TERMÉSZETI VESZÉLYEK

Szabó József, Schweitzer Ferenc, Horváth Gergely, Bihari Zita, Czigány Szabolcs, Fábián Szabolcs, Gábris Gyula, Iványi Krisztina, Kerényi Attila, Lóki József, Magyar Donát, Mányoki Gergely, Molnár Zsolt, Négyesi Gábor, Pásztor László, Pátzay György, Pirkhoffer Ervin, Szabó Mária, Szentiványi Árpád, Szövényi Gergely, Tóth László, Udvardy Orsolya, Varga Gábor, Varga György

Az emberi létezés alapfeltétele az együttélés természeti környezetünkkel, amelyet az ember szükségletei kielégítésére használ, ezért a természet – változásaival együtt – értéket jelent számára. Ha azonban a változások mértéke átlép egy bizonyos határt, akkor az már veszélyként jelentkezhet. A természet jelenségeinek sokfélesége miatt a belőlük származó veszélyek is rendkívül szerteágazók. Az 1 táblázat a természeti veszélyforrásokról ad áttekintést kialakulási helyük szerint.

A veszélyforrások közül a Kárpát-medencében egyesek – így pl. a vulkánosság, a tengerrengéshullámok és az általuk okozott cunamik vagy a trópusi ciklonok – szerencsére nem fordulnak elő, mások – pl. tornádók – igen ritkán lépnek fel; vannak azonban olyan veszélyek is – pl. az árvizek, aszályok, eróziós folyamatok –, amelyek kiemelt fontosságúak. Rajtuk kívül számos, a mindennapjainkat ritkábban vagy kisebb mértékben fenyegető, de azért nem jelentéktelen károkkal járó veszélyekkel is számolnunk kell, ilyenek a földrengések, felszínmozgások, szélsőséges időjárási jelenségek stb. Atlaszunk e fejezete a hazánkat érintő legfontosabb veszélytípusokról nyújt összefoglaló áttekintést. Ebben a különböző tudományterületek által gyűjtött legszélesebb adatbázisra támaszkodik.

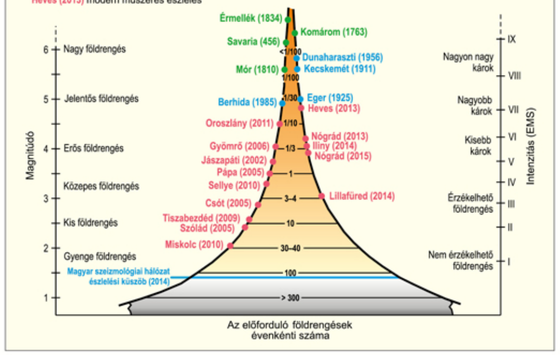
1 A TERMÉSZETI VESZÉLYEK ÉS KATASZTRÓFÁK ÁTTEKINTŐ RENDSZERE

A kialakulás helye szerint	A hatótényező szerint		Fontosabb típusok
Kőzetburok (litoszféra)	Belső erők	Közvetlen	Földrengés
			Vulkánkitörés
		Közvetett (víz útján)	Tengerrengés (cunami)
	Külső erők		**(Szikla)omlás**
			Földcsuszamlás
			Kő- és törmeléklavina
			Törmelék- és sárfolyás
			Felszínsüllyedés
			Talajtömörödés
Levegőburok (atmoszféra)	A levegő *közvetlen* hatása		Trópusi ciklon
			Tornádó
			Szélerózió (defláció, porvihar, homokverés)
			Talajerózió
			Villámcsapás
			Természetes tűz
	A levegő *közvetett* hatása (víz útján)		Felhőszakadás
			Hóvihar
			Jégeső
			Tengerszint-emelkedés
Vízburok (hidroszféra)	A víz *közvetlen* hatása (felszíni, a tömegével)		***Árvíz, belvíz***
			Talajerózió
			Hólavina
			Parti jég
			Jéghegy
	A víz *közvetett* hatása levegő útján		***Szárazság (aszály)***
			Hullámzás
Élővilág élettere (bioszféra)	Az élővilág *közvetlen* felszíni hatása		***Özönfajok terjedése***
	Az élővilág *közvetett* hatása		***Virágpor-allergia***

Az egyes katasztrófatípusok írásmódja azok magyarországi hiányát vagy jelenlétét, illetve jelentőségét tükrözi: normál betűk = Magyarországon nem jelent veszélyt, **kövér betűk** = Magyarországon előforduló, ***kövér dőlt betűk*** = Magyarországon kiemelkedő jelentőségű veszélytípus

A természeti katasztrófákban egyre nagyobb mértékben és gyakorisággal állapítható meg az ember felelőssége is; a katasztrófák egyaránt lehetnek természetes okokból meginduló, de az emberi hatások következtében felgyorsuló, valamint az emberi tevékenység nyomán meginduló, de azt követően már a természeti törvények szerint lezajló folyamatok; közös jellemzőjük, hogy az ember sokszor akaratán kívül is képes ezeket a katasztrófákat kiváltani, de többnyire nem tudja a fékezhetetlenné váló folyamatokat megállítani. Az ember élete és munkája során maga is idéz elő másféle veszélyes, gyakran katasztrófát okozó eseményeket (pl. tűzvészek, robbanások, radioaktív sugárzások). Ezekről atlaszunk *Gazdaság* című kötete nyújt áttekintést.

2 A MAGYARORSZÁGON ÉVENTE ELŐFORDULÓ FÖLDRENGÉSEK SZÁMA ÉS A TÖRTÉNELMI IDŐK LEGJELENTŐSEBB FÖLDRENGÉSEI



A kőzetburok (litoszféra) természeti veszélyei

A Föld felszíne állandó mozgásban van. A tértől és időtől függően eltérő sebességű átalakulások okai jelentős részben a Föld belsejében lezajló folyamatok, összefoglalóan a belső erők. Közülük a legpusztítóbbak a földrengések és a részben általuk kiváltott tengerrengéshullámok, valamint a vulkánkitörések.

Földrengések

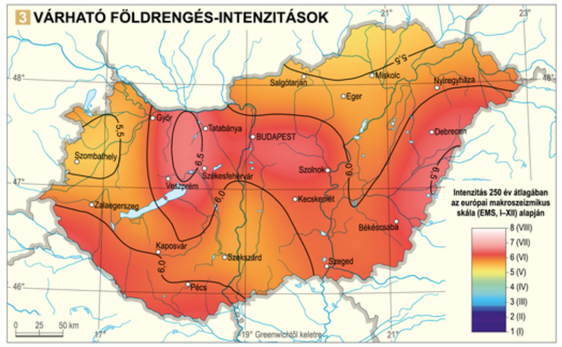
Magyarországon a belső erők okozta természeti veszélyek 1 közül a földrengések fordulnak elő. Keletkezésük okaival atlaszunk *Geofizika* című fejezete foglalkozik részletesen. A Földön a rengések jelentős része a kőzetlemezhatárokon – amelyek nem vonalak, hanem gyakran több száz km szélességű deformációs zónák – pattan ki. A Kárpát-medence tágabb környezetének, Európa déli részének szerkezetét és mozgásait (tektonikáját) az Afrikai- és az Eurázsiai-lemez ütközése határozza meg *(Geofizika fejezet* 1*)*.

Összességében a Kárpát-medence területe mérsékelten földrengéses, ahol előfordulnak földrengések, de szerencsére az igazán nagy károkat okozó, erős rengések ritkák. A földrengéses zónák elhelyezkedése és az ott lejátszódott rengések gyakorisága az atlaszunk *Geofizika* című fejezetében található térképen 8 látható. Az elmúlt másfél évezred időszakából közel harmincezer földrengésről tudunk, egy részükről történeti feljegyzések is rendelkezésre állnak. Az első ismert rengés 456. szeptember 7-én Savariában, a mai Szombathely környékén volt. A leírások alapján a rengés nagysága kb. 6,1 magnitúdó lehetett (a magnitúdó és az intenzitás fogalmának magyarázatát ugyancsak l. atlaszunk geofizikai fejezetében). Nem minden múltbeli földrengés helyét tudjuk pontosan meghatározni, de a medence belsejében kirajzolódik néhány terület, ahol már több jelentősebb földrengés zajlott le. Az 1763. június 28-án Komárom környékén kipattant 6,3 magnitúdójú földrengés során a város harmada elpusztult, 63-an meghaltak, 120-nál is több volt a sebesült. Ez volt ismereteink szerint Magyarország területén az egyik legnagyobb földrengés. A 19. században a móri (1810) *(Geofizika fejezet* 1*)*, az érmelléki (1834) és a jászberényi (1868) voltak emlékezetesek, a 20. században pedig öt olyan nagyobb földrengést jegyeztek fel a mai Magyarország területén, amelyek jelentős károkat okoztak: Kecskeméten 1908-ban és 1911-ben, Egerben 1925-ben, Dunaharasztin 1956-ban és Berhidán 1985-ben 2.

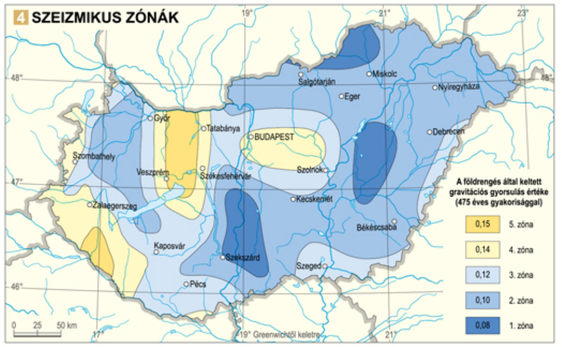
Magyarország földrengés-veszélyeztetettségét vizsgálva először is le kell szögezni, hogy a földrengések előrejelzése nem lehetséges. Nem lehet megfelelő pontossággal prognosztizálni ugyanis, hogy egy lassú, több évtizedig tartó, néhány (vagy néhány tíz) mm/év sebességű elmozdulást kísérő feszültség felhalmozódásának határára mikor következik be a törés a földkéregben. Lehetőség van azonban annak kiszámítására, hogy adott időszak alatt milyen valószínűséggel várható rengés egy adott területen. Így előzetes felkészüléssel a földrengés által okozott károk és veszteségek csökkenthetők. A felkészülés legfontosabb feladataként a rengésveszélyes területeken úgy kell építkezni, hogy az építmények nagyobb károsodás nélkül kibírják a földrengéseket.

A műszeres mérések segítségével Magyarország területén évente 100–120 kisebb földrengést regisztrálnak, de nagy részük nem éri el az érezhetőség határát. Évente négy-öt 2,5–3 magnitúdójú, az epicentrum környékén már jól érezhető, de károkat még nem okozó földrengésre lehet számítani. Nagyobb, 6,0–6,5 magnitúdójú rengések lehetségesek, de nem gyakoriak 2. Egészében a Pannon-medencében jelentősebb károkat okozó rengés 15–20 évenként, míg erős, pusztító földrengés 40–50 évenként következhet be. A földrengések által okozott hatásokat, károkat (földrengés-intenzitás) az európai makroszeizmikus (EMS) skálával *(Geofizika fejezet* 7*)* fejezhetjük ki 3, természetesen nemcsak a múltbeli, hanem egy adott területen a jövőben várható földrengéseket illetően is. Emellett a várható veszély értékét megadhatjuk egy szeizmikus zónatérképen is, ahol a mértékszám a földrengések által keltett gravitációs gyorsulás (g), pontosabban annak törtrésze 4. A veszélyeztetettség értéke nagymértékben függ a választott meghaladási valószínűségtől vagy az éves gyakoriságtól is.

3 VÁRHATÓ FÖLDRENGÉS-INTENZITÁSOK



4 SZEIZMIKUS ZÓNÁK



Felszín- vagy tömegmozgások

A nehézségi erő (gravitáció) hatására közvetlenül (szállító közeg közbeiktatódása nélkül) lezajló felszíni tömegelmozdulásokat nevezzük felszín- vagy tömegmozgásoknak. Alapfeltétel a felszín lejtése, ezért túlnyomó többségük hegy- és dombvidéki tájakon fordul elő.

Tömegmozgások akkor indulnak meg, ha a lejtő anyagában felhalmozódó nyírófeszültség meghaladja a lejtő anyagának nyírási ellenállását. Maguk a tömegmozgások sokfélék, eltérő a mechanizmusuk, ezért különböző módokon okozhatnak katasztrófát. E veszélytípusok között a leggyorsabbak a leginkább merev kőzetek meredek lejtőin kialakuló *omlások*, amelyek során nagy kőzettömegek lényegében függőlegesen (a mozgás valamely szakaszában szabadeséssel) zúdulnak le. A széles értelemben vett *földcsuszamlások* során a lejtő anyagának valamely része egy jól kirajzolódó felszín (csúszási felszín vagy csúszópálya) mentén válik el és siklik (csúszik) le. Ha a lejtő anyagának víztartalma erősen megnő, akkor az anyag egy része, elveszítve stabilitását, mintegy lefolyik a lejtőn *(kő- és törmeléklavinák, törmelék- és sárfolyások)*. A magyarországi tájakon mindhárom típus előfordul. Sokszor olyan szorosan összekapcsolódnak, hogy nehéz megállapítani, melyik a mozgás fő mechanizmusa. A tömegmozgások térben és időben nem folytonos, hanem szaggatott folyamatok. Bár bekövetkezésük lehetséges helyszínei viszonylag jól körülhatárolhatók 6, konkrét helyük és idejük pontos előrejelzése nem lehetséges.

A tömegmozgásos folyamatok közül Magyarország területén a csuszamlások a leggyakoribbak és a legpusztítóbbak. Róluk s az egyes földrajzi tájakhoz kapcsolódó jellegzetes fajtáikról az 5 táblázat nyújt áttekintést. A számos domborzati, földtani és éghajlati feltételtől függő csuszamlások viszonylag kis területre összpontosulva elsősorban a meredek kőzetfalak és teraszlépcsők övezetében, valamint a folyó és tó menti magaspartokon (a Duna 1, a Hernád 7 2, a Rába, a Dráva, illetve a Balaton 3 és a Fertő mentén) a legjelentősebbek.

5 FELSZÍNMOZGÁSOS (FŐKÉNT CSUSZAMLÁSOS) VESZÉLYEK MAGYARORSZÁGON

Táj-típusok	A jellegzetes csuszamlásos tájtípusok felépítése (anyaga, szerkezete)		A jellegzetes csuszamlásos tájtípusok helye	A csuszamlások csúszópályáinak tipikus anyaga	A csuszamlások csúszópályáinak helyzete	A csuszamlások morfológiai helyzete	A csuszamlások formatípusa	A csuszamlások aktivitása (veszélyessége)
Dombságok	Oligocén kiscelli agyag, budai márga, általában lösszel vagy édesvízi mészkővel fedve		Budapest környéke	Kiscelli agyag, budai márga	Erősen változó mélységű	Teraszperemek, bányafalak	Suvadás, rétegcsuszás (folyás is)	Főleg antropogén hatásra
	Alsó- és középső-miocén slír (esetleg vulkáni fedővel)		Medves–Vajdavár-vidék, Mecsekhát	Slír agyagos rétegei, néhol homok	Mélyen, de erózióbázis felett	Völgylejtő, tektonikai vonal	Nagyhalmazos rétegcsúszás	Alacsony, csökkenő (antropogén)
	Pannon agyag, homok	Lösszel fedve	Tolnai-dombság, Zselic, Külső-Somogy	Pannon rétegfelszínek, vályogzónák löszben	Mélyen, erózióbázis közelében	Tájperemek, völgylejtők	Nagyhalmazos rétegcsúszás, szőnyeges köpenycsúszás, kúszás	Alacsony, mérsékelt, sok fosszilis forma, recens mezők nagyobb aktivitással
		Vályoggal fedve	Vasi-Hegyhát	Vályogban, gyökérzóna alatt	Felszínközeli, erózióbázis feletti	Völgylejtők		
		Löszmentes	Cserehát, Sajó–Bódva köze	Pannon rétegek és összlet felszíne				
Magaspartok	Pannon agyag, homok	Vastag lőszfedővel	Duna mente 1	Pannon felszín, vályogzóna löszben	Mélyen, gyakran erózióbázis közelében	Partélek mentén	Szeletes csúszás	Sok recens és aktív
		Változatos fedettség	Balaton 3	Pannon rétegfelszínek			Szeletes és nagyhalmazos rétegcsúszás	Jelentős aktivitás és veszély
		Pliocén–pleisztocén kavicsos, homokos fedő	Rába mente				Nagyhalmazos rétegcsúszás	Recens, kevés aktív
		Vékony lőszös fedő, fedetlen	Fertő, Hernád 7 2	Pannon rétegek	Mélyen, változatos		Halmazos rétegcsúszás, sok omlás	Helyenként kiugró aktivitás
Vulkanikus hegységek	Bádeni, szarmata savanyú és neutrális vulkanitok	Tipikus rétegvulkáni szerkezet	Visegrádi-hegység, Börzsöny, Mátra, Tokaji (Zempléni)-hegység	Leginkább vulkanitok laza feküje vagy elmállott tufaszintek	Mély, talpponthoz közeli	Hegység- és kalderaperemek, tektonikai vonalak, völgylejtők	Hegycsuszamlás és nagyblokkos csúszás	Túlnyomóan fosszilis, kevés recens, kivételesen aktív
	Felső-pannon bazaltok		Tapolcai-medence, Medves			Hegyperemek		



1 *Friss csuszamlások a Duna dunaszekcsői magaspartján*



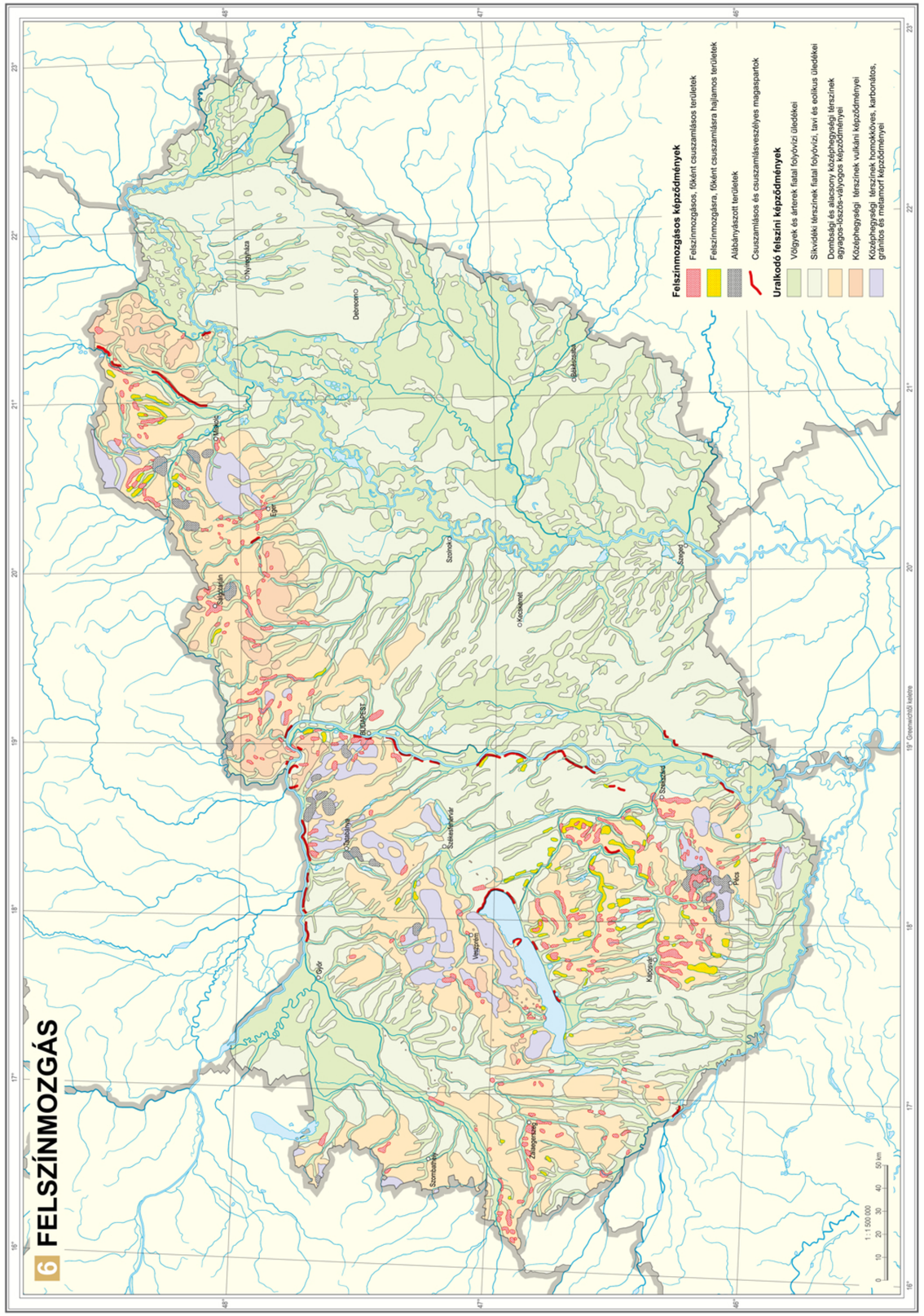
2 *Friss útcsuszamlás a Hernád-völgyben Gibárt közelében (2013)*



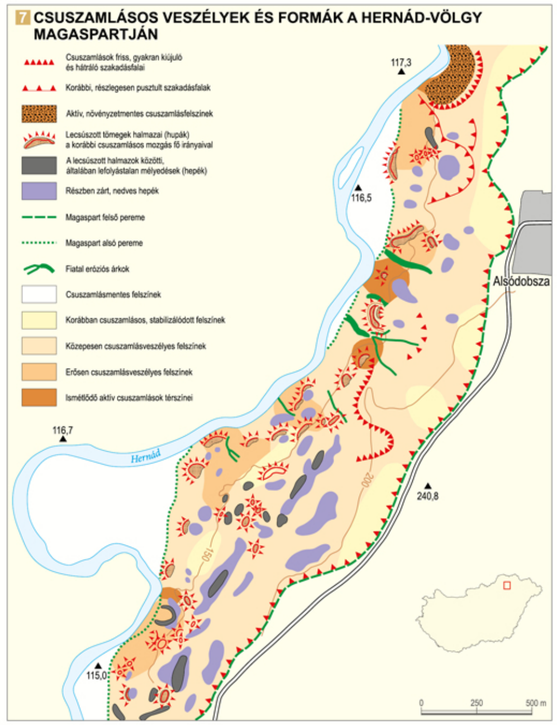
3 *A balatonföldvári magaspart*

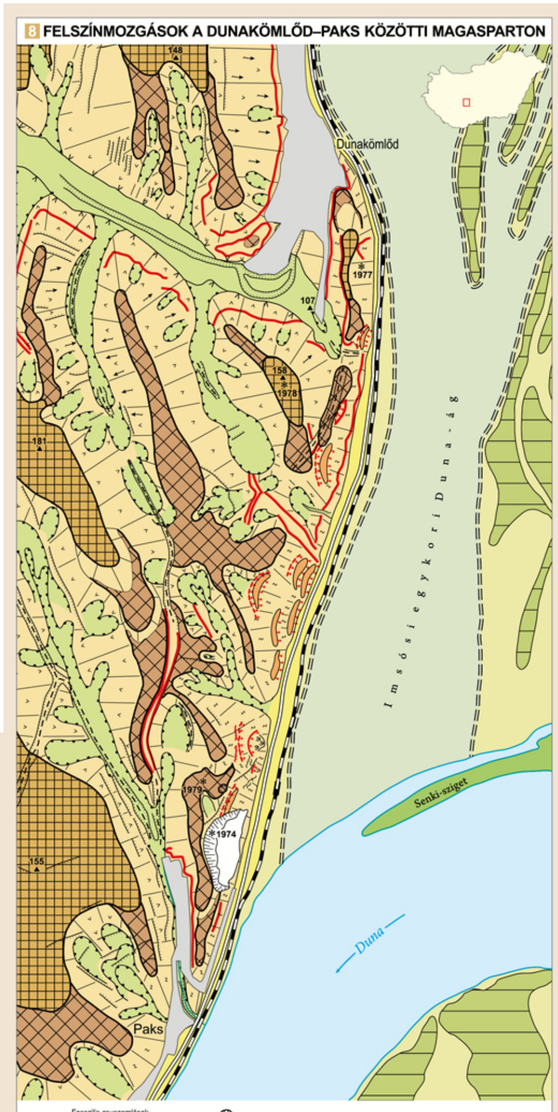
©MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, www.mtafki.hu, Budapest, 2018

©MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, www.mtafki.hu, Budapest, 2018



©MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, www.mtafki.hu, Budapest, 2018





A Duna csuszamlásveszélyes magaspartjai Érd és Mohács között

Budapesttől délre a Duna ártere fölé nyugaton, kisebb-nagyobb megszakításokkal mintegy 180–200 km hosszan 20–50 m magas meredek perem magasodik, amelyen gyakoriak az omlások és földcsuszamlások. A holocén folyamán a Duna oldalazó eróziója rendszeresen rombolta a mezőföldi és a baranyai löszvidék keleti peremét.

A dunai magaspartok mentén évezredek óta történtek felszínközeli földmozgások. Következtetni lehet rájuk a hajdani csuszamlásos formákból és a történelmi települések kiterjedéséből is. Így a magaspartok lábaihoz támaszkodó sok-sok sziget legtöbbje a nagyméretű földcsuszamlásoknak a Duna által elroncsolt maradványa. Másrészt az egykori római kori táboroknak mára már csak kisebb része – Intercisa castrumának csak a fele – található meg, a többi korábbi földcsuszamlások áldozata lett. A magaspart pereme a római kori táborok alaprajza alapján százévente 5–7 m-t hátrál nyugat felé.

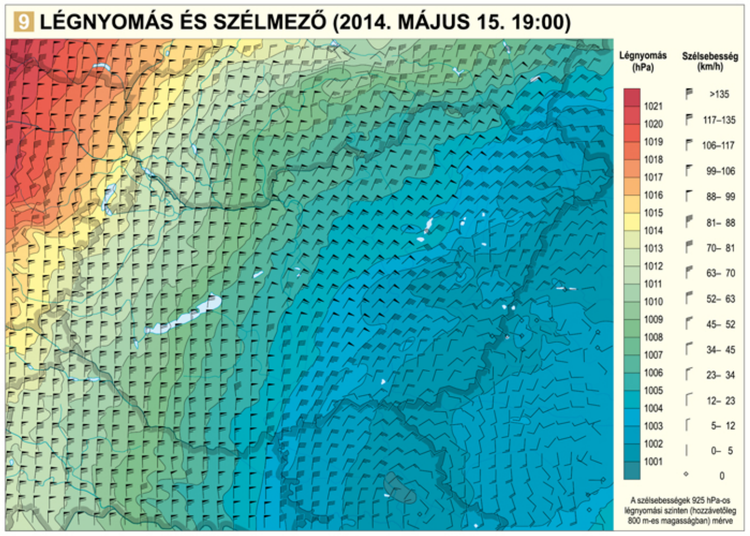
A csuszamlásokat a földtani-geomorfológiai adottságok és a vízföldtani viszonyok egyaránt befolyásolják. A csuszamlások ciklikus ismétlődését a Duna oldalazó eróziós tevékenysége és vízszintjének 8–10 m-t elérő ingadozása okozza, a földtani-közettani felépítés pedig elősegíti, hiszen a mintegy 30–50 m vastag negyedidőszaki szárazföldi eredetű üledékek – főként a lösz – feküjét beltengeri eredetű pannon agyag és agyagos homok rétegei alkotják, kiváló csúszópályául szolgálva a beszivárgó vizektől átnedvesedő és ezáltal állékonyságát részben elvesztő löszösszlet számára.

A Duna jobb partján, Érdtől Bárig hat különálló, csuszamlásoktól veszélyeztetett magaspartszakasz különíthető el. Közülük az elmúlt évtizedekben a 20–25 km hosszú Kulcs–Dunaújvárosi-magaspart mentén voltak a legjelentősebb károkat okozó földcsuszamlások. A magaspart pereme a Duna medrétől kb. 200–300 m-re van, a közbenső területeket csuszamlásos halmazok foglalják el. Rácalmás, ahol gyakran jelentős épületkárokat okozó mozgások lépnek fel, szintén ilyen időlegesen nyugalomban lévő egykori csuszamláshalmazon épült. Dunaújvárosnál a városi partszakaszon az 1964–1965-ös, hatalmas károkat okozott földcsuszamlást követően mintegy 5 km-es szakaszon viszont olyan sikeres partvédelmet valósítottak meg 4*, hogy azóta semmiféle partmozgás nem érzékelhető. Egy másik nagyon aktív partfal a Dunaföldvár–Bölcskei-magaspart, ahol a Duna medre a Mezőföld egyik szigetként elkülönülő vonulatát pusztítja oldalozó erózióval. Itt 1970–1972-ben egy hatalmas méretű, 200–300 m hosszú szeletes földcsuszamlás történt, amely a Duna medrét is erősen átformálta, benne sziget keletkezett, így a hajózást is korlátozni kellett. Veszélyes a Paks–Dunakömlőd közötti magaspartszakasz is, ahol a Duna-meder kanyarulatát ugyan 1854-ben mesterséges mederbe terelték, de a közel függőleges, 30–50 m magas partfalon mostanában is fellépnek csuszamlások* 8*. A magaspart előterében megtalálhatók a régi földcsuszamlások halmazainak a Duna által elroncsolódott maradványai.*



4 *Teraszos partvédművek a Duna dunaújvárosi magaspartja mentén*

©MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, www.mtafki.hu, Budapest, 2018





5 *Szupercella a Balaton fölött*

A levegőburok (atmoszféra) természeti veszélyei

A Föld légkörében, az atmoszférában állandó és nem ritkán rendkívül gyors változások játszódnak le. A légkör fizikai állapotának hirtelen, igen rövid időn belül történő megváltozása (pl. hőmérséklet-, légnyomásváltozás, a légkör vízgőztartalmának gyors változása) következtében felgyorsulhat a légtömegek mozgása. Bár Magyarországot szerencsére nem érintik az olyan pusztító erejű trópusi–szubtrópusi légörvények, mint a hurrikánok és a tájfunok, de a ciklonok áramlása, az eltérő hőmérsékletű légtömegek találkozása, a vízgőztartalom gyors kicsapódása szélsőséges időjárási helyzeteket teremthetnek, ami természeti veszélyként jelentkezik. Az időjáráshoz kapcsolódó természeti veszélyek általában hirtelen lépnek fel, viszonylag gyorsan játszódnak le, többnyire kis területet érintenek, és szerencsére az esetek túlnyomó többségében csak korlátozott kiterjedésben pusztítanak. Ugyanakkor veszélyhelyzetet teremthetnek a tartós csapadékesemények vagy éppen a csapadékhiány is, különösen ha természetes tüzek *(l. a fejezet későbbi részében)* kapcsolódnak hozzá.

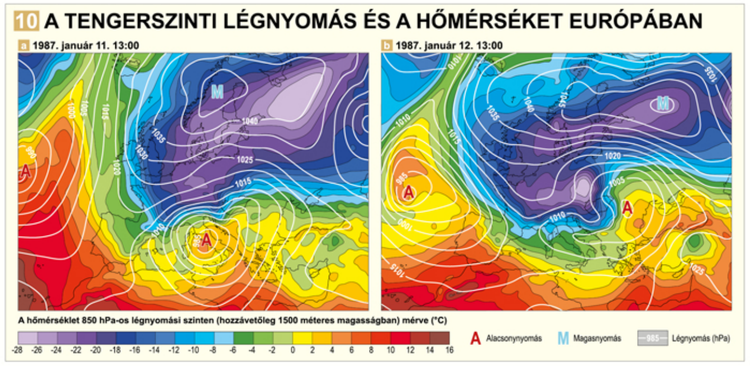
Szélsőséges időjárási helyzetek

A szélsőséges időjárási helyzetek közül ismertek például a Balatonra hirtelen lecsapó szélviharok, amelyeket általában két időjárási jelenség okozhat: vagy a térség fölé sodródó ciklonok hátoldalán kialakuló északi szél, vagy a jóval kisebb kiterjedésű zivatarok. A ciklonok áramlási rendszere akár 12–18 órán keresztül is képes 100–120 km/h erősségű széllökéseket okozni, elsősorban a Balaton déli partján, amelyek méteres hullámokat keltenek és vízszintemelkedést okoznak. Ilyen volt a 2014. május 15-én tomboló vihar, amikor a Dunántúlon létrejött nagy nyomáskülönbség 9 hatására a Balatonnál 130 km/h sebességű széllökéseket is mértek.

A ciklonoknál jóval kisebb méretű zivatarok ugyancsak képesek erős viharokat okozni, főként ha rendezett módon, zivatarláncok formájában jelennek meg. A legveszélyesebb zivatarok gyorsan mozgó celláinak sebessége – hozzáadódva a zivatarcellából kifutó szél sebességéhez – gyakran meghaladja a 100 km/h-t. Bizonyos légállapotban a zivatarcellák forogni kezdenek és ilyenkor bennük különösen erős feláramlások indulnak meg. A különösen erős, szupercelláknak is nevezett forgó zivatarokhoz 5 időnként tornádó is kapcsolódhat.

A társadalom és az egyének életére a szélsőségesen hideg és meleg időszakok egyaránt veszélyesek. Egy ilyen szélsőségesen hideg téli helyzet alakult ki 1987. január 10-én, amikor erős mediterrán ciklon 10 érte el délnyugat felől térségünket. Kétnapos folyamatos, országos havazást követően 12-én reggel viharossá fokozódó északnyugati–északi szél kíséretében rendkívül hideg levegő zúdult a Kárpát-medencébe. A napi csúcshőmérséklet többnyire -10 °C alatt maradt 11. A lehullott nagy mennyiségű hó 12, az erős hófúvások és a rekord mértékű hideg következtében a 20. század egyik legkeményebb téli időjárási helyzete alakult ki Magyarországon.

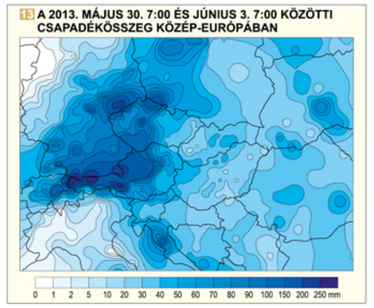
A szélsőséges csapadékértékek árvizeket okozhatnak (az árvizekkel részletesebben a következő alfejezet foglalkozik). Például az Alpok térségében 2013. május 30. és június 3. között lehullott hatalmas mennyiségű csapadék következtében a Duna magyarországi szakaszán egészen Bajáig soha nem látott magasságokba emelkedett a Duna vízszintje. Budapesten 2013. június 10-én tetőzött, 891 cm-es vízállással 6. Ez 31 cm-rel magasabb volt, mint az addig mért legnagyobb, 2006.

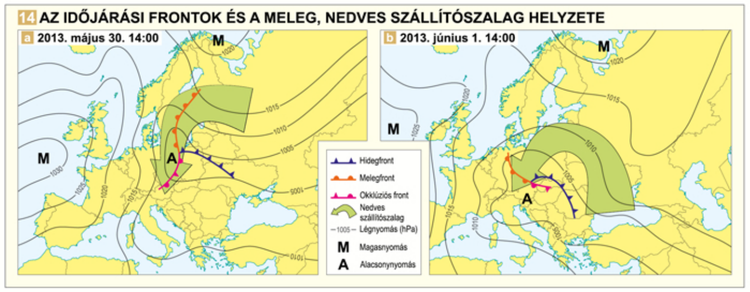






©MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, www.mtafki.hu, Budapest, 2018







6 *A Duna árvizének tetőzése Budapesten 2013. június 10-én*

évi vízállás. A rendkívüli csapadékmennyiséget 13 egy délről északra vonuló ciklon okozta, amelyben a nedvességeloszlás és a talajközeli áramlási viszonyok együttese 14 az Alpok felett volt a legkedvezőbb tartós, nagy mennyiségű csapadék létrejöttéhez. Az áramlás iránya és a meleg, nedves levegő Alpok fölé való visszahajlása ugyanis a hegygerincre merőleges volt, így a hegység csapadéknövelő hatása maximálisan érvényesülhetett.

Aszály

Az aszály első megközelítésben a sokévi átlaghoz viszonyított jelentős csapadékhiányt jelent, ez a meteorológiai aszály. Jelenti ezen túl a felszíni és felszín alatti vizek hiányát is, ez a hidrológiai aszály. A mezőgazdasági aszály egy adott termény igényeihez képest adott időben elégtelen talajnedvesség. Fiziológiai aszály következik be, ha a növény gyökerének vízfelvételét alacsony talajhőmérséklet vagy más környezeti tényező akadályozza. A vízhiány ezen túlmenően a társadalom életének szinte minden területén kisebb-nagyobb gondokat okoz, s az emberi jóllétet, az életminőséget rontja, végső esetben magát az életet is lehetetlenné teszi.

Az aszály jellemző sajátossága, hogy időben és térben más természeti veszélyeknél nagyobb kiterjedésű. Lassan keletkezik, gyakran több hónap kell a kialakulásához. Az okozott károk becslése is nehezebb, mint a többi csapás esetében, már csak azért is, mert az aszály elmúltával az általa keltett jelenségek nem szűnnek meg azonnal. A Kárpát-medencében már sokszor fordultak elő nagy károkkal járó aszálykatasztrófák, a napjainkban megfigyelhető általános (globális) éghajlatváltozás – ami mindenekelőtt a hőmérséklet emelkedésében és a csapadék rapszodikusságának fokozódásában nyilvánul meg – pedig jelentős mértékben növeli az aszályveszélyt.

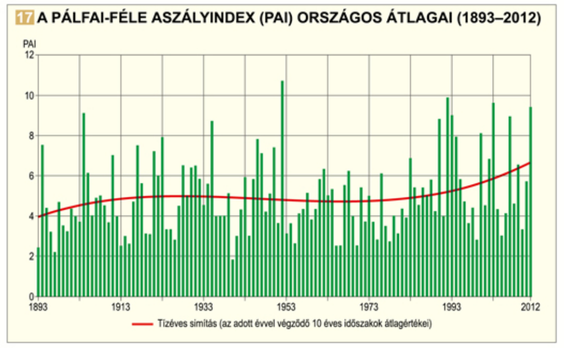
Az aszály jellemzésére az egyik legelterjedtebb módszer a standardizált csapadékindex (SPI) használata. Az index kizárólag a csapadékértékeken alapul, számítása egy adott időtartamon belül – éves vagy évszakos szinten – a lehullott csapadékot viszonyítja az átlagos csapadékhoz, majd az adatokat kategóriákba rendezi 15. Különböző időskálákra – leggyakrabban 1, 3, 6 és 12 hónapos időtartamra – szokták meghatározni, az aszály időbeli kiterjedésének megfelelően.

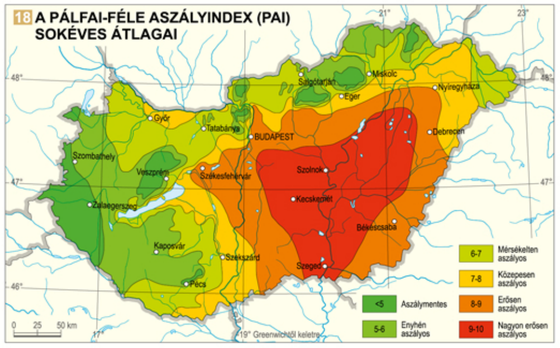
Az egymást követő évek aszályosságának összehasonlításához célszerű hosszabb időszakot választani. Az augusztusi hathavi SPI-értékek országos átlagának idősora 16 jól mutatja, hogy bár 1901 óta az éves csapadékmennyiséget tekintve 2011 és 2000 voltak a legszárazabb évek Magyarországon *(Éghajlat fejezetünk* 22*)*, az aszály 2003-ban volt a legsúlyosabb. Az Európa-szerte pusztító aszály Magyarországon is nagy károkat okozott, nagy volt a termésveszteség, erdőtüzek keletkeztek, problémák alakultak ki a hajózásban, a Balaton vízszintje rendkívül alacsony volt.

Egy másik mutató, a Pálfai Imre (1989) által kidolgozott és nálunk legáltalánosabban használt aszályossági index az adott mezőgazdasági évre vonatkozó aszályt egyetlen számértékkel jellemzi, amely egyaránt kifejezi a párolgási (hőmérsékleti) és a csapadékviszonyokat, utóbbiakat a növények időben változó vízigénye szerint, valamint a talajvízszint helyzetére is tekintettel van. Az index kiszámítása során kapott értékek alapján kategóriák különíthetők el. Az aszályindex országos átlagai meglehetősen tág határok között mozogtak, ám az elmúlt évek adatai alapján az aszályok erőssége és gyakorisága, ezzel együtt az aszályindex átlaga nő 17. A sokéves adatok felhasználásával készült az ország aszályveszélyeztetettségét bemutató térkép 18, amely hat kategóriát különít el, s azt mutatja, hogy az Alföld középső és déli részén – ami a térképen egy szív formájú területként rajzolódik ki – különösen nagy az aszálykatasztrófák valószínűsége. Természetesen az aszálykárok nehezen mérhetők és számszerűsíthetők, de forintban kifejezve mindenképpen milliárdos

15 STANDARDIZÁLT CSAPADÉKINDEX (SPI)-ÉRTÉKEK KATEGORIZÁLÁSA

Standardizált csapadékindex	Az index értelmezése
>2,0	Súlyos víztöbblet
1,99 – 1,50	Nagyon nedves
1,49 – 1,00	Mérsékelten nedves
0,99 – -0,99	Közel normális
-1,00 – -1,49	Mérsékelten száraz
-1,50 – -1,99	Nagyon száraz
<-2,0	Súlyos szárazság





©MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, www.mtafki.hu, Budapest, 2018





7 *Tavaszi szélerózió a Hajdúhátonban*

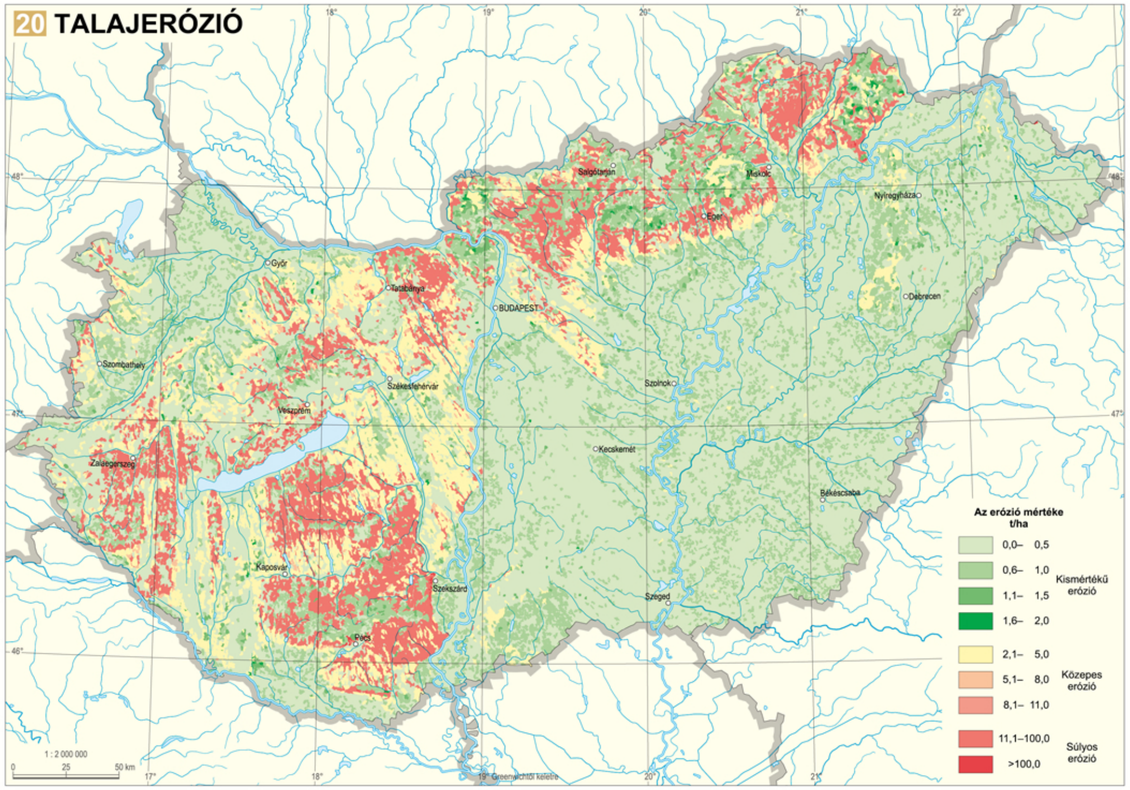
nagyságrendűek, s egészében az mondható, hogy Magyarországon a természeti veszélyek közül hosszabb távon az aszálykatasztrófák okozzák a legnagyobb anyagi veszteségeket.

Szélerózió

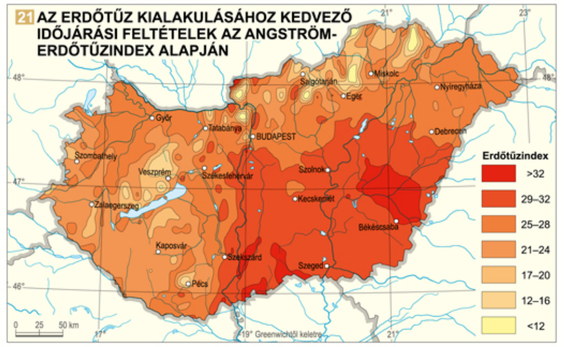
Szélerózió ott jelentkezik, ahol nem védi megfelelő növényzet a felszínt és a szél energiája elegendő a felszíni kőzet- és talajszemcsék elmozdításához. E területeken a különböző szél általi felszínformáló (eolikus) folyamatok gyorsan beindulnak. A szél felszínpusztító munkájának kitett (deflációs) területeken a növények gyökerének felszínre kerülése, míg a szállított anyag felhalmozásával jellemezhető (akkumulációs) területeken a szemcsék becsapódása (homokverés) és a felszín betemetése a növényzet pusztulásához vezetnek. A szántóföldi területekről a levegőbe kerülő finom szemcsékkel együtt a termékenység növelésére vagy a kártevők elpusztítására kiszórt vegyi anyagokat és a virágport (pollent) is nagy távolságra szállítja el a szél, ami lakott területeken a légúti, valamint az allergiás megbetegedések kifejlődését idézheti elő (ezzel részletesebben fejezetünk későbbi, *Az élővilág okozta veszélyek* című része foglalkozik).

A szélerózió kialakulásában és az okozott kár mértékében több tényező kölcsönhatása játszik szerepet. A potenciális veszélyeztetettség kategóriáinak 19 meghatározásakor a különböző szemcseösszetételű, kötöttségű és felszínérdességű, azaz eltérő szövetű (textúrájú) talajok kritikus indítósebességét és az áthalmozott anyag mennyiségét veszik figyelembe. A növényzettel nem védett, erősen veszélyeztetett területeken már a 6,5 m/s sebességű szelek is mozgásba hozzák a talajszemcséket. A közepesen veszélyeztetett területeken a szélerózió 6,5–8,5 m/s szélsebességnél kezdődik. A harmadik kategóriába sorolt területeken csak a 8,6–10,5 m/s vagy ennél nagyobb sebességű szelek jelentenek veszélyt, és az áthalmozott talaj mennyisége is kevés.

A jelenlegi éghajlati körülmények között a szélerózió veszélyével hazánkban is a növényzettel kellően nem védett száraz felszíneken kell számolni, elsősorban tavasszal, a vegetációs időszak kezdetén 7, amikor a szél ereje a száraz felszín közelében meghaladja a kritikus indítósebességet. Összel jelentősége, illetve kártétele a tavaszi időszakéhoz viszonyítva elhanyagolható. Újabban nő a téli szélerózió veszélye is, ugyanis ha nem védi vastag hótakaró a felszínt, az összel felszántott parcellákon jelentős károk következnek be.



©MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, www.mtafki.hu, Budapest, 2018



A szélerózió elleni védekezésnek számos módja ismert, például mezővédő erdősávok létesítése, öntözés, védőkéreg kialakítása stb.

Talajerózió

A talajromlás (degradáció) számos formája közül a szélerózió mellett a felszínen lefolyó víz okozta talajerózió a legveszélyesebb, mert az a talaj felszíni rétegének, szélsőséges esetben a teljes termőrétegnek a pusztulását okozhatja. A pusztulás mértéke alapvetően a csapadékviszonyoktól (különösen a mennyiségtől és az intenzitástól), valamint a domborzati adottságoktól függ. Mivel országunk évi csapadékmennyisége közepes, az intenzív záporok sem túl gyakoriak, domborzatára pedig a síkságok dominanciája jellemző, talajaink erodáltságának mértéke nem jelentős. Talajerózió szempontjából Magyarország területének 9,3%-a gyengén, 9,6%-a közepesen, 6%-a erősen erodált. Becslések szerint a lejtős területekről lehordott és a szél által elfújt humuszos feltalaj 8 évi átlagban mintegy 80–110 millió m^3, az emiatt bekövetkező szervesanyag-veszteség pedig mintegy 1,5 millió t. A felszíni rétegerózió okozta talajveszteségen túlmenően a barázdás (ritkább, súlyos esetekben az árkos, sőt szakadékos) erózió tagolja a felszínt, nehezíti a károsított tábla egységes művelését. Hátrányos a lehordott talaj felhalmozódása is, sőt a talajlehordás kemikáliákat is szállíthat a felszíni vizekbe, ami vízszennyeződéshez, tápanyagterheléshez vezethet.



8 *Talajerózió Somogydöröcske határában*

22 VEGETÁCIÓ- ÉS ERDŐTŰZEK MAGYARORSZÁGON (2007–2016)

Év	Vegetációtüzek száma	Erdőtüzek	
		Tűzesetek száma	Tűzesetekkel érintett területek nagysága (ha)
2007	6 691	603	4 636
2008	6 639	502	2 404
2009	8 658	608	6 463
2010	3 120	109	878
2011	8 346	2 021	8 055
2012	21 581	2 657	14 115
2013	4 602	761	1 955
2014	5 783	1 042	4 454
2015	5 318	1 069	4 730
2016	2 489	445	916

Az erózió nyomaival sok helyen találkozhatunk, de országos előfordulását és mértékét csak numerikus térbeli modellezés segítségével lehet megbecsülni. A talajerózió térképe 20 meteorológiai, talaj- és felszínborítási adatok felhasználásával készült, két modell eredményeit ötvözi és az évente és hektáronként elmozduló anyag becsült mértékét ábrázolja.

A talajleromlás (degradáció) egyéb tényezőivel atlaszunk *Talajok* fejezete is foglalkozik 14 – 17, míg a talajok emberi tevékenység okozta károsodását a *Környezetvédelem* című fejezet tárgyalja 27 – 31.

Erdőtűz

A tűz az egyik legnagyobb természeti veszély. Elsősorban az erdőtüzek, illetve általában a növénytakaró felgyulladása okozhat jelentős természeti katasztrófát, hiszen a tűz pusztítását követően az ökoszisztéma csak nagyon hosszú idő alatt képes regenerálódni. Erdőtűz keletkezése Magyarországon az esetek 99%-ában emberi tevékenységre vezethető vissza, az időjárásnak csak közvetett a szerepe. A hazai erdőkre az ún. felszíni tüzek vagy avartüzek jellemzők, amelyek nagy intenzitású égés esetén koronatüzzé fejlődhetnek. A talajfelszín alatti tüzek kevéssé jelentősek, de előfordulhatnak, ilyen lehet például a helyenként jelentős vastagságot elérő tőzegréteg időnkénti meggyulladása. Az erdőtüzeken kívül a nyári időszakban jelentős területeket érinthet a gabonatáblákon vagy a tarlón keletkező tűz.

A tüzek kialakulását, életciklusát, terjedését három természeti tényező határozza meg: a biomassza tulajdonsága, a domborzati viszonyok, valamint az időjárás; az utóbbit illetően meghatározó a szél sebessége és iránya, a levegő hőmérséklete és relatív páratartalma, továbbá a csapadék mennyisége és időbeli eloszlása. Természeti eredetű okok közül Magyarországon elsősorban a villámcsapások okoznak tüzeket. A villámlásban gazdag időszak általában májustól augusztusig tart. Egyes számítások szerint évente négyzetkilométerenként legalább két villám csap le.

Magyarországon egy év folyamán két kiemelten tűzveszélyes időszak különíthető el. Az egyik a hóolvadás utáni, február–áprilisi csapadékszegény időszak, amikor átmenetileg csökken a levegő relatív páratartalma, a vegetáció még nem zöldült ki, száraz a biomassza. A másik a száraz és meleg nyári időszak, amikor a hosszan tartó csapadékhiány (aszály) és a magas hőmérséklet miatt a növényzet teljesen kiszáradhat és könnyen lángra kaphat. A nyári tüzek főként az Alföldön pusztítanak 21. Az elmúlt évtizedben a vegetáció- és erdőtüzek száma erősen ingadozott 22, de nyilvánvaló, hogy az éghajlatváltozás okozta magasabb középhőmérséklet, a kevesebb csapadék és hótakarós nap is növeli az erdőtüzek relatív gyakoriságát.

A vízburok (hidroszféra) természeti veszélyei

Árvizek

Magyarország alvízi ország, folyói vízmennyiségének 95%-a külföldről érkezik. Árvizeink – néhány csak hazai vízgyűjtőterülettel rendelkező kis folyó kivételével – a hegyvidékekben összegyűlő és onnét lefolyó vizekből keletkeznek, és a szomszédos országokból érkeznek hozzánk. A medencehelyzet miatt a történelmi időkben, a hazai árvízvédekezés megkezdése előtt jelentős volt az árvizek táplálta vízjárta területek kiterjedése (*Vizek* fejezetünk 11).

Magyarország árvízvédelmi kitettsége egyedülálló Európában, mind a veszélyeztetett területek nagyságát (21 248 km^2 – az ország területének 23%-a), mind a gátak hosszát tekintve (az állami vízügyi szolgálat több mint 4200 km elsőrendű árvízvédelmi vonalat kezel) 23. Folyóink vízgyűjtőterületének éghajlati, földrajzi adottságai következtében 2–3 évenként kisebb vagy közepes, 5–6 évenként jelentős, 10–12 évenként rendkívüli árvizek kialakulására kell számítani az év bármely szakában. Mivel folyóink felső szakasza heves vízjárású, gyors hóolvadás vagy egy-egy nagyobb csapadék után az árvíz a hazai folyószakaszokon 1–2 napon belül megjelenik, rövid idő alatt több m-es áradást okozva. Különösen veszélyesek e tekintetben a Felső-Tisza és mellékfolyói, valamint a Körösök, ahol a csapadékot követő 24–36 órán belül 8–10 m-t is emelkedhet a vízszint. A jelentősebb árhullámok tartóssága folyóink hazai felső szakaszain 5–10 nap, a kiseséső középső és alsó szakaszokon 50–120 nap is lehet. A veszély nagyságát jelzi, hogy az árterületeken, ahol közel 2,5 millió ember él, 700 település, a vasutak 32%-a, a közutak 15%-a, a megművelt földek 1/3-a és közel 2000 ipari üzem található.

Árvizek előfordulásáról több krónika és levéltári dokumentum is megemlékezik. Árvízvédelemről az első írásos adat – amelyben a király a sorozatos elöntések miatt Somorjánál árvízvédelmi művek építését rendelte el – Zsigmond király idejéből, 1426-ból származik. A legnagyobb árvízvédelmi munkálatok a 19. században zajlottak le, a fő kezdeményező gróf Széchenyi István volt, a tervezés pedig elsősorban Vásárhelyi Pál műve.

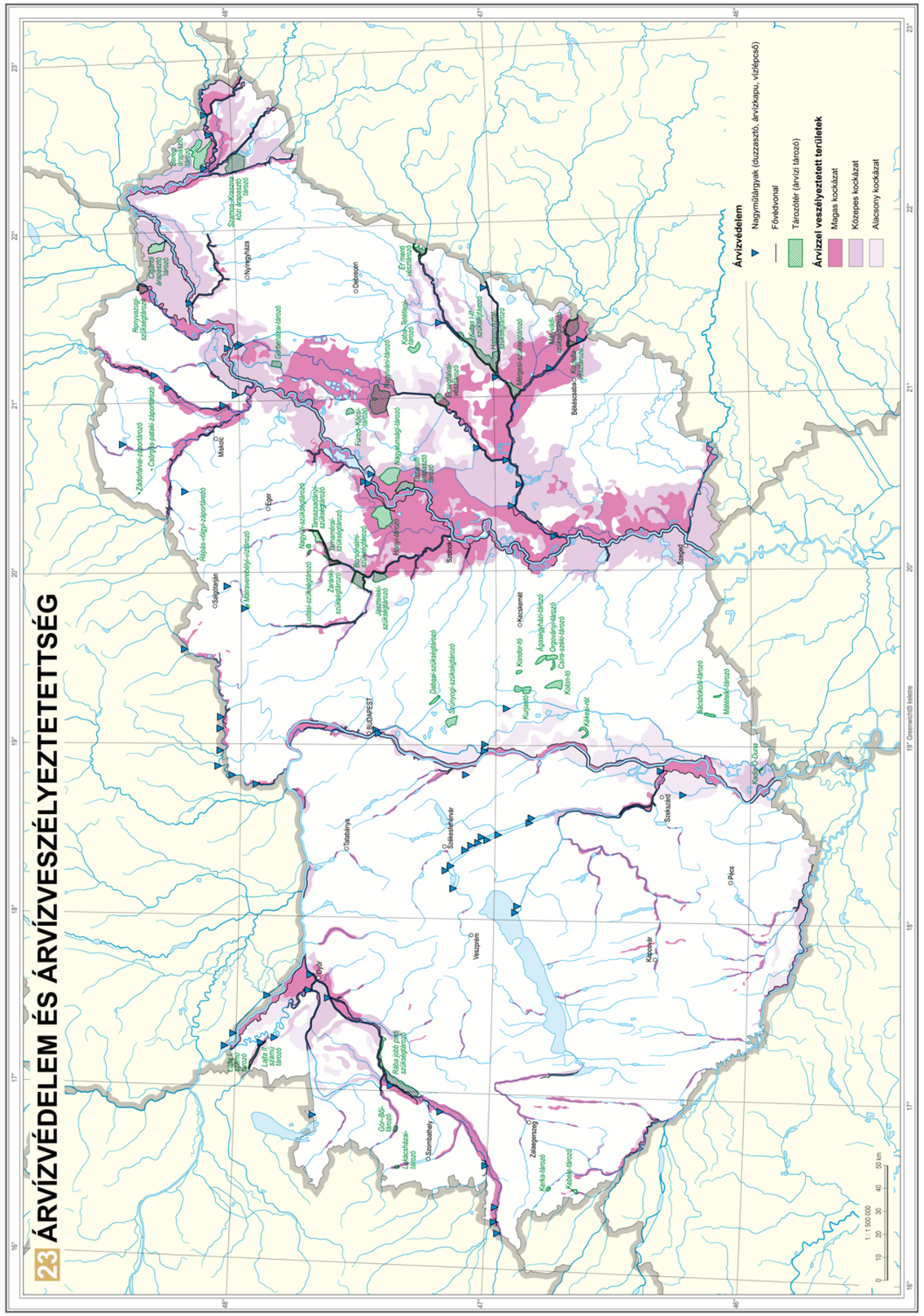
A magyar árvízkrónikában mind az árvizek magassága, mind a kártételek méretei tekintetében a szomorú elsőség az 1838. évi pesti jeges árvizet illeti. Bár a 20. század kezdetére a folyószabályozási munkák nagyrészt elkészültek, nagyobb árvizek továbbra is felléptek. 1899-ben és 1954-ben gátszakadásos árvíz pusztított a Szigetközben, 1956-ban jeges árvíz okozott óriási károkat Dunaföldvár és a déli országhatár között. 1965-ben hat egymást követő árhullám alakult ki a Dunán, emiatt példa nélküli, 119 napos védekezésre került sor. 1991 óta hét nagy árhullám vonult le a Dunán, amelyek Budapesten tovább emelték az árvízi maximumot. Különösen veszélyes volt a 2013. évi 6, amelynek meteorológiai hátterével 13 14 e fejezet éghajlati veszélyekkel foglalkozó alfejezete is foglalkozik.

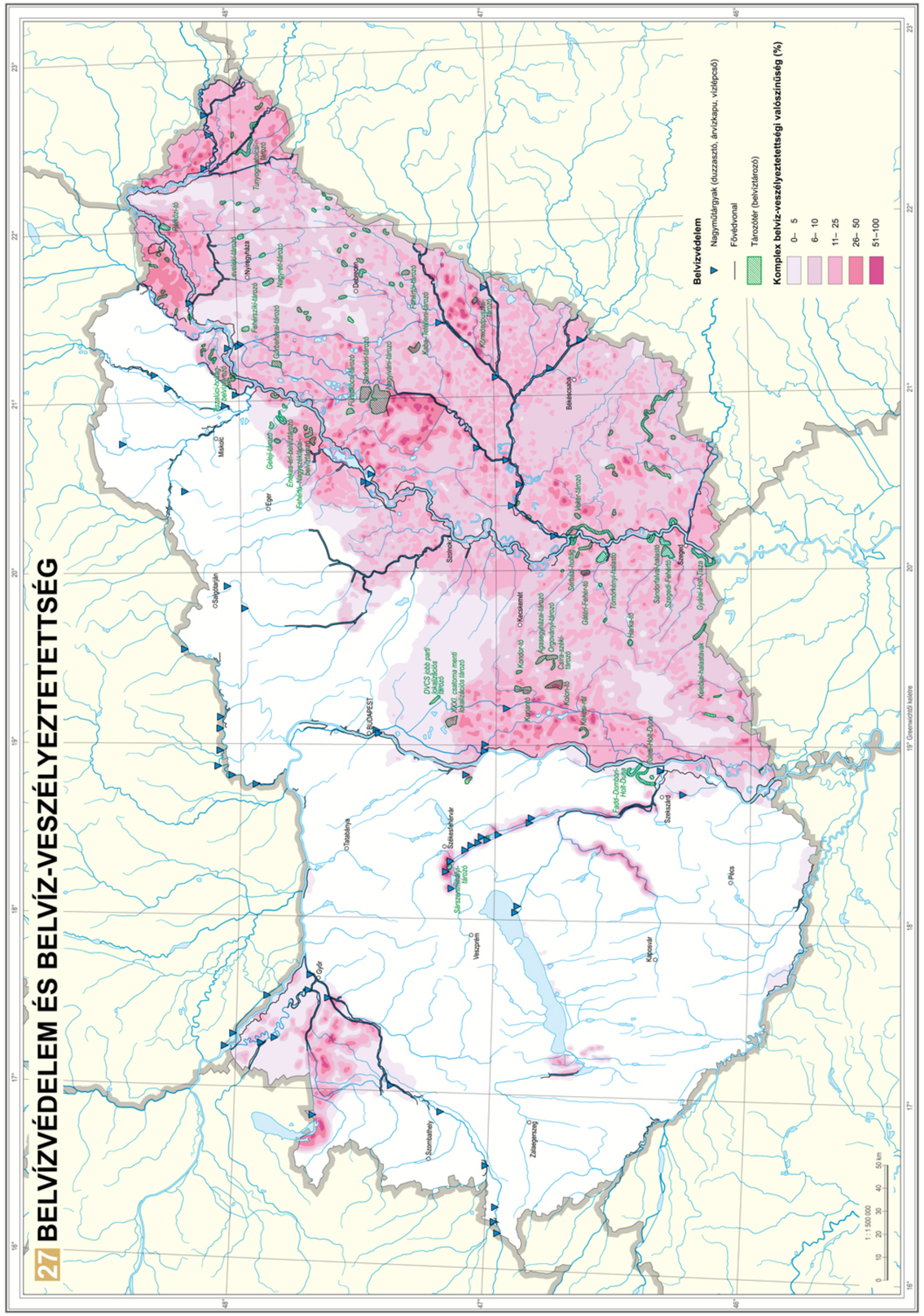
A Tiszán a sikeres árvízmentesítés szükségszerű ára volt, hogy a korábbinál keskenyebb keresztmetszeten lefolyó árvizek legmagasabb szintjei 2–3 m-t emelkedtek. Sőt, az elmúlt két évtized során minden korábbit meghaladó árvizek páratlan sorozata (1998,



9 *A Tisza gátszakadása 2001-ben Tivadarnál*

©MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, www.mtafki.hu, Budapest, 2018


23 ÁRVÍZVÉDELEM ÉS ÁRVÍZVESZÉLYEZTETETTSÉG
Árvízvédelem
Nagyműtárgyak (duzzasztó, árvízkapu, vízlépcső)
Fővédvonal
Tározótér (árvízi tározó)
Árvízzel veszélyeztetett területek
Magas kockázat
Közepes kockázat
Alacsony kockázat
Győr
Budapest
Siófok
Kecskemét
Szeged
Miskolc
Eger
Nyíregyháza
Debrecen
Tatabánya
Székesfehérvár
Szolnok
Veszprém
Kaposvár
Pécs
Békéscsaba
Szombathely
Zalaegerszeg
Dunaújváros
Szekszárd
Hajdúszoboszló
Sárospatak
Sátoraljaújhely
Mátészalka
Kecskemét
Orgovány
Kolon-tó
Ásványráró
Dabasi-szikláptó
Sárrétudvari-tározó
Kondor-tó
Kis-Balaton
Fenék-pusztai tározó
Ecsegfalva
Kis-Sárrét
Hortobágy
Tiszalök
Tiszabecs
Tiszaújváros
Tiszakeszi
Tiszafüred
Tiszaroff
Tiszaalpár
Tiszakécske
Tiszaug
Tiszaföldvár
Tiszaszentimre
Tiszaszőlős
Tiszasüly
Tiszaörs
Tiszaderzs
Tiszaszentmárton
Tiszaszentmiklós
Tiszaszentmiklós
Tiszaszentmiklós


27 BELVÍZVÉDELEM ÉS BELVÍZ-VESZÉLYEZTETETTSÉG
Belvízvédelem
Nagyműtárgyak (duzzasztó, árvízkapu, vízlépcső)
Fővédvonal
Tározótér (belvíztározó)
Komplex belvíz-veszélyeztetettségi valószínűség (%)
0– 5
6– 10
11– 25
26– 50
51–100
BUDAPEST
Győr
Tatabánya
Miskolc
Eger
Nyíregyháza
Debrecen
Békéscsaba
Szolnok
Szombathely
Veszprém
Székesfehérvár
Kaposvár
Pécs
Szekszárd
Zalaegerszeg
Kecskemét
Szeged
Salgótarján
Dunaújváros
Paks
Hajdúszoboszló
Mátészalka
Kisvárda
Ajka
Sárbogárd
Siófok
Tapolca
Sopron
Szentgotthárd
Körmend
Nagykanizsa
Lenti
Mohács
Baja
Orosháza
Szarvas
Gyula
Hódmezővásárhely
Kiskunfélegyháza
Kiskunhalas
Kalocsa
Dunaföldvár
Tolna
Mezőkövesd
Gyöngyös
Hatvan
Balassagyarmat
Salgótarján
Jászberény
Karcag
Tiszafüred
Mezőtúr
Gyomaendrőd
Orosháza
Szentes
Csongrád
Kunszentmiklós-Tass
Dabas
Gödöllő
Vác
Szentendre
Érd
Budaörs
Tatabánya
Komárom
Esztergom
Dorog
Oroszlány
Ajka
Pápa
Tata
Várpalota
Sárbogárd
Székesfehérvár
Mór
Bicske
Gárdony
Dunaújváros
Paks
Szekszárd
Bonyhád
Siklós
Komló
Mohács
Baja
Kiskunhalas
Kiskunfélegyháza
Kecskemét
Cegléd
Monor
Gyál
Ráckeve
Szigetszentmiklós
Budaörs
Törökbálint
Biatorbágy
Herceghalom
Budakeszi
Budakalász
Szentendre
Vác
Balassagyarmat
Salgótarján
Jászberény
Karcag
Tiszafüred
Mezőtúr
Gyomaendrőd
Orosháza
Szentes
Csongrád
Kunszentmiklós-Tass
Dabas
Gödöllő
Hatvan
Mezőkövesd
Gyöngyös
Tolna
Dunaföldvár
Kalocsa
Kiskőrös

Magyarország Nemzeti Atlasza (MNA)
www.nemzetiatlasz.hu

Szerkesztőbizottság
Kocsis Károly (elnök)
Klinghammer István (tiszteletbeli elnök), Nemerkényi Zsombor (titkár), Horváth Gergely, Keresztesi Zoltán, Kovács Zoltán, Márton Mátyás, Zentai László

Kartográfiai Tanácsadó Bizottság
Zentai László (elnök)
Bartos-Elekes Zsombor, Bottlik Zsolt, Buga László, Elek István, Gede Mátyás, Gercsák Gábor, Györffy János, Keresztesi Zoltán, Kovács Anikó, Márton Mátyás, Nemerkényi Zsombor, Orosz László, Török Zsolt

MNA Természeti környezet kötet

Kötetszerkesztők
Kocsis Károly (főszerkesztő), Horváth Gergely, Keresztesi Zoltán, Nemerkényi Zsombor

Fejezetszerkesztők
Bihari Zita, Brezsnyánszky Károly, Csorba Péter, †Fekete Gábor, Gábris Gyula, Haas János, Horváth Gergely, Kerényi Attila, Király Gergely, Kocsis Károly, Molnár Zsolt, Pásztor László, Schweitzer Ferenc, Szabó József, Szabó Mária, Tardy János, Timár Gábor, Varga György, Varga Zoltán

Szakmai lektorok
Bölöni János, Brezsnyánszky Károly, Dobróka Mihály, Keveiné Bárány Ilona, Konecsny Károly, Korsós Zoltán, Lóczy Dénes, Magyar Gábor, Mika János, Molnár V. Attila, Schmotzer András, Solt Anna, Szabó György, Szabó József, Szalai Zoltán

Nyelvi lektor
Kálóczy Katalin

Borítóterv
Mezei Gáspár – MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, Kuti Ildikó – Civertan Bt.

Arculatterv, tipográfia
Kuti Ildikó – Civertan Bt.

Sokszorosítás
Pannónia Nyomda Kft.

Minden jog fenntartva, beleértve a sokszorosítás, a mű bővített, illetve rövidített változatainak kiadási jogát is.
A kiadó írásbeli hozzájárulása nélkül sem a teljes mű, sem annak valamely része semmiféle formában, semmiféle nyelven nem sokszorosítható és nem publikálható.

Felelős kiadó: Szarka László főigazgató
Magyar Tudományos Akadémia Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, www.csfk.mta.hu
©MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, www.mtafki.hu, Budapest, 2018

A kiadvány megjelenéséhez támogatást nyújtott:
Magyar Tudományos Akadémia
Emberi Erőforrások Minisztériuma

A kötet szerkesztésének lezárása: 2018. február 16.

ISBN 978-963-9545-55-7ö
ISBN 978-963-9545-56-4

©MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, www.mtafki.hu, Budapest, 2018

MAGYARORSZÁG NEMZETI ATLASZA
TERMÉSZETI KÖRNYEZET

Szerzők
Ádám Szilvia
† Alföldi László
Aszalós Réka
Babolcsai György
Barina Zoltán
Bartha Dénes
Bartholy Judit
Bartos-Elekes Zsombor
Bata Teodóra
Bede-Fazekas Ákos
Bihari Zita
Biró Marianna
Borhidi Attila
Bölöni János
Brezsnyánszky Károly
Budai Tamás
Czigány Szabolcs
Czúcz Bálint
Csepregi István
Csiky János
Csima Péter
Csorba Péter
Csüllög Gábor
Dancza István
Dobor Laura
Dobos Endre
Fábián Szabolcs
Fancsik Tamás
Farkas Edit
Farkas Sándor
Fazekas István
†Fekete Gábor
Ferenczi Zita
Fodor László
Fodor Nándor
Frisnyák Sándor
Gábris Gyula
Gál Nóra
Galsa Attila
†Gerhátné Kerényi Judit
Gombárné Forgács Gizella
Gyalog László
Haas János
Haszpra László
Homokiné Ujváry Katalin
Horváth Ferenc
Horváth Gergely
Illés Gábor
Iványi Krisztina
Katona Gábor
Kerényi Attila
Kevey Balázs
Király Gergely
Kiss Gábor
Kocsis Károly
Kollányi László
Konkoly-Gyuró Éva
Kovács Gábor
Kovács Tamás
Kövér Szilvia
Lakatos Mónika
Lázár Ildikó
Lepesi Nikolett
Lesták Ferenc
Lóczy Dénes
Lóki József
Lőkös László
Maginecz János
Magyar Donát
Magyari Enikő
Malatinszky Ákos
Mányoki Gergely
Mezősi Gábor
Michéli Erika
Mikesy Gábor
Molnár V. Attila
Molnár Zsolt
Mónus Péter
Nádor Annamária
†Nagymarosy András
Négyesi Gábor
Németh Ákos
Németh Csaba
Papp Beáta
Pásztor László
Pátzay György
†Pécsi Márton
Pinke Gyula
Pirkhoffer Ervin
Pongrácz Rita
Prakfalvi Péter
Putsay Mária
Rotárné Szalkai Ágnes
Scharek Péter
Schmidt András
Schmidt Dávid
Schmotzer András
Schweitzer Ferenc
Síkhegyi Ferenc
Solt Anna
Somodi Imelda
Sümegi Pál
Szabó József
Szabó Mária
Szabó Péter
Szalai József
Szalay Miklós
Szegedi Sándor
Szentiványi Árpád
Szepessy Gábor
Szépszó Gabriella
Szilassi Péter
Szmorad Ferenc
Szőcs Teodóra
Szövényi Gergely
Szurdoki Erzsébet
Tahy Ágnes
Tamás László
Tardy János
Telbisz Tamás
Tiborcz Viktor
Timár Gábor
Tirászi Ágnes
Tóth György István
Tóth László
Török Ákos
Túri Zoltán
Udvardy Orsolya
Várallyay György
Varga Gábor
Varga György
Varga Zoltán
Vasvári Mária
Vatai József
Vikor Zsuzsanna
Vojtkó András
Zagyva Tünde Andrea
Zilahi-Sebess László
Zsembery Zita

Vezető térképészek
Agárdi Norbert
Keresztesi Zoltán
Koczó Fanni
Kovács Anikó
Mezei Gáspár
Nemerkényi Zsombor
Szabó Renáta

További térképészeti közreműködők
Bagaméri Gergely
Balázs Éva
Barancsuk Ádám
Butor Zsanett
Gertheis Anna
Gulyás Zoltán
Kiss Réka
Szigeti Csaba
Sziládi József
Veszely Zsuzsanna

Technikai munkatársak
Laczkó Margit
Magyar Árpád
Poór István