy elérjük a kívánt célt. Mindig szem előtt kell azonban tartanunk, hogy *egy meghatározott tevékenységgel nemcsak egy bizonyos hatást érünk el, hanem egyéb olyan hatásokat (mellékhatásokat) is kiváltunk, amelyeket egyébként nem szándékoztunk létrehozni.* Így például az öntözött területen, ha magasabb hőmérséklettel magasabb légnedvesség párosul, ez kedvező lehet a növényi betegségek számára.

Energiaforrás-hasznosítás. Két jelentős légköri erőforrás van: a napsugárzás energiája és a szélenergia.

A napsugárzás energiája, mint megújuló erőforrás megkötése valamilyen eszközzel és átalakítása más, közvetlenül hasznosítható energiává (pl. villamos energiává) rendkívül nagy jelentőségű lenne. Jelentősége egyrészt abban van, hogy kiváltana nem-megújítható energiaforrásokból származó energiát, másrészt csökkentené a légkörbe bocsátott üvegházhatású gázok mennyiségét. Problémát okoz, hogy területenként változó mennyiségben és változó időszakoként áll rendelkezésre.

A szélenergia szintén megújuló energiaforrás, az adott területen uralkodó szélviszonyok függvénye. Területi és időbeli változékonysága még kifejezettebb, mint a napsugárzás energiájáé. Hazánk nem tartozik a szélenergiában gazdag területek közé. A „kisüzemi” hasznosítás területén (pl. tanyákon, kertekben stb.) azonban jobbák a lehetőségek.

Alkalmazkodás. A meteorológiai viszonyokhoz való alkalmazkodás elsősorban azt jelenti a növénynevelés számára, hogy olyan fajtákat kell kinemesítenie, amelyek az adott helyen nagy biztonsággal termesztethetők, a növénytermelő számára pedig azt, hogy olyan fajtákat kell a köztermesztésbe bevonnia (akár hazaiakat, akár külföldieket), amelyek jól alkalmazkodnak az adott termőhely meteorológiai viszonyaihoz. A mezőgazdasági termelésnek a meteorológiai viszonyokhoz való hozzáigazítása azonban nem merül ki abban, hogy kiválasztjuk a területen termelhető megfelelő fajtákat, hanem az agrotechnikai eljárásokat is a meteorológiai viszonyok figyelembevételével kell megválasztani és alkalmazni. Ez mindenképp azt jelenti, hogy mivel az intenzív gazdálkodás körülményei között fontos szerepet játszik az energiaszükséglet (a napsugárzás energiája és a bevitt pótenergia), ezt úgy kell kielégíteni, hogy a napsugárzás energiájának a felhasználási hatékonysága legyen a legnagyobb. Más szóval a cél a legnagyobb hozamok előlése a legkisebb pótenergia felhasználással.

Védekezés. A mezőgazdasági termelés káros hatásoktól való megóvását jelenti. Ennek két fajtája ismeretes: az időjárási károk elleni közvetlen védekezés és az időjárás által kiváltott jelenségek elleni védekezés.

A közvetlen időjárási károk elleni védekezés két legismertebb formája: a fagyvédelem, amely a tavaszi és őszi fagyoktól kívánja megvédeni a növényeket, s az öntözés, amely a szárazság okozta vízhiány pótlását jelenti. Jelentős károkat okozhat még a csapadék és a szél által okozott erózió, s a magas hőmérsékletek által a növényeknél kivál-

tott stresszhatás (pl. a szemszorulás) vagy a kedvezőtlen áttelelési viszonyok. E károk hatását csökkentik a mezővédő erdősávok, a lejtőkön a teraszos művelés.

Előfordulhat, hogy a meteorológiai viszonyok kedveznek a növényi betegségek kialakulásának és terjedésének, vagy az állati kártevők szaporodásának. Ekkor nem a meteorológiai viszonyok, hanem az általuk kiváltott jelenség ellen kell védekezni. A lényeg azonban az, hogy az agrometeorológiai információk alapján tudunk felkészülni a védekezésre.

Beavatkozás. A makrometeorológiai folyamatokba történő beavatkozás olyan mennyiségű energiát igényelne, hogy az napjainkban még nem áll rendelkezésre. De ha rendelkezni is ilyen méretű energiaforrással, a keletkező egyéb hatások előreláthatatlansága is akadályozná az alkalmazást. Egyes területek meteorológiai viszonyainak megváltoztatása ugyanis előre nem látható változásokat idézhetne elő más területek felett, amelyek esetleg más tulajdonosokhoz, vagy más államokhoz is tartoznak.

Meglehetősen korlátozottak a lehetőségeink arra vonatkozóan is, hogy a mezoméretű folyamatokba beavatkozzunk. Bár történtek sikeres kísérletek mesterséges esőkelésre, napjainkban a beavatkozás legsikeresebb és legelterjedtebb formája a jégesőelhárítás. A mezometeorológiai folyamatok módosítását idézik elő az erdősávok, s a nagy kiterjedésű öntözött területek is.

A mikrometeorológiai folyamatokba történő beavatkozásnak több formája is ismert: talajtakarás, talajművelés, a sor- és tőtávolság által szabályozott állományklíma stb. Leggyakoribb az olyan zárt terek (üvegházak, fóliasátrak stb.) kialakítása, amelyekben a növények számára kedvező meteorológiai viszonyok hozhatók létre.

Teendők. A mezőgazdasági termelés szempontjából fontos, hogy megismerjük azoknak a területeknek az éghajlati viszonyait, ahol a növénytermelés folyik, vagy ahol növénytermelést szándékoznak foly-

tatni. Ezeknek az ismereteknek a birtokában ugyanis

(1) kinemesíthetők olyan fajták és kidolgozhatók olyan agrotechnikai eljárások, amelyek az adott terület viszonyaihoz messzemenően képesek alkalmazkodni;

(2) a más területeken kinemesített fajták és kidolgozott agrotechnikai eljárások közül ki lehet választani azokat, amelyek a legjobban megfelelnek az adott terület meteorológiai viszonyainak;

(3) a kiválasztott fajták és agrotechnikai eljárások számára ki lehet jelölni a meteorológiai szempontból kedvező és kevésbé kedvező területeket;

(4) megállapítva a termesztett növények és az agrotechnikai eljárások számára kedvező területeket, képet kapunk arról, hogy az adott termőterületet éghajlati szempontból hogyan lehet a legcélszerűbben hasznosítani.

Az éghajlati tényezők évenkénti változékonysága a mezőgazdasági produktivitásban hasonló változékonyságot okoz, aminek a szükségletek kielégítésén keresztül gazdasági jelentősége is van. Gazdasági szempontból ez azt jelenti, hogy az éghajlati adottságok jelentős mértékben befolyásolják azt, hogy egy ország egy adott terményből képes-e exportra termelni, milyen terményből képes a saját szükségleteit kielégíteni, s milyen terményekből szorul behozatalra.

Tisztában kell lennünk azzal, hogy azok a természeti adottságok, amelyeknek mennyisége nem korlátlan, illetve előfordulásuk helyhez és/vagy időhöz kötött, fontos gazdasági tényezővé válhatnak. Ugyanis, ha a természeti adottságok tekintetében az egyes területek különböznek egymástól, azaz az egyes területek kisebb vagy nagyobb mennyiségű természeti erőforrással rendelkeznek, akkor egy olyan ország, amely ezeket birtokolja, kisebb vagy nagyobb gazdasági értékre tesz szert, ha a lehetőségeit ki is tudja használni.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

- (1) AMBRÓZY P.–DÉVÉNYI D.–TÁRKÁNYI Zs. (1984): A légköri erőforrások értékelésének elvi kérdései. Meteorológiai Tudományos Napok '82. OMSz, Budapest, 9–18. o. (2) ANTAL E. (1978): Az éghajlati erőforrás és mezőgazdasági jelentősége. Időjárás, 82: 78–89. o. (3) ANTAL E. (1984): A légköri erőforrás mezőgazdasági vonatkozásai. Meteorológiai Tudományos Napok '82. OMSz, Budapest, 121–133. o. (4) BÉLL B. (1982): Hazánk természeti erőforrásai – Légköri erőforrások. Időjárás, 86: 45–50. o. (5) CZELNAI R. (1978): A légköri és szoláris erőforrások kutatása és feltárása. Időjárás, 82: 185–191. o. (6) MAJOR Gy. (szerk.) (1984): A légköri erőforrások hasznosítása az energiagazdálkodásban Magyarországon. OMSz Hivatalos Kiadványai, LVII. kötet, Budapest. (7) MAJOR Gy. (1984): A nap- és szélenergia hasznosításának általános kérdései. Meteorológiai tudományos Napok '82. OMSz, Budapest, 55–59. o. (8) MAJOR Gy. (2001): A Föld napenergia kincse. Meteorológiai Tudományos Napok 2001, OMSz, Budapest, 65–68. o. (9) MIKA J. (2001): A feltételezett klímaváltozás hatása hazánk megújuló erőforrásaira. Meteorológiai Tudományos Napok 2001, OMSz, Budapest, 179–192. o. (10) PETRASOVITS I. (1978): A mezőgazdaság természeti erőforrásai. Agrártudományi Egyetem, Gödöllő, 84 o. (11) TAR K.–KEVEINÉ BÁRÁNY I.–TÓTH P.–VÁGVÖLGYI S. (2001): A szélenergia hasznosításának lehetőségei Magyarországon. Meteorológiai Tudományos Napok, OMSz, Budapest, 41–54. o. (12) TÁRKÁNYI Zs.–AMBRÓZY P. (1984): A légköri erőforrások szerepe az energiagazdálkodásban. Meteorológiai Tudományos Napok '82, OMSz, Budapest, 43–54. o. (13) TÓTH Z.–NAGY Z. (2001): A napenergia-hasznosítás klimatikus adottságai Magyarországon. Meteorológiai Tudományos Napok 2001, OMSz, Budapest, 87–100. o. (14) VARGA-HASZONITS Z. (1987): Agrometeorológiai információk és felhasználásuk. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 248 o. (15) VARGA-HASZONITS Z.–VARGA Z.–LANTOS Zs.–VAMOS O.–SCHMIDT R. (2000): Magyarország éghajlati erőforrásainak agroklimatológiai elemzése. Lórint, Mosonmagyaróvár, 223 o.

ALKALMAZKODÁSI STRATÉGIÁK KLÍMAVÁLTOZÁS ESETÉRE: NEMZETKÖZI TAPASZTALATOK – HAZAI LEHETŐSÉGEK

LÁNG ISTVÁN – HARNOS ZSOLT – JOLÁNKAI MÁRTON

ÖSSZEFOGLALÁS

A klímaváltozás témaköre gazdag nemzetközi és hazai előzményekkel rendelkezik. A légszennyezéssel már 1972-ben foglalkoztak Stockholmban, az ENSZ konferencián, majd a Brundtland Bizottság jelentése (1987) adott lökést a kérdéskörnek, amit követtek az éghajlati világkonferenciák (Torontó, 1988 és Genf, 1990). Megalakult közben az IPCC (1988), 1992-ben ENSZ keretegyezmény látott napvilágot Rio de Janeiróban.

A téma folyamatosan növekvő mértékben jelen volt és van a tudományos szakirodalomban is. A Web of Science adatbázis szerint, amely a természet-, társadalom- és humán tudományok közel 8000 folyóiratának anyagát referálja, a „global warming” vagy a „climate change” kifejezések a 70-es évek közepén történt feltűnésük óta, közel 6000 alkalommal szerepeltek a tudományos közlemények címeiben. A „hatás” és a „válaszadás” („impact” és „response”) témájával foglalkozó cikkek a 80-as évek végén jelentek meg a szakirodalomban és a 90-es évek elejétől lényegében egyenletesen évi 50–100 olyan cikk jelenik meg, amelyek címében szerepelnek a globális klímaváltozás és a hatás-válaszadás témájára jellemző szavak.

Hosszú távú klíma előrejelzésekkel nemzetközi kutatóközpontok foglalkoznak. Előtte kerül az üvegházhatású gázok csökkentésének problematikája Rio és Kiotó után, az utóbbi tíz évben pedig az éghajlatváltozás hatásainak vizsgálata erősödött fel. Alkalmazkodási stratégiák kidolgozása csak az utóbbi években jelentkezett. Magyarországon a VAHAVA (változás – hatás – válasz szavakból alkotott betűszó) projekt keretében foglalkoznak alkalmazkodási stratégia kidolgozásával, amely több módszertani kezelést is felvet. A projekt végterméke egyrészt a korábbi tapasztalatok, eredmények összegzése, másrészt javaslatok, ajánlások kerülnek megfogalmazásra, harmadrészt intézményi feltételek megteremtésére is sor kerül, előreláthatóan Országgyűlési határozat formájában.

1. TÖRTÉNETI VISSZATEKINTÉS

A klímaváltozás lehetséges kialakulása az elmúlt 30–40 évben fokozatosan került előtérbe és összekapcsolódott a környezetvédelemmel. Az ENSZ Konferencia az Emberi Környezetről (Stockholm, 1972) a légszennyezéssel ugyan már foglalkozott, de a klímaváltozás szó nem jelent meg a dokumentumokban.

A Környezet és Fejlődés Világbizottsága (Brundtland Bizottság) „Közös Jövők”

című jelentése, amely 1987-ben jelent meg, elfogadta számos szakembernek azt a véleményét, hogy ok és okozati összefüggés található a légkörben lévő üvegházhatású gázok mennyiségének növekedése és a klímaváltozási tendenciák, főleg a felmelegedés között. (A szakemberek másik része viszont még ma sem látja bizonyítottan ezt az ok-okozati összefüggést.)

A jelentés sürgette olyan nemzetközi egyezmény kidolgozását és érvényesítését, amely kötelezné az országokat az üvegház-

hatású gázok és ezen belül főleg a CO₂ csökkentésére.

Igen tanulságos, és ma is aktuális a Brundtland Bizottság ajánlása a klímaváltozás stratégiáját illetően

- a kibontakozó jelenségek intenzívebb megfigyelése és értékelése;
- a jelenségek eredetének, működésének és hatásainak alaposabb vizsgálata;
- az üvegházhatást előidéző gázok csökkentését szolgáló nemzetközileg egyeztetett irányelvek kialakítása;
- az éghajlatváltozás és az emelkedő tengerszint okozta veszélyek minimalizálását szolgáló stratégiák elfogadása.

A nagy éghajlati világkonferenciák (Toronto, 1988, Genf, 1990) állásfoglalásai egyaránt szorgalmazták az olyan energia-politikák kidolgozását és megvalósítását, amelyek csökkentik a légkörbe jutó CO₂ mennyiségét. A tudományos bizonytalanságok és kételyek ellensúlyozására formálódott a döntéshozóknak címzett „elővigyázatosság elve”, amely szerint nem szabad megvárni a tudományos kételyek eloszlását, hanem kellő időben kell a döntéseket meghozni, mert elképzelhető, hogy amikor minden bizonytalanság megszűnik, akkor már késő lesz.

Az ENSZ Környezeti Programja és a Meteorológiai Világszervezet kezdeményezésére 1988-ban alakult meg az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (angol rövidítése: IPCC). Fő feladata a különböző kutatók, kutatócsoportok, intézmények által közölt és többszörösen ellenőrzött eredmények szintézise és ennek alapján összefoglaló jelentések publikálása.

Az ENSZ Konferencia a Környezetről és Fejlődésről (Rio de Janeiro, 1992) elfogadta a jogilag kötelező „Keretegyezmény az Éghajlatváltozásról” című dokumentumot. A Keretegyezmény nem tartalmazott konkrét számokat és határidőket. Öt évvel később, 1997-ben Kiotóban kísérelték meg rögzíteni az üvegházhatású gázok csökkentésének

mértékét. Ennek megfelelően az Európai Unió átlagosan 8%-os, Magyarország 6%-os, az Egyesült Államok 7%-os csökkentést vállalt. Később az USA és Ausztrália politikai vezetése úgy döntött, hogy nem ratifikálják a jegyzőkönyvet. Oroszország lebegteti szándékát. Ezért a Kiotói Jegyzőkönyv jogilag még nem lépett érvénybe. Ennek ellenére az Európai Unió a vállalt kötelezettségek teljesítésére tett ígéretet.

Az ENSZ Világtalálkozó a Fenntartható Fejlődésről (Johannesburg, 2002) sürgette a Kiotói Jegyzőkönyv ratifikálását, és az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentését.

A klímaváltozás kifejezés az idők során bevonult a politika és a publicisztika érdeklődésébe. *Schubert András* adatai szerint 2004 februárjában a Google internetes kereső 1 800 000 találatot számlált a „global warming” és 3 500 000 találatot a „climate change” kifejezésekre. Ebből 750 000 alkalommal a két kifejezés együtt szerepelt.

A téma folyamatosan növekvő mértékben jelen volt és van a tudományos szakirodalomban is. A Web of Science adatbázis szerint, amely a természet-, társadalom- és humán tudományok közel 8000 folyóiratának anyagát referálja, a „global warming” vagy a „climate change” kifejezések a 70-es évek közepén történt feltűnésük óta, közel 6000 alkalommal szerepeltek a tudományos közlemények címeiben. A „hatás” és a „válaszadás” („impact” és „response”) témájával foglalkozó cikkek a 80-as évek végén jelentek meg a szakirodalomban és a 90-es évek elejétől lényegében egyenletesen évi 50–100 olyan cikk jelenik meg, amelyek címében szerepelnek a globális klímaváltozás és a hatás-válaszadás témájára jellemző szavak.

A fentiekben kívül *Schubert András* összegyűjtötte a Web of Science adatbázisból azoknak a közleményeknek a listáját, amelyek címükben tartalmazzák a „global warming” vagy „climate change” kifejezések valamelyikét és az „impact” vagy „response” szavak egyikét. 1975 és 2003 között

összesen 804 ilyen cikket talált. Ez a publikációs jegyzék nyilvános, igény alapján bárkinek átadjuk. Meghatározásra került a cikkek bibliográfiai adatain kívül minden tétel idézettsége is 2004 februárjáig. Ez az érték – bár részleteiben vitatható és vitatott módon – jól jellemzi a cikk által a szakirodalom berkein belül keltett érdeklődés mértékét. Az összegyűjtött cikkek átlagosan több mint 10 idézetet kaptak, amely igen magas érték, és tanúskodik a téma iránti megkülönböztetett figyelemről.

2. A HAZAI ELŐZMÉNYEK

A hazai tudományos kutatás, a meteorológiai adatgyűjtés, az egyes ágazatok (első sorban a mező- és erdőgazdálkodás, a vízgazdálkodás, az energetika, a közlekedés, az egészségügy) tapasztalati adatai hatalmas szellemi tartalékot jelentenek. Ezekre építkezve lehet kidolgozni a jövőre vonatkozó intézkedési elképzeléseket.

Az előadás keretében, az időkorlát miatt, nincs lehetőség átfogó és részletes értékelésre. Csupán néhány jellemző tény és irányzatot emelünk ki a szerzők nevének említése nélkül.

Az első megállapítás, hogy Magyarországon jelenleg néhány száz szakértő foglalkozik az éghajlat alakulásával, változékonyságával, változásával, illetve annak káros vagy kedvező hatásaival és a válaszadás lehetőségeivel. Nagy szellemi potenciállal rendelkezünk, ami azonban magában foglalja a kutatói utánpótlás hiányosságát is. Ez utóbbin szükséges lenne változtatni.

A másik megállapítás, hogy a meglévő kapacitás nincsen kellően hasznosítva az alulfinanszírozottság miatt. Ezért a nemzetközi versenyképességünk fenntartása bizonytalanná vált. Sürgős segítség szükséges ezen a területen is.

Két példát említünk meg a hazai előzményekből.

Az egyik a Meteorológiai Tudományos Napok rendszeres megrendezése. Az első

ilyen összefüggésre *Czelnai Rudolf* kezdeményezésére került sor 1975-ben. Különösen eredményes volt az 1997-ben tartott konferencia, melynek előadásait „Az éghajlatváltozás és következményei” című kiadványban publikálta az Országos Meteorológiai Szolgálat. A 35 előadás közel fele a következményekkel, a hatásokkal foglalkozott.

A másik példa az aszály vizsgálata. Két nagyszabású felmérésre került sor az elmúlt évtizedekben. A 20. század nyolcvanas éveinek elején a Magyar Tudományos Akadémia és a Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Minisztérium koordinálásával, majd a 21. század első éveiben a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium szervezésében készült felmérés az aszály hatásairól és egyúttal stratégiai jelentőségű ajánlások fogalmazódtak meg.

Sajnos, azt kell mondani, hogy mindkét eset után csak szerény kárenyhítő intézkedések születtek. Nagyobb méretű, megelőző jellegű akciókra nem került sor.

3. NEMZETKÖZI IRÁNYZATOK

1. *Hosszú távú klíma előrejelzésekkel* több jól felszerelt nemzetközi kutatóközpont foglalkozik. Modellezési eljárásokkal az elmúlt időszak adataira, illetve a következő időszakot jellemző gazdasági, társadalmi scenáriókra támaszkodva készülnek az ilyen előrejelzések. Nehezíti a valószínűleg bekövetkező események megbízható feltárását, hogy a külső éghajlati kényszerek körébe immár bele kell érteni a troposzférikus hatásokat is, amelyek méretéről nincsenek megbízható adataink.

A számtalan modellezési módszer közül talán az integrált klímaértékelési modellek váltották ki a legnagyobb érdeklődést, főleg a döntéshozók részéről, hiszen ezek figyelembe vették a gazdasági és társadalmi reál-folyamatokat, beleértve a népesség növekedését, a gazdasági fejlődés hatásait, a sztratoszféra ózonrétegének lebomlását, a savas

ülepedést, a sivatagosodást, az erdőpusztulást, az óceánok szennyeződését és más környezeti kockázati tényezőket. Ezen kívül bekapcsolták a költség-haszon elemzés módszerét is a modellek felépítésébe, legalábbis ami az üvegházhatású gázok kibocsátása csökkentéséhez kapcsolódik.

A globális klíma előrejelzési modellek eredményeit megkérdőjelező bírálatok lényege arra a valószínűsíthető tényre épül fel, hogy a múlt adataiból számított trendek nem szükségszerűen a biztonságot tükrözik, hiszen a jövő nem biztos, hogy utánozza a múltat.

A globális modellekből regionális éghajlati forgatókönyveket készítenek a klimatológusok. Ennek során térbeli és időbeli, ún. „leskálázásokat” végeznek el, amelyek helyi hatásvizsgálatokkal egészülnek ki. A regionális klíma-modellek iránt egyre jobban fokozódik az érdeklődés, hiszen a cselekvési programok, vagyis a válaszadás elemei, a megelőzés, az alkalmazkodás, a kárenyhítés, a helyreállítás elsősorban az adott régióra valószínűsíthető éghajlati változásokra építhető fel.

2. *Az üvegházhatású gázok csökkentése* rendkívüli módon előtérbe került Rio és Kioto után. A szakirodalomban a cikkek százai jelentek meg erről a témáról. Kialakult egy komplex szemlélet, amely a következő tényezőket foglalta magában:

- az energiefelhasználás hatékonyságának növelése;
- a szén-nyelők (elsősorban az erdők, de újabban a talajok humusztartalma) szerepe;
- a fosszilis energiahordozók kiváltása megújítható energia-forrásokkal.

A légkör védelméhez elsősorban az energiagazdálkodás megváltoztatása adhatja a legnagyobb hozzájárulást. Az üvegházhatást okozó gázok légkörbe bocsátásának szabályozása egyre inkább az energiatermelés -továbbítás, -elosztás és a -fogyasztás hatékonyságán alapul. Ezért az energiaforrá-

sok kialakításakor a légkör, az emberi egészség és a természeti környezet – mint közös rendszer – szempontjait feltétlenül figyelembe kell venni.

Az Európai Unió nagy erőfeszítéseket tett a villamosenergia-előállító erőművek hatékonyságának javítására, amit a következő számok jellemeznek:

Ha a villamos áram felhasználását, illetve a CO₂ kibocsátását 100%-nak vesszük 1990-ben, akkor 2000-ben a villamos áram felhasználás 123%-ra növekedett és közben a szén-dioxid emisszió 96%-ra csökkent.

Az üvegházhatású gázok csökkentésére irányuló tevékenység kulcsszava a nemzetközi szakirodalomban a „mitigation” kifejezés.

A klímaváltozáshoz kapcsolódó csökkentési politikák és intézkedések álljanak összhangban a következő három elvvel

- az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésével;
- a fenntartható fejlődés elősegítésével;
- az egyes országok nemzeti adottságai-val való megfeleléssel.

Minden intézkedés kidolgozásakor mérlegelni szükséges a politikai és társadalmi kockázatokat.

Magyarországon az üvegházhatású gázok csökkentésével a II. Nemzeti Környezetvédelmi Program keretében foglalkoznak.

3. *Az éghajlatváltozás hatásainak vizsgálata* az elmúlt tíz évben erősödött fel. Az időjárási szélsőséges események hívták fel erre a figyelmet és a társadalom érdeklődése is fokozódott, ami nagyrészt a médianak köszönhető. Az angol kulcsszó adott esetben az „impact” kifejezés.

A hatás mértékét és minőségét az érzékenység (sensitivity) és a sérülékenység (vulnerability) szavakkal jellemzik. Helyenként megjelenik a „resilience” kifejezés is, amely a kedvezőtlen hatások természetes mérséklési, kivédési tulajdonsága a környezeti rendszerekben.

Az IPCC által publikált Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability című jelentés a klímaváltozási érzékenységet a következő szavakkal jellemzi:

Az érzékenység a klímával kapcsolatos kedvező vagy kedvezőtlen hatások által kiváltott állapot mértéke. A klimatikus eredetű impulzusok magában foglalják a klímaváltozás összes elemét, beleértve a legfőbb éghajlati tényezőket, a klímaváltozékonyságot és a szélsőséges időjárási események gyakoriságát és mértékét.

A sérülékenység meghatározása:

A sérülékenység az a mérték, amelyre egy rendszer fogékony, vagy képtelen vele megbirkózni a klímaváltozás hatására, beleértve a klímaváltozékonyságot és a szélsőséges időjárási eseményeket.

Az IPCC jelentés a hatások (impacts) főbb típusait rendszerezte. Ezekből veszünk példákat:

Magas hőmérséklet esetén:

- halálozások, idősebb korosztály fokozódó betegségei,
- hőstressz a gazdasági állatoknál,
- turista forgalom megváltozása,
- gazdasági növények terméskiesése,
- növekvő energiaigény a légkondicionálás hatására.

Tartós hidegek esetén:

- megfagyás, kihűlés az embereknél.

Felhőszakadással esők:

- árvizek, földcsuszamlás, lavina, iszapáradat.
- növekvő talajerózió,
- fokozott tápanyag bemosódás tavakba, víztározókba,
- állami és privát biztosítási rendszerek megterhelése.

Növekvő nyári szárazság:

- gazdasági növények termés-csökkenése,

- épületek alapozásának károsodása talajzsugorodás miatt,
- vízmennyiség csökkenése, a minőség romlása,
- erdőtüz kockázatok növekedése.

Viharok valószínűségének növekedése:

- az emberi élet és az egészségi állapot kockázata,
- infrastruktúrák károsodása,
- tengerparti ökoszisztémák növekvő degradációja.

A trópusi területek és a monszunesők vidékeinek problémáit is összegzi az IPCC jelentés, de ezek ismertetésétől most eltekintünk.

A klímaváltozás hatásainak értékelésekor az input – output modellek, illetve a kockázatelemzési eljárások alkalmazására széles körű lehetőség nyílt. A témával foglalkozó szerzők bőven éltek ezzel a lehetőséggel. Gyakran használták a klímaérzékenységi térképek elkészítésének módszereit, pl. aszályos területek, vagy belvízzel károsított területek bemutatását.

Az egyes ország-tanulmányokban a klímahatás vizsgálatánál elkészítették az okozott károk regiszterét. Igen alapos munkát végeztek ebben a vonatkozásban a Potsdami Klímahatás Kutató Intézetben. A német ország-jelentés a következő területekre terjedt ki: mezőgazdaság, erdőtüzek, egészség, elektromos áram, gáz- és vízfogyasztás, turizmus, szélviharok. Ezen kívül vizsgálták a társadalom, és ezen belül egyes népességcsoportok (pl. fiatalok vagy idősebbek) érzékelését a klímahatásokkal szemben.

Több más ország hasonló felmérésében a természetes ökoszisztémák viselkedését is részletesen elemezték a klímaváltozás esetében.

4. Az alkalmazkodási stratégiák kidolgozása az utóbbi néhány évben került a figyelem előterébe, bár már korábban is emlegették ennek szükségességét. Két kulcsszó

jelenik meg az ilyen tanulmányokban: az alkalmazkodás (adaptation) és az alkalmazkodási kapacitás (adaptive capacity). Ez utóbbi kifejezést az idézett IPCC jelentés ily módon magyarázza meg:

Az alkalmazkodási kapacitás egy rendszernek az a képessége, hogy igazodjon a klímaváltozáshoz (beleértve a klíma változékonyságát és a szélsőséges időjárási eseményeket) továbbá, hogy mérsékelje a potenciális veszélyeket, használja ki a kedvező lehetőségeket és birkózzon meg a következményekkel.

Az alkalmazkodási stratégiák magukban foglalják a klímavédelmi eljárásokat is, vagyis az üvegházhatású gázok kibocsátására irányuló műszaki, gazdasági és társadalmi intézkedéseket. Tehát az alkalmazkodás nem jelent passzív és az eseményeket követő, alapjában kárelhárító tevékenységet, hanem magában foglalja a megelőzés összes lehetséges eszközeit is.

A hivatkozott IPCC jelentés röviden összefoglalja az egyes kontinensek adaptációs kapacitása és a sérülékenység közötti kapcsolatokat. Európa vonatkozásában a következő fontosabb megállapításokat találhatjuk:

– Európában az alkalmazkodási készség a lakosság vonatkozásában általában magas szintű, de Dél-Európa és a sarkkörön túli Európa sérülékenyebb.

– Dél-Európában a nyári csapadék, a vízhez való hozzájutás, a talajnedvesség csökkenő tendenciát mutat a nyári időszakban.

– A 21. század végéig az alpesi gleccserek és az örökfagy területek felére csökkenhetnek.

– Folyók mentí árvizek veszélye Európa legnagyobb részén megnövekedhet, ugyanakkor lecsökkenhetnek a vizes élőhelyek, ami kihat a településekre, az infrastruktúrára, a turizmusra és a mezőgazdaságra.

– Észak-Európa mezőgazdasága kedvezőbb helyzetbe kerülhet, ugyanakkor a déli és keleti régiókban csökkenhet a termelés hozama.

– Élőhelyek kerülhetnek veszélybe, ami több faj kipusztulását eredményezheti.

– A nyári hőség, vagy a téli hóhiány megváltoztathatja a turizmus korábbi útvonalait.

A különböző szintű döntéshozók (kormányzati, helyhatósági, vállalati) körében most kezd kialakulni az integrált válaszadási képességek, készségek rendszere a klímaváltozás esetére. Az elmúlt évtized szélsőséges időjárási eseményei felerősítették ennek szükségességét. Természetesen korábban is voltak egyes részterületeken megelőző és kárenyhítő intézkedések. Példának lehet mondani az árvizeket, a belvizeket, az öntözést, a hőeltakarításra való felkészülést, a fűtőanyag tartalékolást a hideg idősokra és még sok jó példa említhető. A katasztrófavédelmi szervezetek is alkalmasak több természeti csapás elhárítására. De a politika még nem fogadta magába a klímaváltozásra való felkészülés stratégiai igényét.

Az előbb idézett alapos német tanulmány végén a következő őszinte megállapítások olvashatók:

Alkalmazkodás (adaptation)

A vizsgált szektorokban nem találtunk klímaváltozással összefüggő alkalmazkodási stratégiákat. Ugyanakkor mind a beszállítók, mind a fogyasztók alkalmazkodnak az időjárás változékonyságához feltételezve, hogy ez egyúttal alkalmazkodási kapacitás a klímaváltozáshoz.

Befogadás (implications)

A klímaváltozás tudatosulásának hiánya valószínűleg köszönhető:

– az információ hiánynak a jövőbeli klímaváltozás lehetséges hatásairól az egyes szektorokban;

– a meggyőződés hiányának, hogy a meglévő információk megbízhatóak vagy érvényesek;

– más, sürgetőbb ügyek előtérbe kerülésének.

A módszertani kérdéseket illetően összesítve az állapítható meg, hogy a klímahatásnál és az ezzel sokszor összefüggő klímaalkalmazkodási vizsgálatokban felhasználásra kerültek

- az adatgyűjtések monitoring rendszerekből, kutatási eredményekből, termelési adatokból stb.;
- éghajlati, gazdasági és társadalmi forgatókönyveket állítottak össze;
- különböző típusú modellezési eljárásokat alkalmaztak;
- egyéni és csoportos szakértői értékeléseket gyűjtöttek be;
- esetenként szociológiai felméréseket végeztek;
- gyakran alkalmazták a kockázat elemzéseket;
- gazdasági számításokat készítettek;
- társadalmi vitákat folytattak le.

4. A VAHAVA PROJEKT

A globális klímaváltozás hazai hatása és az arra adandó válaszok című projekt rövid megnevezése a VAHAVA mozaikszó. Eltekintünk most a projekt részletes ismertetésétől, mert ezt már számos alkalommal megtettük az elmúlt hónapokban. Néhány jellegzetességet fogunk csak kiemelni. A három kulcsszó, vagyis változás, hatás, válaszadás közül elsősorban a hatásra és a válaszadásra összpontosítunk. A válaszadás részleteinek kidolgozása jelent elsősorban újdonságot a hazai és nemzetközi viszonylatban. A hazai szakirodalomban találunk utalásokat a válaszadás stratégiájának szükségességére, de részletes kifejezésre még nem került sor. A VAHAVA projekt elsősorban erre vállalkozik, de ehhez természetesen szükség van a hatások részletes ismeretére.

A válaszadás egyik legismertebb formája az alkalmazkodási stratégia. Felfogásunk szerint ebbe beletartozik a megelőzés elve is, tehát nem szűkítjük az alkalmazkodást az események elviselésére, eltűrésére, a káros

következmények hatékony felszámolására. A feladatot nehezíti, hogy a hatások rendkívül széles területen jelennek meg, melyeket nehéz összefogni és egységes rendszerben szemlélni.

Tovább bonyolítja a helyzetet, hogy az egyes időjárási szélsőséges eseményeknek nem csak vesztesei, hanem nyertesei is vannak. Példa erre, hogy a nagy nyári meleg és szárazság gazdasági károkat okoz a mezőgazdaságban, ugyanakkor bizonyára növeli a sörgyárak és a palackozott ásványvizet előállító vállalatok nyereségét.

A hazai döntéshozóknál fokozódik az érdeklődés az éghajlatváltozás okozta jelenségek és következmények mélyebb megismerésére és a cselekvési akciók kidolgozására. Úgy véljük a társadalom széles rétegei helyeslik és támogatják ezt az irányzatot. Ma fogékonyabb mindenki az éghajlati jelenségekre, mint korábban. A VAHAVA projekt jó időben indult el és szeretnénk eredményesen befejezni.

De mi lehet két év múlva a közös munkánk végterméke?

A projekt alapvető módszertani jellegzetessége a szintetizálás a korábban elért eredményekből. Mindez *multiszektorális* áttekintéssel valósul meg, vagyis az agrárgazdaságtól és a természetvédelemtől kezdve, az energetikán keresztül az emberi egészségig bezárólag. Ez a munka nagyon sok résztvevő önkéntes és segítőkész közreműködésére épül fel. A szintézis záró szakaszában a politikusokkal folytatott dialógusra és konzultációk sorozatára lesz szükség.

A projekt végtermékének formái most körvonalazódnak. Három összeállításra minden bizonnyal sor kerül.

Az elsőt nevezzük el *a korábban tapasztalt hatások összegzésének*. A káros és kedvező hatások ebbe egyaránt belekerülnének. Ahol lehetséges, kvantitatív megközelítést alkalmazunk, de sok esetben csak verbális leírásra, értékelésre kerülhet sor.

A második összeállítás *a javaslatok, ajánlások gyűjteményét* jelenti. Itt összegezzük majd a széles körű szakmai és társa-

dalmi viták fontosabb megállapításait. Ebbe a csomagba kerülnek be azok a hasznos gondolatok, amelyek új kutatási témák kitűzését és főleg finanszírozását jelentik.

A javaslatok megvalósítása csak akkor remélhető, ha intézményes rendszerek is létrejönnek, illetve a meglévő intézmények feladatköre részlegesen átcsoportosul a klímával összefüggő problémákra.

Ezért a harmadik összeállítás megkísérli egy olyan javaslat elfogadtatását, amely szükségesnek tartja, hogy az Országgyűlés szintjén szülessen állásfoglalás, amely kormányzati ciklusokon átívelő módon rögzíti a tennivalókat.

Ennek két formája lehetséges: vagy egy önálló új törvény a klímával kapcsolatos kérdésekről, vagy Országgyűlési határozat egy hatéves Nemzeti Klíma Programról. Mind-

két változatnak vannak előnyei és hátrányai és a létrehozás módszerei is különbözőek. Valószínű, hogy a második variáns, a hatéves időszakot átfogó *Nemzeti Klíma Program* könnyebben valósítható meg.

Előnye ennek a változatnak az is, hogy a Program magában kell, hogy foglalja a megvalósítás finanszírozási eszközeit. Precedens is van már az ilyen műfajra, a Nemzeti Környezetvédelmi Program, melynek a második hatéves ciklusát tavaly decemberben fogadta el az Országgyűlés.

A következő egy-másfél év eldönti, van-e lehetőség magas szintű határozatra, illetve, hogy milyen legyen jellege és tartalma.

Kérjük segítségüket és támogatásukat, hogy ne a legrosszabb variáns kerüljön előtérbe, vagyis az, hogy semmi sem történik az ígéreteken kívül.

**ANALYSIS OF THE CONSEQUENCES OF STORMY WEATHER PREVAILING
IN HUNGARY DURING JUNE,
2004 FROM THE POINT OF VIEW OF CATASTROPHE-MANAGEMENT**

By
TATÁR, ATTILA

It is stated that the information system aimed to prevent weather damages proved to be efficacious during the events of June 2004. The Organisation for Managing Catastrophes of the Ministry of the Interior (BM OKF) produced forecasts, which were transmitted to the interested persons of the threatened areas, immediately.

The entities being hit by storm damages had time sufficient to prepare themselves for measures of prevention with adequate personal and technical capacities in order to operate according to a previously set system of priorities.

Cooperation and the flux of information towards the media have been uninterrupted.

Experts of the BM OKF helped to assess the damages of the respective areas and supported the communes as well as the insurance authorities with advices given on the spot.

Fire-guards moved with their technical equipment two and a half times more often to the hit places during June and performed excellently. Repairing activities involved pumping of water from the basement of buildings, to unstop clogging of the sewage system, moreover, helped to repair roof damages.

Events of the month June proved that the BM OKF and its regional organisations are able to master the dangerous situations with the assistance of ministries and other country-wide organisations due to their adequate personal and technical outfit, which is required for the prevention and repair of storm damages expected.

It is indispensable, however, in order to diminish material and personal losses to care for:

- an improvement of the conditions of prevention;
- tight co-operation between the authentic organisations;
- application of more adequate monitoring systems;
- more effective preparing and information of the inhabitants;
- more efficacious management of conflict-situations;
- diminishing damages.

With all those measures, catastrophe-situations of that type could be managed with higher efficacy.

GLOBAL CLIMATIC CHANGES AND THE MANAGEMENT OF CATASTROPHES

By
ZELLEI, GÁBOR

Weather extremities will increase the necessity of developing the capacity of the organisations involved in catastrophe management on the long run, either because the rising frequency of dangerous situations as well as of the deploys of the stand by crew. Moreover, damages of buildings and of technical fittings, which occurred scarcely up to now, will become more important, soon.

The risk of catastrophic situations will increase. Some of those (e.g. hot spells) are easier to be prevented by thoughtful planning. It is a matter of concern that people are psychically highly overstrained, which hitherto did not occur at a measure of being dangerous. We should be prepared to meet a suddenly appearing complex phenomena or chain-reactions.

Consequently, it is necessary, absolutely, to analyse the whole spectrum of activities from the short term measures up to strategic preparations in order to prevent the noxious effects of the catastrophes expected.

DYNAMICS AND POSSIBILITIES OF FORECASTING STORMS ON THE BASIS OF WEATHER CONDITIONS OF JUNE 9, 2004

By
HORVÁTH, ÁKOS

The nature of disastrous weather conditions has its own typical story. Hails, thunder-rains, wind-storms, floods caused by sudden showers are consequences of convective processes in the atmosphere. At the same time, those are not isolated phenomena, but rather sub-units of synoptic air movements on a larger scale (cyclones, weather fronts), which serve as backgrounds of those happenings. The forecast of the weather means always serious problems. Frequently, the warnings are emitted too late, or alternatively, over-securing is the case. The country-wide storm of June 9, 2004 appeared in a peculiar weather constellation on a peculiar way, therefore, its detailed analysis promises interesting conclusions and the reconsideration of the role attributed to the Country-wide Meteorological Service in moderating the dangers of similar cases during the winter as well as in the summer by forecasting them and warning the society.

FORCASTING OF DANGEROUS WEATHER PROCESSES IN THE PRACTICE OF THE COUNTRY-WIDE METEOROLOGICAL SERVICE

By
BONTA, IMRE

The case presented allows the following conclusions according to the professional knowledge of the Country-wide Meteorological Service (OMSZ) based on the facts revealed:

- The possibilities of forecasting dangerous meteorological events are restricted.
- Weather forecasts for spatial and timely determined conditions could be expressed in terms of probability categories, only.
- In cases, when forecasts are possible at all within a relatively longer period (12-24 hours), an “alarm-chain” is still more or less possible to be organised.
- The forecast of happenings within a short, i.e. a few-hour-period, the utilisation is reduced at the moment; the “alarm-chain” is very defective.
- One half or one hour earlier forecasted happenings cannot be utilised at all because the speed of reaction is completely insufficient to do anything.

It is a well known fact that the economy is increasingly susceptible to damages caused by weather as well as climatic phenomena. Supposedly, climatic changes predicted for our area will mean the rising frequencies of weather excesses. Aiming to keep the damages expected at a possible minimum, it is indispensable to develop the meteorological forecasting and an efficacious “alarm-chain”, which may react promptly and utilises the information.

STORM, SHOWER, HAIL AT JUNE 9, 2004 (WEDNESDAY)

By
SZIRMAY, TAMÁS

The storm damaged immediately 11 electric lines, 5 trolleybus lines, 2 suburban railways, MILLFAV, cogwheel rails. The Budapest Traffic Company was ready to perform the customary repairs only, thus was totally ignorant about the expected evening storm. The Country-wide Meteorological Service did not inform the capital about the approaching storm of outstanding brutality. Therefore, at the arrival of the tempest, measures have been taken by the Central Dispatch Office to strengthen the crew of Trouble Prevention (to postpone the shifts, to anticipate the night-shifts, etc.).

The phones of the Capital Fireguard did not respond neither on the “hot line” nor on the numbers 105 nor 112, between 8 p.m. and 0 a.m., therefore, the static prevention systems have been called. Special functions have been performed by the maintenance crews of the trolley-lines. They worked overnight until the morning hours. At 10 a.m., the traffic started undisturbed.

**EXTRAORDINARY EVENTS CAUSED BY PECULIAR
WEATHER CONDITIONS AT THE HUNGARIAN RAILWAYS (CO)**

By
FÖLDHÁZI, GYÖRGY

On the territory of the Republic of Hungary there are railways of 7300 km length. It is one of the most dense rail networks within Europe. Railroad traffic is one of the less vulnerable communication services, which is almost independent on weather conditions. Despite of that, there are situations though rare, which may jeopardise rail transport too. One of those events occurred at June 9, 2004, in Budapest with the thunderstorm. In the evening hours trees have been felled, branches drifted upon the electric trolley lines, which were broken at different sites of the Hungarian Railway Co (MÁV). Subsequently, railroads going to Budapest were impassable after 19:10 p.m. except two of them.

**THE EFFECT OF CLIMATIC CHANGES
ON THE DISTRIBUTION OF ELECTRICITY**

By
MUSSENBROCK, KONRAD

During the last days, the peculiar weather conditions caused problems in the distribution of electric power. Most dangerous consequences are anticipated from the excesses of weather on the power lines, switching units and transformers, which are exposed to drop outs. The causes are:

- strong wind storms,
- hoar-frost, icicle formation,
- sudden rain showers.

The most important causes is the fact that electric lines of the ELMŰ are at the majority aerial cables.

**THE MANAGEMENT OF THE SEWAGE SYSTEM OF THE CAPITAL
(BUDAPEST),
HOW IT COPEd WITH ADVERSITIES
AS ITS AREA WAS EXPOSED TO EXCESSES OF WEATHER**

By
PALKÓ, GYÖRGY

The Sewage System of Budapest Co. is the largest servicing enterprise in Hungary dealing with questions of environmental conservation. Its main activity is the drainage and cleaning of the sewage and waters of actual precipitations. The main area of its competence

is the capital, moreover, outside of that area other communities of agglomeration (Nagykovácsi, Üröm, Budakalász, Kerepestarcsa, Gyál, Vecsés, Üllő etc.) are joined to the sewage system of the metropolis. In the present year, during May and June country-wide, in Budapest too, excessive weather conditions impaired the objects of the Sewage Company. However, the Company managed its activities without any trouble, drained the precipitation and cleaned the sewage up to the capacities of its technical outfit.

CLIMATIC CHANGES AND THE DEMAND OF ELECTRIC ENERGY

By
GERSE, KÁROLY

Based on a few samples, it has been proved unequivocally that changes in the demand of electric energy depend mainly on the changes in weather conditions. Climatic changes are recognised mainly during the summer season, as air conditioning machines are needed and are fully charged at high temperatures.

In addition to the climatic change, a permanent growth of consumption in electric energy is a valid component of the increasing demand, however, the changes in consumers' prices are also decisive. By means of the consumers' prices, at the same time, the demand of electric energy could be regulated effectively in the positive sense too. The price of electric energy is subject mainly to the changes in costs but there are possibilities to introduce time-zones in differentiating prices as shown in Figure 1 as an attempted solution.

A daily peak of consumption on working days may diminish the exploitation of machines together with the effectivity of the system. Resorting to additional sources of energy may need further investment, which may induce increased costs and consumer' prices.

The increasing variability in need of energy during the day, i.e. the difference between the peaks and minima are regulated by the use of several constructions (which are able to change their output dynamically). The balance between consumption and production should be maintained during the low-output-period by recuperation to the Nuclear Power Plant of Paks, which is supposed to be free from noxious atmospheric emission, or new energy units should be established for the purpose to secure the safety of regulation.

The degradation of the curve of output, well known in the professional literature, is due to the increasing demands of the summer period and the low capacity of power plants because the maintaining operations of power plants on the „field” are bound to favourable weather conditions. It is another reason to rise costs, so at the the end a rise of consumers' prices ensues. In the case of bad weather during the summer, as experienced in 2003, prices of electric energy rose beyond the winter prices up to the necessity of introducing restrictions of consumption. Further difficulties are threatening with the introduction of up to date gas turbines, which need to be subject to service operations according to an individual, prescribed schedule independently from their output or convenience. The last two moments may need an increased output capacity, which means again additional costs.

Other sources, outside of the electric power industry also exist, but beyond their low capacity, the lack of fuel may prevent their complementary utilisation, as it occurred in the winter of 2002–2003, when the system of earth-gas did not deliver the full supply.

The former technical effects have been impaired additionally mainly by the changes caused by the appearance of the market of electric energy. Earlier, electric societies being

responsible for the supply of a given country or area were able to optimise their production and delivery according to statistics on the side of resources and were able to regulate the consumption by means of changing the attitude of the consumers, now the opening of market allow only the control of a thin segment of parameters to be considered for the sake of safety of supply and determination of prices. Instead of the optimisation of the whole system, only a sub-system is a feasible target of optimisation, which is certainly a sub-optimal solution. Thus the favourable effects of the opening market is restricted by a reduced extent.

The final result of increasing demands in a welfare-type energy system is the necessity of maintaining additional capacities, which requires also increased costs. Consequently, costs related to production processes will rise equally, thus the whole national economy as well as its international competitiveness is impaired.

STRATEGIES OF ADAPTATION TO CLIMATIC CHANGES: INTERNATIONAL EXPERIENCES AND POSSIBILITIES IN HUNGARY

By

LÁNG, ISTVÁN– HARNOS, ZSOLT– JOLÁNKAI, MÁRTON

Questions of climatic changes have been treated by many publications internationally as well as in Hungary. Air pollution has been the topic of the UNO conference 1972 Stockholm, subsequently, the report of Brundtland Commission (1987) pushed forward the matter, and further world conferences followed dealing with the climatic changes (Toronto, 1988 and Geneva, 1990). Meanwhile, the IPCC has been founded (1988), whereas in 1992, in Rio de Janeiro the frame convention of the UNO has been passed.

Relevant topics of climatic changes appear at an increasing frequency in scientific literature too. According to the data base, Web of Science, 8 000 periodicals assigned to natural sciences, sociology and other human sciences refer to global warming or climate change, which appeared first at the middle of the 70-es, and are present in the titles of nearly 6 000 papers. Papers dealing with „impact” and „response” are found since the end of the 80-es. Since the end of the 90-es, yearly 50-100 papers are registered, regularly, which mentioned in their titles the global climatic change as well as words referring to the response given on the effects of it.

Predictions of climatic changes on the long run are formulated in international research centers. The problem of diminishing the emission of gases causing the greenhouse effect increased to be important during the last ten years, after Rio and Kioto, when relevant consequences have been checked intensely. Strategies of adaptation have been elaborated in recent years only. In Hungary VAHAVA (an acronym composed of words: change – effect – response) is a project for the development of a strategy of adaptation, which involves some methodical problems too. The end product of the project would be a summary of earlier results and experiences, on the other hand propositions and suggestions will be formulated, furthermore, the institutional bases should be developed as foreseen as a proposition forwarded to the National Assembly.

RESOURCES OF THE ATMOSPHERE AND THEIR SIGNIFICANCE FOR AGRICULTURE

By
VARGA-HASZONITS, ZOLTÁN

The environment of man is composed by the atmosphere, the hydrosphere, the lithosphere and the biosphere. The first three components are members of the life-less, i.e. abiotic part of nature, the last one involves the living world: plants, animals and the man itself as the biotic sphere.

Looking on the natural environment from the point of view of man and of the man made society, we have to recognise all indispensable conditions of life including material resources and energy. All those environmental conditions, which are indispensable for human production are called natural resources.

The atmosphere surrounding the Earth developed by an intense interaction with the living world. The relation between the atmosphere and the living world is still intense. Atmospheric factors are important conditions of growth, development and production of plants. The prosperity of domesticated animals depends basically on the plants consumed by them, therefore animals are also subject in that sense to atmospheric effects. An immediate influence on the animals is also exerted by meteorological factors like temperature and moisture. Thus food production is tightly dependent on the meteorological environment.

Conditions of the atmosphere are typified by the climate on the long run. They determine what kind of plants are able to grow at a given site, at a given period of the year, and they set the limits of productivity. The variation of meteorological conditions within a year and between years are primary causes of variation in yield and the extremities (frost, drought, hails, etc.) are basic risks of agricultural production. The same is valid in the case of the most developed agricultural technologies too.

The local climate is decisive in limiting the maximal yields of crops at a given growing site (that is the climatic potential).

Summing up all that, the atmosphere means natural conditions, resources as well as risks to agricultural production.

CONTENTS

STUDIES

| | |
|---|----|
| <i>Tatár, Attila</i> : Analysis of the consequences of stormy weather prevailing in Hungary during June, 2004 from the point of view of catastrophe-management | 3 |
| <i>Zellei, Gábor</i> : Global climatic changes and the management of catastrophes | 10 |
| <i>Horváth Ákos</i> : Dynamics and possibilities of forecasting storms on the basis of weather conditions of June 9, 2004 | 17 |
| <i>Bonta, Imre</i> : Forecasting of dangerous weather processes in the practice of the Country-wide Meteorological Service | 26 |
| <i>Szirmay, Tamás</i> : Storm, shower, hail at June 9, 2004 (Wednesday) | 33 |
| <i>Földházi György</i> : Extraordinary events caused by peculiar weather conditions at the Hungarian Railways (Co) | 36 |
| <i>Mussenbrock, Konrad</i> : The effect of climatic changes on the distribution of electricity | 40 |
| <i>Palkó, György</i> : The management of the sewage system of the capital (Buda-pest), how it coped with adversities as its area was exposed to excesses of weather | 42 |
| <i>Gerse, Károly</i> : Climatic changes and the demand of electric energy | 45 |
| <i>Varga-Haszonits, Zoltán</i> : Resources of the atmosphere and their significance for agriculture | 70 |
| <i>Láng, István – Harnos, Zsolt – Jolánkai, Márton</i> : Strategies of adaptation to climatic changes: international experiences and possibilities in Hungary | 59 |
| Summary | 78 |



SZÁMUNK SZERZŐI

Bonta Imre, az Országos Meteorológiai Szolgálat Előrejelzési és Alkalmazott Meteorológiai Főosztály főmunkatársa, meteorológus (1024 Budapest, Kitaibel P. u. 1. Tel.: 346-4694, Fax: 346-4684, E-mail: bonta.i@met.hu)

Földházi György, a MÁV Rt. Biztonsági Igazgatóság Vagyonvédelmi Főosztály főosztályvezetője (1087 Budapest, Kerepesi út 3. Tel.: 432-3197, Fax: 432-4072, E-mail: foldhazigy@mv.hu)

Gerse Károly, a Magyar Villamos Művek Rt. általános vezérigazgató-helyettese (1011 Budapest, Vám u. 5/7. Tel.: 202-1415, Fax: 202-7658, E-mail: kgerse@mvm.hu)

Harnos Zsolt, akadémikus, a BKÁE Kertészettudományi Kar Matematika és Informatika Tanszék egyetemi tanára, tanszékvezető, rektorhelyettes (1118 Budapest, Villányi út 29-43. Tel.: 372-6261, Fax: 466-9273, E-mail: matiti@omegakee.hu)

Horváth Ákos, az Országos Meteorológiai Szolgálat Numerikus Előrejelző Osztály főmunkatársa, meteorológus (8600 Siófok, Vitorlás u. 17. Tel.: 84/310-466, Fax: 84/310-466, E-mail: horvath.a@met.hu)

Jolánkai Márton, a SZIE Növénytermesztési Intézet egyetemi tanára, intézetigazgató (2103 Gödöllő, Péter K. u. 1. Tel.: 28/522-067, Fax: 28/410-804, E-mail: mjolankai@fau.gau.hu)

Láng István, akadémikus, a kutatási projekt vezetője, Magyar Tudományos Akadémia (1051 Budapest, Arany J. u. 1. Tel.: 269-2656, Fax: 269-2655, E-mail: ilang@office.mta.hu)

Mussenbrock Konrad, a Budapesti Elektromos Művek Rt. igazgatósági tagja (1132 Budapest, Váci út 72/74. Tel.: 238-1201, Fax: 238-2801, E-mail: konrad.mussenbrock@elmo.hu)

Palkó György, a Fővárosi Csatornázási Művek Rt. vezérigazgatója (1087 Budapest, Asztalos S. u. 4. Tel.: 455-4224, Fax: 455-4232, E-mail: palkogy@fcsm.hu)

Szirmay Tamás, a Budapesti Közlekedési Rt. Forgalmi és Üzemeltetési Igazgatóság vezérigazgató-helyettese (1980 Budapest, Akácfa u. 15. Tel.: 461-6661, Fax: 461-6662, E-mail: szirmayt@bkv.hu)

Tatár Attila, a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság főigazgatója, vezérőrnagy (1149 Budapest, Mogyoródi út 43. Tel.: 469-4101, Fax: 469-4102, E-mail: attila.tatar@katved.hu)

Varga-Haszonits Zoltán, NyME Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar professzor emeritus (1181 Budapest, Margó T. u. 82. Tel.: 292-2101, E-mail: vargahz@axelero.hu)

Zellei Gábor, a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság Ügyeleti és Nukleáris Veszélyhelyzetkezelési Főosztály főosztályvezető helyettese, ezredes (1149 Budapest, Mogyoródi út 43. Tel.: 469-4160, Fax: 469-4272, E-mail: gabor.zellei@katved.hu)