

A Kárpát-medence földrajza

**Természet, társadalom,
gazdaság, néprajz**



A Kárpát-medence földrajza

Természet, társadalom,
gazdaság, néprajz

Monográfia

A kötet elkészítését támogatta:



BETHLEN GÁBOR
—•—
Alap

Az e-kötet megjelenését támogatta:



A Kárpát-medence földrajza

Természet, társadalom,
gazdaság, néprajz

Monográfia

Szerkesztette:

Molnár József és Papp Géza



Termini Egyesület – II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola

Budapest–Beregszász

ETO: 911.2(4-11)
K 22

A kötet egy évtizeddel követi az Akadémiai Kiadó gondozásában napvilágot látott azonos című, a témában készült eddigi legnagyobb szabású összefoglalást. A munka célja nem a nevezett műnél mélyebb és alaposabb elemzés készítése volt, inkább egy olyan összeállítás, amely kisebb terjedelmével és kevésbé szakmai nyelvezetével az érdeklődők szélesebb köre számára jelenthet élvezhető olvasmányt, valamint részévé válhat a térség felsőoktatási intézményeiben oktatott Kárpát-medence földrajza kurzus ajánlott irodalmának.

Kiadásra javasolta a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola
Tudományos Tanácsa (2022.06.28., 5. számú jegyzőkönyv).

Készült a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola Földtudományi és Turizmus Tanszéke, valamint
Kiadói Részlege közreműködésével.

Szerkesztő: Molnár József, Papp Géza

Szerzők: Andrik Éva, Bálint Lajos, Berghauer Sándor, Cserniczkó István, Csoma Zoltán, Csorba Péter, Dávid Lóránt Dénes, Dobos Endre, Dövényi Zoltán, Fodor Gyula, Gönczy Sándor, Hadnagy István, Horvát Dániel, Kész Barnabás, Kész Margit, Kocsis Károly, Kohut Erzsébet, Kolozsvári István, Makay Zsuzsanna, Marselek Sándor, Molnár D. István, Molnár Ernő, Molnár Ferenc, Molnár József, Papp Géza, Remenyik Bulcsú, Tátrai Patrik, Vince Tímea, Wéber András

Lektorálta:

Dr. Kiss Tímea (Szegedi Tudományegyetem),
Dr. Pénzes János (Debreceni Egyetem)

Műszaki szerkesztés: Papp Géza
Korrektúra: Sin Edina
Borítóterv: Molnár D. István
A kiadásért felel: Dobos Sándor

A monográfia fejezeteinek tartalmáért kizárólag a szerzők felelnek.

ISBN 978-615-81834-4-4

© A szerzők, 2022
© II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, 2022

Tartalom

ELŐSZÓ (*Orosz Ildikó*)

1. TERMÉSZETI VISZONYOK

1.1. A Kárpát-medence fogalma, lehatárolása, földrajzi fekvése	(<i>Molnár József</i>)	13
1.2. A Kárpát-medence földtani viszonyainak áttekintése	(<i>Gönczy Sándor</i>)	19
1.2.1. A Kárpát-medencét alkotó földtani egységek kialakulása		20
1.2.2. A medencealakulás, illetve a Kárpátok kialakulásának kezdete		23
1.2.3. A már egységesült medence fejlődése a Kárpátok vonulataival együtt		26
1.2.4. Északnyugati-Kárpátok		29
1.2.5. Északkeleti-Kárpátok		31
1.2.6. Keleti-Kárpátok		34
1.2.7. Déli-Kárpátok		35
1.3. Természetes felszínalakulás a Kárpát-medencében	(<i>Gönczy Sándor</i>)	40
1.3.1. A Duna–Tisza-medence		40
1.3.2. Duna–Morva–Rába-medence		41
1.3.3. Az Erdélyi-medence		42
1.3.4. Északnyugati-Kárpátok		44
1.3.5. Északkeleti-Kárpátok		48
1.3.6. Keleti-Kárpátok		52
1.3.7. Déli-Kárpátok		53
1.3.8. A Bánsági-hegyvidék		54
1.3.9. Erdélyi-szigethegység		55
1.3.10. Dunántúli-középhegység		57
1.4. Ásványi kincsek	(<i>Gönczy Sándor</i>)	60
1.5. Éghajlati sajátosságok	(<i>Hadnagy István</i>)	74
1.5.1. A Kárpát-medence éghajlatának múltja		74
1.5.2. A Kárpát-medence éghajlatát meghatározó tényezők		75
1.5.3. A Kárpát-medence éghajlati körzetei és azok jellemzői		78
1.5.4. Az éghajlati elemek idő- és térbeli változása		84
1.5.4.1. A napsugárzás és napfénytartam		84
1.5.4.2. A levegő hőmérséklete		85
1.5.4.3. A légnyomás és szél		87
1.5.4.4. A felhőzet és a köd		89
1.5.4.5. A légnedvesség és csapadék		90
1.5.4.6. Az időjárási szélsőségek jellemzői		92
1.5.5. A Kárpát-medence éghajlatának várható változása		94
1.6. A Kárpát-medence vízrajza	(<i>Vince Tímea</i>)	99
1.6.1. Folyókák		99

1.6.1.1. A Duna vízrendszerének jellemzése	99
1.6.1.2. Folyószabályozás	103
1.6.2. Állóvizek	107
1.6.3. Felszín alatti vizek	111
1.7. A térség élővilága	116
1.7.1. A Kárpát-medence növényföldrajza (<i>Kohut Erzsébet – Andrik Éva</i>)	116
1.7.1.1. A Kárpát-medence természetes növénytakarójának kialakulása	116
1.7.1.2. Növényföldrajzi alapfogalmak	117
1.7.1.3. Flóraelemek	118
1.7.1.4. Bennszülött (endemikus) fajok a Kárpát-medencében	121
1.7.1.5. Reliktumfajok a Kárpát-medencében	122
1.7.1.6. A Kárpát-medence növényföldrajzi felosztása	124
1.7.2. A Kárpát-medence állatföldrajzi jellemzői (<i>Kolozsvári István</i>)	130
1.8. A Kárpát-medence talajai (<i>Dobos Endre – Csoma Zoltán – Molnár Ferenc</i>)	137
1.8.1. A talajok jelentősége a Kárpát-medence népeinek életében	137
1.8.2. A Kárpát-medence talajtakarója	138
1.8.3. A Kárpát-medence talajai	140
1.8.3.1. Histosol (Láptalajok)	140
1.8.3.2. Leptosols, Umbrisols (közethatású talajok)	142
1.8.3.3. Vertisols (duzzadó agyagtalajok)	144
1.8.3.4. Gleysol (réti talajok)	147
1.8.3.5. Chernozems (mezőségi talajok – csernozjomok)	148
1.8.3.6. Calcisols (karbonáttalajok)	150
1.8.3.7. Arenosol (homoktalajok)	152
1.8.3.8. Fluvisols (öntéstalajok, hordaléktalajok)	155
1.8.3.9. Regosols (földes kopár)	157
1.9. Tájszerkezet és tájtervezés (<i>Csorba Péter – Dávid Lóránt Dénes</i>)	159
Bevezetés	159
1.9.1. A tájhatárok megállapítása	159
1.9.2. Tájbeosztás térképek a 2018-ban kiadott Magyarország Nemzeti Atlaszában	160
1.9.2.1. A magasabb rendszertani szintek	162
1.9.2.2. Korábbi nagytájaink helye az új taxonómiai rendszerben	163
1.9.3. A tájak működését, azaz anyag- és energia-háztartását jelző indikátorok	165
1.9.3.1. Tájszintű anyag- és energiaforgalom vizsgálatok	166
1.9.3.2. A táji anyag- és energiaforgalom lehetséges indikátorai	168
1.9.3.3. A javasolt indikátorok összegzése	172
1.9.4. Tájtipizálás	173
1.9.4.1. A tájtipológia rendező elvei	173

1.9.4.2 Kísérletek az egységes európai tájtipizálási rendszer kialakítására	174
1.9.5. A tájtervezés tájföldrajzi alapjai	177
1.9.5.1. A táj tervezésének indokoltsága	178
1.9.5.2. A fenntartható tájak tervezésének előfeltételei	181
1.9.5.3 A funkcionális folt-folyosó-mátrix rendszer kutatásának legfontosabb eredményei	183
1.9.5.4. A tájmetria és a tájtervezés	187
1.10. Környezetvédelem a Kárpát-medencében (<i>Vince Tímea</i>)	191
1.10.1. Környezeti problémák	191
1.10.1.1. A levegő állapota	191
1.10.1.2. A vizek állapota	193
1.10.1.3. A talajok állapota	196
1.10.1.4. Hulladéktermelés és kezelés	197
1.10.2. Természetvédelem	199

2. NÉPESSÉG ÉS TELEPÜLÉSEK

2.1. Demográfiai jellemzők	205
2.1.1. A népesség száma és térbeli eloszlása (<i>Kocsis Károly</i>)	205
2.1.1.1. Az 1950–1990 közötti időszak	205
2.1.1.2. Az 1990 óta eltelt időszak	206
2.1.2. Természetes szaporodás (<i>Kocsis Károly – Bálint Lajos – Makay Zsuzsanna – Wéber András</i>)	209
2.1.2.1. Termékenység	209
2.1.2.2. Életkilátások	210
2.1.2.3. Természetes szaporodás, fogyás	214
2.1.3. Vándorlás (<i>Dövényi Zoltán</i>)	217
2.2. A népesség összetétele	229
2.2.1. Nem és életkor (<i>Kocsis Károly</i>)	229
2.2.1.1. Nem szerinti összetétel	229
2.2.1.2. Életkor szerinti összetétel	230
2.2.2. Nemzetiség, nyelv (<i>Kocsis Károly – Tátrai Patrik</i>)	233
2.2.3. Vallás (<i>Kocsis Károly – Tátrai Patrik</i>)	239
2.2.4. Iskolázottság (<i>Dövényi Zoltán</i>)	243
2.2.5. Foglalkozás (<i>Dövényi Zoltán</i>)	248
2.3. Települések (<i>Molnár József – Papp Géza</i>)	254
2.3.1. A településhálózat fejlődése	254
2.3.2. Városálózat	265
2.3.3. Szuburbanizáció, agglomerációk	277
2.3.4. A falusi népesség	281

3. A KÁRPÁT-MEDENCE GAZDASÁGA

3.1. A gazdaság fejlődésének általános tendenciái (<i>Fodor Gyula – Molnár Ernő</i>)	290
3.2. Magyarország gazdaságföldrajza	294
3.2.1. Bevezetés: történeti áttekintés, gazdasági folyamatok és változások Magyarországon a rendszerváltozás után (<i>Dávid Lóránt Dénes</i>)	294
3.2.2. A mezőgazdaság általános gazdasági jellemzése (<i>Dávid Lóránt Dénes – Marsелеk Sándor</i>)	297
3.2.2.1. Történeti áttekintés	297
3.2.2.2. Az agrártermelés helyzete	299
3.2.2.3. A (magyarországi) mezőgazdaság szerkezete	301
3.2.2.4. A magyarországi mezőgazdaság földrajza	305
3.2.2.5. A magyarországi mezőgazdaság jövőképe	313
3.2.3. Ipar és építőipar Magyarországon (<i>Molnár Ernő</i>)	315
3.2.3.1. A magyar ipar történelmi távlatokban	315
3.2.3.2. A magyarországi ipar szerkezete	318
3.2.3.3. A magyarországi ipar térbelisége	323
3.2.4. Szolgáltatások földrajza – terciér és kvaterner szektorok köréből, különös tekintettel a gazdasági szolgáltatásokra (<i>Dávid Lóránt Dénes</i>)	330
3.2.4.1. A (magyarországi) szolgáltatási szektor átalakulásának keretfeltételei	330
3.2.4.2. A (magyarországi) szolgáltatási szektor szerkezete	334
3.2.4.3. Közlekedés	335
3.2.4.4. Kereskedelem: nagykereskedelem-kiskereskedelem	343
3.2.4.5. Pénzügyi szolgáltatások	344
3.2.4.6. A negyedik (kvaterner) szektor	345
3.2.5. Magyarország turizmusföldrajza (<i>Dávid Lóránt Dénes – Horvát Dániel – Remenyik Bulcsú</i>)	347
3.2.5.1. Magyarország turizmusának főbb statisztikai adatai	347
3.2.5.2. A pandémia hatása Magyarországon a turizmusra 2020-ban	351
3.2.5.3. Magyarország turisztikai desztinációi, térségei	355
3.2.5.4. Magyarország turisztikai termékei	358
3.2.5.5. Magyarország turizmusának jövőképe	360
3.3. A szlovák gazdaság (<i>Fodor Gyula</i>)	363
3.3.1. Történeti és gazdaságtörténeti áttekintés	363
3.3.2. A mezőgazdaság jellemzői	364
3.3.3. Szlovákia ipara	366
3.3.4. Az ország közlekedési infrastruktúrája és szolgáltató szektora	367
3.3.5. Régiók és városok	369
3.3.6. Szlovákia turizmusa (<i>Berghauer Sándor</i>)	372
3.4. Kárpátalja gazdasága (<i>Fodor Gyula</i>)	373

3.4.1. Történeti áttekintés	373
3.4.2. Mezőgazdaság	374
3.4.3. Az ipar sajátosságai Kárpátalján	375
3.4.4. Közlekedés és szolgáltatások	380
3.4.5. Kárpátalja turizmusa (<i>Berghauer Sándor</i>)	381
3.5. Erdély gazdasági viszonyai (<i>Fodor Gyula</i>)	384
3.5.1. Történeti és gazdaságtörténeti áttekintés	384
3.5.2. A jelenlegi gazdaság általános jellemzése. A mezőgazdaság	385
3.5.3. Erdély ipara	387
3.5.4. Közlekedés és szolgáltatások	389
3.5.5. Regionális áttekintés és gazdasági központok	391
3.5.6. Erdély turizmusa (<i>Berghauer Sándor</i>)	393
3.6. A Vajdaság gazdasága (<i>Fodor Gyula</i>)	395
3.6.1. Történeti áttekintés	395
3.6.2. Mezőgazdaság a Vajdaságban	396
3.6.3. A vajdasági ipar jellemzői	398
3.6.4. A szolgáltató szektor	399
3.6.5. A Vajdaság turizmusa (<i>Berghauer Sándor</i>)	400
3.7. Pannon-Horvátország gazdasága (<i>Fodor Gyula</i>)	401
3.7.1. Történeti áttekintés	401
3.7.2. Pannon-Horvátország mezőgazdasága	402
3.7.3. Az ipar sajátosságai	403
3.7.4. Szolgáltatások Pannon-Horvátország területén	403
3.7.5. Pannon-Horvátország turizmusa (<i>Berghauer Sándor</i>)	404
3.8. A Muravidék gazdasági viszonyai (<i>Fodor Gyula</i>)	406
3.8.1. Általános tudnivalók	406
3.8.2. A Muravidék mezőgazdasága és ipara	406
3.8.3. Közlekedés és szolgáltatások a Muravidék területén	407
3.8.4. A Muravidék turizmusa (<i>Berghauer Sándor</i>)	407
3.9. Az Órvidék gazdasága (<i>Fodor Gyula</i>)	409
3.9.1. Általános tudnivalók	409
3.9.2. Mezőgazdaság és ipar az Órvidéken	409
3.9.3. A szolgáltató szektor jellemzői	410
3.9.4. Az Órvidék turizmusa (<i>Berghauer Sándor</i>)	410
MELLÉKLET: A Kárpát-medence régióinak gazdasági szempontból fontos települései	414

4. A KÁRPÁT-MEDENCE NÉPRAJZI SAJÁTOSságAI

4.1. A Kárpát-medence – a hazát kereső népek kohója (<i>Kész Barnabás – Kész Margit</i>)	422
4.1.1. Nemzetiségek a történelmi Magyarország területén	422

4.1.2. Etnikumok (kisebbségek)	423
4.1.2.1. Cigányok (romák)	424
4.1.2.2. A zsidóság	424
4.1.2.3. Kunok és jászok	425
4.2. Néprajzi csoportok, tájak, szigetek (Magyarország határain belül és túl)	
<i>(Kész Barnabás – Kész Margit)</i>	427
4.2.1. Alföld (Nagyalföld)	429
4.2.1.1. Hortobágy	429
4.2.1.2. Hajdúság	429
4.2.1.3. Nagykunság, Kiskunság (és Bugacpuszta)	429
4.2.1.4. Jászság	430
4.2.1.5. Kalocsa és környéke	431
4.2.1.6. Az alföldi városok világa	431
4.2.1.7. Kelet-Magyarország tájai	432
4.2.2. Dunántúl	436
4.2.2.1. Kisalföld: Hanság, Rábaköz, Szigetköz	437
4.2.2.2. Göcsej, Hetés és Órség	437
4.2.2.3. Somogyország, Ormánság és Dráva-szög	438
4.2.2.4. Sárköz és Mezőföld	438
4.2.2.5. Balaton-felvidék és Bakony	439
4.2.3. Felföld (Felvidék)	442
4.2.3.1. A palócok	443
4.2.3.2. A matyók	444
4.2.3.3. Zoboralja	444
4.2.3.4. Mátyusföld	444
4.2.3.5. Csallóköz	444
4.2.3.6. Felvidéki nevezetességek	445
4.2.4. Erdély	448
4.2.4.1. Partium	448
4.2.4.2. A szűkebb értelemben vett Erdély	450
4.2.4.3. Kalotaszeg	451
4.2.4.4. Mezőség	454
4.2.4.5. Torockó	454
4.2.4.6. Székelyföld	455
4.2.4.7. A csángók	459
4.2.5. Kárpátalja	460
4.2.5.1. Az Ungi-Tiszhát	462
4.2.5.2. Nagydobrony egyedisége	464
4.2.5.3. Munkács környéke	465
4.2.5.4. A Beregi-Tiszhát	466
4.2.5.5. A Szernye-mocsár, Tóhát térsége	468
4.2.5.6. Az Ugocsai-Tiszhát	470
4.2.5.7. Egy falunyi Szatmár – Nagypalád	474

4.2.5.8. A Tisza-völgy (Felső-Tisza-vidék)	475
4.2.5.9. Aknaszlatina – a sóra épült település	477
4.2.5.10. Gens fidelissima – ruszinok és ukránok	478
4.2.6. Délvidék	482
4.2.6.1. Bácska	482
4.2.6.2. Bánság (Bánát)	486
4.2.6.3. Szlavónia	485
4.2.7. Burgenland (Őrvidék)	486
4.3. Nyelvi hasonlóság és nyelvi változatosság a Kárpát-medencében (<i>Cserniczkó István</i>)	490

1.5. Éghajlati sajátosságok

Hadnagy István

1.5.1. A Kárpát-medence éghajlatának múltja

A földtörténet kezdetétől napjainkig a domborzat, a Napból érkező sugárzás, a talaj, a növényzet, a víz- és energiaháztartási komponensek, illetve a különböző skálájú légköri folyamatok egymással kölcsönhatásban alakítják egy adott terület éghajlatát. A földi klíma változásának egyik legszembetűnőbb jelenségei a jégkorszakok (alapvetően a negyedidőszakban, amikor a pólusokat jégsapka borította), illetve a többségükben jégmentes, meleg időszakok váltakozása. A globális éghajlat változásai értelemszerűen a Kárpát-medencét is érintették. Az eltérő domborzati és felszínborítottsági viszonyok a Pannon-tengertől a mai Hortobágy füves pusztájáig, a gleccserek koptatta kárpáti hegyvidéktől a mai fenyvesekig egymástól jelentős mértékben eltérő éghajlati feltételeket alakítottak ki. Ezt bizonyítják a Kárpát-medence felszíni formakincse, a talajtakaró, a rétegtani feltárások vagy a szén- és bauxitlelőhelyek.

Az antarktisi és a grönlandi jégminták, az üledékek, a pollenek elemzése, a növény- és állatvilág maradványai, a fák évgyűrűi és nem utolsósorban az emberi kultúra emlékei, írásos dokumentumai és végezetül a 17. századtól mért meteorológiai adatok teszik megismerhetővé az elmúlt korok éghajlatát. Az elemzések segítségével számos ismeretet szereztünk a globális hőmérséklet alakulásáról és az üvegházgázok⁹³, mint a szén-dioxid, a metán és a dinitrogén-oxid múltbéli légköri koncentrációjáról. Nem tudjuk azonban biztosan, hogy mi indította el azt a jelentős hűlési folyamatot, amely jégkorszakhoz vezetett. A Milanković–Bacsák-elmélet a Föld pályaelemeinek változásában keresi az okokat, ám nem ad teljes körű magyarázatot a bekövetkezett változásokra. Tény viszont, hogy a növekvő, illetve csökkenő hőmérséklettel együtt jár az üvegházhatású gázok koncentrációjának növekedése, illetve csökkenése és a bioszféra eltérő aktivitása.

⁹³ Üvegházgázok - a légkör azon természetes és antropogén eredetű alkotóelemei, melyek részben elnyelik a Föld felszíne által kibocsájtott hosszú hullámú (hő)sugárzást, mely folyamat az üvegházhatás. Az üvegházhatás befolyásolja a Föld (és más, légkörral rendelkező bolygók) hőháztartását, megnöveli a felszín és az alsó légkör hőmérsékletét, mivel a bolygó felszínéről a hő egy része nem jut közvetlenül vissza az űrbe, hanem különféle fizikai és meteorológiai folyamatokban vesz részt.

A legutóbbi jégkorszak (Würm-glaciális)⁹⁴ után a Kárpát-medence szubarktikus éghajlatát egyre inkább a boreális kontinentális⁹⁵, majd az atlanti hatások alakították. A Kr. e. 3. évezred közepén az alföldi erdőssztyepp helyét zárt erdők, kiterjedt tölgyesek foglalták el. A mainál melegebb Kárpát-medencei klímaoptimum a római kor idejére esett. Szintén kedvező, a mainál talán kissé melegebb, de azért nem túl száraz volt a kora középkori, 12. századi Magyarország éghajlata. Európában – egy átmeneti enyhülés után – a 16. század végén ismét csökkenni kezdett a hőmérséklet. Ez a „kis jégkorszaknak” nevezett időszak – néhány melegebb periódussal váltakozva – egészen a 19. század közepéig tartott. Ekkoriban az éghajlat a mainál hűvösebb és csapadékosabb volt. A Kárpát-medencében a tartós lehülés az 1550-es években kezdődött, s mélypontja az 1595–1610 közötti esztendőkből volt, amikor a Duna többször is befagyott. A csapadékindexek 50 éves átlagainak időszora a 16. század második felének negatív átlagától eltekintve tartósan csapadéktöbbletet mutat. A csapadékosabbá válás fordulópontja a 17. század első felében volt, csúcspontjai pedig a 17. század második felére, illetve a 18. század második felére estek. A 20. század éghajlatát szemlélve csökkenő csapadékmennyiséget és az ún. homogenizált⁹⁶ klimatológiai idősorokban növekvő hőmérsékleti trendet tapasztalhatunk Magyarországon. A kutatások szerint az éghajlati változások egyik legfontosabb jegye a középkori Kárpát-medencében a „természetes évszakok” időtartamának és időhatárainak megváltozása volt. A kis jégkorszak idején a március télies jellegű hónappá vált, a június pedig valójában tavaszias hónap lett, s a nyár időtartama júliusra és augusztusra korlátozódott. Ezzel szemben a jelenkori, 21. századi felmelegedés során a téli hónapok időjárása válhat egyre tavasziasabbá.

1.5.2. A Kárpát-medence éghajlatát meghatározó tényezők

A Kárpát-medence éghajlatát elsősorban a földrajzi szélesség, az Atlanti-óceántól, illetve a Földközi-, azon belül az Adriai-tengertől (mediterrán térség) való távolság, valamint a tengerszint feletti magasság és az ezek által meghatározott légköri mozgásrendszerek, azaz az uralkodó légköri mozgás alakítja. A légköri mozgások hajtóereje a Nap sugárzása, illetve annak egyenetlen eloszlása a Föld felszínén, ami miatt a felszínen és az alsó légkörben hőmérsékleti és ezáltal légnyomási különbségek jelentkeznek. Ezek a légkörben instabilitást

⁹⁴ Würm-glaciális - a legutóbbi és jelenleg is tartó kainozoikumi földtörténeti idő eddigi utolsó eljegesedési (glaciális) időszaka. A névadó a Würm folyó, amely Németország Bajorország tartományában található.

⁹⁵ Boreális kontinentális éghajlat – hideg mérsékelt övi szárazföldi, szélsőségesen nagy évközi hőingadozással jellemezhető éghajlat.

⁹⁶ Klimatológiai homogenizálás – az éghajlati adatsorokban, a mérésre ható zavaró tényezők és környezeti változások miatt fellépő mérési hibák kiszűrése az éghajlati adatsorokban rejlő tényleges változás, ingadozás vagy tendencia tetszőleges jelének megőrzése mellett.

okoznak. A különböző tér- és időskálán megjelenő légköri mozgásokat a vízszintes és függőleges hőmérsékleti és légnyomási különbségekből eredő instabilitások együttesen alakítják ki.

A Kárpát-medence a közepes földrajzi szélességeken, a 45. és 50. szélességi körök között, nagyjából középen az Egyenlítő és az Északi-sark között, a szoláris éghajlati⁹⁷ felosztás szerint a mérsékelt éghajlati övben, a nyugati szelek áramlási zónájában fekszik. A Kárpát-medence éghajlata nagyon változékony és a területén jelentős különbségek fordulhatnak elő. A változékonyság egyik fő oka az, hogy éghajlatára a kiegyenlítettebb hőmérsékletjárású, csapadékos óceáni, a szélsőséges hőmérsékletű, kevés csapadékú kontinentális, illetve a nyáron száraz, télen csapadékos mediterrán éghajlat egyaránt hatással van, és ezen klímátípusok közül bármelyik hosszabb-rövidebb időre uralkodóvá válhat. Ehhez még hozzájárul a hegyekkel való körbezártság és a széles skálán (≈ 75 m Szegednél és 2600 m fölött a Magas-Tátrában) mozgó tengerszint feletti magasság. A medence a tengerektől való távolság tekintetében is középhelyet foglal el az Atlanti-óceán és az eurázsiai kontinens belseje között. A nyári félévben az ide érkező légtömegek 60-70%-ában a tengeri eredetűek, télen inkább a szárazföldi származásúak vannak hangsúlyban. A meteorológiai elemek északnyugati–délkeleti irányítottsága az Atlanti-óceán, a délnyugati–északkeleti pedig a Földközi-tenger hatását mutatja.

A térségben a 100–300 km-nél nagyobb kiterjedésű vízszintes légköri instabilitásokból létrejövő légköri nyomásképződmények a mérsékelt övre jellemző ciklonok, anticiklonok és frontok. Ezek alakítják a Kárpát-medence nagytérségű időjárás folyamatát. Az északi poláris és a déli mérsékelt övi levegő határán fejlődnek ki a hatalmas, több ezer kilométeres kiterjedésű ciklonok⁹⁸ és anticiklonok⁹⁹. Az északi hidegebb és a déli melegebb légtömeg határán hullámszik az ún. polárfront¹⁰⁰. Ez a nyugatias szelek öve. A ciklonokban örvénylő különböző típusú levegőtömegeket frontfelületek választják el. Vastagságuk néhány kilométer, hosszuk akár több ezer km is lehet. Az Atlanti-óceán és Európa felett évente akár 60 cikloncsaládot (egymást követő különböző fejlettségi állapotú ciklonok) is

⁹⁷ Szoláris éghajlat – a napsugarak a Föld gömbalakja miatti beesési szögének különbségéből adódó övezetesség és ez alapján elkülöníthető hideg, mérsékelt és forró szoláris éghajlati övek.

⁹⁸ Ciklon – alacsony nyomású légköri képződés, a benne található időjárás frontokkal a változékony időjárás okozója, jellemző vízszintes kiterjedése a mérsékelt éghajlati övezetben 1000 km körüli.

⁹⁹ Anticiklon – magas légnyomású légköri képződés, amelynek középpontjában csendes, nyugodt időjárás jellemző, a légkör magasabb rétegeiben felhőszelvény hatású, leszálló légmozgással, jellemző vízszintes kiterjedése 1000 km vagy annál nagyobb.

¹⁰⁰ Polárfront – vagy más néven poláris örvény, jellemzően az északi és déli szélesség 30-60 foka között helyezkedik el a sarki, hideg, keleties szelek és magasnyomású légtömegek, illetve a térítők felől érkező, meleg és nyugatias szelek, valamint alacsony nyomású légtömegek határán.

megfigyelhetünk. A ciklonok gyakorisága télen valamivel nagyobb, mint nyáron (főleg a mélyebb ciklonoké). Európa térségébe átlagosan 30 anticiklon érkezik egy évben. Ezek fele óceáni eredetű, vagyis nyugatról érkezik a kontinens fölé. Ezen anticiklonok legnagyobb gyakorisággal a nyári évszakban fordulnak elő. A többi anticiklon poláris vagy szibériai eredetű. A legerősebb anticiklonok inkább télen figyelhetők meg, annak ellenére, hogy az anticiklonoknak nincs kimondott évi járása.

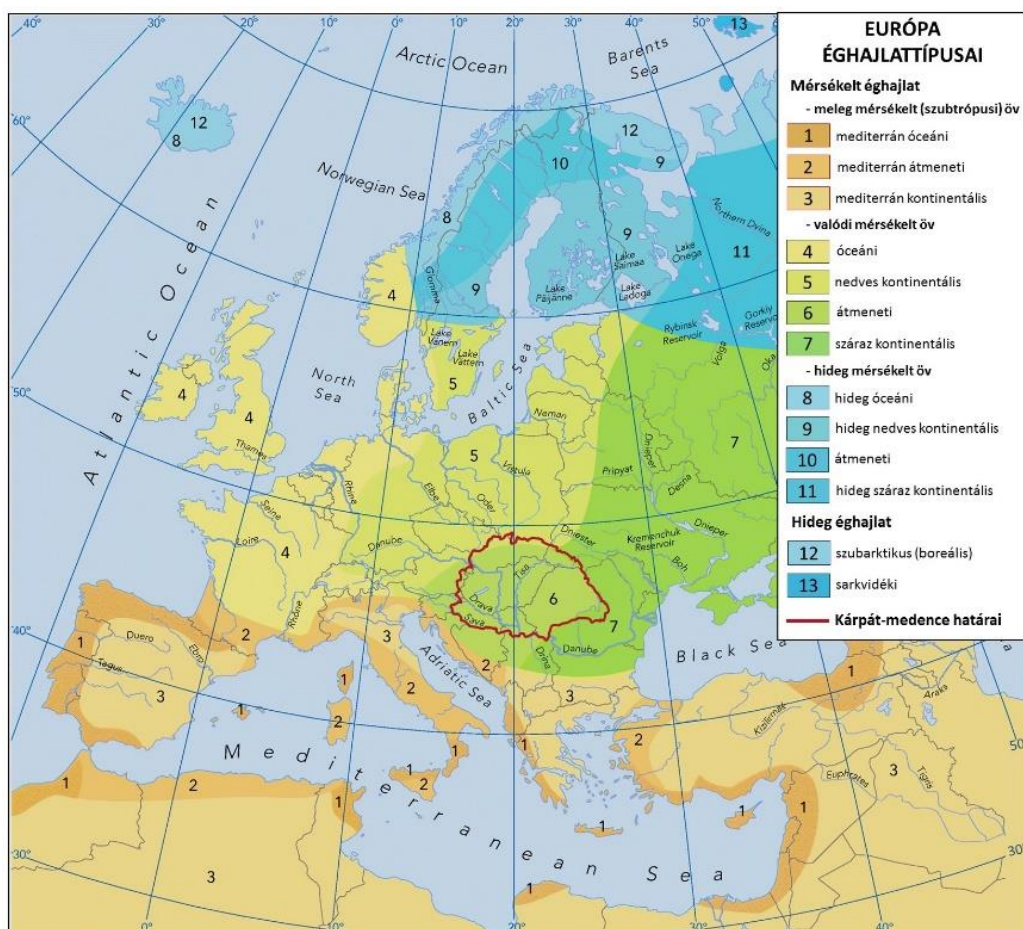
A 100–300 km-nél kisebb és rövidebb, néhány perctől 1-2 órán át tartó légköri mozgást elsősorban a függőleges instabilitás miatt kialakuló függőleges feláramlás (konvekció) okozza, amelynek megnyilvánulásai a mezociklonok, a ponszerű zivatarok, a gyors mozgású, intenzív zivatarcellákhoz (szupercellákhoz) kapcsolódó tornádótölcsérek, a kis örvények keltette szélökések, a néhány méteres portölcsérek, a vitorlázórepülők és a madarak által jól ismert termikék. A pusztító, nagy erejű tornádók ritkák a Kárpát-medencében. Kisebb tornádótölcsérek azonban – különösen a nyári időszakban – szinte minden évben előfordulnak. A zivatarfelhők tipikus mérete 10 km, élettartamuk egy óra. Ezalatt villámok csapnak le, és szélsőséges esetben akár 3–5 cm-es jégdarabok hullhatnak a felszínre. A veszélyes időjárási jelenségek közé tartoznak az erős feláramlással és az 50–150 km-es horizontális mérettel rendelkező ún. mezociklonok. Kialakulásukban mind a nagyobb skálájú (azaz ezer km-es nagyságú, szinoptikus) áramlási rendszer, mind a kisebb skálájú vertikális instabilitások, például a felmelegedő felszín, a felszínközeli meleg, nedves levegő egyaránt szerepet játszik. Az így kialakuló és vonalba rendeződött zivatarfelhők, az ún. viharvonalak okozzák a legpusztítóbb viharokat.

A Kárpát-medencét nyugatról az Alpok előtere, északnyugattól egészen délkeletig a Kárpátok, délről és délnyugatról a Dinári-hegység nyúlványai szegélyezik. A hegyekkel való körbezártság, a medencejelleg sajátosan módosítja az éghajlattípus jellemzőit, ami a medence központi területein egyrészt a többletnapsütésben és csapadékcsökkentő hatásban, a keleti peremén pedig a légtömegek felemelkedése miatti csapadéknövelő hatásban nyilvánul meg. Érzékelhető a zárt medencékre jellemző hőmérsékleti ingás is. A Kárpát-medence területén valaha mért legmagasabb és legalacsonyabb hőmérsékleti érték közötti különbség meghaladja a 75°C-ot. Vannak azonban a Kárpát-medence fekvésének előnyei is: a szélvédettség, a kedvező sugárzási viszonyok, bő csapadék a környező hegyvidéki területeken. A Kárpát-medence nyugati határa a 47. földrajzi szélességi kör mentén 1400 km-re van az Atlanti-óceántól. Érződik ugyan a kiegyenlítettebb hőmérsékletjárású és csapadékos óceáni hatás, de a távolság és különösen a zártság miatt csak sajátosan. Az óceán felől érkező légtömegek elsősorban az Alpok és a Kárpátok közötti keskeny szoroson, a Duna völgyében húzódó

Dévényi-kapun át jutnak a medencébe. A Kárpátok hegyvonulata elsősorban az északról érkező arktikus, illetve a keltről érkező kontinentális légtömegek feltartóztatásával vagy gyengítésével befolyásolja az itteni éghajlatot. Az óceáni hatás és a medencejelleg jótékony következménye az a +2°C-os hőmérsékleti anomália (azaz a medence belsejét érintő szélességi körökön mért évi középhőmérséklettől való eltérés), aminek hatásaként a hasonló szélességi körökön fekvő térségekhez képest itt akár két héttel korábban kezdődhet a szántóföldi növénytermesztés, és hosszabb a növényzet vegetációs időszaka. Az óceáni és szárazföldi éghajlati tényezők – mediterrán hatásokkal kiegészülő – érvényesülése lehetőséget nyújt egyes melegkedvelő növényi kultúrák (pl. szőlő) termesztésére.

1.5.3. A Kárpát-medence éghajlati körzetei és azok jellemzői

A mérsékelt égövön belül többféle éghajlattípust különböztetünk meg: hideg mérsékelt, a szélsőségesen szárazföldi (vagy kontinentális), a száraz szárazföldi, a mérsékelt vagy nedves szárazföldi, az óceáni, a mérsékelt övi monszun és a szubtrópusi (1.5.3.1. ábra).



1.5.3.1. ábra. Közép-Európa éghajlattípusai
(szerkesztve: EEA, 2012 alapján)

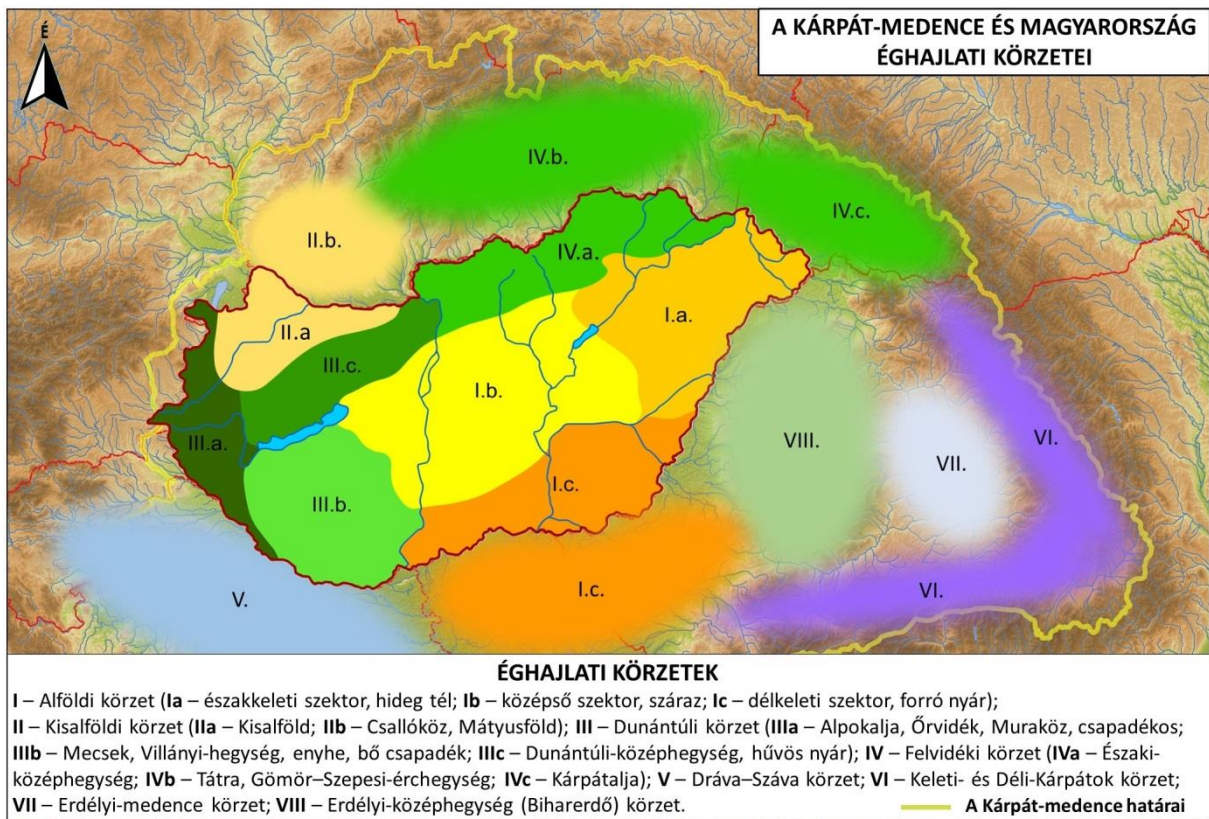
Ha a Kárpát-medencét valamely globális rendszerezésre szolgáló éghajlati felosztás (például Köppen-, Trewartha-féle osztályozás) szerint szeretnénk besorolni, bármelyiket is alkalmaznánk a területére, az alkalmatlan lenne a medence egyes tájai közötti éghajlati különbségek feltárására. Alapvetően a Köppen–Geiger éghajlati osztályozás¹⁰¹ szerint a Kárpát-medence a mérsékelt övi, nedves szárazföldi (kontinentális) éghajlattípusba tartozik, amelyben szabályos az egymástól rendszerint jól elkülönülő négy évszak. Azonban a hegykoszorúval zárt medence három éghajlati altípus – az óceáni, a kontinentális és a mediterrán – átmeneti sávjában helyezkedik el. E három, nem egyenletesen érvényesülő tényező rendkívül változatos klímát okoz a térségben, melyet tájegységként kiegészít a domborzat és a felszín éghajlat-módosító hatása.

A kontinentális hatások elsősorban a medence keleti részén, a Közép-Tisza-vidéken érvényesülnek. A nyugati tájakon viszont egyre erősebbé válik az óceáni hatás, csökken az évi hőmérsékleti ingás. Az óceáni eredetű légtömegek télen az átlagosnál melegebb, míg nyáron hűvösebb időjárást hoznak. Az északról érkező levegő hűvös, hideg, míg a déli eredetű meleg és nedves időjárást okoz. Délről észak felé haladva ezért egyre hűvösebb területeket találunk. Délnyugati irányba a Dráva menti tájon át egyre fokozódik a melegebb és csapadékosabb mediterrán hatás. A Keleti-Kárpátok ugyan távol esik az óceántól, a nyugati áramlás útját álló magas hegyek miatt mégis több csapadék hull, mint a medence nyugati vagy középső területein. A Földközi-tenger közelsége miatt – különösen ősszel – fontos szerepük van a délről érkező, csapadékban gazdag mediterrán ciklonoknak. A legtöbb ciklon az igen szeszélyes áprilisban érkezik. Télen az északról, északkeletről betörő sarkvidéki eredetű levegő akár -20°C alatti tartós hideg időjárást is okozhat. Ezt erősítheti a hótakaró, a gyenge légmozgás és az erős éjszakai kisugárzás (kevés felhő esetén). Télen gyakori a medence felett az anticiklonális időjárás. Ilyenkor a medencében összegyűlik és tartósan megmarad a hideg levegő. Ez az ún. téli hideg légpárnahelyzet, melyet ködös, felhős időjárás kísér, ami kedvez a szennyezőanyagok feldúsulásának. Ha a medencét beborító 700–900 m vastag hideg párna felett 0°C körüli melegebb nedves levegő van, akkor a záróréteg feletti vékony rétegfelhőzetből – a közlekedésre igen veszélyes – ónos szitálás is kialakulhat.

A Kárpát-medencében elsősorban a magas hegykoszorúnak és a változatos domborzatnak köszönhetően több, egymástól eltérő éghajlati körzet figyelhető meg. A pontos határokat azonban nehéz kijelölni, mert hirtelen változásokat csak a hegységek és a síkságok

¹⁰¹ Köppen–Geiger éghajlati osztályozás – a földi éghajlatot az évi és szezonális hőmérsékleti, valamint csapadékjellemzők alapján öt fő éghajlati osztályra és azokat további típusokra osztja fel.

határán láthatunk. Máshol a különbségek elmosódottabbak. Az éghajlati körzetesítésre több megközelítés is napvilágot látott. Péczely György klimatológus – az ariditási index és a vegetációs időszak figyelembevételével – 16 éghajlati körzetet különített el, melyekből Magyarország területén 12 figyelhető meg. Bulla Béla és Mendöl Tibor munkája alapján a Kárpát-medencét 9 éghajlati körzet fedi le, azon belül a medence belsejét elfoglaló Magyarország határain belül további alkörzetekre való felbontást találunk (1.5.3.2. ábra). A továbbiakban ez utóbbi felosztást követjük.



1.5.3.2. ábra. A Kárpát-medence éghajlati körzetei
(szerkesztve: Bulla–Mendöl, 1947 alapján)

A Kárpát-medencét lefedő éghajlati térség közül a legnagyobb az Alföldet és a Mezőföldet magába foglaló Alföldi körzet (I). Három alkörzetre oszthatjuk, amelyek egy része átível a határokon: az északkeleti, a legzordabb telű (Ia), a középső, a legszárazabb (Ib) és a déli-délkeleti, a napfényben gazdag, legmelegebb nyarú vidékekre (Ic). Az Alföld déli peremén a középhőmérséklet meghaladja a 11,5°C-ot, míg északkeleten valamivel 10°C alatti. Az Alföldön meleg a nyár (a júliusi középhőmérséklet 21°C körüli), a tél hideg. Magas, általában 2000 óra feletti a napsütéses órák száma (Szeged ≈2100 óra/év). A medence belsejére jellemző kevesebb felhőzet, a kisebb relatív nedvesség, a szűkös és változékony

csapadékmennyiség gyakran vezet aszályhoz. Az éghajlatilag lehetséges ún. potenciális párolgás¹⁰² jelentősen meghaladja a csapadék mennyiségét. A tél hóban szegény.

A Kisalföld (II) éghajlati körzet két nagy tájegységet foglal magában. A Mosoni-síkság folytatásaként Burgenlandba (Pándorfi-síkság) is átnyúló Kisalföldet (IIa) és a Duna túloldalán levő nagy szigetet, a Csallóközt, valamint a felvidéki hegyekig terjedő Mátyusföldet. A kisebb terület miatt egységesebb az éghajlat. Erős a nyugatról érkező óceáni hatás. Az Alföldhöz képest több a csapadék, vastagabb a hótakaró, bár például Kárpátaljához képest kevéssé marad meg (magasabb a téli középhőmérséklet). Az évi átlaghőmérséklet 10°C körüli; ez az érték észak felé haladva csökken. Itt is érzékelhető a medencehatás. A kiegyenlítettebb éghajlat következményei a kisebb aszályhajlam és a ritkább tavaszi, illetve őszi fagyok. Ez a medence egyik legszelesebb területe. A leggyakoribb szélirány az északnyugati (a Dévényi-kapu szélcsatorna jellege miatt). A 3,5–4,5 m/s-os évi átlagos szélsébség, mely a Kisalföld nyugati részét jellemzi, már gazdaságossá teheti a kontinentális klímára tervezett 0,6–2 MW-os szélgenerátorokat. A szélenergia felhasználás több megvalósult példáját láthatjuk többek között a magyarországi Mosonmagyaróvár környékén vagy az ausztriai Burgenlandban (Őrvidéken).

A Dunántúli-középhegység és a Dunántúli-dombvidék, illetve az Alpokalja az Őrvidékkel alkotja a III. éghajlati körzetet, melynek legnagyobb része Magyarországon van. E térségben kedvező a csapadékkellátottság. Az óceáni hatás miatt különösen az Alpokalján kevés a napsütéses órák száma (1900 alatti). A Dél-Dunántúl egyes területei, mint például a Mecsek és a Villányi-hegység (IIIb) déli lankái már mediterrán jellemzőket is mutatnak. Ennek köszönhető az enyhe tél, a meleg, de nem túl forró nyár, s a bőséges, de nem túl sok csapadék. A Dunántúli-középhegység (IIIc) közepesen csapadékos, hűvösebb nyarú éghajlatával a másik két alkörzet közötti átmenetet képviseli. A Balaton part menti néhány kilométeres sávjában kimutatható a tó enyhe éghajlat-módosító hatása. A víz nagy hőtároló képessége miatt kiegyenlítettebb a térségben a hőmérséklet napi és évi járása. A tó fölötti cirkuláció (tavi szél) és a Bakonyból lezúduló fónszerű vázsonyi szél fontos elemei a helyi mikroklímának.

A Kárpát-medence nagy éghajlati tája a Duna vonalától északra elterülő Felvidék (IV). Ez három nagy területre osztható. A Gömör–Szepesi-érchegységtől a Tátraig húzódó középhegységi táj alkotja a felvidéki éghajlati körzet IVb jelzésű szektorát. A tagolt, alapvetően hűvös középhegységi tájat változatos mikroklíma jellemzi. A csapadék a

¹⁰² Potenciális párolgás – a légtér (mint párafeltevő rendszer) által maximálisan felvehető páramennyiség.

magassággal jelentősen növekszik, a Tátrában helyenként meghaladja az 1500 mm-t. A terület szélklímája változatos, a Hernád völgyében átlagosan 3 m/s körüli. A fő szélirányok a völgyek futását követik. Az Eperjes–Tokaji-hegységtől a Morva mentéig terjedő északnyugati Felvidék Magyarországra átnyúló része az Északi-középhegység (IVa) éghajlati szektora. Különböző mikroklímájú tájak alkotják: ilyen a bő csapadékú, hűvös telű Bükk-fennsík, a szárazabb és melegebb éghajlatú Nógrádi-medence vagy az Alföld és a magasabb hegyek közötti gyors átmenetet képviselő Mátraalja és Bükkalja. E térségben a hőmérsékleti ingás a magassággal csökken, a napfénytartam napi és havi értékei alacsonyok. Ugyanakkor megjegyezzük, hogy télen, amikor hideg légréteg fedeti az Alföldet, a magasabb hegyek, mint például a Galyatető vagy a Kékestető gyakran kiemelkednek a ködből, és ilyenkor több napsütést kapnak. A csapadék mennyisége a völgyekben 600 mm körül alakul, a Mátrában és a Bükkben eléri a 900 mm-t.

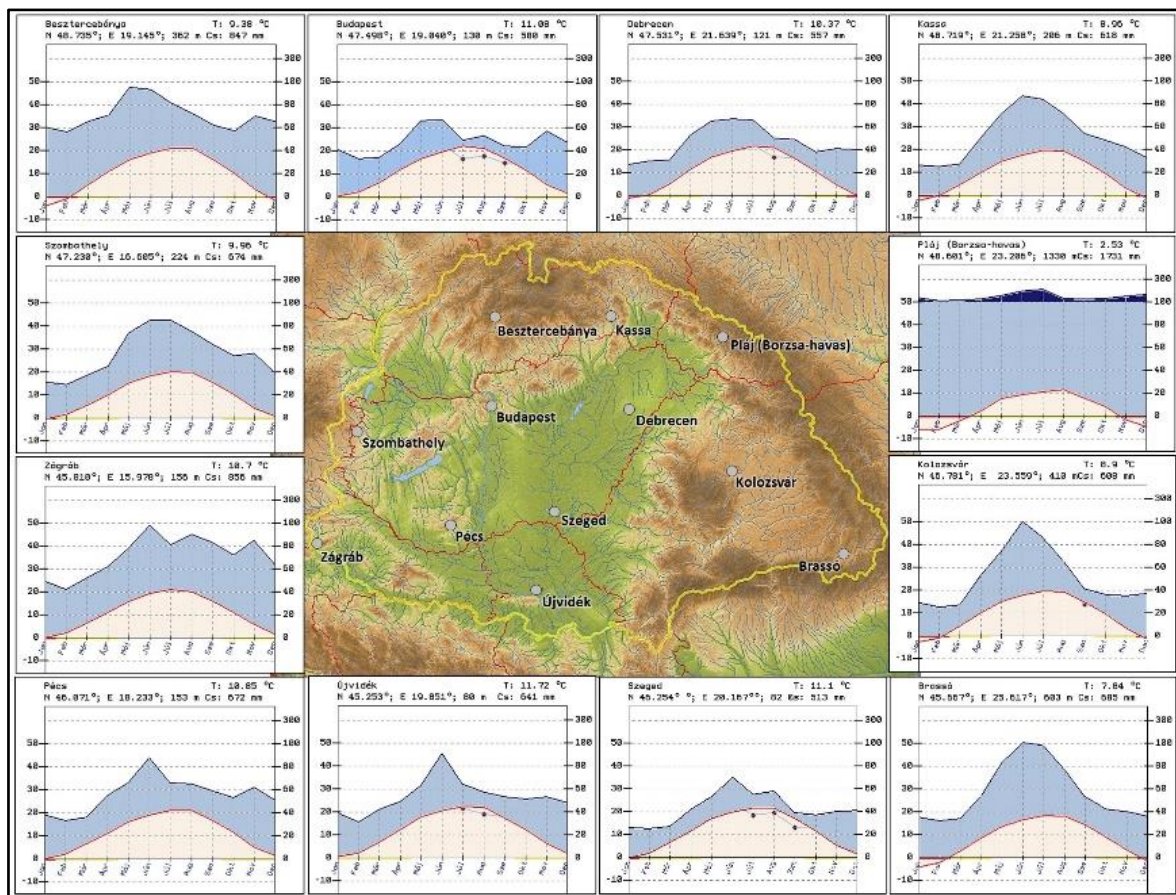
A keletebbre fekvő Kárpátalján (IVc) kontinentálisabb klímát találunk, ami a hűvösebb telekben és a melegebb nyarakban nyilvánul meg (azaz a nagyobb éves hőingásban). A több csapadék a hegyvidékek nagyobb területi arányának köszönhető. A síkvidéken 600–700 mm/év között mozog, viszont a Máramarosi-havasok területén az évi csapadék meghaladja az 1500 mm-t. Ez a Kárpát-medence legcsapadékosabb területe. A mély völgyek és medencék itt is fagyzugosak. Ezt erősíti a hegy-völgyi szél áramlási rendszere. Az uralkodó szélirány a síkvidéken délkeleti, a hegyekben követik a völgyek irányultságát, a magas gerinceken többnyire délnyugati irányúak.

A Dráva–Száva vidékét fedi le a V. éghajlati körzet, amelyet az egyre erősödő mediterrán jelleg határoz meg. Ezt árnyalja a változatos domborzat, például a hegyek csapadéknövelő hatása vagy a Zágrábi-medence néhány sajátossága (több napsütés és kevesebb csapadék). A szélirányok gyakorisági eloszlását is a domborzat befolyásolja. Eltekintve a Karszt-hegység zord, hideg magashegyi klímájától, ebben a térségben találjuk a Kárpát-medence legkiegyenlítettebb éghajlatát. Bőséges a csapadék, és kicsi az évi hőmérsékleti ingás. A Zágrábi-medence éves csapadékösszege 900 mm körüli, mely érték a karsztvidékre érve már elérheti az 1600 mm-t is. A mediterrán hatást mutatja a csapadék nyár eleji és őszi (októberi) maximuma. A csapadékos napok száma meghaladja a magyarországi értékeket, és 160 nap/év körül mozog. A délebbre, délkeletebbre fekvő terület – a tenger melléki partszegély – már a földközi-tengeri mediterrán éghajlatú zónához tartozik.

A medence keleti részében három nagy éghajlati körzetet különíthetünk el: a Déli- és a Keleti-Kárpátokat (VI), a hegykoszorú által körbezárt Erdélyi-medencét (VII), valamint az Alfölddel szomszédos Erdélyi-középhegységet vagy Biharerdőt (VIII). Az óceáni klíma

mérséklő hatása ezekben az éghajlati körzetekben érződik a legkevésbé. Éghajlatuk közös jellemzője a markáns kontinentális jelleg, ami legintenzívebben a Székelyföld magas, elzárt medencéiben jelenik meg. Erdélyben mind a tél, mind a nyár hidegebb, mint az Alföldön. A nyugat felől érkező, illetve a mediterrán térségből származó ciklonok csapadéka elsődlegesen a domborzat emelő hatásának köszönhető. Az évi csapadék maximuma a nyári hónapokra esik. A csapadék térbeli eloszlása jó egyezést mutat a topográfiai térképekkel, és ez a domborzat meghatározó szerepét bizonyítja. A csapadékkal gazdagon ellátott magas hegyekkel (pl. a Déli-Kárpátokban 1000–1200 mm/év) körülvett Erdélyi-medencében mérik a térségben a legkisebb értékeket (600 mm/év körül). Ide az áramlás – a medencejellegből következően – minden irányból bukószél formájában érkezik. Jelentős éghajlat-alakító tényező a tartós hótakaró, hiszen a hegyvidéki területeken a csapadékos napok közel fele havas nap.

A Kárpát-medence fontosabb éghajlati körzeteiből a csapadék és a hőmérséklet éves menetét Walter–Lieth-diagramon szemléltetjük a térség 8 kiemelt állomására (1.5.3.3. ábra).



1.5.3.3. ábra. Walter–Lieth-diagramok a Kárpát-medence fontosabb éghajlati körzeteiből (szerkesztve: OMSZ, Magyarország atlasza, 1999; Magyarország éghajlati atlasza, 2001 alapján)

1.5.4. Az éghajlati elemek idő- és térbeli változása

A Kárpát-medence éghajlatának vázlatos áttekintése után az egyes éghajlati elemek területi eloszlását, évszakos menetét elemezzük. A rendelkezésre álló adatok területi fedettsége nem teszi lehetővé, hogy részletesebb elemzést adhassunk a teljes térségről, így általában ezen vizsgálatoknál csak a magyarországi területek szerepelnek.

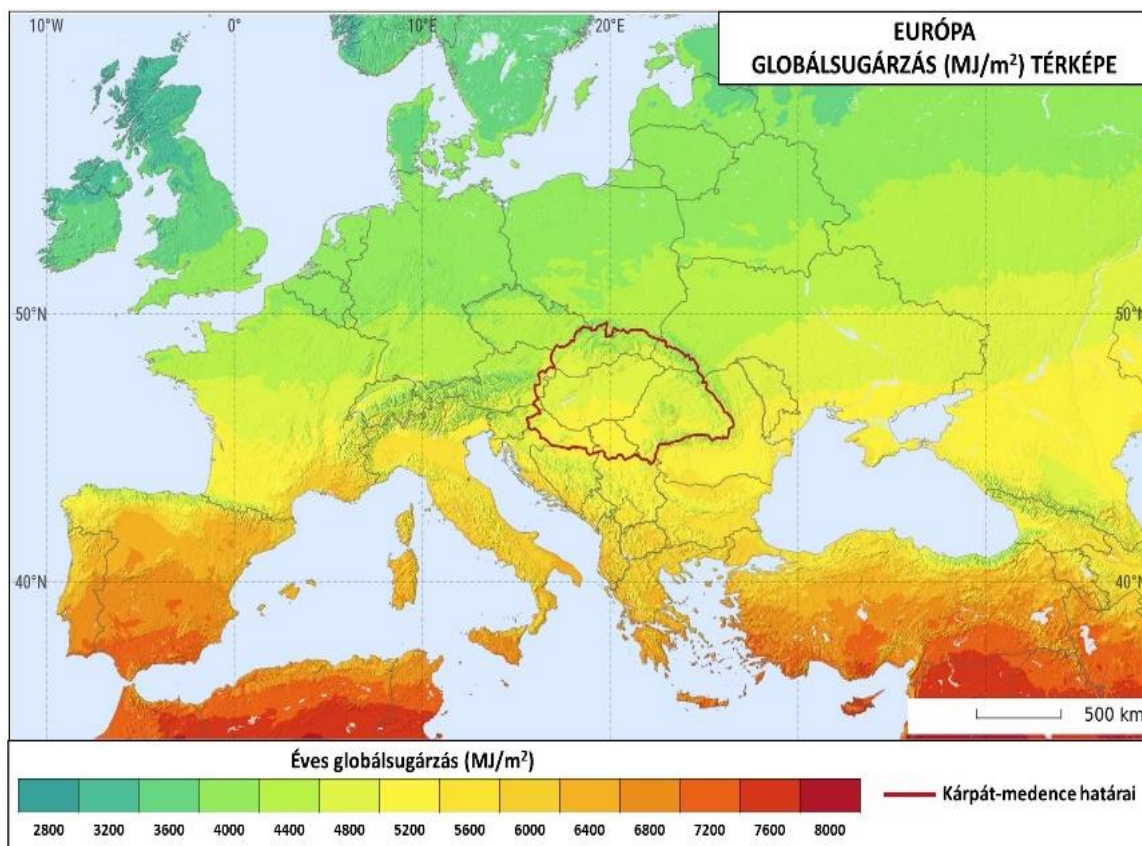
1.5.4.1. A napsugárzás és napfénytartam

A felszínre jutó energia függ a földrajzi fekvéstől, a nappalok hosszától, a felhőzettől és a légkör szennyezettségétől. A Napból érkező közvetlen sugárzás, valamint az égbolt minden részéről érkező szórt sugárzás összege adja a teljes vagy globálsugárzást. A felszín borítottsága, lejtése, sugárzás-visszaverő képessége (albedó) alakítja a sugárzási mérleget. A felszínre (egységnyi felületre) vonatkozó energiamérleg mindig nulla, az energia nem tárolódik el. A sugárzási egyenleg átlagosan novembertől februárig negatív, vagyis a felszínről több energia távozik, mint amennyi odajut. A többi nyolc hónapban a mérleg pozitív.

Magyarországon a felszínre lejutó globálsugárzás¹⁰³ (azaz a rövidhullámú besugárzás) éves összege 4250–4700 MJ/m², ami hozzávetőlegesen fele a légkör külső határára érkezőnek. A legtöbb besugárzás a Tiszántúl déli területein tapasztalható, Szegedtől délebbre a Vajdaságban ez az érték eléri a 4800–4900 MJ/m² értéket is (1.5.4.1.1. ábra). Legkevesebb besugárzásban az Északi-középhegység, az északkeleti régió, a több csapadék miatt a nyugati- és délnyugati határszél térsége részesül, itt helyenként 4300 MJ/m² alatti globálsugárzás-összegek is előfordulnak. Magyarország földrajzi szélességi fokban vett észak–déli irányú kiterjedése mindössze 3°-os. Ennek megfelelően az északi és déli határvidék között a besugárzásban csupán 200–250 MJ/m² eltérés jelentkezik. A sugárzás területi eloszlását elsősorban a felhőzet határozza meg. A legnagyobb havi értékeket júliusban (620–680 MJ/m²) mérhetjük, ugyan júniushoz képest ebben a hónapban a nappalok már valamivel rövidebbek, és a Nap delelési magassága kisebb, viszont a felhőzet mennyisége csekélyebb, mint nyár elején. A legkisebb értékeket – a nagy (az évben a legnagyobb) borultság és a rövid nappalok miatt – decemberben találjuk (60–80 MJ/m²). Télen a medencehatás miatt gyakori az inverziós rétegződés és az alacsony felhőzet, melynek következtében több sugárzás érkezik a hegyvidéki területekre (pl. Kékestető), mint az alföldi térségekre.

¹⁰³Globálsugárzás – a Napból közvetlenül érkező (direkt) sugárzás és az égbolt minden irányából érkező szórt (diffúz) sugárzás együttes összege.

Napfénytartamon – órában kifejezve – azt az időtartamot értjük, ameddig a felszínt közvetlen sugárzás éri. Éves összege Magyarországon 1750–2100 óra között van, és területi eloszlása nagyon hasonlít a besugárzási térképek elrendeződéséhez. Pécs környékén és a Délvidéken éri el a maximumát (2200 óra/év), míg a legkevésbé napos északi, északkeleti területeken, az Alpokalján, a felhőzetben gazdagabb felvidéki és erdélyi hegyvidéki területeken 1800 óránál is kevesebb a napfényes órák évi összege. Az Erdélyi-medencében a magyarországi átlagértékekhez közeli sugárzásbevétellel számolhatunk. A gyakran felhőbe burkolódzó magashegyi tájon 1500–1600 óra/év alatti.



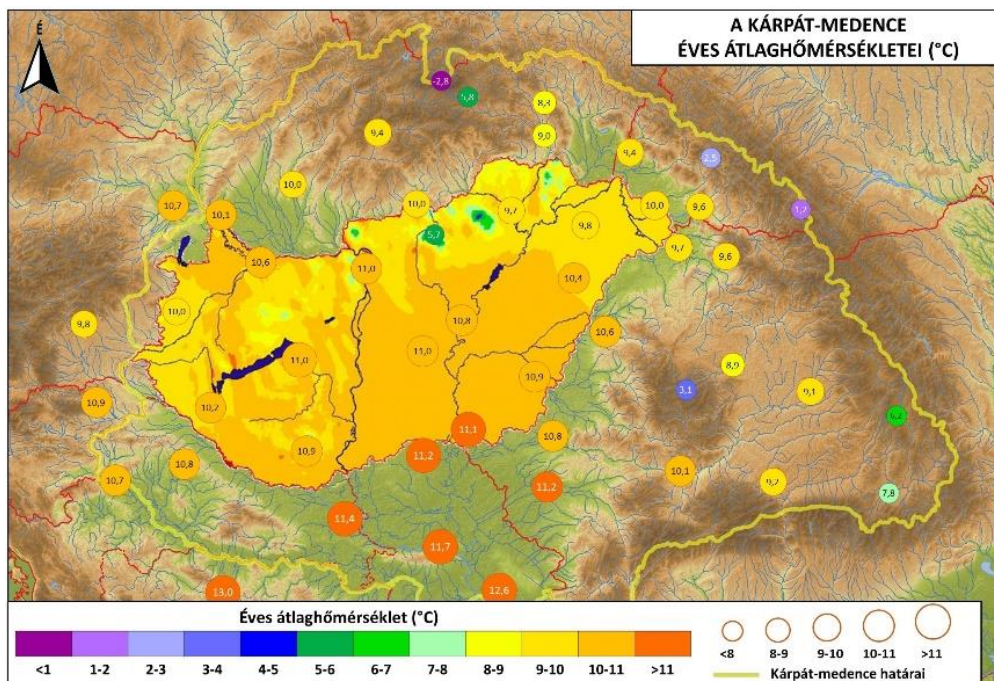
1.5.4.1.1. ábra. A globálsugárzás (MJ/m^2) átlagos évi összege Európában és a Kárpát-medencében
(szerkesztve: SolarGIS, 2017 alapján)

1.5.4.2. A levegő hőmérséklete

Egy térség hőmérsékleti eloszlását a földrajzi szélesség jelentős mértékben meghatározza, hiszen ez szabja meg a besugárzás mennyiségét. Másik két fontos tényező a tengerszint feletti magasság és az óceánoktól való távolság. Ez utóbbi határozza meg a kontinentalitás mértékét. A Kárpát-medence hőmérsékleti eloszlásában felismerhető a

zonalitás¹⁰⁴, azaz délről észak felé haladva csökken a hőmérséklet. A magasság növekedésével csökken a hőmérséklet, melynek mértéke éves átlagban 0,65 °C/100 m. A téli hónapokban a Kárpát-medencében gyakran előforduló inverziós hőmérsékleti rétegződés, amikor a hőmérséklet a magassággal nem csökken, hanem növekszik. A hideg légréteg is megváltoztathatja a hőmérséklet függőleges alakulását: előfordulhat, hogy a magasabban fekvő területek melegebbek, mivel kimagaslanak a Kárpát-medence alján fekvő légtömegekből. Emiatt télen átlagosan csupán 0,2–0,4 °C/100 m a hőmérsékletcsökkenés felfelé haladva.

Az éves középhőmérséklet térképe jól tükrözi a domborzatot (1.5.4.2.1. ábra). A Kárpát-medence túlnyomó részén az évi középhőmérséklet 9 és 11 °C között alakul. A legalacsonyabb értékek a Kárpátokban, a medence magasabban fekvő területein, a Bakony és az Alpokalja egyes vidékein, az Északi-középhegységben, illetve egyes hegyközi kismedencékben (Pl. Csíki-medence) jelennek meg, itt általában a középhőmérséklet a 7–8 °C-ot sem éri el. A magas, 1800 m feletti gerinceken 5 °C alatti, egyes helyeken 0 °C körüli évi átlaghőmérséklet tapasztalható. A 11 °C-nál magasabb értékek csupán elszórtan, a délies-délnyugatias lejtőkön, illetve a napos Dél-Alföldön fordulnak elő.



1.5.4.2.1. ábra. A Kárpát-medence éves átlaghőmérsékletei (°C)
(szerkesztve: OMSZ, Magyarország atlasza, 1999; Magyarország éghajlati atlasza, 2001 alapján)

¹⁰⁴ Zonalitás – a földfelszín egyik, az éghajlati övekre visszavezethető alapsajátossága; a földrajzi folyamatoknak és jelenségeknek (földfelszíni formák, vízellátottság, talajtakaró, növényzet stb.) a sarkoktól az egyenlítő felé történő vízszintes vagy a hegységekben a tengerszint feletti magasság változását követő függőleges öves (zonális) elrendeződése.

Az átlaghőmérséklet térbeli eloszlása egyértelmű délnyugati–északkeleti csökkenést mutat, ami a Földközi-tenger melegítő és a szibériai anticiklon hűtő hatásának köszönhető. Azonban a Kárpát-medencében az ebből fakadó változás nem haladja meg az 1–3 °C-ot, míg a magasságkülönbségekből adódó eltérések elérhetik akár a 10–14 °C-ot is. A Kárpát-medence januári és júliusi átlagos középhőmérsékleteiben jól kirajzolódik a medencehatás és a domborzati tényező. A januári középhőmérsékletek a Kárpát-medencében -8 és 0 °C között vannak: a síkvidékeken -2–0 °C, a hegyvidéki területeken -5 – -2 °C és a magas hegycsúcsok környezetében -8 – -5 °C a sokévi havi átlaghőmérséklet. A júliusi középhőmérséklet a térségben 6–22 °C közötti: a sík vidékeken 18–22 °C, a hegyvidéki területeken 12–18 °C és a magas hegycsúcsok környezetében 6–12 °C a sokévi havi átlaghőmérséklet.

1.5.4.3. A légnyomás és szél

A Kárpát-medence szélviszonyainak kialakításában két lényeges tényező játszik szerepet: az általános cirkuláció által meghatározott alapáramlás, valamint a domborzat módosító hatása. A medence földrajzi fekvése szerint a nyugati szelek zónájába tartozik, a talajközeli légrétegek jelentős áramlásmódosító hatása miatt mégis tisztán nyugatias szelet szinte sehol sem találunk a térségben. A Kárpát-medence szélviszonyait tehát a nagy skálájú nyugatias áramlási viszonyok, a ciklonok és az anticiklonok mozgása mellett a helyi hatások, úgymint a domborzat, a felszín borítottsága vagy az eltérő sugárzasháztartási viszonyok jelentősen befolyásolják.

A magas hegységek által körülvelt Kárpát-medencébe a mozgásban lévő légtömegek legkönnyebben a hegyszorosokon, illetve az alacsonyabban fekvő területeken át jutnak be. Ilyen területek pl. a Kárpátok és az Alpok között található Dévényi-kapu, amely utat enged az északnyugati áramlásnak. Illetve az Északnyugati- és Északkeleti-Kárpátok között húzódó alacsonyabb hegygerincek, amelyeken keresztül legkönnyebben itt kel át az északi áramlás. Az általános cirkuláció északnyugatias irányú fő áramlása a Dévényi-kapun áthaladva legyezőszerűen szétterül a medencében, és a Dunántúl keleti felén és a Duna–Tisza közén érvényesül legjobban. Az Alföld irányába haladva az északnyugati szél sebessége fokozatosan csökken.

A Dunántúl északi részén (pl. Mosonmagyaróvár, Székesfehérvár, Siófok térségében) az uralkodó szélirány északnyugatias, míg Nyugat-Dunántúlon inkább északi. Ebben jelentős szerepet játszanak a Zalai-dombvidék észak–déli futású völgyei. A Tiszántúl szélviszonyait a Keleti-Beszkidéken és az Északkeleti-Kárpátokon átkelő levegő határozza meg. Itt már az

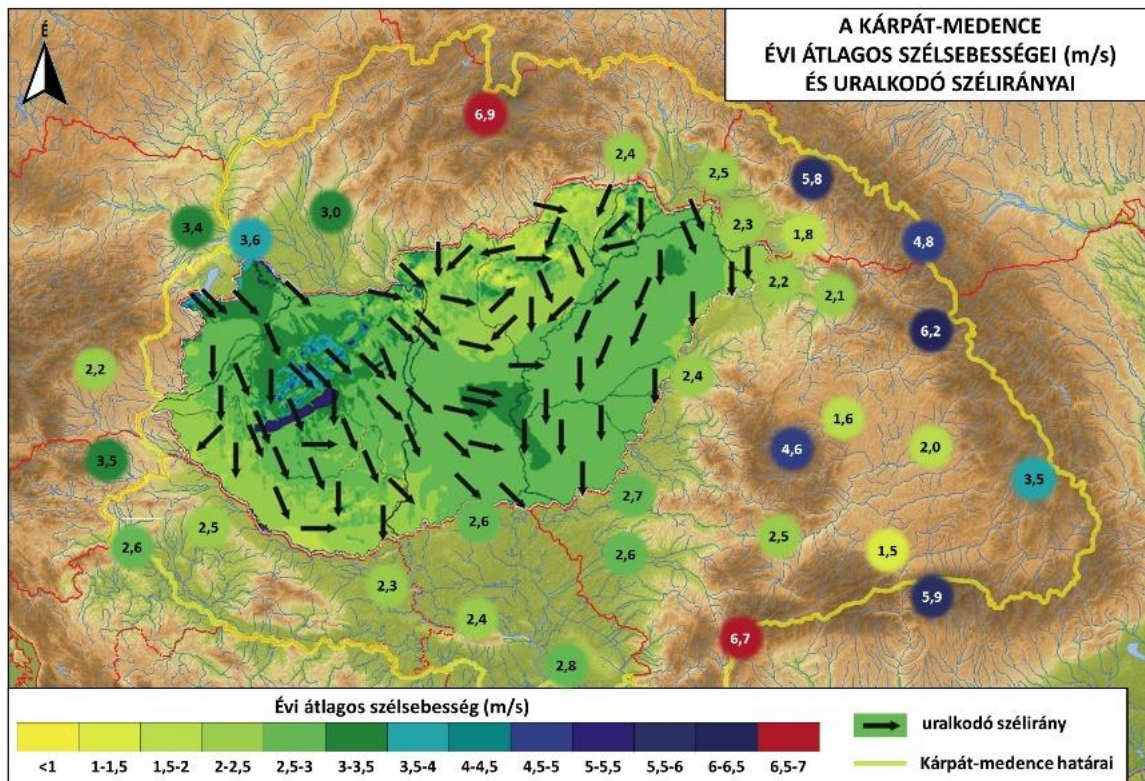
északi és északkeleti az uralkodó szélirány. Ebből az irányból számíthatunk a nagy téli hidegbetörésekre is. A mérsékelt öv szelei azonban a cirkuláció különböző fázisai következtében nem állandóak, a leggyakoribb szélirány relatív gyakorisága általában csak 15–35% között ingadozik. A Kárpátokban a szél iránya nagyon változatos, a völgyek futását követi.

A szélesebbesség aktuális értékét nagymértékben a lokális tényezők határozzák meg. Az átlagos szélesebbesség alapján a Kárpát-medencét a mérsékelt szeles vidékek közé sorolhatjuk, a szélesebbesség évi átlagai Magyarországon 2–4 m/s között változnak, de a fentiek miatt lokálisan ettől jelentősen eltérő értékek is megfigyelhetők. Így például a nyitott hegygerinceken az évi átlagos szélesebbesség eléri a 6-7 m/s-ot. A szélesebbességnek jellegzetes évi menete van, síkvidéken legszelesebb időszakunk a tavasz első fele, míg a legkisebb szélesebbeségek általában ősz elején tapasztalhatók. A hegyvidéken ettől eltérően a tél a legszelesebb. A nyári félévben markánsabban jelennek meg a déli- és keleti-tájakon a szélmaximumok, mint a téli félévben. Ezzel szemben az uralkodó szélirányok a két időszakban nem térnek el szignifikánsan egymástól. Magyarországon országos átlagban évente 122 szeles nap fordul elő (vagyis amikor a szél legerősebb lökésének sebessége eléri vagy meghaladja a 10 m/s-t), és ezek közül 35 nap viharos (vagyis ennyi alkalommal nagyobb a szélsebesség 15 m/s-nál is). Az Alföldön átlagosan két évente fordul elő egy-egy tornádó, a legerősebbek esetében tölcserében a szélesebbesség elérte a 100–120 m/s-ot.

A Kárpát-medence legnevezetesebb helyi szelei az Alföld és a hegységkeret határán jelentkező hegy-völgyi szél; a Tengerszemlén a bukószél jellegű bóra, továbbá a Keleti-Kárpátokon átkelő és a Gyergyói- és Csíki-medencékre lecsapó nemere. A Balaton medencéjének szélviszonyait a tavi-parti cirkuláció¹⁰⁵ mellett a Bakonyból főszerűen lezúduló vázsonyi szél is befolyásolja. Az 1.5.4.3.1. ábra Magyarország átlagos szélesebbességeit és uralkodó szélirányait mutatja be.

A Kárpát-medencében a felszíni légnyomás az Alföld közepén 1016,4 hPa, az Alpoknál 1017,3 hPa. Az évi ingadozás kicsiny (10 hPa alatti), januári maximum és áprilisi minimum jellemzi.

¹⁰⁵ Parti cirkuláció – általában nagy kiterjedésű vízfelszín (tengerek, nagyobb tavak estében) és a szárazföld feletti levegő különböző mértékű felmelegedése révén létrejövő zárt, szabályos napi menettel rendelkező légmozgás, amely főleg nyáron és derült időben alakul ki.



1.5.4.3.1. ábra. Az uralkodó szélirány és az átlagos szélesebesség (m/s) Magyarország területén
(szerkesztve: OMSZ alapján)

1.5.4.4. A felhőzet és a köd

A sugárzási viszonyok alakulásában döntő szerepe van a felhőzetnek. A borultság (felhőzet), a besugárzás, illetve a napsütéses órák számának területi eloszlása hasonló. A legkisebb borultsági értékek a Kárpát-medence közepén találhatóak (40–50%-os felhőzettel). Egyben ezek a területek kapják a legkevesebb csapadékot is. E területre esik Kecskemét vagy a történelmi Magyarország középpontja, Szarvas is. A hegyvonulatok felhőképződést elősegítő hatásának köszönhetően a medence délnyugati, északnyugati és keleti részében a felhőborítottság magasabb. A hegyvidékek felhőzöttsége éves átlagban helyenként meghaladja a 65%-ot (egyben itt a legkisebb a napsütéses órák száma) és a nyár végi-ősz eleji minimum idején sem csökken 55% alá, a decemberi maximum idején átlagosan 80-90%-ig emelkedik. Előnyös helyzetben vannak viszont a hegyek által övezett medencék, valamint télen inverziós helyzetekben az 1000–1500 m feletti magashegyi területek (pl. Magas-Tátra, Csornohora, Fogarasi-havasok). Az alföldi részeken a felhőborítottság évi átlagban 55% körüli. Az augusztus-októberi időszakban 35% közelébe csökken. A decemberi maximum idején 60-70%-ig emelkedik.

Évente általában 45–65 derült napra számíthatunk, amikor legfeljebb az égbolt 20%-át borítja felhő. A borús napok száma (amikor legalább 80%-os a felhőzet) az Alföld középső és

déli részén évente átlagosan 95 nap, a Kisalföldön 100 nap, az Alpokalján és a Nyírségben 120 nap, a Máramarosi- és az Erdélyi-medencében 130-140 nap körül ingadozik. Felvidéken, a Tátra-Fátra-vidéken és a Gömör-Szepesi-érchegységben, a kárpátaljai Havasi-vonulatban, az Erdélyi-középhegységben, a Déli-Kárpátok vonulataiban ennél magasabb értékeket (150-200 nap) találunk.

A köd kialakulását a domborzat ugyancsak erőteljesen befolyásolja. Ha a látástávolság 1 km alá csökken, ködről beszélünk. A síkvidéken a ködös napok közel 90%-a a téli félévre esik. A Kisalföldön van a legkevesebb, kb. 20 ködös nap évente, ami a térség nagyobb átlagos szélességével magyarázható. Az Alföld nagy részén 25–35, a hortobágyi pusztán 40 feletti a ködös napok száma. A magasabb gerinceken, csúcsokon, amelyek az alacsonyszintű felhők közé nyúlnak 100 és 200 nap. A hegyek által erőteljesebben körbezárt medencékben ennél is nagyobb értékeket kapunk. Például a 600-700 m magasságban elterülő, a Hargita-hegység és a Csíki-havasok között húzódó Csíki-medencében vannak olyan évek, amikor a ködös napok száma – részben az inverziós légrétegződés miatt – 120 feletti.

1.5.4.5. A légnedvesség és csapadék

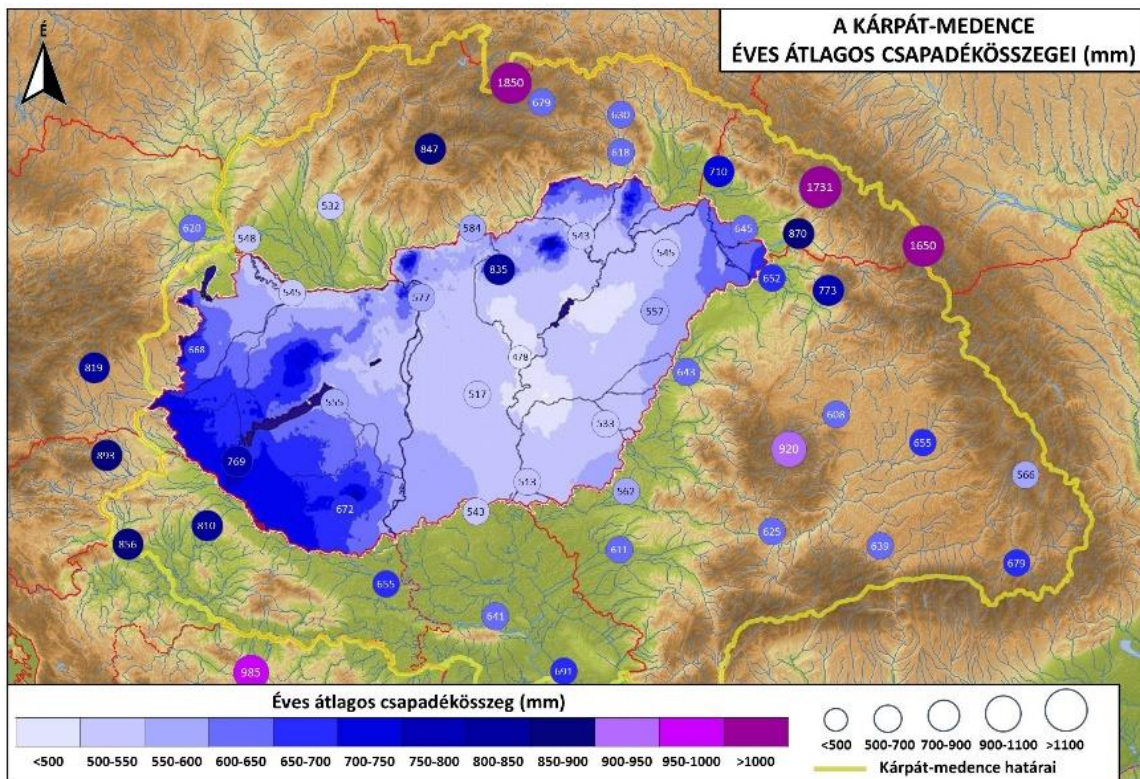
A légkör nedvességtartalma egyrészt a felszín párolgásából, másrészt a távolabbi tájakról érkező nedves légtömegekből ered. A levegő nedvességtartalmának mérésére a klimatológiai vizsgálatok során leggyakrabban a relatív nedvességet¹⁰⁶ használjuk. A relatív nedvesség évi járása ellentétes a hőmérséklettel. A telített állapothoz közeli maximumok télen (decemberben és januárban), a minimumok júliusban jelentkeznek. Nagy relatív nedvesség általában az éjszakai és a hajnali órákra jellemző, illetve az erősen felhős, csapadékos időszakokban fordul elő. A párolgás mértéke függ a felszínen, illetve a felszín közeli rétegekben lévő vízgőz mennyiségétől, a légkör nedvességbefogadó képességétől, valamint a párolgáshoz rendelkezésre álló energiamennyiségtől. Ebből adódik, hogy ha a felszíni vízmennyiség nem korlátozott, akkor melegebb időszakokban nagyobb a párolgás, mint hűvösebb időben. Magyarországon júliusban 80–120 mm, míg áprilisban csupán 35–55 mm közötti a párolgás értéke. A tényleges és a lehetséges (potenciális) párolgás hányadosa jól jellemzi a mezőgazdasági területek vízellátottságát, aszályhajlamát. A Kárpát-medencében az alföldi területeken a legkisebb ez a hányados, átlagos értéke 40% körüli.

A Kárpát-medence földrajzi fekvése és változatos domborzata miatt a csapadék mennyisége, idő- és térbeli eloszlása vidékenként és tájanként jelentős különbségeket mutat.

¹⁰⁶Relatív nedvesség – a levegő tényleges és az adott körülmények közötti telítési vízgőznyomásának aránya.

Az időjárási frontok csapadékszámja akár több száz kilométer széles is lehet, s a Kárpát-medencén áthaladva mindenütt csapadékos időjárást okozhat. Ezzel szemben a helyi zivatarok 5–10 km-es sávban öntözik a talajt, és élettartamuk általában csak egy óra körüli. A csapadék mennyisége évről évre is nagyon szeszélyesen ingadozik. Bizonytalanságára jellemző, hogy legcsapadékosabb években háromszor annyi eshet, mint a legszárazabb évek során, és minden hónapban előfordulhat teljes csapadékhiány. A lehullott csapadék éven belüli eloszlását tekintve május és július között esik a legtöbb csapadék, és a mediterrán ciklontevékenység hatására ősszel (október–novemberben) egy másodmaximum jelentkezik. A Kárpát-medence csapadékviszonyairól összefoglaló áttekintést kaphatunk, ha az éves összegek földrajzi eloszlását térképen ábrázoljuk (1.5.4.5.1. ábra). A csapadék meglehetősen változó időjárási elem, az ábrán szembejövő, hogy az egyes tájegységek között jelentős eltérések vannak az éves csapadékösszegekben. A csapadék területi eloszlását két fő tényező befolyásolja: a tengertől való távolság és az orográfia (domborzat). Ezzel magyarázható, hogy nyugatról kelet felé csökken a csapadék, így a Mátra és a Bükk magasabb régióiban kevesebb a csapadék, mint a náluk alacsonyabb, de tőlük nyugatabbra elhelyezkedő Bakonyban, viszont pl. a medence keleti részén fekvő Kárpátalján, ahol a Máramarosi-havasok felemelkedésre készítetik az áthaladó légtömegeket, az éves csapadékösszeg a magassággal együtt növekszik. A csapadék mennyisége tehát a magassággal nő; a középhegységekben átlagosan 35 mm-rel gyarapszik 100 m-enként. A légáramlási képeknek megfelelően a hegyvidékek nyugati oldalai csapadékosabbak, mint a keleti lejtők. Ez okozza a felvidéki és az erdélyi zárt hegyközi medencék (Sárosi-, Szepesi-, Gyergyói-, Háromszéki-medence) csapadékban szegény klímáját. A Kárpátok hegyvonulata, valamint a nyugati, délnyugati területek a legcsapadékosabbak. Legszárazabb a Középső-Tisza vidéke, amely 500 mm alatti (Hortobágyon csak 450 mm) évi csapadékkal Európa legnyugatibb sztyeppvidéke. A hegyek által körbezárt Erdélyi-medence szintén csapadékban szegény: az évi átlag 600 mm alatti. A Kárpát-medence legcsapadékosabb vidéke az északkeleten húzódó Máramarosi-havasok, itt évente 1500 mm feletti mennyiségű csapadék hull. A Kárpát-medencét az Adriától elválasztó Dinári-hegységben még ennél is többet, évi átlagban 2500 mm feletti értéket mérnek. A medence belsejét elfoglaló Magyarországon a csapadékos napok évi összege 120–160 nap, megközelítőleg tehát az év minden harmadik napján esik. Átlagosan 75–100 napon fordul elő 1 mm feletti napi csapadék. 10 mm feletti nagy csapadék évente 15–35 ízben hull, legkevesebbszer az Alföld középső részén. Téli időszakban a csapadék jelentős hányada hó formájában hullik, Magyarországon az Alföldön 15–25, míg a hegyvidékeken 25–50 a havas napok száma. Hótakarós napokon a talajt hó fedi, melyek évi száma az Alföldön átlagosan 30

körül, míg a Mátrában 100 körül van. Vannak olyan telek (mint a 2006–2007-es), amikor csak néhány napig volt hótakaró az Alföldön.



1.5.4.5.1. ábra. A Kárpát-medence éves átlagos csapadékösszegei (mm)
(szerkesztve: OMSZ, Magyarország atlasza, 1999; Magyarország éghajlati atlasza, 2001 alapján)

1.5.4.6. Az időjárási szélsőségek jellemzői

Az időjárási abszolút szélsőértékek, vagyis az eddig mért legnagyobb, valamint legkisebb értékek rendszerint csak egy-egy földrajzi helyen és nagyon rövid időszak alatt állnak fenn. Ezek lehetnek: a fagyos napok évi száma, a nyári napok ($T_{\max} > 25\text{ °C}$) évi száma, a hőségnapok ($T_{\max} > 30\text{ °C}$) évi száma, a 20 mm-t meghaladó csapadékú napok évi száma, a hóhullámok, a vegetációs periódus, illetve a száraz időszakok évi teljes hossza, hőmérséklet, csapadék, szélsébség extrém értékei stb. Bekövetkezésük gyakran különböző meteorológiai jelenségek véletlenszerű egybeesésének és bizonyos lokális hatások megerősödésének következménye. A szélsőséges jellegből következően a mért értékek a műszerek méréshatárának a szélén találhatóak, ami azok kalibrációjának, mérési pontosságának kérdését is felveti. A szélsőértékek dinamikus klímamodellezéssel jelenleg nem állíthatók elő, így a mérőhálózat pótolhatatlan eredményei közé sorolhatók, illetve a gyakorlati életben is nagyon nagy a hatásuk, főként a tervezési folyamatokra. A hőmérsékleti extrém paraméterek mind földi, mind európai, mind Kárpát-medencei térskálán egyöntetű melegedő tendenciát

mutatnak a 20. század második felétől kezdődően. Annak ellenére, hogy a 20. században a Kárpát-medence régiójában a lehullott évi csapadék mennyisége fokozatosan kismértékben csökkent, az extrém csapadékok gyakorisága mégis megnövekedett az évszázad végére. Könnyen emlékezhetünk még az 1998–2002-es időszak vagy a 2010-es év heves árvizeire. Az utolsó negyed évszázadban a Kárpát-medencében jelentősnek számító, 20 mm-t meghaladó csapadékú napok évi száma szignifikánsan növekedett, és ez valószínűsíti az extrém csapadékok növekedő tendenciáját is. Az 1.5.4.6.1. táblázatban Magyarország néhány időjárási rekordját mutatjuk be a mérések kezdete óta 2014-ig gyűjtött adatok alapján. A közölt sokévi átlagok az 1971–2000-es időszakhoz tartoznak.

1.5.4.6.1. táblázat. Magyarország időjárási rekordjai a mérések kezdete óta 2015-ig (szerkesztve: OMSZ alapján)

Időjárási mutató	A szélsőség értéke	A mérés helye	A mérés ideje
Abszolút maximum hőmérséklet	41.9 °C	Kiskunhalas	2007. július 20.
Abszolút minimum hőmérséklet	-35.0 °C	Miskolc-Görömbölytapolca	1940. február 16.
Legmagasabb napi középhőmérséklet	33.3 °C	Dunaújváros	2007. július 20.
Legalacsonyabb napi középhőmérséklet	-26.8 °C	Baja	1942. január 24.
Talajfagy legnagyobb mélysége	kb. 1 m	Debrecen	1929. február 15.
Legnagyobb abszolút hőingás	75.1 °C -34.1 °C és 41.0 °C)	Baja	1942. január 24. és 2007. július 20.
Legmagasabb évi középhőmérséklet	13.3 °C	Budapest, Szeged (belt.)	2007
Legalacsonyabb évi középhőmérséklet	12.7 °C	Szolnok, Siófok (kült.)	2007
Legmagasabb évi középhőmérséklet	4.2 °C	Kékestető (300 m felett)	1980
Legalacsonyabb évi középhőmérséklet	6.7 °C	Parádfürdő (300 m alatt)	1940
Legnagyobb évi csapadékösszeg	1554.9 mm	Miskolc-Lillafüred-Jávorkút	2010
Legkisebb évi csapadékösszeg	203 mm	Szeged	2000
Havi legnagyobb csapadékösszeg	444 mm	Dobogókő	1958. június
48 órás legnagyobb csapadékösszeg	288 mm	Kékestető	1958. június 11–12.
24 órás legnagyobb csapadékösszeg:	260 mm	Dad	1953. június 9.
60 perces legnagyobb csapadékösszeg	120 mm	Heves	1988. augusztus 23.
10 perces legnagyobb csapadékösszeg	64.2 mm	Zirc	1915. május 24.
Évi csapadékos napok számának maximuma (>=0,1 mm):	206 nap	Csenger	1970
Évi csapadékos napok számának minimuma (>=0,1 mm):	49 nap	Balmazújváros	1983
Hótakaró legnagyobb vastagsága	151 cm	Kőszeg-Stájerházak	1947. február 19.
Hótakarós napok maximális	154 nap	Kékestető	1943–1944

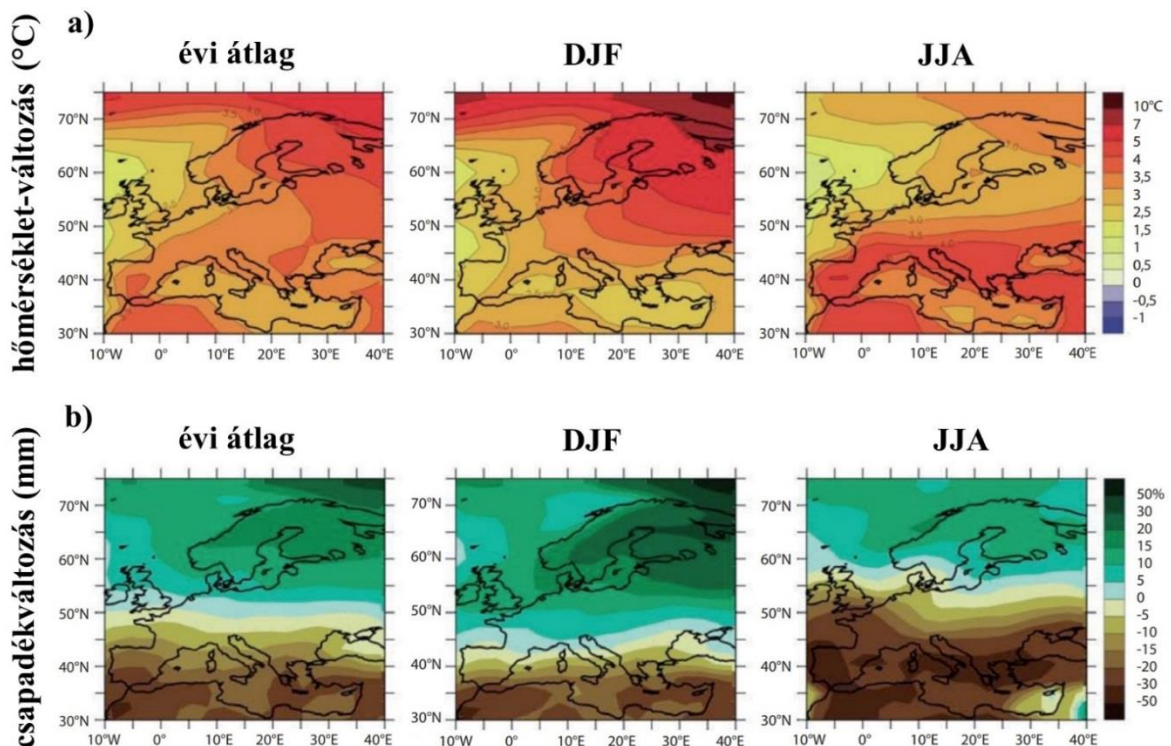
száma			
Legalacsonyabb relatív nedvesség	3%	Kékestető	1994. december 2.
Évi ködös napok maximális száma	221 nap	Kékestető	1970
Leghosszabb napsütés nélküli időszak:	221 nap	Kékestető	1970
Balaton vizének maximális hőmérséklete	31.0 °C	Siófok	2003. június 11., 2006. július 28.
Leghosszabb időtartamú balatoni jégpáncél	110 nap		1962–1963 telén
Legnagyobb regisztrált széllokés	47,7 m/s	Kab-hegy	2010. december 9.
Évi napfénytartam minimális összege	1398 óra	Sopron	1972
Évi napfénytartam maximális összege	2501 óra	Békéscsaba	2003

1.5.5. A Kárpát-medence éghajlatának várható változása

Az éghajlati vizsgálatok az elmúlt több mint száz év észlelési adatsorait felhasználva elemzik a légkör tér- és időbeli változásait. Az éghajlat-alakító tényezők sorában új elemként jelenik az egyre intenzívebb antropogén tevékenység. Az üvegházhatású gázok légköri kibocsátása révén szintén képesek vagyunk az éghajlatot befolyásolni, módosítani. A klímaváltozás¹⁰⁷ problémakörének legizgalmasabb kérdése, hogy mennyire biztos az, hogy a tapasztalt melegedés az emberi tevékenységnek tudható be, illetve a globális éghajlati rendszer megváltozása hogyan csapódik le egy-egy térség – mint pl. a Kárpát-medence – amúgy is összetett és változékony éghajlatában? Az ENSZ Éghajlatváltozási Kormányközi Testületének (IPCC) Ötödik Értékelő Jelentése szerint nagyon valószínű, hogy a globális átlaghőmérsékletben a 20. század közepe óta megfigyelt növekedés nagy része az antropogén üvegházhatású gázok koncentráció-növekedésének tudható be. A „nagyon valószínű” az IPCC szóhasználatában legalább 90%-os bizonyosságot jelent, amely szám ez esetben a szakértők szubjektív meggyőződésének mértéke, nem pedig valamifajta objektív számítás eredménye. A folyamatosan fejlődő számítógépes klímaszimulációk, a dinamikus modellek révén lehetővé válik, hogy egyre pontosabban megbecsüljük a 21. század lehetséges éghajlatváltozásait. Ehhez természetesen meg kell határozni azokat a normálértékeket, amelyekhez képest vizsgáljuk az estleges anomáliákat. Nemzetközi megállapodás alapján az 1961–1990-es normálértéket használjuk mind a mai napig. Elfogadva a globális melegedés tényét, a modellbecslések szerint a Kárpát-medence éghajlatának jövőbeni kilátásairól elmondható, hogy a Föld más térségeihez, élőhelyeihez viszonyítva továbbra is mérsékelt éghajlatú marad,

¹⁰⁷Klímaváltozás – az éghajlat tartós és jelentős mértékű megváltozása a Földön végbemenő természetes folyamatok következményeként, a bolygót érő külső hatások eredményeképpen vagy akár emberi tevékenység folytán, helyi vagy globális szinten.

mind a klíma átlagértékeit, mind szélsőségeit tekintve. Ugyanakkor minden jelenleg hozzáférhető becslés azt valószínűsíti, hogy a medence éghajlata már az évszázad közepére végére jelentős mértékben megváltozik. Az Európai Unió PRUDENCE projektje keretében 21 európai egyetem, nemzeti meteorológiai szolgálat és kutatóintézet végezte el a különböző regionális éghajlati scenáriók meghatározását. A projekt kiemelt célja az európai klímaváltozások kockázatának és hatásainak a becslése volt. A vizsgálat egész Európára készült, a célidőszak a 21. század utolsó három évtizede (2071–2100). A legismertebb éghajlati scenáriók közül egyetlen, a legpesszimistább (SRES A2) scenárióra készültek el a modellszimulációk. Ez olyan forgatókönyvet jelent, ahol nem sikerül csökkenteni a szennyezőanyag-kibocsátást, és a gazdasági fejlődés elsőbbséget élvez a fenntarthatósággal szemben. A referencia-időszak (melyre a tesztfutások készültek) minden esetben az 1961–1990 közötti időszak volt. A modellszimulációk eredményei alapján a Kárpát-medence térségében a változások elsőként az átlag-, maximum- és minimum-hőmérsékletek emelkedésével, a téli csapadék növekedésével, illetve a nyári csapadék csökkenésével (de évi összegének csak kis változásával) járnak együtt (1.5.5.1. ábra). Ennek következtében az aszályhajlam erősödése is várható.



1.5.5.1. ábra. Az évi átlaghőmérséklet (a) és csapadékmennyiség (b) változása a 2071–2100-as időszakra decemberben-januárban-februárban (DJF) és júniusban-júliusban-augusztusban (JJA) az A2 scenárió esetére (szerkesztve: Christensen et al., 2007 alapján)

A PRUDENCE projekt összes, Európára végzett modellfuttatását felhasználva az Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszékén a Kárpát-medence térségére integrált vizsgálatokat végeztek el. Ennek keretében a hőmérséklet és a csapadék várható alakulását vizsgálták a 2071–2100 közötti időszakra. A modellfuttatások minden évszakra egyértelmű melegedést jeleznek az A2 scenárió esetén, melynek mértéke nyáron a legnagyobb (4-5 °C), tavasszal a legkisebb (3-3,5 °C). A hőmérséklet-emelkedés mértéke nyáron északról dél felé, míg télen és tavasszal nyugatról kelet felé haladva növekszik. A modellek legnagyobb szórása nyáron (0,9-1,1 °C), míg legkisebb szórása télen (0,3 °C) jelentkezik. A csapadékösszegek változásának várható tendenciája nem minden évszakban azonos előjelű. Nyáron (és kisebb mértékben ősszel) az egész vizsgált térségben a csapadék csökkenése, míg télen (és kisebb mértékben tavasszal) a csapadék növekedése várható. Mind nyáron, mind télen a csapadékváltozás mértéke meghaladhatja akár a 30-35%-ot. Nyáron északról dél felé haladva a várható csapadékcsökkenés mértéke nő. A téli csapadéknövekedés mértéke a medence északnyugati felében a legjelentősebb. A modelleredményekből adódó bizonytalanságot reprezentáló évszagos szórásértékek maximuma nyáron jelentkezik, amikor akár a 20%-ot is elérheti. A többi évszakban jó egyezés mutatkozik a modelleredmények között.

Az A2-es scenárióra készült becsléseken kívül a PRUDENCE projekt keretében egységes elemzés született Európa országaira, melyben a globális egyfokos melegedéssel járó várható regionális hőmérsékleti és csapadékváltozásokat vizsgálták. Az országokon alapuló elemzéshez 50 km × 50 km-es ráccsal fedték le Európát, és az adott országok területére eső rácsponti értékeket átlagolták. Majd az összes modell hőmérsékletre és csapadéokra vonatkozó becsléseit összegezték. Az 1.5.5.1. táblázatban 1 °C-os globális melegedéshez rendelhető magyarországi hőmérséklet- és csapadékváltozások értékeit tüntettük fel. A táblázat éves és évszagos értékeit Christensen és társai (2007), illetve Bartholy és társai (2007) PRUDENCE projekt modelleredményei alapján állítottuk össze. Az évszakok után zárójelben jelöltük a hónapok kezdőbetűit.

1.5.5.1. táblázat. Az 1 °C -os globális melegedéshez rendelhető magyarországi hőmérséklet- és csapadékváltozások

(szerkesztve: Christensen et al., 2007 és Bartholy et al., 2007 alapján)

Éghajlati mutató	Éves	Tél (D-J-F)	Tavasz (M-Á-M)	Nyár (J-J-A)	Ősz (Sz-O-N)
Átlaghőmérséklet (°C)	+1,4	+1,3	+1,1	+1,7	+1,5
Csapadékösszeg (%)	-0,3	+9,0	+0,9	-8,2	-1,9

A Kárpát-medence hőmérséklete egyértelműen melegedő tendenciát mutat – az évi átlagnál nagyobb mértékű hőmérséklet-növekedés várható nyáron és ősszel. A várható éves csapadékváltozás nem számottevő, de télen növekedő, míg nyáron csökkenő évszakos csapadékösszeg valószínűsíthető.

A minimumhőmérséklet növekedése miatt minden 1 °C-kal 10-15%-ot rövidülhet a hótakarós időszak a magasabb régiókban. A nyarakat tekintve inkább a hóhullámok és forró napok gyakoriságának gyarapodására lehet számítani. A nyári csapadékcsökkenés várhatóan minden 1 °C-kal közel 8-10%-os lehet. A csapadék ritkábban, azonban rövid idő alatt, intenzív, pontszerű záporok, zivatarok formájában jelentkezhet. A 21. századra vonatkozó más modellbecslések szintén a 24 órás extrém csapadékok számottevő gyakoriságnövekedését jelzik a mérsékelt övben, azaz egy-egy szélsőségesen nagy csapadék ún. visszatérési periódusának hossza csökkenni fog. Az 1985-ben jellemző visszatérési periódusidők jelentősen – akár felére – csökkennek a 21. század végére (2090-re). Az időjárási, illetve éghajlati szélsőségek gyakoriságnövekedése mind a gazdaság, mind a társadalom egészére jelentős többletterheket ró.

Irodalom

1. Baranyi B. (szerk.) 2009: Kárpátalja. Dialóg Campus Kiadó, Pécs–Budapest, 123–130.
2. Bartholy J. – Pongrácz R. 2005: Néhány extrém éghajlati paraméter globális és a Kárpát-medencére számított tendenciája a XX. században. In: AGRO-21 Füzetek, 40, 70–93.
3. Bartholy, J. – Pongrácz, R. – Gelybó, Gy. 2007: Regional climate change expected in the Carpathian basin for 2071–2100. In: Appl. Ecology and Environmental Research, 5, 1–17.
4. Bartholy, J. – Pongrácz, R. – Molnár, Zs. 2004: Classification and analysis of past climate information based on historical documentary sources for the Carpathian Basin. In: Int. J. Climatology, 24, 1759–1776.
5. Bartholy J. – Weidinger T.: Magyarország éghajlati képe. URL: <https://www.arcanum.hu/hu/online-kiadvanyok/pannon-pannon-enciklopedia-1/magyarorszag-foldje-1D58/az-eghajlat-a-vizek-a-talaj-es-az-elovilag-foldrajza-25FA/>
Letöltés ideje: 2020.10.14.
6. Breuer, H. – Ács, F. – Skarbit, N. 2015: Climate change in Hungary during the twentieth century according to Feddema. In: Theor. Appl. Climatology 122, 1–11.
7. Bulla B. – Mendöl T. 1947 (újra kiadva 1999-ben): A Kárpát-medence földrajza. Lucidus Kiadó, Budapest, 420 o.
8. Christensen, J.H. – Hewitson, B. – Busuioc, A. – Chen, A. – Gao, X. – Held, I. – Jones, R. – Kolli, R.K. – Kwon, W.T. – Laprise, R. – Magaña, Rueda V. – Mearns, L. – Menéndez, C.G. – Räisänen, J. – Rinke, A. – Sarr, A. – Whetton, P. 2007: Regional Climate

Predictions. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Cambridge University Press, Cambridge, 847–940

9. Christensen, J.H. 2005: Prediction of regional scenarios and uncertainties for defining European climate change risks and effects. In: Final Report, DMI, 270 o.

10. Dövényi Z. (szerk.) 2012: A Kárpát-medence földrajza. Akadémiai Kiadó Zrt., Budapest, 1352 o.

11. EEA (European Environment Agency) 2012: Main climates of Europe. UNEP GRID Warszawa, Published 25 Jan 2012. URL: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/climate> Letöltés ideje: 2020.10.14.

12. IPCC 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 31 o.

13. Justyák J. 2002: Magyarország éghajlata. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 118 o.

14. Kjellström, E. – Bärring, L. – Jacob, D. – Jones, R. – Lenderink, G. 2007: Modelling daily temperature extremes: recent climate and future changes over Europe. In: Climatic Change, 81, 249–265.

15. Kottek, M. – Grieser, J. – Beck, C. – Rudolf, B. – Rubel, F. 2006: World Map of the Köppen–Geiger climate classification updated. In: Meteorologische Zeitschrift, 15(3), 259–263.

16. Magyarország atlasza 1999. Cartographia, Budapest, 132 o.

17. Magyarország éghajlati atlasza 2001. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest, 108 o.

18. Magyarország nemzeti atlasza 2018: Természeti környezet. MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, Budapest, 187 o.

19. NÉS 2008: Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia 2008–2025. 29/2008. (III. 20.) OGY-határozat a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiáról, Budapest, 114 o.

20. OMSZ (Országos Meteorológiai Szolgálat): Magyarország éghajlata. URL: https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/ Letöltés ideje: 2020.10.16.

21. Péczely Gy. 1979 (újra kiadva 1998-ban): Éghajlat. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 336 o.

22. Réthly A. 1998: Időjárási események és elemi csapások Magyarországon I–IV. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest, 624 o.

23. SolarGIS 2017: Global horizontal irradiation, Europe. URL: <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/europe> Letöltés ideje: 2020.10.20.

24. Tar K. 1991: Magyarország szélklimájának komplex statisztikai elemzése. In: Az Országos Meteorológiai Szolgálat kisebb kiadványai, 67, 124 o.

25. Tar K. 2007: Módszerek a magyarországi szélenergia-potenciál becslésére. Savaria University Press, Szombathely, 44 o.

Географія Карпатського басейну: природа, суспільство, економіка, етнографія. Наукове видання (колективна монографія) / Редактори: Йосип Молнар, Гейзо Папп.

Автори: Єва Андрик, Лайош Балінт, Олександр Бергхауер, Андраш Вебер, Тімео Вінце, Шандор Генці, Іштван Годнодь, Даніел Горват, Лорант Денеш Давід, Ендре Добош, Золтан Довені, Барнабаш Кейс, Маргіт Кейс, Ержебет Когут, Степан Коложварі, Карой Кочіш, Жужанна Макаі, Шандор Маршалек, Ерно Молнар, Йосип Молнар, Федір Молнар, Стефан Молнар Д., Гейзо Папп, Булчу Ременік, Патрік Татраї, Дюло Фодор, Степан Черничко, Золтан Чома, Петер Чорба.

Терміни – Закарпатський угорський інститут імені Ференца Ракоці II, Будапешт–Берегове, 2022. – 504 с. (угорською мовою)

ISBN 978-615-81834-4-4

Монографія Географія Карпатського басейну вийшла в світ через десятиріччя після видання під такою ж самою назвою найбільш обширної на сьогодні в даній тематиці синтетичної роботи. Мета авторського колективу була не поглибити, деталізувати вищезгаданий аналіз, радше створення видання, яке меншим обсягом та менш фаховою термінологією може зацікавити більш широке коло читачів, а також стати частиною рекомендованої літератури регіональних географічних, краєзнавчих та країнознавчих дисциплін ЗВО.

УДК 911.2(4-11)

Наукове видання
**Географія Карпатського басейну:
природа, суспільство, економіка, етнографія**
Колективна монографія
2022 р.

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради Закарпатського угорського інституту
ім. Ф.Ракоці ІІ (протокол № 5 від 28.06.2022).

Підготовлено кафедрою географії та туризму і Видавничим відділом
Закарпатського угорського інституту ім. Ференца Ракоці ІІ.

Редакційна колегія:
Головний редактор: Йосип Молнар
Відповідальний редактор: Гейзо Папп

Рецензенти:
Тімеа Кіш, DSc (Сегедський університет, м. Сегед, Угорщина)
Янош Пензеш, PhD (Дебреценський університет, м. Дебрецен, Угорщина)

Технічне редагування та верстка: Гейзо Папп
Коректура: Едіна Шін
Дизайн обкладинки: Стефан Молнар Д.

Відповідальний за випуск: Олександр Добош

За зміст колективної монографії відповідальність несуть автори.

**Видання підготовлене за підтримки Фонду національної співпраці ЗАТ
«Благодійний фонд ім. Габора Бетлена»**



ISBN 978-615-81834-4-4



9 786158 183444