MVM Paks II. Zrt.

TELEPHELY BIZTONSÁGI JELENTÉS

II. KÖTET

3. FEJEZET

METEOROLÓGIA

2016.10.18.

TARTALOMJEGYZÉK

3. Meteorológia 16
3.1. Körzeti éghajlati viszonyok 16
3.2. Helyi meteorológiai viszonyok 21
3.2.1. A telephelyi meteorológiai mérési program kiértékelése 21
3.2.1.1. A telephely és 50 km-es környezete éghajlati jellemzésének elkészítése 21
3.2.1.2. Klímamodellezés 23
3.2.1.3. Mikro- és mezoklíma a telephely környezetében 24
3.2.2. Hőmérséklet, csapadék, napfénytartam, légnyomás 24
3.2.2.1. Hőmérsékleti viszonyok 24
3.2.2.1.1. Légköri hőmérsékleti jellemzők 24
3.2.2.1.2. Talajhőmérséklet 29
3.2.2.2. Csapadék jellemzők 32
3.2.2.3. Hóviszonyok, ónos eső, zivatar, jégeső, zúzmara, köd 39
3.2.2.3.1. Hóviszonyok 39
3.2.2.3.2. Ónos eső 41
3.2.2.3.3. Zivatar 43
3.2.2.3.4. Jégeső 45
3.2.2.3.5. Zúzmara 47
3.2.2.3.5.1. A zúzmara lerakódások vastagsága 47
3.2.2.3.5.2. A zúzmara lerakódások víztartalma 48
3.2.2.3.5.3. Zúzmarás napok száma 49
3.2.2.3.6. Köd, látástávolság 51
3.2.2.3.6.1. Köd 51
3.2.2.3.6.2. Látástávolság 52
3.2.2.4. Napfénytartam 54
3.2.2.5. Légnyomás, felhőzet, párolgás 57
3.2.2.5.1. Légnyomás 57
3.2.2.5.2. Felhőzet 59
3.2.2.5.2.1. Borultság 59
3.2.2.5.2.2. Felhőalap magasság 60
3.2.2.5.3. Párolgás 61
3.2.3. Szélsebesség, szélirányok 66
3.2.3.1. Átlagos szélsebességek 66
3.2.3.2. Szélirányok 72
3.2.3.3. Paksi mérőtorony mérései 77
3.2.3.3.1. Szélirány 77
3.2.3.3.2. Átlagos szélsebességek 79
3.2.4. Stabilitási viszonyok 81
3.2.5. Villámcsapás kockázata 86
3.3. Meteorológiai paraméterek összefoglalása a terjedésszámításokhoz 91
3.4. Meteorológiai szélsőségek 91
3.4.1. Hőmérsékleti szélsőségek 91
3.4.2. Csapadéktevékenységgel kapcsolatos szélsőséges időjárási helyzet 106
3.4.3. Szélsőséges hóviszonyok 113
3.4.4. Maximális széllökések 114
3.4.5. Tornádó 121
3.5. A jellemzők változékonysága, javaslat a monitorozásra 123
3.5.1. Klímamodellezés 123
3.5.1.1. Az alkalmazott modellek 123

3.5.1.2. A számítások bizonytalansága, figyelembe vett hatások 125
3.5.1.3. Éghajlatváltozás a 21. században Paks térségében két klímamodell eredményei alapján 126
3.5.1.3.1. Hőmérséklet 127
3.5.1.3.2. Csapadék 133
3.5.1.3.3. Relatív nedvesség 141
3.5.1.3.4. Szélsebesség és szélirány 141
3.5.2. Mikro- és mezoklíma a telephely környezetében 144
3.5.2.1. Mérőállomások, a mért paraméterek és a mérőeszközök 144
3.5.2.2. A mérési időszak elemzése 146
3.5.2.2.1. Paks állomás 2012. április - 2013. március időszakra vonatkozó adatainak összehasonlítása a sokéves átlaggal 146
3.5.2.2.1.1. Hőmérséklet 146
3.5.2.2.1.2. Légnyomás 147
3.5.2.2.1.3. Légnedvesség 147
3.5.2.2.1.3. Szél 149
3.5.2.2.2. A négy paksi állomás 2012. április - 2013. március időszakra vonatkozó adatainak összehasonlítása 150
3.5.2.2.2.1. Hőmérséklet 150
3.5.2.2.2.2. Légnyomás 153
3.5.2.2.2.3. Légnedvesség 154
3.5.2.2.2.4. Szél 155
3.5.2.2.3. A négy paksi állomás 2013. április-november időszakra vonatkozó adatainak összehasonlítása 161
3.5.2.2.3.1. Hőmérséklet 161
3.5.2.2.3.2. Légnyomás 163
3.5.2.2.3.3. Légnedvesség 164
3.5.2.2.3.4. Szél 165
3.5.2.2.4. Az eredmények összefoglalása 171
3.5.3. A jellemzők monitorozása 172
3.6. A meteorológia viszonyok hatása a végső hőelnyelőre 173
3.6.1. A meteorológiai viszonyok hatása a Dunára, mint végső hőelnyelőre 173
3.6.2. A légköri jellemzők hosszú távú változása 173
3.7. A tervezés során és a biztonsági elemzésekben figyelembe veendő meteorológiai jellemzők összefoglalása 174
3.7.1. Meteorológiai mérőállomások 174
3.7.2. Meteorológiai jellemzők 174
Hivatkozott dokumentumok 176

ÁBRAJEGYZÉK

3.2.1-1. ábra: Az ALADIN-Climate (fekete) és REMO (piros) modellek a telephely (zöld) 50 km-es környezetében elhelyezkedő rácspontjai. 23
3.2.2.1-1. ábra: Az éves középhőmérséklet sokéves átlagának (1981-2010) térbeli eloszlása Paks 50 km-es környezetében 24
3.2.2.1-2. ábra: Évi középhőmérsékletek [°C] sokéves átlagtól (1981-2010.) vett eltérése 1981-2012 között Paks állomáson 26
3.2.2.1-3. ábra: Évi középhőmérsékletek [°C] sokéves átlagtól (1981-2010.) vett eltérése 1981-2012. között Baja Csávoly állomáson 26
3.2.2.1-4. ábra: Évi középhőmérsékletek [°C] sokéves átlagtól (1981-2010.) vett eltérése 1981-2012 között Dunaújváros állomáson 27
3.2.2.1-5. ábra: Évi középhőmérsékletek [°C] sokéves átlagtól (1981-2010.) vett eltérése 1981-2012 között Kalocsa Öregcsertő állomáson 27
3.2.2.1-6. ábra: Havi középhőmérsékletek sokévi átlaga [°C] Paks állomáson (1981-2010) 28
3.2.2.1-7. ábra: Havi középhőmérsékletek sokévi átlaga [°C] Baja Csávoly állomáson (1981-2010) 28
3.2.2.1-8. ábra: Havi középhőmérsékletek sokévi átlaga [°C] Dunaújváros állomáson (1981-2010) 28
3.2.2.1-9. ábra: Havi középhőmérsékletek sokévi átlaga [°C] Kalocsa Öregcsertő állomáson (1981-2010) 29
3.2.2.1-10. ábra: A talajhőmérséklet [°C] átlagos évi menete (1986-1995) különböző mélységekben Paks állomáson 30
3.2.2.1-11. ábra: A talajhőmérséklet [°C] átlagos évi menete (1981-2010) különböző mélységekben Baja Csávoly állomáson 30
3.2.2.1-12. ábra: A talajhőmérséklet [°C] átlagos évi menete (1981-2007) különböző mélységekben Dunaújváros állomáson 31
3.2.2.1-13. ábra: A talajhőmérséklet [°C] átlagos évi menete (1981-2010) különböző mélységekben Kalocsa Öregcsertő állomáson 31
3.2.2.2-1. ábra: Az éves csapadék sokéves átlagának (1981-2010) térbeli eloszlása Paks 50 km-es környezetében 32
3.2.2.2-2. ábra: Éves csapadékösszegek [mm] alakulása 1951-2012 között, és a tízéves átlagok Paks állomáson 33
3.2.2.2-3. ábra: Éves csapadékösszegek [mm] alakulása 1951-2012 között, és a tízéves átlagok Baja Csávoly állomáson 33
3.2.2.2-4. ábra: Éves csapadékösszegek [mm] alakulása 1958-2012 között, és a tízéves átlagok Dunaújváros állomáson 34
3.2.2.2-5. ábra: Éves csapadékösszegek [mm] alakulása 1951-2012 között, és a tízéves átlagok Kalocsa Öregcsertő állomáson 34
3.2.2.2-6. ábra: Átlagos havi csapadékösszegek [mm] Paks állomáson (1981-2010) 35
3.2.2.2-7. ábra: Átlagos havi csapadékösszegek [mm] Baja Csávoly állomáson (1981-2010) 36
3.2.2.2-8. ábra: Átlagos havi csapadékösszegek [mm] Dunaújváros állomáson (1981-2010) 36
3.2.2.2-9. ábra: Átlagos havi csapadékösszegek [mm] Kalocsa Öregcsertő állomáson (1981-2010) 37
3.2.2.2-10. ábra: Havi csapadékösszegek [mm] 1997-2012 között Paks állomáson 38
3.2.2.3-1. ábra: A havas napok átlagos és maximális száma havonta (1981-2010) Paks állomáson 39

3.2.2.3-2. ábra: A havas napok átlagos és maximális száma havonta (1981-2006) Dunaújváros állomáson 40
3.2.2.3-3. ábra: A havas napok átlagos és maximális száma havonta (1981-2010) Kalocsa Öregcsertő állomáson 40
3.2.2.3-4. ábra: A hótakarós napok átlagos és maximális száma havonta (1981-2010) Paks állomáson 40
3.2.2.3-5. ábra: A hótakarós napok átlagos és maximális száma havonta (1981-2006) Dunaújváros állomáson 41
3.2.2.3-6. ábra: A hótakarós napok átlagos és maximális száma havonta (1981-2010) Kalocsa Öregcsertő állomáson 41
3.2.2.3-7. ábra: Ónos esős napok számának sokéves (1997-2010) havi átlagai Paks állomáson 42
3.2.2.3-8. ábra: Ónos esős napok számának sokéves (1981-2006) havi átlagai Dunaújváros állomáson 42
3.2.2.3-9. ábra: Ónos esős napok számának sokéves (1981-2010) havi átlagai Kalocsa Öregcsertő állomáson 42
3.2.2.3-10. ábra. Zivataros napok számának sokéves (1997-2010) havi átlagai és maximumai Paks állomáson 43
3.2.2.3-11. ábra: Zivataros napok számának sokéves (1981-2006) havi átlagai és maximumai Dunaújváros állomáson 44
3.2.2.3-12. ábra: Zivataros napok számának sokéves (1981-2010) havi átlagai és maximumai Kalocsa Öregcsertő állomáson 44
3.2.2.3-13. ábra: Jégesős napok számának sokéves (1981-2010) havi átlagai Paks állomáson 45
3.2.2.3-14. ábra: Jégesős napok számának sokéves (1981-2006) havi átlagai Dunaújváros állomáson 46
3.2.2.3-15. ábra: Jégesős napok számának sokéves (1981-2010) havi átlagai Kalocsa Öregcsertő állomáson 46
3.2.2.3-16. ábra: Zúzmarafajták (zúzmara, tapadó hó és ónos jégbevonat) előfordulása 1986-2010 között, Paks állomáson 47
3.2.2.3-17. ábra: A napi maximális zúzmara lerakódások vastagságának abszolút gyakorisága Paks állomáson (1986-2010) 48
3.2.2.3-18. ábra: A napi maximális zúzmara lerakódások víztartalmának abszolút gyakorisága Paks állomáson (1986-2010) 48
3.2.2.3-19. ábra: Zúzmarás napok számának sokéves (1981-2010) havi átlagai Paks állomáson 49
3.2.2.3-20. ábra: Zúzmarás napok számának sokéves (1981-2006) havi átlagai Dunaújváros állomáson 50
3.2.2.3-21. ábra: Zúzmarás napok számának sokéves (1981-2010) havi átlagai Kalocsa Öregcsertő állomáson 50
3.2.2.3-22. ábra: Ködös napok számának sokéves (1981-2010) havi átlagai Paks állomáson 51
3.2.2.3-23. ábra: Ködös napok számának sokéves (1981-2006) havi átlagai Dunaújváros állomáson 52
3.2.2.3-24. ábra: Ködös napok számának sokéves (1981-2010) havi átlagai Kalocsa Öregcsertő állomáson 52
3.2.2.3-25. ábra: A látástávolság sokéves (1981-2010) havi átlagai Paks állomáson 53
3.2.2.3-26. ábra: A látástávolság sokéves (1981-2006) havi átlagai Dunaújváros állomáson 53

3.2.2.3-27. ábra: A látástávolság sokéves (1981-2010) havi átlagai Kalocsa Öregcsertő állomáson 54
3.2.2.4-1. ábra: Az éves napfénytartam összeg sokéves átlagának (1981-2010) térbeli eloszlása Paks 50 km-es környezetében 54
3.2.2.4-2. ábra: A havi napfénytartamok [óra] sokévi (1981-2010) átlagai Paks állomáson 55
3.2.2.4-3. ábra: A havi napfénytartamok [óra] sokévi (1981-2010) átlagai Kalocsa Öregcsertő állomáson 55
3.2.2.4-4. ábra: Éves napfénytartam összegek [óra], valamint az 1981-2010-es sokévi átlagérték Paks állomáson 56
3.2.2.4-5. ábra: Éves napfénytartam összegek [óra], valamint az 1981-2009-es sokévi átlagérték Kalocsa Öregcsertő állomáson 56
3.2.2.5-1. ábra: A havi átlagos tengerszinti légnyomás [hPa] sokévi átlaga, minimuma és maximuma (1981-2010) Paks állomáson 57
3.2.2.5-2. ábra: A havi átlagos tengerszinti légnyomás [hPa] sokévi átlaga, minimuma és maximuma (1981-2010) Baja Csávoly állomáson 57
3.2.2.5-3. ábra: A felhőzet mennyiségének sokéves (1981-2010) havi átlagai Paks állomáson 59
3.2.2.5-4. ábra: A felhőzet mennyiségének sokéves (1981-2006) havi átlagai Dunaújváros állomáson 59
3.2.2.5-5. ábra: A felhőzet mennyiségének sokéves (1981-2010) havi átlagai Kalocsa Öregcsertő állomáson 60
3.2.2.5-6. ábra: A felhőalap magasságának relatív gyakorisága, Paks állomáson (1981-2010) 60
3.2.2.5-7. ábra: A felhőalap magasságának relatív gyakorisága, Baja Csávoly állomáson (1996-2010) 61
3.2.2.5-8. ábra: A tényleges párolgás átlagos, minimális és maximális értékei [mm] havonta (1981-2010) Paks állomáson 62
3.2.2.5-9. ábra: A tényleges párolgás átlagos, minimális és maximális értékei [mm] havonta (1981-2010) Baja Csávoly állomáson 62
3.2.2.5-10. ábra: A tényleges párolgás átlagos, minimális és maximális értékei [mm] havonta (1981-2010. Dunaújváros állomáson 63
3.2.2.5-11. ábra: A tényleges párolgás átlagos, minimális és maximális értékei [mm] havonta (1981-2010) Kalocsa Öregcsertő állomáson 63
3.2.2.5-12. ábra: A potenciális párolgás átlagos, minimális és maximális értékei [mm] havonta (1981-2010) Paks állomáson 64
3.2.2.5-13. ábra: A potenciális párolgás átlagos, minimális és maximális értékei [mm] havonta (1981-2010) Baja Csávoly állomáson 64
3.2.2.5-14. ábra: A potenciális párolgás átlagos, minimális és maximális értékei [mm] havonta (1981-2010) Dunaújváros állomáson 65
3.2.2.5-15. ábra: A potenciális párolgás átlagos, minimális és maximális értékei [mm] havonta (1981-2010) Kalocsa Öregcsertő állomáson 65
3.2.3-1. ábra: A szélsebesség sokéves átlagának (1997-2010) térbeli eloszlása Paks 50 km-es környezetében 66
3.2.3-2. ábra: Az évi átlagos szélsebességek [m/s] 1997-2012 között, valamint a sokévi átlag (1997-2010) Paks állomáson 67
3.2.3-3. ábra: Az évi átlagos szélsebességek [m/s] 1997-2012 között, valamint a sokévi átlag (1997-2010.) Baja Csávoly állomáson 67
3.2.3-4. ábra: Havi átlagos szélsebességek [m/s] sokévi átlaga (1997-2010) Paks állomáson 67

3.2.3-5. ábra: Havi átlagos szélsebességek [m/s] sokévi átlaga (1997-2010) Baja Csávoly állomáson 68
3.2.3-6. ábra: Szélcsendes órák relatív gyakoriságának [%] sokévi átlaga havonta, Paks állomáson (1997-2010) 69
3.2.3-7. ábra: Szélcsendes órák relatív gyakoriságának [%] sokévi átlaga havonta, Baja Csávoly állomáson (1997-2010) 70
3.2.3-8. ábra: Az átlagos szélsebesség relatív gyakorisága [%] Paks állomáson (1997-2010) 70
3.2.3-9. ábra: Az átlagos szélsebesség relatív gyakorisága [%] Baja Csávoly állomáson (1997-2010) 71
3.2.3-10. ábra: A szélsebesség [m/s] átlagos napi menete (1997-2010) Paks állomáson 71
3.2.3-11. ábra: A szélsebesség [m/s] átlagos napi menete (1997-2010) Baja Csávoly állomáson 72
3.2.3-12. ábra: Szélirányok relatív gyakorisága éves szinten [%] Paks állomás 1997-2010 közötti mérései alapján 73
3.2.3-13. ábra: Szélirányok relatív gyakorisága a nyári-téli félévben [%] Paks állomás 1997-2010 közötti mérései alapján 73
3.2.3-14. ábra: Szélirányok relatív gyakorisága éves szinten [%] Baja Csávoly állomás 1997-2010 közötti mérései alapján 74
3.2.3-15. ábra: Szélirányok relatív gyakorisága a nyári-téli félévben [%] Baja Csávoly állomás 1997-2010 közötti mérései alapján 74
3.2.3-16. ábra: A 3 m/s-ot meghaladó szelek szélirány szerinti relatív gyakorisága éves szinten [%] Paks állomáson (1997-2010) 75
3.2.3-17. ábra: A 3 m/s-ot meghaladó szelek szélirány szerinti relatív gyakorisága a nyári-téli félévben [%] Paks állomáson (1997-2010) 75
3.2.3-18. ábra: A 3 m/s-ot meghaladó szelek szélirány szerinti relatív gyakorisága éves szinten [%] Baja Csávoly állomáson (1997-2010) 76
3.2.3-19. ábra: A 3 m/s-ot meghaladó szelek szélirány szerinti relatív gyakorisága a nyári-téli félévben [%] Baja Csávoly állomáson (1997-2010) 76
3.2.3-20. ábra: Szélirányok relatív gyakorisága [%] Paks mérőtorony 20 m-es szinten (2006-2012) 77
3.2.3-21. ábra: Szélirányok relatív gyakorisága [%] Paks mérőtorony 50 m-es szinten (2006-2012) 78
3.2.3-22. ábra: Szélirányok relatív gyakorisága [%] Paks mérőtorony 120 m-es szinten (2006-2012) 78
3.2.3-23. ábra: Szélirányok relatív gyakorisága [%] Paks mérőtorony különböző magassági szintjein (2006-2012) 79
3.2.3-24. ábra: Az átlagos szélsebesség relatív gyakorisága [%] Paks mérőtorony 20 m-es szinten (2006-2012) 79
3.2.3-25. ábra: Az átlagos szélsebesség relatív gyakorisága [%] Paks mérőtorony 50 m-es szinten (2006-2012) 80
3.2.3-26. ábra: Az átlagos szélsebesség relatív gyakorisága [%] Paks mérőtorony 120 m-es szinten (2006-2012) 80
3.2.5-1. ábra: 2010. máj-szept: 0,25 villámlás/km^2 feletti villámlásintenzitású percek számának területi eloszlása óránként 87
3.2.5-2. ábra: 2010. máj-szept: 0,75 villámlás/km^2 feletti villámlásintenzitású percek számának területi eloszlása 87
3.2.5-3. ábra: 2010. máj-szept: 1,25 villámlás/km^2 feletti villámlásintenzitású percek számának területi eloszlása 88

3.2.5-4. ábra: 2010. máj-szept: 2,5 villámlás/km^2 feletti villámlásintenzitású percek számának területi eloszlása 88
3.4.1-1. ábra: A nyári napok (T_{max}≥25°C) száma évente (1981-2012) Paks állomáson; ezen adatsorra illesztett lineáris trend 102
3.4.1-2. ábra: A hőségnapok (T_{max}≥30°C) száma évente (1981-2012) Paks állomáson; ezen adatsorra illesztett lineáris trend 102
3.4.1-3. ábra: A forró napok (Tmax≥35°C) száma évente (1981-2012) Paks állomáson; ezen adatsorra illesztett lineáris trend 102
3.4.1-4. ábra: A nyári napok (T_{max}≥25°C) száma évente (1981-2012) Baja Csávoly állomáson; ezen adatsorra illesztett lineáris trend 103
3.4.1-5. ábra: A hőségnapok (T_{max}≥30°C) száma évente (1981-2012) Baja Csávoly állomáson; ezen adatsorra illesztett lineáris trend 103
3.4.1-6. ábra: A forró napok (T_{max}≥35°C) száma évente (1981-2012) Baja Csávoly állomáson; ezen adatsorra illesztett lineáris trend 103
3.4.1-7. ábra: A nyári napok (T_{max}≥25°C) száma évente (1981-2012) Dunaújváros állomáson; ezen adatsorra illesztett lineáris trend 104
3.4.1-8. ábra: A hőségnapok (T_{max}≥30°C) száma évente (1981-2012) Dunaújváros állomáson; ezen adatsorra illesztett lineáris trend 104
3.4.1-9. ábra: A forró napok (T_{max}≥35°C) száma évente (1981-2012) Dunaújváros állomáson; ezen adatsorra illesztett lineáris trend 104
3.4.1-10. ábra: A nyári napok (T_{max}≥25°C) száma évente (1981-2012) Kalocsa Öregcsertő állomáson; ezen adatsorra illesztett lineáris trend 105
3.4.1-11. ábra: A hőségnapok (T_{max}≥30°C) száma évente (1981-2012) Kalocsa Öregcsertő állomáson; ezen adatsorra illesztett lineáris trend 105
3.4.1-12. ábra: A forró napok (T_{max}≥35°C) száma évente (1981-2012) Kalocsa Öregcsertő állomáson; ezen adatsorra illesztett lineáris trend 105
3.4.2-1. ábra: Paks 50 km-es környezetében működő csapadékmérő állomások éves csapadékösszegei [mm] 1958-ban 108
3.4.2-2. ábra: Paks 50 km-es környezetében működő csapadékmérő állomások éves csapadékösszegei [mm] 1961-ben 108
3.4.2-3. ábra: Paks 50 km-es környezetében működő csapadékmérő állomások éves csapadékösszegei [mm] 1971-ben 109
3.4.2-4. ábra: Paks 50 km-es környezetében működő csapadékmérő állomások éves csapadékösszegei [mm] 1965-ben 109
3.4.2-5. ábra: Paks 50 km-es környezetében működő csapadékmérő állomások éves csapadékösszegei [mm] 1999-ben 110
3.4.2-6. ábra: Paks 50 km-es környezetében működő csapadékmérő állomások éves csapadékösszegei [mm] 2010-ben 110
3.4.4-1. ábra: Viharos napok átlagos és maximális havi száma (1997-2010) Paks állomáson 118
3.4.4-2. ábra: Viharos napok átlagos és maximális havi száma (1997-2010) Baja Csávoly állomáson 119
3.4.4-3. ábra: A napi maximális szélsebesség relatív gyakorisága [%] Paks mérőtorony 20 m-es szinten (2006-2012) 119
3.4.4-4. ábra: A napi maximális szélsebesség relatív gyakorisága [%] Paks mérőtorony 50 m-es szinten (2006-2012) 120
3.4.4-5. ábra: A napi maximális szélsebesség relatív gyakorisága [%] Paks mérőtorony 120 m-es szinten (2006-2012) 120
3.5.1-1. ábra: Az ALADIN-Climate modell 25 (teljes panel) és 10 km-es (kék téglalap) felbontású tartományai 124

3.5.1-2. ábra: A REMO modell 25 km-es felbontással lefedett tartománya 124
3.5.1-3. ábra: Az ALADIN-Climate (kék) és REMO (piros) modellek futtatási területe 126
3.5.1-4. ábra: Évszakos átlaghőmérséklet-változás (ºC) Paks térségében 2011–2040-ben, 2041–2070-ben és 2071–2100-ban az 1961–1990-es referencia időszakhoz képest két modell alapján 128
3.5.1-5. ábra: A nyári hónapok várható átlaghőmérséklet-változása (ºC) Paks térségében 2011–2040-ben, 2041–2070-ben és 2071–2100-ban az 1961–1990-es referencia időszakhoz képest két modell alapján 129
3.5.1-6. ábra: A havi átlaghőmérsékletek évi menete (ºC) a megfigyelések szerint 1961-1990-ben, illetve a két modell alapján várható évi menet (ºC) Paks térségében 2011–2040-ben, 2041–2070-ben és 2071–2100-ban. 130
3.5.1-7. ábra: A fagyos napok éves számának várható megváltozása (nap) Paks térségében 2011–2040-ben, 2041–2070-ben és 2071–2100-ban az 1961–1990-es referencia időszakhoz képest két modell alapján 131
3.5.1-8. ábra: A másodfokú hőségriadós napok, a forró napok és a forró éjszakák éves számának várható megváltozása (nap) Paks térségében 2011–2040-ben, 2041–2070-ben és 2071–2100-ban az 1961–1990-es referencia időszakhoz képest két modell alapján 132
3.5.1-9. ábra: Évszakos csapadékváltozás (%) Paks térségében 2011–2040-ben, 2041-2070-ben és 2071–2100-ban az 1961–1990. referencia időszakhoz képest két modell alapján 135
3.5.1-10. ábra: A havi csapadékösszegek évi menete (mm) a megfigyelések szerint 1961–1990-ben (szürke vonal), illetve a két modell alapján várható évi menet (mm) Paks térségében 2011–2040-ben, 2041–2070-ben és 2071–2100-ban. 135
3.5.1-11. ábra: A 30 év alatt előforduló 50 mm feletti napi csapadékok, illetve az éves maximális napi és ötnapi csapadék változása (nap, % és %) Paks térségében 2011-2040-ben, 2041–2070-ben és 2071–2100-ban az 1961–1990. referencia időszakhoz képest két modell alapján 137
3.5.1-12. ábra: Az egymást követő száraz (1 mm alatti csapadékú) napok évszakos maximális hossza (nap) 1961–1990-re a megfigyelések szerint, illetve a két modell által jelzett értékek (nap) Paks térségében 2011–2040-re, 2041–2070-re, 2071–2100-ra. 138
3.5.1-13. ábra: Az egymást követő csapadékos (1 mm feletti csapadékú) napok évszakos maximális hossza (nap) 1961–1990-re a megfigyelések szerint, illetve a két modell által jelzett értékek (nap) Paks térségében 2011–2040-re, 2041–2070-re és 2071-2100-ra. 138
3.5.1-14. ábra: A csapadékintenzitás (1 mm feletti csapadékösszeg/napok száma) évszakos értékei (mm/nap) 1961–1990-re a megfigyelések szerint, illetve a két modell által jelzett értékek (mm/nap) Paks térségében 2011--2040-re, 2041--2070-re és 2071--2100-ra. 139
3.5.1-15. ábra: A csapadékintenzitás változása (%) Paks térségében 2071–2100-ra az 1961–1990. referencia időszakhoz képest két modell alapján 140
3.5.1-16. ábra: Éves és évszakos szélsebesség-változás (m/s) Paks térségében 2011–2040-ben, 2041–2070-ben és 2071–2100-ban az 1961–1990-es referencia időszakhoz képest két modell alapján 142
3.5.1-17. ábra: Éves szélirány-gyakoriság (%) 1961–1990-ben (kék), 2011–2040-ben (zöld), 2041–2070-ben (sárga) és 2071–2100-ban (piros) a két modell Pakshoz legközelebbi rácspontján (balra: 46,509º É.sz., 18,89º K.h., jobbra: 46,68º É.sz., 18,8º K.h.) 143

3.5.1-18. ábra: Uralkodó szélirány az egyik modell szerint Paks térségében 1961–1990-ben, 2011–2040-ben, 2041–2070-ben, és 2071–2100-ban 143
3.5.2-1. ábra: A meteorológiai mérőoszlopok helyei 145
3.5.2-2. ábra: Havi középhőmérsékletek sokéves átlagtól (1981-2010) vett eltérései Paks állomáson a 2012.04-2013.03. időszakban 146
3.5.2-3. ábra: Havi átlagos tengerszinti légnyomás Paks állomáson a 2012.04-2013.03. időszakban, valamint a sokéves átlagok (1981-2010) 147
3.5.2-4. ábra: A potenciális párolgás átlagos értékei havonta Paks állomáson a 2012.04-2013.03. időszakban, valamint a sokéves átlagok (1981-2010) 148
3.5.2-5. ábra: A relatív nedvesség átlagos értékei havonta Paks állomáson a 2012.04-2013.03. időszakban, valamint a sokéves átlagok (1981-2010) 148
3.5.2-6. ábra: Havi átlagos szélsebességek Paks állomáson a 2012.04-2013.03. időszakban, valamint a sokéves átlagok (1997-2010) 149
3.5.2-7. ábra: Havi maximális széllökések (adott hónap legnagyobb széllökése) Paks állomáson a 2012.04-2013.03. időszakban, valamint a sokéves átlagok (havi legnagyobb széllökések sokévi átlaga) (1997-2010) 150
3.5.2-8. ábra: Viharos napok száma havonta Paks állomáson a 2012.04-2013.03. időszakban, valamint a sokéves átlagok (1997-2010) 150
3.5.2-9. ábra: Havi középhőmérsékletek alakulása Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban 151
3.5.2-10. ábra: Havi átlagos tengerszinti légnyomás Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban 154
3.5.2-11. ábra: A potenciális párolgás átlagos értékei havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban 155
3.5.2-12. ábra: A relatív nedvesség átlagos értékei havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban 155
3.5.2-13. ábra: A szélirányok relatív gyakorisága Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban 156
3.5.2-14. ábra: Havi átlagos szélsebességek Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban 157
3.5.2-15. ábra: A szélcsendes órák relatív gyakorisága Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban 157
3.5.2-16. ábra: A szélsebesség relatív gyakorisága Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban (órás átlag szélsebesség adatok alapján) 158
3.5.2-17. ábra: Havi maximális széllökések Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban 159
3.5.2-18. ábra: A maximális széllökés sebesség szerinti relatív gyakorisága Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban (órás adatok alapján) 160
3.5.2-19. ábra: A viharos napok száma havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban 160
3.5.2-20. ábra: Havi középhőmérsékletek alakulása Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban 161
3.5.2-21. ábra: Havi átlagos tengerszinti légnyomás Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban 164
3.5.2-22. ábra: A potenciális párolgás átlagos értékei havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban 165
3.5.2-23. ábra: A relatív nedvesség átlagos értékei havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban 165

3.5.2-24. ábra: A szélirányok relatív gyakorisága Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban 166
3.5.2-25. ábra: Havi átlagos szélsebességek Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban..... 167
3.5.2-26. ábra: A szélcsendes órák relatív gyakorisága Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban 167
3.5.2-27. ábra: A szélsebesség relatív gyakorisága Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban (órás átlag szélsebesség adatok alapján)..... 168
3.5.2-28. ábra: Havi maximális széllökések Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban..... 169
3.5.2-29. ábra: A maximális széllökés sebesség szerinti relatív gyakorisága Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban (órás adatok alapján)..... 170
3.5.2-30. ábra: A viharos napok száma havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban 170

TÁBLÁZATJEGYZÉK

3.1-1. táblázat: Az 50 km sugarú vizsgálati terület kistájainak éghajlati jellemzői 17
3.2.2.1-1. táblázat: A havi középhőmérsékletek sokéves átlagtól (1981-2010) vett eltérése [°C] 1997-2012 között Paks állomáson 29
3.2.2.5-1. táblázat: A tengerszinti légnyomás legalacsonyabb és legmagasabb értékei [hPa] havonta (1981-2012) Paks állomáson 58
3.2.2.5-2. táblázat: A tengerszinti légnyomás legalacsonyabb és legmagasabb értékei [hPa] havonta (1981-2012) Baja Csávoly állomáson 58
3.2.3-1. táblázat: Havi átlagos szélsebességek [m/s] 1997-2012 közötti időszakban, Paks állomáson 68
3.2.3-2. táblázat: Havi átlagos szélsebességek [m/s] 1997-2012 közötti időszakban, Baja Csávoly állomáson 68
3.2.4-1. táblázat: A szinoptikus szélsebesség és szélirány Pasquill-index szerinti relatív gyakorisága [%] Paks állomáson, éves viszonylatban (1997-2010) 82
3.2.4-2. táblázat: A szinoptikus szélsebesség és szélirány Pasquill-index szerinti relatív gyakorisága [%]Baja Csávoly állomáson, éves viszonylatban (1997-2010) 84
3.2.5-1. táblázat: 0,25 villámlás/km^2 villámlásintenzitás által érintett terület aránya országosan (%) 89
3.2.5-2. táblázat: 0,75 villámlás/km^2 villámlásintenzitás által érintett terület aránya országosan (%) 89
3.2.5-3. táblázat: 1,25 villámlás/km^2 villámlásintenzitás által érintett terület aránya országosan (%) 89
3.2.5-4. táblázat: 2,5 villámlás/km^2 villámlásintenzitás által érintett terület aránya országosan (%) 90
3.2.5-5. táblázat: Villámlásintenzitások (villámlás/km^2) maximális időtartamai (perc) havonta és szezonális összesítésben - 0,25 villám/km^2 90
3.2.5-6. táblázat: Villámlásintenzitások (villámlás/km^2) maximális időtartamai (perc) havonta és szezonális összesítésben - 0,75 villám/km^2 90
3.2.5-7. táblázat: Villámlásintenzitások (villámlás/km^2) maximális időtartamai (perc) havonta és szezonális összesítésben - 1,25 villám/km^2 90
3.2.5-8. táblázat: Villámlásintenzitások (villámlás/km^2) maximális időtartamai (perc) havonta és szezonális összesítésben - 2,5 villám/km^2 91
3.4.1-1. táblázat: A maximumhőmérsékletek legalacsonyabb, legmagasabb, valamint átlagos értékei [°C] havonta (1981-2012) Paks állomáson 91
3.4.1-2. táblázat: A minimumhőmérsékletek legalacsonyabb, legmagasabb, valamint átlagos értékei [°C] havonta (1981-2012) Paks állomáson 92
3.4.1-3. táblázat: A maximumhőmérsékletek legalacsonyabb, legmagasabb, valamint átlagos értékei [°C] havonta (1981-2012) Baja Csávoly állomáson 92
3.4.1-4. táblázat: A minimumhőmérsékletek legalacsonyabb, legmagasabb, valamint átlagos értékei [°C] havonta (1981-2012) Baja Csávoly állomáson 92
3.4.1-5. táblázat: A maximumhőmérsékletek legalacsonyabb, legmagasabb, valamint átlagos értékei [°C] havonta (1981-2012) Dunaújváros állomáson 93
3.4.1-6. táblázat: A minimumhőmérsékletek legalacsonyabb, legmagasabb, valamint átlagos értékei [°C] havonta (1981-2012) Dunaújváros állomáson 93
3.4.1-7. táblázat: A maximumhőmérsékletek legalacsonyabb, legmagasabb, valamint átlagos értékei [°C] havonta (1981-2012) Kalocsa Öregcsertő állomáson 93
3.4.1-8. táblázat: A minimumhőmérsékletek legalacsonyabb, legmagasabb, valamint átlagos értékei [°C] havonta (1981-2012) Kalocsa Öregcsertő állomáson 94
3.4.1-9. táblázat: A maximum és minimum hőmérsékletek visszatérései értékei Gumbel eloszlással Paks állomásra vonatkozóan (1981-2010-es adatok alapján) 95

3.4.1-10. táblázat: A nyári napok (T_{max}≥25°C) száma 1997-2012 között havonta, Paks állomáson 96
3.4.1-11. táblázat: A hőségnapok (Tmax≥30°C) száma 1997-2012 között havonta, Paks állomáson 96
3.4.1-12. táblázat: A forró napok (Tmax≥35°C) száma 1997-2012 között havonta, Paks állomáson 97
3.4.1-13. táblázat: A nyári napok (Tmax≥25°C) száma 1997-2012 között havonta, Baja Csávoly állomáson 97
3.4.1-14. táblázat: A hőségnapok (Tmax≥30°C) száma 1997-2012 között havonta, Baja Csávoly állomáson 98
3.4.1-15. táblázat: A forró napok (T_{max}≥35°C) száma 1997-2012 között havonta, Baja Csávoly állomáson 98
3.4.1-16. táblázat: A nyári napok (Tmax≥25°C) száma 1997-2012 között havonta, Dunaújváros állomáson 99
3.4.1-17. táblázat: A hőségnapok (Tmax≥30°C) száma 1997-2012 között havonta, Dunaújváros állomáson 99
3.4.1-18. táblázat: A forró napok (Tmax≥35°C) száma 1997-2012 között havonta, Dunaújváros állomáson 100
3.4.1-19. táblázat: A nyári napok (T_{max}≥25°C) száma 1997-2012 között havonta, Kalocsa Öregcsertő állomáson 100
3.4.1-20. táblázat: A hőségnapok (T_{max}≥30°C) száma 1997-2012 között havonta, Kalocsa Öregcsertő állomáson 101
3.4.1-21. táblázat: A forró napok (Tmax≥35°C) száma 1997-2012 között havonta, Kalocsa Öregcsertő állomáson 101
3.4.2-1. táblázat: A havi csapadékösszegek sokéves átlagtól (1981-2010.) vett eltérése [mm] 1997-2012 között, Paks állomáson 106
3.4.2-2. táblázat: A havi csapadékösszegek sokéves átlagtól (1981-2010.) vett eltérése [mm] 1997-2012 között, Baja Csávoly állomáson 106
3.4.2-3. táblázat: A havi csapadékösszegek sokéves átlagtól (1981-2010.) vett eltérése [mm] 1997-2012 között, Dunaújváros állomáson 107
3.4.2-4. táblázat: A havi csapadékösszegek sokéves átlagtól (1981-2010.) vett eltérése [mm] 1997-2012 között, Kalocsa Öregcsertő állomáson 107
3.4.2-5. táblázat: A havi csapadékösszegek legalacsonyabb és legmagasabb értékei [mm] havonta (1981-2012) Paks 50 km-es környezetében 111
3.4.2-6. táblázat: A napi maximális csapadékösszegek [mm] havonta (1981-2012) Paks°50 km-es környezetében 111
3.4.2-7. táblázat: A 10, 20, 30, 60, 180 perc alatt lehullott legnagyobb csapadék mennyisége Paks, illetve Baja Csávoly állomásokon 112
3.4.2-8. táblázat: A napi csapadékösszegek visszatérései értékei Gumbel eloszlással, Paks állomásra vonatkozóan (1981-2010-es adatok alapján) 112
3.4.3-1. táblázat: A maximális hóvastagság visszatérési értékei Gumbel eloszlással, Paks állomásra vonatkozóan (1981-2010-es adatok alapján) 113
3.4.4-1. táblázat: A maximális széllökések havonta (1997-2012) Paks állomáson 114
3.4.4-2. táblázat: A maximális széllökések havonta (1997-2012) Baja Csávoly állomáson 114
3.4.4-3. táblázat: A maximális széllökés sebesség és irány szerinti relatív gyakorisága [%] Paks állomáson (1997-2010) 116
3.4.4-4. táblázat: A maximális széllökés sebesség és irány szerinti relatív gyakorisága [%] Baja Csávoly állomáson (1997-2010) 117
3.4.4-5. táblázat: A maximális széllökés visszatérései értékei Gumbel eloszlással Paks állomásra vonatkozóan (1981-2010-es adatok alapján) 118

3.4.5-1. táblázat: Tornádó osztályok (Fujita-skála) 121
3.5.1-1. táblázat: Az ALADIN-Climate és REMO regionális klímamodellekkel végrehajtott kísérletek jellemzői 125
3.5.1-2. táblázat: A felhasznált modellkísérletek jellemzői 125
3.5.1-3. táblázat: Éves és évszakos átlaghőmérséklet megfigyelt értékei (ºC) 1961-1990-ben, illetve a két modell szerint várható változás (ºC) Paks térségében 2011-2040-ben, 2041–2070-ben és 2071–2100-ban az 1961–1990-es referencia időszakhoz képest 127
3.5.1-4. táblázat: Hőmérsékleti indexek átlagos éves megfigyelt értékei (nap) 1961-1990-ben, illetve a két modell szerint várható változás (nap) Paks térségében 2011-2040-ben, 2041–2070-ben és2071–2100-ban az 1961–1990-es referencia időszakhoz képest 130
3.5.1-5. táblázat: A napi minimumhőmérséklet visszatérési értékeinek változása (ºC-ban) az 1961–1990. időszak értékeihez képest két regionális modell eredményei alapján a Pakshoz legközelebbi modell-rácspontban, Gumbel-eloszlás illesztésével 133
3.5.1-6. táblázat: A napi maximumhőmérséklet visszatérési értékeinek változása (ºC-ban) az 1961–1990. időszak értékeihez képest két regionális modell eredményei alapján a Pakshoz legközelebbi modell-rácspontban, Gumbel-eloszlás illesztésével 133
3.5.1-7. táblázat: Az éves és évszakos csapadék 1961–1990. megfigyelt értékei (mm/hónap), illetve a két modell szerint várható változás (%) Paks térségében 2011-2040-ben, 2041–2070-ben és 2071–2100-ban az 1961–1990 referencia időszakhoz képest. 134
3.5.1-8. táblázat: Az éves és évszakos 10 mm-t meghaladó csapadékú napok számának 1961–1990 megfigyelt értékei (nap), illetve a két modell szerint várható változás (%) Paks térségében 2011–2040-ben, 2041–2070-ben és 2071–2100-ban az 1961-1990. referencia időszakhoz képest. 136
3.5.1-9. táblázat: Az éves és évszakos 20 mm-t meghaladó csapadékú napok számának 1961–1990 megfigyelt értékei (nap), illetve a két modell szerint várható változás (nap) Paks térségében 2011–2040-ben, 2041–2070-ben és 2071–2100-ban az 1961–1990. referencia időszakhoz képest. 136
3.5.1-10. táblázat: A napi csapadékösszeg visszatérési értékeinek változása (%-ban) az 1961–1990. időszak értékeihez képest két regionális modell eredményei alapján a Pakshoz legközelebbi modell-rácspontban, Gumbel-eloszlás illesztésével 140
3.5.1-11. táblázat: Az éves és évszakos relatív nedvesség 1961–1990-ben megfigyelt értékei (%), illetve a két modell szerint várható relatív változás (%) Paks térségében 2011–2040-ben, 2041–2070-ben és 2071–2100-ban az 1961–1990 referencia időszakhoz képest. 141
3.5.1-12. táblázat: Éves és évszakos átlagos szélsebesség megfigyelt értékei (m/s) 1961–1990-ben, illetve a két modell szerint várható változás (%) Paks térségében 2011–2040-ben, 2041–2070-ben és 2071–2100-ban az 1961–1990-es referencia időszakhoz képest 141
3.5.1-13. táblázat: A napi maximális pillanatnyi szélsebesség visszatérési értékei (m/s-ban) két regionális modell eredményei alapján a Pakshoz legközelebbi modell-rácspontban, Gumbel-eloszlás illesztésével. 144
3.5.2-1. táblázat: A mért meteorológiai paraméterek 145
3.5.2-2. táblázat: Üzembe helyezett mérőeszközök 145
3.5.2-3. táblázat: Nyári napok, hőségnapok és forró napok száma Paks állomáson a 2012.04-2013.03. időszakban, valamint a sokéves átlagok (1981-2010.) 147
3.5.2-4. táblázat: Maximumhőmérsékletek szélsőségei havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban 151

3.5.2-5. táblázat: Minimumhőmérsékletek szélsőségei havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban 152
3.5.2-6. táblázat: Nyári napok száma havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban 152
3.5.2-7. táblázat: Hőségnapok száma havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban 153
3.5.2-8. táblázat: Forró napok száma havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban 153
3.5.2-9. táblázat: A tengerszinti légnyomás szélsőségei havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban 154
3.5.2-10. táblázat: A maximális széllökés szélirány szerinti relatív gyakorisága Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban (órás adatok alapján) 159
3.5.2-11. táblázat: Maximumhőmérsékletek szélsőségei havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban 161
3.5.2-12. táblázat: Minimumhőmérsékletek szélsőségei havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban 162
3.5.2-13. táblázat: Nyári napok száma havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban 163
3.5.2-14. táblázat: Hőségnapok száma havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban 163
3.5.2-15. táblázat: Forró napok száma havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban 163
3.5.2-16. táblázat: A tengerszinti légnyomás szélsőségei havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban 164
3.5.2-17. táblázat: A maximális széllökés szélirány szerinti relatív gyakorisága Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban (órás adatok alapján) 169

3. Meteorológia

A fejezet a paksi telephely és környezetének meteorológiai leírását tartalmazza, figyelembe véve a körzeti éghajlati és helyi meteorológia sajátosságokat, a telephelyi meteorológiai mérési programból származó adatok alapján. Bemutatja a létesítmény tervezését és üzemeltetését, valamint a biztonsági elemzéseket befolyásoló meteorológiai jellemzőket, beleértve a szélsőséges időjárási viszonyok ismertetését. A fejezetben ismertetett adatok szolgálnak alapul a radioaktív anyagok terjedését leíró számításokhoz.

3.1. Körzeti éghajlati viszonyok

Magyarország területe a kontinentális klíma gyengén nedves körzetébe tartozik, amelyet a viszonylagos kis terület ellenére éghajlatilag négy főkörzetre lehet felosztani.

A felosztás alapja a befolyásoló tényezők oldaláról a domborzat, a napsugárzás, a légcirkuláció és földrajzi szélesség, illetőleg ezeknek eredményei, a jellegzetes elemkomplexumok.

A négy fő körzet a következő:

1. főkörzet: a Nagyalföld-Mezőföld területe;
2. főkörzet: a Kisalföld;
3. főkörzet: a Dunántúl dombos és hegyes vidékei;
4. főkörzet: az Északi hegyvidék.

A vizsgált területrész (Paks és környéke) az 1. főkörzetbe, azaz a Nagyalföld-Mezőföld területébe tartozik.

A Nagyalföld és vele területileg összefüggő, éghajlatával hozzá csatlakozó Mezőföld éghajlatának legfőbb jellemvonása a kontinentalitás. Ezen területen észlelték a legnagyobb évi és nappali felmelegedéseket, itt mutatkozik átlagban és az esetek többségében a legerősebb lehűlés is. Ezért itt adódnak mind évi, mind napi vonatkozásban a léghőmérséklet ingadozásának maximumai, egyben bármely kontinentalitási index legnagyobb értékei.

Éghajlata tipikus síksági mikroklíma, egyöntetű, területileg kevés a változatossága, a szélei közötti éghajlati különbségek lassan, fokozatosan mennek át egymásba.

Az első főkörzet kapja a legtöbb besugárzást időben és energiában, de ugyanitt a legnagyobb egy-egy nap és egész év folyamán a felszín kisugárzási hővesztesége is. A késő tavaszi és kora őszi sugárzási fagyok gyakorisága itt a legnagyobb. Az uralkodó légáramlás északias. Csapadékviszonyai bizonytalanságuk mellett még szűkösek is.

Magyarország természeti tájak rendszertani felosztása szerint Paks és 50 km-es környezete több különböző kistájon helyezkedik el. A TBJ II. 3.1-1. táblázatban ezen kistájak éghajlati jellemzői találhatóak. A további főkörzetek ismertetése a [3-1]-ben található.

3.1-1. táblázat: Az 50 km sugarú vizsgálati terület kistájainak éghajlati jellemzői

			Duna-menti síkság középtáj			Duna-Tisza közi síkvidék középtáj	
			Solti-sík	**Kalocsai-Sárköz**	**Tolnai-Sárköz**	**Kiskunsági homokhát**	**Bugaci homokhát**
Éghajlati típus			mérsékelten meleg száraz	mérsékelten meleg-száraz (közel a meleg típushoz)	mérsékelten meleg-mérsékelten száraz (közel a meleg típushoz	mérsékelten meleg-száraz	mérsékelten meleg-száraz (meleg-száraz határán)
Napsugárzás	Évi napfénytartam		2000-2020 óra	2040 óra	2050 óra	2000-2030 óra	2030-2050 óra
	Napsütéses órák száma	nyári negyed-évben	780-790 óra	800 óra	810 óra	800 óra	800 óra
		téli negyed-évben	180 óra	200 óra	200 óra	180-190 óra	190 óra
Hőmérséklet	Évi középhőmérséklet		10,4-10,5°C	10,5°C	10,5°C (D: 10,6-10,7°C)	10,3-10,5°C	10,2, 10,3°C (DNy: 10,4, 10,5°C)
	Vegetációs időszak átlaghőmérséklete		17,5°C	17,5°C	17,5°C	17,4°C	17,4°C
	10°C-ot meghaladó átlaghőmérsékletű napok		198-200 nap (ápr.4 – okt. 20.)	198-200 nap (ápr. 2-4 – okt.20.)	200 nap (ápr. 1-3 – okt.21.)	200 nap (ápr.2-4 – okt. 20.)	200 nap (ápr. 1-3 – okt. 20)
	Fagymentes időszak	kezdete	ápr. 4-5.	ápr. 4-5.	ápr. 3-5.	ápr. 5. (D: 1-2 nappal előbb)	ápr. 1-3
		vége	okt. 25-30.	É: okt. 25. D: okt. 27-28.	okt.25-30.	okt. 23-27.	okt. 26. (D: 1-2 nappal később)
		hossza	200-205 nap	É: 203 nap D: 206 napot is meghaladhatja	200 nap	198-203 nap (D: 205 nap)	205 nap (D: 1-2 nappal hosszabb)
	Évi abszolút hőmérsékleti maximumok sokévi átlaga		34°C	34 °C (D: 34,5°C)	34°C	34°C	34°C
	Évi abszolút hőmérsékleti minimumok sokévi átlaga		(-16) – (-17)°C	(-16) – (-17)°C	(-16) – (-17)°C	(-16,5) - (-17)°C	(-16,5) – (-17)°C
Csapadék	Évi csapadékösszeg		530-550 mm	550-580 mm	580-610 mm (É: 580 mm)	520-540 mm	520-550 mm (D: 550-570 mm)
	Vegetációs időszak átlagos csapadék összege		310-320 mm	320-340 mm	330-340 mm (É: 310-330 mm)	310 mm (D: kissé kevesebb)	310-320 mm (D:kevéssel 320 felett)
	24 órás csapadék maximum		168 mm (Apostag	128 mm (Hajós)	98 mm (Mözs)	85 mm (Kunadacs)	128 mm (Kunfehértó)
	Hótakarós napok átlagos száma		30-32 nap	30 nap	30 nap	32 nap	32 nap
	Átlagos maximális hóvastagság		20 cm	20 cm	20 cm	19-20 cm	20 cm
Szél	Leggyakoribb szélirányok (sorrendben)		ÉNy	ÉNy, D, DNy	ÉNy, D	ÉNy	ÉNy
	Átlagos szélsebesség		2,5-3 m/s	2,5-2,8 m/s	2,5 m/s	2,5-2,8 m/s	2,5-2,8 m/s

			Mezőföld középtáj				
			Közép-Mezőföld	**Sárvíz-völgy**	**Dél-Mezőföld**	**Káloz-Igari löszhátak**	**Sió-völgy**
Éghajlati típus			mérsékelten meleg-száraz	É: mérsékelten meleg-száraz D: mérsékelten meleg-mérsékelten száraz	mérsékelten meleg-mérsékelten száraz (É: száraz)	mérsékelten meleg-mérsékelten száraz (É: száraz)	mérsékelten meleg-mérsékelten száraz
Napsugárzás	Évi napfénytartam		É: 1960 óra D: >2000 óra	É: 2000 óra D: 2020-2030 óra	2050 óra	2000 óra	2000 óra
	Napsütéses órák száma	nyári negyed-évben	É: 780 óra D: 800 óra	É: 800 óra D: 810 óra	800-810 óra	800 óra	800 óra
		téli negyed-évben	180 óra	190 óra	190-195 óra	190 óra	190 óra
Hőmérséklet	Évi középhőmérséklet		10,2-10,4°C	É: 10,0-10,2°C D: 10,4-10,6°C	É: 10,2-10,3°C D: 10,5°C	10,1-10,3°C	10,0-10,3°C
	Vegetációs időszak átlaghőmérséklete		17,3-17,4°C	17,0-17,4°C	17,2-17,3°C	17,0°C	17,0°C
	10°C-ot meghaladó átlaghőmérsékletű napok		194-196 nap (ápr.4-6 – okt. 18-20.) D: 198-200 nap (ápr. 1-3 – okt.20-22.)	198-200 nap (ápr. 1-4 – okt. 20)	195-198 nap (ápr. 2-5 – okt. 19-21.	196-200 nap (ápr. 2-5 - okt. 20.)	197-200 (ápr. 2-5. - okt. 20.
	Fagymentes időszak	kezdete	ápr. 5-13. (Duna mentén: ápr.1.)	É: ápr. 12-15. D: ápr. 5.	É: ápr. 8-10. D: ápr.3.	ápr. 5-10.	ápr. 5-10.
		vége	okt. 20-25. (Duna mentén: okt. 28-30.)	É: okt. 23. D: okt. 30.	É: okt. 23. D: okt.28	okt. 26-28.	okt. 26-28.
		hossza	190-200 nap (Duna mentén: >205 nap)	É: 188-190 nap D: 205 nap	É: 195 nap D: 206 nap	198-203 nap	198-203 nap
	Évi abszolút hőmérsékleti maximumok sokévi átlaga		34°C	34°C	34°C	34°C	34°C
	Évi abszolút hőmérsékleti minimumok sokévi átlaga		-16°C	(-16) – (-16,5)°C	(-16) – (-18)°C	(-16) - (-16,5°C)	(-16) - (-16,5°C)
Csapadék	Évi csapadékösszeg		540-580 mm	560-600 mm (É: 550 mm)	560-580 mm (D: 600 mm)	570-600 mm (É: 560 mm)	580-600 mm
	Vegetációs időszak átlagos csapadék összege		320-340 mm	320-350 mm (É: 310-320 mm)	320-350 mm (D: 360 mm)	320-340 mm	340-350 mm
	24 órás csapadék maximum		130 mm (Előszállás)	130 mm (Sióagárd)	101 mm (Paks)	130 mm (Lepsény)	114 (Simontornya)
	Hótakarós napok átlagos száma		30-34 nap	31-33 nap	31-34 nap	32 nap	32
	Átlagos maximális hóvastagság		20-22 cm	20-22 cm	23 cm	20-22 cm	20-22 cm
Szél	Leggyakoribb szélirányok (sorrendben)		ÉNy	ÉÉNy, D	É, ÉNy, D	ÉÉNy	ÉÉNy
	Átlagos szélsebesség		2,5-3,3 m/s	2,5-3 m/s	3 m/s	2,5-3 m/s	2,5-3 m/s

			Bácskai síkvidék középtáj		Külső-Somogy középtáj	
			Illancs	**Bácskai löszös síkság**	**Kelet-Külső-Somogy**	**Dél-Külső-Somogy**
Éghajlati típus			meleg-száraz	meleg-száraz és mérsékelten száraz határán (ÉK: kifejezetten száraz)	mérsékelten meleg-száraz (DNy: mérsékelten nedves)	mérsékelten meleg-mérsékelten nedves
Napsugárzás	Évi napfénytartam		2050-2060 óra	2060-2080 óra	2010 óra	2000-2020 óra
	Napsütéses órák száma	nyári negyed-évben	810 óra	820 óra	810 óra	810 óra
		téli negyed-évben	190-200 óra	kevéssel 200 óra felett	190 óra	közel 200 óra
Hőmérséklet	Évi középhőmérséklet		10,6-10,7°C	10,6-10,7°C	10-10,2°C (Balaton partja 10,4°C)	10,0-10,3°C
	Vegetációs időszak átlaghőmérséklete		17,5°C	17,4-17,5°C	17,0°C (Balaton: 17,2°C)	16,6-17,0°C
	10°C-ot meghaladó átlaghőmérsékletű napok		198-200 nap (ápr.2 – okt. 20.)	200 nap (ápr. 1 – okt.20-21.)	195-200 nap (ápr. 5-8 – okt. 20.) Balaton: 200-205 nap (ápr. 2-5 - okt. 22.)	195-200 nap (ápr. 2-5 – okt. 20)
	Fagymentes időszak	kezdete	ápr. 1.	ápr. 1. (K: ápr. 3-5.)	É: ápr. 5-10. D: ápr. 10-15.	ápr. 10-15.
		vége	okt. 24-26.	okt. 25. (D: okt. 23-24.)	É: okt. 25-28. D: okt. 25-28.	okt. 24-28.
		hossza	204-206 nap	207 nap (K és D: 203-205 nap)	É: 200 nap felett D: 193-196 nap	194-198 nap
	Évi abszolút hőmérsékleti maximumok sokévi átlaga		kevéssel 34°C felett	kevéssel 34°C felett	33-33,5°C	33°C körül
	Évi abszolút hőmérsékleti minimumok sokévi átlaga		(-16,5) – (-17)°C	(-16,5) – (-17)°C	(-16) - (-17)°C (ÉNy: -15°C)	-17°C körül
Csapadék	Évi csapadékösszeg		560-580 mm	570-600 mm	600-650 mm (DNy: 680 mm)	680-700 mm (É: 650-680 mm)
	Vegetációs időszak átlagos csapadék összege		320-340 mm	320-340 mm	350-380 mm (DNy: 380-400 mm)	390-410 mm (É: 360-380 mm)
	24 órás csapadék maximum		74 mm (Sükösd)	116 mm (Bácsalmás)	124 mm (Tamási)	144 mm (Gölle)
	Hótakarós napok átlagos száma		30-32 nap	30-32 nap	30-35 nap	30-35 nap
	Átlagos maximális hóvastagság		20-22 cm	20-22 cm	20-25 cm	20-24 cm
Szél	Leggyakoribb szélirányok (sorrendben)		ÉNy	ÉNy	ÉNy	Ny, É
	Átlagos szélsebesség		2,5 m/s	2,5-2,8 m/s	3 m/s körül (a kiemelkedő területeken kevéssel felette)	3 m/s alatt

			Mecsek és Tolna-Baranyai Dombvidék középtáj				
			Mecsek-hegység	**Völgység**	**Tolnai-hegyhát**	**Szekszárdi-dombság**	**Geresdi-dombság**
Éghajlati típus			mérsékelten meleg-mérsékelten száraz (csúcsokon mérsékelten hűvös-nedves)	mérsékelten meleg-mérsékelten nedves	mérsékelten meleg-mérsékelten száraz (D: mérsékelten nedves)	mérsékelten meleg-mérsékelten száraz	mérsékelten meleg-mérsékelten nedves
Napsugárzás	Évi napfénytartam		2040-2060 óra	2020-2040 óra	2020-2040 óra	2040-2050 óra	2050-2060 óra
	Napsütéses órák száma	nyári negyed-évben	810-820 óra	810 óra	810 óra	820 óra	820 óra
		téli negyed-évben	210-230 óra	200 óra	190 óra	200 óra	210 óra
Hőmérséklet	Évi középhőmérséklet		10,0°C (középen, magasan 9,5°C körül)	10,0°C körül (D: kevéssel 10°C alatt)	10,0-10,4°C	10,2-10,5°C	9,7 °C (ÉK: 10,0°C)
	Vegetációs időszak átlaghőmérséklete		16,5-16,8°C (csúcsokon 15,5°C)	16,0-17,0°C	16,8-17,2°C	17,0°C	16,5-16,8°C
	10°C-ot meghaladó átlaghőmérsékletű napok		D: 200-205 nap (márc. 28-30. – okt. 20-22.) csúcsok: 180 nap (ápr. 15. - okt. 17-20.)	190-195 nap (ápr. 5-10 - okt. 25-30)	194-198 nap (ápr. 4-7 - okt. 18-20)	194-198 nap (ápr. 3-6 - okt. 18-20)	194-197 nap (ápr. 3-6 - okt. 18-20
	Fagymentes időszak	kezdete	D: ápr. 5-10. csúcsok: ápr. 15-20.	ápr. 10-15.	ápr. 10-14.	ápr. 5-10. (Ny: ápr. 10-15.)	ápr. 12-15.
		vége	D: okt. 30. csúcsok: okt. 23-25.	okt. 25-30	okt. 25-30.	okt. 26-31.	okt. 25-28.
		hossza	D: 200-205 nap csúcsok: 185-190 nap	195-200 nap	196-200 nap	K: 205 nap Ny: 196-200 nap	195-200 nap
	Évi abszolút hőmérsékleti maximumok sokévi átlaga		33°C (csúcsok: 31°C)	33°C	33°C	33,0-33,5°C	32,5°C (É: 33°C)
	Évi abszolút hőmérsékleti minimumok sokévi átlaga		(-14) - (-15)°C	(-16) – (-17)°C	(-16) – (-17)°C	(-16) - (-17)°C	(-15) - (-16)°C
Csapadék	Évi csapadékösszeg		650-700 mm (É: 720-760, csúcsok: 780 mm felett)	680-720 mm	É: 600 mm D: 650 mm	É, ÉK: 630 mm D, Ny: 650-670 mm	640-680 mm
	Vegetációs időszak átlagos csapadék összege		410-440 mm (É: 400, csúcsok: 450 mm felett)	360-420 mm	É: 350-370 mm D: 400 mm	É, ÉK: 350-370 mm D, Ny: 370-380 mm	360-380 mm
	24 órás csapadék maximum		124 mm (Pécs-Árpádtető)	110 mm (Kárász)	113 mm (Tevel)	112 mm (Szálka)	92 mm (Bátaapáti)
	Hótakarós napok átlagos száma		35-40 nap (csúcsok: 50)	35-45 nap	35-40 nap	30-34 nap (dombság: 34-38 nap)	35-40 nap
	Átlagos maximális hóvastagság		20-25 cm (csúcsok: 40 cm)	24-28 cm	22-24 cm	22-24 cm	25 cm
Szél	Leggyakoribb szélirányok (sorrendben)		ÉNy	É, ÉNy	ÉNy	Ény, É	É, ÉNy
	Átlagos szélsebesség		3-3,5 m/s (csúcsok: 5 m/s)	2,5-3 m/s	2,5-3 m/s	2,5-3 m/s	2,5-3 m/s

3.2. Helyi meteorológiai viszonyok

3.2.1. A telephelyi meteorológiai mérési program kiértékelése

A program célja a telephely és 50 km-es környezete időjárási jellemzőinek meghatározása volt,

- a tervezési alaphoz,
- a fennálló állapot értékeléséhez,
- a létesítmény környezeti hatásai értékelésének megalapozásához.

Az éghajlati elemzésekhez szükséges adatokat az Országos Meteorológiai Szolgálat elektronikus adatbázisában tárolt hiteles adatsorok biztosították.

A vizsgálatok során alkalmazott sokéves átlagok az 1981-2010 közötti időszakra vonatkoznak, az ettől való eltérés fel lett tüntetve. A felhasznált 30 éves időszak elegendően hosszú időtartam ahhoz, hogy jól jellemezze az éghajlat állandóságát és változékonyságát.

Az 1997. utáni időszakban számos szélsőséges időjárási helyzet fordult elő Magyarország területén, így Paks térségében is. Ezeknek a helyzeteknek a kimutatása részletes adatfeldolgozásokat tett szükségessé az 1997-2012 közötti időszakra, különös tekintettel az átlagtól való eltérésekre és az extrém értékekre.

Az éghajlati elemzéshez Paks, Baja, Dunaújváros és Kalocsa meteorológiai állomásai 1981-2012 közötti adatai, a csapadékelemzések esetében Paks 50 km-es környezetében található, hagyományos csapadékmérő állomások adatai is figyelembe lettek véve.

Az általános éghajlati jellemzők meghatározása egyszerű statisztikai módszerek segítségével (átlagképzés, minimum-, maximumkeresés), a visszatérési idők számítása Gumbel-féle statisztikai módszer alapján történt.

A térképek az Országos Meteorológiai Szolgálatnál kifejlesztett MISH (Meteorological Interpolation based on Surface Homogenized data basis) matematikai statisztikai módszerrel készültek. A térképek megjelenítése az ArcView térinformatikai szoftver Spatial Analyst modulja felhasználásával készült.

3.2.1.1. A telephely és 50 km-es környezete éghajlati jellemzésének elkészítése

2012-es záró évszámmal összegyűjtött, a telephely 50 km-es környezetében rendelkezésre álló meteorológiai adatok alapján jellemezték a telephely és 50 km-es környezetének éghajlatát.

A telephely 50 km-es környezetében 4 klímaállomás és 22 csapadékmérő állomás felelt meg a vizsgálatokhoz.

Az éghajlati jellemzés a következő meteorológiai paramétereket vizsgálta:

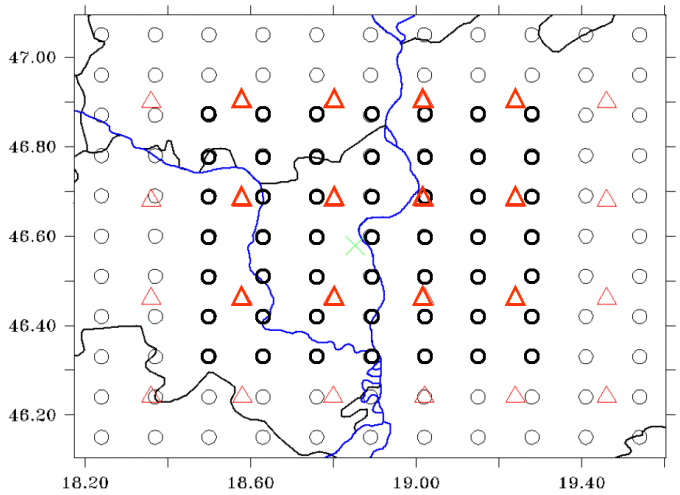
- Hőmérsékleti viszonyok
  - havi, éves és nyári középhőmérsékletek alakulása, átlagtól való eltérésük
  - hőmérsékleti szélsőségek, napi és havi maximum és minimum hőmérsékletek, hőség és forró napok száma, maximum és minimumhőmérsékletek szélsőségei havonta, nyári, hőség és forró napok száma
  - maximum és minimumhőmérsékletek visszatérési értékei a következő visszatérési periódusokra: 2, 4, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500,…. 10^7 év
  - az éves középhőmérséklet sokéves átlagának térbeli eloszlása térképen szemléltetve, a telephely 50 km-es környezetében
- Csapadékviszonyok
  - havi, éves, téli – és nyári féléves csapadékösszegek
  - 3 száraz és 3 nedves év csapadékösszegei a Paks 50 km-es környezetében lévő csapadékmérő állomásokon

  - extrém havi csapadékösszegek (maximum, minimum), napi összegek maximuma havonta
  - hóviszonyok jellemzése: havas napok száma, maximális hó vastagság, hótakarós napok száma, hótakarós időszakok hosszának jellemzői
  - extrém napi csapadék összegek és hó vastagság visszatérési értékei a következő visszatérési periódusokra: 2, 4, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500,…. 10^7 év
  - zivatar tevékenység: zivataros napok száma, éven belüli eloszlása
  - az éves csapadékösszeg sokéves átlagának térbeli eloszlása térképen szemléltetve, a telephely 50 km-es környezetében
  - A 10, 20, 30, 60, 180 perc alatt lehullott legnagyobb csapadékok Paks (1986-2010 közötti adatok alapján), illetve Baja Csávoly (1984-2010. közötti adatok alapján) állomásokon
- Napfénytartam
  - napfénytartam átlagos évi menete
  - az éves napfénytartam összeg sokéves átlagának térbeli eloszlása térképen szemléltetve, a telephely 50 km-es környezetében
- Tengerszintre átszámított légnyomás átlagos évi menete, havi szélsőértékei
- Párolgás, evapotranspiráció: tényleges és potenciális párolgás havi átlagos értékei
- Talajhőmérséklet, átlagos évi menet 2, 5, 10, 20, 50, 100 cm mélységben
- Szélviszonyok jellemzői 1997-2010 időszakra 10 méteres magasságban
  - szélirány gyakoriságok 16 irányt tekintve, éves, nyári és téli félévi bontásban
  - szélirány gyakoriságok 16 irányt tekintve, éves, nyári és téli félévi bontásban erősebb légáramlás, 3 m/s-ot meghaladó napi átlagszél esetén
  - szélsebesség havi és éves értékei, szélcsendgyakoriság havi és éves alakulása
  - szélsebesség átlagos napi és évi menete
  - maximális széllökések sebessége, gyakorisága 16 szélirány szerint
  - viharos napok számának alakulása (napi szél maximum > 15 m/s)
  - átlagos szélsebességek relatív gyakoriságai
  - légköri stabilitási viszonyok jellemzése: a szinoptikus szélsebesség és szélirány Pasquill index szerinti relatív gyakorisága
  - a maximális széllökés extrémumainak visszatérési értékei a következő visszatérési periódusokra: 2, 4, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500,…. 10^7 év
  - az évi átlagos szélsebesség sokéves átlagának térbeli eloszlása térképen szemléltetve, a telephely 50 km-es környezetében
- A felhőzet mennyiségének sokéves havi átlagai Paks, Kalocsa, illetve Dunaújváros (1981-2006.) állomásokon, valamint a felhőalap magasság gyakorisága Paks, illetve Baja Csávoly állomásokon (1996-2010 közötti adatok alapján)
- A látástávolság sokéves havi átlagai Paks, Kalocsa, illetve Dunaújváros (1981-2006.) állomásokon
- A jégesős, ködös, zivataros, ónos esős, zúzmarás napok számának sokéves havi átlagai Paks, Kalocsa, illetve Dunaújváros (1981-2006.) állomásokon
- Zúzmara megfigyelések elemzése: zúzmara, tapadó hó és ónos jégbevonat lerakódások esetszámai a téli időszakokban, a lerakódások vastagságainak hisztogramja, maximális vastagságok évente; valamint a lerakódások víztartalmának hisztogramja és a maximális vízmennyiségek Paks állomáson (1986-2010.)

3.2.1.2. Klímamodellezés

A modellezéshez az Országos Meteorológiai Szolgálat két regionális klímamodelljét (ALADIN-Climate és REMO) használták, melyekkel a 20. század közepétől a 21. század végéig tartó időszakra készültek szimulációk, az emberi tevékenységre egy átlagos kibocsátási forgatókönyvet figyelembe véve.

A vizsgálati terület a paksi telephely 50 km-es környezetére terjedt ki. Az adatok az ALADIN-Climate esetében 10 km-es, a REMO esetében 25 km-es horizontális felbontáson álltak rendelkezésre a Kárpát-medencére és tágabb környezetére, ami az ALADIN-Climate esetében 11x11, a REMO esetében 6x4 rácspontot jelent (TBJ II. 3.2.1-1. ábra; a rácspontok mindig annak az egységnyi területnek a jellemzőit reprezentálják, amelynek a közepén helyezkednek el. A vastaggal szedett szimbólumok a korábbi vizsgálatokban használt területen belüli (az erőmű 30 km-es környezetében lévő) rácspontokat jelölik.). Mivel az éghajlati szimulációk bizonytalansággal terheltek, ezért a projekciók interpretálásánál a modelleredmények mellett a szimulációs bizonytalanságokat is közölték.



3.2.1-1. ábra: Az ALADIN-Climate (fekete) és REMO (piros) modellek a telephely (zöld) 50 km-es környezetében elhelyezkedő rácspontjai.

Az éghajlatváltozás hatásainak vizsgálatánál a regionális klímamodellek eredményei alapján elemzésre került változók:

- Az átlagos viszonyok jellemzése
  - Az átlagos éves, évszakos és havi hőmérséklet
  - Az átlagos éves, évszakos és havi csapadék
  - Az átlagos éves és évszakos relatív nedvesség (2-méteres magasságban)
  - Az átlagos éves és évszakos szélsebesség (10-méteres magasságban)
  - A leggyakoribb éves és évszakos szélirány (10-méteres magasságban)
- A szélsőséges viszonyok jellemzése
  - A hőségnapok átlagos éves száma
  - A forró napok átlagos éves száma
  - Hőségriadós (első-, másod-, harmadfokú) napok gyakorisága
  - A túl meleg éjszakák átlagos éves száma
  - A fagyos napok átlagos éves száma
  - A 10, 20 és 50 mm-t meghaladó csapadékú napok átlagos éves és évszakos száma
  - Napi csapadékintenzitás átlagos éves és évszakos értéke

- Maximális napi és ötnapi csapadékok éves és évszakos értéke
- Csapadékesemények tartóssága
- Egymást követő száraz napok éves és évszakos maximális száma

A vizsgálatok eredményeit a TBJ II. 3.5.1. alfejezet ismerteti.

3.2.1.3. Mikro- és mezoklíma a telephely környezetében

A tervezett új blokkok közelében 2012. áprilisától 2013. novemberéig a lokális viszonyok pontosítására mérési programot hajtottak végre a TBJ II. 3.2.1.1. pontban felsorolt tartalommal.

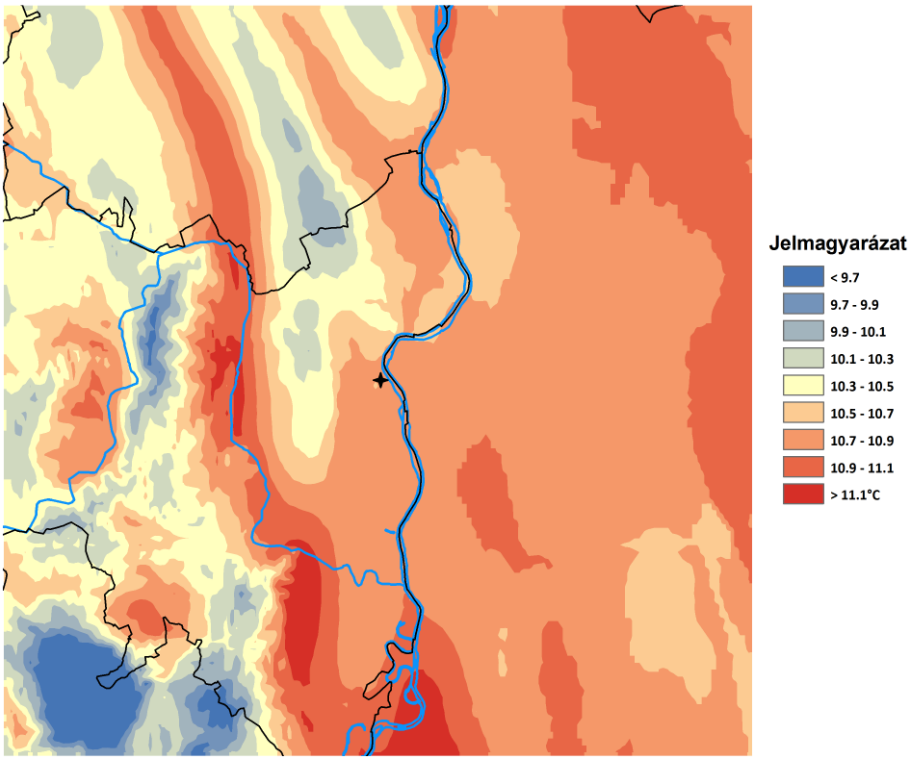
A vizsgálatok eredményeit a TBJ II. 3.5.2. alfejezet ismerteti.

3.2.2. Hőmérséklet, csapadék, napfénytartam, légnyomás

3.2.2.1. Hőmérsékleti viszonyok

3.2.2.1.1. LÉGKÖRI HŐMÉRSÉKLETI JELLEMZŐK

Az átlagos évi középhőmérséklet (1981-2010.) Paks és Baja Csávoly állomásokon 10,7°C, Dunaújváros állomáson 10,6°C, Kalocsa Öregcsertő állomáson pedig 10,8°C, és ezek mindegyike meghaladja az országos átlagot. A TBJ II. 3.2.2.1-1. ábra Paks 50 km-es környezetében mutatja a sokéves átlag térbeli eloszlását. Paks a hűvösebb és melegebb területek találkozásánál fekszik, tőle keletre magasabb, nyugatra jellemzően alacsonyabb értékek láthatók (a paksi telephelyet a fekete csillag jelöli).



3.2.2.1-1. ábra: Az éves középhőmérséklet sokéves átlagának (1981-2010) térbeli eloszlása Paks 50 km-es környezetében

A négy állomás – Paks, Baja Csávoly, Dunaújváros és Kalocsa Öregcsertő - 1981-2012 közötti időszaka éves középhőmérsékleteinek alakulását az 1981-2010-es átlaghoz viszonyítva rendre a TBJ II. 3.2.2.1-2., TBJ II. 3.2.2.1-3., TBJ II. 3.2.2.1-4. és a TBJ II.3.2.2.1-5. ábra tartalmazza.

Az időszak leghűvösebb éve Pakson az 1996-os év volt, amikor 1,2°C-kal mértek alacsonyabb átlaghőmérsékletet, a legmelegebb pedig a 2000-es év volt, ekkor 1,3°C-kal volt melegebb a

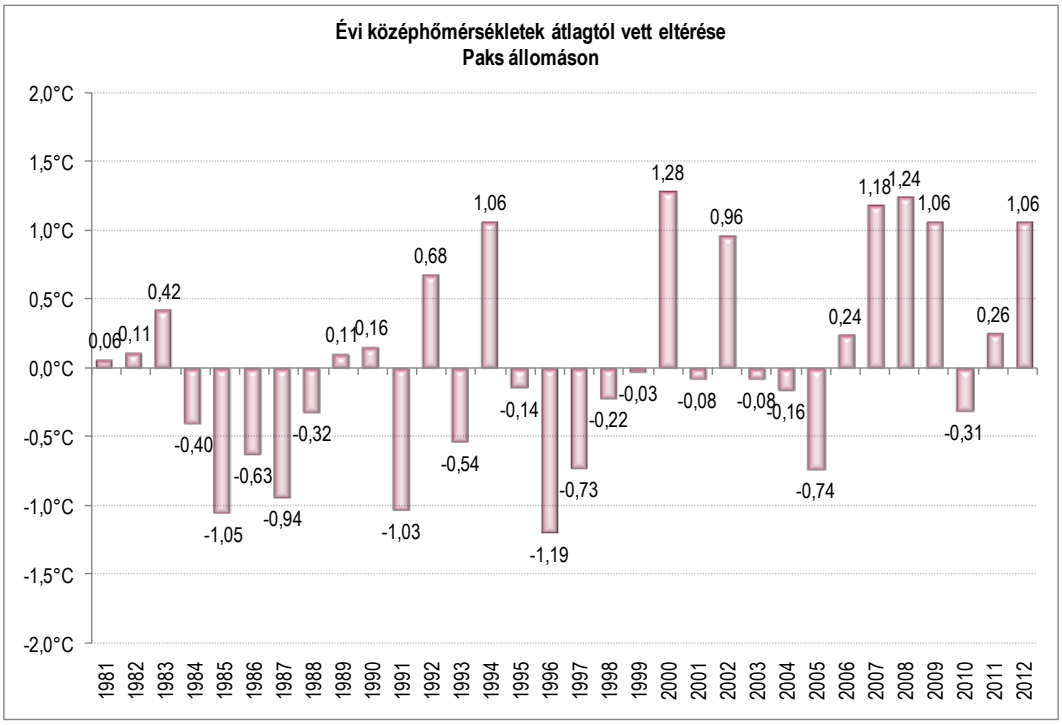
sokévi értéknél. Szintén jelentős pozitív anomáliát észleltek még az 1994-es, a 2007-es, 2008-as, a 2009-es és a 2012-es években (1,1-1,2°C). A másik három állomáson az 1985-ös év volt a leghidegebb 1981 óta, és a Pakson leghűvösebbnek regisztrált 1996-os év a második leghidegebb a sorukban. Baja Csávoly és Kalocsa állomáson is 2000-ben mérték a legnagyobb pozitív anomáliát, míg Dunaújvárosban ezt az évet 2009., 2008. és 2007. is megelőzte.

Az elmúlt tizenhárom év eltérései Pakson azt mutatják, hogy hét év során jóval átlag feletti középhőmérsékletek figyelhetők meg, négy esetben kissé hűvösebb volt a szokásosnál, és 2005-ben észleltek csak nagyobb negatív anomáliát. Ez az időszak tehát egy – az átlaghoz képest – meleg időszaknak tekinthető ezen az állomáson, míg a 80-as évek közepén egy hűvösebb periódus figyelhető meg, a többi időszakban pedig változó előjelű anomáliákat. A tendencia az egész időszakot tekintve tehát pozitívnak adódik. Mindez – ha nem is szám szerint, de a tendenciákat tekintve – elmondható a többi állomás esetében is.

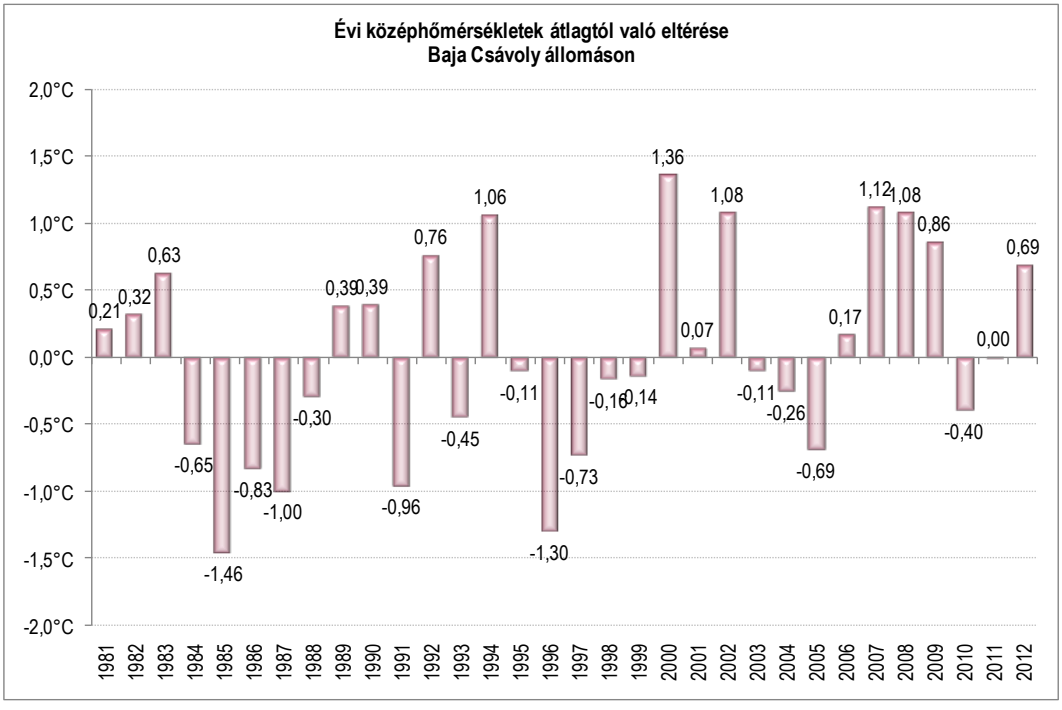
A hőmérséklet átlagos évi menete látható a következő, TBJ II. 3.2.2.1-6., TBJ II. 3.2.2.1-7., TBJ II. 3.2.2.1-8. és a TBJ II. 3.2.2.1-9. ábrákon. A négy állomás menete nagyon hasonló, néhány tized fokos eltérések vannak csupán. A diagramokról leolvasható, hogy a térség legmelegebb hónapja a július (Paks esetében: 21,4°C), a leghidegebb pedig a január (Paks esetében: -0,3°C). Az átlagos évi hőingás, mely a legmelegebb és a leghidegebb hónap középhőmérséklete közti különbség, Paks állomáson 21,7°C, Baja Csávoly állomáson 22°C, Dunaújváros állomáson 22,2°C, Kalocsa Öregcsertő állomáson pedig 22,1°C.

Paks állomásra vonatkozóan a havi középhőmérsékletek 1981-2010-es átlagtól vett eltéréseit a TBJ II. 3.2.2.1-1. táblázat mutatja be. Az adatokból látható, hogy az évek közötti ingadozás a téli félév hónapjainál átlagosan nagyobb, mint a nyári hónapok esetében. Az 1981-2010-es átlagtól a legnagyobb negatív eltérés 2003. februárjában (-6,5°C), a legnagyobb pozitív pedig 2007. januárjában (5,4°C) volt. A [3-1]-ben közölt, Baja Csávoly, Dunaújváros és Kalocsa Öregcsertő állomásokra vonatkozó adatsorok alapján megállapítható, hogy ezen állomások esetén is hasonlóan alakultak a havi középhőmérsékletektől való eltérések. A legnagyobb negatív/pozitív eltérések Paks állomással megegyező időpontokban voltak. Az eltérések rendre a következők: Baja Csávoly -6,6°C/5,7°C, Dunaújváros -6,7°C/4,9°C, Kalocsa Öregcsertő -7,1°C/5,6°C.

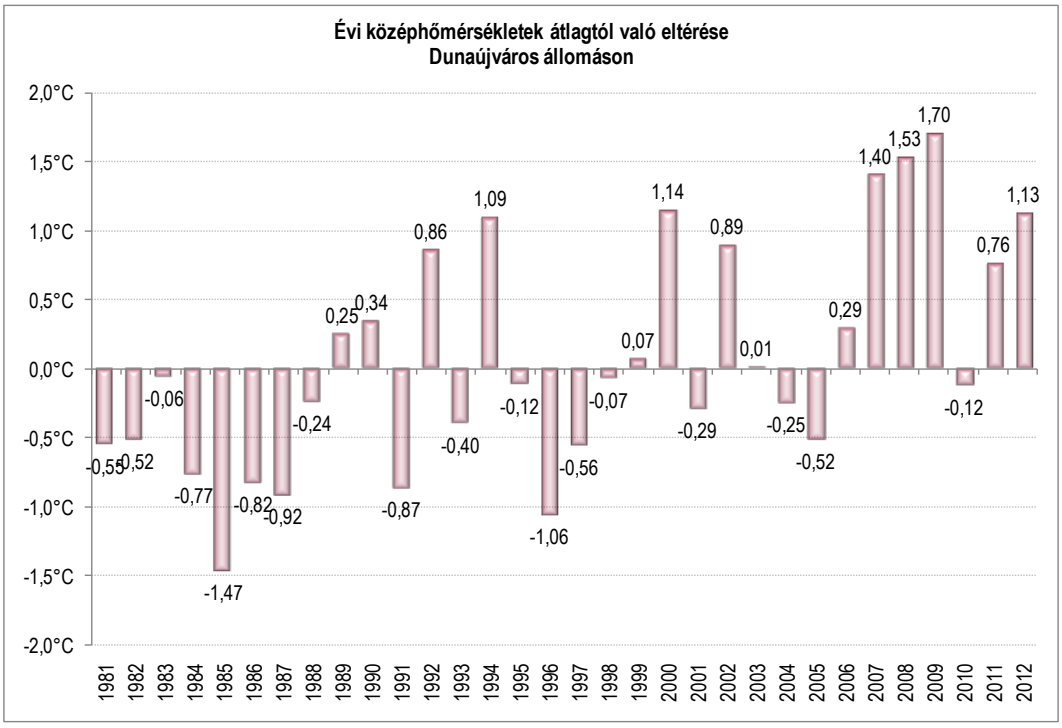
A hőmérsékleti jellemzők szélsőséges értékeit a TBJ II. 3.4.1. alfejezet tartalmazza.



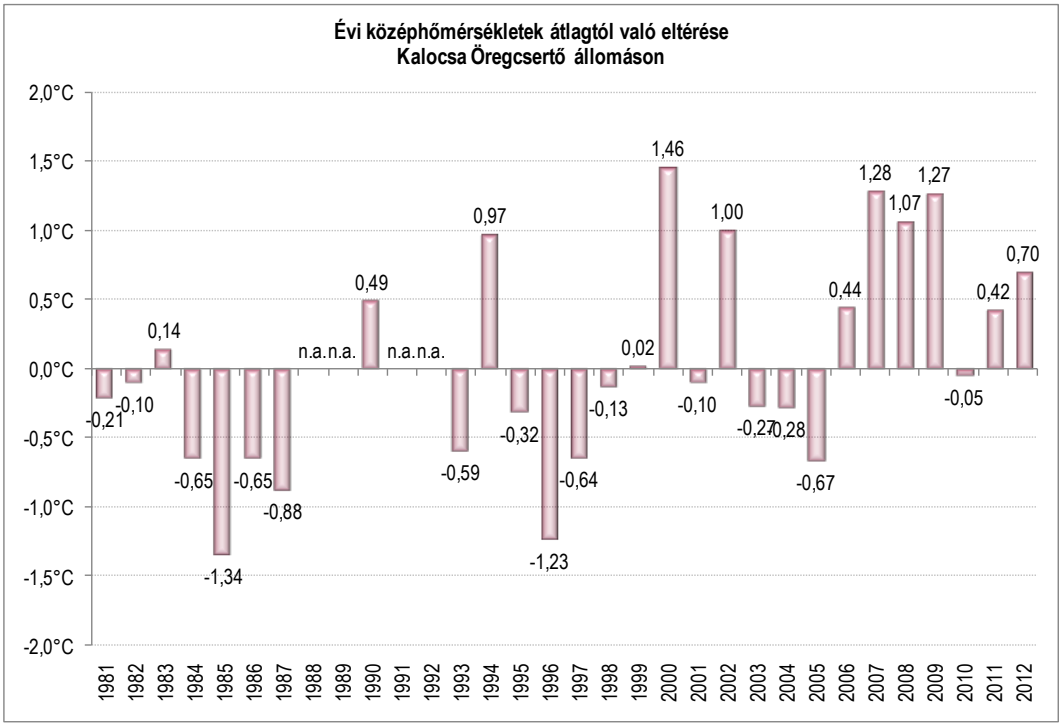
3.2.2.1-2. ábra: Évi középhőmérsékletek [°C] sokéves átlagtól (1981-2010.) vett eltérése 1981-2012 között Paks állomáson



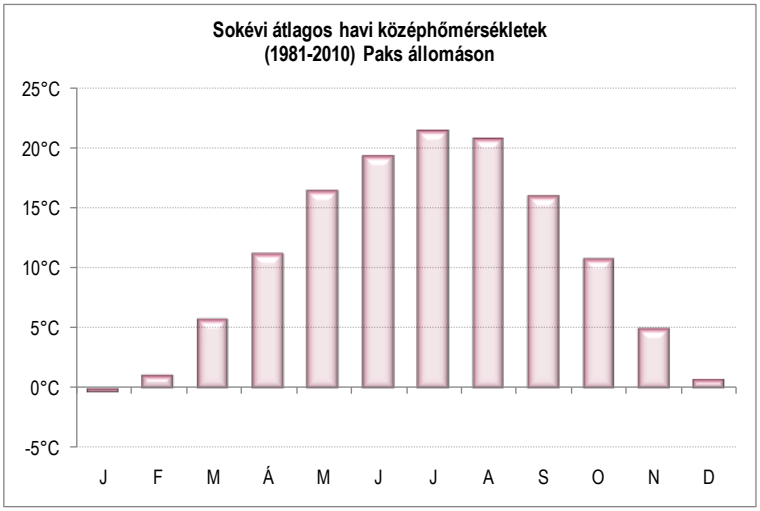
3.2.2.1-3. ábra: Évi középhőmérsékletek [°C] sokéves átlagtól (1981-2010.) vett eltérése 1981-2012. között Baja Csávoly állomáson



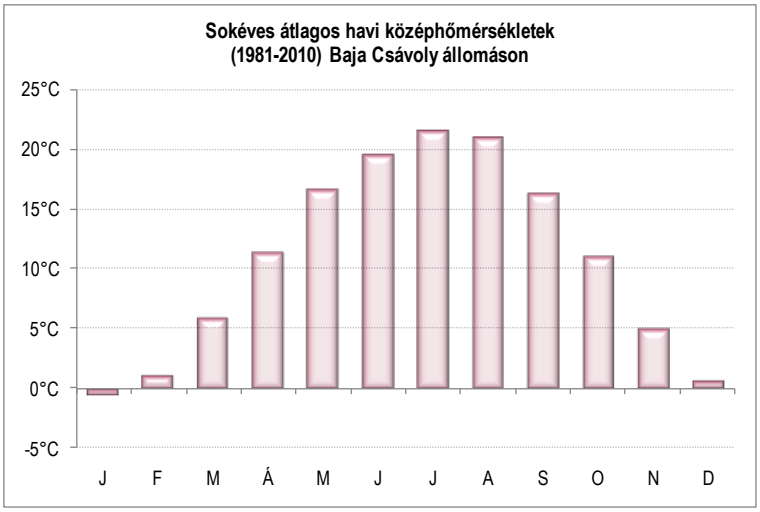
3.2.2.1-4. ábra: Évi középhőmérsékletek [°C] sokéves átlagtól (1981-2010.) vett eltérése 1981-2012 között Dunaújváros állomáson



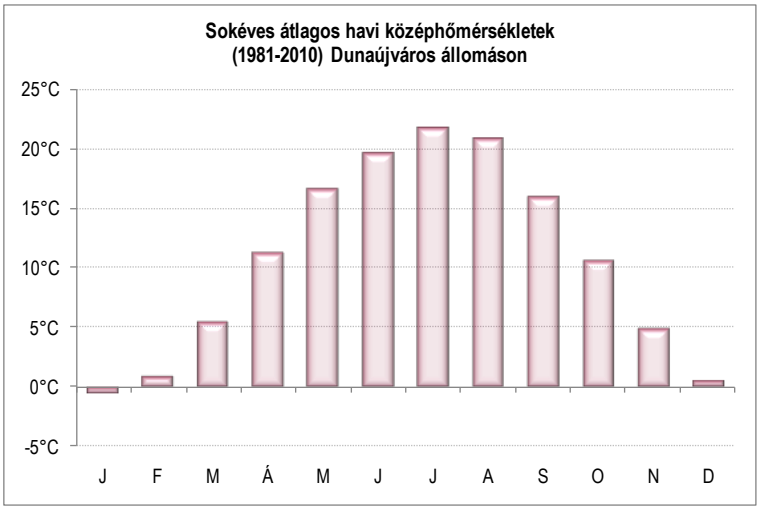
3.2.2.1-5. ábra: Évi középhőmérsékletek [°C] sokéves átlagtól (1981-2010.) vett eltérése 1981-2012 között Kalocsa Öregcsertő állomáson



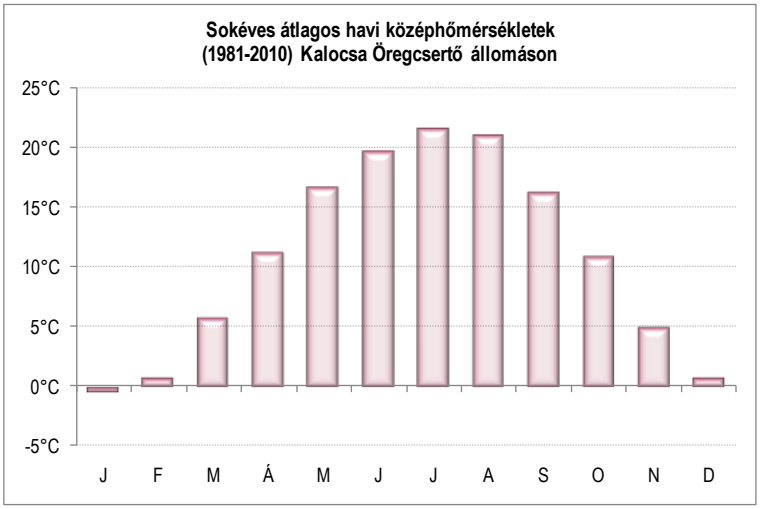
3.2.2.1-6. ábra: Havi középhőmérsékletek sokévi átlaga [°C] Paks állomáson (1981-2010)



3.2.2.1-7. ábra: Havi középhőmérsékletek sokévi átlaga [°C] Baja Csávoly állomáson (1981-2010)



3.2.2.1-8. ábra: Havi középhőmérsékletek sokévi átlaga [°C] Dunaújváros állomáson (1981-2010)



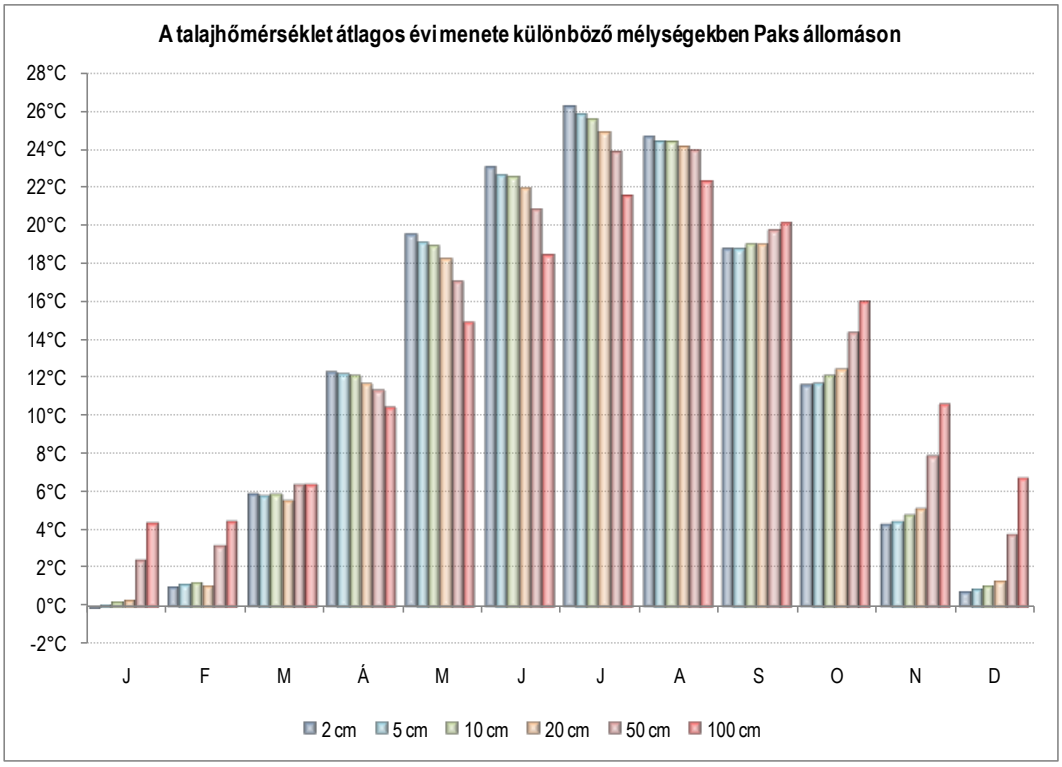
3.2.2.1-9. ábra: Havi középhőmérsékletek sokévi átlaga [°C] Kalocsa Öregcsertő állomáson (1981-2010)

3.2.2.1-1. táblázat: A havi középhőmérsékletek sokéves átlagtól (1981-2010) vett eltérése [°C] 1997-2012 között Paks állomáson

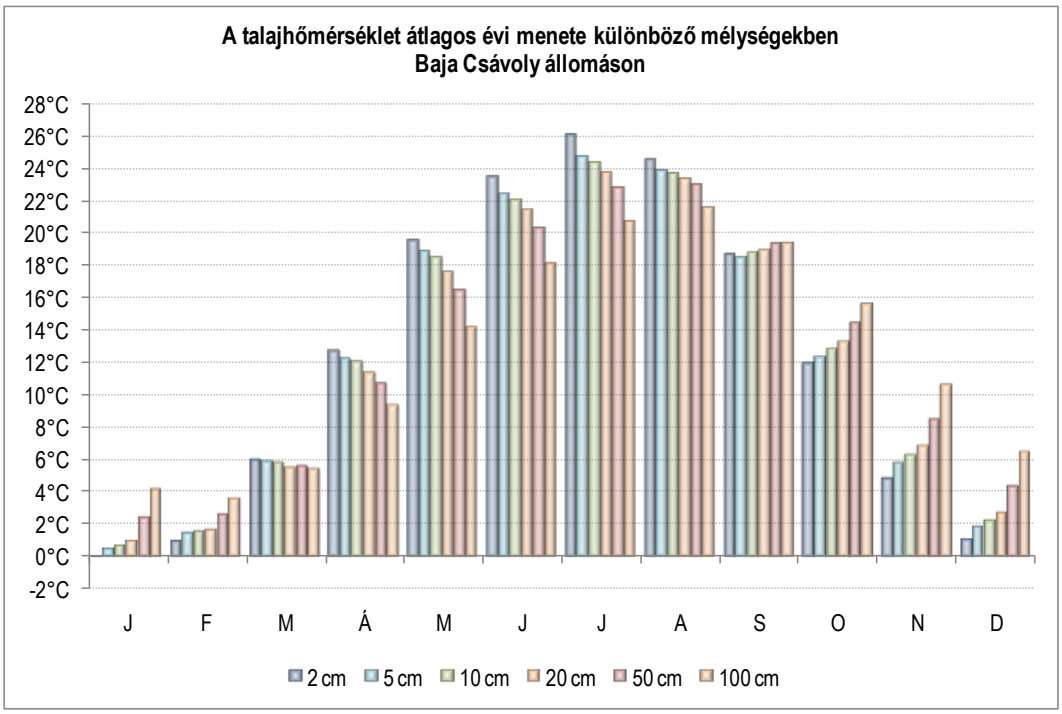
	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.
Január	-1,6	2,1	-0,2	-1,1	1,5	0,6	-2,3	-1,6	0,3	-1,8	5,4	1,2	-1,2	-1,4	0,7	2,0
Február	1,1	3,7	-0,4	2,4	2,3	4,3	-6,5	0,9	-3,6	-1,3	3,9	3,1	0,8	-0,1	-1,5	-4,8
Március	-0,8	-1,8	1,0	0,3	2,7	1,5	-0,8	-0,8	-1,8	-1,2	2,1	1,4	0,6	0,8	-0,4	2,3
Április	-3,8	0,8	0,8	2,7	-1,1	-0,3	-0,8	0,4	-0,5	1,2	1,6	0,8	3,3	0,1	1,7	0,7
Május	0,0	-1,6	-0,4	0,8	1,5	2,0	3,0	-1,7	-0,2	-1,0	1,4	1,0	1,1	-0,4	-0,4	0,4
Június	0,0	0,9	-0,2	1,7	-1,7	1,4	3,6	-0,7	-0,5	0,2	2,4	1,9	-0,3	0,3	1,3	1,8
Július	-1,7	-0,6	0,1	-0,9	-0,4	1,3	0,7	-0,3	-0,7	1,7	1,7	0,2	1,0	1,4	-0,5	2,5
Augusztus	-0,3	0,1	-1,1	1,8	1,0	0,2	2,7	0,0	-1,7	-2,0	1,2	0,5	1,5	-0,3	1,3	2,4
Szeptember	-0,7	-0,8	2,3	-0,1	-1,8	-0,7	-0,1	-0,7	0,4	1,6	-2,2	-0,8	2,4	-1,8	2,9	2,1
Október	-3,0	0,6	0,4	2,5	2,6	-0,4	-2,4	1,3	0,4	1,7	-0,9	1,3	0,3	-3,1	-0,8	0,6
November	0,5	-2,1	-2,0	3,5	-1,8	2,9	1,8	0,9	-1,2	2,3	-1,4	1,8	2,1	2,3	-3,2	2,9
December	1,5	-3,9	-0,6	1,8	-5,7	-1,3	0,1	0,4	0,3	1,5	-1,1	2,5	1,2	-1,6	1,9	-0,2

3.2.2.1.2. TALAJHŐMÉRSÉKLET

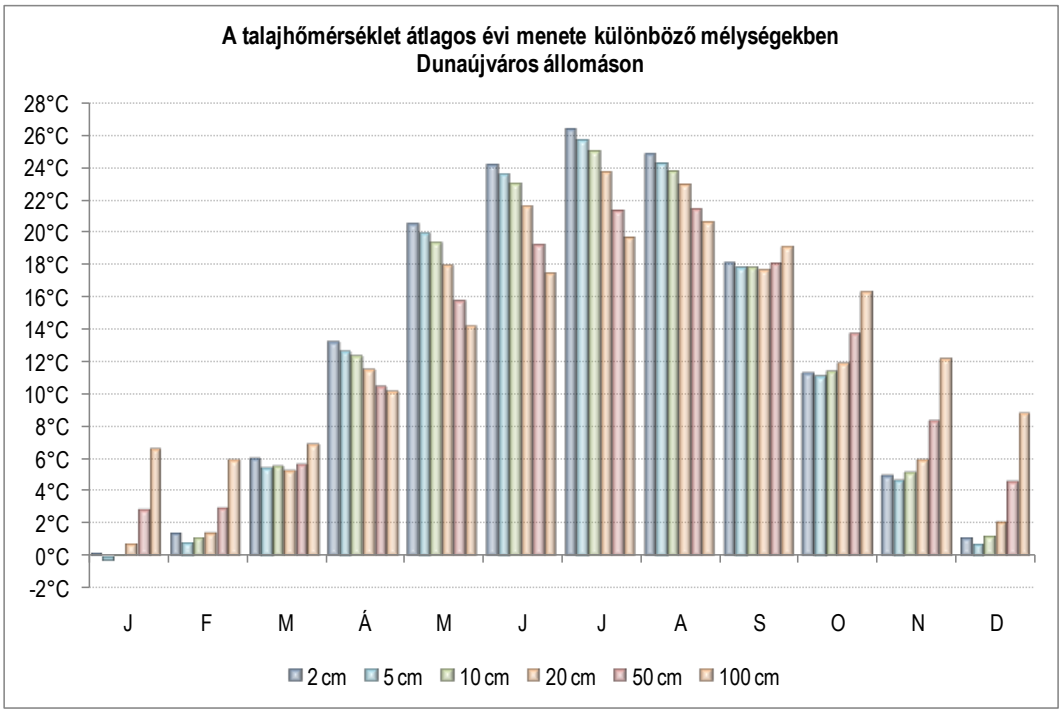
A talaj felszíni hőmérséklete közvetlenül követi a Nap járását, és így a talaj felső rétegének felmelegedése és lehűlése naponként és évenként párhuzamban változik a levegő hőmérsékletével. A növekvő mélységgel azonban a Nap hatása mindinkább gyengül, úgy a napi, mint az évszakos ingadozás csökken, és bizonyos mélységben a hőmérséklet már állandó. Egy méter mélységben az átlagos hőmérséklet közel egyenlő a levegő hőmérsékletével, csakhogy az utóbbihoz képest az évi menetben körülbelül egy hónap a késés, vagyis ennyi idő kell, hogy a melegedés egy méter vastag földrétegen áthatoljon. A következő ábrákon a 2, 5, 10, 20, 50, 100 cm-es mélységek havi átlagos hőmérsékleteinek sokévi átlaga látható Paks (TBJ II. 3.2.2.1-10. ábra), Baja Csávoly (TBJ II. 3.2.2.1-11. ábra), Dunaújváros (TBJ II. 3.2.2.1-12. ábra) és Kalocsa Öregcsertő (TBJ II. 3.2.2.1-13. ábra) állomásokra vonatkozóan.



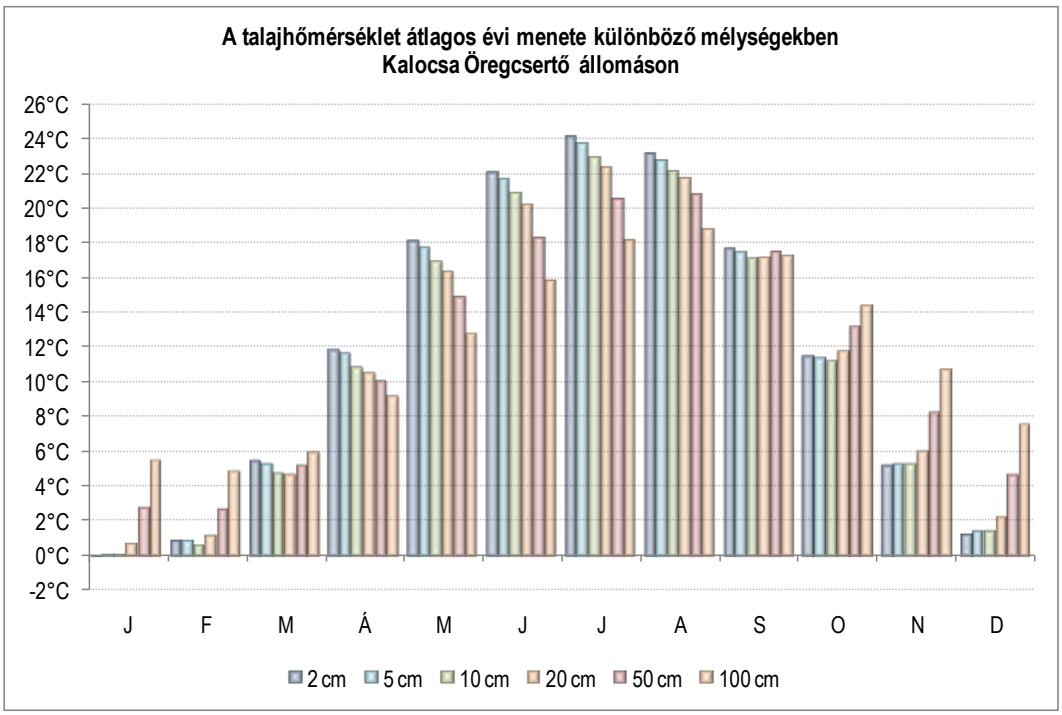
3.2.2.1-10. ábra: A talajhőmérséklet [°C] átlagos évi menete (1986-1995) különböző mélységekben Paks állomáson



3.2.2.1-11. ábra: A talajhőmérséklet [°C] átlagos évi menete (1981-2010) különböző mélységekben Baja Csávoly állomáson



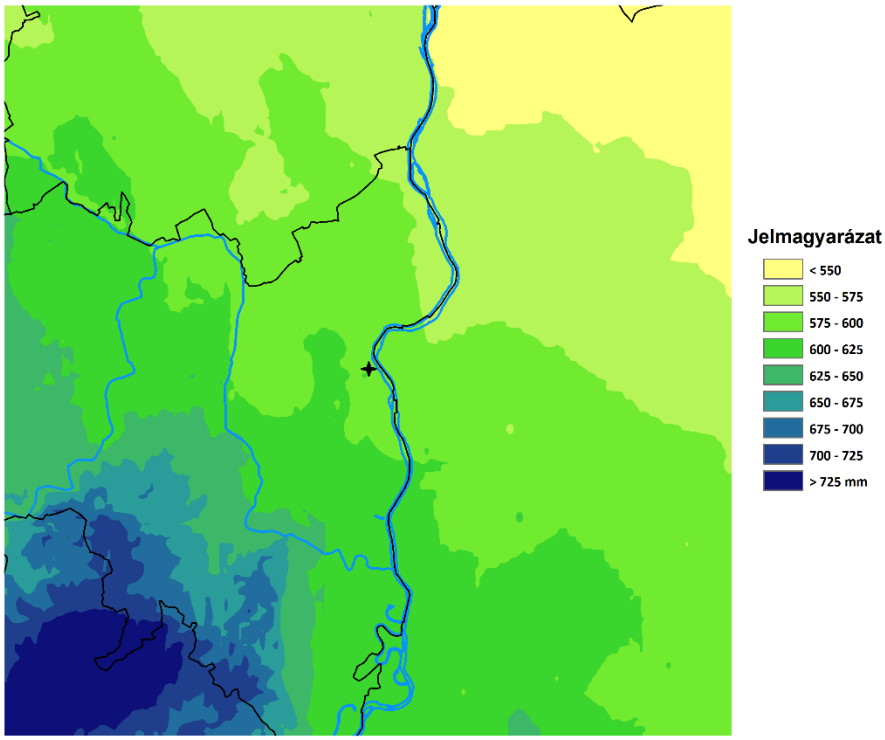
3.2.2.1-12. ábra: A talajhőmérséklet [°C] átlagos évi menete (1981-2007) különböző mélységekben Dunaújváros állomáson



3.2.2.1-13. ábra: A talajhőmérséklet [°C] átlagos évi menete (1981-2010) különböző mélységekben Kalocsa Öregcsertő állomáson

3.2.2.2. Csapadék jellemzők

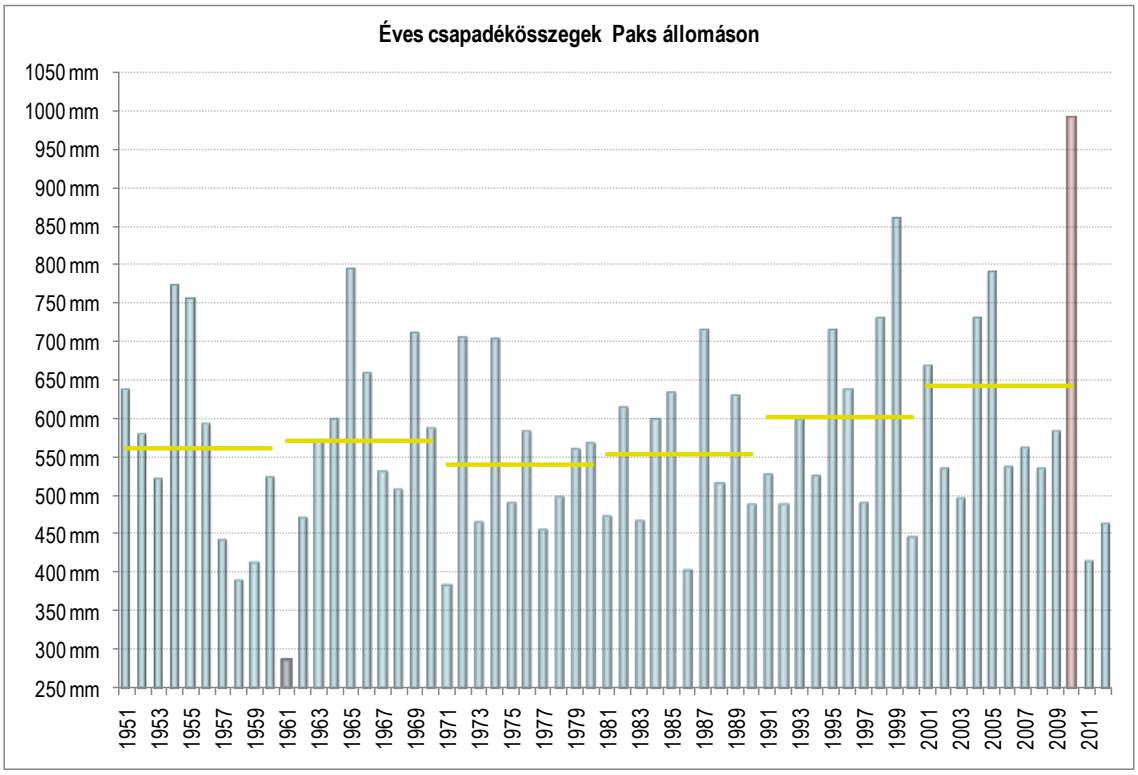
A csapadék – a hőmérséklettel ellentétben – sem térben, sem időben nem folytonos meteorológiai elem. Rövid vagy hosszú száraz időszakok és különböző, esetenként igen nagy mennyiségű csapadékhullások váltják egymást, gyakran szeszélyes területi és időbeli eloszlásban. A TBJ II. 3.2.2.2-1. ábra Paks 50 km-es környezetének átlagos éves csapadékeloszlását mutatja. A területen északkelet-délnyugat irányú csapadéknövekedés figyelhető meg (a paksi telephelyet a fekete csillag jelöli).



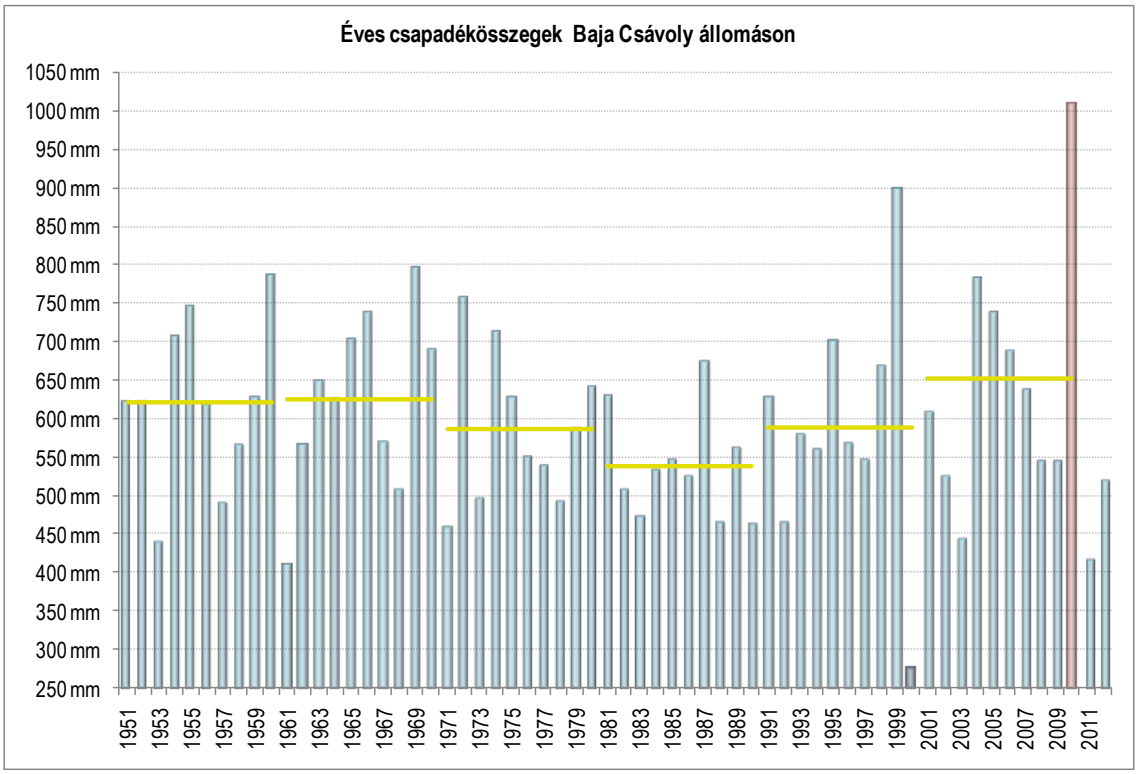
3.2.2.2-1. ábra: Az éves csapadék sokéves átlagának (1981-2010) térbeli eloszlása Paks 50 km-es környezetében

Az éves csapadékösszegeket tekintve (TBJ II. 3.2.2.2-2. ábra) 1951 óta Pakson a legszárazabb év az 1961-es volt (285,9 mm), míg a legcsapadékosabb – az adatsorból igen kiemelkedő összegével – a 2010-es év (990,9 mm), mely az eddigi abszolút maximumot is megdöntötte (1937-es 887 mm-t). A többi három vizsgált állomáson szintén a 2010-es év volt a legcsapadékosabb (TBJ II. 3.2.2.2-3., TBJ II. 3.2.2.2-4., TBJ II. 3.2.2.2-5. ábra), a legszárazabb évek azonban máskorra estek. Baja Csávoly állomáson 2000-ben mérték a legkevesebb éves csapadékösszeget, Dunaföldváron 2011-ben, míg Kalocsa Öregcsertő állomáson 1986-ban. A tízéves átlagokat megfigyelve elmondható, hogy – Kalocsa Öregcsertő kivételével mindegyik állomáson – az utolsó tíz év volt összességében a legcsapadékosabb az időszakban (Pakson 642 mm-es átlaggal, míg a vizsgált 60 év átlagos évi csapadékösszege 579 mm), de ez főként a 2010-es év rendkívüli összegének köszönhető. Megjegyezendő, hogy ennek az évnek a figyelembe vétele nélkül is az 1991-2000-es időszak átlagával közel azonos érték adódik, mely a második legcsapadékosabb tíz év volt 1951 óta. A hőmérséklethez hasonlóan tehát itt is egy pozitív trendet figyelhető meg éves szinten. Dunaújvárosnál ugyanezt látható, míg a másik két állomásnál nem jelentkezik egyértelmű trend, az 50-es és 60-as évek követik a legutóbbi évtizedet csapadékosságban (sőt Kalocsa esetében meg is előzi az 1951-1960-as évtized a legutóbbi kettőt).

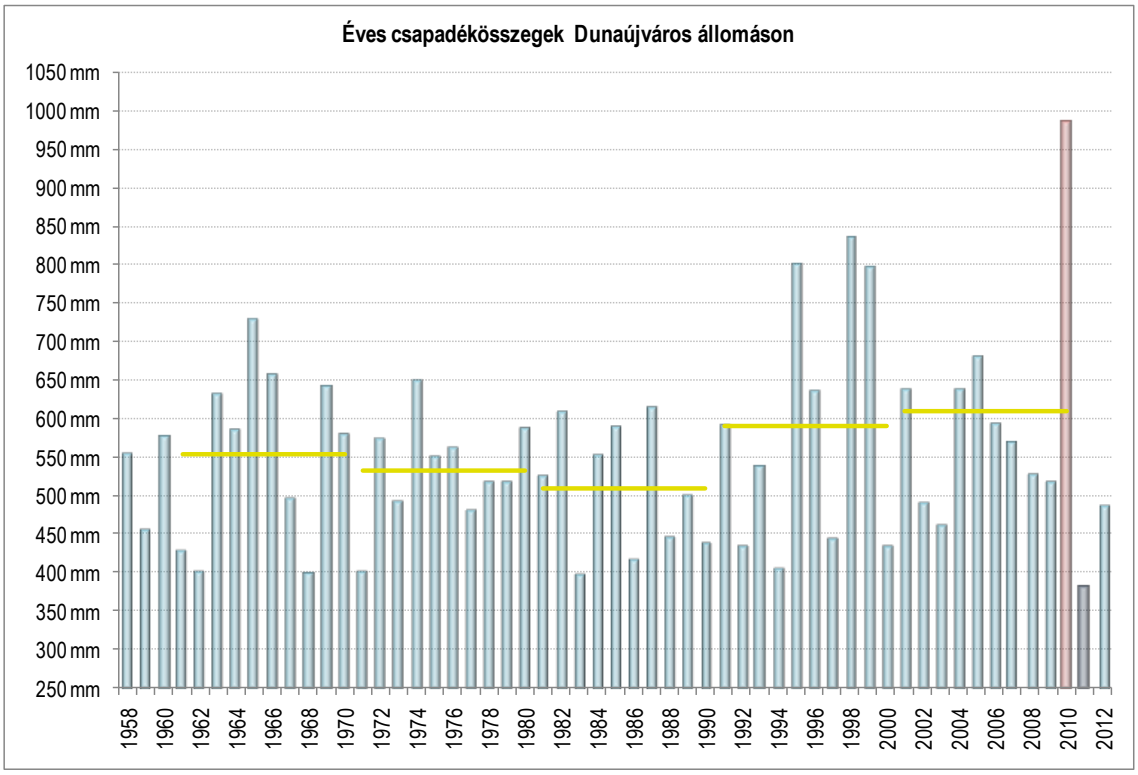
Megjegyezendő, hogy az utolsó tíz évben az éves összegek szórása is magasabb volt, és ez a szélsőséges csapadékok előfordulására utal.



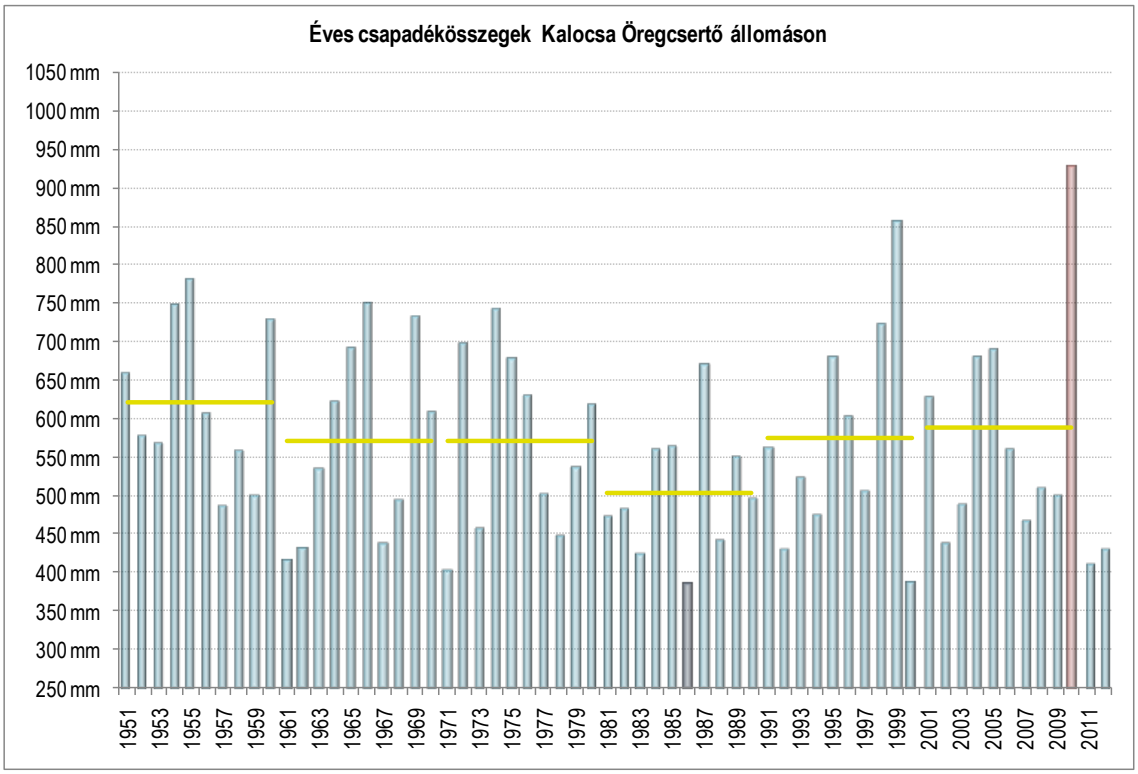
3.2.2.2-2. ábra: Éves csapadékösszegek [mm] alakulása 1951-2012 között, és a tízéves átlagok Paks állomáson



3.2.2.2-3. ábra: Éves csapadékösszegek [mm] alakulása 1951-2012 között, és a tízéves átlagok Baja Csávoly állomáson



3.2.2.2-4. ábra: Éves csapadékösszegek [mm] alakulása 1958-2012 között, és a tízéves átlagok Dunaújváros állomáson

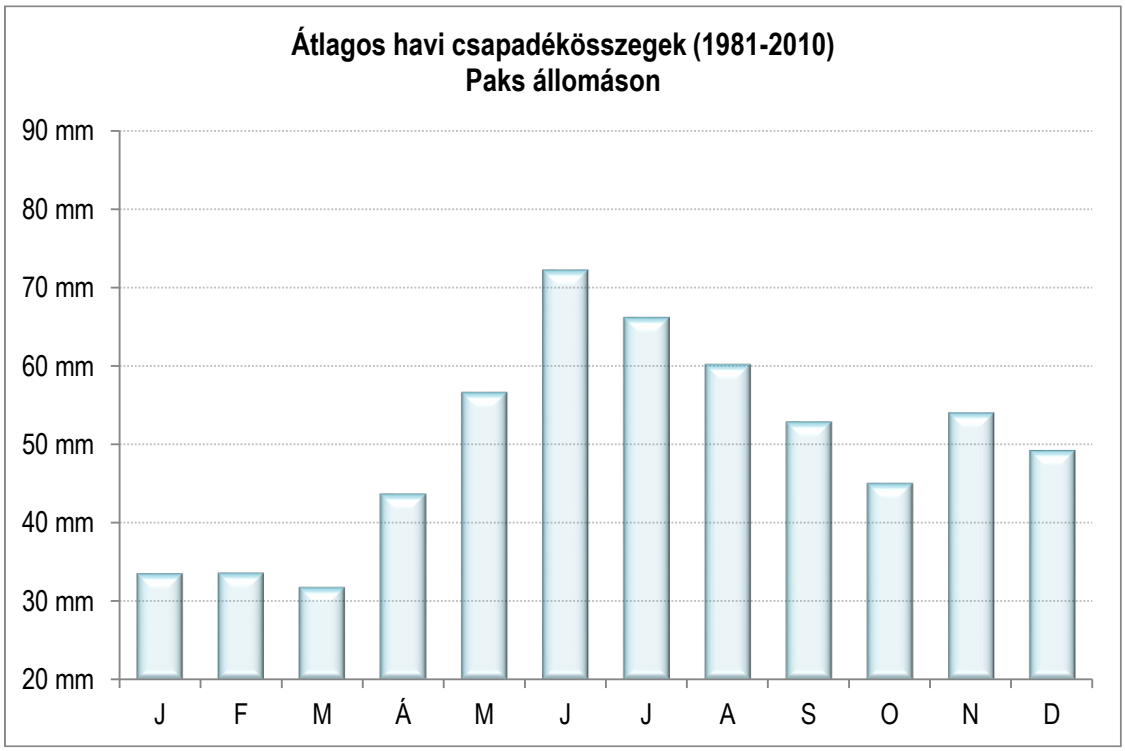


3.2.2.2-5. ábra: Éves csapadékösszegek [mm] alakulása 1951-2012 között, és a tízéves átlagok Kalocsa Öregcsertő állomáson

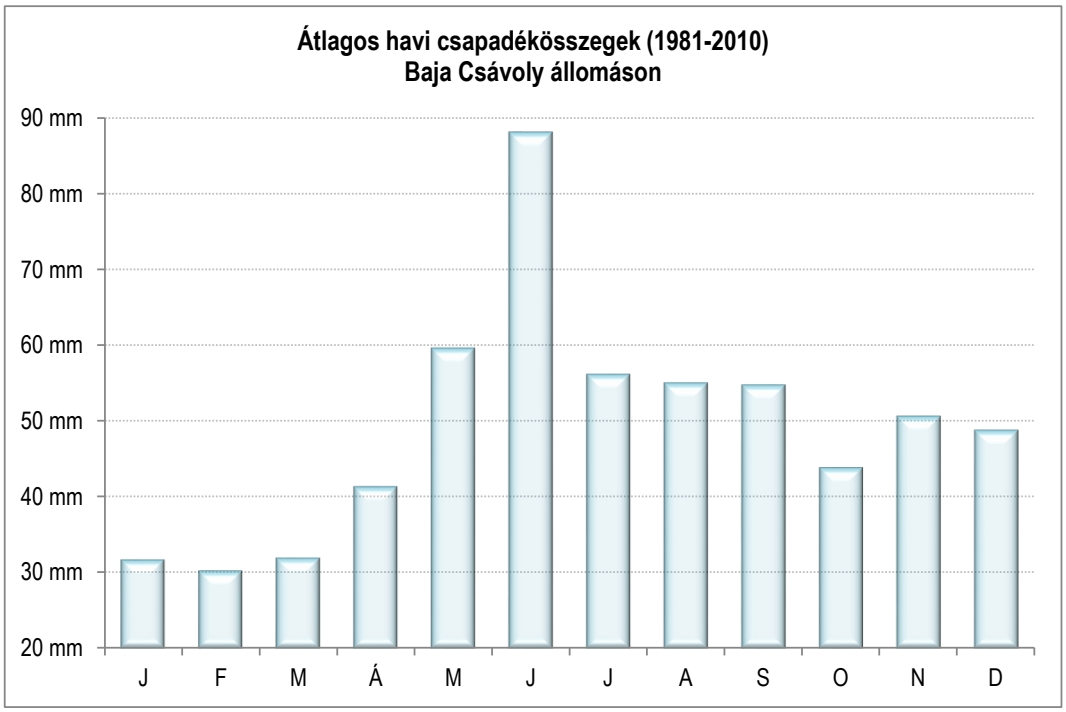
A csapadék évi menetét tekintve (TBJ II. 3.2.2.2-6. ábra) Paks állomás esetében a legcsapadékosabb hónap a június (72,3 mm), utána következik a két másik nyári hónap és a május, tehát a nyári időszakban hullik általában a legtöbb csapadék. Ezen időszak után novemberben látható egy másodmaximum (54 mm). A legszárazabb hónap a március (31,7 mm), de általában január-februárban is kevés a csapadék. A többi állomás esetében is hasonló eloszlású éves görbék láthatók (TBJ II. 3.2.2.2-7., TBJ II. 3.2.2.2-8., TBJ II. 3.2.2.2-9. ábra). Az ábrákból kitűnik, hogy a májusi érték Kalocsa Öregcsertő állomáson magasabb, mint az augusztusi érték, Baja Csávoly állomáson pedig a júliusi és az augusztusi összeg is magasabb, mint Paks állomáson mért érték (ennél az állomásnál a június sokkal jobban kiemelkedik a többi hónap közül). A másik három állomáson március helyett a február a legszárazabb hónap (de a január, február és március hónapok között igen kicsi az eltérés mindegyik állomáson).

A csapadékösszegek alakulását havi bontásban az 1997-2012 időszakra Paks állomásra a TBJ II. 3.2.2.2-10. ábra tartalmazza, melyből jól kitűnik az éven belüli, és az évek közötti nagy változékonyság is.

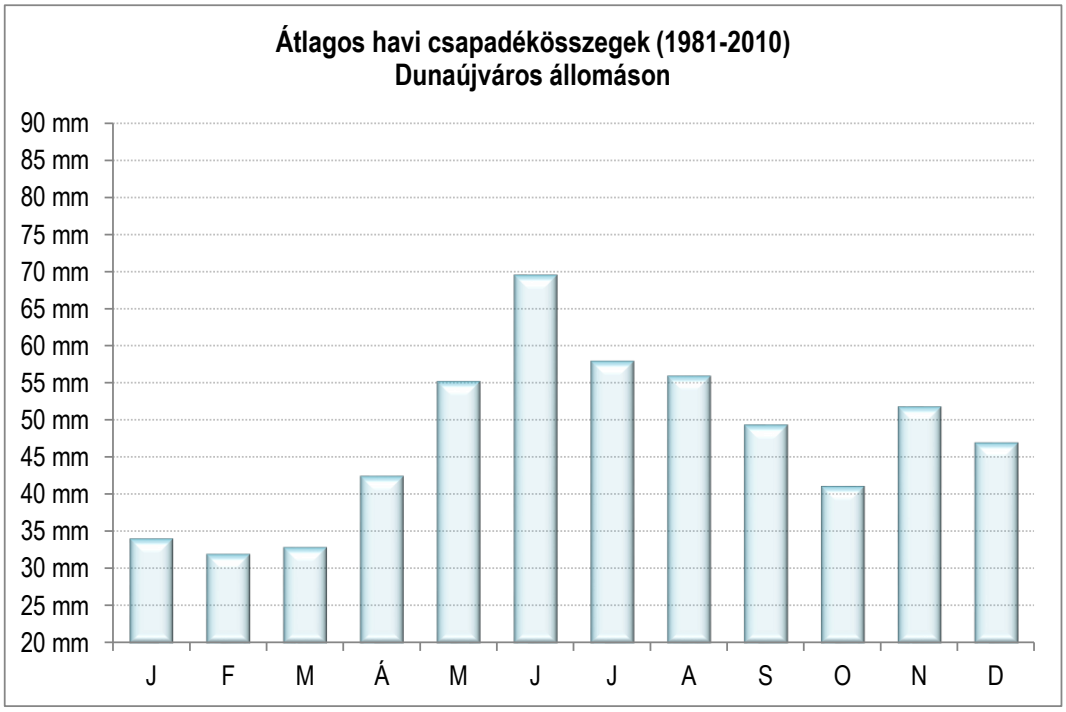
A csapadék jellemzők szélsőséges értékeit a TBJ II. 3.4.2. alfejezet tartalmazza.



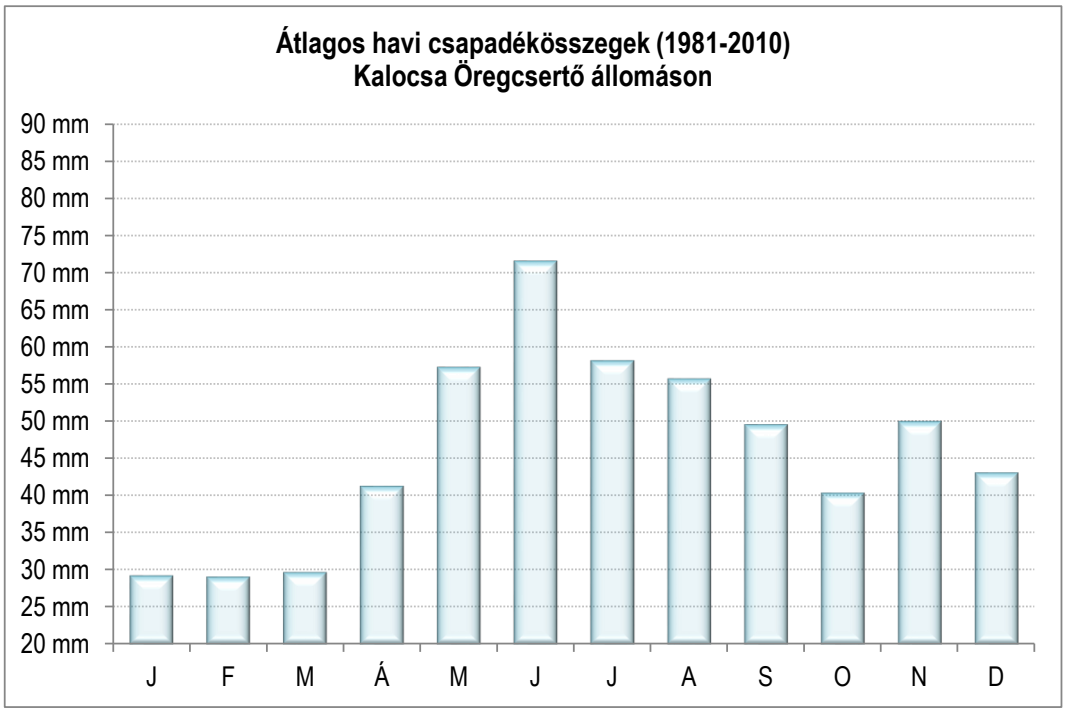
3.2.2.2-6. ábra: Átlagos havi csapadékösszegek [mm] Paks állomáson (1981-2010)



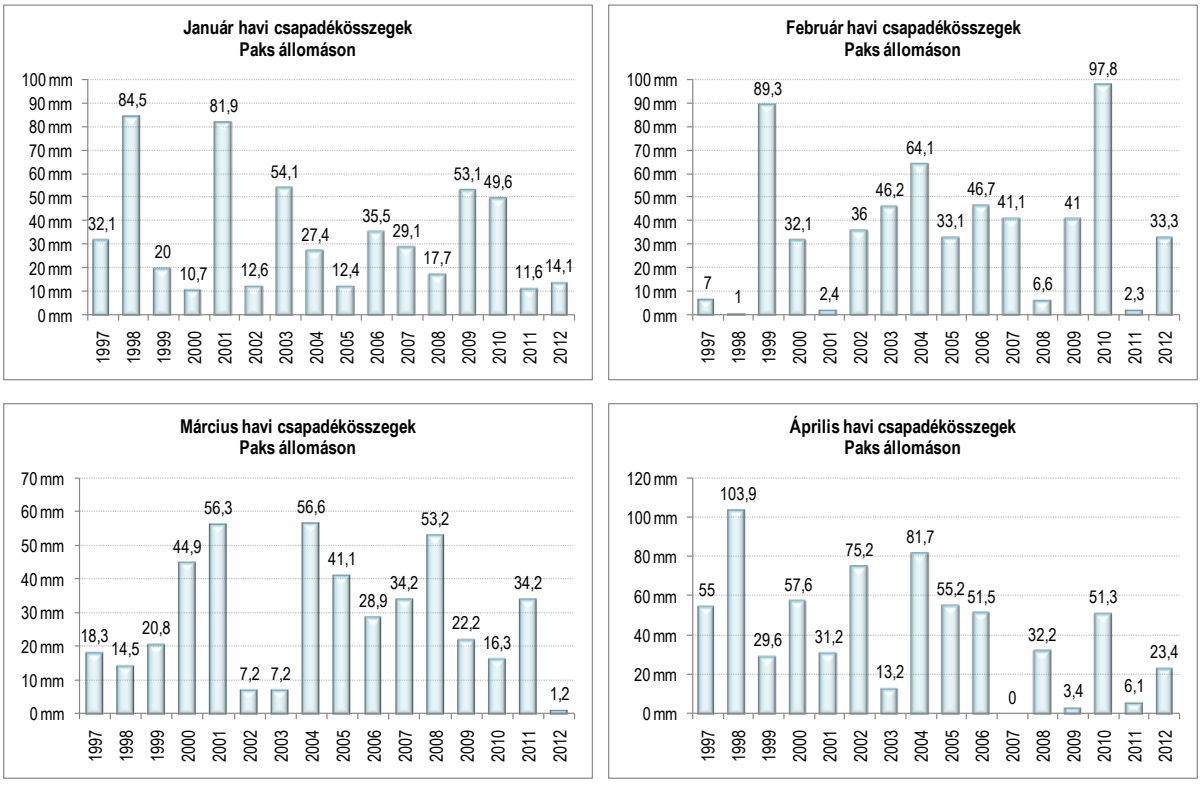
3.2.2.2-7. ábra: Átlagos havi csapadékösszegek [mm] Baja Csávoly állomáson (1981-2010)

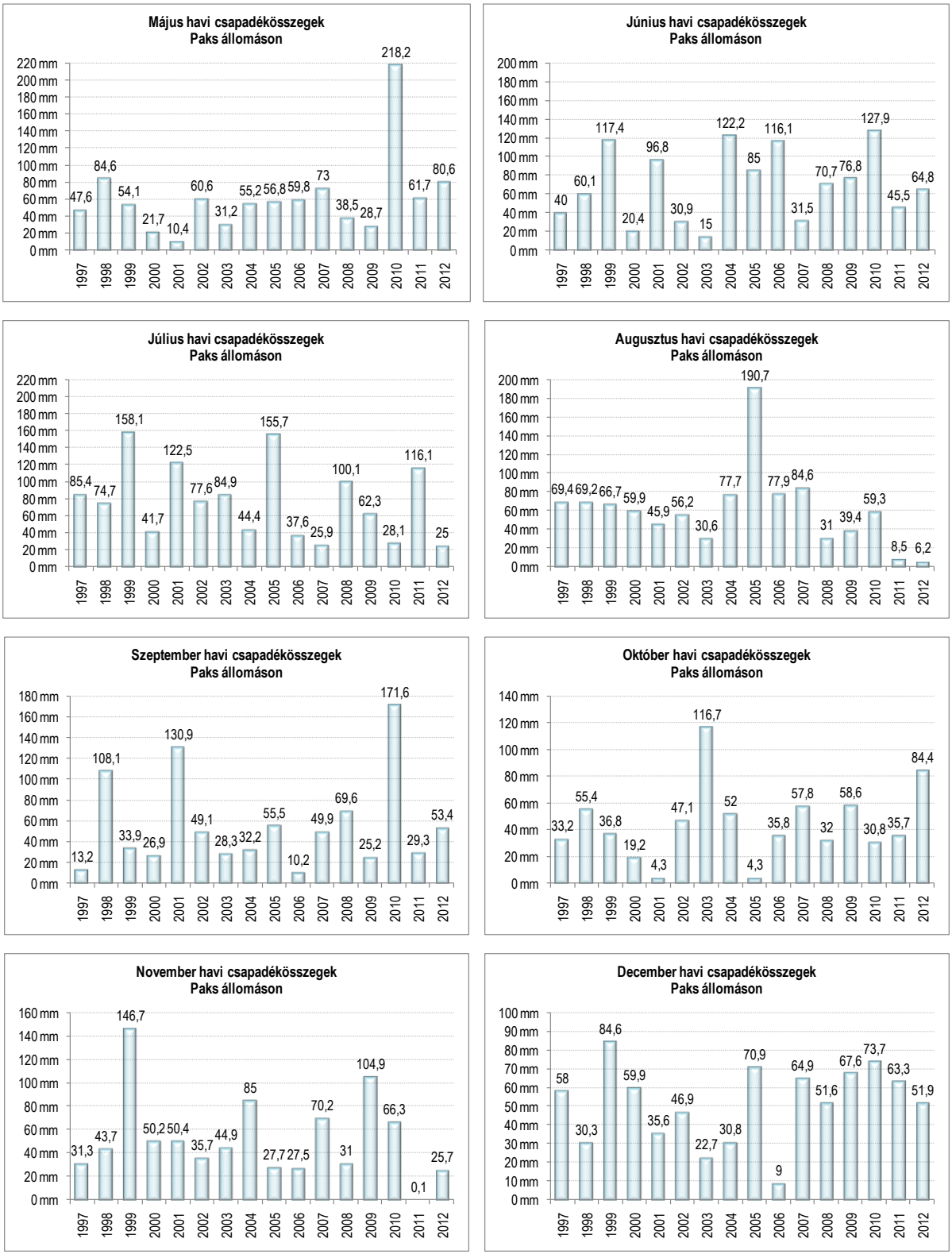


3.2.2.2-8. ábra: Átlagos havi csapadékösszegek [mm] Dunaújváros állomáson (1981-2010)



3.2.2.2-9. ábra: Átlagos havi csapadékösszegek [mm] Kalocsa Öregcsertő állomáson (1981-2010)





3.2.2.2-10. ábra: Havi csapadékösszegek [mm] 1997-2012 között Paks állomáson

3.2.2.3. Hóviszonyok, ónos eső, zivatar, jégeső, zúzmara, köd

3.2.2.3.1. HÓVISZONYOK

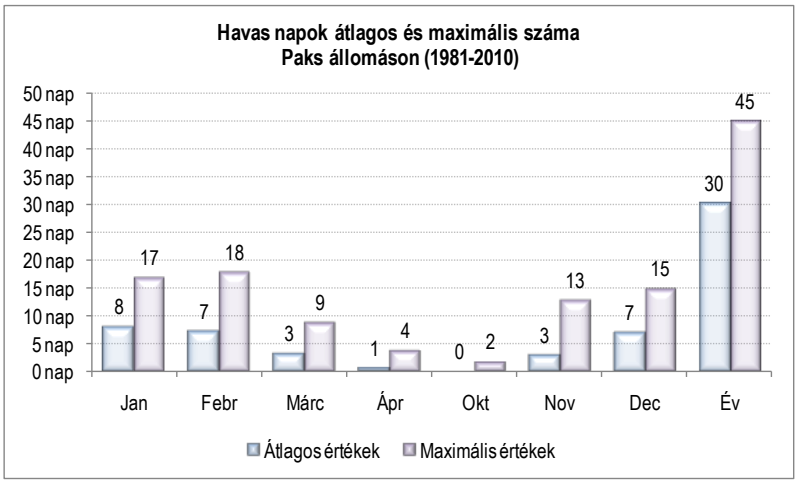
A havas napok (a csapadék hó formájában hullik) átlagos és maximális számát Paks állomásra a TBJ II. 3.2.2.3-1. ábra, Dunaújváros állomásra a TBJ II. 3.2.2.3-2. ábra, Kalocsa Öregcsertő állomásra a TBJ II. 3.2.2.3-3. ábra mutatja be.

A hótakarós napok (a talajfelszínt mérhető vastagságú (> 1 cm), egybefüggő hótakaró borítja) átlagos és maximális száma Paks állomásra a TBJ II. 3.2.2.3-4. ábrán, Dunaújváros állomásra a TBJ II. 3.2.2.3-5. ábrán, Kalocsa Öregcsertő állomásra a TBJ II. 3.2.2.3-6. ábrán látható.

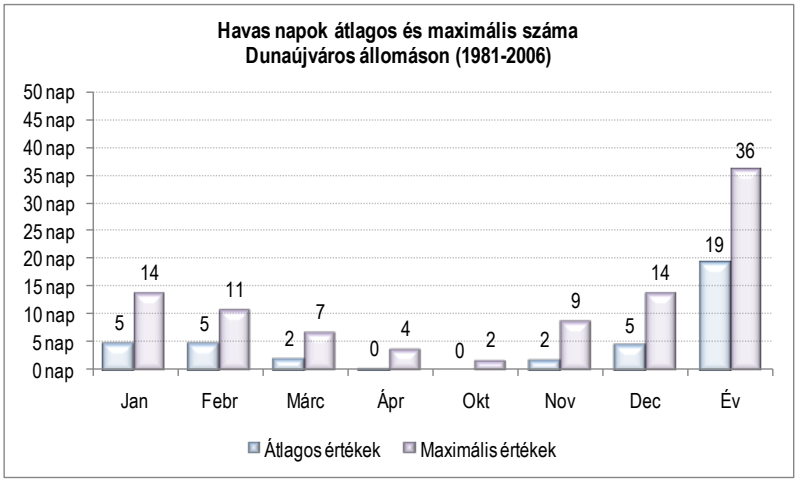
Paks állomáson évente átlagosan 30 napon hullik csapadék hó formájában, s átlagosan 29 napon figyelhető meg összefüggő hótakaró. Dunaújváros és Kalocsa Öregcsertő állomásokon a hótakarós napok száma hasonlóan alakul (31, illetve 30 nap), a havas napok száma azonban ezeken az állomásokon kevesebb, mint Paks állomáson, átlagosan csupán 19, illetve 20 napon hullik hócsapadék.

A legtöbb havas napot az 1981-2010-es időszakban a három állomás közül Pakson, 1986-ban és 1996-ban (45 nap) észleltek, a legtöbb hótakarós napot pedig Dunaújvárosban, 1996-ban (69 nap). A hó formájában hulló csapadék éven belüli előfordulását tekintve azt mondható, hogy legtöbbször januárban havazik, de a február és a december szorosan követik ebben. Az első havazásra Pakson általában november 15-től lehet számítani (legkorábban októberben), az utolsó havazás átlagos időpontja pedig március 29. (legkésőbb áprilisban). Hótakarós napból szintén január hónapban figyeltek meg a legtöbbet a térségben, alig előzve meg a február és a december hónapokat.

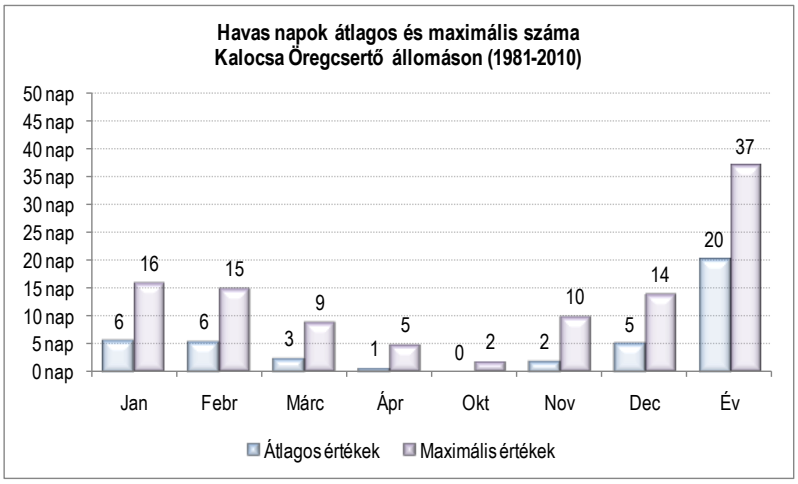
Összefüggő hótakaró megjelenésére Paks környékén legkorábban novemberben, utolsó előfordulására pedig legkésőbb áprilisban lehet számítani. A legintenzívebb hóolvadás általában február második és harmadik dekádjában történik. Az 1997-2012 közötti időszakban számos példa volt a hótakaró átlagostól eltérő, késői megmaradására. Például 2003. március első napjain, Paks 50 km-es környezetében helyenként 20-22 cm-es hóréteg borította a talajt, és a hótakaró március 8-ig megmaradt. 2004-ben a hótakarós időszak március 13-ig tartott. Ebben az évben március 9-én a hóréteg vastagsága egyes területeken (például Paks, Gyapa, Bikács környékén) elérte a 15-20 cm-t is. 2005-ben is késői volt a kitavaszodás, március 10-ig jelen volt a hóréteg Paks környékén (például március 8-án a környező csapadékmérő állomásokon 8-12 cm-es hóvastagságokat mértek). 1996-ban és 1997-ben pedig még április közepén is előfordult egy-egy hótakarós nap.



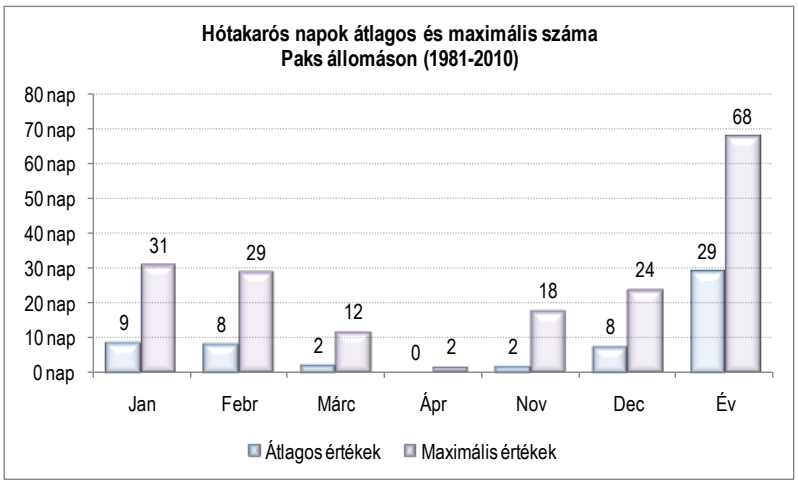
3.2.2.3-1. ábra: A havas napok átlagos és maximális száma havonta (1981-2010) Paks állomáson



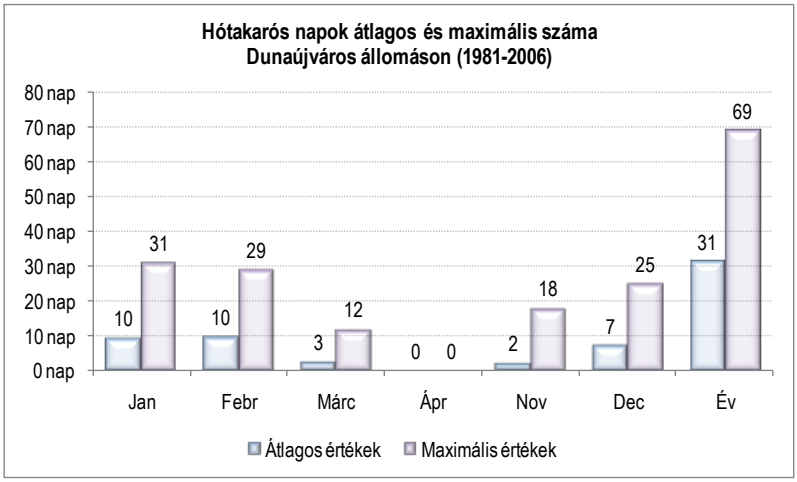
3.2.2.3-2. ábra: A havas napok átlagos és maximális száma havonta (1981-2006) Dunaújváros állomáson



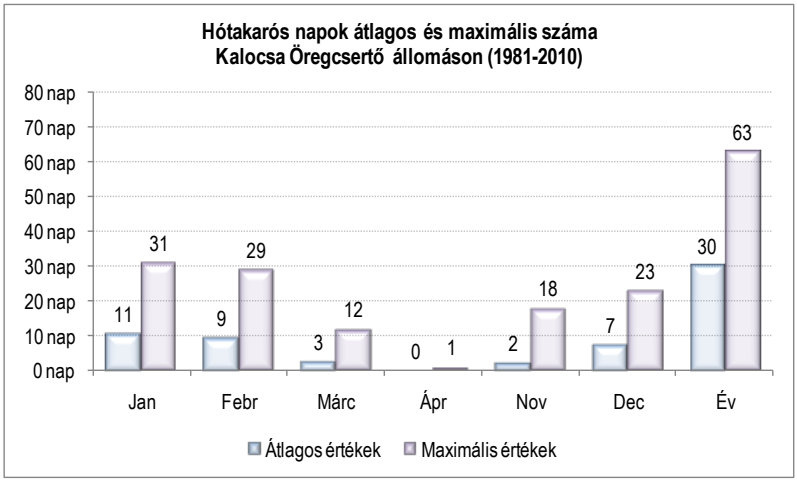
3.2.2.3-3. ábra: A havas napok átlagos és maximális száma havonta (1981-2010) Kalocsa Öregcsertő állomáson



3.2.2.3-4. ábra: A hótakarós napok átlagos és maximális száma havonta (1981-2010) Paks állomáson



3.2.2.3-5. ábra: A hótakarós napok átlagos és maximális száma havonta (1981-2006) Dunaújváros állomáson



3.2.2.3-6. ábra: A hótakarós napok átlagos és maximális száma havonta (1981-2010) Kalocsa Öregcsertő állomáson

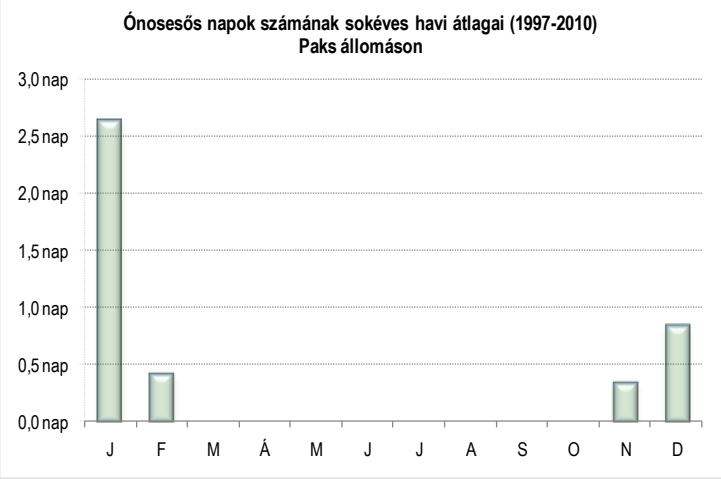
A maximális hótakaró átlagos vastagsága Paks állomáson 20 cm körül alakul, míg Dunaújváros esetében 39 cm, Kalocsa esetében pedig 33 cm.

A hó jellemzők szélsőséges értékeit a TBJ II. 3.4.3. alfejezet tartalmazza.

3.2.2.3.2. ÓNOS ESŐ

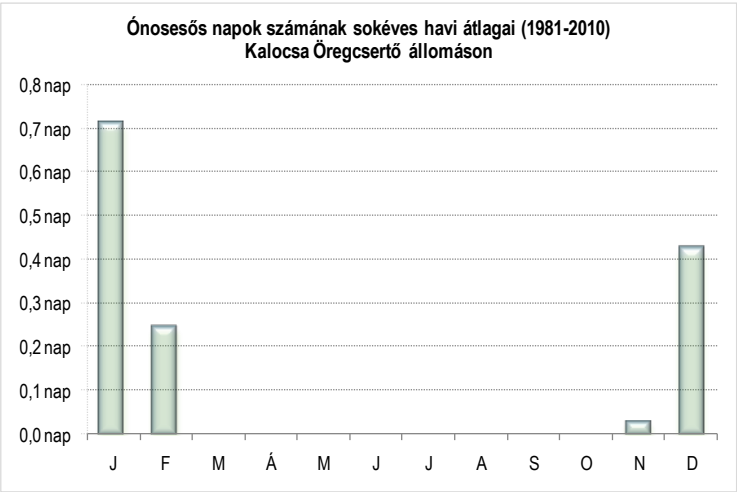
Az ónos eső folyékony halmazállapotú, de 0°C-nál alacsonyabb hőmérsékletű, túlhűlt vízcseppekből álló csapadék, amely a talajra hullva azonnal megfagy, jégbevonatot képez (a halmazállapot-változást az ütközés indítja el, és igen gyorsan, robbanásszerűen zajlik le).

Alábbi ábrákon a sokéves havi átlagok láthatók Paks (TBJ II. 3.2.2.3-7. ábra), Dunaújváros (TBJ II. 3.2.2.3-8. ábra) és Kalocsa Öregcsertő állomásokra (TBJ II. 3.2.2.3-9. ábra) vonatkozóan. A diagramok alapján egyértelműen a január emelhető ki a térségben, ebben a hónapban észlelték átlagosan a legtöbb ónos esős napot mindhárom állomáson. A január után a decemberi, majd a februári, végül a novemberi érték következik. Az 1981-2010-es referencia időszakban egyetlen alkalommal sem fordult elő március és október között ónos esős nap e három állomáson.



3.2.2.3-7. ábra: Ónos esős napok számának sokéves (1997-2010) havi átlagai Paks állomáson

3.2.2.3-8. ábra: Ónos esős napok számának sokéves (1981-2006) havi átlagai Dunaújváros állomáson



3.2.2.3-9. ábra: Ónos esős napok számának sokéves (1981-2010) havi átlagai Kalocsa Öregcsertő állomáson

3.2.2.3.3. ZIVATAR

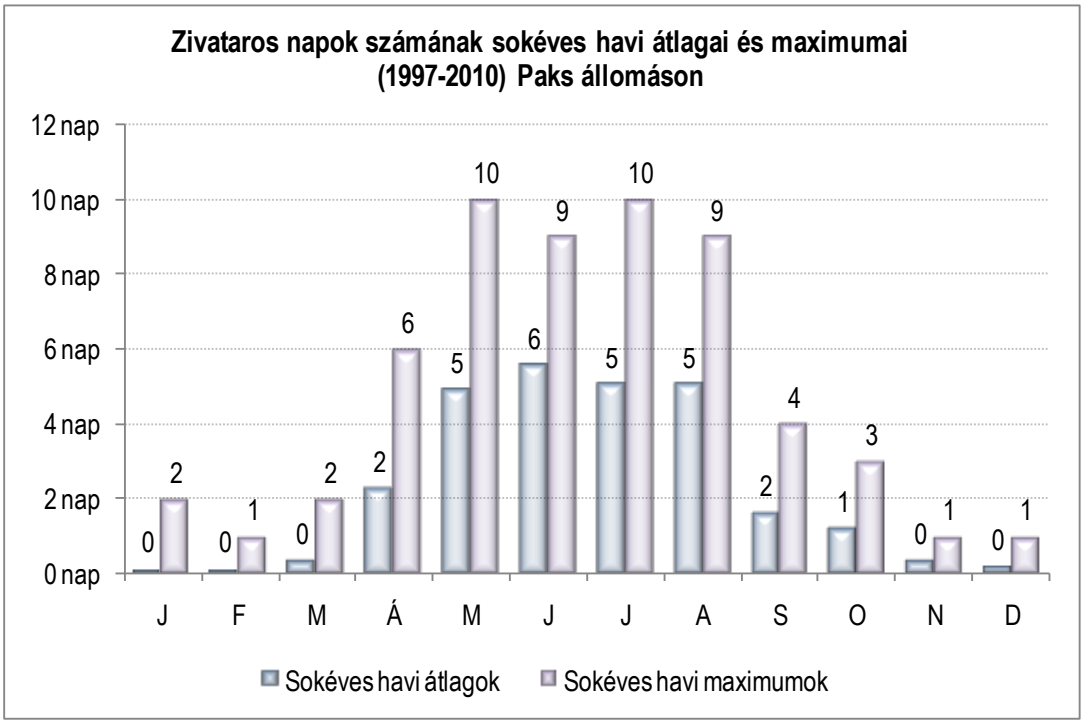
A meteorológia szaknyelvén a zivatar elektromos tevékenységet, villámkisülést és az általa keltett mennydörgést jelent. Tavasztól őszig a csapadékhulláshoz gyakran kapcsolódnak a felhők között vagy felhőn belül, valamint a felszín és a felhőszint között (ún. lecsapó villámok) villamos kisülések (a villámlás elemzése a TBJ II. 3.2.5. alfejezetben található). Zivatar csapadék nélkül is előfordulhat (száraz zivatar), de többnyire záporszerű, időnként felhőszakadás jellegű esővel, esetleg jégesővel jár együtt.

Paks állomáson évente átlagosan 27 zivatar jelenik meg (TBJ II. 3.2.2.3-10. ábra), ami valamivel meghaladja az országos átlagot (20-25 zivataros nap), sőt egyes években még 20-25%-os többlet is előfordul. A vizsgált időszakban (1997-2010.) maximálisan 36 zivatart figyeltek meg egy év alatt (1998-ban és 1999-ben). A zivataros idény áprilistól októberig tart, a főidény pedig a május-augusztusi időszak, ekkor átlagosan 5-6 zivatarra lehet számítani ezen az állomáson havonta, de az elmúlt években 9-10 is előfordult. Ritkábban márciusban és novemberben is észlelnek zivatart, sőt még télen is lehet zivatarokra számítani.

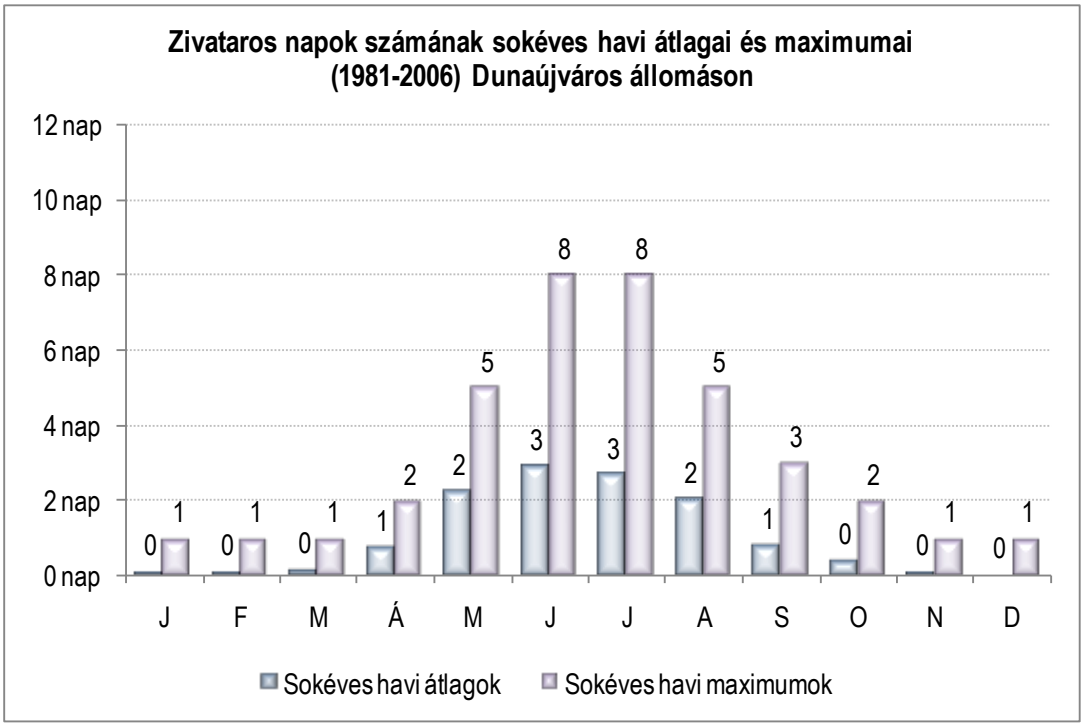
Dunaújváros esetében (TBJ II. 3.2.2.3-11. ábra) a legtöbb zivataros nap általában június-júliushoz köthető, majd a május következik, és decemberben figyelték meg legkevesebb alkalommal zivatar kialakulását az állomáson. A legtöbb zivatart egy éven belül 1999-ben regisztrálták, ekkor 20 napon figyeltek meg zivatartevékenységet Dunaújvárosban. A havi maximum a vizsgált időszakban június és július hónapokra esik (8-8 nap).

Kalocsa Öregcsertő állomáson (TBJ II. 3.2.2.3-12. ábra) a harmincéves átlag alapján a június a legzivatarosabb (átlagosan ~5 nap), majd június, augusztus és május következik, kis eltérésekkel, a legkevesebb zivataros napot pedig januárban figyelték meg. Az időszak éves maximuma az állomáson 32, ennyiszer észleltek zivataros napot 1984-ben és 1999-ben is. A hónapok közül májusban jelentkezett a maximum, 10 nap.

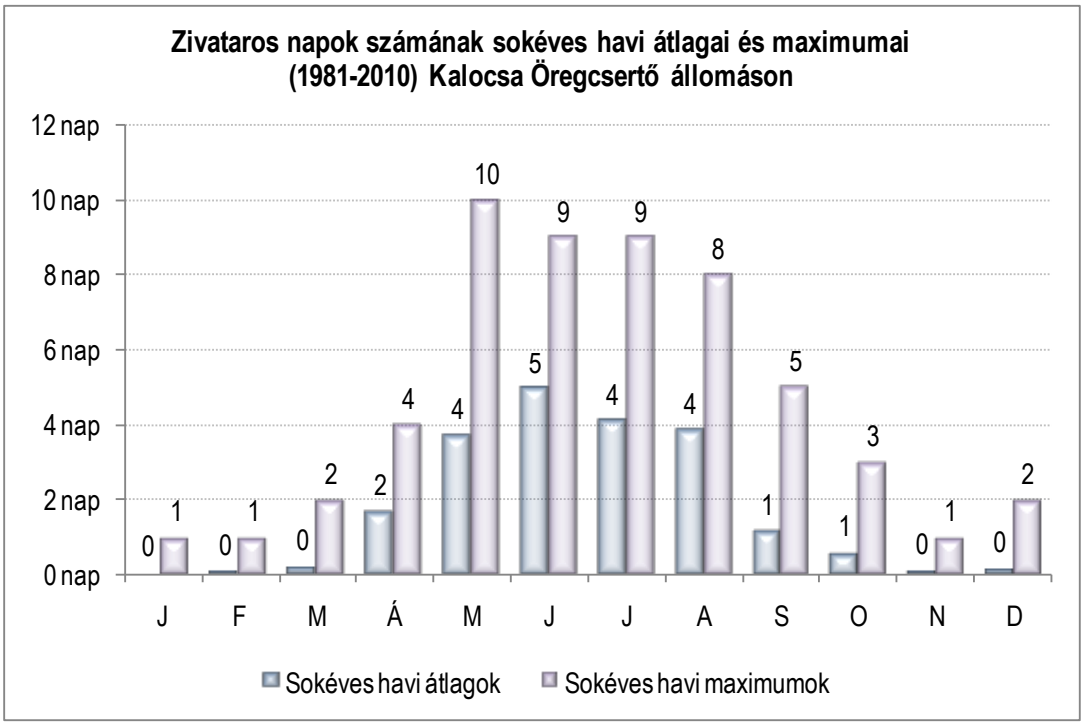
A zivatarok napi menetére általában jellemző, hogy leggyakrabban a délutáni órákban fordulnak elő, a másodmaximum pedig a késő esti órákban tapasztalható.



3.2.2.3-10. ábra. Zivataros napok számának sokéves (1997-2010) havi átlagai és maximumai Paks állomáson



3.2.2.3-11. ábra: Zivataros napok számának sokéves (1981-2006) havi átlagai és maximumai Dunaújváros állomáson



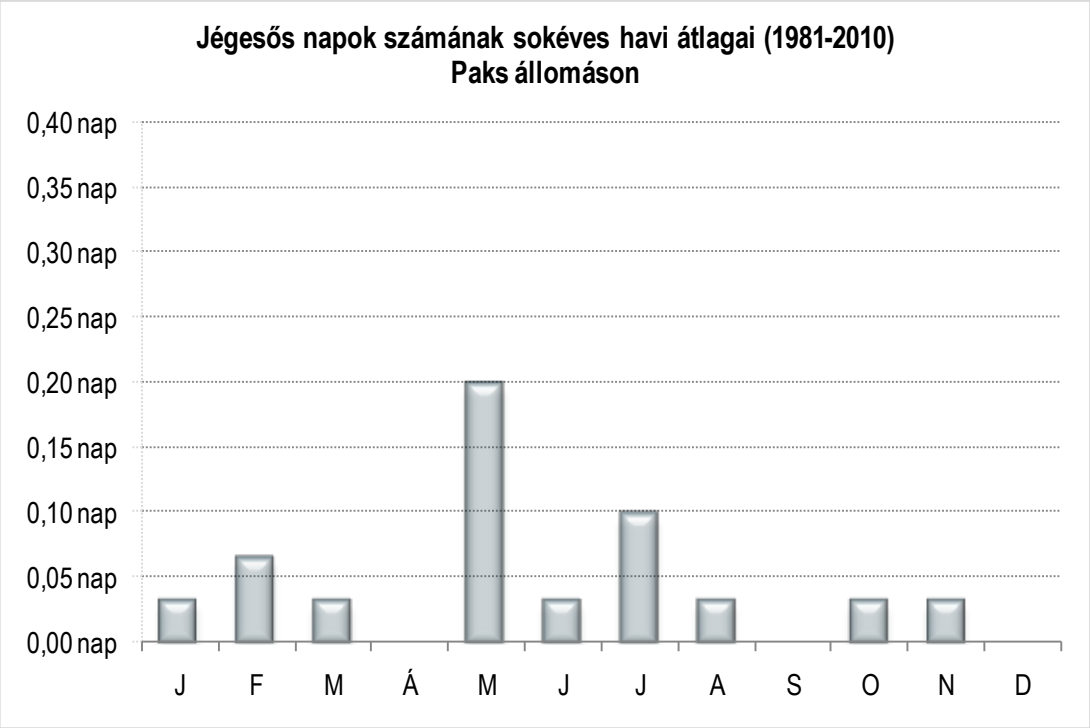
3.2.2.3-12. ábra: Zivataros napok számának sokéves (1981-2010) havi átlagai és maximumai Kalocsa Öregcsertő állomáson

3.2.2.3.4. JÉGESŐ

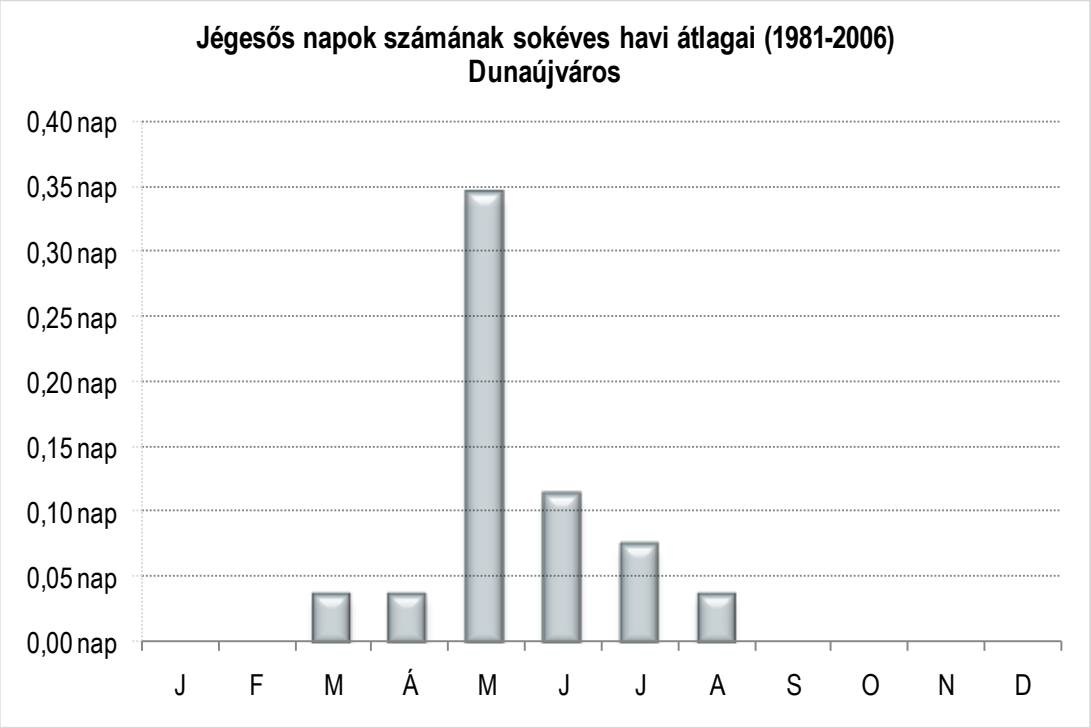
A következő ábrákon a jégesős napok átlagos havi számai láthatók Paks (TBJ II. 3.2.2.3-13. ábra), Dunaújváros (TBJ II. 3.2.2.3-14. ábra) és Kalocsa Öregcsertő (TBJ II. 3.2.2.3-15. ábra) állomásokra vonatkozóan. A három mérőhelyen igen eltérő éves menet figyelhető meg, mely a meteorológiai elem kis skálájának kiszámíthatatlanságára, rendszertelenségére vezethető vissza. A vizsgált időszakban a legtöbb jégesős nap mindhárom állomáson májusban alakult ki. Ez alól valamelyest kivétel Kalocsa Öregcsertő, mivel ott a májusi és júliusi érték megegyezik. Az ábrák skálájából azonban látható, hogy viszonylag ritka jelenség a jégeső, nem minden évben kell rá számítani.

A jégkárok csökkentése érdekében 1991-ben megalakult a talajgenerátoros módszert alkalmazó NEFELA Dél-magyarországi Jégesőelhárítási Egyesülés, amelynek tevékenysége Baranya-, Somogy- és Tolna megyére terjed ki [3-7]. A módszer lényege, hogy a talajgenerátoros jégeső-elhárítás során a talajfelszínen levő talajgenerátorok égető kéményéből kikerülő ezüstjodidot (AgI) juttatnak a felhőrétegbe, amelyek kondenzációs magvakként funkcionálnak és elősegítik a kis jégszemcsék képződését. A zivatarok kialakulását segítő meleg levegő feláramlás (konvekció), valamint a hidegfrontok előtt megfigyelhető nagy területen meglévő feláramlás segíti elő, hogy az ezüstjodid részecskék a felhőbe juthassanak. A talajgenerátoros jégeső-elhárítás megelőző, preventív módon működik, a területre kívülről érkező jégeső jégszemcséinek méretét nem tudja befolyásolni. A megfigyeléseket minden évben május 1-jén kezdik és egészen szeptember 30-ig végzik. Az észleléshez saját radarállomással rendelkeznek a hosszúhetényi Hármas hegyen, valamint figyelembe veszik az OMSz előrejelzéseit is.

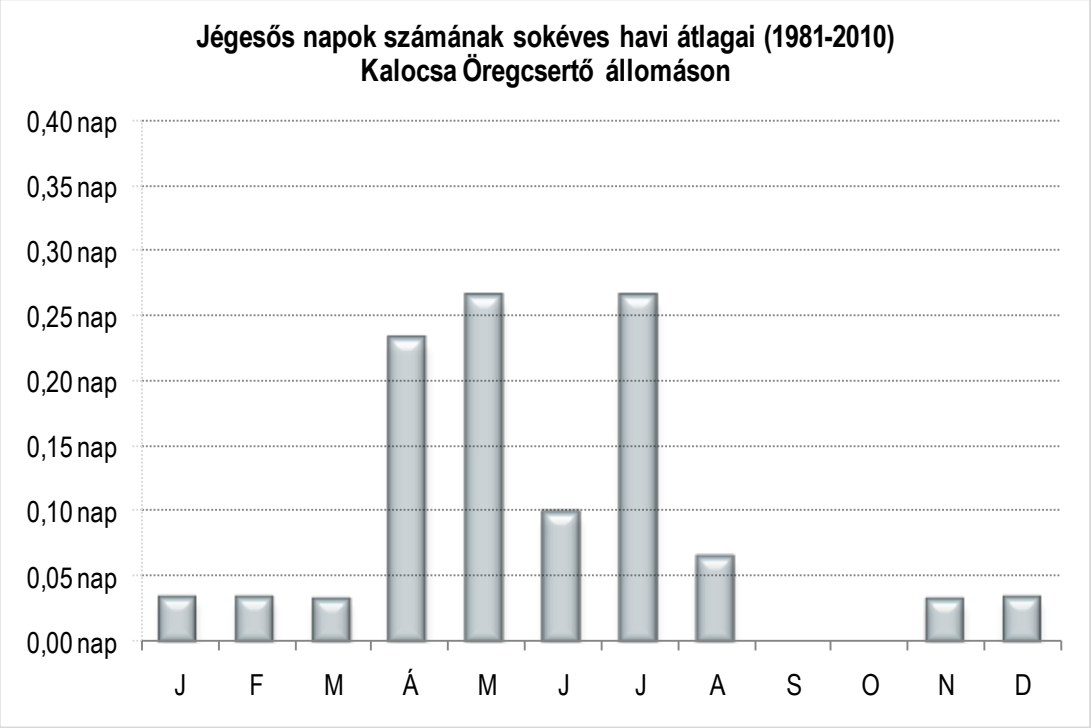
A paksi telephely közelében Dunaszentgyörgyön, Pusztahencsén és Paks-Gyapán található talajgenerátor.



3.2.2.3-13. ábra: Jégesős napok számának sokéves (1981-2010) havi átlagai Paks állomáson



3.2.2.3-14. ábra: Jégesős napok számának sokéves (1981-2006) havi átlagai Dunaújváros állomáson



3.2.2.3-15. ábra: Jégesős napok számának sokéves (1981-2010) havi átlagai Kalocsa Öregcsertő állomáson

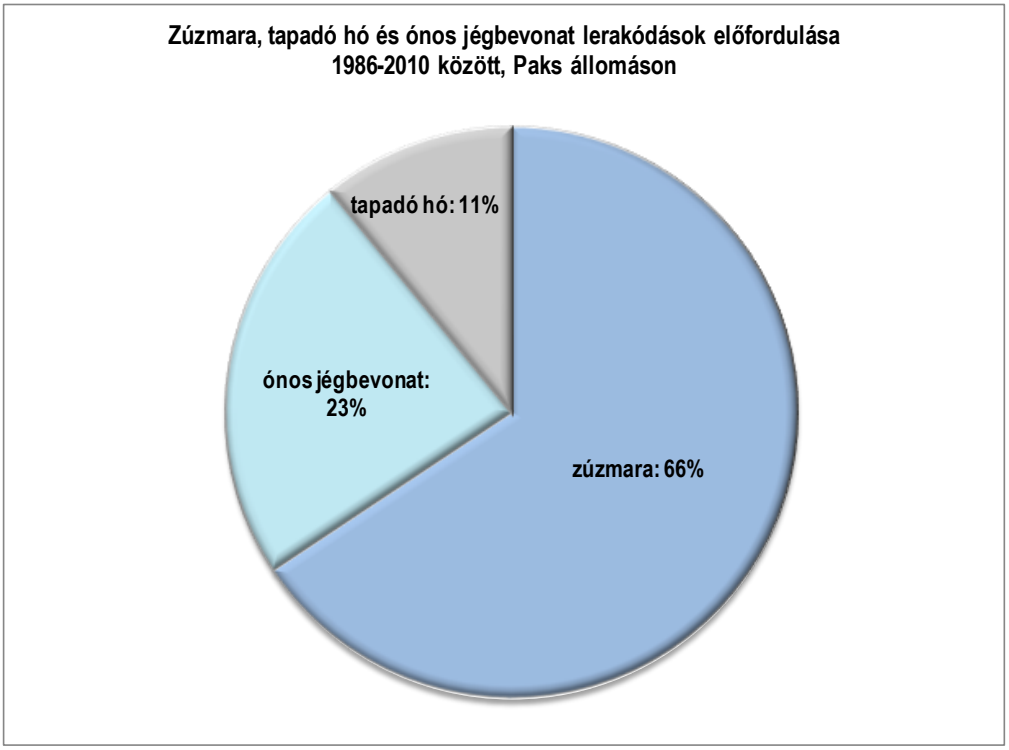
3.2.2.3.5. ZÚZMARA

A zúzmara mérések Paks állomáson 1985 novembere óta történnek 4 db 31 mm átmérőjű 1 méter hosszú távvezeték mintadarab alkalmazásával, amelyből kettő az észak-dél, kettő pedig a nyugat-kelet irányra áll merőlegesen a felszíntől számítva 2 m magasan.

A számításokhoz az 1986-2010-es időszak adatai lettek figyelembe véve.

A zúzmara lerakódásoknak hat fajtáját különböztetik meg: finom zúzmara, durva zúzmara, jeges durva zúzmara, ónos jégbevonat, fagyott tapadó hó és vizes tapadó hó. Ezeket három csoportra osztva (zúzmara, ónos jégbevonat és tapadó hó), a TBJ II. 3.2.2.3-16. ábrán látható, hogy milyen arányban fordultak elő a vizsgált 25 évben.

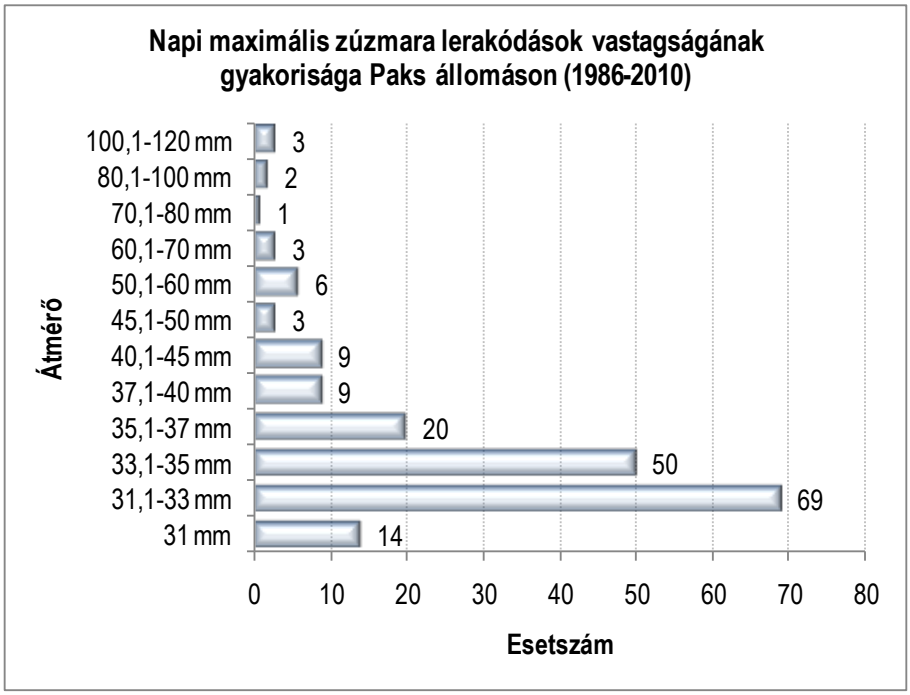
Az 1986-2010. közötti időszakban Paks állomáson összesen 109 napon észleltek zúzmara, 18 napon tapadó hó és 39 napon ónos jégbevonat lerakódásokat. Tehát legtöbbször, 66%-ban valamilyen zúzmara jelentkezett a mérések során, ónos jégbevonat az esetek 23%-ában fordult elő, tapadó hó pedig 11%-ban.



3.2.2.3-16. ábra: Zúzmarafajták (zúzmara, tapadó hó és ónos jégbevonat) előfordulása 1986-2010 között, Paks állomáson

3.2.2.3.5.1. A zúzmara lerakódások vastagsága

A zúzmara lerakódások megfigyelt mennyiségét elsőként vastagságuk gyakorisági eloszlásával jellemezik (TBJ II. 3.2.2.3-17. ábra). Mivel a zúzmara mérése 31 mm vastagságú vezetéken történik, és a mérés során az együttes vastagságot regisztrálják, a legalacsonyabb mért értékek nem lehetnek kisebbek 31 mm-nél. A zúzmaravastagság értéke akkor 31 mm, amikor a vezetéken helyenként már látható valamilyen lerakódás, de még nem mérhető vastagságban. A könnyebb elemzés érdekében a hisztogramok beosztása nem egyenletes, minél kevesebb eset van, annál nagyobb értékközökbe lettek besorolva.



3.2.2.3-17. ábra: A napi maximális zúzmara lerakódások vastagságának abszolút gyakorisága Paks állomáson (1986-2010)

A lerakódások vastagsága az esetek több mint harmadában 33 mm alatt maradt, az esetek több mint 70%-ában pedig 35 mm alatt. Az időszakban mért legnagyobb vastagság az 1999. december 20–án regisztrált 119 mm volt. Egy évben átlagosan 8 napon észleltek zúzmara lerakódást Paks állomáson (a legtöbbször, 19 napon 2003-ban).

3.2.2.3.5.2. A zúzmara lerakódások víztartalma

A vastagságon kívül a lerakódások sűrűsége, ezáltal tömege is nagyon fontos jellemző. A zúzmara lerakódások víztartalmának abszolút gyakorisága a TBJ II. 3.2.2.3-18. ábrán látható.

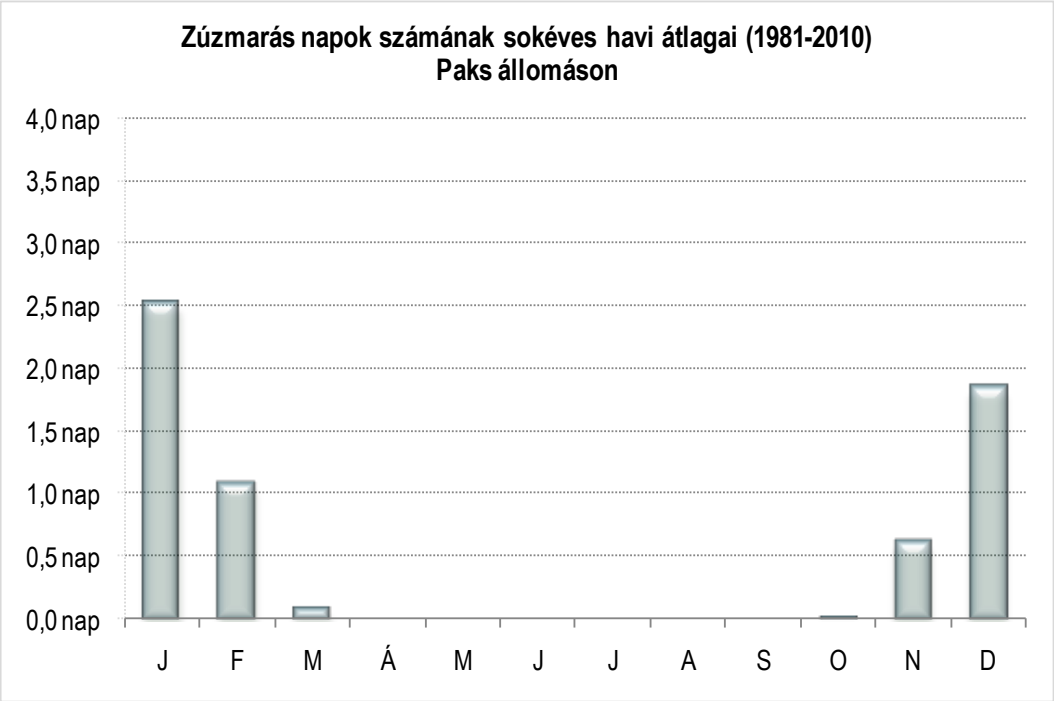
3.2.2.3-18. ábra: A napi maximális zúzmara lerakódások víztartalmának abszolút gyakorisága Paks állomáson (1986-2010)

Az abszolút gyakorisági ábrán látható, hogy a lerakódások víztartalmai igen széles skálán mozognak. Az esetek 80%-ban 40 g alatti értékeket mértek, a maradék 20%-ban azonban előfordultak igen nagy értékek is. A legnagyobb víztartalmat, 424 g-ot 2003. február 5-én regisztrálták.

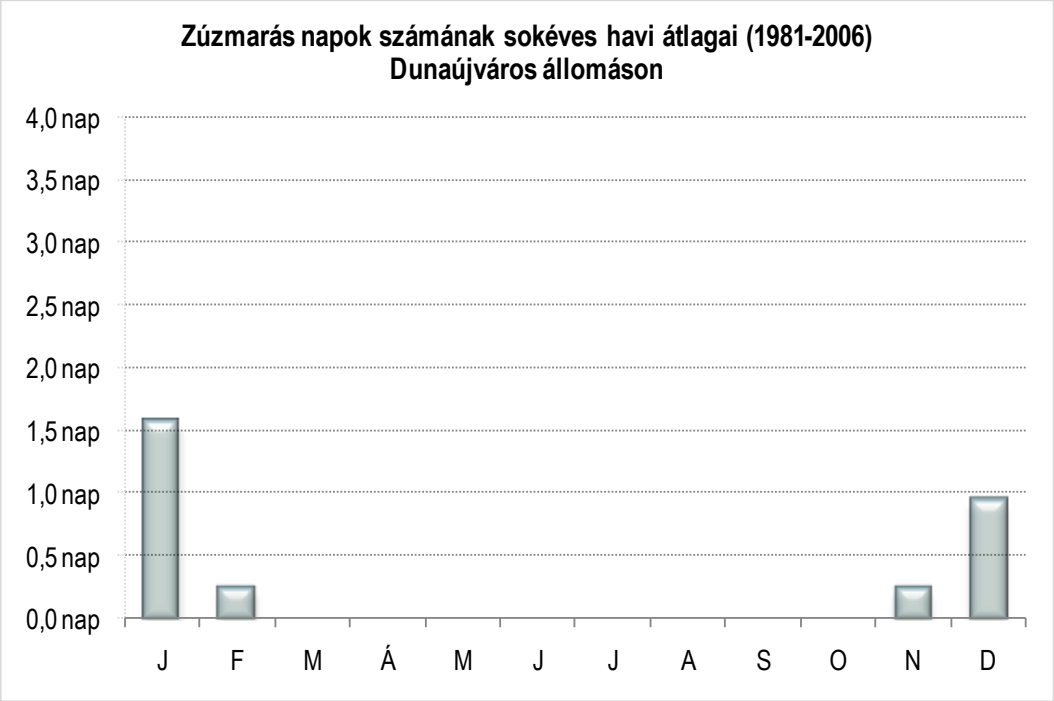
3.2.2.3.5.3. Zúzmarás napok száma

A térségben a zúzmarás napok (azon napok, melyeken zúzmarát észleltek) átlagos havi száma Paks állomásra a TBJ II. 3.2.2.3-19. ábrán, Dunaújváros állomásra a TBJ II. 3.2.2.3-20. ábrán és Kalocsa Öregcsertő állomásra a TBJ II. 3.2.2.3-21. ábrán látható.

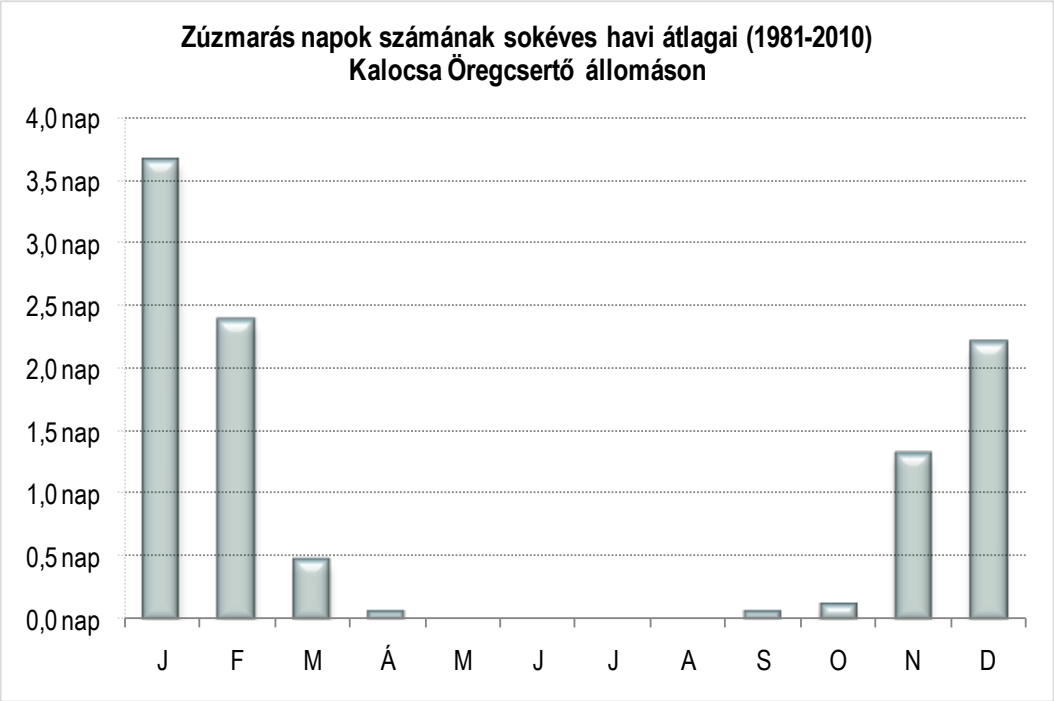
A zúzmara megjelenése a téli időszakhoz köthető, ugyanakkor kismértékben ősszel és a tavasz elején is lehet számítani rá. Mindhárom vizsgált állomáson januárban figyelték meg átlagosan a legtöbb zúzmarás napot, áprilistól szeptemberig pedig egyáltalán nem alakult ki a térségben zúzmara. Évről évre azonban igen nagy a változékonyság a hónapokban, van, hogy 1-2 év is eltelik anélkül, hogy zúzmarát észlelnének, míg például 1982 januárjában 7 zúzmarás napot is megfigyeltek Dunaújváros állomáson, 1998 decemberében pedig 8 napot Paks állomáson.



3.2.2.3-19. ábra: Zúzmarás napok számának sokéves (1981-2010) havi átlagai Paks állomáson



3.2.2.3-20. ábra: Zúzmarás napok számának sokéves (1981-2006) havi átlagai Dunaújváros állomáson



3.2.2.3-21. ábra: Zúzmarás napok számának sokéves (1981-2010) havi átlagai Kalocsa Öregcsertő állomáson

3.2.2.3.6. KÖD, LÁTÁSTÁVOLSÁG

3.2.2.3.6.1. Köd

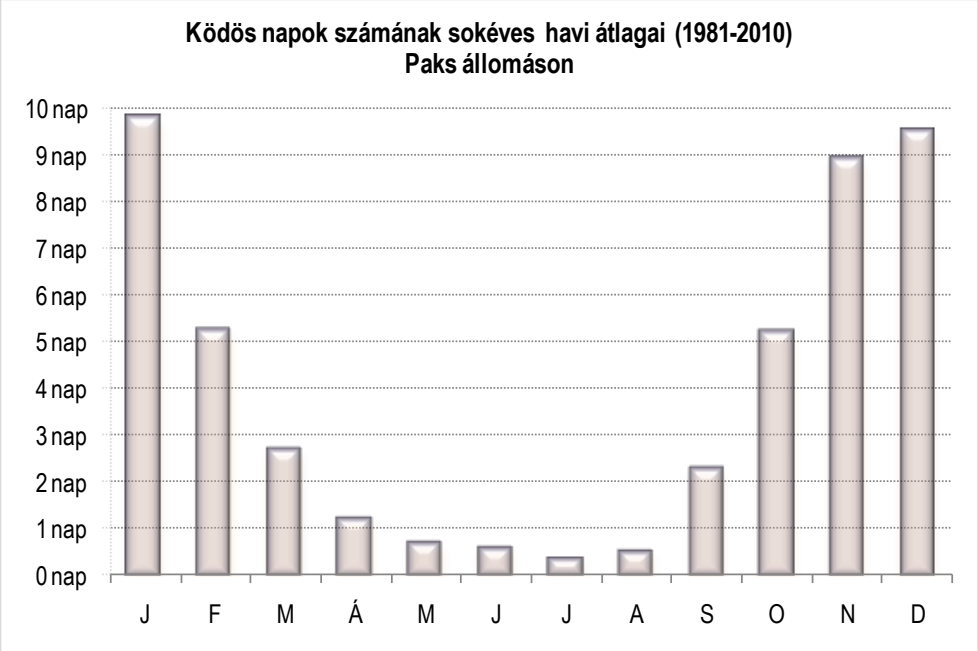
A meteorológiában azokat a napokat nevezik ködös napnak, amelyeken – időtartamtól függetlenül – a párásság olyan sűrűvé válik, hogy a vízszintes látástávolság 1 km alá csökken, azaz köd észlelhető.

A köd kialakításában más légköri jelenség is részt vehet, nevezetesen a magasabb légtérben egy ún. záróréteg (inverzió) megléte, mely mintegy lezárja a függőleges légrészecske cserét, és így az alsó légrétegben összegyűlt légszennyező anyagok nem tudnak eltávozni. Ezek a részecskék pedig újabb kondenzációs magvakat képeznek, amikre további vízgőz tud kicsapódni (szmog). De köd kialakulhat bizonyos térszíni formák hatására is.

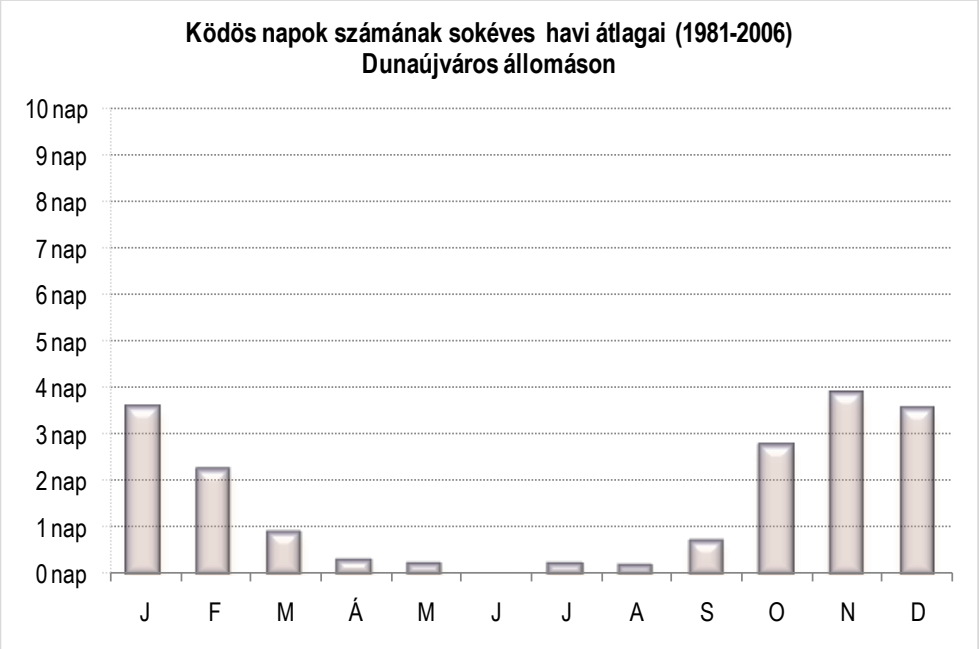
Ködös napból jellemzően a téli hónapokban fordul elő a legtöbb Paks területén (TBJ II. 3.2.2.3-22. ábra), azok közül is a legtöbbször januárban (átlagérték: ~10 nap) figyelhető meg a jelenség. Ezt követi a december, majd a november. Az 1981-2010. közötti időszakban legkevesebbszer júliusban alakult ki köd Pakson, ugyanakkor nincs olyan hónap, amikor teljesen valószínűtlen lenne a ködképződés.

Dunaújvárosban a legtöbb ködös nap november folyamán figyelhető meg az 1981-2006. időszak átlagait tekintve (TBJ II. 3.2.2.3-23. ábra). Januárban és decemberben szinte ugyanannyiszor képződött köd, októberben ennél kicsit kevesebbszer. A legkevesebb ködös napot átlagosan júniusban jegyezték. Ezen az állomáson a havi átlagok a paksi értékek körülbelül felének adódtak, mely valószínűleg a földrajzi sajátosságoknak tudható be.

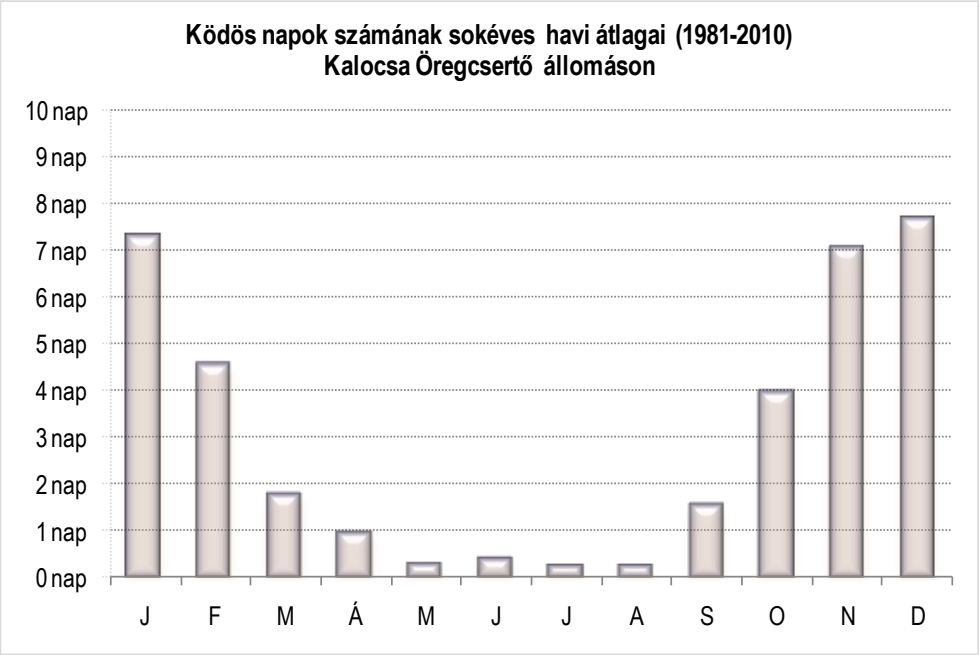
Kalocsa Öregcsertő állomás környezetében az 1981-2010-es átlag alapján (TBJ II. 3.2.2.3-24. ábra) decemberben alakul ki a legtöbb ködös nap (~7 nap). Ezt követi a január, majd a novemberi érték. Tavasztól őszig kevesebb köd alakul ki, és legkevésbé júliusra, illetve augusztusra jellemző a ködképződés.



3.2.2.3-22. ábra: Ködös napok számának sokéves (1981-2010) havi átlagai Paks állomáson



3.2.2.3-23. ábra: Ködös napok számának sokéves (1981-2006) havi átlagai Dunaújváros állomáson



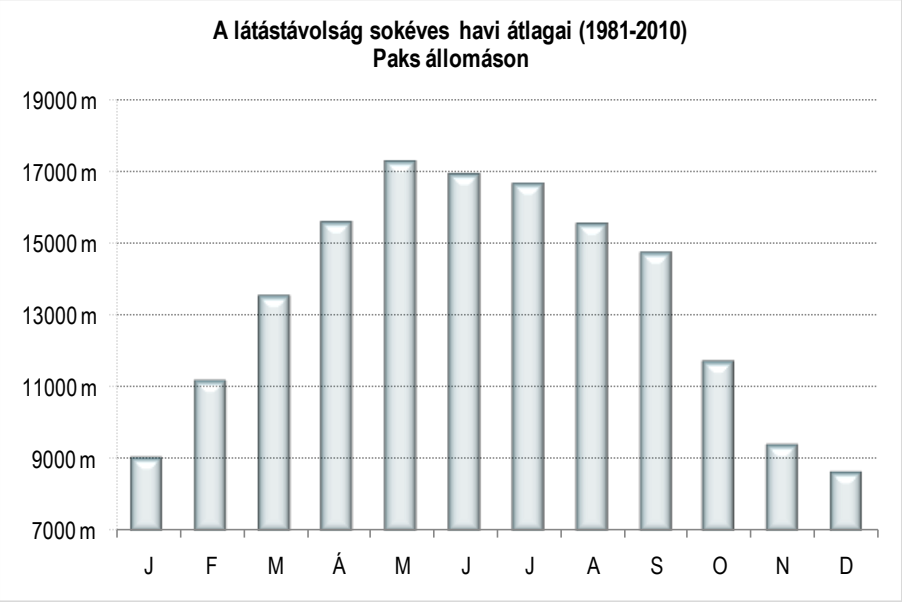
3.2.2.3-24. ábra: Ködös napok számának sokéves (1981-2010) havi átlagai Kalocsa Öregcsertő állomáson

3.2.2.3.6.2. Látástávolság

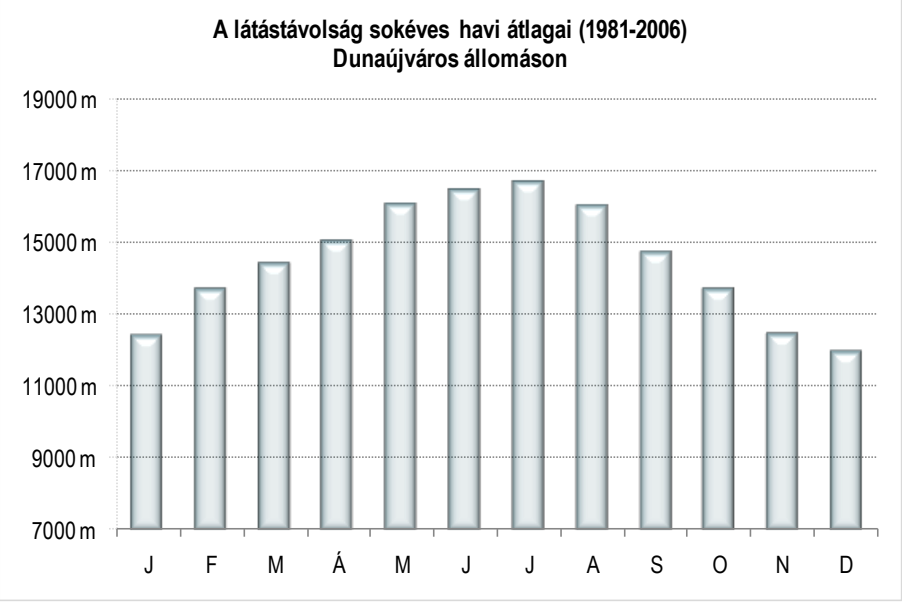
A látástávolság igen tág határok között változik. Sok tényező befolyásolja, a távolságon kívül leginkább a levegőben lévő idegen anyagok (por, füst, pára, vízcseppek, stb.) mennyiségétől függ.

A következő diagramokon láthatók Paks (TBJ II. 3.2.2.3-25. ábra), Dunaújváros (TBJ II. 3.2.2.3-26. ábra) és Kalocsa Öregcsertő (TBJ II. 3.2.2.3-27. ábra) állomásokon mért

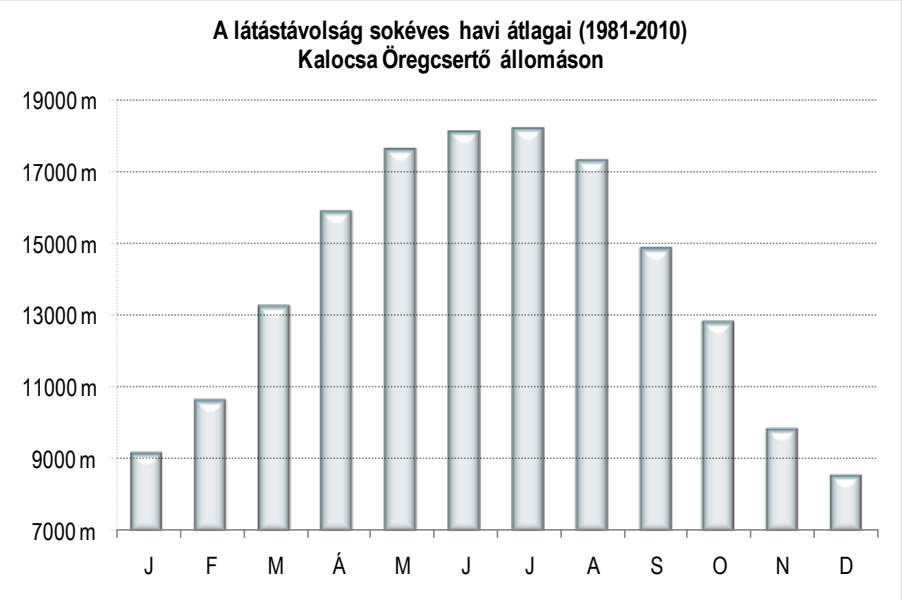
látástávolságok sokéves havi átlagai, melyekből kitűnik, hogy a látás távolsága általában nyáron a legjobb és télen a leggyengébb. Paks esetében májusban láthatjuk a legnagyobb havi átlagot, 17,3 km-t, míg a másik két állomáson júliusban jelentkezett a maximum (Dunaújvárosban 16,7 km, Kalocsa Öregcsertőn 18,2 km). A legkisebb látástávolságokat mindhárom állomáson decemberben szokták mérni (Paks: 8,7 km, Dunaújváros: 12 km, Kalocsa Öregcsertő: 8,6 km). A legnagyobb éves menetet Kalocsa hisztogramja írja le, míg Dunaújvárosnál jóval kisebb éven belüli ingás látható.



3.2.2.3-25. ábra: A látástávolság sokéves (1981-2010) havi átlagai Paks állomáson



3.2.2.3-26. ábra: A látástávolság sokéves (1981-2006) havi átlagai Dunaújváros állomáson

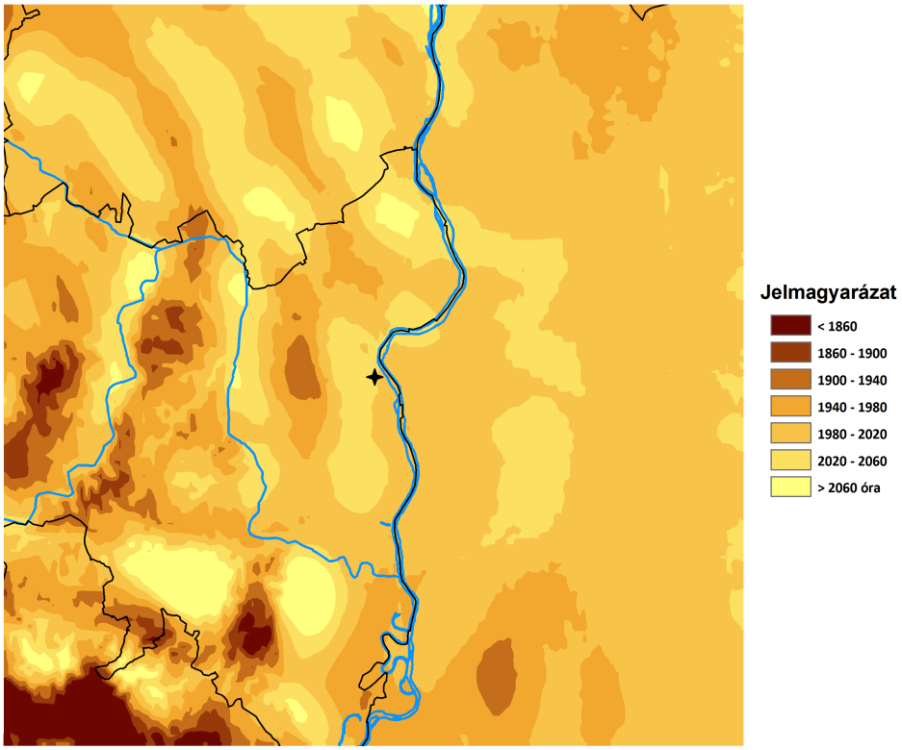


3.2.2.3-27. ábra: A látástávolság sokéves (1981-2010) havi átlagai Kalocsa Öregcsertő állomáson

3.2.2.4. Napfénytartam

Napfénytartamnak a napsütéses órák számát nevezik, azon órák számát, amikor árnyékvetéssel süt a Nap, és a talajfelszínt közvetlen sugárzás éri. A napfénytartam órákban kifejezett értéke tehát a direkt napsugárzás időtartamát fejezi ki.

A TBJ II. 3.2.2.4-1. ábra térképén az éves napfénytartam térbeli eloszlását látható Paks 50 km-es környezetében. Paks közvetlen környezete körülbelül 2000 óra napsütést kap évente (a paksi telephelyet a fekete csillag jelöli).

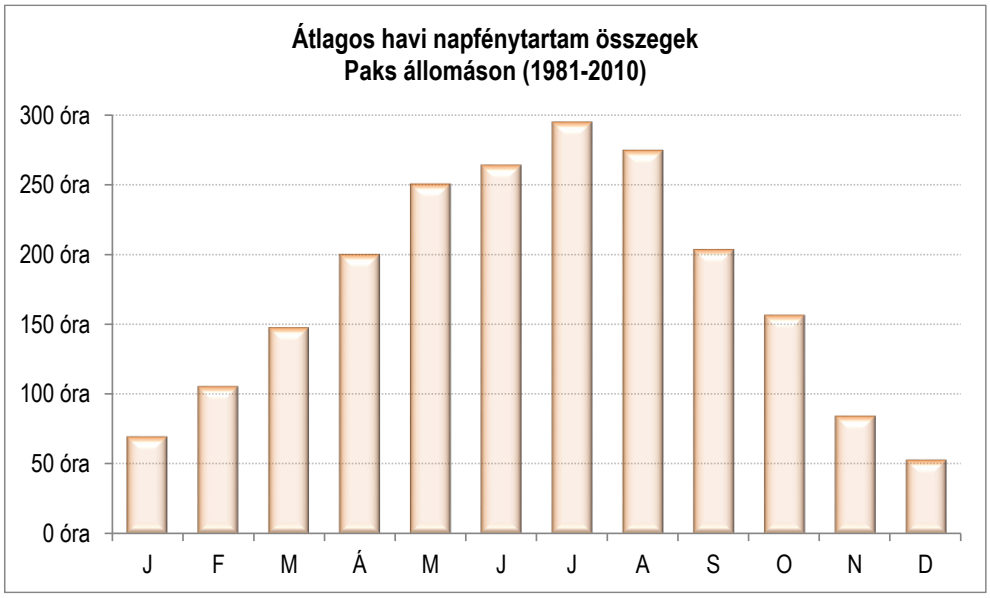


3.2.2.4-1. ábra: Az éves napfénytartam összeg sokéves átlagának (1981-2010) térbeli eloszlása Paks 50 km-es környezetében

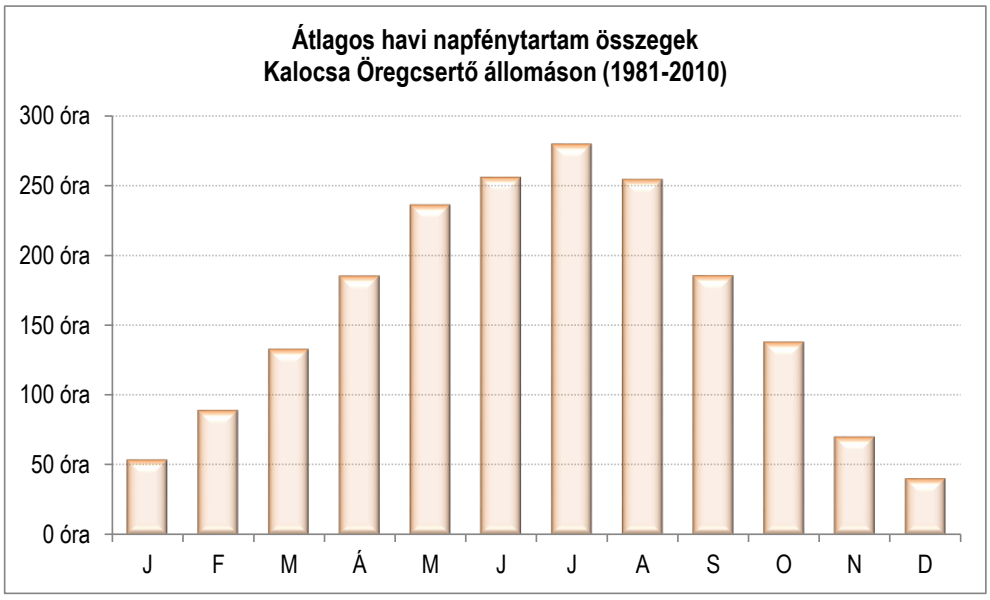
A TBJ II. 3.2.2.4-2. ábra Paks, a TBJ II. 3.2.2.4-3. ábra Kalocsa Őregcsertő állomás havi napfénytartamok sokévi átlagát (1981-2010) mutatja. (Baja Csávoly és Dunaújváros állomáson nincs napfénytartam mérés.)

Az ábrák alapján elmondható, hogy Paks térségében a napfényben legszegényebb hónap a december, a nagy borultság és a rövid nappalok miatt; ekkor az átlagos havi napfénytartam Pakson mindössze 53 óra, Kalocsán 40 óra.

Május-augusztus hónapok a napsütésben leggazdagabbak, ekkor átlagosan 250 óra feletti havi értékek jelentkeztek e két állomáson, s ezek közül is a július hónap volt a legderültebb az elmúlt 30 év átlagában (Pakson közel 300 órával), utána következik az augusztus és a június. A nyári félév napfénytartama közel két és félszerese a téli félévének.



3.2.2.4-2. ábra: A havi napfénytartamok [óra] sokévi (1981-2010) átlagai Paks állomáson



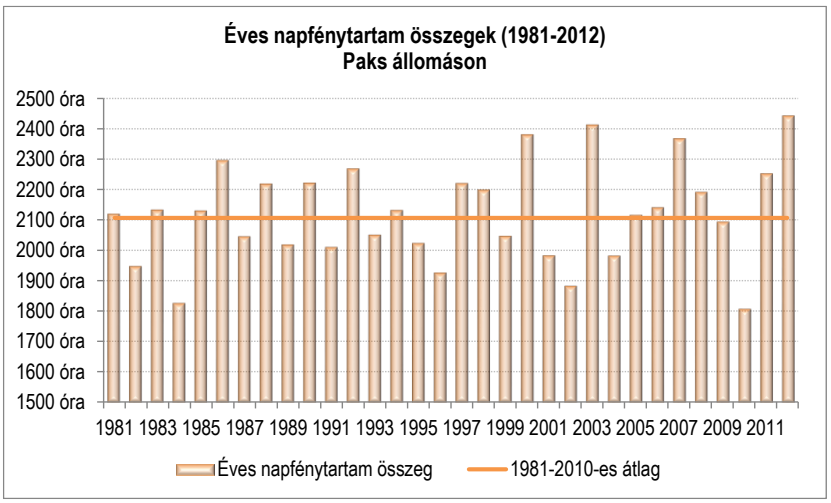
3.2.2.4-3. ábra: A havi napfénytartamok [óra] sokévi (1981-2010) átlagai Kalocsa Öregcsertő állomáson

Pakson a rendszeres mérések kezdete óta 2000 decemberében mérték a legkevesebb napfénytartam összeget, csupán 15 órát a hónapban. A szélsőségesen csapadékos 2005 augusztusban (190 óra) és 2010. májusban (172 óra) is igen kevés volt a napfény, 2003 májusában (304 óra) és 2000 júniusában (357 óra) viszont feltűnően magas értékeket mértek.

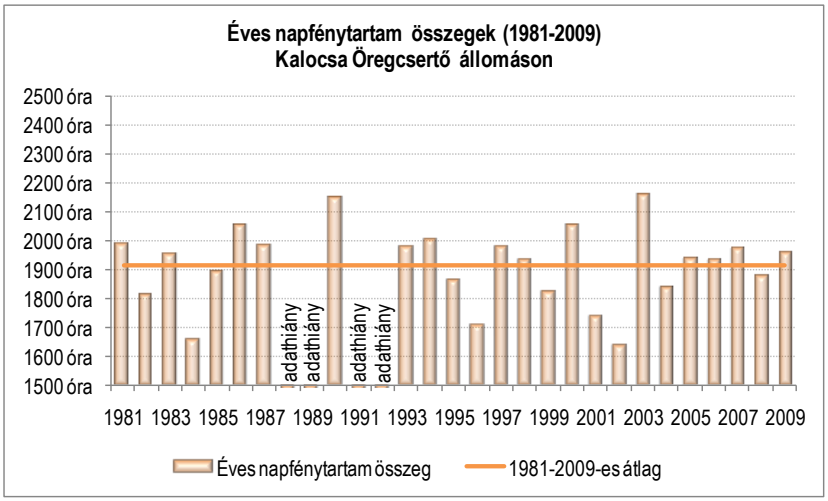
A következő TBJ II. 3.2.2.4-4. ábrán Pakson (1981-2012), a TBJ II. 3.2.2.4-5. ábrán Kalocsa Öregcsertőn (1981-2009.) mért éves napfénytartam összegek, valamint a sokéves átlagok láthatók.

A legnagyobb éves értéket 2012-ben mérték Pakson (2442 óra), a legkisebbet pedig a rendkívül csapadékos 2010-es évben (1818 óra), míg Kalocsán a 2003-as év volt a legnapsütésesebb (2158 óra), 2002 pedig a legkevésbé (1641 óra). (Ezen az állomáson 2010-től megszűnt a napfénytartam mérés; valószínűsíthető, hogy Pakssal megegyezően, itt is 2010-ben és 2012-ben fordulhatott elő a két szélsőérték.)

Kalocsa Öregcsertő állomáson kisebb éves értékek jellemzőek, mint Pakson, a sokéves átlag 190 órával kevesebb.



3.2.2.4-4. ábra: Éves napfénytartam összegek [óra], valamint az 1981-2010-es sokévi átlagérték Paks állomáson



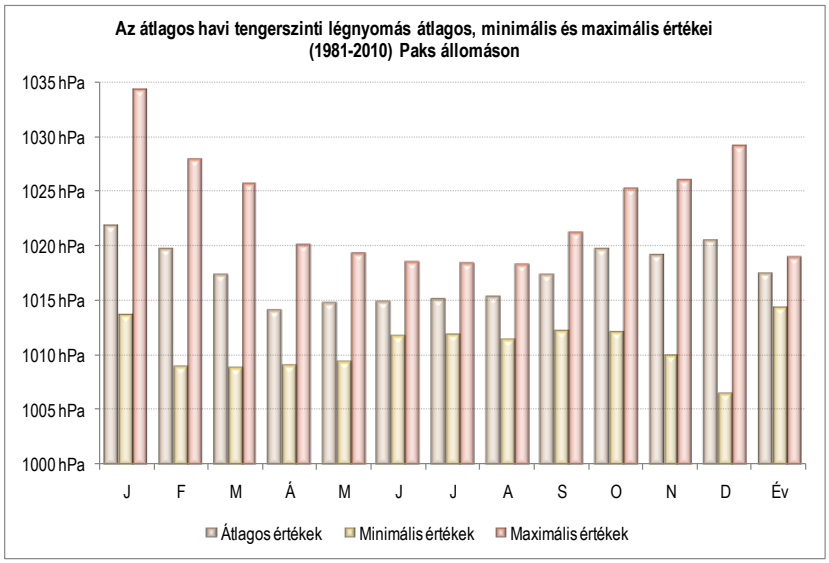
3.2.2.4-5. ábra: Éves napfénytartam összegek [óra], valamint az 1981-2009-es sokévi átlagérték Kalocsa Öregcsertő állomáson

3.2.2.5. Légnyomás, felhőzet, párolgás

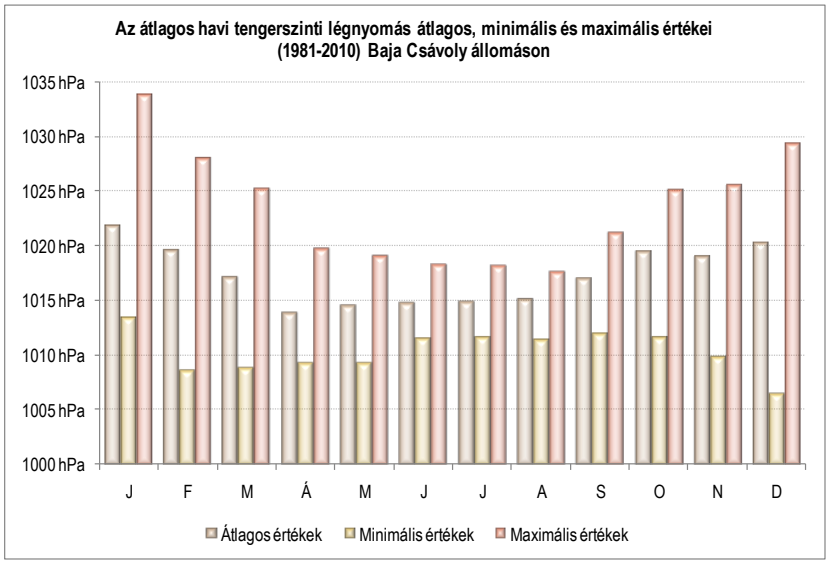
3.2.2.5.1. LÉGNYOMÁS

A légnyomás-mező változásának figyelemmel kíséréséhez a tengerszintre átszámított légnyomás értékeket alkalmazzák, mert a tényleges légnyomás adataiban elsősorban a megfigyelő helyek eltérő magassága rajzolódna ki.

Paks állomáson az évi átlagos tengerszinti légnyomás 1017,5 hPa, Baja Csávoly állomáson pedig 1017,3 hPa. Az éven belüli változások Paks állomás esetében a TBJ II. 3.2.2.5-1. ábrán, Kalocsa Öregcsertő állomáson pedig a TBJ II. 3.2.2.5-2. ábrán láthatók. A változások az országos trendhez hasonlóak, a legmagasabb értékek általában januárban (~1022 hPa mindkét állomáson), a legalacsonyabbak áprilisban fordulnak elő (~1014 hPa).



3.2.2.5-1. ábra: A havi átlagos tengerszinti légnyomás [hPa] sokévi átlaga, minimuma és maximuma (1981-2010) Paks állomáson



3.2.2.5-2. ábra: A havi átlagos tengerszinti légnyomás [hPa] sokévi átlaga, minimuma és maximuma (1981-2010) Baja Csávoly állomáson

A nyári félév átlagos légnyomása alacsonyabb, mint a téli félévé. 1981. óta a maximális havi átlagértéket a két állomás közül Pakson, 1989 januárjában mérték (1034,3 hPa), a minimálisat pedig 1981 decemberében (1006,5 hPa mindkét állomáson). A legkisebb évi átlagot Pakson a ciklonokkal bővelkedő 2010-es évben észlelték (1014,3 hPa), a legnagyobbat pedig 1989-ben (1019 hPa).

Az időszak legkisebb és legnagyobb légnyomás értékei havi bontásban Paks és Baja Csávoly állomásra a TBJ II. 3.2.2.5-1. és a TBJ II. 3.2.2.5-2. táblázatban látható.

Az abszolút minimumot mindkét állomáson – meglepő módon nem a nyári félévben, hanem – 1989. februárban észlelték (977,1 hPa és 977 hPa), az abszolút maximumot pedig 1993. januárban (1045,9 hPa mindkét állomáson). Ezekből az adatokból arra lehet következtetni, hogy a téli hónapok változékonyabbak a légnyomás szempontjából, míg a nyáriak valamennyivel kiegyenlítettebbek.

3.2.2.5-1. táblázat: A tengerszinti légnyomás legalacsonyabb és legmagasabb értékei [hPa] havonta (1981-2012) Paks állomáson

Tengerszinti légnyomás [hPa] (1981-2012.) Paks				
	Legalacsonyabb	Év	Legmagasabb	Év
Január	990,8	1988	1045,9	1993
Február	977,1	1989	1043,3	2008
Március	989,3	2007	1041,8	1990
Április	993,2	2000	1033,8	1997
Május	993,4	1995	1029,1	1995
Június	1001,5	1991	1028,2	2000
Július	1001,1	2003	1026,3	1985
Augusztus	1002	2002	1025,5	1981
Szeptember	994,4	1998	1032,8	1986
Október	993,1	2012	1039,4	1997
November	988,7	2010	1038,9	1999
December	987,2	1999	1043,1	2008

3.2.2.5-2. táblázat: A tengerszinti légnyomás legalacsonyabb és legmagasabb értékei [hPa] havonta (1981-2012) Baja Csávoly állomáson

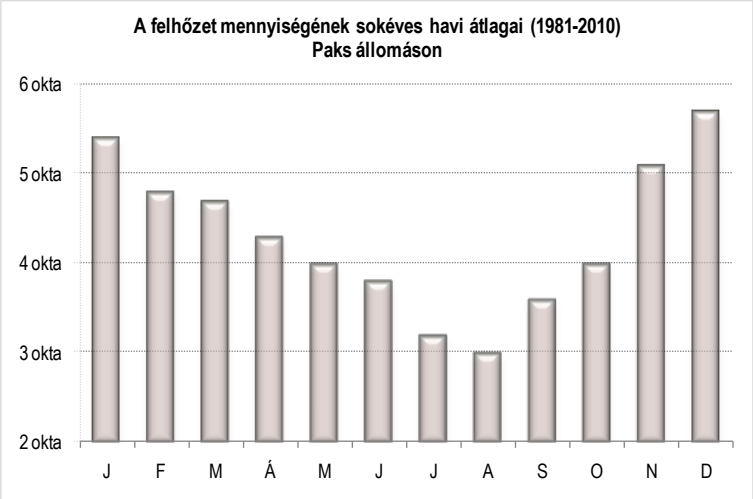
Tengerszinti légnyomás [hPa] (1981-2012) Baja Csávoly				
	Legalacsonyabb	Év	Legmagasabb	Év
Január	990,7	1988	1045,9	1993
Február	977,0	1989	1043,4	2008
Március	989,0	2009	1041,1	1990
Április	993,1	2000	1034,0	1997
Május	993,6	1995	1028,9	1992
Június	1000,8	1991	1027,9	2000
Július	1001,6	2003	1025,9	1985
Augusztus	1002,0	1985	1025,0	1981
Szeptember	994,7	1998	1032,3	1986
Október	996,2	1990	1038,9	1997
November	988,9	2010	1038,9	1999
December	986,7	1999	1043,5	2008

3.2.2.5.2. FELHŐZET

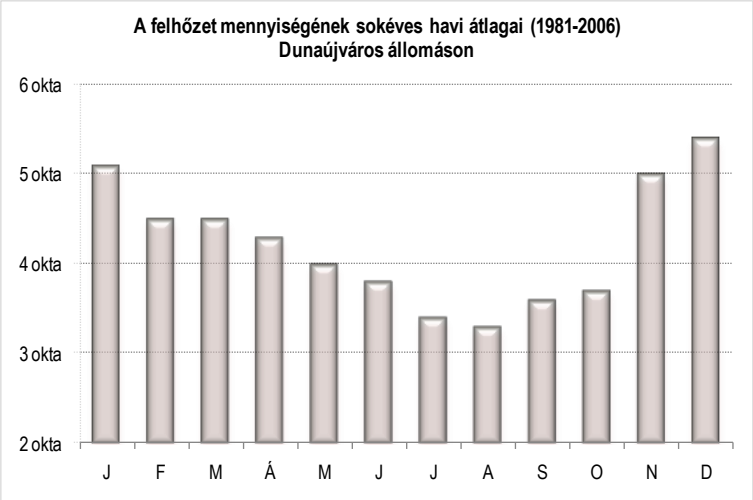
3.2.2.5.2.1. Borultság

A felhőzet mennyiségét, vagyis a borultság fokának meghatározásához az égboltot képzeletben 8 részre osztják fel és megállapítják, hogy abból hány részt takarnak felhők. A borultság mértékegysége az okta. A teljes felhőtlenség 0, a teljesen borult ég 8 okta. Éjszaka a felhőzet terjedelmét abból ítélik meg, hogy az égbolt hány nyolcad része csillagos.

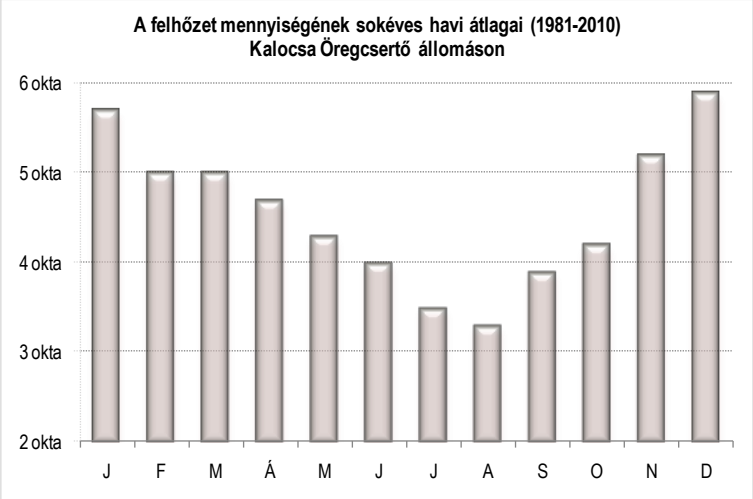
Az alábbi diagramokon a felhőzet mennyiségének sokéves átlagai láthatók Paks (TBJ II. 3.2.2.5-3. ábra), Dunaújváros (TBJ II. 3.2.2.5-4. ábra) és Kalocsa Öregcsertő (TBJ II. 3.2.2.5-5. ábra) állomásokon. Az ábrákról leolvasható, hogy májustól novemberig kisebb borultságok jelentkeznek általában ezeken az állomásokon, mint az októbertől áprilisig tartó időszakban. A legkisebb átlagos borultság (~3 okta) mindhárom állomáson augusztusra esik, de a június és a szeptember sem sokkal haladja meg ezt a hónapot. A legnagyobb borultságra a térségben a december-januári időszakban lehet számítani, ekkor 5-6 okta a felhőzet mennyiségének havi átlaga. A három állomás éves menete és az értékek is nagyon hasonlóak, csupán kis eltérések láthatók.



3.2.2.5-3. ábra: A felhőzet mennyiségének sokéves (1981-2010) havi átlagai Paks állomáson



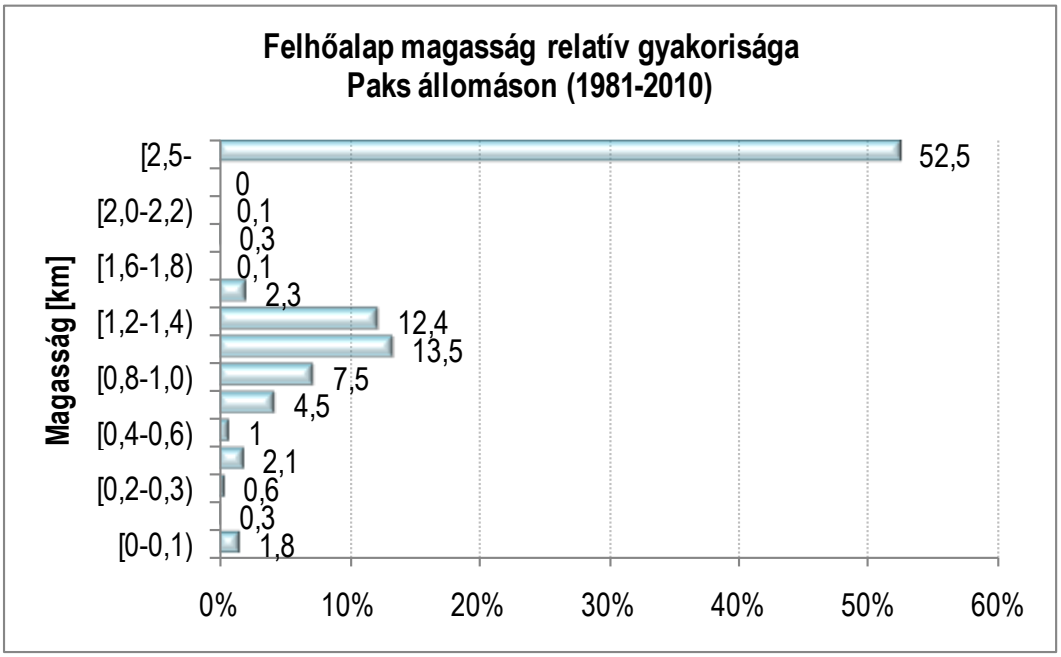
3.2.2.5-4. ábra: A felhőzet mennyiségének sokéves (1981-2006) havi átlagai Dunaújváros állomáson



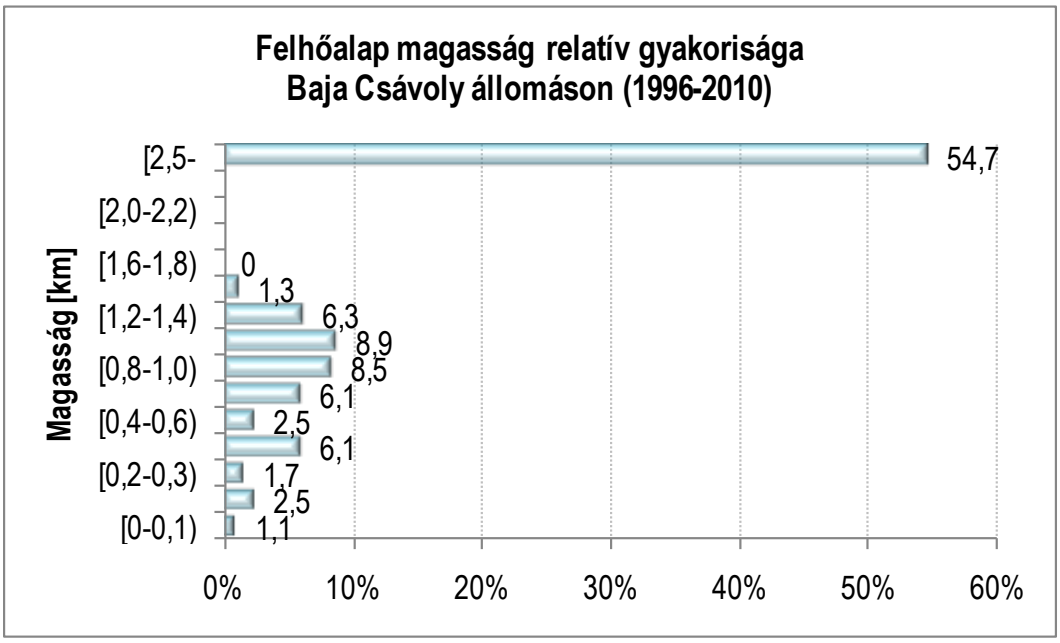
3.2.2.5-5. ábra: A felhőzet mennyiségének sokéves (1981-2010) havi átlagai Kalocsa Öregcsertő állomáson

3.2.2.5.2.2. Felhőalap magasság

Az alábbi ábrákon a felhőalap magasságának relatív gyakorisága látható Paks (TBJ II. 3.2.2.5-6. ábra) és Baja Csávoly (TBJ II. 3.2.2.5-7. ábra) állomásokra vonatkozóan. A megfigyelt felhők körülbelül fele a 2,5 km feletti magasságokban helyezkedik el (közepes- és magasszintű felhők) mindkét állomáson. Az alacsonyszintű felhők (2 km alatt) a 0,8-1,4 km-es magasságban fordulnak elő a leggyakrabban.



3.2.2.5-6. ábra: A felhőalap magasságának relatív gyakorisága, Paks állomáson (1981-2010)



3.2.2.5-7. ábra: A felhőalap magasságának relatív gyakorisága, Baja Csávoly állomáson (1996-2010)

3.2.2.5.3. PÁROLGÁS

A párolgás a földi vízháztartási mérleg legjelentősebb kiadási tagja. Mértékegysége a milliméter, mely kifejezi az egy négyzetméter felületről elpárolgó vízoszlop magasságát.

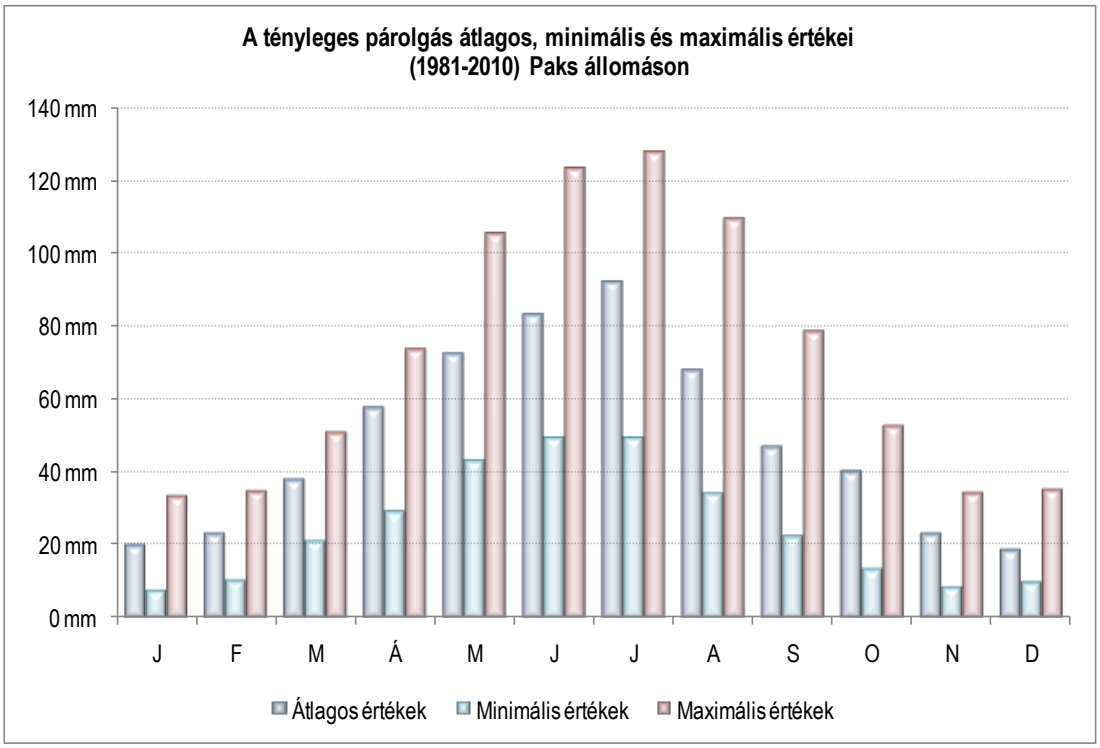
A tényleges párolgás a földfelszínről valóban elpárolgó vízmennyiséget jelenti. Mérése és számítása – komplexitása miatt – nehéz. Az alábbiakban a havi számított értékek bemutatása történik. A tényleges párolgás mennyisége függ attól, hogy mennyi víz áll rendelkezésre a talajban, azaz a felszíni vízmérlegtől, valamint attól is, hogy mennyi energia áll rendelkezésre a párolgáshoz, azaz a hőmérséklettől, illetve a talajborítottságtól.

Paks térségében (TBJ II. 3.2.2.5-8. ábra) a tényleges párolgás a november-február időszakban a legkisebb (hideg és kevésbé csapadékos időszak), és május-augusztus időszakban a legnagyobb (meleg, csapadékosabb időszak).

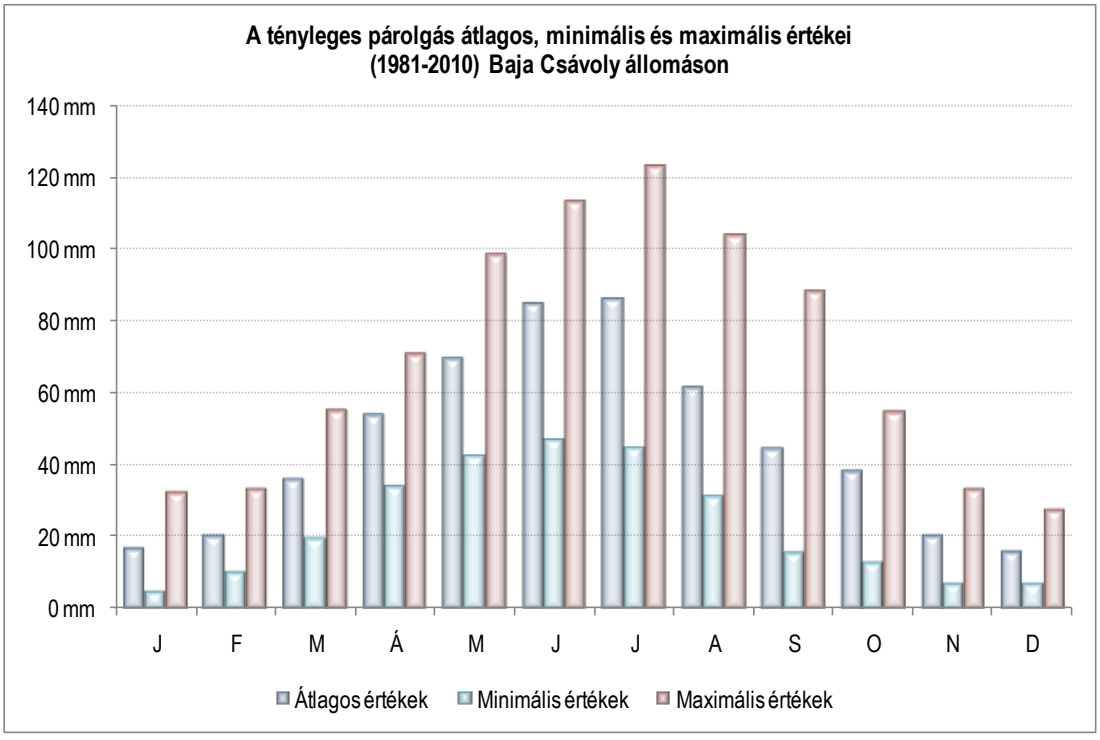
Ugyanezen adatokat havi bontásban Baja Csávoly állomásra a TBJ II. 3.2.2.5-9. ábra, Dunaújváros állomásra a TBJ II. 3.2.2.5-10. ábra és Kalocsa Öregcsertő állomásra a TBJ II. 3.2.2.5-11. ábra mutatja be.

A potenciális (lehetséges) párolgás egy adott terület éghajlatának az egyik jellemző mennyisége, a légtér - a párafelvevő rendszer - által maximálisan felvehető páramennyiséget adja meg (ekkor korlátlan vízmennyiség rendelkezésre állása feltételezett). A tényleges párolgás mértéke sohasem nagyobb, mint a potenciális párolgásé. A vízfelületek – valamint a teljesen telített talaj – párolgása esetén a tényleges párolgás megegyezik a potenciálissal. A vizsgált négy állomás esetében télen a legkisebb a potenciális párolgás, ekkor majdnem megegyezik a tényleges párolgással, tavasztól őszig – főként nyáron (amikor a legnagyobb a potenciális párolgás mértéke) – viszont jóval meghaladja azt, mivel ekkor nem áll rendelkezésre megfelelő mennyiségű elpárologtatható víz.

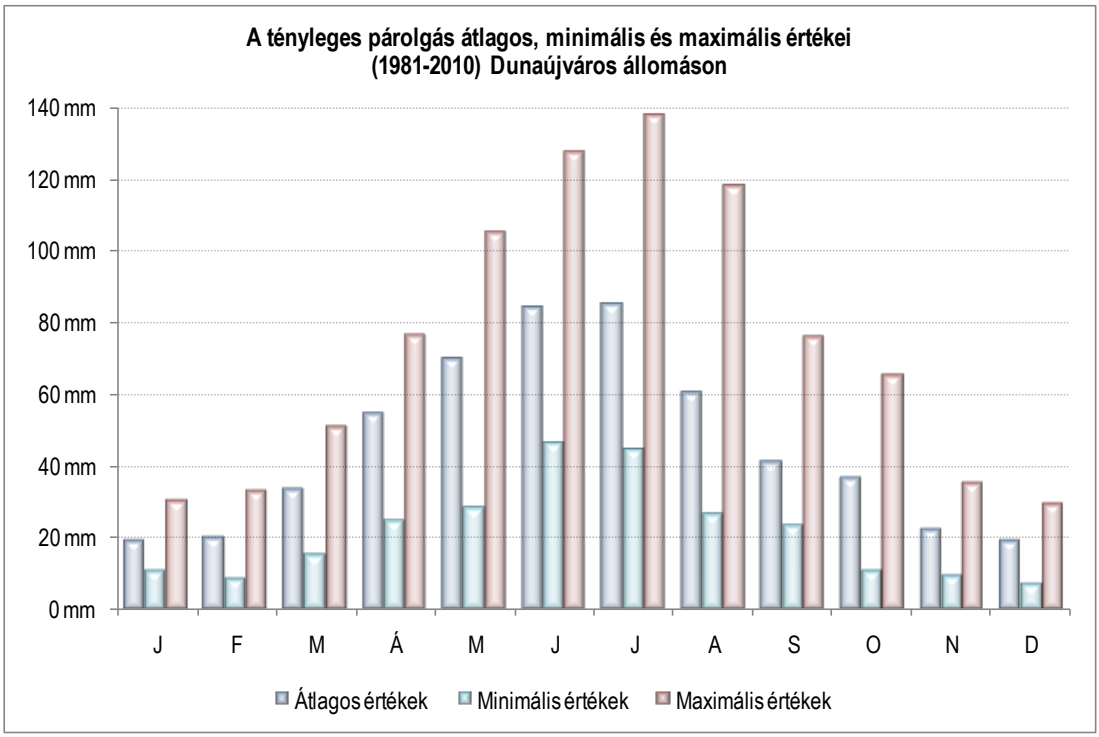
Az adatokat havi bontásban Paks állomásra a TBJ II. 3.2.2.5-12. ábra, Baja Csávoly állomásra a TBJ II. 3.2.2.5-13. ábra, Dunaújváros állomásra a TBJ II. 3.2.2.5-14. ábra és Kalocsa Öregcsertő állomásra a TBJ II. 3.2.2.5-15. ábra mutatja be.



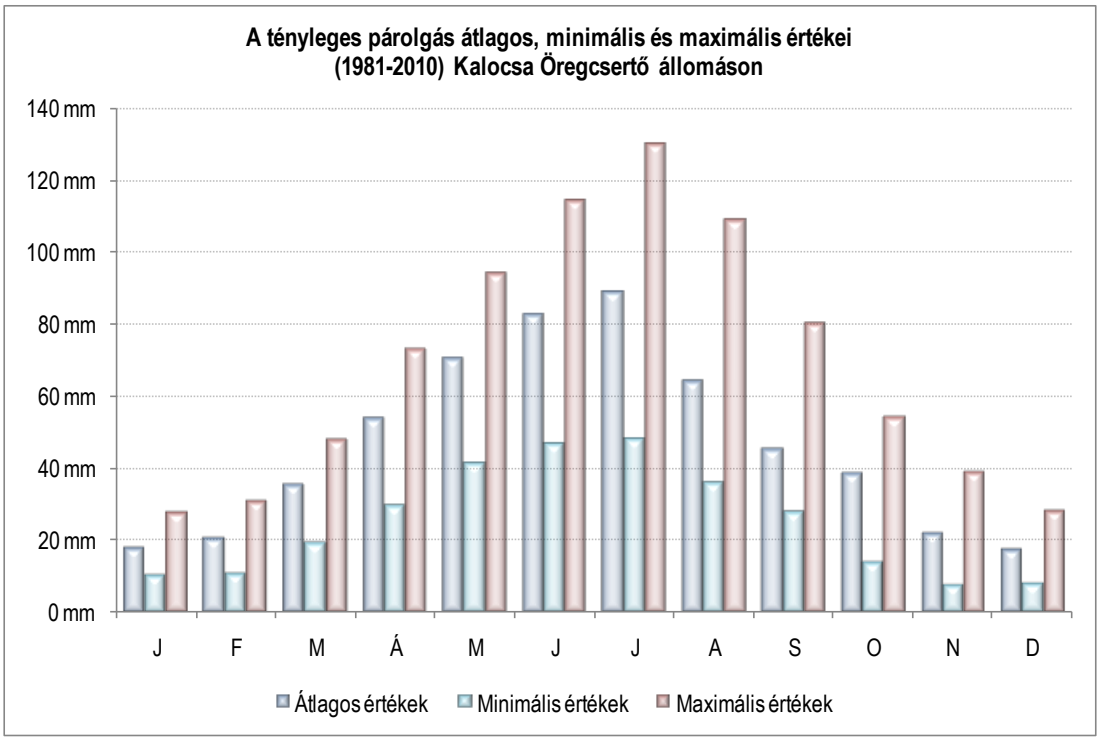
3.2.2.5-8. ábra: A tényleges párolgás átlagos, minimális és maximális értékei [mm] havonta (1981-2010) Paks állomáson



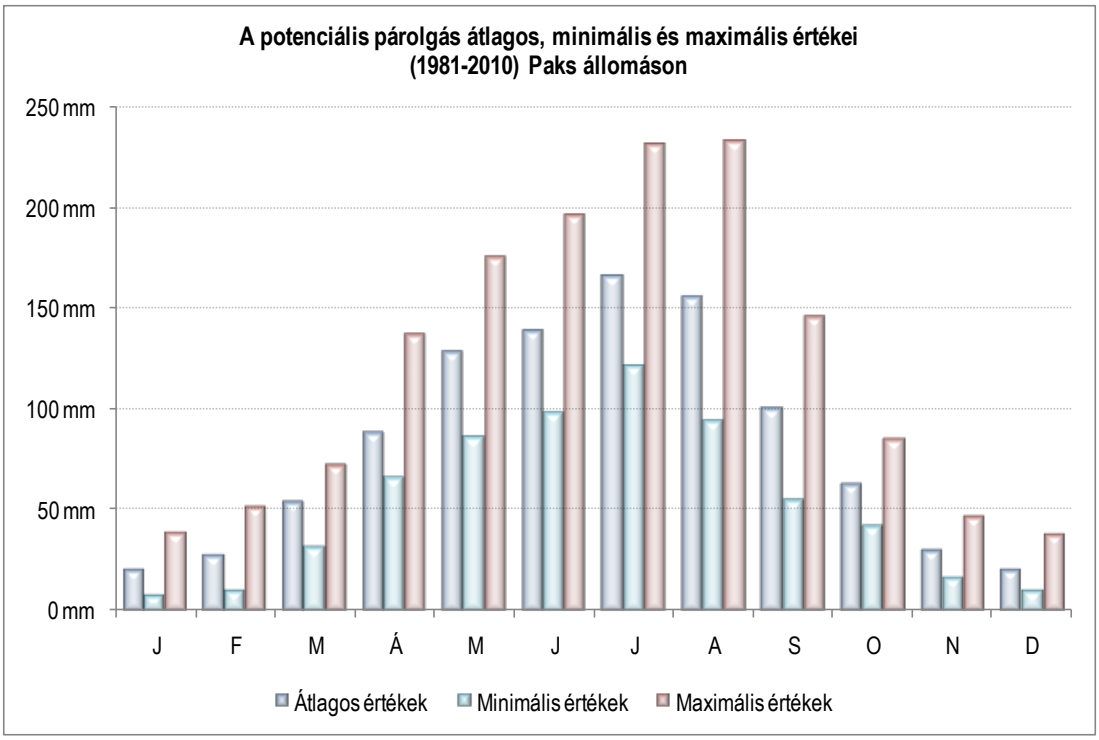
3.2.2.5-9. ábra: A tényleges párolgás átlagos, minimális és maximális értékei [mm] havonta (1981-2010) Baja Csávoly állomáson



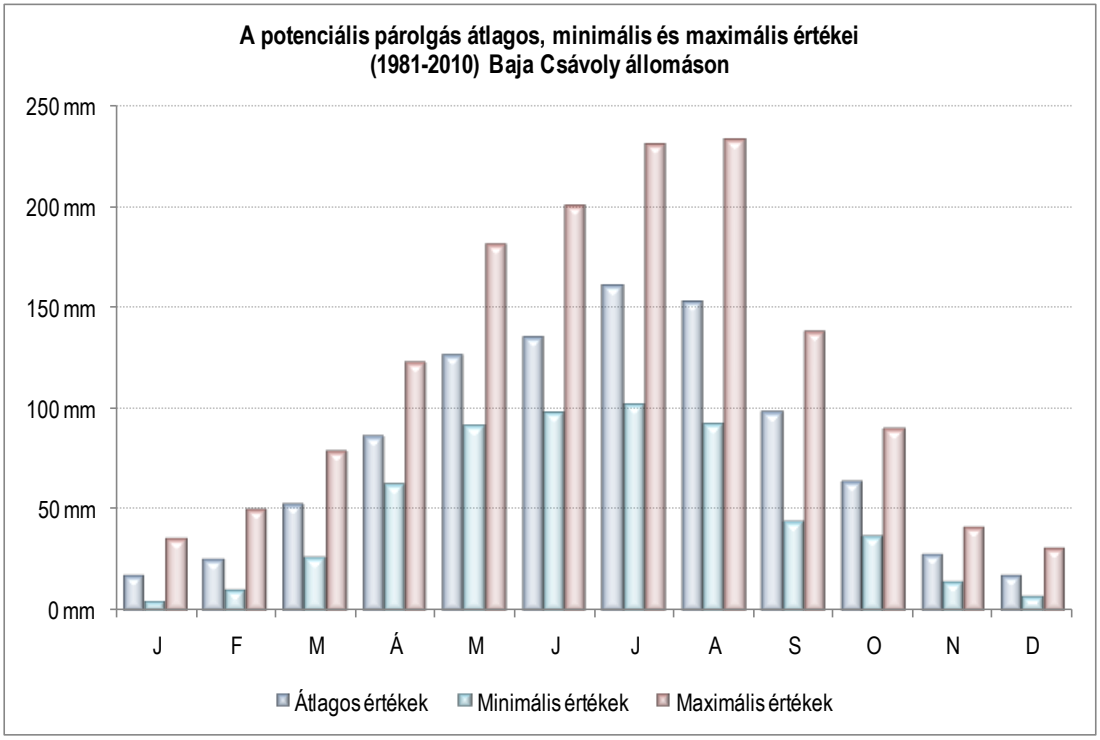
3.2.2.5-10. ábra: A tényleges párolgás átlagos, minimális és maximális értékei [mm] havonta (1981-2010. Dunaújváros állomáson



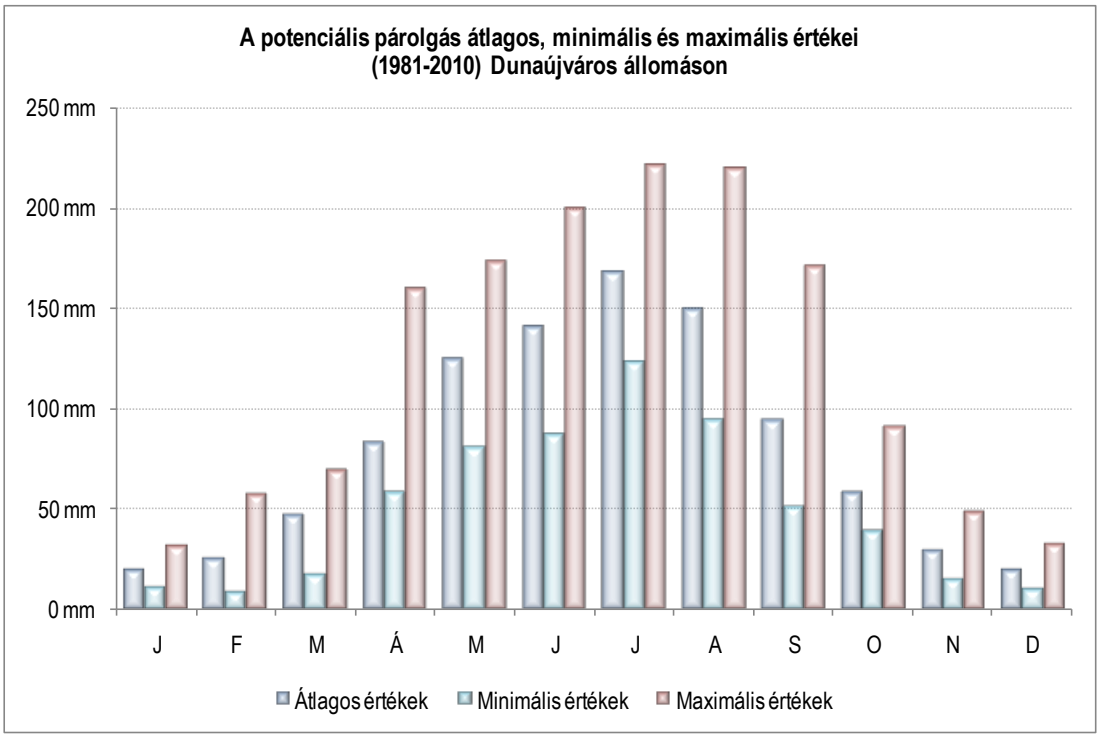
3.2.2.5-11. ábra: A tényleges párolgás átlagos, minimális és maximális értékei [mm] havonta (1981-2010) Kalocsa Öregcsertő állomáson



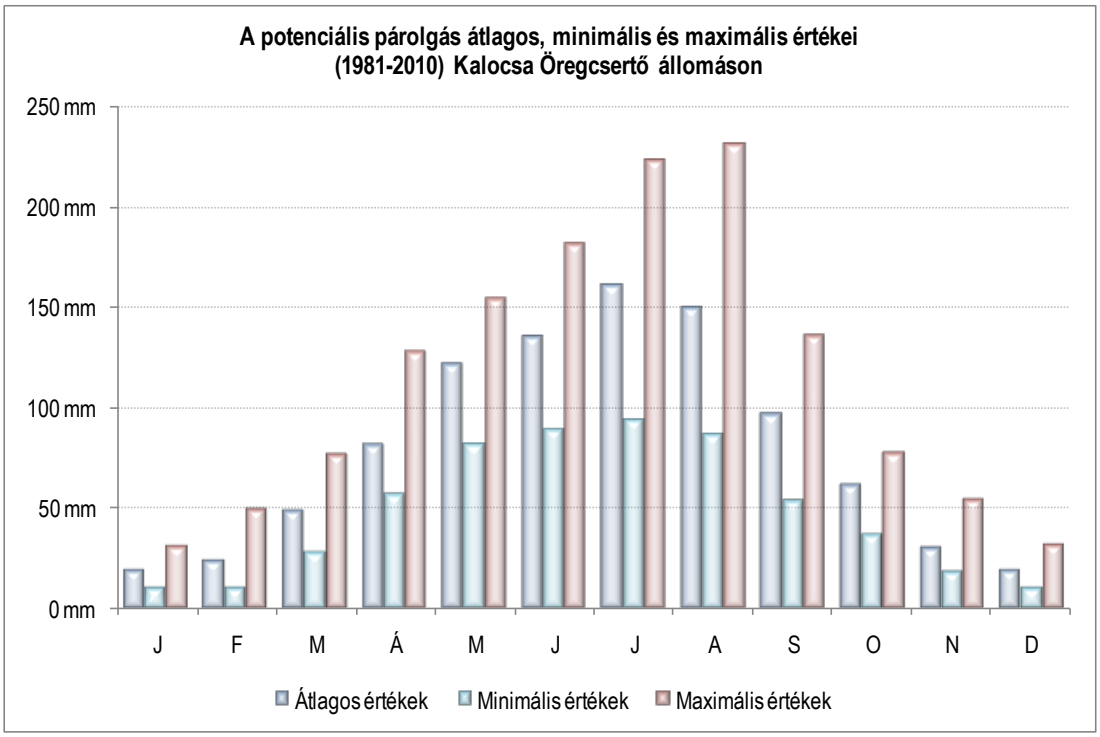
3.2.2.5-12. ábra: A potenciális párolgás átlagos, minimális és maximális értékei [mm] havonta (1981-2010) Paks állomáson



3.2.2.5-13. ábra: A potenciális párolgás átlagos, minimális és maximális értékei [mm] havonta (1981-2010) Baja Csávoly állomáson



3.2.2.5-14. ábra: A potenciális párolgás átlagos, minimális és maximális értékei [mm] havonta (1981-2010) Dunaújváros állomáson

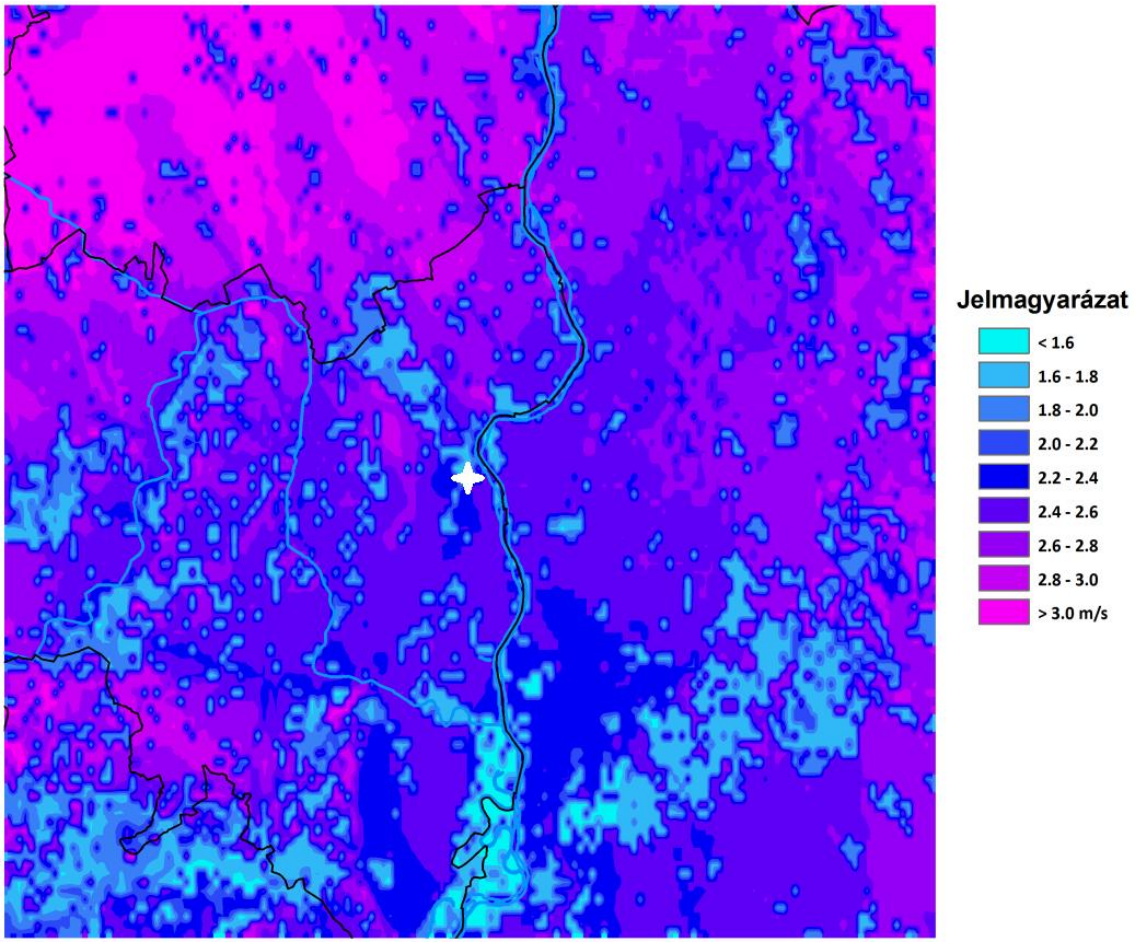


3.2.2.5-15. ábra: A potenciális párolgás átlagos, minimális és maximális értékei [mm] havonta (1981-2010) Kalocsa Öregcsertő állomáson

3.2.3. Szélsebesség, szélirányok

3.2.3.1. Átlagos szélsebességek

A TBJ II. 3.2.3-1. ábra Paks 50 km-es környezetében mutatja a 10 méteres magasságban mért szélsebesség sokéves (1997-2010) átlagát. A rendelkezésre álló, 14 éves adatsor alapján a térségben észak, északnyugatról dél felé fokozatosan csökken az átlagos szélsebesség (a paksi telephelyet a fehér csillag jelöli). Míg északnyugaton, Fejér megyében több többnyire 3 m/s feletti értékek jellemzőek, addig délen általában már 2 m/s közelében, vagy az alatt maradnak.



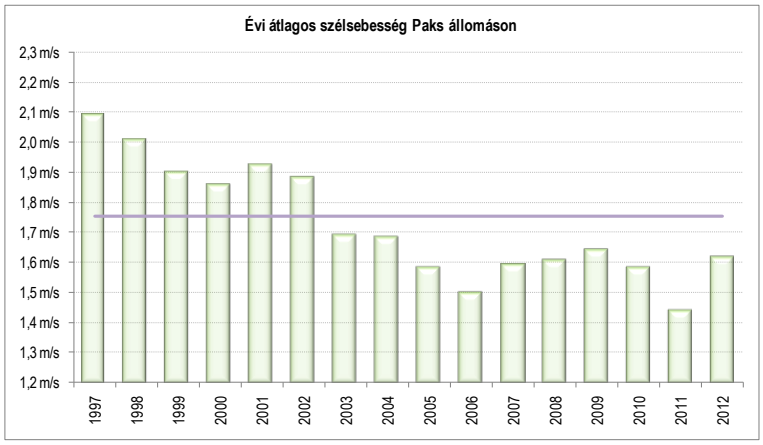
3.2.3-1. ábra: A szélsebesség sokéves átlagának (1997-2010) térbeli eloszlása Paks 50 km-es környezetében

1997-től kezdődően Paks (TBJ II. 3.2.3-2. ábra) és Baja Csávoly (TBJ II. 3.2.3-3. ábra) állomások évi átlagos szélsebességei láthatók az alábbi ábrákon. Míg az időszak elején Pakson 1,9-2 m/s körüli értékeket, addig az elmúlt években 1,6-1,7 m/s közötti átlagokat észleltek, tehát egy csökkenő trend jellemzi az évi átlagos szélsebességet az 1997-2010-es időszakban. A szélsebesség csökkenésének oka valószínűleg az éghajlat természetes változékonysága.

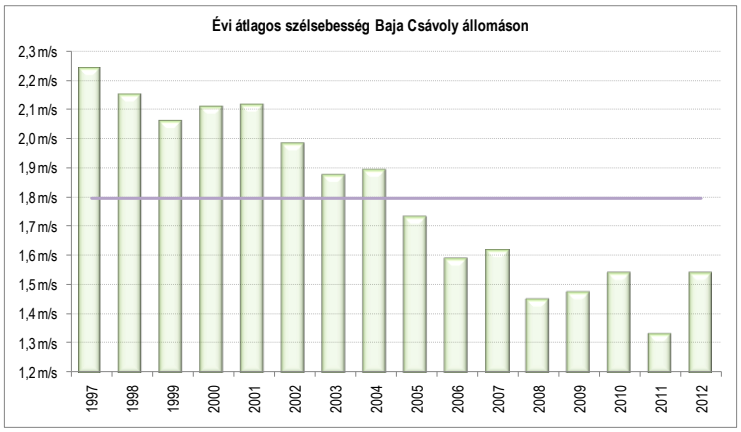
A vizsgált két állomáson az átlagos éves menetet tekintve, a szélsebesség legmagasabb értékei március-áprilisban, a legalacsonyabbak pedig az augusztus-október időszakban figyelhetők meg (Paks: TBJ II. 3.2.3-4. ábra, Baja Csávoly: TBJ II. 3.2.3-5. ábra).

A következő táblázatok a havi átlagos szélsebességeket tartalmazzák Paks (TBJ II. 3.2.3-1. táblázat) és Baja Csávoly (TBJ II. 3.2.3-2. táblázat) állomásra, az 1997-2012-es évekre.

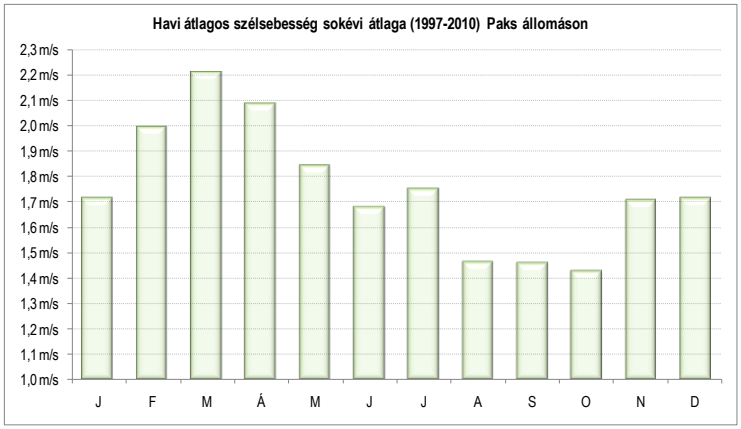
Az időszakban a legkisebb havi értéket mindkét állomáson 2011 novemberében mérték, Pakson 1 m/s-os, Baja Csávoly állomáson pedig 0,8 m/s-os átlagértéket. A legszelesebb hónap 1997 áprilisa volt, ekkor Pakson 3,1 m/s-nak, Baján pedig 3,4 m/s-nak adódott a havi átlagos szélsebesség.



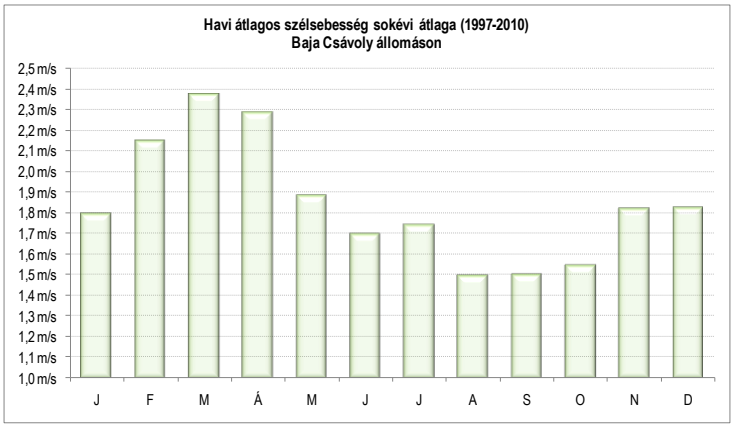
3.2.3-2. ábra: Az évi átlagos szélsebességek [m/s] 1997-2012 között, valamint a sokévi átlag (1997-2010) Paks állomáson



3.2.3-3. ábra: Az évi átlagos szélsebességek [m/s] 1997-2012 között, valamint a sokévi átlag (1997-2010.) Baja Csávoly állomáson



3.2.3-4. ábra: Havi átlagos szélsebességek [m/s] sokévi átlaga (1997-2010) Paks állomáson



3.2.3-5. ábra: Havi átlagos szélsebességek [m/s] sokévi átlaga (1997-2010) Baja Csávoly állomáson

3.2.3-1. táblázat: Havi átlagos szélsebességek [m/s] 1997-2012 közötti időszakban, Paks állomáson

Havi átlagos szélsebességek [m/s] − Paks																
	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.
Január	1,6	1,9	1,7	2,1	1,9	1,8	1,6	1,9	2,0	1,4	2,0	1,4	1,3	1,4	1,4	2
Február	2,2	2,2	2,4	2,1	2,4	2,1	1,5	2,3	1,7	1,6	1,8	1,7	2,2	1,7	1,4	1,8
Március	2,3	2,7	2,2	2,5	2,3	2,2	1,8	2,0	1,9	2,2	1,9	2,2	2,5	2,2	1,5	1,9
Április	3,1	2,5	2,1	2,2	2,3	2,2	2,5	1,8	2,0	1,9	1,5	2,0	1,5	1,6	1,9	2
Május	2,6	1,9	1,9	1,6	2,1	1,9	1,8	1,9	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	2,0	1,4	1,6
Június	1,8	1,9	1,8	1,8	2,2	1,8	1,5	1,4	1,7	1,4	1,4	1,4	1,7	1,7	1,7	1,6
Július	2,2	2,0	1,9	2,3	1,8	1,9	1,8	1,6	1,4	1,2	1,7	1,7	1,6	1,4	1,6	1,7
Augusztus	1,8	1,7	1,2	1,5	1,4	1,7	1,4	1,5	1,3	1,5	1,5	1,4	1,4	1,2	1,3	1,4
Szeptember	1,6	1,9	1,3	1,5	1,8	1,7	1,5	1,2	1,2	1,1	1,5	1,5	1,3	1,3	1,2	1,4
Október	1,8	1,7	1,8	1,5	1,2	1,9	1,7	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,5	1,2	1,3	1,2
November	1,9	1,9	2,2	1,7	2,1	1,7	1,4	2,1	1,2	1,7	1,7	1,4	1,5	1,4	1	1,2
December	2,2	1,8	2,3	1,5	1,6	1,7	1,8	1,4	1,8	1,2	1,3	1,9	1,6	1,9	1,6	1,6

3.2.3-2. táblázat: Havi átlagos szélsebességek [m/s] 1997-2012 közötti időszakban, Baja Csávoly állomáson

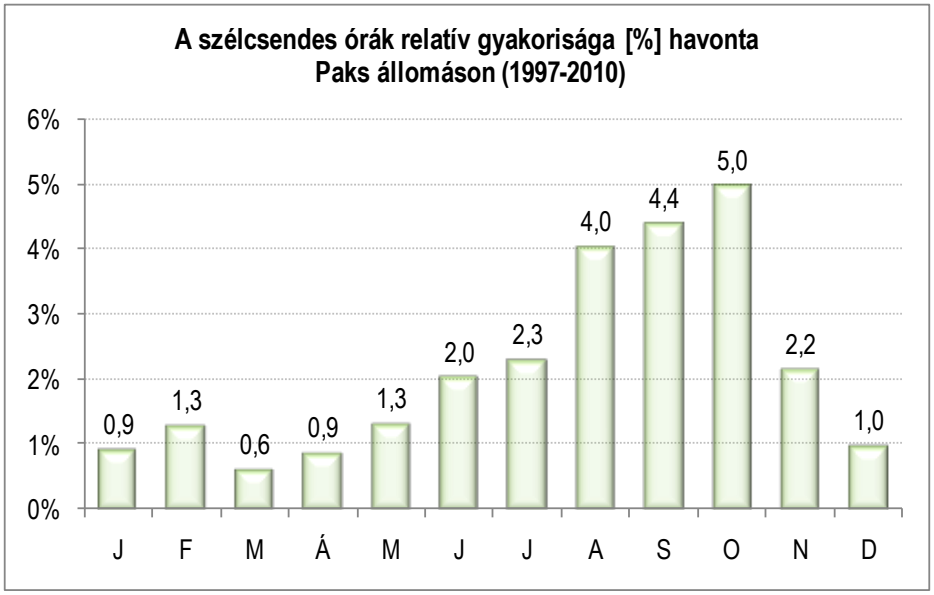
Havi átlagos havi szélsebességek [m/s] − Baja Csávoly																
	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.
Január	1,6	2,1	1,9	2,3	2,2	1,7	1,8	2,1	2,0	1,5	2,0	1,4	1,2	1,4	1,3	2,0
Február	2,3	2,3	2,6	2,3	2,7	2,2	1,6	2,5	1,9	1,8	2,0	1,9	2,1	1,9	1,3	1,8
Március	2,5	2,9	2,4	2,7	2,6	2,5	2,0	2,3	2,2	2,4	2,2	2,0	2,3	2,2	1,6	1,8
Április	3,4	2,8	2,4	2,7	2,7	2,4	2,7	2,0	2,2	2,1	1,6	1,8	1,5	1,7	1,9	2,0
Május	2,7	2,0	2,0	1,9	2,2	2,1	1,9	2,1	1,8	1,6	1,6	1,3	1,3	1,9	1,4	1,5
Június	1,9	2,1	2,1	2,0	2,4	1,9	1,6	1,5	1,7	1,5	1,3	1,1	1,2	1,5	1,3	1,3
Július	2,3	2,2	1,9	2,4	1,9	1,8	2,0	1,7	1,6	1,1	1,6	1,3	1,3	1,3	1,3	1,6
Augusztus	1,9	1,8	1,5	1,7	1,7	1,8	1,6	1,6	1,4	1,4	1,4	1,1	1,1	1,0	1,2	1,2
Szeptember	1,7	2,0	1,8	1,6	1,9	1,6	1,7	1,4	1,3	1,3	1,4	1,1	1,1	1,2	1,2	1,4
Október	2,0	1,9	2,0	2,0	1,3	1,9	1,9	1,5	1,3	1,3	1,2	1,0	1,3	1,1	1,2	1,1
November	2,2	2,0	1,9	2,0	2,1	2,0	1,6	2,3	1,5	1,7	1,8	1,5	1,5	1,4	0,8	1,2
December	2,4	1,7	2,2	1,7	1,7	1,9	2,1	1,7	1,9	1,4	1,3	1,9	1,8	1,9	1,5	1,6

Szélcsend átlagosan az év 2,2%-ában fordul elő Pakson és 2,8%-ában Baja Csávoly állomáson, de az évek közötti ingadozás igen nagy volt.

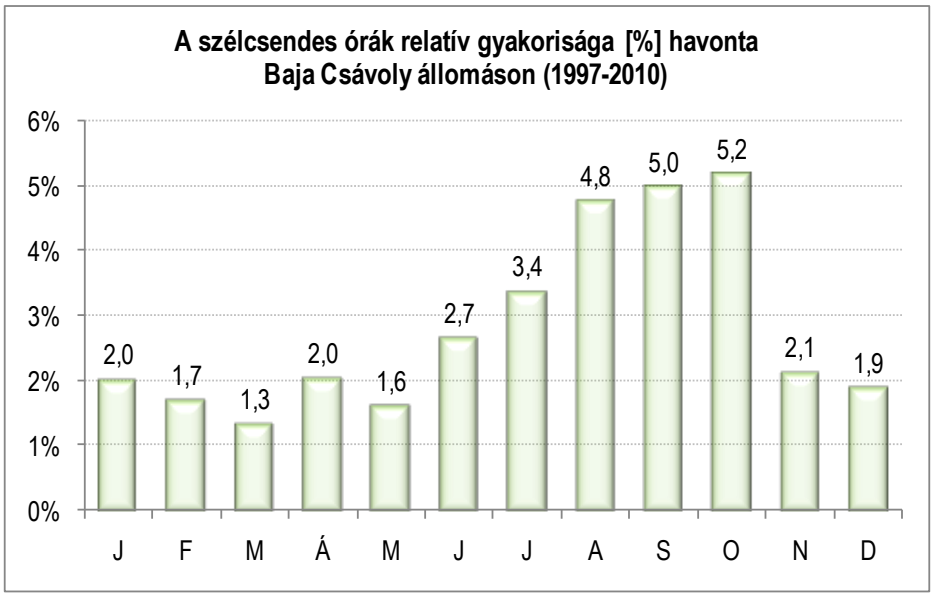
A szélcsendes órák havi eloszlásait Paks állomásra a TBJ II. 3.2.3-6. ábra, Baja Csávoly állomásra pedig a TBJ II. 3.2.3-7. ábra mutatja. Az ábrák alapján elmondható, hogy szélcsendes időre legnagyobb valószínűséggel nyár végén - ősz elején lehet számítani (augusztus-október) a térségben, a legritkábban pedig kora tavasszal (március-április).

Az átlagos szélsebesség nagysága szerinti relatív gyakorisági értékei Paks állomásra a TBJ II. 3.2.3-8. ábrán, Baja Csávoly állomásra pedig a TBJ II. 3.2.3-9. ábrán láthatók. Leggyakrabban 1,1-2 m/s közötti szelek fújnak a vizsgált két állomáson, utána következik a 0,1-1 m/s-os tartomány, majd pedig a 2,1-3 m/s-os. Az 5,1-6 m/s közötti szélsebességek már kisebb százalékban fordulnak elő, 6 m/s felettiek pedig igen ritkán.

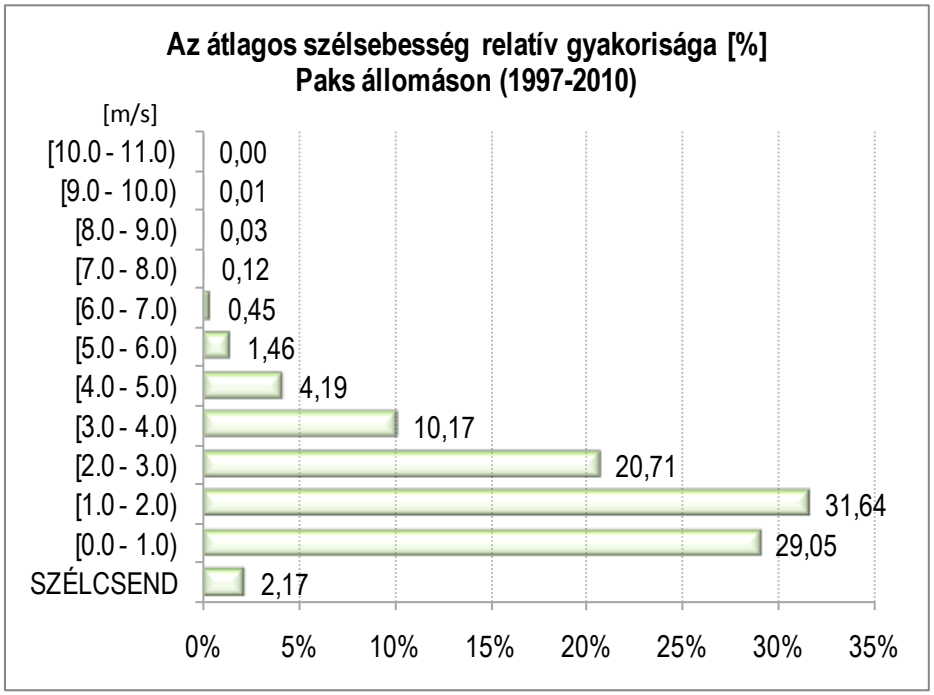
A szélsebesség átlagos napi menetét évszakonkénti bontásban Paks és Baja Csávoly állomáson a TBJ II. 3.2.3-10. és a TBJ II. 3.2.3-11. ábra mutatja be. Látható, hogy a szélsebesség nagyobb a nappali órákban, mint az éjszakai, illetve az esti és reggeli órákban. A legmagasabb sebességek általában 13-14 óra között fordulnak elő, a legalacsonyabb értékekre pedig 0-5 óra között lehet számítani. A szélsebességek napi ingása általában a tavaszi évszakban a legnagyobb (az átlagos napi ingás ekkor Pakson 1,8 m/s, Baja Csávoly állomáson 1,7 m/s), és télen a legkisebb (1 m/s mindkét állomáson).



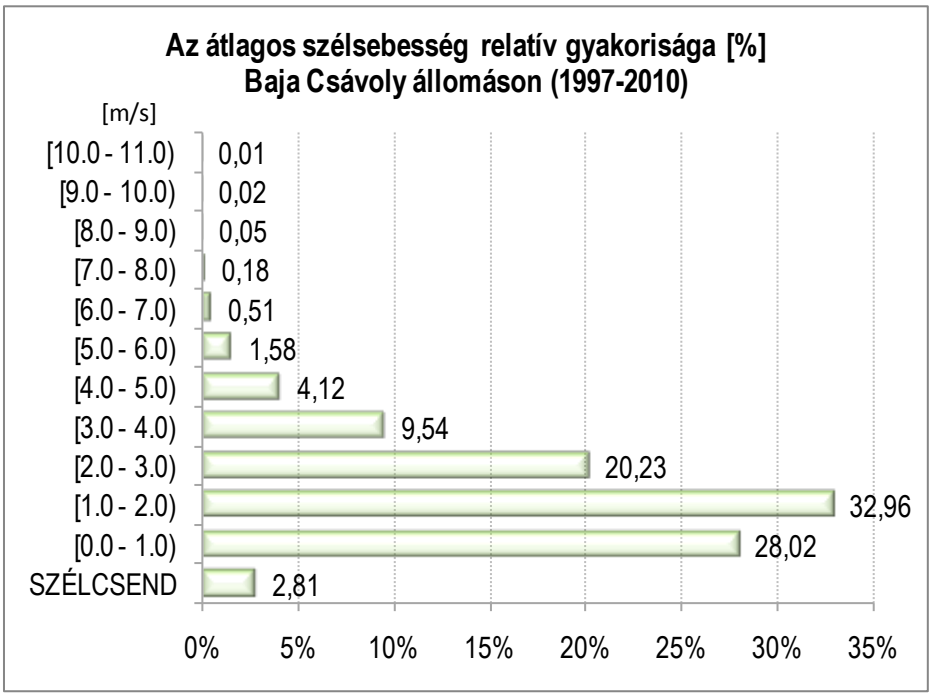
3.2.3-6. ábra: Szélcsendes órák relatív gyakoriságának [%] sokévi átlaga havonta, Paks állomáson (1997-2010)



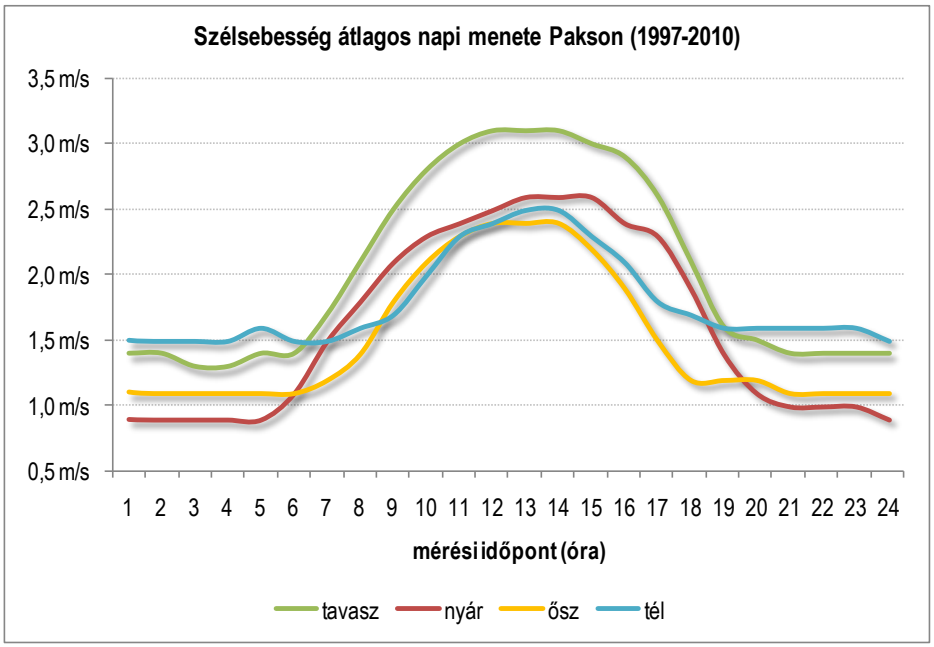
3.2.3-7. ábra: Szélcsendes órák relatív gyakoriságának [%] sokévi átlaga havonta, Baja Csávoly állomáson (1997-2010)



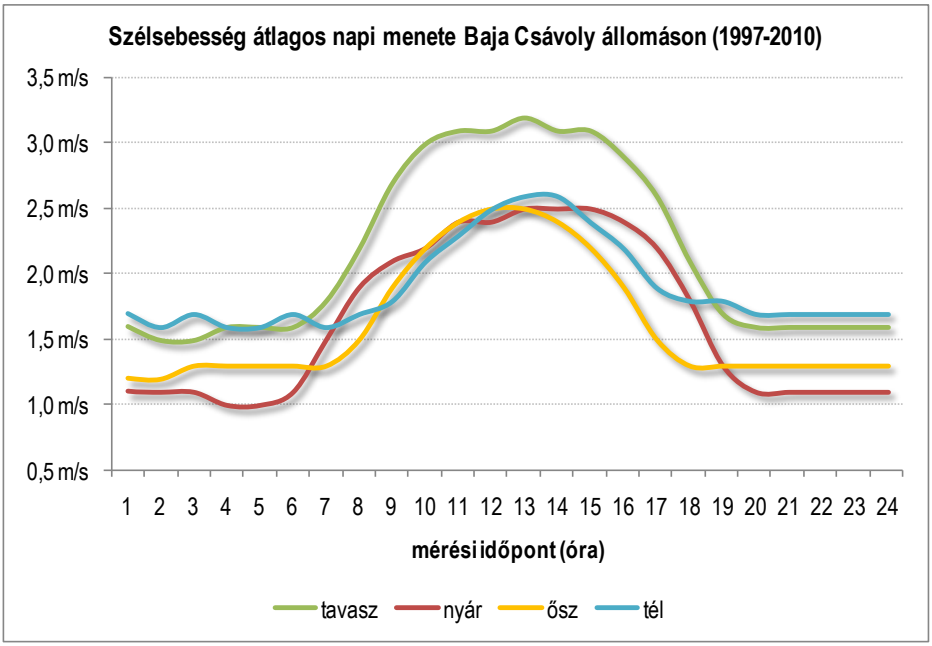
3.2.3-8. ábra: Az átlagos szélsebesség relatív gyakorisága [%] Paks állomáson (1997-2010)



3.2.3-9. ábra: Az átlagos szélsebesség relatív gyakorisága [%] Baja Csávoly állomáson (1997-2010)



3.2.3-10. ábra: A szélsebesség [m/s] átlagos napi menete (1997-2010) Paks állomáson



3.2.3-11. ábra: A szélsebesség [m/s] átlagos napi menete (1997-2010) Baja Csávoly állomáson

3.2.3.2. Szélirányok

A szélirány az az irány, amerről a szél fúj. Azt a szélirányt, amelynek gyakorisága a legnagyobb, uralkodó széliránynak nevezik. A vizsgálatok 16 szélirányra készültek.

A szélirányok éves szinten vett relatív gyakorisága Paks állomásra a TBJ II. 3.2.3-12. ábrán, a nyári és téli félévre bontottan a TBJ II. 3.2.3-13. ábrán, míg Baja Csávoly állomásra ugyanezen adatok a TBJ II. 3.2.3-14. és a TBJ II. 3.2.3-15. ábrán láthatók.

Látható, hogy Paks állomáson éves viszonylatban az északnyugati (11,6%), valamint az észak-északnyugati áramlás (11%) a leggyakoribb, másodmaximumként pedig a déli irány jelenik meg (8,1%).

Pakson a nyári félévben az észak-északnyugati szél dominál (12,7%), utána következik az északnyugati irány (12,2%), majd az északi (8,9%), s a déli irány így visszaszorul a negyedik helyre (6,7%). A téli félévben az uralkodó szélirány az északnyugati (10,8%), a második helyre itt viszont előrelép a déli irány (9,6%), s a harmadik az észak-északnyugati (9,1%).

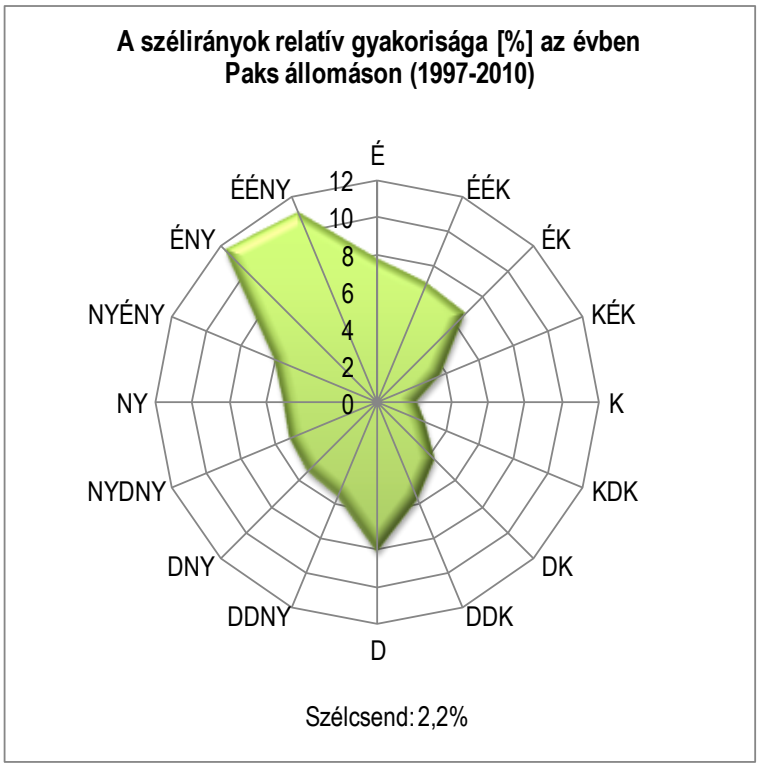
Baja Csávoly állomáson szintén az északnyugati (12%) és az észak-északnyugati (10%) a fő irány, másodmaximumként pedig a dél-délkeleti (7,9%) és a délkeleti (7,5%) irány jelent meg szélrózsánkon.

Baja esetében a nyári félévben egyértelműen az északnyugati szél dominál (14%), míg a téli félévben a dél-délkeleti (10%) és a délkeleti irány (8,9%) ugyanolyan gyakorisággal várható, mint az északnyugati (9,8%) és az észak-északnyugati (8,5%) szél.

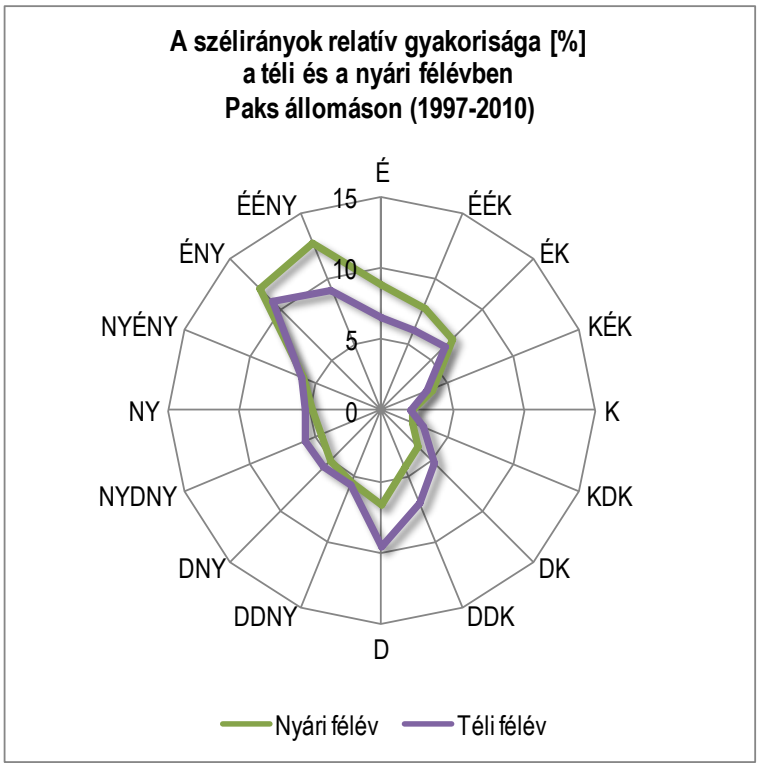
Erősebb légmozgás esetére, amikor az átlagos szélsebesség meghaladja a 3 m/s-ot, a szélirányok relatív gyakoriságát Paks állomásra éves szinten a TBJ II. 3.2.3-16. ábra, a nyári és téli félévre bontottan pedig a TBJ II. 3.2.3-17. ábra tartalmazza.

Az erősebb légmozgásra vonatkozó értékeket Baja Csávoly állomásra éves szinten a TBJ II. 3.2.3-18. ábra, a nyári és téli félévre bontottan pedig a TBJ II. 3.2.3-19. ábra tartalmazza.

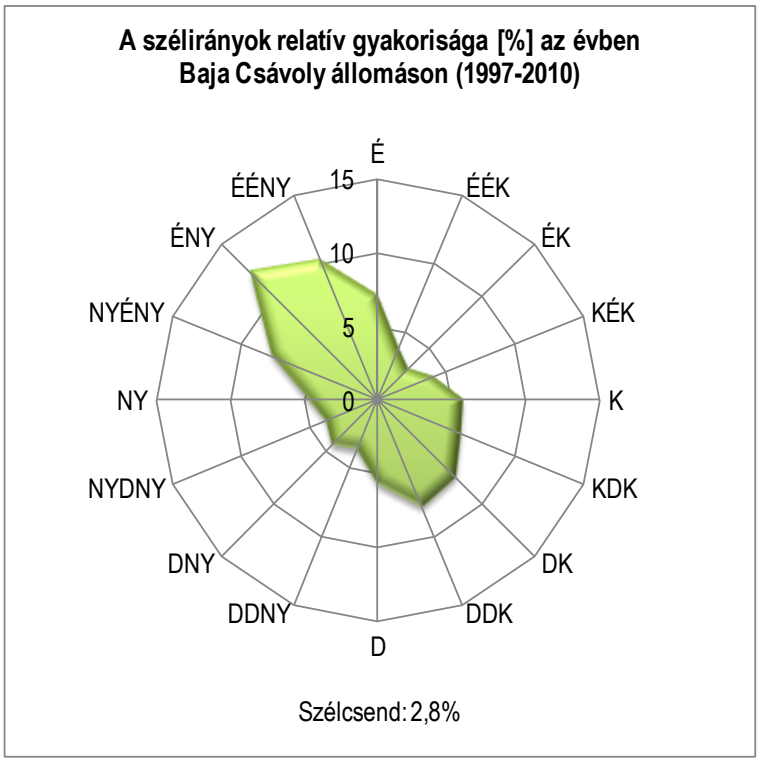
Az ábrák alapján megállapítható, hogy az erősebb légmozgás esetén mindkét állomásra főként északnyugat, észak-északnyugat felől fújó szelek jellemzőek.



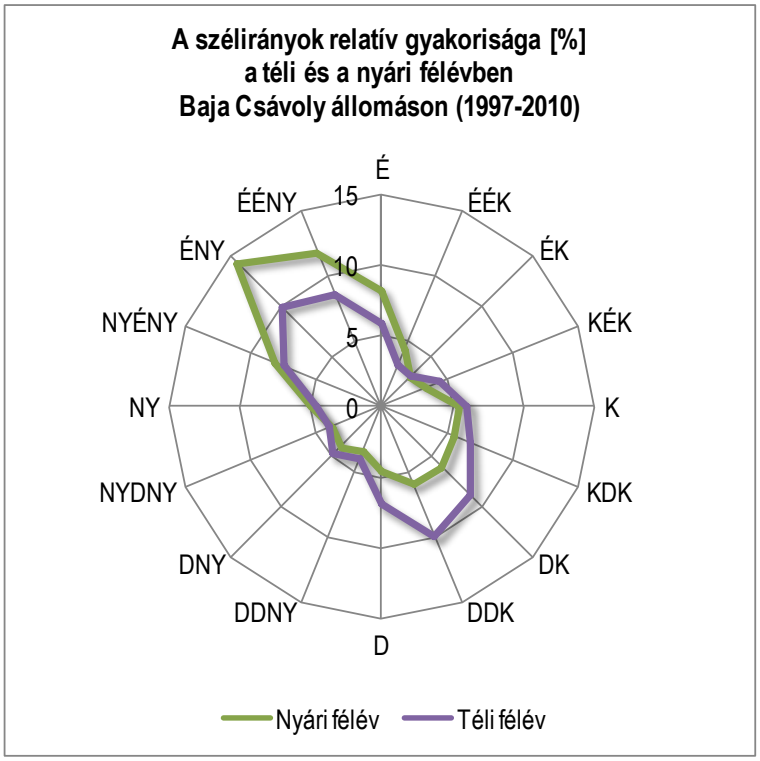
3.2.3-12. ábra: Szélirányok relatív gyakorisága éves szinten [%] Paks állomás 1997-2010 közötti mérései alapján



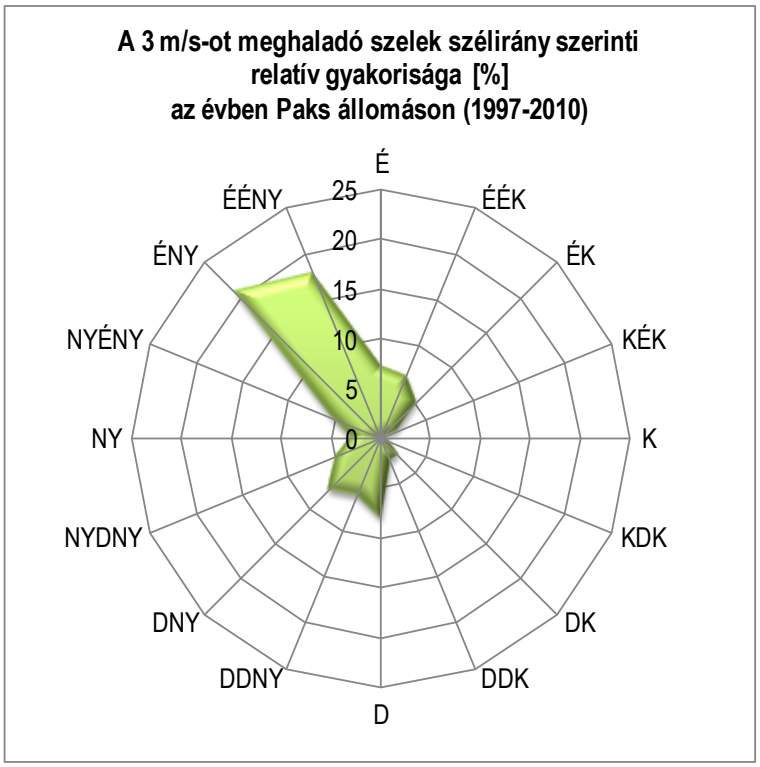
3.2.3-13. ábra: Szélirányok relatív gyakorisága a nyári-téli félévben [%] Paks állomás 1997-2010 közötti mérései alapján



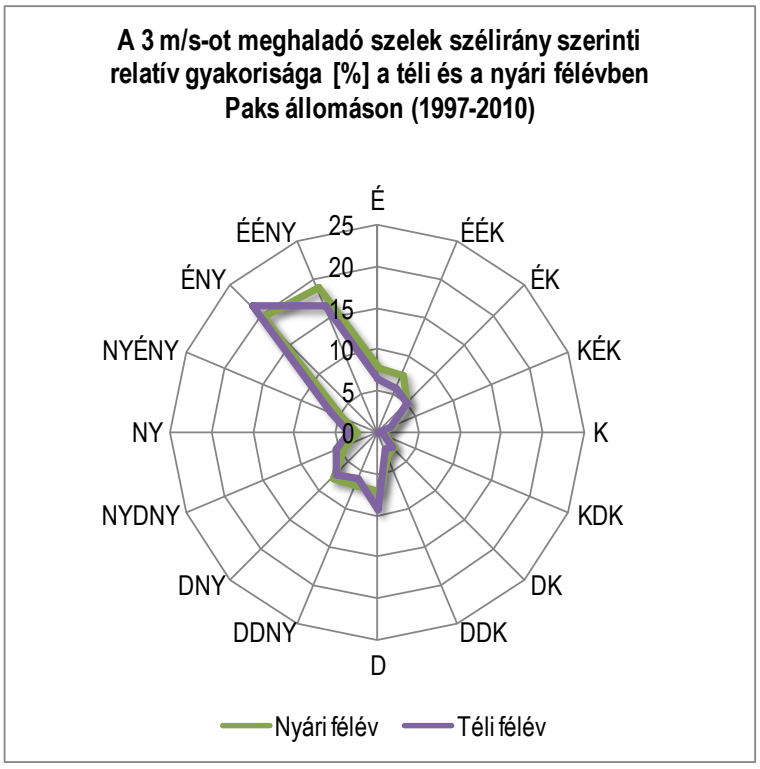
3.2.3-14. ábra: Szélirányok relatív gyakorisága éves szinten [%] Baja Csávoly állomás 1997-2010 közötti mérései alapján



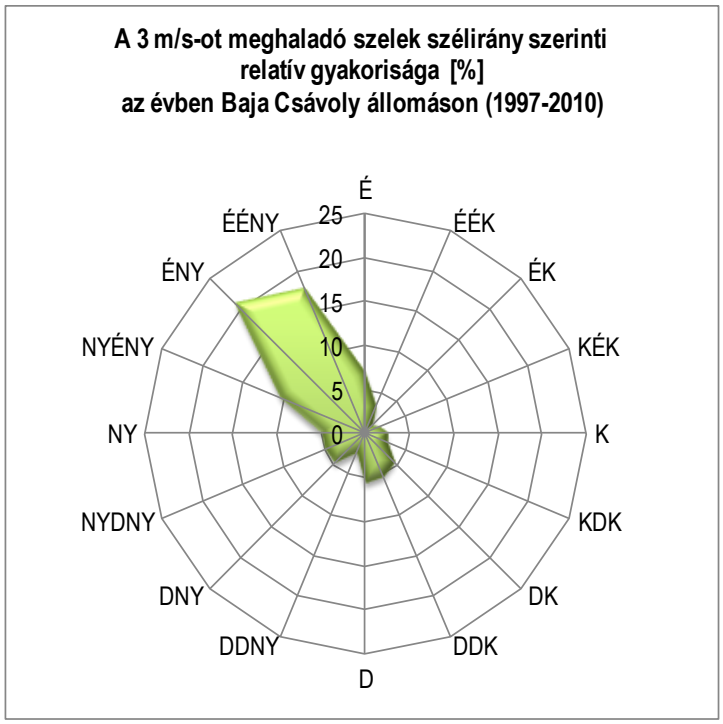
3.2.3-15. ábra: Szélirányok relatív gyakorisága a nyári-téli félévben [%] Baja Csávoly állomás 1997-2010 közötti mérései alapján



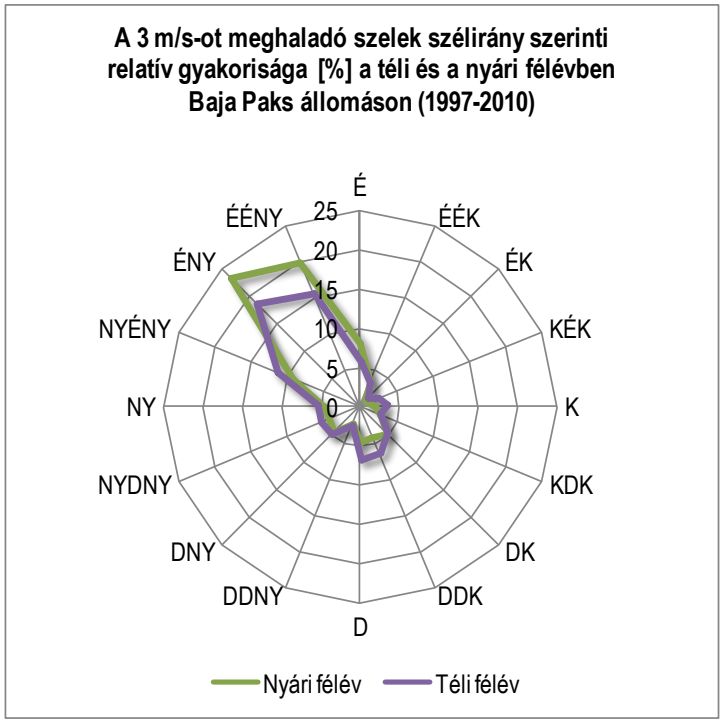
3.2.3-16. ábra: A 3 m/s-ot meghaladó szelek szélirány szerinti relatív gyakorisága éves szinten [%] Paks állomáson (1997-2010)



3.2.3-17. ábra: A 3 m/s-ot meghaladó szelek szélirány szerinti relatív gyakorisága a nyári-téli félévben [%] Paks állomáson (1997-2010)



3.2.3-18. ábra: A 3 m/s-ot meghaladó szelek szélirány szerinti relatív gyakorisága éves szinten [%] Baja Csávoly állomáson (1997-2010)



3.2.3-19. ábra: A 3 m/s-ot meghaladó szelek szélirány szerinti relatív gyakorisága a nyári-téli félévben [%] Baja Csávoly állomáson (1997-2010)

3.2.3.3. Paksi mérőtorony mérései

A paksi mérőtorony által rögzített, 10 perces bontású adatok 2006. novemberi kezdettel álltak rendelkezésre. A három szinten (20, 50 és 120 méteren) történő mérések eredményei a MVM PA Zrt. tulajdonát képezik, azok nem alkotják az OMSZ meteorológiai adatbázisának részét, ezért a fentiekben tárgyalt széladatokkal ellentétben a szokásos többszintű adatellenőrzési- és pótlási eljárásokon nem estek át. Az adatsorok rövidsége, formátuma, valamint az egyes adatsorokban jelen lévő hibák és hiányok csak a széladatok feldolgozását tették lehetővé, a bemutatott eredmények a rendelkezésre álló adatok minősége miatt tájékoztató jellegűek.

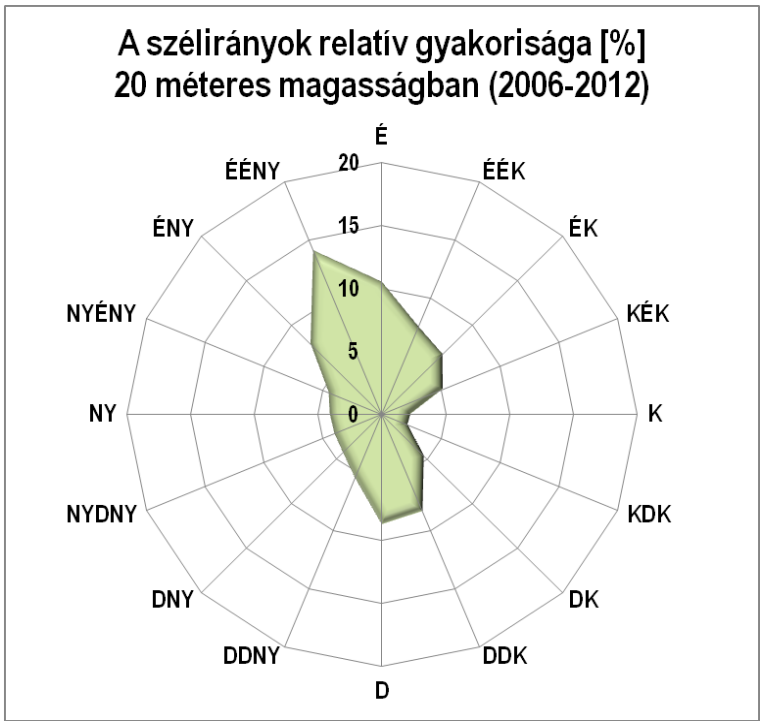
3.2.3.3.1. SZÉLIRÁNY

A mérőtorony 20 méteres szintjén (TBJ II. 3.2.3-20. ábra) a vizsgált 7 év adatai alapján az észak-északnyugati szélirány volt az uralkodó (14%), emellett az északi fordult elő a legtöbb alkalommal. Viszonylag gyakori volt még a déli (8,7%) és a déli-délkeleti (8,3%) irány.

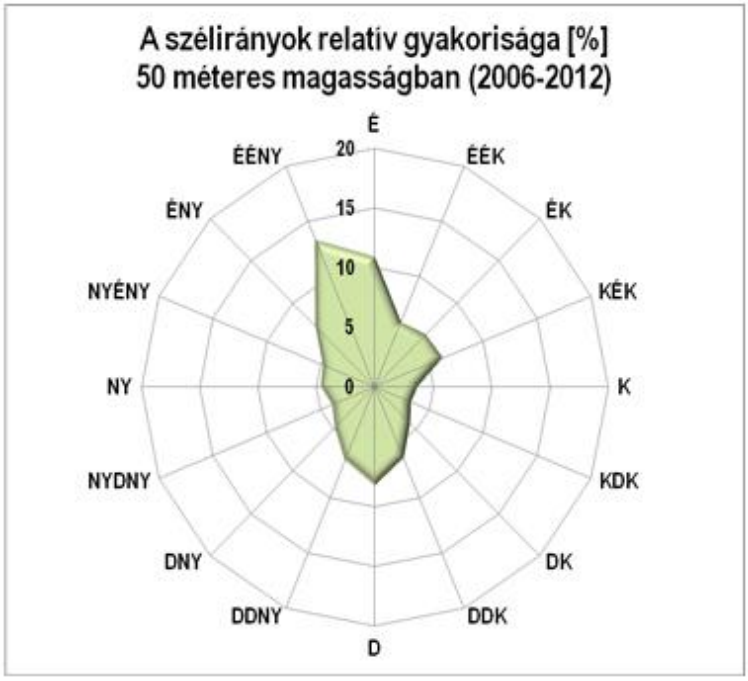
Az 50 méteres magasságban (TBJ II. 3.2.3-21. ábra) is az észak-északnyugati irány volt a leggyakoribb (13,3%), a 20 méteres szinthez hasonló sorrenddel.

A 120 méteres magasságban (TBJ II. 3.2.3-22. ábra) azonban már mutatkoznak a jelei az északnyugatias szél arány növekedésének. Habár itt is az észak-északnyugati szél volt az uralkodó (12,4%), azt az északnyugati (10,9%), majd az északi szél (10,7%) követte, a délies szelek az alacsonyabb szinteknél kevésbé voltak hangsúlyosak.

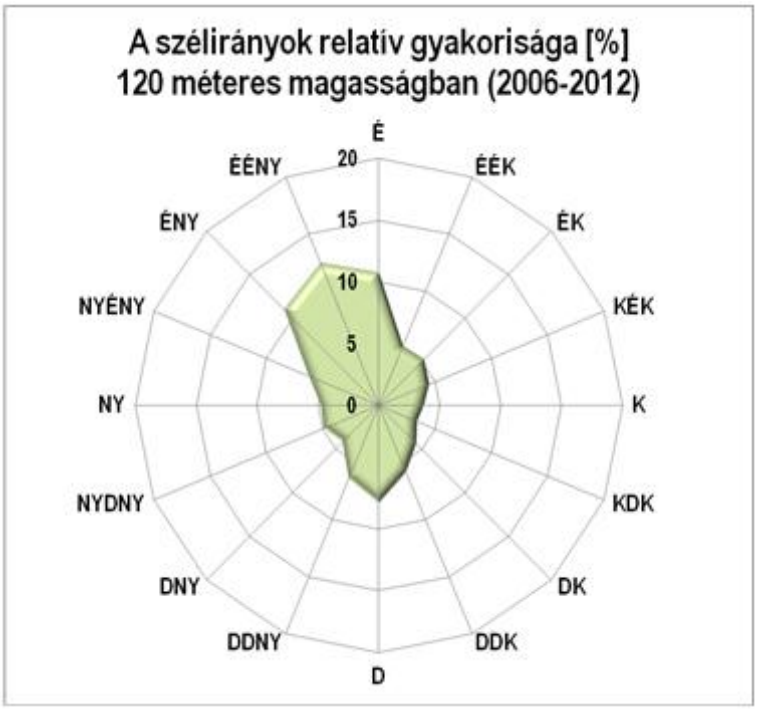
A különböző szinteken regisztrált szélirányok relatív gyakoriságait a TBJ II. 3.2.3-23. ábrán látható. Az északnyugatias irány arányának magassággal való növekedése jól érzékelhető.



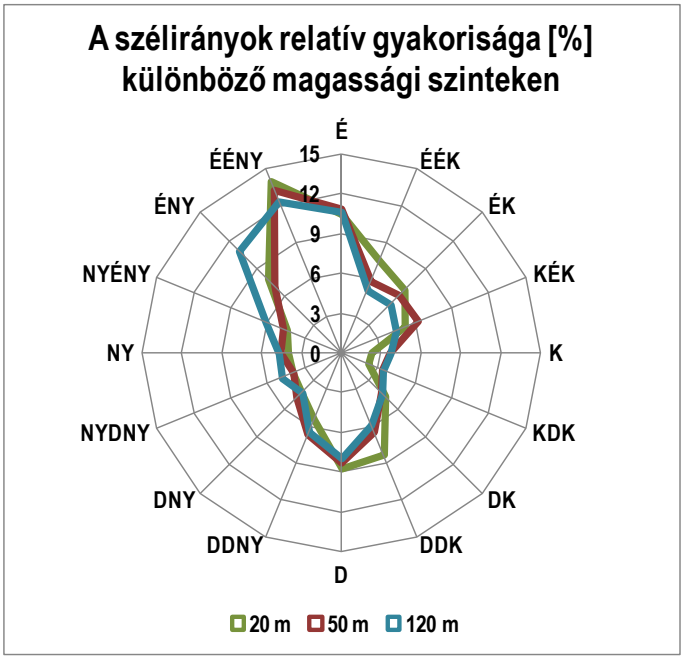
3.2.3-20. ábra: Szélirányok relatív gyakorisága [%] Paks mérőtorony 20 m-es szinten (2006-2012)



3.2.3-21. ábra: Szélirányok relatív gyakorisága [%] Paks mérőtorony 50 m-es szinten (2006-2012)



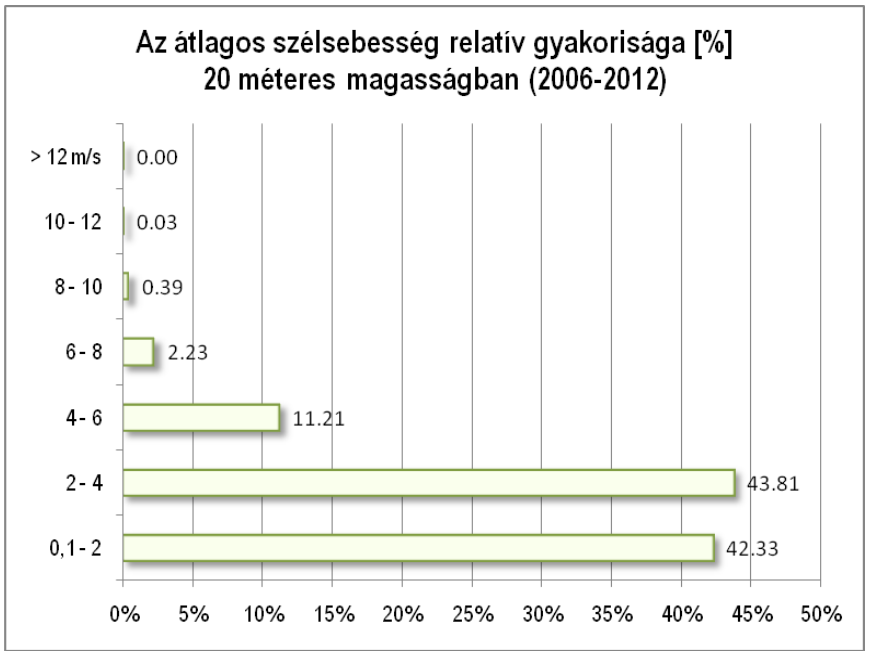
3.2.3-22. ábra: Szélirányok relatív gyakorisága [%] Paks mérőtorony 120 m-es szinten (2006-2012)



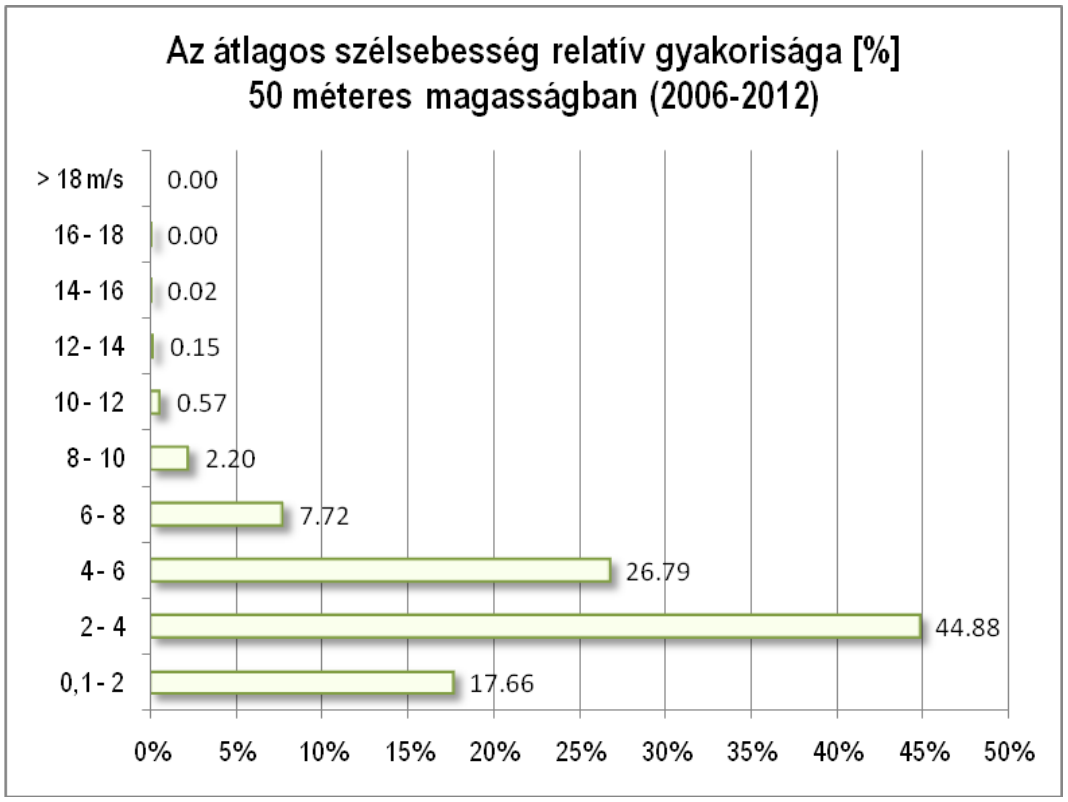
3.2.3-23. ábra: Szélirányok relatív gyakorisága [%] Paks mérőtorony különböző magassági szintjein (2006-2012)

3.2.3.3.2. ÁTLAGOS SZÉLSEBESSÉGEK

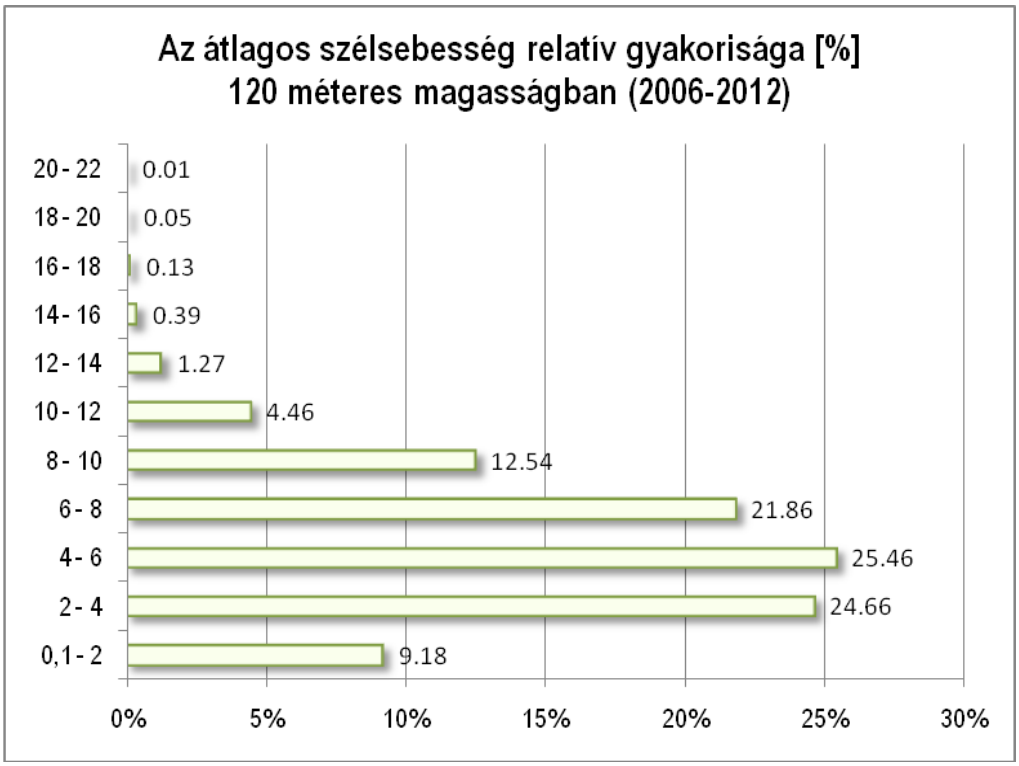
A szél sebessége a troposzférában a magassággal jellemzően emelkedik, ezt tükrözik a különböző szinteken mért 10 perces átlagos szélsebességeket feldolgozó ábrák is. Míg 20 méteren (TBJ II. 3.2.3-24. ábra) a 2-4 m/s-os tartomány gyakorisága alig nagyobb az ez alatti tartományénál, 50 méteren (TBJ II. 3.2.3-25. ábra) már egyértelmű a túlsúlya, 120 méteren (TBJ II. 3.2.3-26. ábra) pedig már a 4 és 6 m/s közötti sebesség fordult elő a legnagyobb arányban. A vizsgált időtartam alatt 20 méteren 12 m/s volt a maximális átlagsebesség, 50 méteren csaknem 18 m/s, 120 méteren pedig 20 m/s feletti értékek is előfordultak. A szél jellemzők maximális értékeit a TBJ II. 3.4.4. alfejezet tartalmazza.



3.2.3-24. ábra: Az átlagos szélsebesség relatív gyakorisága [%] Paks mérőtorony 20 m-es szinten (2006-2012)



3.2.3-25. ábra: Az átlagos szélsebesség relatív gyakorisága [%] Paks mérőtorony 50 m-es szinten (2006-2012)



3.2.3-26. ábra: Az átlagos szélsebesség relatív gyakorisága [%] Paks mérőtorony 120 m-es szinten (2006-2012)

3.2.4. Stabilitási viszonyok

Az atmoszféra stabilitását jellemző legfontosabb paraméter a levegő hőmérsékletének függőleges változása. A függőleges rétegződést a besugárzás (insoláció) és a föld kisugárzásának aránya és a szélsebesség határozza meg. A légkör normál rétegződésének az az állapot felel meg, ha a léghőmérséklet 100 méterenként felfelé 0,65 °C-kal csökken. A légrészecskék semleges egyensúlyának az adiabatikus hőmérséklet gradiens felel meg (-1,0 °C/100 m). Labilis rétegződés esetén a csökkenés mértéke nagyobb (pl. erős napsütés és kis szélsebesség esetén). Stabil rétegződésnél a csökkenés kisebb vagy a hőmérséklet gradiens ellentétes irányú (inverzió).

A légszennyezők hígulása labilis viszonyok esetén gyorsabb, stabil rétegződés mellett lassúbb. A légköri állapotokat stabilitás szempontjából kategóriákra szokás osztani.

Atomerőművek környezetvédelmi számításaihoz a nemzetközi gyakorlatban a Pasquill-féle kategorizálás terjedt el. Az atmoszféra állapotától függően a kategorizálás „A”-tól „F”-ig történik, ahol az „A” kategória felel meg az erősen labilis légköri viszonyoknak, „B” a közepesen labilis, „C” az enyhén labilis, „D” a semleges, „E” az enyhén stabil, míg az „F” a stabil állapotot jellemzi.

A Pasquill kategóriák definiálásához a felszínközeli szélsebességet és a felhő fedettséget, vagy a sugárzási egyenleget, vagy a talajközeli hőmérsékleti gradienst használják. Az egyes stabilitási kategóriák a horizontális és a vertikális szélirány változékonyságát is jellemzik.

A légköri terjedési számításokhoz a szélsebesség, a szélirány és a légköri rétegződéstípusok együttes gyakoriságának megadása szükséges. A TBJ II. 3.2.4-1. és a TBJ II. 3.2.4-2. táblázatban a szinoptikus szélsebesség és szélirány Pasquill-index szerinti relatív gyakorisága látható Paks, illetve Baja Csávoly állomásokra vonatkozóan, éves viszonylatban (1997-2010).

3.2.4-1. táblázat: A szinoptikus szélsebesség és szélirány Pasquill-index szerinti relatív gyakorisága [%] Paks állomáson, éves viszonylatban (1997-2010)

A szinoptikus szélsebesség és szélirány Pasquill-index szerinti relatív gyakorisága (1997-2010.) − Paks																			
	P.i.	Szélcsend/ változó	É	ÉÉK	ÉK	KÉK	K	KDK	DK	DDK	D	DDNY	DNY	NYDNY	NY	NYÉNY	ÉNY	ÉÉNY	Össz
[0,0 - 0,1)	A	0,0																	0,0
	B	0,1																	0,1
	C	0,1																	0,1
	D	0,6																	0,6
	E	0,6																	0,6
	F	3,7																	3,7
[0,1 – 1,1)	A		0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9
	B		0,1	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	1,5
	C		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	1,3
	D		0,7	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,6	0,7	0,7	0,6	6,8
	E		0,5	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	3,6
	F		1,3	1,1	0,5	0,2	0,2	0,1	0,5	0,7	0,7	0,6	0,8	0,8	0,6	1,0	1,1	1,4	11,5
[1,1 – 2,1)	A		0,2	0,3	0,5	0,5	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	4,0
	B		0,3	0,3	0,6	0,5	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	5,6
	C		0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,3	4,1
	D	0,0	0,7	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,5	0,6	0,6	0,3	0,2	0,6	0,7	0,9	1,1	1,1	9,3
	E		0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	2,8
	F		0,3	0,4	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	3,3
[2,1 – 3,1)	A		0,2	0,3	0,3	0,2	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	2,7
	B		0,4	0,3	0,6	0,2	0,1	0,1	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4	0,2	0,4	0,2	0,5	0,4	5,4
	C		0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,5	0,5	4,1
	D		0,6	0,4	0,7	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,5	0,3	0,3	0,4	0,3	0,5	1,1	0,9	6,7
	E		0,0	0,1	0,1	0,0			0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7
	F		0,0	0,0	0,1	0,0	0,0		0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0		0,0	0,0	0,7
[3,1 – 5,1)	A		0,0	0,2	0,0				0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,9
	B		0,3	0,4	0,3	0,1		0,0	0,1	0,2	0,8	0,6	0,5	0,3	0,1	0,1	0,3	0,4	4,6
	C		0,5	0,3	0,2	0,1		0,1	0,3	0,1	0,4	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,7	0,6	4,0
	D		0,5	0,4	0,2	0,1	0,0	0,0	0,2	0,2	0,4	0,5	0,2	0,3	0,2	0,5	1,7	1,4	6,9
	E			0,0	0,0					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0		0,2

A szinoptikus szélsebesség és szélirány Pasquill-index szerinti relatív gyakorisága (1997-2010.) − Paks																			
	P.i.	Szélcsend/ változó	É	ÉÉK	ÉK	KÉK	K	KDK	DK	DDK	D	DDNY	DNY	NYDNY	NY	NYÉNY	ÉNY	ÉÉNY	Össz
	F		0,0	0,0	0,0						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				0,1
[5,1 – 7,1)	A			0,0								0,0							0,0
	B		0,0	0,0	0,0						0,0	0,1	0,1	0,0				0,0	0,3
	C		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0		0,0	0,1	0,2	0,1		0,0	0,1	0,1	0,7
	D		0,0	0,1	0,0				0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,7	0,4	1,8
	E												0,0						0,0
	F												0,0						0,0
[7,1 – 10,1)	A												0,0						0,0
	B												0,0	0,0					0,0
	C											0,0	0,0	0,0					0,0
	D		0,0	0,0		0,0						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3
	E																		
	F																		
[10,1 – 13,1)	A																		
	B																		
	C																		
	D												0,0				0,0	0,0	0,0
	E																		
	F																		
Összesen		5,1	7,5	6,8	6,3	3,6	2,2	2,6	4,9	5,0	7,5	5,5	4,9	5,1	4,8	5,9	10,3	9,9	100,0

3.2.4-2. táblázat: A szinoptikus szélsebesség és szélirány Pasquill-index szerinti relatív gyakorisága [%]Baja Csávoly állomáson, éves viszonylatban (1997-2010)

A szinoptikus szélsebesség és szélirány Pasquill-index szerinti relatív gyakorisága (1997-2010.) − Baja Csávoly																			
	P.i.	Szélcsend/ változó	É	ÉÉK	ÉK	KÉK	K	KDK	DK	DDK	D	DDNY	DNY	NYDNY	NY	NYÉNY	ÉNY	ÉÉNY	Össz.
[0,0 - 0,1)	A																		
	B	0																	0
	C	0,1																	0,1
	D	0,5																	0,5
	E	0,3																	0,3
	F	1,9																	1,9
[0.1 - 1.1)	A		0,1	0	0	0,1	0,1	0,1		0		0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0,7
	B		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	1,5
	C		0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,5
	D		0,5	0,4	0,2	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5	0,3	0,2	0,3	0,4	0,4	0,6	0,6	0,5	6,2
	E		0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	2,9
	F		1	0,7	0,5	0,9	1,6	1	1	0,8	0,3	0,2	0,3	0,2	0,5	0,5	0,7	0,7	10,7
[1.1 - 2.1)	A		0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,4	4
	B		0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3	0,5	0,7	0,6	0,4	5,6
	C		0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,1	0,2	0,3	0,2	0,3	0,5	0,4	3,6
	D		0,6	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	1,4	0,7	9,4
	E		0,2	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,5	0,4	0,2	0,1	0,1	0	0,1	0,2	0,3	0,3	3,3
	F		0,3	0,1	0,1	0,3	0,7	0,8	0,9	0,7	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,4	0,3	5,6
[2.1 - 3.1)	A		0,3	0,1	0	0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,4	2,8
	B		0,5	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,3	0,5	0,3	0,3	0,5	0,6	0,5	5,9
	C		0,4	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,4	0,6	0,6	4,1
	D		0,3	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,4	0,6	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4	0,8	1,1	0,8	6,6
	E		0,1	0,1	0	0	0	0,1	0,1	0,2	0,2			0	0	0	0	0,1	1
	F		0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,2	0,1	0	0,1	0	0	0	0,1	0	0,9
[3.1 - 5.1)	A		0,1	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0,1	0	0	0,1	0,1	0,2	1,1
	B		0,4	0,2	0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3	0,4	0,6	4,1
	C		0,4	0,1	0	0,1	0	0,1	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,4	0,8	0,6	4,4
	D		0,4	0,2	0	0,2	0,2	0,1	0,4	0,4	0,4	0,2	0,4	0,3	0,4	1,1	1,6	1,1	7,3
	E		0	0	0	0	0		0	0,1	0	0	0			0	0	0	0,3

A szinoptikus szélsebesség és szélirány Pasquill-index szerinti relatív gyakorisága (1997-2010.) − Baja Csávoly																		
	P.i.	Szélcsend/ változó	É	ÉÉK	ÉK	KÉK	K	KDK	DK	DDK	D	DDNY	DNY	NYDNY	NY	NYÉNY	ÉNY	ÉÉNY	Össz.
	F		0	0		0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0,2
[5.1 - 7.1)	A						0						0						0
	B		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,4
	C		0	0		0		0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1	0,1	0,1	0,6
	D		0,1	0	0		0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,3	0,6	0,5	1,9
	E																		
	F																		
[7.1 - 10.1)	A																		
	B												0						0
	C												0		0	0	0		0,1
	D		0										0	0,1	0	0,1	0,1	0,1	0,4
	E																		
	F																		
[10.1 - 13.1)	A																		
	B																		
	C																		
	D																0	0	0
	E																		
	F																		
Összesen		2,8	6,8	3,5	2,4	3,8	5,8	5,9	7,3	7,7	5,5	3,2	4,9	4,4	5	8,5	12	9,7	100

3.2.5. Villámcsapás kockázata

Magyarországon az Országos Meteorológiai Szolgálat üzemeltetésében egy 5 állomásból álló villám-lokalizációs hálózat működik, a Szlovákiában üzemelő 3 állomásból 2-vel kapcsolt üzemmódban. Ezáltal az egész ország területén érzékelhetőek másodperces gyakorisággal a villámkisülések.

A hálózat folyamatosan érzékeli, regisztrálja és lokalizálja a villámlásokat. A mérőrendszer úgynevezett teljes villámlást mér, azaz mind a felhőn belüli, mind pedig a földbe csapó villámok helyét képes meghatározni. Felhőn belüli villámok esetében – amennyiben a villámlás fizikai paraméterei lehetővé teszik – a teljes felhővillám-csatorna útja rögzítésre kerül. A rendszer helymeghatározási pontossága az ország területén 2-5 km.

A zivatartevékenység vizsgálatának adatbázisa tartalmazza minden lokalizált villám idejét 100 μs pontosságig, földrajzi koordinátáját 10 méter felbontásig, illetve a villámlás típusát, amely szerint megkülönböztetnek:

1. pozitív földbe csapó villámot;
2. negatív földbe csapó villámot;
3. felhővillám-csatorna
    - kezdeti,
    - közbenső,
    - záró elemét;
4. egyedi, szeparált felhővillám típust.

A vizsgálat során az 1., 2. és 3. típusok lettek figyelembe véve.

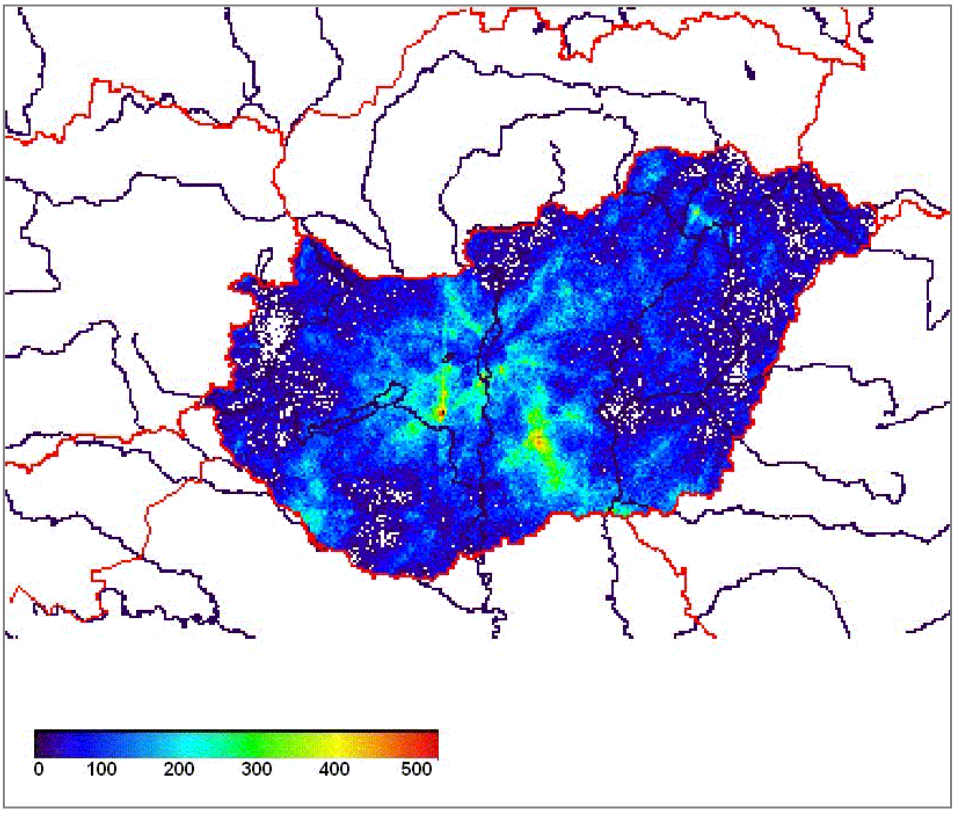
Az időben folytonos adatbázisból 15 perces időablakkal diszkrét adatmezőket képeztek. A vizsgált 4 év összesen 20 hónapjára naponta 1440 darab (ún. perces) adatmezőt alkottak, amely külön-külön tartalmazta az adott 15 perc villámlásait. Ezeket a területi eloszlás megjelenítése céljából egy Magyarországot lefedő 2×2 km-es rácson vizsgálták tovább. Egy rácspont így 4 km^2 alapterületű.

Intenzitásküszöböket definiáltak, amelyek alapján kimutatható egy-egy terület, illetve időszak különböző intenzitású villámlás aktivitása (gyenge, közepes, erős, nagyon erős), és azok változása. Ezek a küszöbök 1, 3, 5, 10 villámlás / rácspont voltak. Négyzetkilométeres területegységre vetítve ezek 0,25, 0,75, 1,25 és 2,5 villámlás/km^2 küszöböket jelentenek. Az előállított perces adatmezőkön összegezték a definiált küszöbök feletti időtartamok (percek) számát az említett rácson.

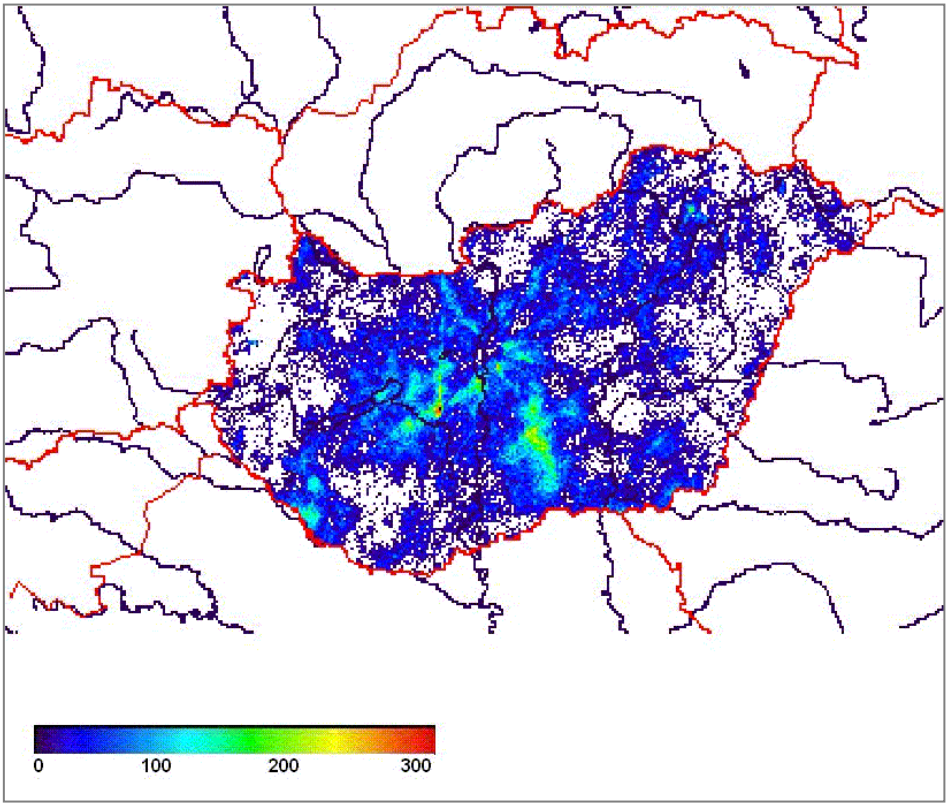
Az így előálló havi és szezonális összegképeket az adott időszak legnagyobb értékével normálták és a Kárpát-medencét lefedő térképeken ábrázolták.

Minden havi és szezonális térkép bal alsó sarkában található a színezésnek megfelelő értékskála, amely az adott térképhez tartozó küszöbértéket meghaladó villámlásintenzitás időtartamát jelöli percben kifejezve.

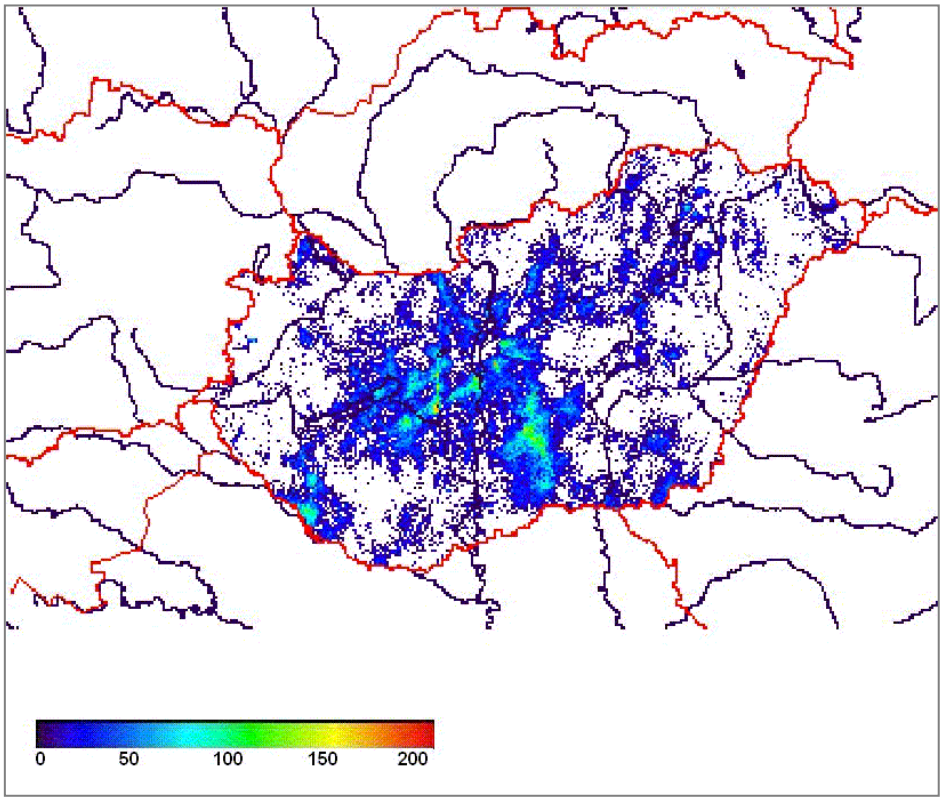
Az alábbi ábrasorozaton látható térképek a szezonális villámlásintenzitásokat mutatják a 2010-es évre vonatkozóan (TBJ II. 3.2.5-1. – 3.2.5-4. ábrák). A 2005-2009 közötti időszakra vonatkozó ábrák a TBJ [3-2]-ben találhatók.



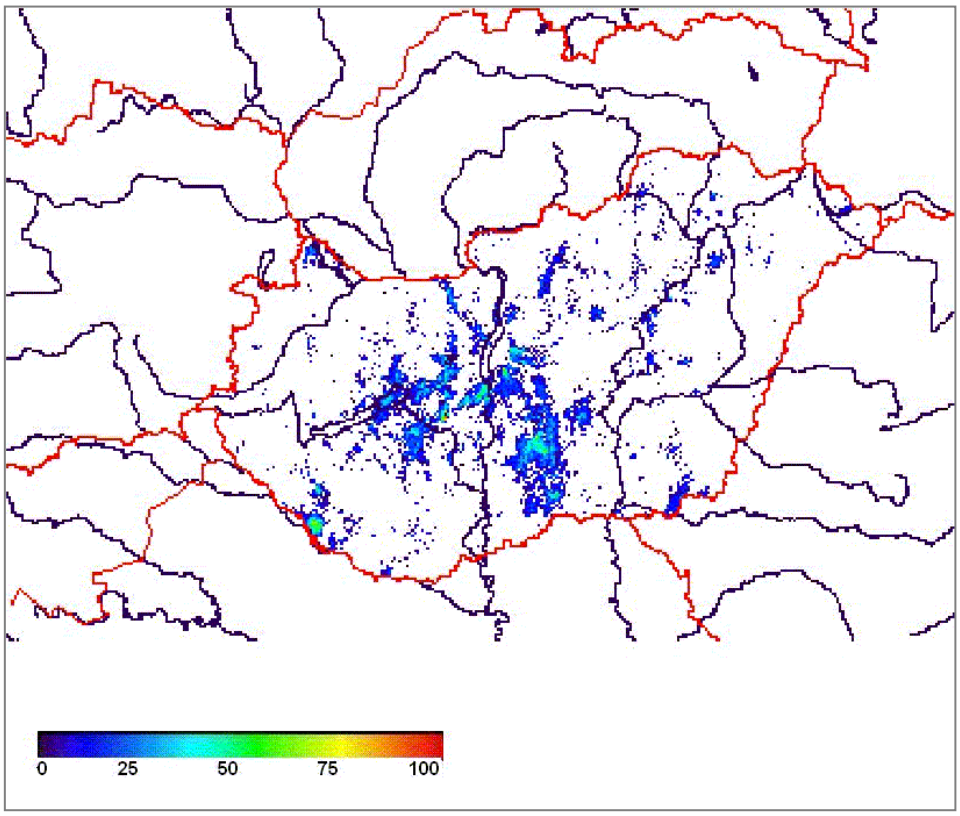
3.2.5-1. ábra: 2010. máj-szept: 0,25 villámlás/km^2 feletti villámlásintenzitású percek számának területi eloszlása óránként



3.2.5-2. ábra: 2010. máj-szept: 0,75 villámlás/km^2 feletti villámlásintenzitású percek számának területi eloszlása



3.2.5-3. ábra: 2010. máj-szept: 1,25 villámlás/km^2 feletti villámlásintenzitású percek számának területi eloszlása



3.2.5-4. ábra: 2010. máj-szept: 2,5 villámlás/km^2 feletti villámlásintenzitású percek számának területi eloszlása

A 2005-2010. közötti időszakot tekintve az átlag feletti villámlásmennyiség 2007-ben és 2010-ben, míg az átlag alatti villámlásszám a 2005 és 2008-as években fordult elő. Ebből is látható, hogy a vizsgált időszak adatai alapján tendencia nem mutatható ki, ugyanakkor elmondható, hogy az egyes évek adatai között igen nagy a változékonyság. Általánosságban megállapítható, hogy a leginkább villámlások által érintett területek a Duna-Tisza-köze és a Körösök vidéke, az Alföld délkeleti pereme és a Dunántúl középső régiója, míg a legkevésbé érintett területek az északnyugati és északkeleti területek. Kivétel ez alól a 2009-es év, amikor a Duna-Tisza-köze mellett a Kisalföldön és a Borsod-Abaúj-Zemplén, Szabolcs-Szatmár-Bereg megyék által lefedett területen jelentkeztek a maximális időtartamok.

Az érintett területek arányát havi és szezonális bontásban az alábbi TBJ II. 3.2.5-1., TBJ II. 3.2.5-2., TBJ II. 3.2.5-3., TBJ II. 3.2.5-4. táblázatok tartalmazzák. A szélsőérték vizsgálatok eredményeit havi és szezonális bontásban az alábbi TBJ II. 3.2.5-5., TBJ II. 3.2.5-6., TBJ II. 3.2.5-7., TBJ II. 3.2.5-8. táblázatok tartalmazzák.

3.2.5-1. táblázat: 0,25 villámlás/km^2 villámlásintenzitás által érintett terület aránya országosan (%)

0,25 villámlás/km^2 villámlásintenzitás által érintett terület aránya országosan (%)						
	Május	Június	Július	Augusztus	Szeptember	Szezonális
2005	20,93	21,19	53,35	63,33	7,38	87,27
2006	10,84	62,38	48,74	37,28	2,78	85,10
2007	56,20	55,95	9,31	64,17	5,00	90,63
2008	30,36	54,49	38,59	29,92	9,50	85,76
2009	37,15	56,84	49,01	33,09	13,39	90,67
2010	49,93	55,67	45,48	78,64	1,64	95,34

3.2.5-2. táblázat: 0,75 villámlás/km^2 villámlásintenzitás által érintett terület aránya országosan (%)

0,75 villámlás/km^2 villámlásintenzitás által érintett terület aránya országosan (%)						
	Május	Június	Július	Augusztus	Szeptember	Szezonális
2005	9,65	11,94	32,04	43,37	3,58	67,68
2006	3,91	41,38	27,63	21,70	1,10	63,83
2007	35,71	31,87	3,05	41,25	1,45	71,07
2008	15,03	30,63	17,24	14,65	3,68	58,13
2009	14,56	20,68	17,92	11,02	2,32	49,96
2010	19,57	26,36	15,35	48,58	0,15	68,70

3.2.5-3. táblázat: 1,25 villámlás/km^2 villámlásintenzitás által érintett terület aránya országosan (%)

1,25 villámlás/km^2 villámlásintenzitás által érintett terület aránya országosan (%)						
	Május	Június	Július	Augusztus	Szeptember	Szezonális
2005	2,63	4,41	13,03	22,61	1,22	36,55
2006	0,91	19,68	9,93	9,69	0,25	33,02
2007	14,89	10,95	0,61	16,70	0,28	35,14
2008	4,19	10,13	3,67	4,55	1,01	21,12
2009	6,94	8,80	8,07	4,95	0,58	25,15
2010	9,35	13,2	5,6	30,05	0,07	43,73

3.2.5-4. táblázat: 2,5 villámlás/km^2 villámlásintenzitás által érintett terület aránya országosan (%)

2,5 villámlás/km^2 villámlásintenzitás által érintett terület aránya országosan (%)						
	Május	Június	Július	Augusztus	Szeptember	Szezonális
2005	0,24	0,66	2,60	6,13	0,10	9,33
2006	0,08	4,98	1,33	1,72	0,02	7,55
2007	2,79	1,43	0,09	2,16	0,04	6,18
2008	0,38	0,95	0,15	0,52	0,14	2,13
2009	2,14	1,72	1,74	1,16	0,08	6,40
2010	2,58	2,78	0,66	9,80	0,01	13,81

3.2.5-5. táblázat: Villámlásintenzitások (villámlás/km^2) maximális időtartamai (perc) havonta és szezonális összesítésben - 0,25 villám/km^2

Villámlásintenzitások (villámlás/km^2) maximális időtartamai (perc) havonta és szezonális összesítésben 0,25 villám/km^2						
	Május	Június	Július	Augusztus	Szeptember	Szezonális
2005	83	133	143	144	83	209
2006	66	152	170	131	67	278
2007	218	164	67	171	45	360
2008	110	142	80	122	50	225
2009	120	128	127	133	70	224
2010	205	157	150	246	34	533

3.2.5-6. táblázat: Villámlásintenzitások (villámlás/km^2) maximális időtartamai (perc) havonta és szezonális összesítésben - 0,75 villám/km^2

Villámlásintenzitások (villámlás/km^2) maximális időtartamai (perc) havonta és szezonális összesítésben 0,75 villám/km^2						
	Május	Június	Július	Augusztus	Szeptember	Szezonális
2005	53	82	117	112	66	137
2006	49	107	129	102	39	187
2007	91	58	39	74	18	228
2008	62	88	59	77	38	145
2009	74	88	64	86	41	122
2010	102	94	81	183	18	282

3.2.5-7. táblázat: Villámlásintenzitások (villámlás/km^2) maximális időtartamai (perc) havonta és szezonális összesítésben - 1,25 villám/km^2

Villámlásintenzitások (villámlás/km^2) maximális időtartamai (perc) havonta és szezonális összesítésben 1,25 villám/km^2						
	Május	Június	Július	Augusztus	Szeptember	Szezonális
2005	35	52	83	71	44	95
2006	37	80	65	53	24	120
2007	41	38	23	34	14	115
2008	36	49	30	50	32	69
2009	59	75	41	61	25	89
2010	80	73	49	141	14	196

3.2.5-8. táblázat: Villámlásintenzitások (villámlás/km^2) maximális időtartamai (perc) havonta és szezonális összesítésben - 2,5 villám/km^2

Villámlásintenzitások (villámlás/km^2) maximális időtartamai (perc) havonta és szezonális összesítésben 2,5 villám/km^2						
	Május	Június	Július	Augusztus	Szeptember	Szezonális
2005	19	31	60	49	22	60
2006	29	46	31	22	20	46
2007	41	38	23	34	14	56
2008	21	31	15	21	23	31
2009	31	65	26	32	15	65
2010	34	44	33	64	13	106

3.3. Meteorológiai paraméterek összefoglalása a terjedésszámításokhoz

A terjedésszámításokhoz szükséges meteorológiai paraméterek összefoglalást a TBJ 9.1 fejezete ismerteti.

3.4. Meteorológiai szélsőségek

3.4.1. Hőmérsékleti szélsőségek

Az alábbi, TBJ II. 3.4.1-1., 3.4.1-2., 3.4.1-3., 3.4.1-4., 3.4.1-5., 3.4.1-6., 3.4.1-7. és 3.4.1-8. táblázatban találhatóak a havonta előforduló legalacsonyabb, legmagasabb, illetve az átlagos maximum és minimum hőmérsékletek, a négy állomásra (Paks, Baja Csávoly, Dunaújváros és Kalocsa Öregcsertő) vonatkozóan, az 1981-2012-es napi adatok alapján.

3.4.1-1. táblázat: A maximumhőmérsékletek legalacsonyabb, legmagasabb, valamint átlagos értékei [°C] havonta (1981-2012) Paks állomáson

Maximumhőmérséklet [°C] (1981-2012) – Paks					
	Legalacsonyabb	**Év**	**Legmagasabb**	**Év**	**Átlag (1981-2010)**
Január	-13	1987	17,4	2002	3,2
Február	-10,4	2012	20,7	1998	5,9
Március	-5,2	1987	26,4	1989	11,5
Április	3	1986	31,8	2012	17,6
Május	8,2	1987	33,9	2008	23,0
Június	11,2	2005	36,8	2000	25,9
Július	15,5	1997	40,6	2007	28,4
Augusztus	14,6	1989	39,0	2012	28,0
Szeptember	11,1	2008	36,1	2008	23,0
Október	3,4	1985	28,7	2000	17,3
November	-6,3	1988	23,3	2008	9,4
December	-10,1	1996	19,9	1989	4,0

3.4.1-2. táblázat: A minimumhőmérsékletek legalacsonyabb, legmagasabb, valamint átlagos értékei [°C] havonta (1981-2012) Paks állomáson

Minimumhőmérséklet [°C] (1981-2012) − Paks					
	Legalacsonyabb	**Év**	**Legmagasabb**	**Év**	**Átlag (1981-2010)**
Január	-30,3	1987	7,5	1983	-3,9
Február	-24	1985	12,1	1998	-3,3
Március	-22	1987	11,4	1981	0,4
Április	-7,3	1997	14,1	1996	4,7
Május	-2,9	2007	19,6	1993	9,5
Június	1,1	1997	22,2	1994	12,8
Július	4,9	1996	22,4	2012	14,4
Augusztus	4,8	1984	22,7	2003	13,8
Szeptember	-0,9	1986	20,3	2009	9,8
Október	-11,5	1997	15,8	1992	5,3
November	-22,8	1988	13,7	2002	1,0
December	-23,3	2001	11	1989	-2,4

3.4.1-3. táblázat: A maximumhőmérsékletek legalacsonyabb, legmagasabb, valamint átlagos értékei [°C] havonta (1981-2012) Baja Csávoly állomáson

Maximumhőmérséklet [°C] (1981-2012) − Baja Csávoly					
	Legalacsonyabb	**Év**	**Legmagasabb**	**Év**	**Átlag (1981-2010)**
Január	-12,6	1985	18,0	2002	3,3
Február	-10,9	2012	20,7	2008	5,9
Március	-5,2	1987	25,7	1989	11,6
Április	2,5	1986	31,3	2012	17,7
Május	8,0	1987	33,9	2003	23,1
Június	10,5	2005	37,2	2012	25,9
Július	14,4	1997	41,0	2007	28,3
Augusztus	14,4	1989	40,4	2012	28,0
Szeptember	11,3	2008	37,2	2008	23,1
Október	2,8	1985	29,1	2009	17,5
November	-5,5	1993	23,3	2008	9,7
December	-10,6	1996	20,1	2009	4,0

3.4.1-4. táblázat: A minimumhőmérsékletek legalacsonyabb, legmagasabb, valamint átlagos értékei [°C] havonta (1981-2012) Baja Csávoly állomáson

Minimumhőmérséklet [°C] (1981-2012) − Baja Csávoly					
	Legalacsonyabb	**Év**	**Legmagasabb**	**Év**	**Átlag (1981-2010)**
Január	-26,6	2003	7,7	1983	-3,8
Február	-26,1	2012	11,5	1989	-3,1
Március	-20,0	1987	12,8	1981	0,9
Április	-7,0	2002	14,4	1983	5,4
Május	-1,8	2011	19,4	1994	10,3
Június	1,6	1997	20,3	2003	13,2
Július	4,7	1996	22,6	1987	14,8
Augusztus	4,8	2001	22,7	2003	14,3
Szeptember	0,2	2012	19,5	1994	10,4
Október	-9,5	1997	16,9	1984	5,9
November	-23,0	1988	13,1	2002	1,4
December	-24,5	2001	9,4	2009	-2,2

3.4.1-5. táblázat: A maximumhőmérsékletek legalacsonyabb, legmagasabb, valamint átlagos értékei [°C] havonta (1981-2012) Dunaújváros állomáson

Maximumhőmérséklet [°C] (1981-2012) − Dunaújváros					
	Legalacsonyabb	**Év**	**Legmagasabb**	**Év**	**Átlag (1981-2010)**
Január	-14,0	1987	17,0	2002	2,9
Február	-10,0	1985	20,2	1998	5,4
Március	-4,8	1987	25,2	1989	11,1
Április	3,5	1986	30,1	2012	17,4
Május	8,6	1987	33,5	2003	22,8
Június	12,0	2005	36,5	2000	25,7
Július	16,0	1997	41,2	2007	28,3
Augusztus	13,6	2010	38,7	2012	27,8
Szeptember	10,6	1984	35,5	2008	22,8
Október	3,5	2012	28,0	2006	17,0
November	-6,4	1993	21,4	2008	9,0
December	-11,0	1996	20,4	1989	3,5

3.4.1-6. táblázat: A minimumhőmérsékletek legalacsonyabb, legmagasabb, valamint átlagos értékei [°C] havonta (1981-2012) Dunaújváros állomáson

Minimumhőmérséklet [°C] (1981-2012) − Dunaújváros					
	Legalacsonyabb	**Év**	**Legmagasabb**	**Év**	**Átlag (1981-2010)**
Január	-28,0	1987	8,6	1998	-3,4
Február	-24,0	1985	10,5	1998	-2,7
Március	-15,0	1987	11,0	2005	1,2
Április	-6,0	2002	14,3	2012	5,6
Május	0,0	2007	19,0	2009	10,5
Június	4,0	2006	22,5	1994	13,4
Július	7,0	1982	24,7	2007	15,0
Augusztus	4,2	1986	22,6	1993	14,6
Szeptember	0,0	1986	23,4	2008	10,6
Október	-9,6	1997	17,3	2009	6,0
November	-20,0	1988	14,0	2002	1,6
December	-20,5	2001	11,8	1989	-1,9

3.4.1-7. táblázat: A maximumhőmérsékletek legalacsonyabb, legmagasabb, valamint átlagos értékei [°C] havonta (1981-2012) Kalocsa Öregcsertő állomáson

Maximumhőmérséklet [°C] (1981-2012) − Kalocsa Öregcsertő					
	Legalacsonyabb	**Év**	**Legmagasabb**	**Év**	**Átlag (1981-2010)**
Január	-12,9	1987	17,0	2002	2,9
Február	-10,1	1985	20,1	1990	5,3
Március	-5,5	1987	24,4	1989	11,3
Április	2,4	1986	30,5	2012	17,6
Május	8,2	1987	33,0	2003	23,0
Június	11,0	2005	36,6	2012	25,9
Július	15,2	1997	41,0	2007	28,3
Augusztus	14,7	1989	39,0	2012	27,9
Szeptember	10,5	2008	36,0	2008	22,9
Október	3,1	1985	28,6	2009	17,2
November	-6,6	1988	23,8	2008	9,3
December	-10,8	1996	19,5	2009	3,7

3.4.1-8. táblázat: A minimumhőmérsékletek legalacsonyabb, legmagasabb, valamint átlagos értékei [°C] havonta (1981-2012) Kalocsa Öregcsertő állomáson

Minimumhőmérséklet [°C] (1981-2012) – Kalocsa Öregcsertő					
	Legalacsonyabb	**Év**	**Legmagasabb**	**Év**	**Átlag (1981-2010)**
Január	-25,6	1987	7,0	2007	-3,4
Február	-24,0	2012	9,0	1998	-2,9
Március	-16,6	1987	12,80	2011	1,2
Április	-6,5	1997	14,0	1998	5,5
Május	-0,5	2007	19,2	1993	10,5
Június	4,5	1997	21,5	2000	13,5
Július	6,0	1996	23,4	2001	15,1
Augusztus	6,4	1987	23,0	2003	14,7
Szeptember	1,9	1986	19,6	2009	10,7
Október	-8,2	1997	16,1	1991	6,2
November	-22,0	1988	14,6	2002	1,6
December	-22,6	1996	10,0	2009	-1,9

A legnagyobb napi maximumot Pakson 2007 júliusában mérték (40,6°C), az összes állomást tekintve azonban volt ennél melegebb is, szintén 2007-ben, Dunaújvárosban 41,2°C. A legalacsonyabb maximum Pakson az 1987 januárjában megfigyelt -13°C volt, míg mind a négy állomást figyelembe véve Dunaújvárosban előfordult ennél alacsonyabb érték is (szintén 1987 januárjában, -14°C).

A minimum hőmérséklet esetében 1987 januárjában figyelték meg a legkisebb értéket (-30,3°C) Paks állomáson, mely a többi állomást tekintve is az abszolút minimum, 2003 augusztusában pedig a legnagyobbat (22,7°C), ennél azonban 2007 júliusában, Dunaújvárosban észlelték a magasabb minimumhőmérsékletet (24,7°C-ot).

Baja Csávoly és Kalocsa Öregcsertő állomások legkisebb minimumhőmérsékleteit kivéve, az állomásonként a vizsgált időszakban jelentkező szélsőértékek egyben az adott állomás abszolút szélsőségei is.

A következő TBJ II. 3.4.1-9. táblázatban Paks állomásra vonatkozó maximum és minimum hőmérsékletek visszatérési értékei láthatók, amelyeket az 1981-2010 közötti időszak mérései alapján számították ki a Gumbel-féle statisztikai módszert alkalmazva [3-3].

A visszatérési értékek megmutatják, hogy az adott hőmérséklet előfordulására átlagosan hány évente lehet számítani.

Fontos megjegyezni, hogy ezek átlagos értékek, tehát akár egymást követő években is előfordulhatnak ugyanolyan extrém értékek, és lehetnek szélsőségek nélküli időszakok is.

35-36°C körüli maximum hőmérséklet átlagosan kétévente, 40°C-os körülbelül 50 évente jelentkezik a térségben. A -20°C-os minimum hőmérsékletre Paks állomás adatai alapján kevesebb, mint négyévente lehet számítani, míg a -30°C csak több mint 50 évente jelentkezik.

A hőmérsékleti viszonyok jellemzésére további információt képvisel az ún. küszöbnapok száma, amely a hőmérséklet adott értékeit elérő, illetve meghaladó napi legmagasabb, ill. legalacsonyabb hőmérséklet napokban kifejezett száma. Nyári-, hőség-, illetve forró napon a hőmérséklet napi csúcsértéke eléri vagy meghaladja a 25°C-ot, a 30°C-ot, illetve a 35°C-ot. Ezen küszöbnapok számának alakulása látható a következő táblázatokban (TBJ II. 3.4.1-10., 3.4.1-11., 3.4.1-12., 3.4.1-13., 3.4.1-14., 3.4.1-15., 3.4.1-16., 3.4.1-17., 3.4.1-18., 3.4.1-19., 3.4.1-20. és 3.4.1-21. táblázatok) a négy állomásra vonatkozóan.

3.4.1-9. táblázat: A maximum és minimum hőmérsékletek visszatérései értékei Gumbel eloszlással Paks állomásra vonatkozóan (1981-2010-es adatok alapján)

A maximum és minimum hőmérsékletek visszatérési értékei Gumbel eloszlással Paks		
Visszatérési periódus (év)	**Maximum- hőmérséklet [°C]**	**Minimum- hőmérséklet [°C]**
2	35,9	-17,7
4	36,8	-20,7
5	37,1	-21,6
10	37,9	-24,2
20	38,7	-26,6
50	39,7	-29,8
100	40,4	-32,2
200	41,1	-34,6
500	42,1	-37,7
1 000	42,8	-40,1
2 000	43,6	-42,4
5 000	44,5	-45,6
10 000	45,3	-47,9
20 000	46	-50,3
100 000	47,7	-55,7
500 000	49,4	-61,2
1 000 000	50,2	-63,6
2 000 000	50,9	-66,0
5 000 000	51,9	-69,1
10 000 000	52,6	-71,5
10-5 1/év gyak. átlag	48,3	-59,1
10-5 1/év gyak. medián	48,1	-57,9

Ha a havi bontású táblázatokban látható, hogy a legtöbb küszöb fölötti napot július-augusztus hónapokban figyeltek meg a térségben, és az is kitűnik, hogy míg az 1997-2012 közötti időszak elején inkább augusztus, addig a végén inkább július hónapban fordult elő több ilyen nap Paks állomáson. Nyári napot áprilistól egészen októberig észleltek az állomásokon, hőségnapot a május-szeptember időszakban, forró napot viszont csak június-szeptember között. Pakson a legtöbb nyári napot egy hónapban 1997 óta 2003 júniusában és augusztusában, 2007 júniusában, valamint 2012 júliusában észleltek (30 nap), a legtöbb hőségnapot 2003. augusztusában (24 nap), míg a legtöbb forró napot 2007 júliusában (10 nap).

A többi állomás adatai alapján nyári napból Kalocsa Öregcsertő állomáson 2012 augusztusában ennél is többet, 31 napot regisztráltak (vagyis a hónap minden napján 25°C feletti maximumhőmérsékletet mértek), hőségnapból pedig Dunaújvárosban jelentkezett nagyobb szám, 2003 augusztusában (26 nap), forró nap viszont mindegyik állomáson maximum 10 adódott egy hónapban.

Éves szinten tekintve Pakson, 1981 óta 2009-ben volt a legtöbb (129 nap), 1984-ben a legkevesebb (61 nap) nyári nap. Hőségnapból szintén 1984-ban figyeltek meg a legkevesebbet (14 nap), a legtöbbet viszont 2003-ban (66 nap). A forró napok legmagasabb száma 2012-ben (18 nap) volt, míg 1982-ben, 1984-ben, 1986-ban, 1997-ben és 1999-ben nem regisztráltak 35°C-ot meghaladó maximum hőmérsékletet.

A többi állomáson azonban előfordultak nagyobb értékek is. Kalocsán 2009-ben 130 nyári nap adódott. Baján 2012-ben 75 napon, Kalocsán 70 napon, 2003-ban Dunaújvárosban 71 napon

mértek 30°C feletti hőmérsékletet. Baján forró napból 2012-ben 23 napot, Kalocsán 22 napot regisztráltak.

3.4.1-10. táblázat: A nyári napok (T_{max}≥25°C) száma 1997-2012 között havonta, Paks állomáson

Nyári napok (T_{max}≥25°C) száma − Paks								
	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Év
1997	0	15	19	21	28	12	5	100
1998	0	10	22	21	22	3	1	79
1999	0	8	20	27	21	20	1	97
2000	11	17	23	23	29	10	6	119
2001	1	17	15	24	25	2	8	92
2002	0	18	22	28	24	12	1	105
2003	2	24	30	29	30	10	2	127
2004	0	4	17	21	27	12	0	81
2005	0	10	20	23	14	12	0	79
2006	3	6	19	27	15	16	3	89
2007	3	13	30	27	28	3	1	105
2008	1	15	20	27	28	12	0	103
2009	9	19	20	29	28	20	4	129
2010	1	8	16	25	25	0	0	75
2011	4	16	25	19	26	22	6	118
2012	5	13	21	30	29	18	0	116

3.4.1-11. táblázat: A hőségnapok (Tmax≥30°C) száma 1997-2012 között havonta, Paks állomáson

Hőségnapok (Tmax≥30°C) száma − Paks							
	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	Év
1997	0	2	7	1	6	0	16
1998	0	0	10	11	14	0	35
1999	0	3	3	5	5	1	17
2000	0	4	14	12	17	0	47
2001	0	2	2	10	17	0	31
2002	0	1	11	19	5	2	38
2003	0	10	15	14	24	3	66
2004	0	0	2	13	7	1	23
2005	0	5	3	8	2	0	18
2006	0	0	14	22	5	1	42
2007	0	6	14	18	16	0	54
2008	0	3	12	14	15	5	49
2009	0	6	2	17	16	3	44
2010	0	0	8	16	9	0	33
2011	0	2	8	12	14	11	47
2012	3	4	11	18	21	8	65

3.4.1-12. táblázat: A forró napok (Tmax≥35°C) száma 1997-2012 között havonta, Paks állomáson

Forró napok (Tmax≥35°C) száma − Paks					
	VI.	VII.	VIII.	IX.	Év
1997	0	0	0	0	0
1998	0	1	3	0	4
1999	0	0	0	0	0
2000	5	1	5	0	11
2001	0	2	2	0	4
2002	2	2	0	0	4
2003	3	2	4	0	9
2004	0	1	0	0	1
2005	0	1	0	0	1
2006	1	0	0	0	1
2007	1	10	1	0	12
2008	0	1	2	2	5
2009	0	2	2	0	4
2010	0	5	0	0	5
2011	0	4	3	0	7
2012	1	8	9	0	18

3.4.1-13. táblázat: A nyári napok (Tmax≥25°C) száma 1997-2012 között havonta, Baja Csávoly állomáson

Nyári napok (T_{max}≥25°C) száma − Baja Csávoly								
	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Év
1997	0	13	17	19	27	11	4	91
1998	1	8	21	23	23	2	1	79
1999	0	7	19	29	21	21	2	99
2000	12	19	23	23	30	11	7	125
2001	1	17	14	22	28	3	8	93
2002	0	17	24	30	25	11	1	108
2003	2	24	30	29	30	11	2	128
2004	0	5	18	22	28	12	0	85
2005	0	10	22	23	16	13	1	85
2006	3	8	16	27	17	16	3	90
2007	4	15	29	26	28	4	3	109
2008	1	15	21	27	28	12	2	106
2009	5	18	19	29	29	21	5	126
2010	2	12	17	26	27	1	0	85
2011	3	14	24	21	28	23	6	119
2012	5	13	23	30	30	20	2	123

3.4.1-14. táblázat: A hőségnapok (Tmax≥30°C) száma 1997-2012 között havonta, Baja Csávoly állomáson

Hőségnapok (Tmax≥30°C) száma − Baja Csávoly							
	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	Év
1997	0	0	6	1	3	0	10
1998	0	0	10	10	14	0	34
1999	0	2	4	5	5	1	17
2000	0	6	15	12	19	1	53
2001	0	1	2	8	18	0	29
2002	0	0	12	19	6	1	38
2003	0	7	17	16	24	4	68
2004	0	0	1	13	6	0	20
2005	0	4	4	8	3	0	19
2006	0	1	12	20	5	0	38
2007	0	7	14	18	17	0	56
2008	0	3	9	11	14	6	43
2009	0	5	4	15	19	3	46
2010	0	0	6	14	11	0	31
2011	0	0	5	11	16	12	44
2012	1	4	15	21	23	11	75

3.4.1-15. táblázat: A forró napok (T_{max}≥35°C) száma 1997-2012 között havonta, Baja Csávoly állomáson

Forró napok (Tmax≥35°C) száma − Baja Csávoly					
	VI.	VII.	VIII.	IX.	Év
1997	0	0	0	0	0
1998	0	0	3	0	3
1999	0	0	0	0	0
2000	4	2	4	0	10
2001	0	1	2	0	3
2002	2	3	0	0	5
2003	3	2	4	0	9
2004	0	3	0	0	3
2005	0	0	0	0	0
2006	1	0	0	0	1
2007	1	9	1	0	11
2008	0	1	1	2	4
2009	0	2	1	0	3
2010	0	4	0	0	4
2011	0	5	4	0	9
2012	3	10	10	0	23

3.4.1-16. táblázat: A nyári napok (Tmax≥25°C) száma 1997-2012 között havonta, Dunaújváros állomáson

Nyári napok (T_{max}≥25°C) száma − Dunaújváros								
	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Év
1997	0	15	18	23	29	12	4	101
1998	0	9	20	22	22	2	0	75
1999	0	7	19	28	22	21	1	98
2000	11	16	23	21	29	8	3	111
2001	2	16	15	24	26	2	6	91
2002	0	20	23	29	23	12	1	108
2003	2	24	29	29	30	11	2	127
2004	0	8	18	21	28	12	0	87
2005	0	10	20	25	16	13	0	84
2006	4	6	18	28	18	19	3	96
2007	4	14	28	28	27	4	1	106
2008	0	11	20	24	25	12	0	92
2009	3	16	18	29	28	19	4	117
2010	1	7	13	25	21	0	0	67
2011	2	12	23	16	26	20	5	104
2012	4	13	20	28	29	16	0	110

3.4.1-17. táblázat: A hőségnapok (Tmax≥30°C) száma 1997-2012 között havonta, Dunaújváros állomáson

Hőségnapok (Tmax≥30°C) száma − Dunaújváros							
	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	Év
1997	0	1	3	1	9	1	15
1998	0	0	8	10	12	0	30
1999	0	2	3	5	5	1	16
2000	0	4	13	12	18	0	47
2001	0	2	2	11	18	0	33
2002	0	1	12	18	7	1	39
2003	0	12	15	14	26	4	71
2004	0	0	2	13	10	0	25
2005	0	4	4	10	3	0	21
2006	0	0	14	23	6	1	44
2007	0	10	16	20	16	0	62
2008	0	1	5	10	14	5	35
2009	0	2	1	16	11	2	32
2010	0	0	5	15	4	0	24
2011	0	0	5	12	11	9	37
2012	1	2	11	14	15	6	49

3.4.1-18. táblázat: A forró napok (Tmax≥35°C) száma 1997-2012 között havonta, Dunaújváros állomáson

Forró napok (Tmax≥35°C) száma − Dunaújváros					
	VI.	VII.	VIII.	IX.	Év
1997	0	0	0	0	0
1998	0	0	3	0	3
1999	0	0	0	0	0
2000	4	2	6	0	12
2001	0	2	1	0	3
2002	2	3	0	0	5
2003	4	4	6	0	14
2004	0	1	0	0	1
2005	0	2	0	0	2
2006	1	3	0	0	4
2007	1	10	1	0	12
2008	0	0	1	1	2
2009	0	3	1	0	4
2010	0	1	0	0	1
2011	0	3	3	0	6
2012	1	8	6	0	15

3.4.1-19. táblázat: A nyári napok (T_{max}≥25°C) száma 1997-2012 között havonta, Kalocsa Öregcsertő állomáson

Nyári napok (T_{max}≥25°C) száma − Kalocsa Öregcsertő								
	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Év
1997	0	13	18	20	26	11	3	91
1998	0	9	23	22	22	3	1	80
1999	0	6	18	29	23	21	2	99
2000	11	17	24	23	29	10	4	118
2001	1	20	13	25	26	2	6	93
2002	0	18	23	30	25	12	1	109
2003	2	22	30	29	30	9	2	124
2004	0	4	17	20	26	10	0	77
2005	0	10	19	20	14	12	0	75
2006	3	7	19	28	15	20	3	95
2007	2	14	30	27	28	4	3	108
2008	0	13	20	26	28	12	0	99
2009	4	19	20	29	29	24	5	130
2010	1	10	16	26	26	0	0	79
2011	2	15	24	19	27	23	6	116
2012	5	15	22	30	31	20	2	125

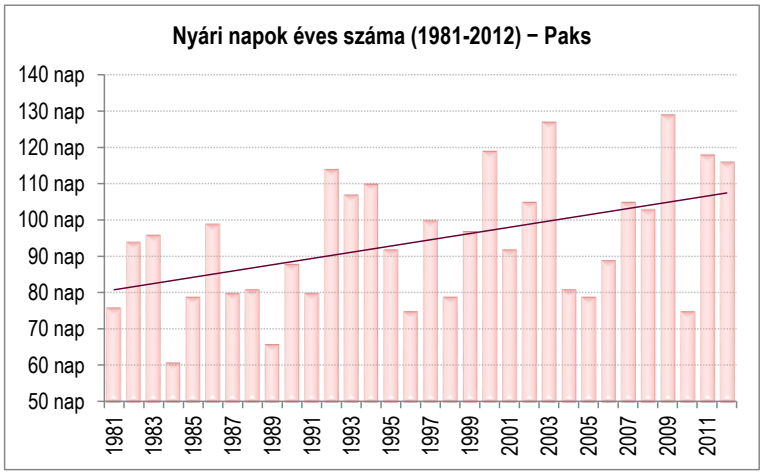
3.4.1-20. táblázat: A hőségnapok (T_{max}≥30°C) száma 1997-2012 között havonta, Kalocsa Öregcsertő állomáson

Hőségnapok (Tmax≥30°C) száma − Kalocsa Öregcsertő							
	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	Év
1997	0	0	6	1	4	0	11
1998	0	0	11	12	14	0	37
1999	0	2	3	5	5	1	16
2000	0	5	15	12	17	0	49
2001	0	2	2	9	15	0	28
2002	0	1	12	20	10	1	44
2003	0	10	15	14	20	3	62
2004	0	0	1	12	5	0	18
2005	0	4	3	9	2	0	18
2006	0	0	12	21	5	0	38
2007	0	9	11	17	18	1	56
2008	0	2	9	15	14	5	45
2009	0	5	5	17	17	3	47
2010	0	0	9	16	11	0	36
2011	0	0	6	11	15	11	43
2012	1	3	14	20	23	9	70

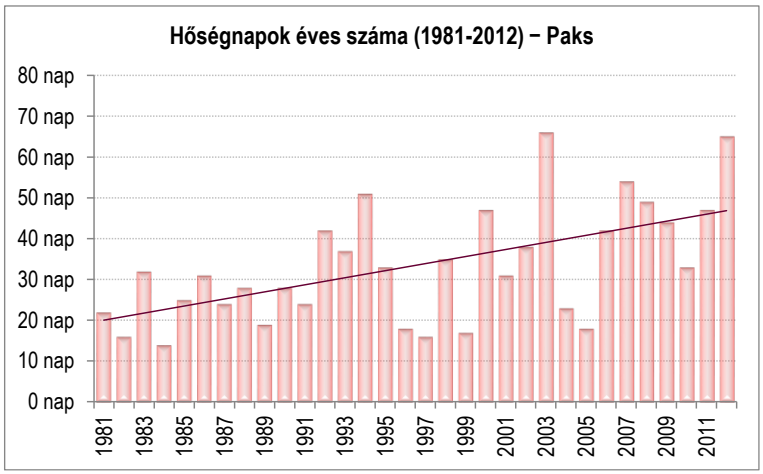
3.4.1-21. táblázat: A forró napok (Tmax≥35°C) száma 1997-2012 között havonta, Kalocsa Öregcsertő állomáson

Forró napok (Tmax≥35°C) száma − Kalocsa Öregcsertő					
	VI.	VII.	VIII.	IX.	Év
1997	0	0	0	0	0
1998	0	0	4	0	4
1999	0	0	0	0	0
2000	5	2	5	0	12
2001	0	1	2	0	3
2002	2	4	0	0	6
2003	2	2	4	0	8
2004	0	0	0	0	0
2005	0	0	0	0	0
2006	1	1	0	0	2
2007	1	9	2	0	12
2008	0	1	2	2	5
2009	0	3	1	0	4
2010	0	2	0	0	2
2011	0	3	4	0	7
2012	3	9	10	0	22

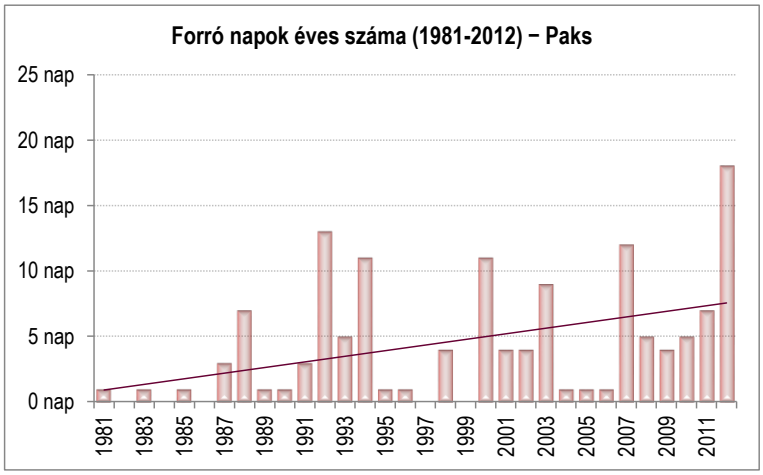
Az alábbi ábrákon (TBJ II. 3.4.1-1., 3.4.1-2., 3.4.1-3., 3.4.1-4., 3.4.1-5., 3.4.1-6., 3.4.1-7., 3.4.1-8., 3.4.1-9., 3.4.1-10., 3.4.1-11., 3.4.1-12.) az adatsorokra illesztett lineáris trendek is láthatók, melyek mindhárom küszöbnap esetében pozitívnak bizonyultak, vagyis – az országos megfigyelésekkel összhangban – a térségben nőtt a meleg és szélsőségesen meleg napok száma az elmúlt időszakban.



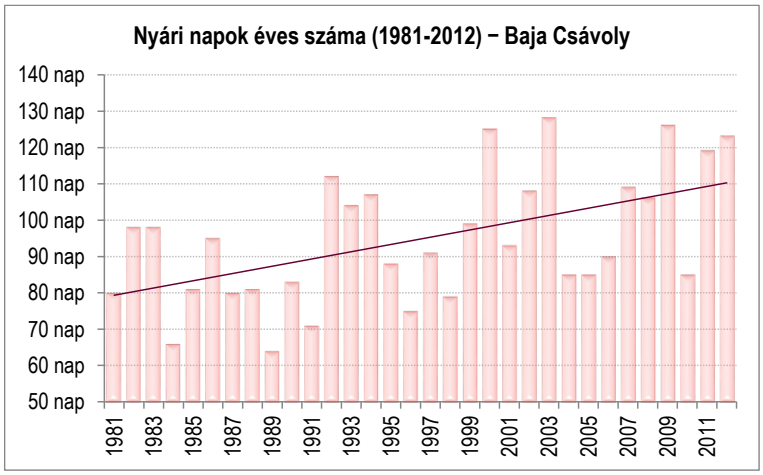
3.4.1-1. ábra: A nyári napok (T_{max}≥25°C) száma évente (1981-2012) Paks állomáson; ezen adatsorra illesztett lineáris trend



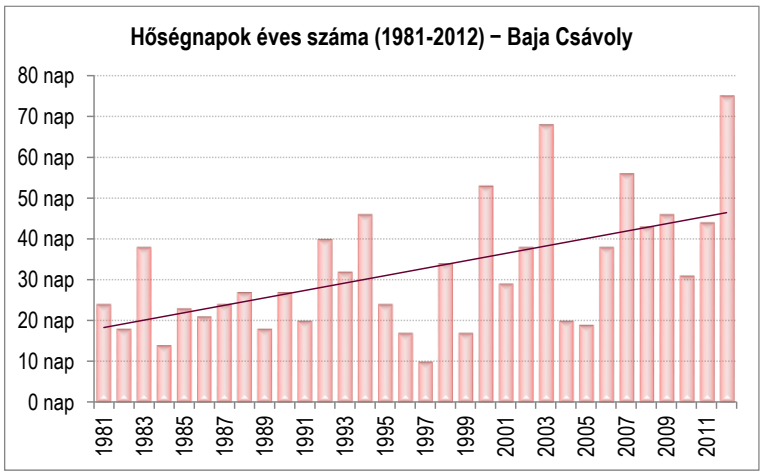
3.4.1-2. ábra: A hőségnapok (T_{max}≥30°C) száma évente (1981-2012) Paks állomáson; ezen adatsorra illesztett lineáris trend



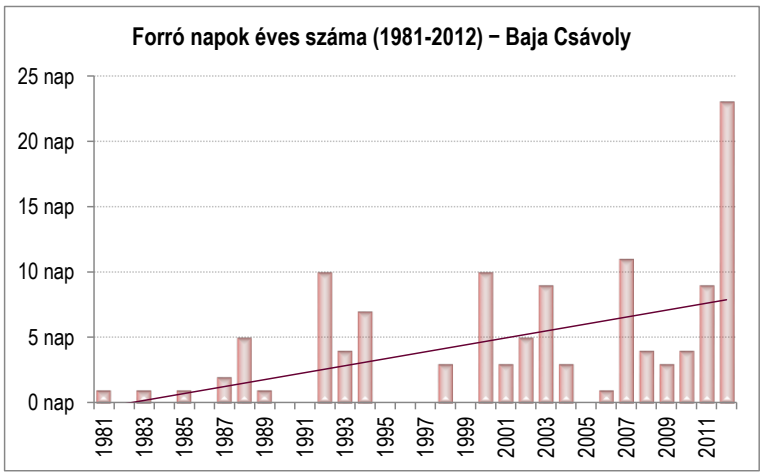
3.4.1-3. ábra: A forró napok (Tmax≥35°C) száma évente (1981-2012) Paks állomáson; ezen adatsorra illesztett lineáris trend



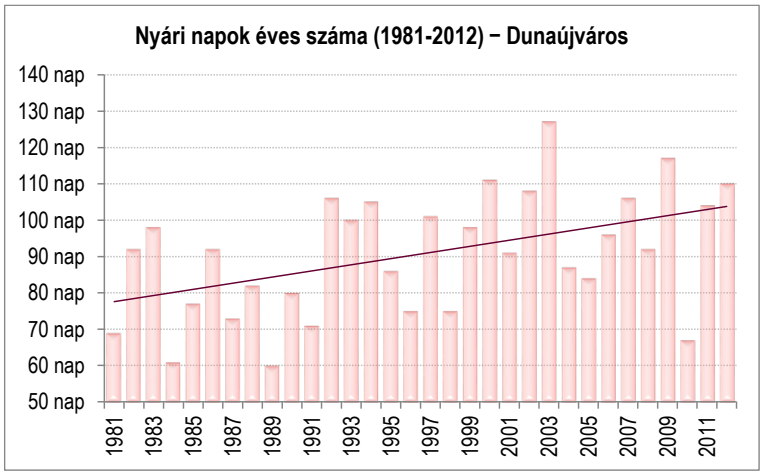
3.4.1-4. ábra: A nyári napok (T_{max}≥25°C) száma évente (1981-2012) Baja Csávoly állomáson; ezen adatsorra illesztett lineáris trend



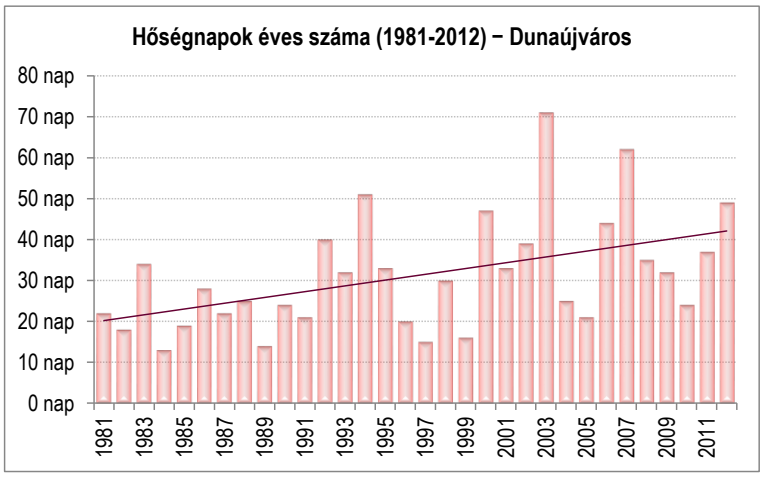
3.4.1-5. ábra: A hőségnapok (T_{max}≥30°C) száma évente (1981-2012) Baja Csávoly állomáson; ezen adatsorra illesztett lineáris trend



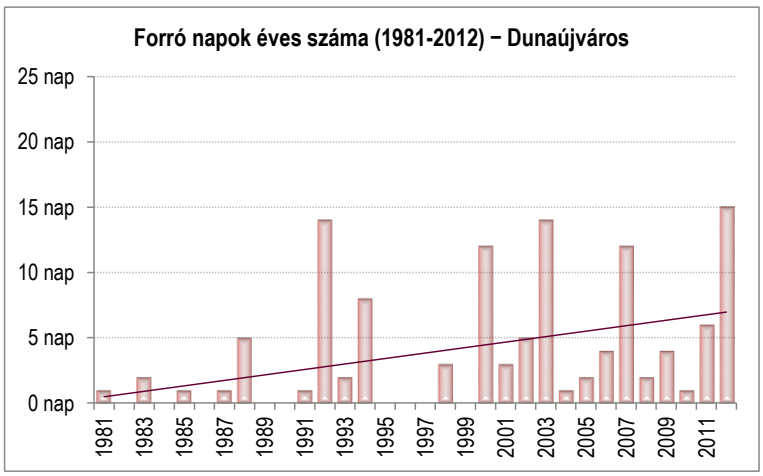
3.4.1-6. ábra: A forró napok (T_{max}≥35°C) száma évente (1981-2012) Baja Csávoly állomáson; ezen adatsorra illesztett lineáris trend



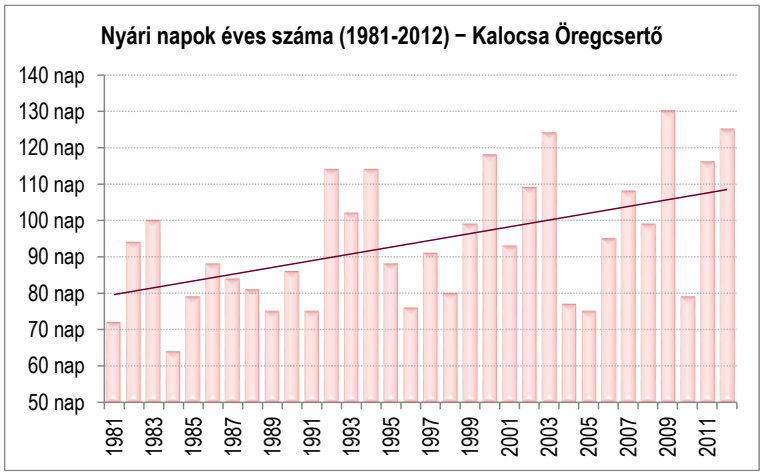
3.4.1-7. ábra: A nyári napok (T_{max}≥25°C) száma évente (1981-2012) Dunaújváros állomáson; ezen adatsorra illesztett lineáris trend



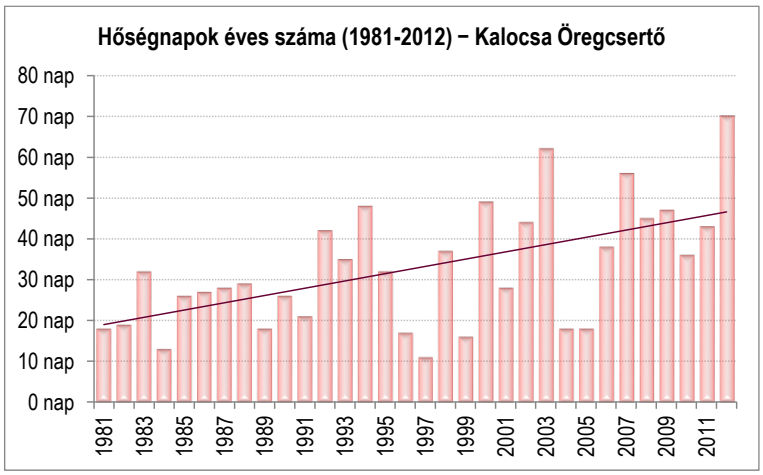
3.4.1-8. ábra: A hőségnapok (T_{max}≥30°C) száma évente (1981-2012) Dunaújváros állomáson; ezen adatsorra illesztett lineáris trend



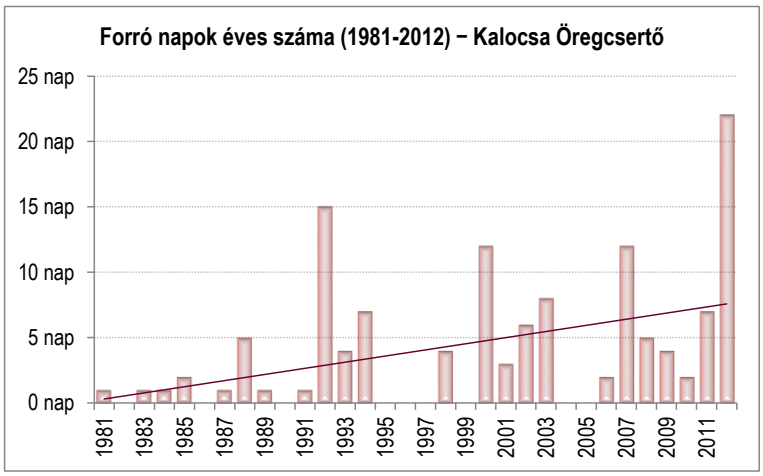
3.4.1-9. ábra: A forró napok (T_{max}≥35°C) száma évente (1981-2012) Dunaújváros állomáson; ezen adatsorra illesztett lineáris trend



3.4.1-10. ábra: A nyári napok (T_{max}≥25°C) száma évente (1981-2012) Kalocsa Öregcsertő állomáson; ezen adatsorra illesztett lineáris trend



3.4.1-11. ábra: A hőségnapok (T_{max}≥30°C) száma évente (1981-2012) Kalocsa Öregcsertő állomáson; ezen adatsorra illesztett lineáris trend



3.4.1-12. ábra: A forró napok (T_{max}≥35°C) száma évente (1981-2012) Kalocsa Öregcsertő állomáson; ezen adatsorra illesztett lineáris trend

3.4.2. Csapadéktevékenységgel kapcsolatos szélsőséges időjárási helyzet

Az 1997 utáni időszakban számos, sok esetben veszélyesnek tekinthető, csapadéktevékenységgel kapcsolatos szélsőséges időjárási helyzet fordult elő Magyarország területén, így Paks térségében is. E helyzetek bemutatását a 1997-2012 közötti időszakra, különös tekintettel az átlagtól való eltérésekre, az extrém értékek előfordulására, az alábbi táblázatok tartalmazzák.

A négy állomásra vonatkozóan a havi csapadékösszegek normáltól való eltérése a TBJ II. 3.4.2-1., TBJ II. 3.4.2-2., TBJ II. 3.4.2-3. és a TBJ II. 3.4.2-4. táblázatokban látható.

3.4.2-1. táblázat: A havi csapadékösszegek sokéves átlagtól (1981-2010.) vett eltérése [mm] 1997-2012 között, Paks állomáson

A havi csapadékösszegek sokéves átlagtól vett eltérése [mm] − Paks																
	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.
Jan.	-1,4	51,0	-13,5	-22,8	48,4	-20,9	20,6	-6,1	-21,1	2,0	-4,4	-15,8	19,6	16,1	-21,9	-19,4
Feb.	-26,6	-32,6	55,7	-1,5	-31,2	2,4	12,6	30,5	-0,5	13,1	7,5	-27,0	7,4	64,2	-31,3	-0,3
Márc.	-13,4	-17,2	-10,9	13,2	24,6	-24,5	-24,5	24,9	9,4	-2,8	2,5	21,5	-9,5	-15,4	2,5	-30,5
Ápr.	11,3	60,2	-14,1	13,9	-12,5	31,5	-30,5	38,0	11,5	7,8	-43,7	-11,5	-40,3	7,6	-37,6	-20,3
Máj.	-9,0	28,0	-2,5	-34,9	-46,2	4,0	-25,4	-1,4	0,2	3,2	16,4	-18,1	-27,9	161,6	5,1	24,0
Jún.	-32,3	-12,2	45,2	-51,9	24,6	-41,4	-57,3	50,0	12,8	43,9	-40,8	-1,6	4,6	55,7	-26,8	-7,5
Júl.	19,2	8,5	91,9	-24,5	56,3	11,4	18,7	-21,8	89,5	-28,6	-40,3	33,9	-3,9	-38,1	49,9	-41,2
Aug.	9,2	9,0	6,5	-0,3	-14,3	-4,0	-29,6	17,5	130,5	17,7	24,4	-29,2	-20,8	-0,9	-51,7	-54,0
Szept.	-39,7	55,2	-19,0	-26,0	78,0	-3,8	-24,6	-20,7	2,6	-42,7	-3,0	16,7	-27,7	118,7	-23,6	0,5
Okt.	-11,8	10,4	-8,2	-25,8	-40,7	2,1	71,7	7,0	-40,7	-9,2	12,8	-13,0	13,6	-14,2	-9,3	39,4
Nov.	-22,7	-10,3	92,7	-3,8	-3,6	-18,3	-9,1	31,0	-26,3	-26,5	16,2	-23,0	50,9	12,3	-53,9	-28,3
Dec.	8,8	-18,9	35,4	10,7	-13,6	-2,3	-26,5	-18,4	21,7	-40,2	15,7	2,4	18,4	24,5	14,1	2,7

3.4.2-2. táblázat: A havi csapadékösszegek sokéves átlagtól (1981-2010.) vett eltérése [mm] 1997-2012 között, Baja Csávoly állomáson

A havi csapadékösszegek sokéves átlagtól vett eltérése [mm] − Baja Csávoly																
	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.
Jan.	-5,6	34,7	-10,8	-20,4	30,4	-23,9	21,3	-1,8	-22,2	-6,7	13,0	-16,8	12,5	30,0	-19,3	-6,8
Feb.	-9,9	-29,4	48,8	-13,8	-26,9	7,8	-2,7	19,7	19,7	23,2	3,0	-21,8	-4,0	37,1	-22,6	23,2
Márc.	-11,9	-12,7	6,5	12,5	33,4	-25,7	-28,0	6,1	17,9	2,5	18,3	14,5	-13,8	-19,9	-10,4	-29,4
Ápr.	1,4	19,3	0,3	-17,8	-13,9	41,0	-22,0	43,6	15,3	24,8	-41,2	8,3	-31,8	23,4	-30,9	-11,2
Máj.	-20,0	25,7	-10,8	-28,6	-48,4	-16,3	-37,1	26,1	-15,0	47,3	2,6	-15,2	0,2	137,7	8,8	47,1
Jún.	-3,7	-54,0	29,3	-80,0	94,7	-52,3	-67,8	3,0	-2,1	66,3	-9,2	41,3	7,3	100,7	5,9	-52,1
Júl.	32,2	42,0	158,2	-25,2	-19,6	-12,9	8,6	27,7	78,4	-25,4	-36,7	0,5	-17,5	-8,4	10,9	-1,3
Aug.	-21,1	17,0	8,1	-39,5	-50,0	43,4	-28,7	-5,0	82,1	42,9	35,9	-24,5	-5,8	-4,0	-45,4	-49,2
Szept.	-29,3	27,1	-17,5	-40,1	86,0	28,4	-33,3	2,6	12,1	-20,2	-10,1	6,5	-37,8	97,3	-37,2	-18,7
Okt.	4,3	34,1	-13,5	-38,6	-40,4	-6,9	67,6	9,7	-33,5	-1,0	36,5	-7,2	-0,2	-2,4	-8,9	39,1
Nov.	-22,2	-2,7	87,0	-11,7	-10,3	-29,5	-4,6	62,9	-25,3	-23,0	22,5	-24,6	19,5	4,6	-49,8	-12,3
Dec.	39,6	-25,2	20,1	-13,6	-20,0	-20,7	-22,9	-6,4	17,8	-36,1	9,5	-9,1	22,8	20,5	23,0	-2,1

3.4.2-3. táblázat: A havi csapadékösszegek sokéves átlagtól (1981-2010.) vett eltérése [mm] 1997-2012 között, Dunaújváros állomáson

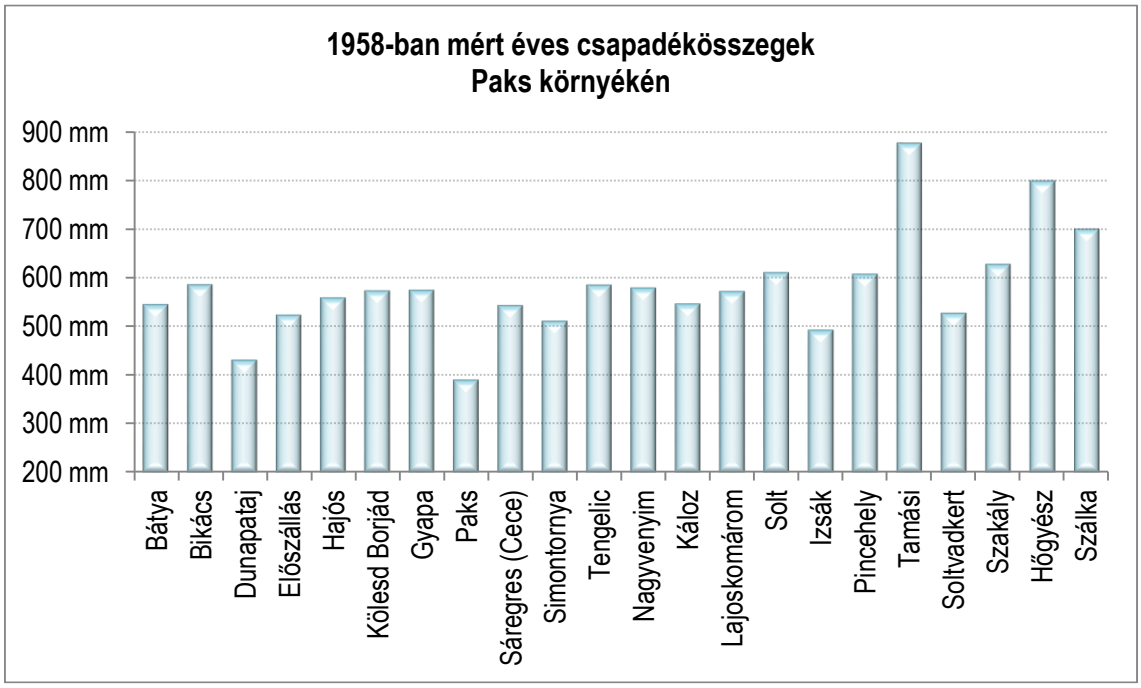
A havi csapadékösszegek sokéves átlagtól vett eltérése [mm] − Dunaújváros																
	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.
Jan.	-7,0	38,2	-18,5	-23,1	53,2	-24,9	29,3	0,4	-5,4	8,6	-12,0	-14,3	18,9	13,0	-19,1	-12,5
Feb.	-27,1	-31,0	37,1	-5,6	-28,2	-9,7	18,4	30,5	6,3	18,8	17,1	-24,6	13,6	49,0	-27,9	3,1
Márc.	-18,6	-23,9	-16,9	25,5	33,2	-16,1	-28,2	34,0	1,9	12,4	4,6	23,7	-8,5	-11,4	-14,2	-26,7
Ápr.	-1,8	64,8	6,4	31,7	-9,6	18,0	-26,4	36,1	30,5	2,6	-41,0	9,1	-40,2	7,4	-0,5	-9,7
Máj.	-4,0	33,3	10,0	-37,7	-23,9	-32,5	-29,8	3,6	-11,6	15,7	20,3	-18,5	-43,3	122,4	-6,9	11,4
Jún.	16,4	30,2	54,0	-57,9	6,2	-26,0	-62,9	28,2	-1,1	35,1	-8,0	19,7	11,9	68,3	-37,7	-10,2
Júl.	15,1	54,4	51,4	-11,1	34,7	11,6	25,7	-29,8	32,0	2,8	-33,4	33,2	-38,2	12,4	33,0	22,0
Aug.	-31,3	6,9	3,6	-32,0	-12,6	23,3	-34,2	-29,3	88,8	37,9	50,8	-39,2	2,2	34,5	-46,7	-48,3
Szept.	-39,4	78,2	-23,9	1,5	72,7	-5,9	-25,7	-37,2	3,9	-15,8	-10,6	-4,8	-34,6	109,4	-31,9	-12,2
Okt.	-23,2	36,3	16,3	-28,5	-37,1	9,4	72,5	18,1	-35,1	-17,3	-9,8	-22,7	-6,5	-11,9	1,7	35,2
Nov.	-13,8	-4,5	66,4	-5,1	2,2	-19,5	-13,9	22,8	-21,6	-35,0	16,0	-20,7	48,2	9,3	-50,9	-39,4
Dec.	9,4	-18,1	39,4	7,1	-23,9	-7,8	-32,6	-10,1	22,0	-43,4	4,4	16,7	24,7	12,7	12,7	3,6

3.4.2-4. táblázat: A havi csapadékösszegek sokéves átlagtól (1981-2010.) vett eltérése [mm] 1997-2012 között, Kalocsa Öregcsertő állomáson

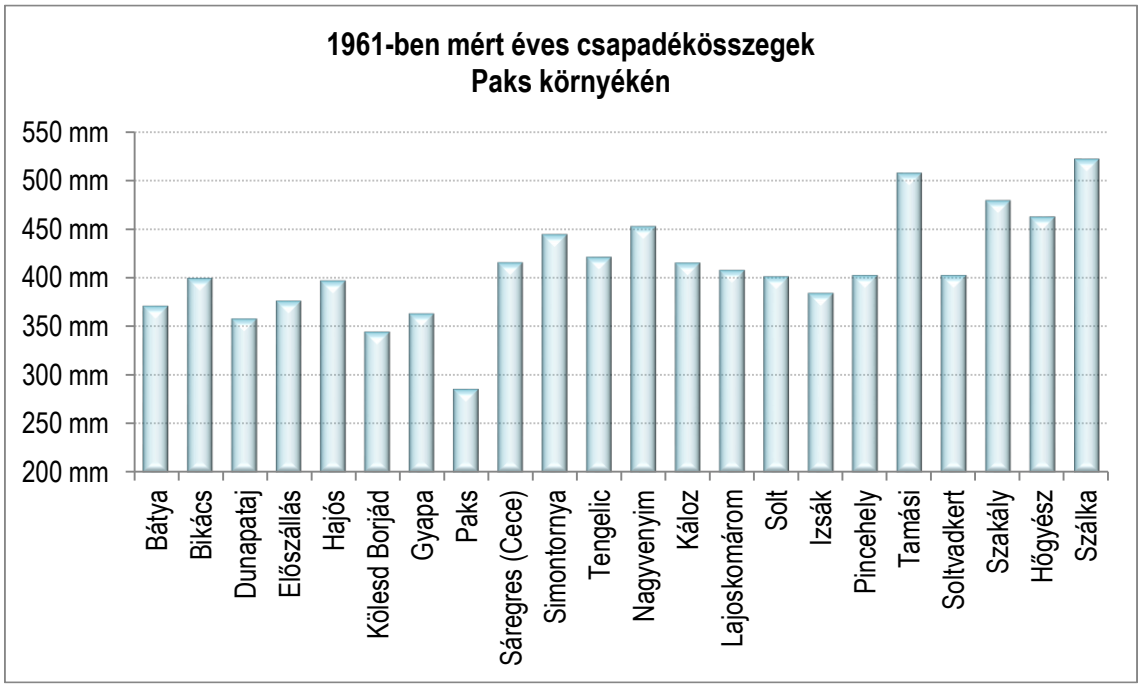
A havi csapadékösszegek sokéves átlagtól vett eltérése [mm] − Kalocsa Öregcsertő																
	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.
Jan.	-2,9	55,1	-14,9	-20,6	37,9	-17,2	19,1	1,0	-12,1	-3,3	-11,1	-16,2	21,5	19,4	-15,3	-8,9
Feb.	-21,5	-28,6	63,6	-4,6	-26,8	0,7	12,5	20,9	12,9	18,0	9,6	-23,7	2,2	48,3	-25,7	3,8
Márc.	-7,6	-16,5	-5,2	15,8	21,6	-21,1	-25,7	19,1	18,7	-0,1	2,7	11,9	-9,4	-14,4	-5,2	-28,5
Ápr.	0,5	42,3	-4,4	0,2	-3,8	16,5	-27,4	20,6	30,9	23,1	-39,4	1,0	-38,3	24,3	-20,2	-11,9
Máj.	-4,3	32,3	9,8	-40,3	-51,0	-22,3	-14,8	8,7	-17,7	3,1	-14,5	-15,2	-31,7	149,0	3,8	16,7
Jún.	-5,9	-7,6	34,0	-51,3	41,2	-41,3	-62,0	33,2	-6,2	63,2	-24,2	51,8	-6,8	26,8	4,0	-26,1
Júl.	33,8	23,3	121,3	-24,6	37,6	-3,7	33,7	6,9	48,6	-22,4	-30,3	-10,0	-31,3	7,2	32,0	-16,0
Aug.	-6,3	22,0	13,1	5,2	-5,0	-19,2	-33,7	-3,2	99,0	21,1	-4,1	-30,0	-1,5	-21,0	-43,5	-49,1
Szept.	-42,1	51,0	-16,0	-21,1	69,0	13,7	-14,5	-7,2	-1,3	-32,6	-13,1	16,3	-32,2	124,1	-32,2	-10,7
Okt.	-0,7	21,6	-8,5	-33,6	-36,0	-3,0	73,8	0,0	-37,6	-5,3	1,1	-7,8	11,0	-12,7	-6,8	22,7
Nov.	-7,1	-5,2	78,5	-6,8	-5,3	-19,4	-5,7	32,5	-25,3	-25,3	16,5	-19,7	47,2	8,8	-50,1	-22,2
Dec.	14,5	-22,6	28,8	12,8	-7,0	-1,1	-23,5	-9,3	23,4	-35,7	18,2	-3,8	13,1	12,0	14,6	5,8

Nagy mennyiségű csapadékra bárhol és bármikor lehet számítani. Ennek bemutatására a következő csapadék-feldolgozások nem csak egy pontra, hanem Paks 50 km-es körzetére vonatkoznak, az ebben a körzetben található – hiánytalan adatsorral rendelkező – csapadékmérő állomások hagyományos mérései alapján.

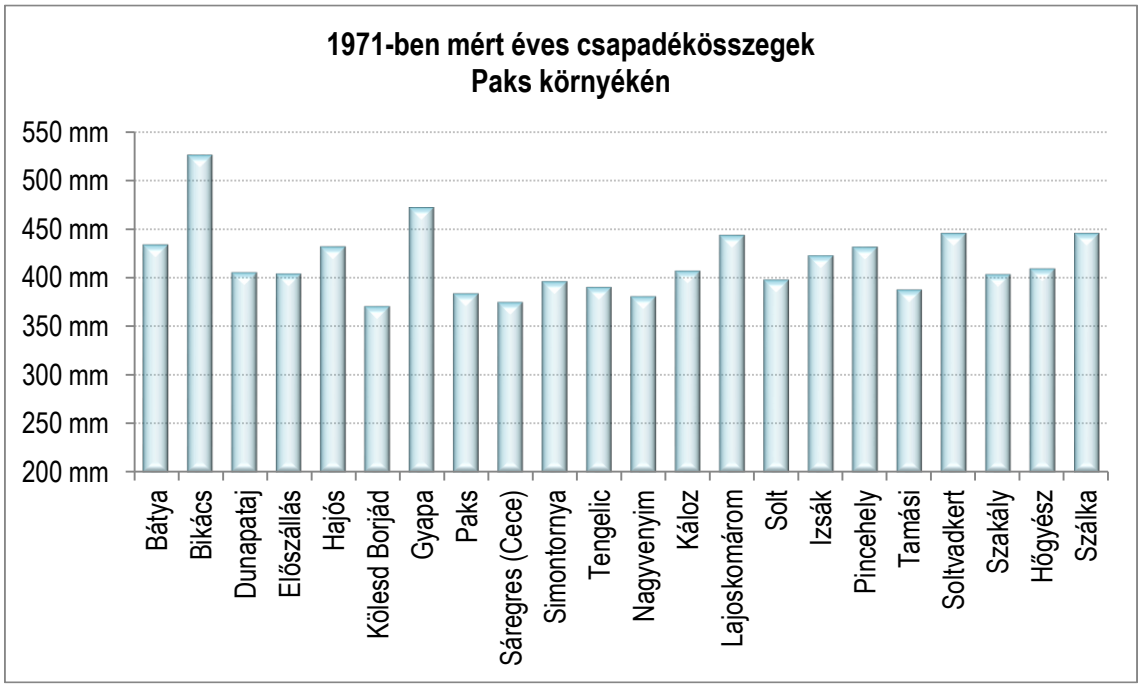
A TBJ II. 3.4.2-1., TBJ II. 3.4.2-2. és a TBJ II. 3.4.2-3. ábrán – Paks adatai alapján – legszárazabbnak (1958, 1961, 1971) ítélt három év csapadékösszegei láthatók a térségre vonatkozóan.



3.4.2-1. ábra: Paks 50 km-es környezetében működő csapadékmérő állomások éves csapadékösszegei [mm] 1958-ban

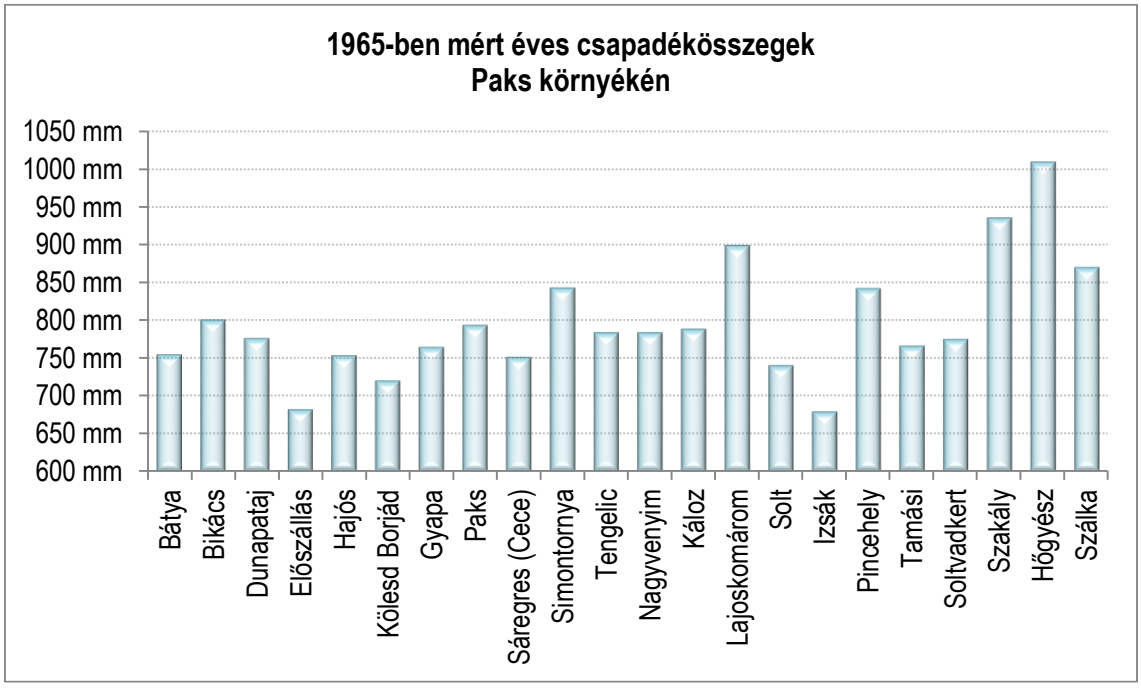


3.4.2-2. ábra: Paks 50 km-es környezetében működő csapadékmérő állomások éves csapadékösszegei [mm] 1961-ben

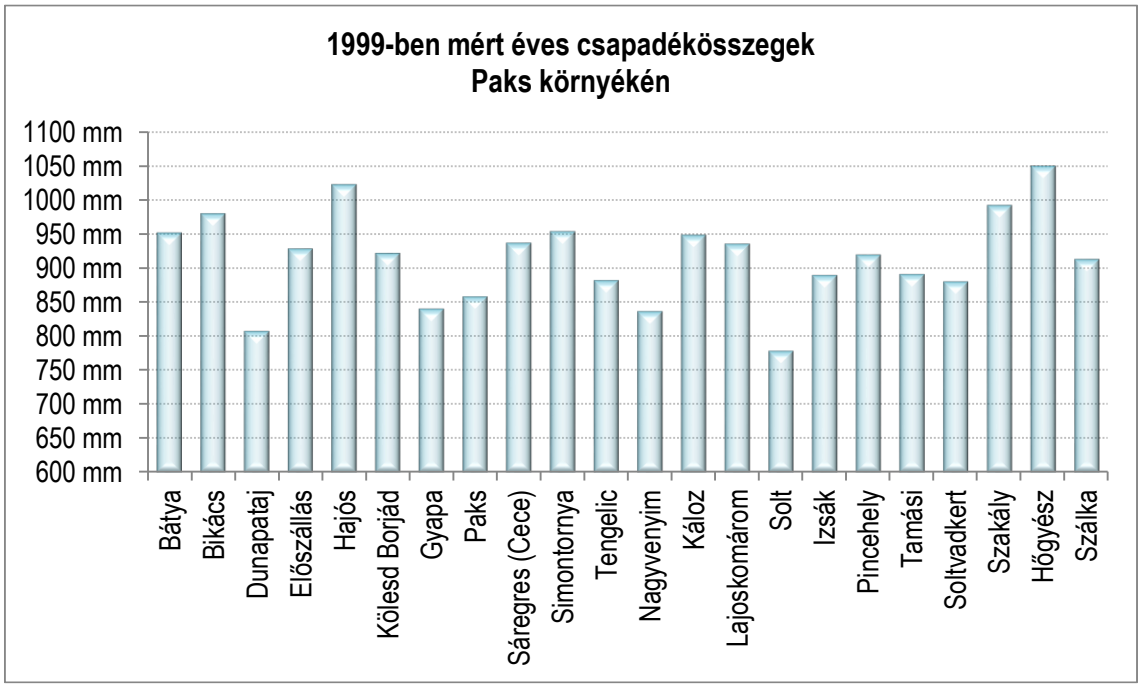


3.4.2-3. ábra: Paks 50 km-es környezetében működő csapadékmérő állomások éves csapadékösszegei [mm] 1971-ben

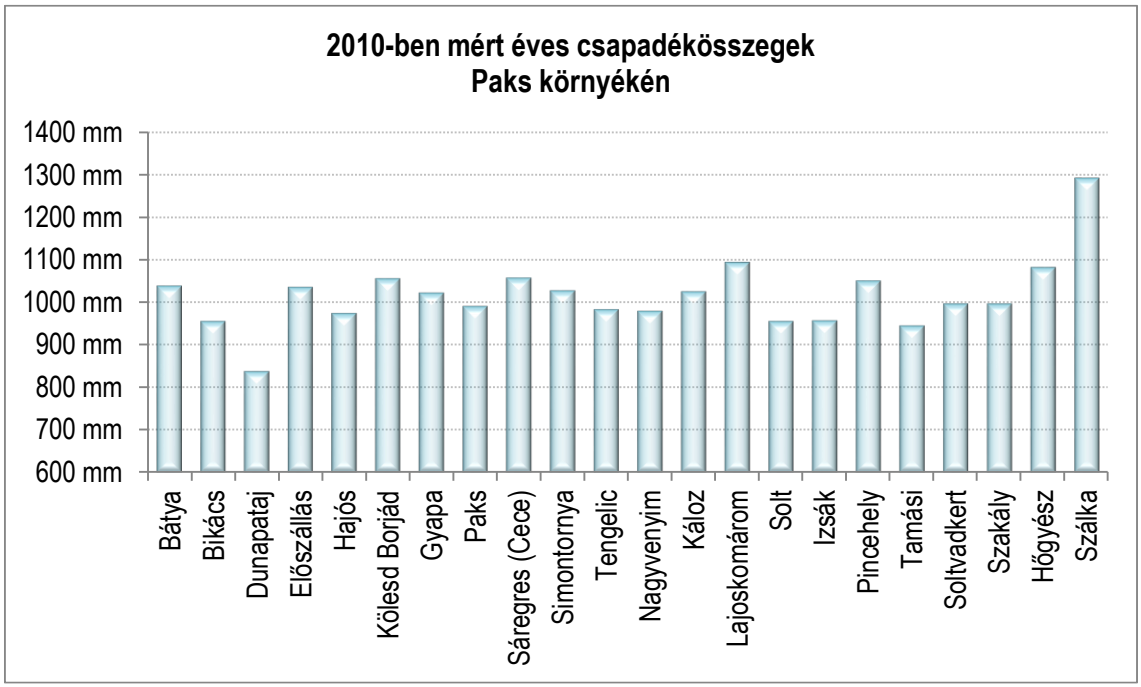
A TBJ II. 3.4.2-4., TBJ II. 3.4.2-5. és a TBJ II. 3.4.2-6. ábrán – Paks adatai alapján – legcsapadékosabbnak ítélt három év (1965, 1999, 2010) csapadékösszegei láthatók a térségre vonatkozóan.



3.4.2-4. ábra: Paks 50 km-es környezetében működő csapadékmérő állomások éves csapadékösszegei [mm] 1965-ben



3.4.2-5. ábra: Paks 50 km-es környezetében működő csapadékmérő állomások éves csapadékösszegei [mm] 1999-ben



3.4.2-6. ábra: Paks 50 km-es környezetében működő csapadékmérő állomások éves csapadékösszegei [mm] 2010-ben

A TBJ II. 3.4.2-5. táblázat az 1981-2012. közötti, extrém havi csapadékösszegeket mutatja be. Látható, hogy Paks 50 km-es környezetében ebben az időszakban hét hónap esetében is előfordult, hogy egyáltalán nem hullott csapadék valamely állomáson. A legmagasabb havi értékek esetében több, évszázados rekord is született ebben az időszakban (a táblázatban csillaggal jelölt állomások esetében): az 1998-as január, a 2010-es május és június, a 2005-ös augusztus, valamint az 1996-os szeptember csapadéka is meghaladta az addig – 1901 óta – mért legnagyobb értékeket.

3.4.2-5. táblázat: A havi csapadékösszegek legalacsonyabb és legmagasabb értékei [mm] havonta (1981-2012) Paks 50 km-es környezetében

Havi csapadékösszegek [mm] (1981-2012)						
	Legalacsonyabb	**Év**	**Állomás**	**Legmagasabb**	**Év**	**Állomás**
Január	2,0	1992	Pincehely	118,0	1998	Szálka*
Február	0,0	1998	Szabadszállás	119,6	1999	Sióagárd
Március	0,0	2012	Kölesd	86,5	2004	Lajoskomárom
Április	0,0	2007	Pincehely	119,6	1999	Lajoskomárom
Május	1,6	2000	Fülöpháza	261,1	2010	Kölesd*
Június	0,7	2003	Bikács	293,1	2010	Szálka*
Július	1,2	1995	Kunszentmiklós	259,2	1999	Hajós
Augusztus	0,0	1992	Pincehely	274,0	2005	Lajoskomárom*
Szeptember	0,0	1986	Sárosd	234,3	1996	Sióagárd*
Október	0,0	1995	Sárosd	140,5	1992	Lajoskomárom
November	0,0	2011	Tass	147,1	1999	Kurd
December	3,0	2006	Tass	160,1	1981	Hajós

A napi csapadékösszegek maximális értékeit erre az időszakra (1981-2012), havi bontásban (a csillaggal jelölt állomások csapadékösszege abszolút maximum az adott hónapban) a TBJ II. 3.4.2-6. táblázat tartalmazza. Szintén találhatók olyan értékeket, melyek megdöntötték az 1901 óta mért korábbi maximumot, ezeket csillag jelöli a táblázatban. Továbbá az egész évet tekintve, az 1982. július 26-án mért 168 mm-es összeg a valaha mért legnagyobb napi csapadék Paks 50 km-es környezetében.

3.4.2-6. táblázat: A napi maximális csapadékösszegek [mm] havonta (1981-2012) Paks 50 km-es környezetében

Napi maximális csapadékösszegek [mm] (1981-2012)			
	Érték	**Év**	**Állomás**
Január	67,0	1998.01.20	Szálka*
Február	41,3	1995.02.26	Hajós
Március	32,0	1989.03.21	Bikács
Április	57,5	1989.04.30	Izsák
Május	81,7	2010.05.16	Kölesd Borjád*
Június	138,3	2010.06.21	Kurd*
Július	168,0	1982.07.26	Apostag*
Augusztus	112,8	2005.08.04	Tevel
Szeptember	80,0	2010.09.10	Dunaföldvár
Október	52,8	1982.10.09	Dunapataj
November	77,1	2009.11.10	Dunaföldvár*
December	47,1	1993.12.21	Bonyhád*

A maximális napi csapadékösszegeken túl a TBJ II. 3.4.2-7. táblázat a kisebb időtartamra vonatkozó, 10, 20, 30, 60 és 180 perc alatt lehullott legnagyobb csapadékokat tartalmazza Paks (1986-2012 közötti adatok alapján) és Baja Csávoly (1984-2012 közötti adatok alapján) állomásra vonatkozóan. A két állomás közül rendre Baja Csávoly mellett szerepelnek magasabb értékek. Baja Csávoly állomáson az első négy rekord (10, 20, 30 és 60 perc alatt lehullott csapadék mennyisége) egyetlen nap alatt dőlt meg: 1989. június 2-án (a csapadék zöme az első 30 percben lehullott, ám ez is elég volt ahhoz, hogy a 60 perc alatt regisztrált legnagyobb csapadék is ehhez a naphoz legyen köthető). Pakson a 30 és a 60 perces csapadék értékek fordultak elő egy napon (2003. július 29.).

3.4.2-7. táblázat: A 10, 20, 30, 60, 180 perc alatt lehullott legnagyobb csapadék mennyisége Paks, illetve Baja Csávoly állomásokon

Az adott idő (perc) alatt lehullott legnagyobb csapadék mennyisége (mm)		
perc	Paks	Baja Csávoly
10	20,0	25,5
20	26,0	41,0
30	29,0	51,0
60	34,4	52,5
180	50,7	63,5

Az 1981-2010. közötti napi csapadékösszegek alapján, a Gumbel-féle statisztikai módszerrel meghatározták a 2, 4, 5…, 10^7 évenként várható extrém csapadékértékeket Paks (TBJ II. 3.4.2-8. táblázat) állomásra [3-3]. Ezek alapján Pakson 50 mm-t meghaladó napi összegre átlagosan kevesebb, mint 5 évente lehet számítani, 75 mm-re kevesebb, mint 50 évente, míg 100 mm körüli értékre körülbelül 500 évente.

3.4.2-8. táblázat: A napi csapadékösszegek visszatérései értékei Gumbel eloszlással, Paks állomásra vonatkozóan (1981-2010-es adatok alapján)

A napi csapadékösszeg visszatérési értékei Gumbel eloszlással Paks	
Visszatérési periódus (év)	Napi csapadékösszeg [mm]
2	40,5
4	49,6
5	52,2
10	60,0
20	67,4
50	77,4
100	84,3
200	91,5
500	101
1 000	108
2 000	115
5 000	125
10 000	132
20 000	139
100 000	156
500 000	168
1 000 000	172
2 000 000	185
5 000 000	192
10 000 000	196
10-5 1/év gyak. átlag	156
10-5 1/év gyak. medián	156

3.4.3. Szélsőséges hóviszonyok

Az 1981-2012 közötti időszakban a legvastagabb, 53 cm-es hóréteget Pakson, 1999. november végén mérték, amely a november 16-24. közötti, rendkívül nagy mennyiségű csapadéknak volt köszönhető. A tartós, intenzív havazások és az erős szél miatt keletkezett hófúvások hatására a rákövetkező napokban a hótorlaszok vastagsága elérte, sőt helyenként meg is haladta az 1-1,5 m-t is.

A téli hónapokban hó alakjában hulló csapadékból a felszínen hosszabb időn át felhalmozódott hóréteg esetenként jelentős vízmennyiséget tárol. A maximális hóvastagság az átlagos hósűrűség ismeretében megadja azt a vízmennyiséget, amellyel, mint tömeggel számolni kell. A Pakson mért legnagyobb hóvastagság (53 cm) figyelembevételével a maximális hóterhelés 100-150 kg/m^2.

A maximális hóvastagság előfordulásait vizsgálva, Gumbel-féle statisztikai módszerrel meghatározták a 2, 4, 5…, 10^7 éves visszatérési értékeket Paks állomásra (TBJ II. 3.4.3-1. táblázat) [3-3].

Ezek alapján az alábbiakra lehet számítani:

- 30 cm-es hóvastagságra átlagosan 4-5 évente,
- 50 cm körüli értékre több mint 20 évente,
- 75 cm körülire körülbelül 500 évente,
- 100 cm vastagságú hótakaróra csak körülbelül 2 000-5 000 évente.

3.4.3-1. táblázat: A maximális hóvastagság visszatérési értékei Gumbel eloszlással, Paks állomásra vonatkozóan (1981-2010-es adatok alapján)

A hóvastagság visszatérési értékei Gumbel eloszlással Paks	
Visszatérési periódus (év)	Hóvastagság [cm]
2	20,6
4	29,3
5	31,8
10	39,2
20	46,3
50	55,5
100	62,4
200	69,2
500	78,3
1 000	85,1
2 000	92,0
5 000	101
10 000	108
20 000	115
100 000	131
500 000	147
1 000 000	153
2 000 000	160
5 000 000	169
10 000 000	176
10-5 1/év gyak. átlag	133
10-5 1/év gyak. medián	132

3.4.4. Maximális széllökések

A szélmegfigyelések az átlagos szélsebesség mellett kiterjednek a széllökések erősségének megállapítására is. A maximális széllökések alakulását az 1997-2012 közötti években, havi bontásban Paks állomásra a TBJ II. 3.4.4-1. táblázat, Baja Csávoly állomásra a TBJ II. 3.4.4-2. táblázat mutatja be.

A paksi mérőtorony mérései alapján a napi maximális szélsebesség 20, 50 és 120 m-es szinthez rendelt relatív gyakorisági értékeit a TBJ II. 3.4.4-3., TBJ II. 3.4.4-4. és TBJ II. 3.4.4-5. ábrái mutatják be.

Az 1997-2012 közötti az időszakban Pakson a legerősebb széllökést, 24,8 m/s-ot, 2004. november 19-én regisztráltak. Ez azonban nem döntötte meg az eddig mért abszolút maximumot: 31,6 m/s (1985. február 3.). A 2009. októberi (21,2 m/s), valamint a 2004. novemberi maximális széllökések (24,8 m/s) azonban meghaladták az 1997. előtti időszak legnagyobb októberi, valamint novemberi értékeit.

3.4.4-1. táblázat: A maximális széllökések havonta (1997-2012) Paks állomáson

Havi maximális széllökések [m/s] – Paks																
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Január	13,6	13,5	16,5	20,1	15,3	16,8	13,3	14,9	15,1	17,6	21,6	19,7	10,1	17,2	13,9	17,3
Február	19,5	23,7	14,9	17,4	18,2	15,4	15,3	17,7	12,1	13,9	19,5	14,8	16,3	18,1	16,9	17,6
Március	18,5	21,6	13,5	20,1	16,0	19,8	17,7	15,6	15,4	17,7	16,2	18,8	20,1	15,4	13,8	16,8
Április	22,5	19,2	14,4	18,4	19,2	14,0	20,5	15,8	14,0	16,5	15,5	18,0	17,0	14,5	18	14,7
Május	17,6	16,0	15,3	17,6	18,8	15,5	14,9	15,1	17,6	15,0	19,5	13,0	14,4	21,9	15,7	17,5
Június	18,3	17,7	19,1	14,5	18,0	17,1	14,2	18,5	14,4	19,3	17,3	17,2	17,3	16,4	17,8	23,7
Július	19,4	16,3	13,4	18,6	13,1	14,6	17,9	13,8	12,1	18,0	17,0	14,4	15,6	13,5	16,5	14,5
Augusztus	24,0	13,3	15,9	14,9	14,2	15,1	21,0	13,4	14,7	15,7	16,9	18,7	13,6	18,6	14,2	16,8
Szeptember	19,2	13,1	12,0	15,5	16,1	11,5	14,1	15,2	12,7	11,4	14,0	20,1	15,4	16,5	14,9	14,3
Október	16,7	15,7	12,2	11,6	9,8	20,4	19,8	12,0	11,2	19,4	14,9	13,0	21,2	14,4	12,6	15
November	14,7	13,8	11,8	12,2	16,5	14,9	11,3	24,8	13,1	16,1	15,7	14,9	11,9	13,0	9,7	12,2
December	15,9	14,5	13,3	10,8	13,0	12,8	19,3	14,2	14,6	10,7	13,6	18,3	12,4	18,7	18,5	14,8

Baja Csávoly állomáson 2007 januárjában mérték a legnagyobb széllökést, 26,4 m/s-ot, mely egyben az állomás eddigi legnagyobb széllökés értéke is.

3.4.4-2. táblázat: A maximális széllökések havonta (1997-2012) Baja Csávoly állomáson

Havi maximális széllökések [m/s] – Baja Csávoly																
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Január	8,9	16,3	15,9	20,6	15,1	17,3	16,2	13,8	13,3	16,5	26,4	21,1	9,5	17,2	12,1	16,1
Február	20,5	19,9	16,0	17,1	19,9	15,3	15,7	20,5	13,7	12,3	20,8	17,3	14,1	18,3	15,5	18,0
Március	21,4	21,0	14,3	17,9	16,4	18,6	16,8	16,2	15,7	16,6	19,1	20,0	17,2	15,3	13,9	16,4
Április	23,6	18,1	13,6	18,0	19,2	14,0	19,0	18,5	13,9	14,5	12,6	16,0	12,8	14,9	18,9	15,9
Május	17,4	15,3	13,5	18,8	18,9	16,7	15,0	18,4	19,0	16,4	16,3	13,5	21,8	18,3	13,9	18,8
Június	17,6	16,8	18,8	15,7	19,9	19,9	16,4	20,7	18,4	25,5	15,3	13,3	15,7	14,4	16,7	15,1
Július	16,4	18,2	16,7	18,6	14,1	17,7	21,0	17,0	12,3	14,3	17,6	14,3	16,5	12,5	18,3	12,8
Augusztus	14,6	14,5	13,8	13,4	14,4	16,3	16,1	16,5	12,5	14,0	17,9	24,3	15,7	13,7	14,0	14,8
Szeptember	15,1	14,9	19,9	14,3	15,9	12,1	12,9	15,0	13,3	12,9	14,9	10,2	15,9	15,7	12,1	14,2
Október	17,1	17,6	12,2	13,2	10,9	18,9	16,1	16,2	13,6	19,4	15,7	13,6	19,4	10,5	14,7	17,6
November	13,9	12,8	13,9	12,9	15,8	12,6	12,6	20,4	13,3	18,1	14,0	14,6	12,1	12,0	12,1	14,3
December	13,1	12,0	15,0	11,2	13,5	13,0	20,6	13,7	14,6	10,3	11,8	16,6	14,9	18,1	14,4	14,9

A következő táblázatok a maximális széllökések szélsebesség és szélirány szerinti relatív gyakoriságát mutatják be éves viszonylatban Paks (TBJ II. 3.4.4-3. táblázat) és Baja Csávoly (TBJ II. 3.4.4-4. táblázat) állomásokra. Az irány szerinti gyakoriságot tekintve, Pakson a maximális széllökések iránya legtöbbször északnyugati, ezután következnek a déli, illetve Baja esetében a keleti és délkeleti, majd az észak-északnyugati irányok. A sebességet tekintve, a 2-3 m/s közötti széllökések fordulnak elő a legtöbbször, de az 1-2 m/s, illetve a 3-6 m/s közöttiek is gyakoriak. A 12 m/s feletti sebességek már kisebb arányban fordulnak elő, a 17 m/s-ot meghaladók pedig csak ritkán.

A gyakorisági értékeken túl Gumbel-féle statisztikai módszerrel meghatározták a maximális széllökések 2, 4, 5…, 10^7 éves visszatérési periódusait is [3-3]. Ez alapján látható, hogy Paks állomáson (TBJ II. 3.4.4-5. táblázat) 20 m/s körüli, viharos szélsebességre a térségben átlagosan kevesebb, mint kétévente lehet számítani. A 24 m/s-os nagyságúra – mely már erősen viharosnak számít – körülbelül 10 évente, 30 m/s-os szél átlagosan 200-500 évente fordulhat elő, míg 34-35 m/s-os, orkán erejű szél csupán 2 000-5 000 éventeMegjegyzendő, hogy a magasabb visszatérési periódusok becslése miatt célszerű volt minél hosszabb és minél teljesebb adathalmaz felhasználása, ezért a kérdéses karakterisztikák becsléséhez felhasználták a [3-1]-ben közölt szélmérési eredmények mellett az automata mérőállomások adatain kívül rendelkezésre álló korábbi szélmérések eredményeit is. Ennek eredményeképpen a [3-1]-ben bemutatott adatok pontosodtak.

Viharos napnak tekintik azokat a napokat, melyeken a maximális széllökés meghaladja a 15 m/s-ot. Paks és Baja Csávoly állomásra a TBJ II. 3.4.4-1. ábra és a TBJ II. 3.4.4-2. ábra mutatja be a viharos napok átlagos és maximális havi számát az 1997-2010-es időszakra vonatkozóan. Legtöbbször általában márciusban figyelhető meg viharos szél (~3 nap), valamint január-február és április-június hónapokban jelentkezik átlagosan 1,5-2 napon. A legtöbb, 10 viharos napot 2 000 márciusában Paks állomáson mérték.

A paksi mérőtorony mérései alapján is megállapítható, hogy a maximális széllökések nagysága a magassággal növekvő értéket mutat. A napi maximális szélsebesség 20 m-es (TBJ II. 3.4.4-3. ábra), 50 m-es (TBJ II. 3.4.4-4. ábra) és 120 m-es (TBJ II. 3.4.4-5. ábra) szinthez rendelt relatív gyakorisági értékeit bemutató diagramokból látható, hogy 20 méteren 25 m/s-ot meghaladó széllökés nem fordult elő, 120 méteren azonban 30 m/s-nál nagyobb lökések is voltak.

3.4.4-3. táblázat: A maximális széllökés sebesség és irány szerinti relatív gyakorisága [%] Paks állomáson (1997-2010)

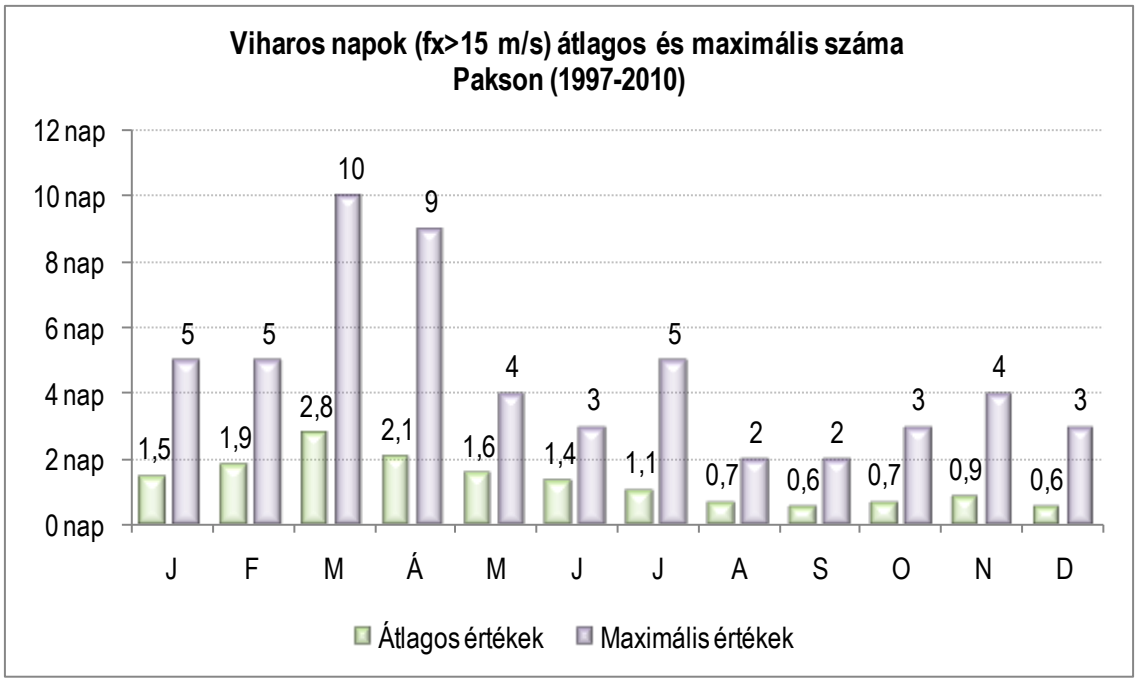
A maximális széllökés szélirány szerinti relatív gyakorisága (%) − Paks																		
vátl (m/s)	Szélcsend	É	ÉÉK	ÉK	KÉK	K	KDK	DK	DDK	D	DDNY	DNY	NYDNY	NY	NYÉNY	ÉNY	ÉÉNY	Összesen
[0,0 - 0,1)																		0,769
[0,1 - 1,0)		0,179	0,303	0,211	0,033	0,044	0,042	0,252	0,192	0,273	0,158	0,461	0,195	0,267	0,338	0,612	0,185	3,745
[1,0 - 2,0)		0,675	1,279	0,784	0,111	0,236	0,303	1,367	1,029	1,312	0,637	1,242	0,644	0,964	0,821	1,787	1,196	14,385
[2,0 - 3,0)		0,626	1,101	1,328	0,383	0,684	0,684	1,743	1,251	2,123	0,855	1,166	0,756	1,163	0,748	1,576	1,242	17,428
[3,0 - 4,0)		0,478	1,152	1,56	0,529	0,879	0,649	1,291	1,01	2,241	0,869	1,196	0,624	0,971	0,751	1,28	0,937	16,419
[4,0 - 5,0)		0,385	0,86	1,344	0,524	0,811	0,494	0,927	0,748	1,518	0,647	0,969	0,489	0,739	0,594	1,214	0,783	13,045
[5,0 - 6,0)		0,401	0,674	1,048	0,436	0,491	0,218	0,654	0,447	1,092	0,535	0,689	0,394	0,667	0,543	1,201	0,823	10,314
[6,0 - 7,0)		0,29	0,477	0,638	0,225	0,204	0,135	0,366	0,259	0,723	0,369	0,482	0,259	0,433	0,392	1,15	0,704	7,106
[7,0 - 8,0)		0,253	0,301	0,371	0,128	0,106	0,072	0,22	0,172	0,405	0,241	0,362	0,171	0,327	0,32	0,922	0,784	5,155
[8,0 - 9,0)		0,192	0,195	0,193	0,074	0,06	0,032	0,16	0,051	0,229	0,132	0,25	0,118	0,222	0,237	0,818	0,631	3,593
[9,0 - 10,0)		0,1	0,125	0,109	0,033	0,012	0,011	0,072	0,04	0,109	0,077	0,178	0,083	0,134	0,19	0,688	0,551	2,512
[10,0 - 11,0)		0,079	0,074	0,095	0,014	0,007	0,007	0,044	0,018	0,028	0,035	0,13	0,058	0,088	0,148	0,538	0,44	1,803
[11,0 - 12,0)		0,051	0,03	0,04	0,007	0,007	0,011	0,019	0,009	0,004	0,011	0,086	0,047	0,06	0,086	0,47	0,376	1,314
[12,0 - 13,0)		0,042	0,021	0,018	0,002	0,002		0,004	0,005	0,002	0,011	0,049	0,021	0,051	0,063	0,315	0,255	0,86
[13,0 - 14,0)		0,025	0,009	0,009				0,002	0,002	0,005	0,004	0,026	0,019	0,012	0,056	0,227	0,185	0,58
[14,0 - 15,0)		0,021	0,005	0,009			0,002		0,002			0,019	0,021	0,011	0,016	0,15	0,12	0,375
[15,0 - 16,0)		0,009	0,002									0,009	0,005	0,011	0,016	0,09	0,09	0,23
[16,0 - 17,0)		0,005	0,004	0,002								0,004	0,002	0,002	0,011	0,09	0,04	0,158
[17,0 - 18,0)			0,004	0,002								0,002	0,002	0,004	0,002	0,049	0,023	0,086
[18,0 - 19,0)												0,004	0,004	0,002	0,004	0,018	0,025	0,055
[19,0 - 20,0)														0,002		0,019	0,016	0,037
[20,0 - 21,0)		0,002										0,002		0,002		0,007	0,007	0,019
[21,0 - 22,0)														0,004		0,002	0,002	0,007
[22,0 - 23,0)															0,002			0,002
[23,0 - 24,0)																0,002		0,002
[24,0 - 25,0)																	0,002	0,002
Összesen	0,769	3,815	6,613	7,762	2,501	3,542	2,659	7,12	5,233	10,062	4,58	7,326	3,912	6,131	5,338	13,223	9,415	100

3.4.4-4. táblázat: A maximális széllökés sebesség és irány szerinti relatív gyakorisága [%] Baja Csávoly állomáson (1997-2010)

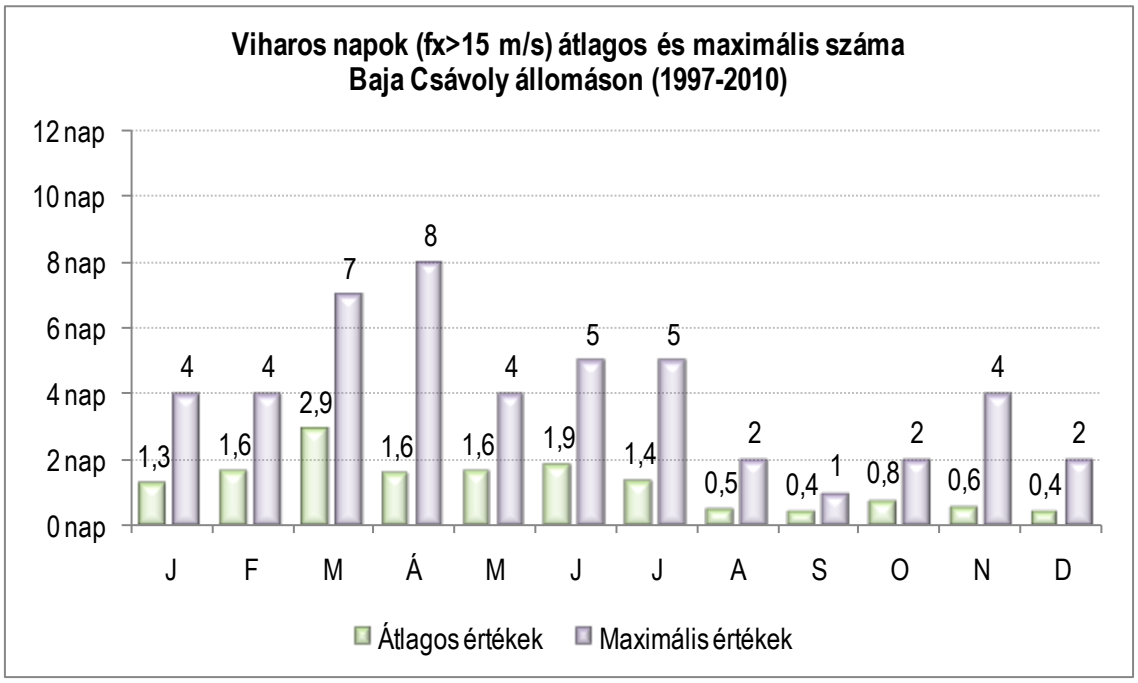
A maximális széllökés szélirány szerinti relatív gyakorisága (%) − Baja Csávoly																		
vátl (m/s)	Szélcsend	É	ÉÉK	ÉK	KÉK	K	KDK	DK	DDK	D	DDNY	DNY	NYDNY	NY	NYÉNY	ÉNY	ÉÉNY	Összesen
[0,0 - 0,1)																		0,297
[0,1 - 1,0)		0,448	0,353	0,358	0,308	0,648	0,274	0,222	0,113	0,167	0,072	0,183	0,112	0,297	0,146	0,267	0,231	4,199
[1,0 - 2,0)		1,295	0,808	0,774	0,773	2,123	1,24	1,53	0,779	0,997	0,445	0,751	0,403	1,003	0,49	1,305	1,029	15,744
[2,0 - 3,0)		0,984	0,533	0,55	0,475	1,692	1,15	2,178	1,145	1,433	0,558	0,875	0,419	1,113	0,624	1,822	1,213	16,764
[3,0 - 4,0)		0,849	0,524	0,505	0,477	1,228	0,751	1,461	1,112	1,544	0,545	0,826	0,38	0,988	0,693	1,802	1,171	14,856
[4,0 - 5,0)		0,72	0,557	0,457	0,344	0,937	0,557	0,966	0,811	1,363	0,454	0,724	0,344	1,025	0,628	1,818	1,196	12,902
[5,0 - 6,0)		0,599	0,453	0,394	0,297	0,679	0,376	0,665	0,5	0,973	0,362	0,579	0,293	0,857	0,536	1,653	1,09	10,305
[6,0 - 7,0)		0,435	0,325	0,26	0,206	0,448	0,271	0,436	0,306	0,682	0,291	0,499	0,236	0,708	0,469	1,481	0,951	8,003
[7,0 - 8,0)		0,294	0,241	0,176	0,134	0,28	0,168	0,296	0,193	0,42	0,174	0,37	0,182	0,487	0,385	1,122	0,749	5,672
[8,0 - 9,0)		0,249	0,154	0,092	0,073	0,163	0,133	0,209	0,108	0,207	0,099	0,183	0,134	0,324	0,256	0,896	0,522	3,799
[9,0 - 10,0)		0,15	0,1	0,057	0,041	0,099	0,064	0,114	0,062	0,103	0,054	0,123	0,094	0,211	0,174	0,721	0,397	2,565
[10,0 - 11,0)		0,085	0,074	0,023	0,017	0,047	0,051	0,048	0,024	0,054	0,024	0,069	0,04	0,147	0,117	0,588	0,324	1,733
[11,0 - 12,0)		0,051	0,029	0,017	0,01	0,022	0,031	0,042	0,015	0,022	0,015	0,045	0,033	0,097	0,106	0,422	0,22	1,178
[12,0 - 13,0)		0,032	0,011	0,011	0,004	0,007	0,015	0,029	0,011	0,006	0,003	0,029	0,019	0,064	0,072	0,302	0,167	0,781
[13,0 - 14,0)		0,016	0,011	0,003	0,002	0,007	0,008	0,007	0,002	0,001	0,005	0,017	0,014	0,037	0,03	0,186	0,108	0,455
[14,0 - 15,0)		0,008	0,002	0,002	0,001	0,001	0,003	0,003	0,002	0,002	0,004	0,011	0,012	0,018	0,02	0,138	0,073	0,302
[15,0 - 16,0)		0,003	0,001	0,001			0,001	0,002			0,001	0,008	0,006	0,011	0,013	0,082	0,046	0,174
[16,0 - 17,0)		0,005	0,001			0,001		0,001		0,002	0,001	0,004	0,002	0,015	0,011	0,061	0,02	0,124
[17,0 - 18,0)		0,003		0,001						0,001			0,003	0,013	0,002	0,034	0,021	0,079
[18,0 - 19,0)											0,001	0,002	0,001	0,006	0,003	0,014	0,008	0,034
[19,0 - 20,0)														0,001	0,002	0,007	0,002	0,011
[20,0 - 21,0)														0,001	0,001	0,008	0,004	0,015
[21,0 - 22,0)															0,001	0,002		0,003
[22,0 - 23,0)																0,002		0,002
[23,0 - 24,0)																	0,001	0,001
[24,0 - 25,0)															0,001			0,001
[25,0 - 26,0)														0,001				0,001
[26,0 - 27,0)														0,001				0,001
Összesen	0,297	6,228	4,179	3,681	3,161	8,382	5,092	8,208	5,183	7,976	3,107	5,3	2,725	7,425	4,78	14,732	9,543	100

3.4.4-5. táblázat: A maximális széllökés visszatérései értékei Gumbel eloszlással Paks állomásra vonatkozóan (1981-2010-es adatok alapján)

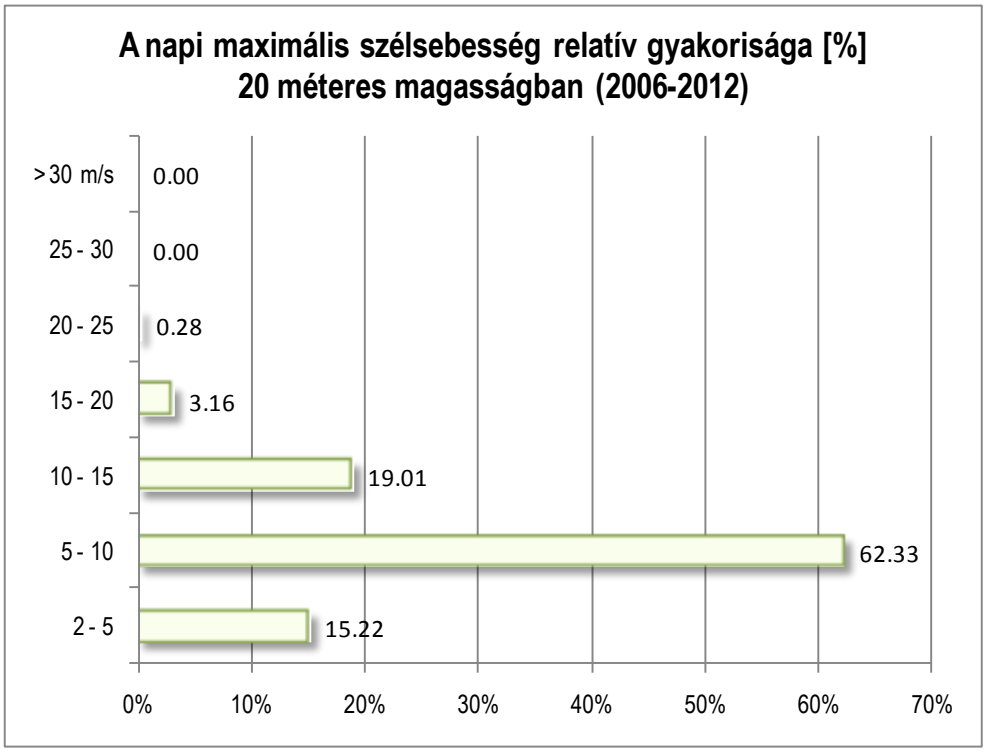
A maximális széllökés visszatérési értékei Gumbel eloszlással − Paks	
Visszatérési periódus (év)	Maximális széllökés m/s]
2	21,7
4	23,8
5	24,3
10	26,1
20	27,7
50	29,8
100	31,4
200	33,0
500	35,1
1 000	36,7
2 000	38,3
5 000	40,4
10 000	42,0
20 000	43,6
100 000	47,3
500 000	51,0
1 000 000	52,6
2 000 000	54,1
5 000 000	56,2
10 000 000	57,8
10-5 1/év gyak. átlag	47,7
10-5 1/év gyak. medián	47,6



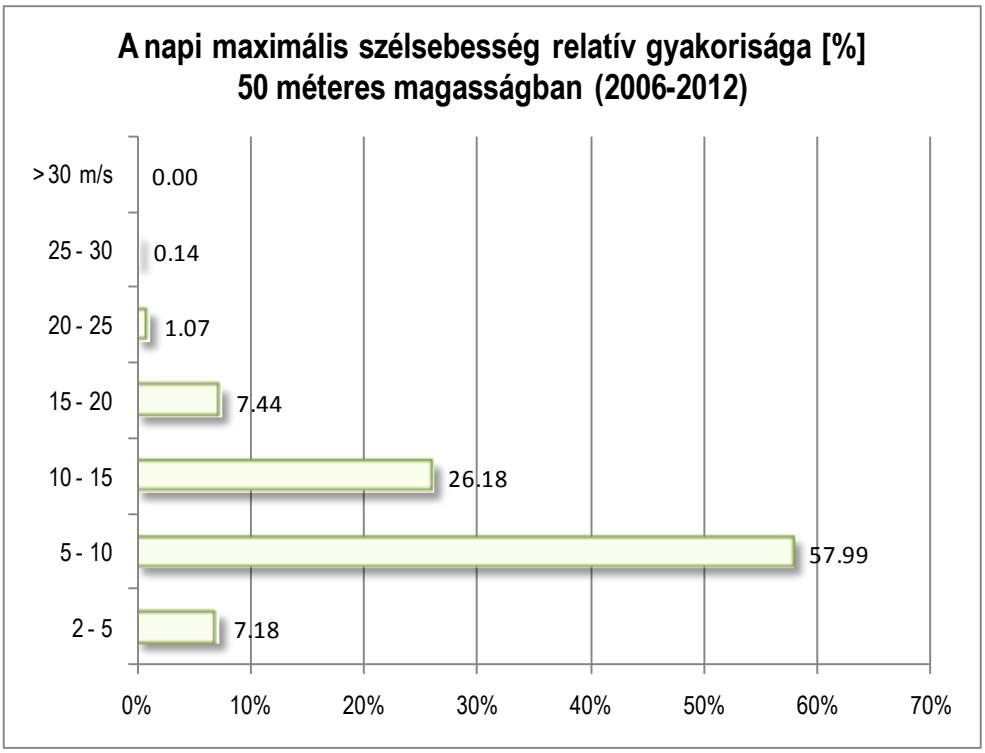
3.4.4-1. ábra: Viharos napok átlagos és maximális havi száma (1997-2010) Paks állomáson



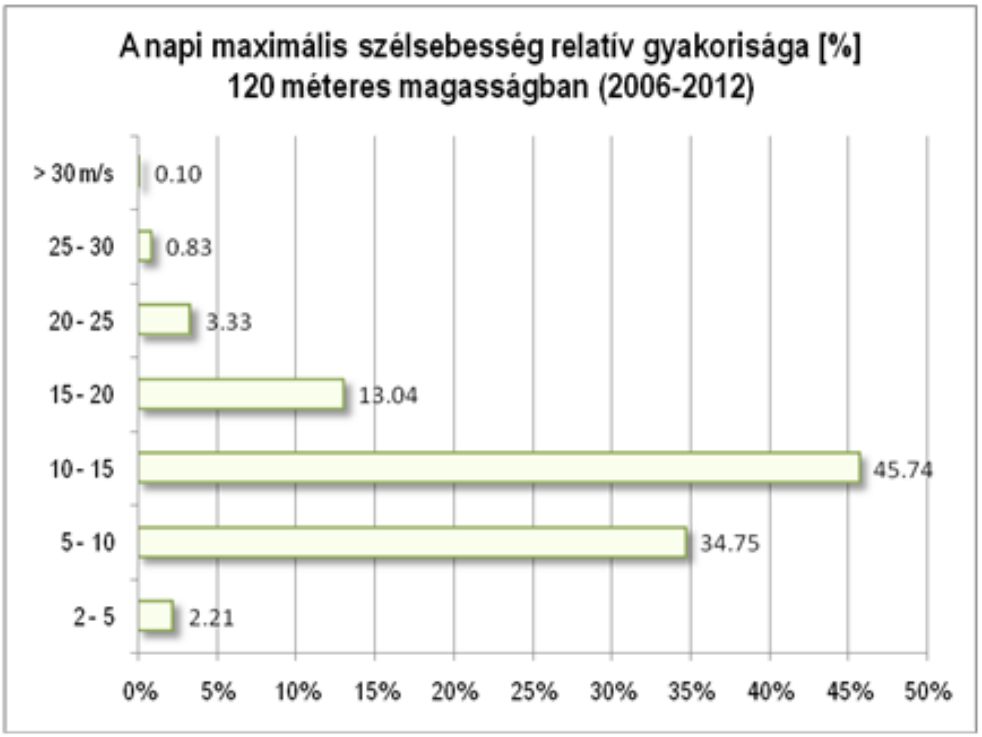
3.4.4-2. ábra: Viharos napok átlagos és maximális havi száma (1997-2010) Baja Csávoly állomáson



3.4.4-3. ábra: A napi maximális szélsebesség relatív gyakorisága [%] Paks mérőtorony 20 m-es szinten (2006-2012)



3.4.4-4. ábra: A napi maximális szélsebesség relatív gyakorisága [%] Paks mérőtorony 50 m-es szinten (2006-2012)



3.4.4-5. ábra: A napi maximális szélsebesség relatív gyakorisága [%] Paks mérőtorony 120 m-es szinten (2006-2012)

3.4.5. Tornádó

Jelen alfejezet a [3-2] alapján került kidolgozásra.

Magyarországon a jelentős károkat okozó szélviharok két kategóriába sorolhatóak. Az első csoportba tartoznak a nagytérségű időjárási objektumok, (ciklonok, hidegfrontok) következtében kialakuló órás, esetleg napos nagyságrendű élettartalommal rendelkező szélviharok. A második csoportba a lokális skálán jelentkező, perces, legfeljebb egy órás élettartamú zivataros (konvektív) szélviharok sorolhatóak. Az előbbi rendszerek legfeljebb 120 km/h körüli, rendkívül szélsőséges esetben, speciális helyeken (hegycsúcsokon) 160 km/h körüli széllökéseket képesek okozni.

A zivataros rendszereknél, illetve az általuk gerjesztett tornádóknál a szélerősség általában nagyobb, és az ország bármely területén előfordulhatnak, igaz nagyon kis valószínűséggel.

A tornádókat két kategóriába lehet sorolni: szupercellás és nem szupercellás tornádók különböztethetők meg.

A nem szupercellás tornádókat legtöbbször a zivatarból kiáramló, nagy sebességű, ún. zivataros kifutószél mentén létrejövő miniatűr hidegfront hozza létre. Ezen légörvények átmérője 10-20 m, a bennük kialakuló legnagyobb szélsebesség 120-170 km/h között van, élettartamuk 5-10 perc. A tornádók osztályozására használt öt fokozatú, ún. Fujita-skála (TBJ II. 3.4.5-1. táblázat) szerint ezek a forgószelek az F1 kategóriába tartoznak.

Az előbbieknél nagyobb szelet okoznak a szupercellás tornádók. Elsősorban nyáron alakulhatnak ki igen nagyméretű, több száz négyzetkilométer alapterületű zivatarok, amelyek forogni kezdenek. A forgás következtében kialakuló légkördinamikai körülmények miatt a levegő egy nagyon keskeny csatornába koncentrálódva örvénylő mozgással áramlik be a felhőbe. Az itt létrejövő örvények extra erősségűek lehetnek. (A szupercella felhőjének karakterisztikus átmérője körülbelül 10 km. A benne kialakuló tornádó azonban csak néhányszor 10 m (legfeljebb 100 m) átmérőjű.) A legmagasabb becsült szél az F5-ös tornádóknál elérheti az 520 km/h-s sebességet. Ez a természetben előforduló legnagyobb szélsebesség.

3.4.5-1. táblázat: Tornádó osztályok (Fujita-skála)

Fujita-skála		
Fokozat	Szélsebesség km/h	Károk
F0 (gyenge)	65-117	a tetők sérülhetnek, ereszcsatornák ledőlnek, a faágak letörnek, és a gyenge gyökérzetű fák kidőlnek
F1 (mérsékelt)	117-180	a háztetők felszakadnak, ajtók leszakadnak, ablakok betörnek, a mobil házak felborulnak
F2 (nagy)	181-253	a tetőszerkezetek leszakadnak, a mobil otthonok teljesen elpusztulnak, a nagyobb fák kitörnek vagy gyökerestül kicsavarodnak, a kisebb tárgyak sodródnak a levegőben, az autók felemelkednek
F3 (erős)	254-332	teljes emeletek tűnhetnek el, komoly sérülés nagyobb épületekben (például bevásárlóközpontok), a vonatszerelvények felborulnak, minden fa kidől vagy kitörik, nehezebb gépjárművek fölemelkednek és métereket mozognak a levegőben
F4 (pusztító)	333-418	az épületek a föld felszínével lesznek egyenlők, a tetőszerkezetek, faházak, gépjárművek és egyéb nagyobb tárgyak folyamatosan sodródnak a levegőben
F5 („elképesztő”)	419-512	a többszintes és vasbetonházak is összedőlnek, s darabjaik messzire szétszóródnak; a nehéz járművek és darabjaik több száz méternyit repülnek. Katasztrofális pusztítás mindenütt

A felhőből jövő zivataros kifutó szél frontján kialakuló, gyengébb tornádóknak (F1-F2) a felhőtől eltávolodva az áthelyeződési sebességük a felhő sebességének kb. 1,3-szorosa lehet.

A zivatarfelhőhöz szorosan kapcsolódva kialakuló, erősebb tornádók (F3 kategória és felette) a zivatarfelhővel együtt mozognak. A zivatarfelhők legnagyobb áthelyeződési sebessége 90 km/h-t általában nem haladja meg, de az ilyen gyorsan mozgó zivatarfelhőben F2 fölötti tornádó kialakulásának nagyon kicsi az esélye.

Az erősebb tornádók transzlációs sebessége - megegyezve a hordozó felhő sebességével - átlagosan 40-50 km/h körül lehet, míg a kifutószél frontján kialakuló gyenge tornádóké maximum 100-120 km/h.

A nálunk leggyakrabb tornádók (F1-F2) rotációs sebessége 180-250 km/h, sugara 10-30 m. A nálunk ritkán előforduló F3-as tornádók rotációs sebessége 300-330 km/h, sugara 50-60 m. A nálunk valaha megfigyelt legerősebb, valószínűleg F4-es tornádók maximális rotációs sebessége kb. 400-420 km/h, sugaruk 100 m körüli. Egy 50-60 km/h sebességgel haladó zivatarhoz csatlakozó F4-es tornádóban a transzlációs és rotációs sebesség összeadódva 460-480 km/h körüli szelet produkálhat, amely egy adott pont felett néhány másodpercig marad fenn.

A legerősebb szél a tornádóban a forgószél tölcsérének falában alakul ki. A tornádó a szupercella sebességével (kb. 30-50 km/h) halad, tehát pozitív örvény esetén a tölcsér jobb oldalának tangenciális szeléhez hozzáadódik a (szupercellával együtt mozgó) tölcsér áthelyeződési sebessége. A másik oldalról ez levonódik.

A tornádók egyik kísérőjelensége a nyomáscsökkenés, amely a tölcsér középpontja és a környezete között figyelhető meg. A nyomáscsökkenés számított legmagasabb értéke a legerősebb tornádók esetén kb. 150 hPa lehet, amely azonban néhány másodperc alatt bekövetkezhet, és a depresszió átmérője a tornádó átmérőjével azonos nagyságrendű (néhány 100 m).

Az alábbiakban becsült értékekhez az OMSZ radarmérései és az éves kárjelentések adatai szolgáltak alapul. Az OMSZ radarhálózata lehetővé teszi, hogy felderítsék a nagyméretű és hosszú élettartamú zivatarcellákat, és speciális szoftver segítségével kövessék és leírják a trajektóriájukat. Optimális esetben a Doppler szélmérés segítségével a bennük létrejövő rotációról is képet lehet kapni, bár technikai okokból ez a módszer operatívan még nem alkalmazható. A fentiek alapján megbecsülhető, hogy átlagosan hány szupercella alakul ki az országban egy évben (amelyeket kizárólagosan nyári esetekben detektáltak).

2004. évtől állnak rendelkezésre az egész országot lefedő, az objektív vizsgálathoz megfelelő minőségű hálózati radar adatok. Ezek alapján elmondható, hogy évente maximum 80 szupercella alakul ki nyaranta Magyarországon. A szakirodalom szerint átlagosan minden 10. szupercella okoz tornádót, így évi átlagban 8 szupercellás tornádóra lehet számítani.

Egy szupercella élettartama több órás is lehet, azonban a bennük létrejövő tornádók legfeljebb 20-30 percig maradnak életben. A cella áthelyeződési sebessége első közelítéssel a konvektív áthelyeződés-vektorral becsülhető, ami az ilyenkor jellemző időjárási helyzetekben kb. 65 km/h (18 m/s).

A tornádóval sújtott terület nagysága extrém labilis időjárási helyzetet feltételezve, ahol a szupercella 18 m/s sebességgel mozog és élettartama során 30 percig (1800 s) képes tornádót produkálni, és amelynek átmérője 200 m:

200 m * 1800 s * 18 m/s = 6 480 000 m^2, ~ 6,5 km^2

Évi 8 szupercellás tornádó feltételezésével körülbelül 52 km^2 területet veszélyeztet egy évben tornádó Magyarországon. A 93 000 km^2 területet figyelembe véve annak a valószínűsége, hogy egy 1 négyzetkilométeres területet egy évben tornádó sújtsa, az:

$52/93\,000 \sim 5{,}6\ 10^{-4}$,

azaz a visszatérési periódus 1786 év.

A hazai domborzati viszonyok nem befolyásolják számottevően a szupercella mozgását vagy áthelyeződését. Sík vidéken azonban kicsit nagyobb az esélye annak, hogy a szupercellából tornádó alakul ki, légkördinamikai okokból. Paks térsége tornádó gyakoriság szempontjából nem tekinthető különösebben veszélyeztetettnek.

Magyarországon előforduló szupercellás tornádók a káresemények alapján ritkán haladják meg az F3 fokozatot, azonban valószínűleg előfordult már F4-es tornádó is (Bia, 1924.), amely 400 km/h körüli szélsebességet okozhatott a légtölcsér oldalában. Az elmúlt években megfigyelt tendencia szerint a heves konvektív események száma növekvő tendenciát mutat, amelynek hátterében elképzelhető, hogy hosszabb skálájú, klimatikus okok állnak.

A szakirodalom szerint ezer tornádó között átlagosan egy F5-ös osztályú jelentkezik, így a fentiek alapján, Magyarországon előforduló F5-ös kategóriájú tornádó éves valószínűsége 1 km^2 területen: $5{,}6\ 10^{-7}$, azaz visszatérési periódusa közel 1 800 000 év. (Magyarországon még nem észleltek F5-ös tornádót.)

Amennyiben az erőművet tornádó érné el, az legnagyobb valószínűséggel F1 vagy F2 kategóriás lenne.

A megfigyelések szerint az F4-es osztályú tornádók gyakorisága 1,1%-ra, az F3-asé 4,9%-ra, az F2-esé 19,4%-ra tehető [3-6]. Ennek megfelelően az F2–F4 fokozatú tornádók gyakorisága 1 km^2-es területre vonatkozóan az alábbi:

F2: $5{,}6\cdot10^{-4}\cdot1{,}94\cdot10^{-1} = 1{,}086\cdot10^{-4}/km^2/év$

F3: $5{,}6\cdot10^{-4}\cdot4{,}9\cdot10^{-2} = 2{,}744\cdot10^{-5}/km^2/év$.

F4: $5{,}6\cdot10^{-4}\cdot1{,}1\cdot10^{-2} = 6{,}16\cdot10^{-6}\ /km^2/év$

A telephelyre vonatkozóan mértékadó eseményként az F3-as kategóriájú (254-332 km/h) tornádó vehető figyelembe.

3.5. A jellemzők változékonysága, javaslat a monitorozásra

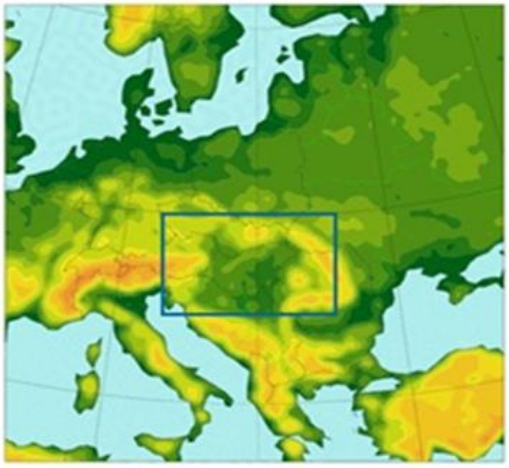
3.5.1. Klímamodellezés

3.5.1.1. Az alkalmazott modellek

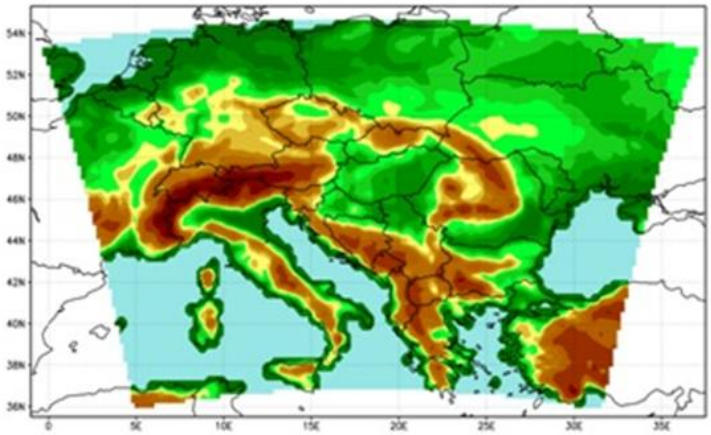
A modellezéshez az Országos Meteorológiai Szolgálat két regionális klímamodelljét (ALADIN-Climate és REMO) használták, melyekkel a 20. század közepétől a 21. század végéig tartó időszakra készítettek szimulációkat, az emberi tevékenységre egy átlagos kibocsátási forgatókönyvet figyelembe véve.

Az adatok az ALADIN-Climate esetében 10 km-es, a REMO esetében 25 km-es horizontális felbontáson álltak rendelkezésre a Kárpát-medencére és tágabb környezetére.

Az ALADIN-Climate modell 25 km-es és 10 km-es felbontással lefedett tartományát a TBJ II. 3.5.1-1. ábrán, a REMO modell 25 km-es felbontással lefedett tartományát a TBJ II. 3.5.1-2. ábrán látható.



3.5.1-1. ábra: Az ALADIN-Climate modell 25 (teljes panel) és 10 km-es (kék téglalap) felbontású tartományai



3.5.1-2. ábra: A REMO modell 25 km-es felbontással lefedett tartománya

A modellszámítások előkészítése során tesztelés érdekében a múltra vonatkozó szimulációkat hajtottak végre, és ezek eredményeit összevetették a múltbeli időszak mérési eredményeivel.

A regionális modellkísérletek esetében olyan határfeltételeket alkalmaztak a tesztelés során, amelyek előállításához megfigyelési információk is rendelkezésre álltak.

Az ilyen típusú modellkísérletek segítségével célzottan a szimulációk követték, amelyekben a nagyskálájú kényszereket már globális általános cirkulációs modellek biztosították. A tesztelések főbb ismérveit a TBJ II. 3.5.1-1. táblázat foglalja össze. A múltra vonatkozóan így előállított eredményeket ebben az esetben is összehasonlították a megfigyelési adatokkal, és mivel a regionális modellek mellett a globális modellek is hibával terheltek, ezért a kiértékeléssel ezek együttes hibájáról kaptak képet.

A térségre vonatkozóan mindkét regionális klímamodellel (ALADIN-Climate és REMO) 2100-ig készültek projekciók az A1B kibocsátási forgatókönyvet figyelembe véve. Az adatok 10, illetve 25 km-es felbontáson álltak rendelkezésre a Kárpát-medence térségére (TBJ 3.5.1-2. táblázat). Peremfeltételként az ALADIN-Climate esetében az ARPEGE-Climat globális általános cirkulációs modell 50 km-es felbontású eredményeit, a REMO esetében az ECHAM globális kapcsolt légkör-óceán modell hozzávetőlegesen 200 km-es felbontású eredményeit használták. A modellezés folyamatának részletes ismertetése a [3-1]-ben található.

3.5.1-1. táblázat: Az ALADIN-Climate és REMO regionális klímamodellekkel végrehajtott kísérletek jellemzői

	ALADIN-Climate 4.5		REMO 5.0	
Időszak	1961–2000.	1961–2100.	1961–2000.	1951–2100.
Felbontás	25 és 10 km	10 km	25 km	25 km
Peremfeltétel	Re-analízisek	GCM	Re-analízisek	GCM

*GCM: **G**lobal **C**limate **M**odel – globális éghajlati modell.*

3.5.1-2. táblázat: A felhasznált modellkísérletek jellemzői

Modell	Felbontás	Peremfeltétel	Forgatókönyv	Időszak
ALADIN-Climate 4.5	10 km	ARPEGE	A1B	1961–2100.
REMO 5.0	25 km	ECHAM	A1B	1951–2100.

3.5.1.2. A számítások bizonytalansága, figyelembe vett hatások

A kiválasztott jövőbeli időszakok a 2011–2040, 2041–2070 és a 2071–2100 voltak, mivel az éghajlat a Meteorológiai Világszervezet ajánlása szerint csak hosszabb, legalább 30 éves időskálán értelmezhető. A modellek a valós folyamatokat közelítő jelleggel írják le, ezért az eredmények szükségszerűen kisebb-nagyobb hibával terheltek.

Az éghajlati modellezés során fellépő három fő bizonytalansági tényező: az éghajlat változékonysága, a modellekből származó bizonytalanság és az antropogén tevékenységből adódó ún. szcenárió bizonytalanság.

Az egyedi évek változékonysága természetes része az éghajlatnak, ami mindenféle külső kényszer nélkül is fennáll, ezért ezek nem írhatók az éghajlatváltozás számlájára. Az éghajlat esetében a hosszú évek átlagában vett értékeket, trendeket és változásokat vizsgálják.

Az éghajlati modellezés legfontosabb bizonytalansága a modellekből származó bizonytalanság. A modellek az éghajlati rendszer folyamatait leíró egyenleteket numerikus módszerek segítségével oldják meg. A numerikus megoldás során az állapothatározókat (a hőmérsékletet, a szélsebességet, stb.) egy háromdimenziós térbeli rács pontjaiban tekintik, és bizonyos kölcsönhatásokat egyszerűsített formában, ún. parametrizációk segítségével írnak le. Az egyes intézetekben kifejlesztett modellek sok tekintetben eltérnek. Ugyanannak a fizikai folyamatnak a leírására más közelítéseket és parametrizációkat alkalmazhatnak, továbbá különböző felbontású rácsot használnak. Mindezek a különbségek a modellek eredményeiben is kifejtik hatásukat.

Az antropogén tevékenységnek bizonyítottan hatása van az éghajlati folyamatokra, ezért azt a klímamodellekben is figyelembe kell venni. Az emberi tevékenység jövőbeli alakulását nem lehetséges egzakt módon meghatározni. Ennek hatását a jövőbeni károsanyag kibocsátásra kidolgozott különböző forgatókönyvekkel becsülik meg, amelyek az emberi tevékenység hatását szén-dioxid kibocsátás formájában számszerűsítik. Léteznek pesszimista jövőt leíró (azaz további jelentős kibocsátást feltételező), továbbá optimista és átlagos forgatókönyvek is, ezek 2100-ra a légköri üvegházgázok nagyban különböző mértékű előfordulását feltételezik. Az ebből adódó bizonytalanság a szcenárió bizonytalansága.

A fentiek alapján tehát látható, hogy a szimulációk eredményei a modellek eltérő fizikai parametrizációiból, felbontásából, és egyéb numerikus jellemzőiből kifolyóan is bizonytalansággal terheltek, melyek a modellfejlesztés révén csökkenthetők. Az éghajlatváltozás vizsgálatánál fontos több (legalább két) modell használata a bizonytalanság

számszerűsítéséhez, hiszen mindegyik modell egyformán lehetséges módon írja le a jövő éghajlatát.

Ezeket a bizonytalanságokat figyelembe kell venni az eredmények értékelésénél, ezért az egyszerű igen-nem helyett törekedni kell a valószínűségi információ átadására. Ennek két modell esetén legegyszerűbb módja a két modell eredményeinek külön kezelése egységes szemlélet alatt.

A számítások bizonytalanságának részletes ismertetése a [3-1]-ben található.

3.5.1.3. Éghajlatváltozás a 21. században Paks térségében két klímamodell eredményei alapján

A két regionális klímamodellel futtatott projekciók rendelkezésre állnak az egész 21. századra 10 és 25 km-es felbontáson egy Kárpát-medencét, illetve egy Közép-Európát lefedő tartományon (TBJ 3.5.1-3. ábra). A két regionális modell együttes vizsgálatával lehetőség nyílt – ha korlátozottan is – a modellek eltéréseiből származó bizonytalanságok számszerűsítésére. Mindkét modell eredményei a jövőbeli éghajlati viszonyok egy lehetséges leírását adják.

3.5.1-3. ábra: Az ALADIN-Climate (kék) és REMO (piros) modellek futtatási területe

A vizsgálati terület a Paksi Atomerőmű 50 km-es környezetére terjedt ki, ami a 10 km-es felbontású modell (ALADIN-Climate) esetében 11x11, míg a 25 km-es felbontású modell (REMO) esetében 6x4 rácspontot jelent (TBJ II. 3.2.1-1. ábra; a rácspontok mindig annak az egységnyi területnek a jellemzőit reprezentálják, amelynek a közepén helyezkednek el. A korábbi elemzések [3-2] Paks 30 km-es környezetére készültek, ami a 10 km-es felbontású modellből 7x7, a 25 km-es felbontású modellből 4x3 pontot jelentett. A megnövelt vizsgálati környezet következtében pontosabb becslés vált lehetővé. A vastaggal szedett szimbólumok a korábbi vizsgálatokban használt területen belüli (az erőmű 30 km-es környezetében lévő) rácspontokat jelölik.).

Az eredmények három 30 éves jövőbeli időszakra (2011–2040, 2041–2070 és a 2071–2100) vonatkoznak.

A modellek közelítő jellegéből adódóan a modelleredmények kisebb-nagyobb hibával terheltek, ezért a jövőre vonatkozó (hőmérsékleti, csapadék, stb.) értékek nem önmagukban, hanem a modellek saját 1961–1990 referencia időszakához viszonyított változásként szerepelnek.

A modellszimulációkban a természetes éghajlat alakító folyamatok mellett figyelembe vették az emberi tevékenység hatását is. Az OMSZ-nál elvégzett modellkísérletek az ember tevékenység hatását a SRES [3-4] A1B forgatókönyv átlagos globális szén-dioxid-koncentráció értékein keresztül vette figyelembe.

A táblázatok esetében viszonyítási alapként az 1961–1990 időszakra az OMSZ mérései alapján előállított rácsponti megfigyelési adatbázis (18,5–19,3°K.h., 46,3–46,9°É.sz. közötti) átlagértékei is megtalálhatók.

3.5.1.3.1. HŐMÉRSÉKLET

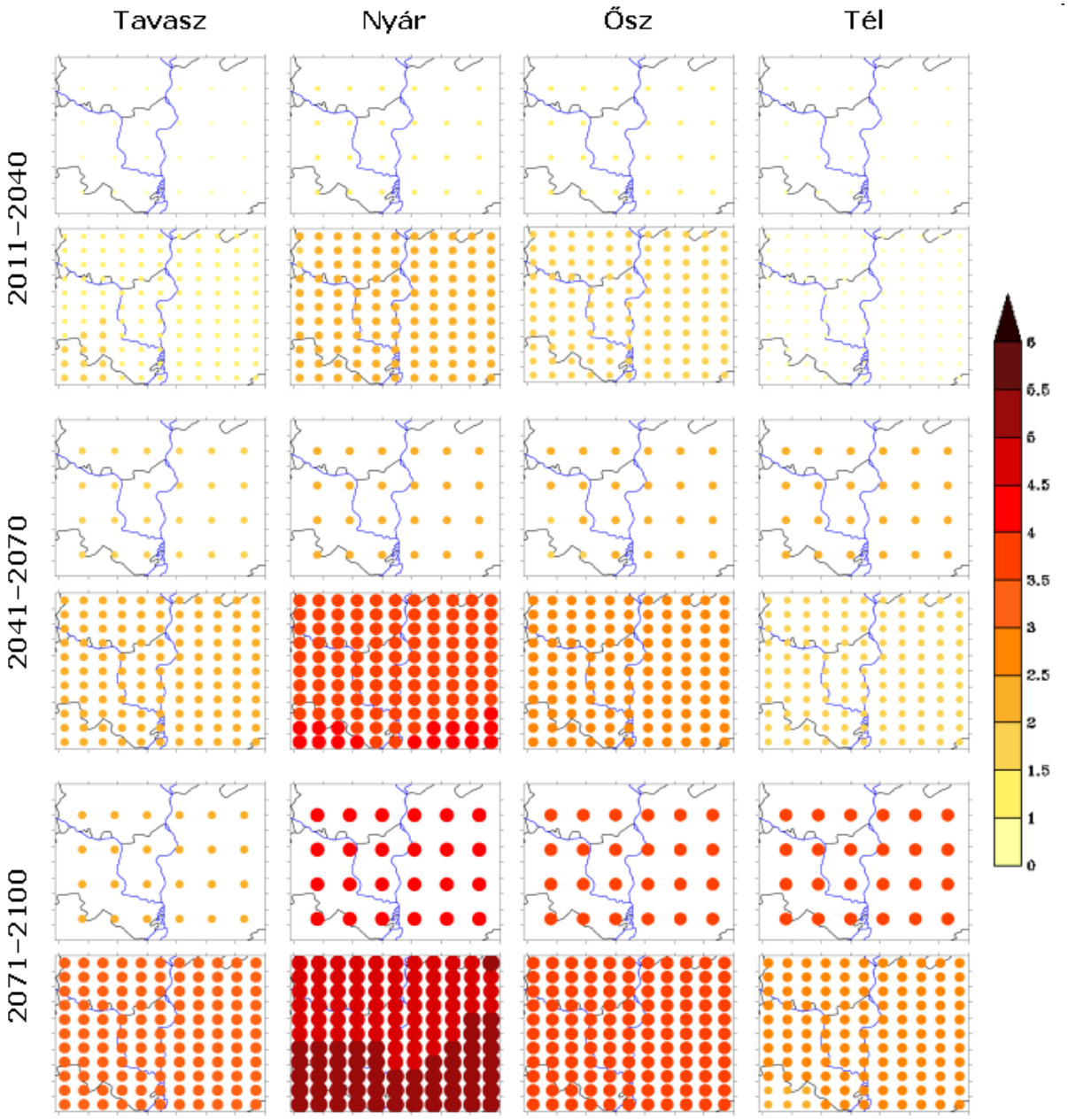
A 21. század folyamán Paks környezetére mindkét modell szerint fokozatos melegedés várható éves, évszakos és havi szinten is. Ez azt jelenti, hogy minél távolabbi 30 éves időszakot tekintünk, annál erősebb lesz az éves, évszakos és havi átlaghőmérséklet-emelkedés. Az évek közötti természetes változékonyság megmarad, így a jövőben is előfordulhatnak az átlagosnál hidegebb hónapok és évszakok. A két modell egyértelmű növekedést prognosztizál a jövőre, ám a változás mértéke nem egyértelmű. Az egyik modell alapvetően melegebb értékeket ad, mint a másik. A TBJ II. 3.5.1-3. táblázatban láthatók az éves és évszakos változások Paks térségében. Látható, hogy a legerőteljesebb melegedés minden időszakban nyáron várható, ami már a közeljövőben is meghaladhatja a 2ºC-ot, a század végén pedig az 5 ºC-ot is elérheti. A második legnagyobb hőmérsékletemelkedést őszre mutatják a modellek, olyannyira, hogy az ősz az évszázad közepétől várhatóan átlagosan melegebb lesz a tavasznál. Az évszázad elején a téli, majd a tavaszi melegedés a legmérsékeltebb, és a két modell szerint valószínű, hogy 2071–2100-ban a téli átlaghőmérséklet inkább pozitív lesz, mint negatív. Ami a területi eloszlást illeti, a vizsgált tartományon belül a hőmérsékletváltozás igen homogén mindkét modell szerint (TBJ II. 3.5.1-4. ábra), csak az egyik modell esetében láthaó nagyobb változást a déli területeken az évszázad utolsó évtizedeire, nyárra.

A nyári hónapokat külön megvizsgálva (TBJ II. 3.5.1-5. ábra) megfigyelhető az idő előrehaladásával az erősödő hőmérsékletemelkedés és az, hogy mindkét modell szerint mindhárom időszakban a változás mértéke várhatóan augusztusban lesz a legnagyobb. A két modell között havi szinten is megmarad a különbség az értékekben, a legnagyobb eltérés, több mint 2 ºC augusztusban a 2041–2070. intervallumban jelentkezik.

Az évszázad közepétől várhatóan a hőmérséklet évi menete is módosul kissé, mivel az eddig jellemző júliusi maximum helyett az augusztusi átlaghőmérséklet erőteljesebb változása miatt ez a hónap átlagosan melegebb lesz. Az átlagosan leghidegebb hónap Paks térségében a január, ami a jövőben sem változik, viszont az évszázad végére a hónap átlaghőmérséklete egyértelműen a pozitív értékek irányába tolódik.

3.5.1-3. táblázat: Éves és évszakos átlaghőmérséklet megfigyelt értékei (ºC) 1961-1990-ben, illetve a két modell szerint várható változás (ºC) Paks térségében 2011-2040-ben, 2041–2070-ben és 2071–2100-ban az 1961–1990-es referencia időszakhoz képest

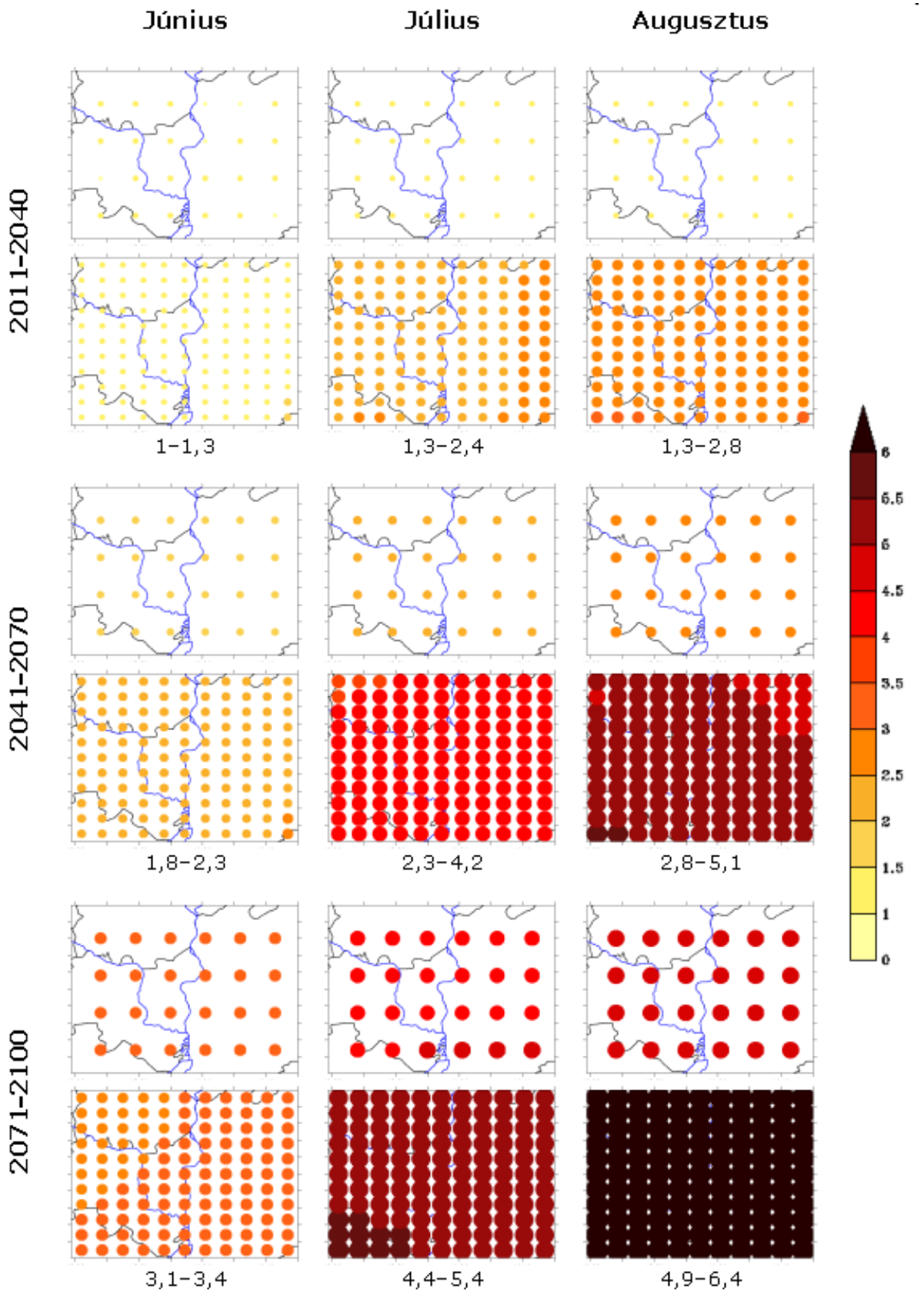
	1961–1990.	2011–2040.	2041–2070.	2071–2100.
	megfigyelés (ºC)	változás (ºC)		
Éves	10,5	1,1–1,5	2,1–2,6	3,5–3,6
Tavasz	10,9	0,9–1,4	1,7–2,3	2,3–3,1
Nyár	20	1,2–2,2	2,3–3,9	4,2–5
Ősz	10,7	1,4–1,7	2,1–2,7	3,6–3,8
Tél	0,1	0,8	1,6–2,4	2,6–3,8



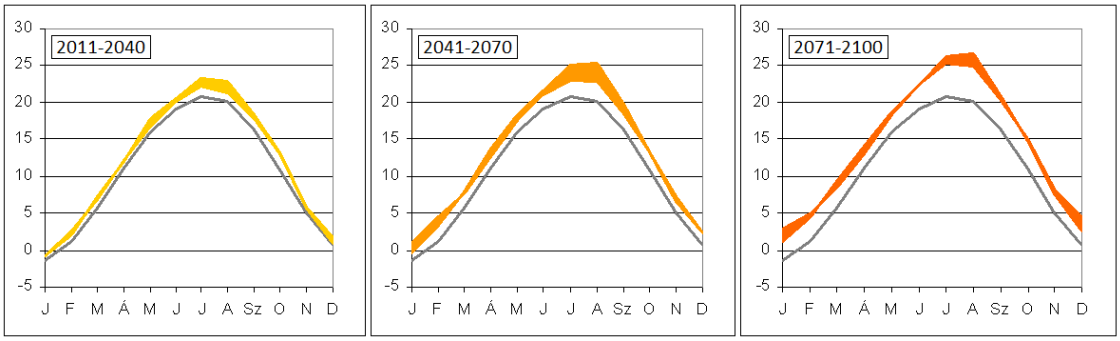
3.5.1-4. ábra: Évszakos átlaghőmérséklet-változás (°C) Paks térségében 2011–2040-ben, 2041–2070-ben és 2071–2100-ban az 1961–1990-es referencia időszakhoz képest két modell alapján

A jövőre vonatkozó információkat bemutató TBJ II. 3.5.1-6. ábrán a modellek által az adott időszakra jelzett változást az 1961–1990-re vonatkozó mérésekhez (szürke vonal) adták hozzá, a színes sávok (bizonytalansági intervallum) a két modell eredménye alapján kapott, a két, évi menet közötti területet fedik le.

A havi térképek szintén nem mutatnak lényeges térbeli különbségeket a vizsgált rácspontokban.



3.5.1-5. ábra: A nyári hónapok várható átlaghőmérséklet-változása (ºC) Paks térségében 2011–2040-ben, 2041–2070-ben és 2071–2100-ban az 1961–1990-es referencia időszakhoz képest két modell alapján



3.5.1-6. ábra: A havi átlaghőmérsékletek évi menete (ºC) a megfigyelések szerint 1961-1990-ben, illetve a két modell alapján várható évi menet (ºC) Paks térségében 2011–2040-ben, 2041–2070-ben és 2071–2100-ban.

A szélsőséges viszonyok jellemzésére különböző indexeket használnak, amelyek arra nézve adnak információt, hogy a vizsgált változó milyen gyakorisággal vesz fel egy adott küszöbértéknél kisebb vagy nagyobb értéket. A hőmérsékleti indexek jövőbeni alakulása összhangban áll az átlagos viszonyokkal, azaz a meleg szélsőségek (pl. a hőségnapok, a hőségriadók, stb.) előfordulása várhatóan nőni fog, míg a hideg indexeké (pl. a fagyos napoké) csökkenni (TBJ II. 3.5.1-4. táblázat). A hőségnapok (napi maximumhőmérséklet > 30ºC) száma már akár a közeljövőre megduplázódhat, de az évszázad közepére már mindkét modell egyértelműen ezt jelzi.

Megvizsgálták a forró napok – amikor a napi maximumhőmérséklet meghaladja a 35ºC-ot -, és a forró éjszakák - amikor a napi minimumhőmérséklet nem süllyed 20ºC alá –, eseteit is. Az előrejelzések szerint a referencia időszakhoz képest – átlagosan csupán 2 napon fordultak elő évente –, számuk jelentősen megnőhet. A század végére a modellek szerint legalább nyolcszor annyi forró napra és húszszor annyi forró éjszakára lehet számítani, mint 1961–1990-ben.

A különböző hőségriadós napok (hőségriadós nap: napi átlaghőmérséklet > 25ºC; másodfokú hőségriadó: napi átlaghőmérséklet > 25ºC 3 napig vagy napi átlaghőmérséklet > 27ºC; harmadfokú hőségriadó: napi átlaghőmérséklet > 27ºC 3 napig) száma ugyancsak megemelkedik. Minél szigorúbb az előfordulás feltétele, annál markánsabb a relatív változás, tehát az erőteljesebb szélsőségek felé való elmozdulás várható. Mindez azt jelenti, hogy az idővel előrehaladva a hőségriadós napokból egyre több lesz a másod-, illetve a harmadfokú. A meleg szélsőségekkel ellentétben a fagyos napok (napi minimumhőmérséklet < 0ºC) száma az évszázad folyamán a felére apad.

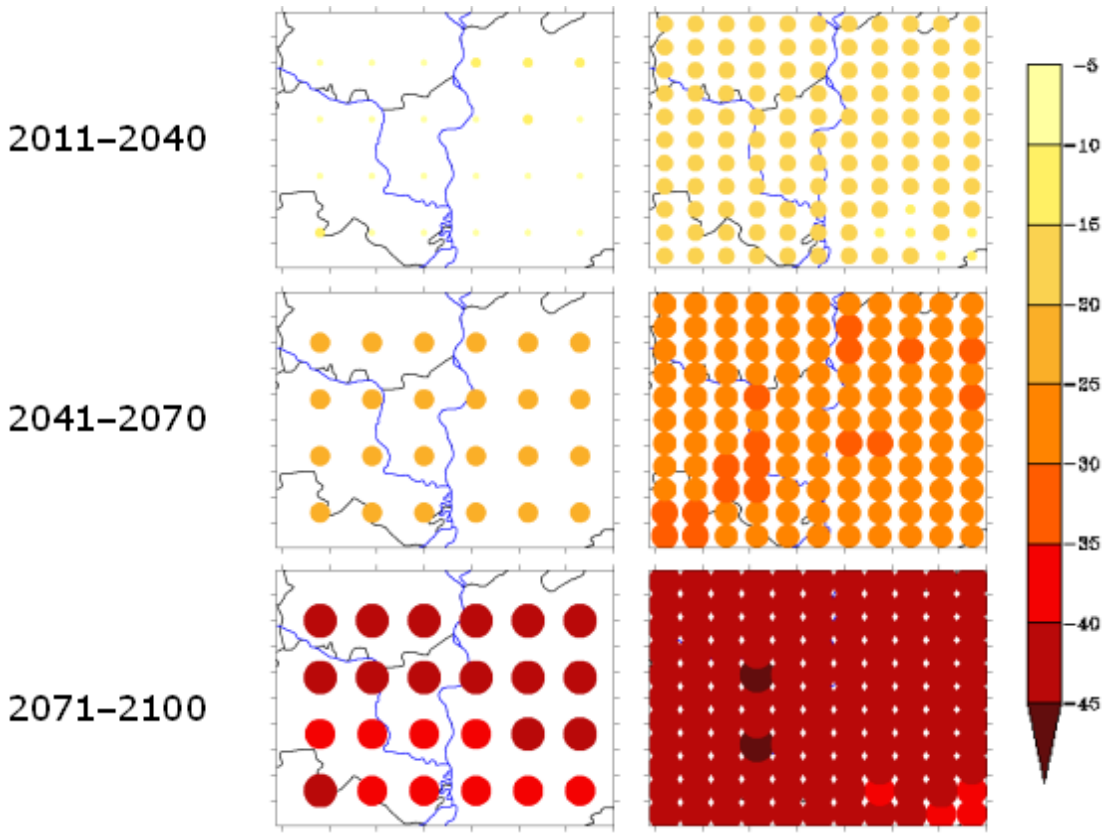
3.5.1-4. táblázat: Hőmérsékleti indexek átlagos éves megfigyelt értékei (nap) 1961-1990-ben, illetve a két modell szerint várható változás (nap) Paks térségében 2011-2040-ben, 2041–2070-ben és2071–2100-ban az 1961–1990-es referencia időszakhoz képest

	1961–1990.	2011–2040.	2041–2070.	2071–2100.
	megfigyelés (nap)	változás (nap)		
Hőségnap	18	9,7–23	19–39	38–50
Forró nap	2	2,1–12	6,3–27	18–35
Forró éjszaka	2	8,1–14	19–28	39–41
Hőségriadó	9,1	7,4–23	17–39	37–52
Másodfokú hőségriadó	4,2	4,7–20	12–36	31–49
Harmadfokú hőségriadó	0,1	1,3–8,2	4,1–21	14–31
Fagyos napok	89	(-17)–(-9,4)	(-29)–(-24)	(-42)–(-40)

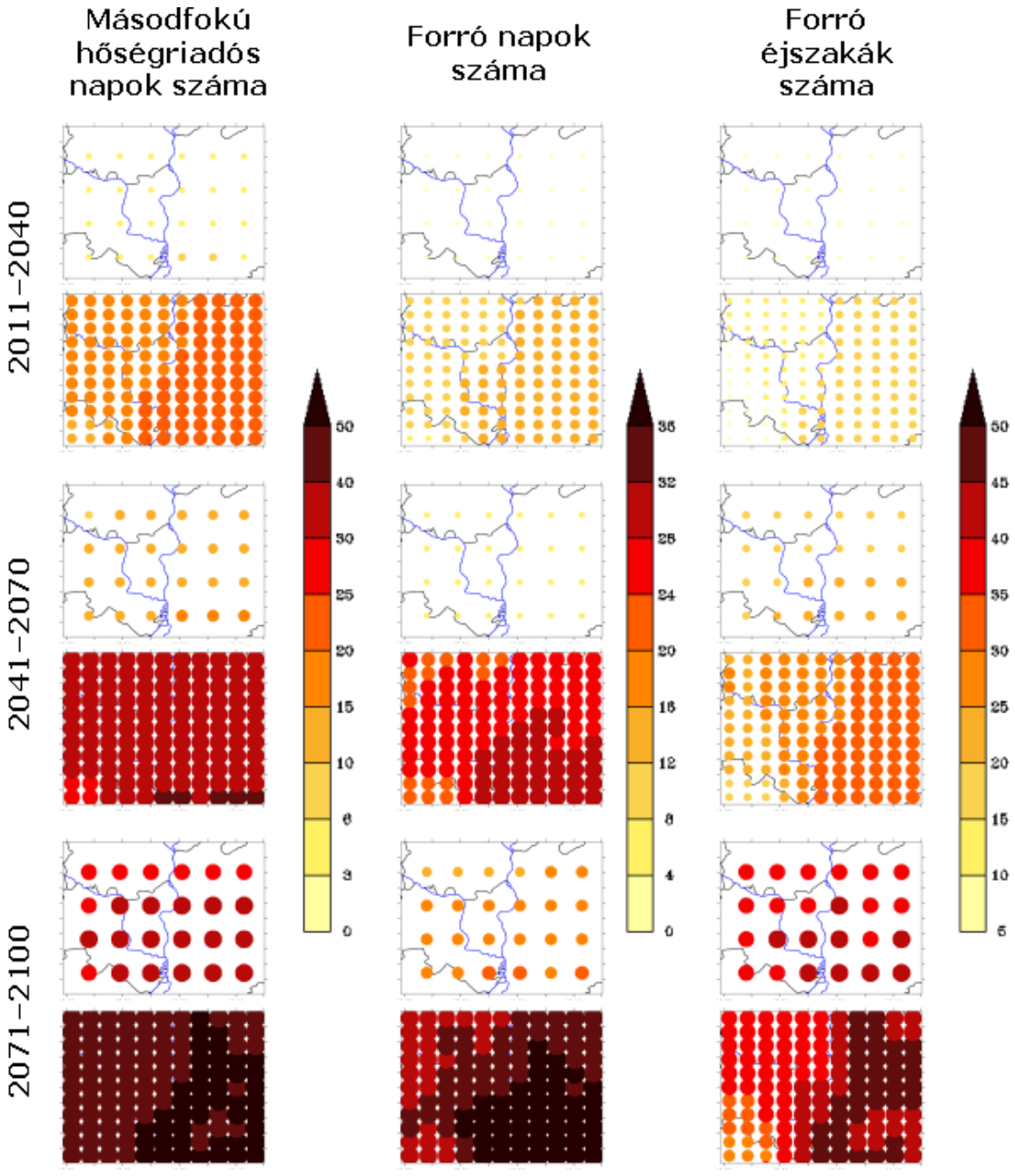
Az indexek megváltozásának mértéke igen bizonytalan, a változás intervalluma adott modell esetén akár kétszerese is lehet a másiknak. Legkisebb bizonytalanság a fagyos napoknál tapasztalható (a közelebbi jövőt leszámítva). Az extrémumok esetében a területi változékonyság is nagyobb, mint az átlagos viszonyoknál. A fagyos napoknál egy bizonytalan D–É irányú erősödés figyelhető meg az évszázad végén (TBJ II. 3.5.1-7. ábra). A meleg szélsőségek változása a K-DK-i rácspontokban a legerőteljesebb, míg a Ny-DNy-i részeken a leggyengébb (TBJ II. 3.5.1-8. ábra).

A TBJ II. 3.5.1-5. és a TBJ II. 3.5.1-6. táblázatokban az adott visszatérési idővel rendelkező minimum- és maximumhőmérséklet-értékek modellek által jelzett jövőbeli változásai szerepelnek [3-3]. A számítások során a Gumbel-eloszlást illesztettek két regionális klímamodell, az ALADIN-Climate és a REMO modellek eredményeire. A modellek eltértek a kísérletek során használt integrálási tartományban, annak térbeli felbontásában, illetve a fizikai folyamatok leírására alkalmazott közelítésekben, s mindezek az eredményekben is különbségekhez vezettek.

A hazai regionális klímamodellek eredményei alapján a 10^5 éves visszatérési időhöz tartozó napi minimunhőmérséklet változása az 1961–1990 időszak értékeihez képest az évszázad végére elérheti a 19,5 ^{o}C-t, míg a napi maximumhőmérséklet változás elérheti a 15,1 ^{o}C-t.



3.5.1-7. ábra: A fagyos napok éves számának várható megváltozása (nap) Paks térségében 2011–2040-ben, 2041–2070-ben és 2071–2100-ban az 1961–1990-es referencia időszakhoz képest két modell alapján



3.5.1-8. ábra: A másodfokú hőségriadós napok, a forró napok és a forró éjszakák éves számának várható megváltozása (nap) Paks térségében 2011–2040-ben, 2041–2070-ben és 2071–2100-ban az 1961–1990-es referencia időszakhoz képest két modell alapján

3.5.1-5. táblázat: A napi minimumhőmérséklet visszatérési értékeinek változása (ºC-ban) az 1961–1990. időszak értékeihez képest két regionális modell eredményei alapján a Pakshoz legközelebbi modell-rácspontban, Gumbel-eloszlás illesztésével.

Év	2011–2040.	2041–2070.	2071–2100.
2	1,4/1,0	1,5/2,0	2,9/5,2
5	1,5/2,1	1,2/2,1	3,1/6,6
10	1,5/2,9	1,0/2,1	3,3/7,6
20	1,5/3,6	0,8/2,2	3,5/8,5
50	1,6/4,6	0,5/2,3	3,7/9,7
100	1,6/5,3	0,3/2,3	3,9/10,6
200	1,6/6,0	0,1/2,4	4,0/11,5
500	1,7/7,0	-0,1/2,4	4,2/12,7
1 000	1,7/7,7	-0,3/2,5	4,4/13,6
2 000	1,7/8,4	-0,5/2,6	4,6/14,5
5 000	1,8/9,3	-0,8/2,6	4,8/15,7
10 000	1,8/10,0	-1,0/2,7	4,9/16,6
20 000	1,8/10,8	-1,2/2,8	5,1/17,4
50 000	1,9/11,7	-1,4/2,8	5,3/18,6
100 000	1,9/12,4	-1,6/2,9	5,5/19,5

3.5.1-6. táblázat: A napi maximumhőmérséklet visszatérési értékeinek változása (ºC-ban) az 1961–1990. időszak értékeihez képest két regionális modell eredményei alapján a Pakshoz legközelebbi modell-rácspontban, Gumbel-eloszlás illesztésével.

Év	2011–2040.	2041–2070.	2071–2100.
2	3,2/1,1	5,7/3,0	7,1/6,1
5	3,3/1,5	5,5/3,1	7,4/7,0
10	3,3/1,8	5,4/3,2	7,6/7,6
20	3,3/2,0	5,2/3,3	7,8/8,2
50	3,3/2,4	5,0/3,4	8,0/8,9
100	3,3/2,6	4,9/3,5	8,2/9,5
200	3,3/2,9	4,8/3,5	8,3/10,1
500	3,3/3,2	4,6/3,6	8,6/10,8
1 000	3,3/3,4	4,5/3,7	8,7/11,4
2 000	3,3/3,7	4,3/3,8	8,9/12,0
5 000	3,3/4,0	4,2/3,8	9,1/12,7
10 000	3,3/4,2	4,0/3,9	9,3/13,3
20 000	3,3/4,5	3,9/4,0	9,5/13,8
50 000	3,3/4,8	3,7/4,1	9,7/14,6
100 000	3,3/5,0	3,6/4,1	9,8/15,1

3.5.1.3.2. CSAPADÉK

A csapadék esetében a hőmérséklettel ellentétben a 21. század folyamán nincs egyértelmű és állandó irányú változás sem a három jövőbeli időszak, sem az évszakok, sem pedig a két modellt illetően. A modelleredmények egyezést mutatnak az éves csapadék csekély változásában, azonban az évszakos eloszlások esetén nagy eltérések várhatók.

Paks térségére a TBJ II. 3.5.1-7. táblázat mutatja be az éves és évszakos értékeket. A sárga/zöld szín jelöli a két modell alapján egyértelmű csapadék csökkenést/növekedést. A nyári csökkenés egyértelmű a modellek szerint, ami az idő előre haladtával olyan mértékben erősödik, hogy –

ellentétben az eddig megszokottal – a nyári csapadék az őszi csapadékösszegeknél kisebb mértékűvé is válhat majd (legalábbis az egyik modell eredményei alapján). Ez a kijelentés 30 éves átlagokra vonatkozik, azaz ez nem jelenti azt, hogy minden nyár száraz lesz és a nyárnál minden ősz csapadékosabb, hiszen továbbra is előfordulhatnak majd az átlagosnál csapadékosabb nyarak.

Az értékekből szembetűnő még az őszi csapadék egyértelmű növekedése, ami szintén a század közepén-végén lesz erőteljesebb, azaz addigra a változás valószínűleg a változékonyságnál már nagyobb mértékű lesz. A két modell télre és tavaszra eltérő eredményeket mutat (leszámítva télre az évszázad végét és tavaszra a középső jövőbeli időszakot), azaz tavasszal és télen a változás irányában bizonytalanok a modellek. A területi eloszlásra vonatkozóan elmondható (TBJ II. 3.5.1-9. ábra), hogy a nyári csökkenés várhatóan DK-en lesz a legerősebb, míg az őszi növekedés a tartomány ÉNy-i és DK-i részein. A legnagyobb mértékű szárazodás télen északon, tavasszal délen valószínű. Minden évszak esetén elmondható, hogy a kezdeti időszakra csak nullához közeli, kisebb változások valószínűek, a század végére az évszakos csapadék markánsabb átrendeződése valószínűsíthető, míg a század közepére a gyengébb őszi növekedés és a nyári-tavaszi csökkenés az éves csapadék csökkenését vetítik előre.

A jövőre vonatkozó havi csapadékösszegek változását bemutató TBJ II. 3.5.1-10. ábrán a modellek által az adott időszakra jelzett változást az 1961–1990-re vonatkozó mérésekhez (szürke vonal) adták hozzá, a színes sávok (bizonytalansági intervallum) a két modell eredménye alapján kapott, a két, évi menet közötti területet fedik le.

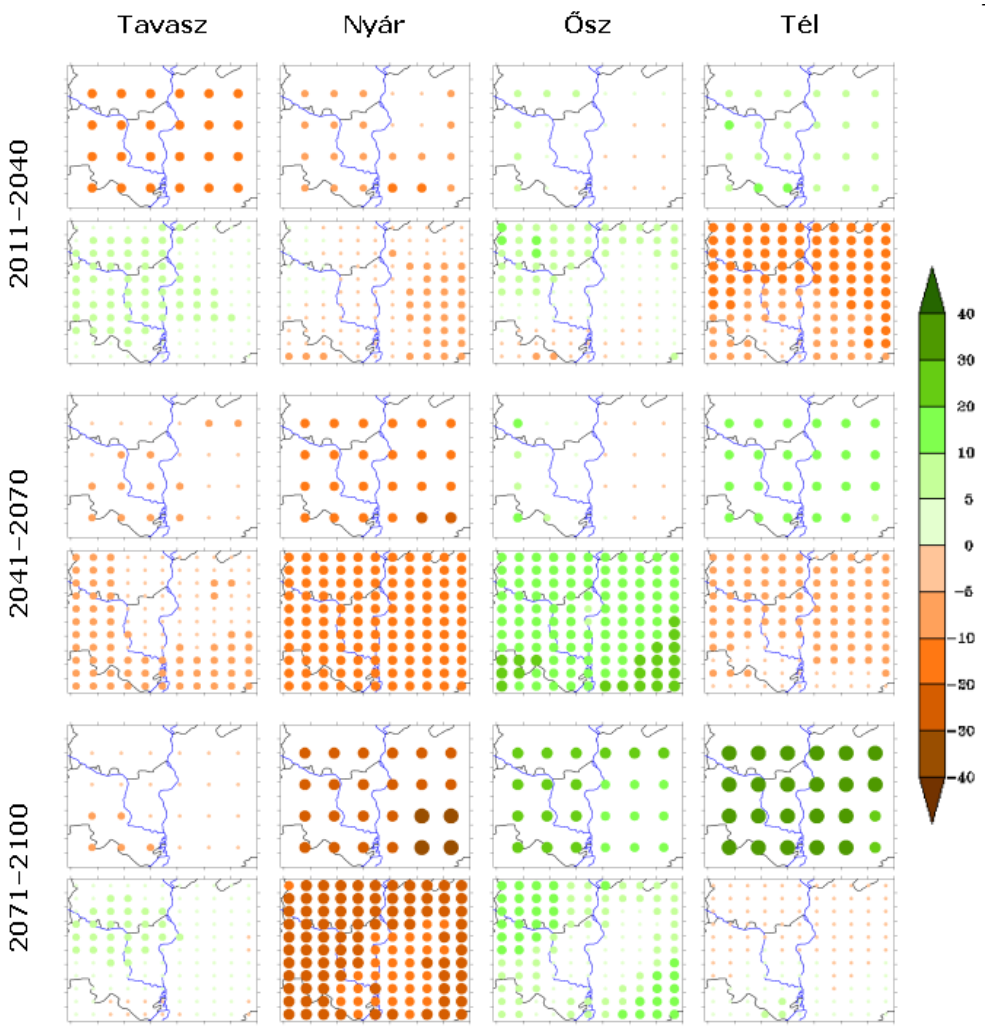
3.5.1-7. táblázat: Az éves és évszakos csapadék 1961–1990. megfigyelt értékei (mm/hónap), illetve a két modell szerint várható változás (%) Paks térségében 2011-2040-ben, 2041–2070-ben és 2071–2100-ban az 1961–1990 referencia időszakhoz képest.

	1961–1990	2011–2040	2041–2070	2071–2100
	megfigyelés (mm/hónap)	változás (%)		
Éves	48	(-4)–0	(-5)–(-3)	(-5)–3
Tavasz	46	(-14)–5	(-5)	(-4)–3
Nyár	63	(-7)–(-3)	(-16)–(-13)	(-27)–(-21)
Ősz	44	2–3	2–16	8–21
Tél	39	(-8)–7	(-7)–14	2–32

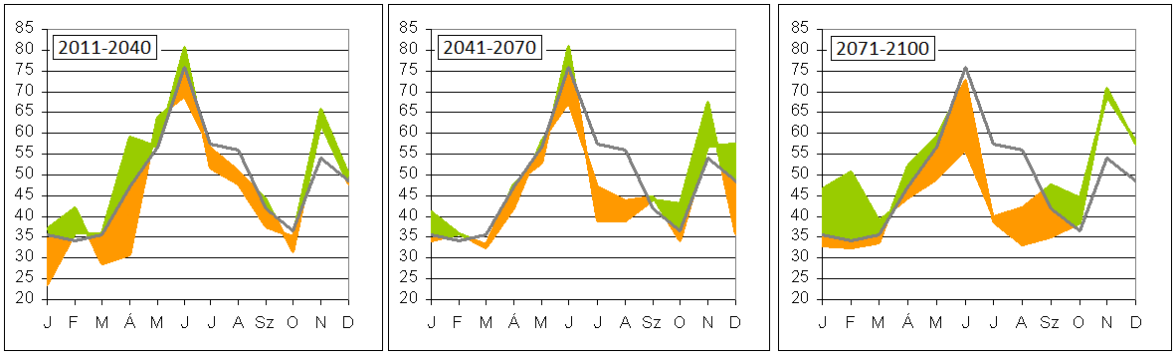
Az előrejelzés alapján látható, hogy szeptemberben a nyárihoz hasonlóan a csapadék csökkenése várható (bár a kismértékű növekedés is lehetséges), míg a június a távoli jövőt leszámítva nem mutat egyértelmű csökkenést. Az ábrán megfigyelhető, hogy a tavaszi hónapokban a változás bizonytalan előjelű mindhárom időszakban. 2071–2100-ra némileg módosulhat az éves menet: várhatóan a novemberi másodmaximum erőteljesen megközelíti vagy meg is haladhatja a júniusi értéket.

A csapadékindexek rendkívül változatos képet mutatnak, nem feltétlenül korrelálva az átlagos csapadékösszegek megváltozásával és előfordulhat, hogy a két modell sem mutat azonos előjelet a változásban.

A TBJ II. 3.5.1-8. táblázatban látható, hogy a 10 mm feletti csapadékösszegű napok száma a megfigyelések szerint nyáron fordul elő legtöbbször, míg télen a legkevesebbszer (kb. feleannyiszor), ám az évszázad végére ez az arány megváltozhat. Télen a nagy csapadékkal járó események száma megközelítheti a nyári előfordulást (legalábbis az egyik modell szerint).



3.5.1-9. ábra: Évszakos csapadékváltozás (%) Paks térségében 2011–2040-ben, 2041-2070-ben és 2071–2100-ban az 1961–1990. referencia időszakhoz képest két modell alapján



3.5.1-10. ábra: A havi csapadékösszegek évi menete (mm) a megfigyelések szerint 1961–1990-ben (szürke vonal), illetve a két modell alapján várható évi menet (mm) Paks térségében 2011–2040-ben, 2041–2070-ben és 2071–2100-ban.

A nyári csökkenés a század elején és közepén egyáltalán nem biztos, de az évszázad végére már ebbe az irányba mutat mindkét modell, sőt, a változás mértéke is nagyobb lehet. Ezzel ellentétben a tavaszi, kezdetben bizonytalan tendenciából a század végére a modellek inkább növekvő előfordulást jeleznek. Az őszi és téli növekedés (és így összességében az éves értékek növekedése is) az évszázad közepétől egyértelmű a modellek szerint.

3.5.1-8. táblázat: Az éves és évszakos 10 mm-t meghaladó csapadékú napok számának 1961–1990 megfigyelt értékei (nap), illetve a két modell szerint várható változás (%) Paks térségében 2011–2040-ben, 2041–2070-ben és 2071–2100-ban az 1961-1990. referencia időszakhoz képest.

	1961–1990	2011–2040	2041–2070	2071–2100
	megfigyelés (nap)	változás (%)		
Éves	16,5	1–9	2–9	8–19
Tavasz	3,5	(-17)–6	(-3)–0	3–5
Nyár	6,0	(-4)–15	(-19)–4	(-27)–(-5)
Ősz	4,3	12–14	4–29	20–47
Tél	3,2	(-1)–26	10–49	8–96

Az extrém nagy (20 mm feletti) csapadékösszegű napok (TBJ II. 3.5.1-9. táblázat) növekedni látszanak ősszel és télen, míg a 2071–2100 időszakot leszámítva tavasszal és nyáron bizonytalan irányú és kismértékű a változás (az évszázad végén a nyári események előfordulása gyengén csökkenhet, a tavasziaké valamelyest nagyobb mértékben nőhet). Az alapvetően kisszámú múltbeli előfordulás mellett viszonylag kis változások prognosztizálhatók.

3.5.1-9. táblázat: Az éves és évszakos 20 mm-t meghaladó csapadékú napok számának 1961–1990 megfigyelt értékei (nap), illetve a két modell szerint várható változás (nap) Paks térségében 2011–2040-ben, 2041–2070-ben és 2071–2100-ban az 1961–1990. referencia időszakhoz képest.

	1961–1990	2011–2040	2041–2070	2071–2100
	megfigyelés (nap)	változás (nap)		
Éves	3,3	0–0,5	0–0,6	0,7–1,2
Tavasz	0,7	(-0,1)–0,1	0	0,2–0,3
Nyár	1,5	(-0,1)–0,2	(-0,1)–0,1	(-0,1)–0
Ősz	0,7	0,2	0–0,4	0,3–0,8
Tél	0,4	0–0,1	0,1	0,1–0,4

A 30 év során is ritkán (a területi átlagban 1,5 napon) előforduló 50 mm feletti napi csapadékokat vizsgálva (TBJ II. 3.5.1-11. ábra bal panel) elmondható, hogy éves szinten az egyik modell szerint jelentős növekedés valószínű, míg a másik szerint a változás elenyésző, és néhány pontban inkább csökkenés valószínű. Az említett növekedés különösen az első időszak esetében igaz, mind éves, mind évszakos szinten. Az évszakos (egyébként tavasztól őszig hasonló mértékű) gyarapodás az idővel egyre kisebb lesz, kivéve tavasszal, amikor a legnagyobb változás éppen az évszázad végére esik leginkább hozzájárulva az éves növekedéshez. A megfigyelések szerint télen és tavasszal szinte nem fordult elő ilyen esemény, és ez a modellek szerint télen csak kis mértékben változhat.

Az éves napi és ötnapi csapadék maximális mennyiségére a két modell (TBJ II. 3.5.1-11. ábra középső és jobb panel) alapvetően növekedést valószínűsít, de a közelebbi időszakban az egyik modell szerint a terület déli részén csökkenés is előfordulhat. A maximális napi csapadékban ősszel (és kevésbé, de télen is) várható erősebb növekedés, míg a kezdeti nyári gyarapodás az évszázad végére csökkenésbe fordul. Tavasszal éppen fordítva, 2041–2070-re várható nagyobb napi csapadékösszeg.

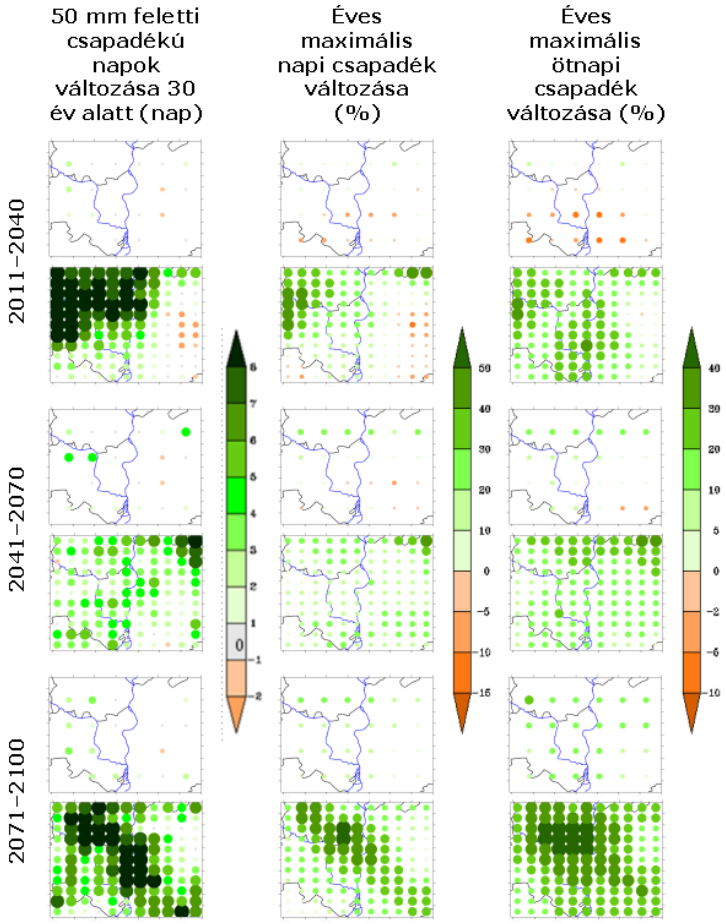
Az ötnapi csapadékösszeg esetében is télen és ősszel valószínűbb az emelkedés, nyáron nagy a bizonytalanság (csak a legtávolabbi időszakban egyértelmű a negatív tendencia), míg tavasszal

inkább a növekedés jellemző. Az évszázad végére a nyári ötnapos index egyértelmű csökkenése a csapadékesemények tartósságának csökkenése miatt valószínű.

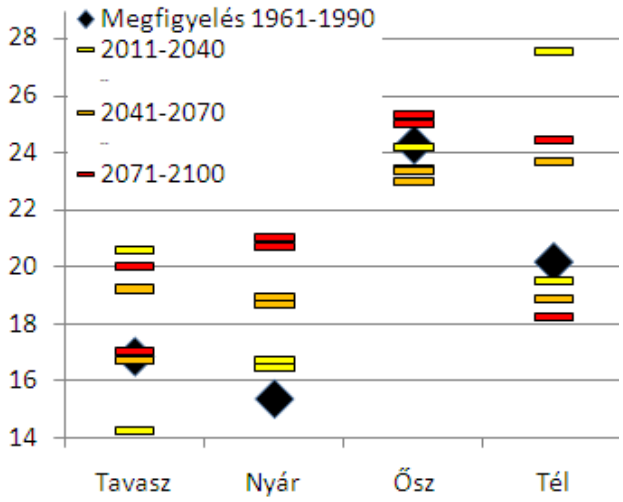
A TBJ II. 3.5.1-11. ábra alapján bemutatott három csapadékindex területi eloszlása egyértelmű hasonlóságokat mutat, mely főleg a nagyobb változásokat jelző modell térképein vehető jól ki. Eszerint a legerőteljesebb növekedés az évszázad elején ÉNy-on, az évszázad közepén ÉK-en, az évszázad végén a tartomány Ény–DK irányú középső részén várható.

A napi és ötnapi csapadék maximális mennyiségének növekedéshez szorosan kapcsolódik a száraz időszakok (1 mm-nél kisebb csapadékú, egymást követő napok) hosszának egyértelmű és az évszázad végére erősödő nyári növekedése (TBJ II. 3.5.1-12. ábra). Az ábrán az 1961–1990-re vonatkozó megfigyelt értékek a modellek által az adott időszakra jelzett (előjeles) relatív változás mértékével lettek megnövelve.

Ősszel ugyancsak kicsi a modellek közötti bizonytalanság: az évszázad közepére csökkenést, az utolsó évtizedekre pedig növekedést mutat mindkét modell. 2011–2040-re és 2041–2070-re télen és tavasszal viszont az egyik modell szerint inkább növekedés, míg a másik szerint inkább csökkenés valószínű az évszakokban. A száraz időszakok maximális hosszának tavaszi növekedése az évszázad végére már egyértelműnek látszik, télen azonban marad a bizonytalanság és az ellentétes változási irány a modellek között.

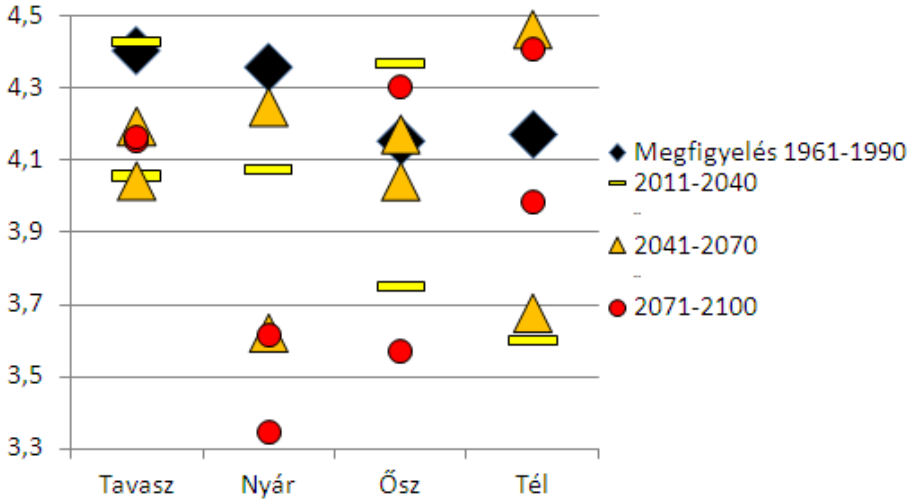


3.5.1-11. ábra: A 30 év alatt előforduló 50 mm feletti napi csapadékok, illetve az éves maximális napi és ötnapi csapadék változása (nap, % és %) Paks térségében 2011-2040-ben, 2041–2070-ben és 2071–2100-ban az 1961–1990. referencia időszakhoz képest két modell alapján



3.5.1-12. ábra: Az egymást követő száraz (1 mm alatti csapadékú) napok évszakos maximális hossza (nap) 1961–1990-re a megfigyelések szerint, illetve a két modell által jelzett értékek (nap) Paks térségében 2011–2040-re, 2041–2070-re, 2071–2100-ra.

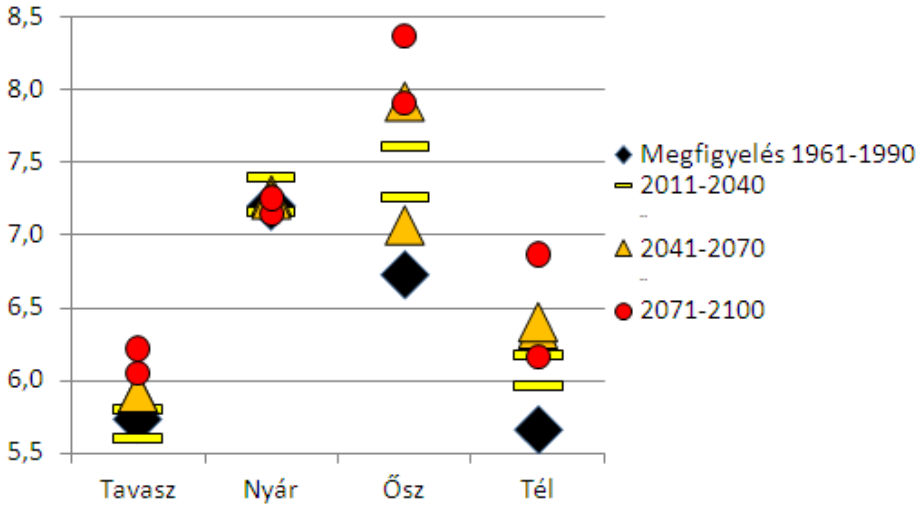
Az egymást követő (1 mm feletti) csapadékos napok száma (TBJ II. 3.5.1-13. ábra), a száraz napokkal megegyező tendenciát követve nyárra egyértelműen csökken (a modellek közötti szórás a század elején és végén kisebb). Ugyancsak mindkét modell a csapadékesemények tartósságának csökkenését vetíti előre tavasszal az évszázad közepétől, továbbá tavasszal a legkisebb a modellek közötti szórás. Télre a már többször említett modellek közötti eltérés jellemző a csapadékos napokat illetően is: az egyik modell szerint csökkenés, a másik szerint növekedés valószínű (csak 2011–2040-ben van egyértelmű, nagy bizonyosságú csökkenés). Ősszel a század közepét leszámítva szintén eltérő előjelű változásokat jeleznek a modellek. Az évszázad elején ősszel, 2041–2070-ben nyáron és télen, míg a század végén ismét ősszel látható a legnagyobb bizonytalanságot a két modell között. Az ábrán az 1961–1990-re vonatkozó megfigyelt értékek a modellek által az adott időszakra jelzett (előjeles) relatív változás mértékével lettek megnövelve.



3.5.1-13. ábra: Az egymást követő csapadékos (1 mm feletti csapadékú) napok évszakos maximális hossza (nap) 1961–1990-re a megfigyelések szerint, illetve a két modell által jelzett értékek (nap) Paks térségében 2011–2040-re, 2041–2070-re és 2071-2100-ra.

A csapadékintenzitást (TBJ II. 3.5.1-14. ábra), - mely a csapadékos napok csapadékosságát adja meg (az 1 mm feletti csapadék összegének és a csapadékos napok számának hányadosával) – vizsgálva az alábbiak mondhatók.

A megfigyelések szerint nyáron fordulnak elő leggyakrabban intenzív csapadékú napok, ám az évszázad végére ez őszre esik majd a két modell szerint Paks térségében. Ugyanakkor a növekedés mértékét tekintve a modellek bizonytalansága ebben az évszakban a legnagyobb. Míg az évszázad elején tavasszal a változás előjele bizonytalan, addig az évszázad közepére és végére egyértelműen növekedés várható. Nyáron 2011–2040-ben az egyik modell szerint előfordulhat gyenge növekedés, de a későbbi évtizedekben szinte változatlan marad az index értéke, emiatt a modellek közötti szórás is éppen nyáron a legkisebb. Télre is egyezést mutatnak a modellek a csapadék intenzívebbé válásában (különösen az évszázad közepére): értéke még a nyári intenzitás alatt marad, de már túllépi a tavaszi értékeket (noha a megfigyelések szerint „jelenleg” télen a legalacsonyabb az index értéke).



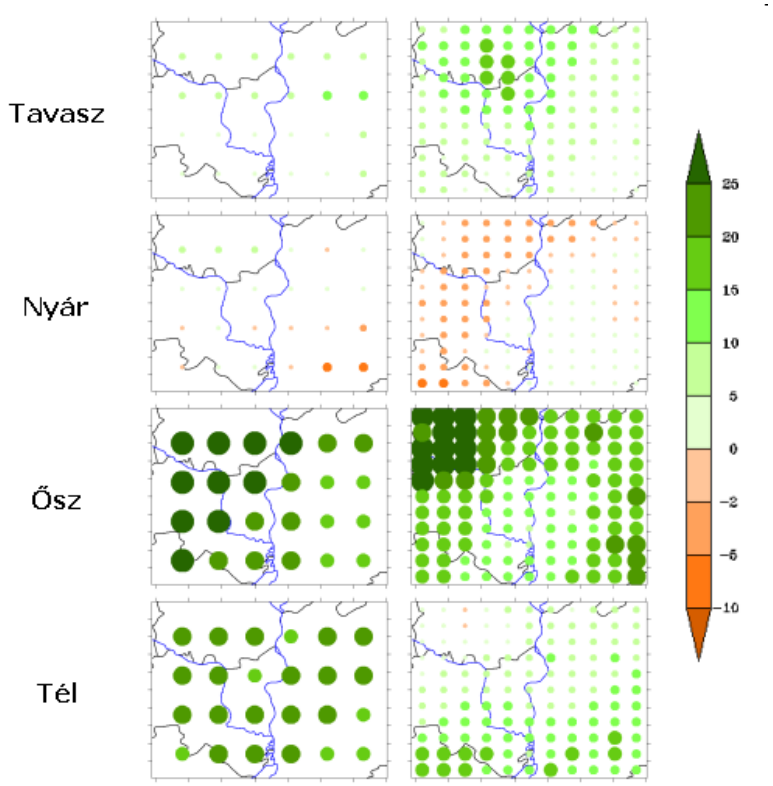
3.5.1-14. ábra: A csapadékintenzitás (1 mm feletti csapadékösszeg/napok száma) évszakos értékei (mm/nap) 1961–1990-re a megfigyelések szerint, illetve a két modell által jelzett értékek (mm/nap) Paks térségében 2011--2040-re, 2041--2070-re és 2071--2100-ra.

A térbeli eloszlást bemutató TBJ II. 3.5.1-15. ábrán ősszel kiugró relatív változási értékek láthatók, elsősorban a tartomány ÉNy-i részén, míg télen a legnagyobb változás inkább délen valószínű. Tavasszal az északi részeken jelzik a modellek a nagyobb növekedést, míg nyáron a terület ÉNy-i és DK-i felén ellentétes előjelű változások várhatók, ráadásul a két modell eredményeiből kapott térbeli szerkezet ellentétes.

A TBJ II. 3.5.1-10. táblázatban az adott visszatérési idővel rendelkező csapadékösszegek modellek által jelzett jövőbeli változása szerepel [3-3]. A számítások során a Gumbel-eloszlást illesztettek a két regionális klímamodell, az ALADIN-Climate és a REMO modellek eredményeire. A modellek eltértek a kísérletek során használt integrálási tartományban, annak térbeli felbontásában, illetve a fizikai folyamatok leírására alkalmazott közelítésekben, s mindezek az eredményekben is különbségekhez vezettek.

A hazai változások egyetlen rácspontra vonatkoznak és a 100-500 km-es horizontális felbontású globális modellek helyett 10-25 km-es felbontású regionális klímamodellek eredményein alapulnak. Ennek következtében a Magyarországra vonatkozó eredményekben jóval nagyobb teret kap az időbeli és térbeli változékonyság, ami az eredmények szórásában is megmutatkozik, ráadásul ennek köszönhetően a csapadék projekciók esetében gyakran a változások előjele is bizonytalan.

A hazai regionális klímamodellek eredményei alapján a 10^5 éves visszatérési időhöz tartozó napi csapadékösszeg visszatérési értékének változása az 1961–1990 időszak értékeihez képest az évszázad végére elérheti a 168,2%-t.



3.5.1-15. ábra: A csapadékintenzitás változása (%) Paks térségében 2071–2100-ra az 1961–1990. referencia időszakhoz képest két modell alapján

3.5.1-10. táblázat: A napi csapadékösszeg visszatérési értékeinek változása (%-ban) az 1961–1990. időszak értékeihez képest két regionális modell eredményei alapján a Pakshoz legközelebbi modell-rácspontban, Gumbel-eloszlás illesztésével.

Év	2011–2040.	2041–2070.	2071–2100.
2	16,4/1,1	12,8/9,0	37,5/21,5
5	38,8/-0,3	26,1/12,6	75,4/14,3
10	49,0/-0,7	32,1/14,3	92,8/11,1
20	56,8/-0,9	36,6/15,8	105,8/8,8
50	64,5/-1,5	41,3/17,0	119,2/6,0
100	69,4/-1,6	44,3/17,8	127,3/4,6
200	73,4/-1,8	46,6/18,6	134,2/3,3
500	77,9/-1,9	49,4/19,4	141,9/1,9
1 000	80,8/-2,1	51,1/19,8	146,8/1,0
2 000	83,4/-2,2	52,6/20,3	151,1/0,3
5 000	86,3/-2,4	54,3/20,7	156,1/-0,6
10 000	88,3/-2,5	55,4/21,1	159,3/-1,3
20 000	90,0/-2,6	56,5/21,3	162,3/-1,8
50 000	92,0/-2,6	57,8/21,7	165,8/-2,4
100 000	93,4/-2,7	58,6/21,9	168,2/-2,9

3.5.1.3.3. RELATÍV NEDVESSÉG

A TBJ II. 3.5.1-11. táblázatban bemutatott relatív nedvesség változása egyértelmű a modellek szerint. Paks térségében minden évszakban, így éves szinten is csökkenésre lehet számítani mindkét modell, mindhárom jövőbeli időszak tekintetében. (Sárga színnel a mindkét modell szerinti legalább 2%-os csökkenés van kiemelve.) A nagyobb változások a század vége felé jelentkeznek, főleg az egyébként is legkisebb légköri nedvességű nyáron és ősszel. Ez egybeesik a július-szeptember közötti intenzívebb melegedéssel és nagyobb csapadékcsökkenéssel is, amit az őszi csapadéknövekedésből eredő nedvesség sem tud kompenzálni.

3.5.1-11. táblázat: Az éves és évszakos relatív nedvesség 1961–1990-ben megfigyelt értékei (%), illetve a két modell szerint várható relatív változás (%) Paks térségében 2011–2040-ben, 2041–2070-ben és 2071–2100-ban az 1961–1990 referencia időszakhoz képest.

	1961–1990	2011–2040	2041–2070	2071–2100
	megfigyelés (%)	változás (%)		
Éves	75	(-3)–(-2)	(-5)–(-3)	(-6)–(-4)
Tavasz	70	(-3)–(-1)	(-3)	(-4)–(-1)
Nyár	69	(-6)–(-2)	(-13)–(-4)	(-15)–(-9)
Ősz	78	(-4)–(-3)	(-4)–(-2)	(-7)–(-5)
Tél	83	(-2)–(-1)	(-4)–(-1)	(-3)–(-1)

3.5.1.3.4. SZÉLSEBESSÉG ÉS SZÉLIRÁNY

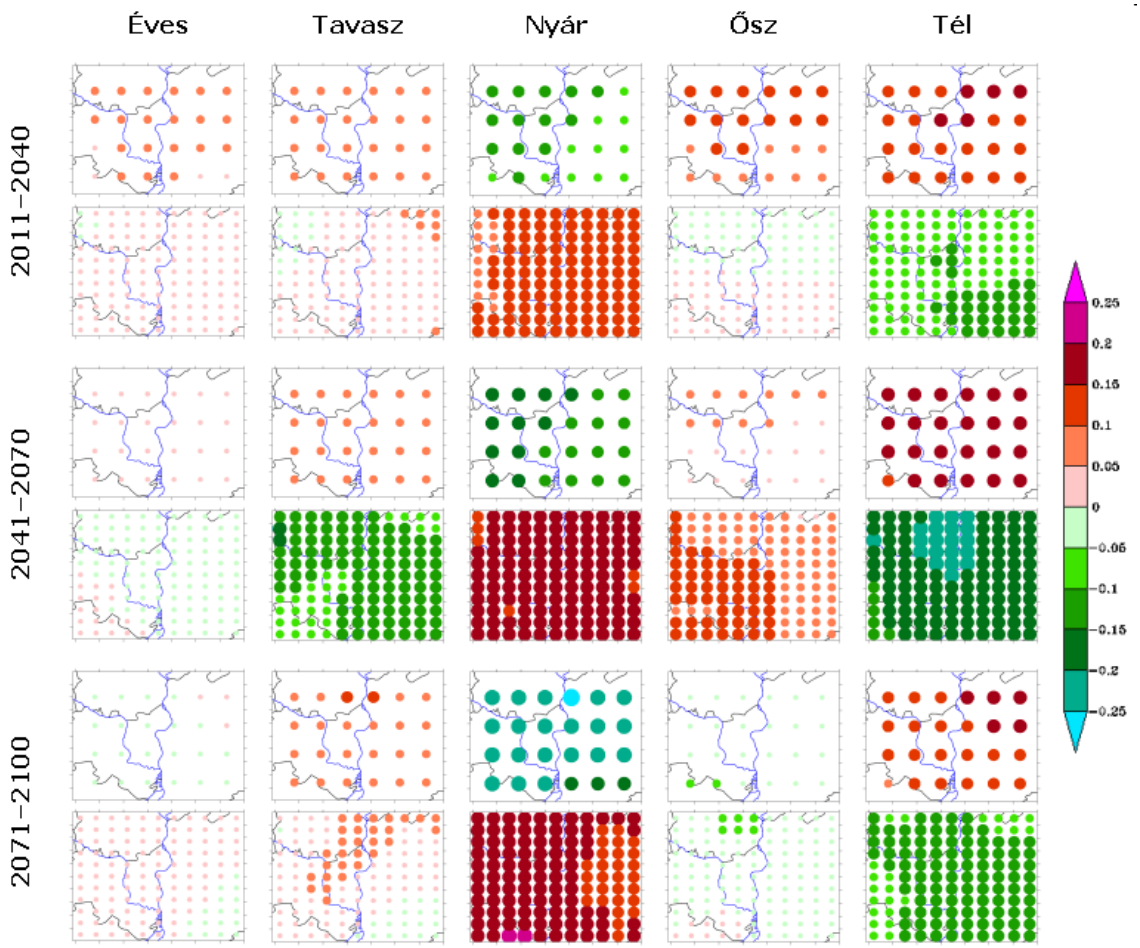
A szélsebesség nagyságában a modellek nem jeleznek nagy vagy akár egyértelmű változásokat, különösen éves szinten nem. Az átlagos változás mértéke Paks térségében az idővel csökkenő tendenciát mutat (tehát az évszázad végére kisebb változások várhatók, mint korábban), ami többnyire 2 %-nál kisebb mértékű és előjelében bizonytalan (TBJ II. 3.5.1-12. táblázat). A változás mértéke csak nyáron illetve az évszázad közepén télen haladja meg az 5 %-ot, de ezekben az esetekben a két modell mindig ellentétes előjelű változást ad. Az évszakos átlagokban a legnagyobb változások a század közepén várható, de ősszel és tavasszal ebben a középső időszakban a modellek gyakran eltérő irányú változást jeleznek, mint a korábbi vagy a későbbi időszakban. Összességében tehát igen nagy a bizonytalanság, ami a területi eloszlásban is látható. Nehéz egyértelmű tendenciákat megfigyelni (TBJ II. 3.5.1-16. ábra).

3.5.1-12. táblázat: Éves és évszakos átlagos szélsebesség megfigyelt értékei (m/s) 1961–1990-ben, illetve a két modell szerint várható változás (%) Paks térségében 2011–2040-ben, 2041–2070-ben és 2071–2100-ban az 1961–1990-es referencia időszakhoz képest

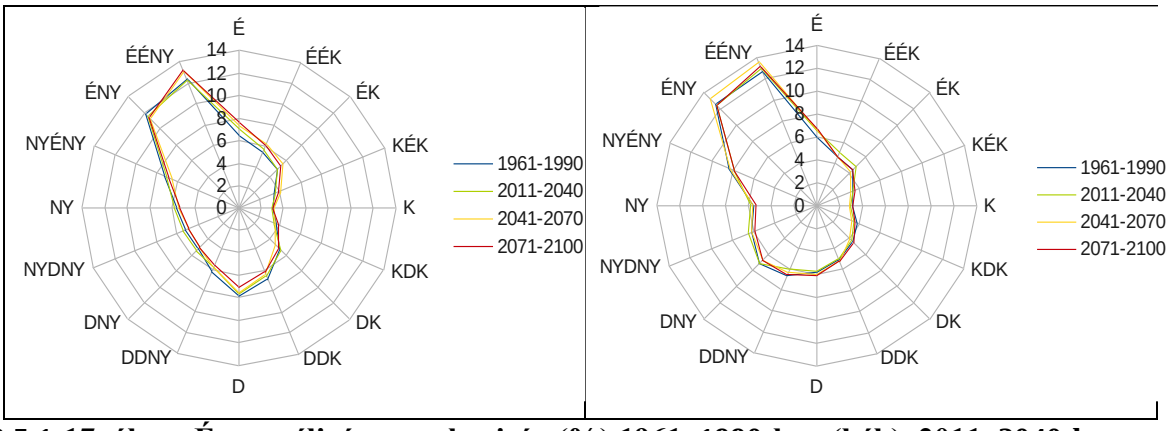
	1961–1990	2011–2040	2041–2070	2071–2100
	megfigyelés (m/s)	változás (%)		
Éves	2,1	0,4–1,6	(-0,4)–1	(-0,2)–0,5
Tavasz	2,4	0,8–2,4	(-3,6)–1,8	1–2,3
Nyár	1,9	(-2,8)–4,9	(-3,9)–7,1	(-6,2)–7,2
Ősz	1,9	(-0,1)–3,1	1,3–3,4	(-0,9)– (-07)
Tél	2,2	(-2,6)–4	(-5,3)–5	(-3,4)–3,8

A 16 szektorra osztott szélirányt vizsgálva megállapítható, hogy ennek változása, akárcsak a szélsebességé, igen kicsi, a két modell által jelzett szélirány-eloszlás nem változik

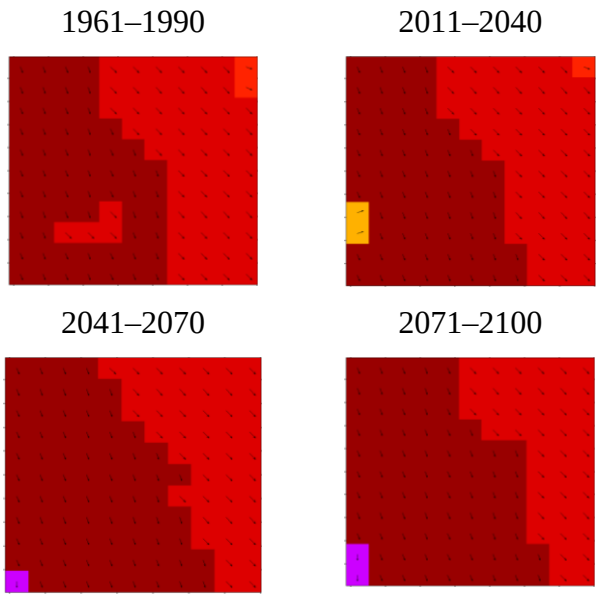
számottevően. A telephelyhez legközelebb eső rácspontokban az uralkodó szélirány ÉÉNy-i marad (TBJ II. 3.5.1-17. ábra) a 21. században is, és a különböző irányokhoz tartozó gyakoriságok nem változnak 1–2 %-nál jobban. Kis ingadozás minden széliránynál megfigyelhető az időszakok között, de a bizonytalanság itt is nagy, a két modell ritkán egyezik meg az előjelben. Egyetértés csak abban van, hogy az ÉÉNy-i és É-i szél 1 %-kal gyakoribbá válik, míg a DDK-i ritkábbá. Paks környékét vizsgálva az egyik modell szerint az ÉNy-i és ÉÉNy-i szelek által uralt területek határvonala elmozdulhat az ÉNy-i javára (TBJ II. 3.5.1-18. ábra), a másik szerint nem várható változás (ennek eredménye az ábrán nincs bemutatva).



3.5.1-16. ábra: Éves és évszakos szélsebesség-változás (m/s) Paks térségében 2011–2040-ben, 2041–2070-ben és 2071–2100-ban az 1961–1990-es referencia időszakhoz képest két modell alapján



3.5.1-17. ábra: Éves szélirány-gyakoriság (%) 1961–1990-ben (kék), 2011–2040-ben (zöld), 2041–2070-ben (sárga) és 2071–2100-ban (piros) a két modell Pakshoz legközelebbi rácspontján (balra: 46,509º É.sz., 18,89º K.h., jobbra: 46,68º É.sz., 18,8º K.h.)



3.5.1-18. ábra: Uralkodó szélirány az egyik modell szerint Paks térségében 1961–1990-ben, 2011–2040-ben, 2041–2070-ben, és 2071–2100-ban

A TBJ II. 3.5.1-13. táblázatban az adott visszatérési idővel rendelkező napi maximális pillanatnyi szélsebesség modellek által jelzett jövőbeli változás szerepel [3-3]. A számítások során a Gumbel-eloszlást illesztettek a két regionális klímamodell, az ALADIN-Climate és a REMO modellek eredményeire. A modellek eltértek a kísérletek során használt integrálási tartományban, annak térbeli felbontásában, illetve a fizikai folyamatok leírására alkalmazott közelítésekben, s mindezek az eredményekben is különbségekhez vezettek.

A hazai regionális klímamodellek eredményei alapján a 10^5 éves visszatérési időhöz tartózó napi maximális pillanatnyi szélsebesség visszatérési értékeinek maximuma a 2041-2070 időintervallumban várható 19,8 m/s értékkel.

3.5.1-13. táblázat: A napi maximális pillanatnyi szélsebesség visszatérési értékei (m/s-ban) két regionális modell eredményei alapján a Pakshoz legközelebbi modell-rácspontban, Gumbel-eloszlás illesztésével.

Év	2011–2040.	2041–2070.	2071–2100.
2	10,7/10,9	10,4/11,1	10,7/10,8
5	11,5/11,6	11,3/12,0	11,5/11,5
10	12,1/12,1	11,9/12,6	12,1/12,0
20	12,6/12,5	12,5/13,1	12,6/12,4
50	13,3/13,1	13,2/13,9	13,3/13,0
100	13,8/13,5	13,8/14,4	13,8/13,5
200	14,3/13,9	14,4/14,9	14,3/13,9
500	15,0/14,4	15,1/15,7	15,0/14,5
1 000	15,5/14,9	15,7/16,2	15,5/14,9
2 000	16,0/15,3	16,3/16,7	16,0/15,3
5 000	16,7/15,8	17,0/17,5	16,7/15,9
10 000	17,2/16,2	17,6/18,0	17,2/16,3
20 000	17,7/16,6	18,1/18,5	17,7/16,8
50 000	18,3/17,2	18,9/19,2	18,4/17,4
100 000	18,9/17,6	19,4/19,8	18,9/17,8

3.5.2. Mikro- és mezoklíma a telephely környezetében

A telephely környezeti mikro- és mezoklíma felmérése érdekében az OMSZ három, e célra telepített állomáson végzett méréseket, 2012. április 1. és 2013. november 30. között. A három telepített állomás mellett a Paks főállomás mérési intervallumra eső méréseit is felhasználták a kiértékeléshez.

3.5.2.1. Mérőállomások, a mért paraméterek és a mérőeszközök

A mérőállomások helyszínei:

- Paks, Főállomás
  Atomerőmű déli bejáratától NY-ra, kb. 300 m
  Koordináta: N46,57347° E18,84547° WGS84
- Paks, Csónakház
  Atomerőmű területétől ÉK-re, kb. 1 km-re a Duna jobb partján
  Koordináta: N46.59220°; E18.86053, WGS84
- Paks, Gesztenyés utca
  Atomerőmű területétől É-ÉNY-ra, kb. 4 km-re Paks nyugati határában
  Koordináta: N46,62055; E18,83623, WGS84
- Uszód, Barákai Vízmű
  Atomerőmű területétől DK-re, kb. 5 km-re a Duna bal partján
  Koordináta: N46,54630; E18,90186, WGS84

A mérőállomások helyszínei a TBJ II. 3.5.2-1. ábrán láthatók.

A mérések során az alábbi TBJ II. 3.5.2-1. táblázatban szereplő meteorológiai paramétereket mérték. A három telepített állomás üzembe helyezett mérőeszközeit a TBJ II. 3.5.2-2. táblázat mutatja be.

Az automaták üzemelésében jelentős fennakadás nem volt, az állomások negyedévenkénti ellenőrzése rendben megtörtént.

A mérési adathiányokat pótolták, a mérési hibákat kijavították, így a mérések kiértékeléséhez a megfelelő adatbázis rendelkezésre állt.

3.5.2-1. ábra: A meteorológiai mérőoszlopok helyei

3.5.2-1. táblázat: A mért meteorológiai paraméterek

Mért elem	Mintavétel gyakorisága	Számított adat (10 percre vetítve)	Tárolt érték
Légnyomás	1 perc	Átlag, minimum és maximum	Átlag
Szélsebesség	2 másodperc	Maximum és annak ideje, átlag	Maximum és annak ideje, átlag
Szélirány	2 másodperc	Maximális széllökés iránya, átlag	Maximális széllökés iránya, átlag
Léghőmérséklet	1 perc	Átlag, minimum, maximum	Átlag, minimum, maximum, pillanatny.
Légnedvesség	1 perc	Átlag, minimum, maximum	Átlag

3.5.2-2. táblázat: Üzembe helyezett mérőeszközök

Érzékelő típus	***Hőmérséklet-nedvesség HMP155E***		***Csapadék VRG101***		***Szélsebesség WAA151***		***Szélirány WAV151***		***Légnyomás PTB210A***	
Állomás	Min. az.	sorozatsz (ssz)	M. az.	ssz	M. az.	ssz	M. az.	ssz.	M. az.	ssz.
Paks, Csónakház	HT187	H0640007	PR153	B095004	S169	H03334	D170	H05422	PA92	H0640005
Paks, Gesztenyés u.	HT185	H0640005	PR152	B095007	S170	H03335	D171	H05423	PA91	H0640004
Uszód, Barákai Vízmű	HT186	H0640006	PR154	B095015	S168	H03333	D169	H05421	PA93	H0640006

3.5.2.2. A mérési időszak elemzése

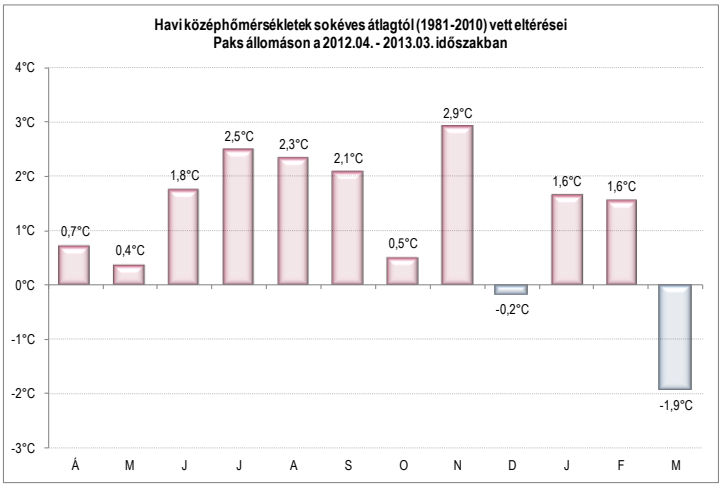
Elsőként a paksi főállomás 2012. április-2013. március időszakában mért adatait viszonyították a korábban bemutatott 1981-2010-es átlagértékekhez, majd a négy állomás (Paks, Paks Gesztenyés, Paks Csónakház és Uszód Baráka) egyéves (2012. április-2013. március), valamint 8 hónapos (2013. április-2013. november) adatsorát hasonlították össze egymással. Ezekből a vizsgálatokból kimutatható egyrészt az, hogy a tanulmányozott időszak mennyire tért el az átlagos viszonyoktól, illetve az is, hogy a Paksi Atomerőmű környezetében kimutatható-e lényeges időjárási különbség.

3.5.2.2.1. PAKS ÁLLOMÁS 2012. ÁPRILIS - 2013. MÁRCIUS IDŐSZAKRA VONATKOZÓ ADATAINAK ÖSSZEHASONLÍTÁSA A SOKÉVES ÁTLAGGAL

3.5.2.2.1.1. Hőmérséklet

A vizsgált időszakban kettő kivételével minden hónap pozitív hőmérsékleti anomáliával jellemezhető a harmincéves átlaghoz viszonyítva (TBJ II. 3.5.2-2. ábra). Az 1981-2010 közötti értékeket legnagyobb mértékben a novemberi középhőmérséklet haladta meg. Paks állomáson 2012 novembere összességében 2,9°C-kal volt melegebb a megszokottnál. Másfél fok feletti pozitív eltérés látható még 2012 júniusa és szeptembere között, illetve a 2013-as év első két hónapjában. Az átlagnál hűvösebb volt 2012 decemberében. Jelentős negatív anomália azonban 2013 márciusában látható: az első tavaszi hónap Pakson 1,9°C-kal hidegebbnek bizonyult a megszokottnál.

Paks állomáson a középhőmérsékleti anomália alakulása a vizsgált időszak minden hónapjában az átlagos országos trendeknek megfelelően alakult. A legtöbb hónapban néhány tized fokkal melegebb viszonyok jellemezték a területet az országos átlagokhoz képest.



3.5.2-2. ábra: Havi középhőmérsékletek sokéves átlagtól (1981-2010) vett eltérései Paks állomáson a 2012.04-2013.03. időszakban

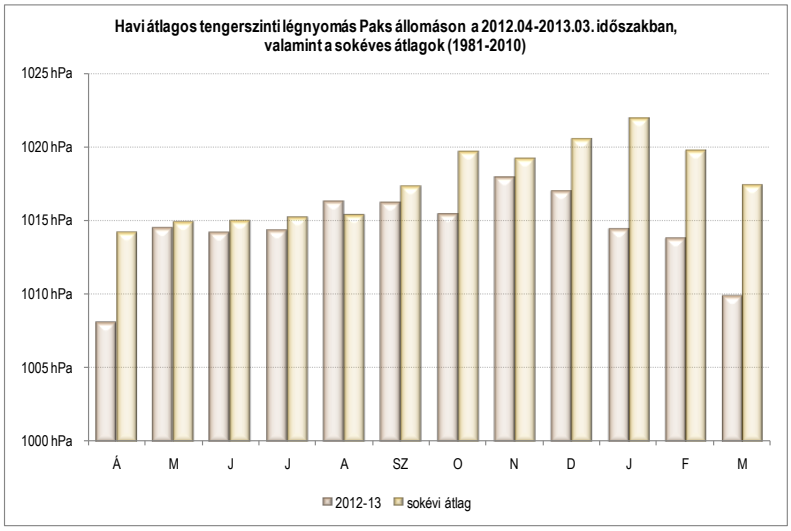
Nyári-, hőség-, illetve forró nap akkor fordul elő, ha a hőmérséklet napi csúcsértéke eléri vagy meghaladja a 25°C-ot, a 30°C-ot, illetve a 35°C-ot. Ezen küszöbnapok számának alakulása látható a TBJ II. 3.5.2-3. táblázatban Paks állomásra vonatkozóan. Mindhárom kategóriánál egyértelműen a melegebb viszonyokat lehet látni a kiválasztott időszakban. A nyári napok számában szeptemberben látható a legnagyobb eltérés, a szokásos 11 helyett 18 nap felelt meg a kritériumnak. A hőségnapokat tekintve augusztusban figyelhető meg a legnagyobb különbség, az átlagnál 10 nappal többet regisztráltak. Két nyári hónapban, júliusban és augusztusban jegyezték az átlagnál jelentősen több forró napot. Mindkét hónapban 7-tel többet a megszokottnál. Összességében a július és az augusztus hozta a legtöbb meleg küszöbnapot.

3.5.2-3. táblázat: Nyári napok, hőségnapok és forró napok száma Paks állomáson a 2012.04-2013.03. időszakban, valamint a sokéves átlagok (1981-2010.)

	Nyári napok (Tmax≥25°C) száma		Hőségnapok (Tmax≥30°C) száma		Forró napok (Tmax≥35°C) száma	
	2012.	1981-2010-es átlag	2012.	1981-2010-es átlag	2012.	1981-2010-es átlag
Április	5	2	3	0	0	0
Május	13	11	4	2	0	0
Június	21	18	11	6	1	1
Július	30	25	18	12	8	1
Augusztus	29	24	21	11	9	2
Szeptember	18	11	8	1	0	0
Október	0	2	0	0	0	0

3.5.2.2.1.2. Légnyomás

A sokéves átlag alapján Paks térségében (TBJ II. 3.5.2-3. ábra) a tengerszinti légnyomás áprilisban a legalacsonyabb, mely a vizsgált időszakban is teljesült (1008,0 hPa). Ugyanakkor a megszokott menettől eltérően nem januárban regisztrálták a legmagasabb átlagot, hanem 2012 novemberében (1017,9 hPa). A januári értéket (1014,4) hat hónap is megelőzi: a május, az augusztus, a szeptember, az október, a már említett november és a december is. A sokéves átlagtól vett legnagyobb eltérés januárban és márciusban látszik. mindkét hónapban 7,5 hPa-lal alacsonyabb volt az átlagos tengerszinti légnyomás a megszokottnál. 2012 augusztusa volt az egyetlen olyan hónap, amikor a harmincéves átlagot meghaladó tengerszinti légnyomást regisztráltak.

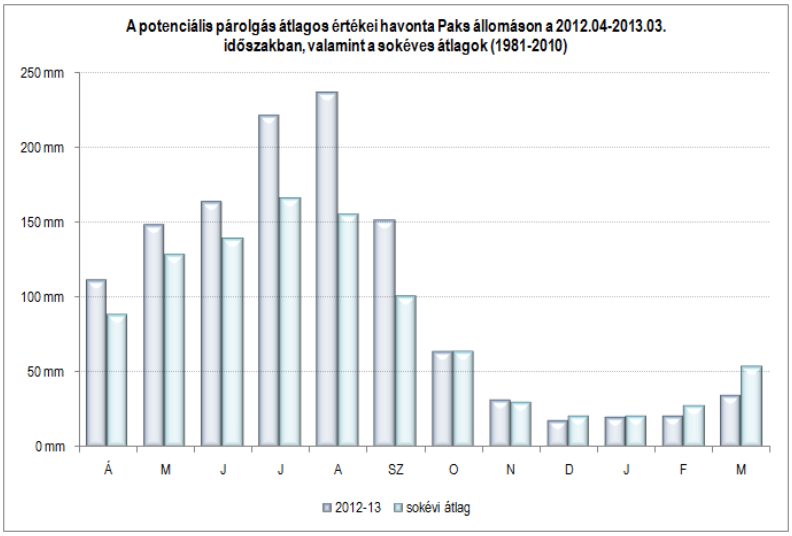


3.5.2-3. ábra: Havi átlagos tengerszinti légnyomás Paks állomáson a 2012.04-2013.03. időszakban, valamint a sokéves átlagok (1981-2010)

3.5.2.2.1.3. Légnedvesség

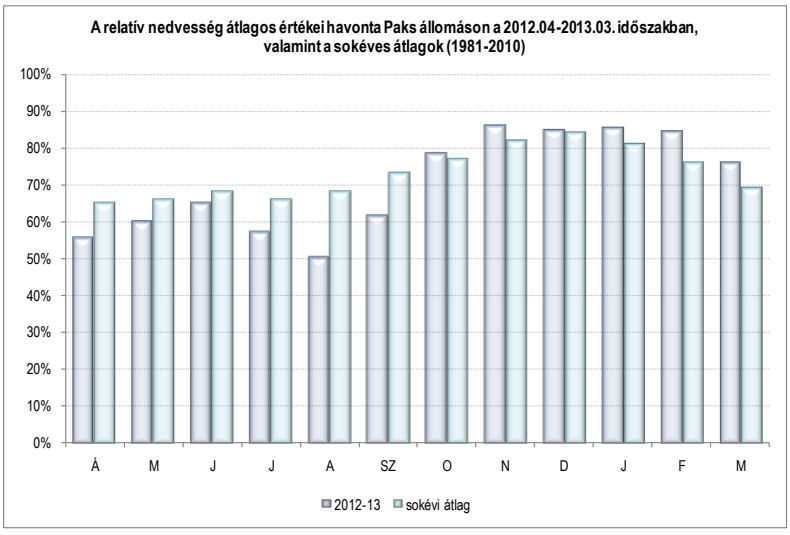
A potenciális párolgás havi átlagértékeinek diagramján (TBJ 3.5.2-4. ábra) látható, hogy 2012-ben tavasszal és nyáron a sokéves átlagnál jelentősen magasabb értékeket mértek. Országos viszonylatban ez az időszak szárazabb és lényegesen melegebb volt a átlagnál, és ez Paks térségében is hasonlóan alakult. Pakson ebben az időszakban minden hónapban alacsonyabb volt a levegő nedvességtartalma, ehhez az átlagosnál közel 2,5°C-kal melegebb hónapok is társultak, melyek együtt a légtér szárazabbá válását eredményezték, azaz az átlagosnál sokkal nagyobb páramennyiség felvételére nyílt lehetőség. Az október-január közötti időszak közel

átlagosan alakult a potenciális párolgás szempontjából, majd februárban és márciusban a szokásosnál sokkal nedvesebb és részben hűvösebb időszak folyamán alacsonyabb értékeket regisztráltak az 1981-2010-es átlagnál. A vizsgált időszakban a legalacsonyabb potenciális párolgást decemberben mérték, a legmagasabb értéket pedig augusztusban.



3.5.2-4. ábra: A potenciális párolgás átlagos értékei havonta Paks állomáson a 2012.04-2013.03. időszakban, valamint a sokéves átlagok (1981-2010)

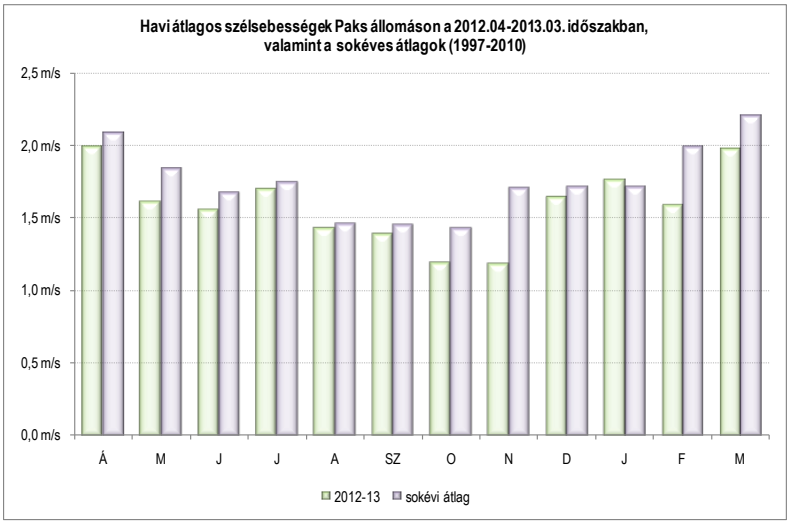
A vizsgált időszak első felében átlag alatti, második felében pedig átlag feletti relatív nedvesség értékek jelentkeztek Paks állomáson. A sokéves átlag alapján a relatív nedvesség decemberben (84%) éri el a legmagasabb átlagértéket, és áprilisban a legalacsonyabbat (65%). A kijelölt időszakban mind a minimum, mind a maximum helye más hónapra esett (TBJ II. 3.5.2-5. ábra): 2012. augusztusában figyelhető meg a legalacsonyabb érték, mely még a sokéves legalacsonyabb értéknél is jóval kisebb (50,4%), a legnagyobb átlagos relatív nedvesség pedig novemberben jelentkezett (85,9%). Az augusztusi eredmény esetén kapták a legnagyobb különbséget: a vizsgált paraméter 17,6%-kal alacsonyabbnak adódott a sokévi átlagnál.



3.5.2-5. ábra: A relatív nedvesség átlagos értékei havonta Paks állomáson a 2012.04-2013.03. időszakban, valamint a sokéves átlagok (1981-2010)

3.5.2.2.1.3. Szél

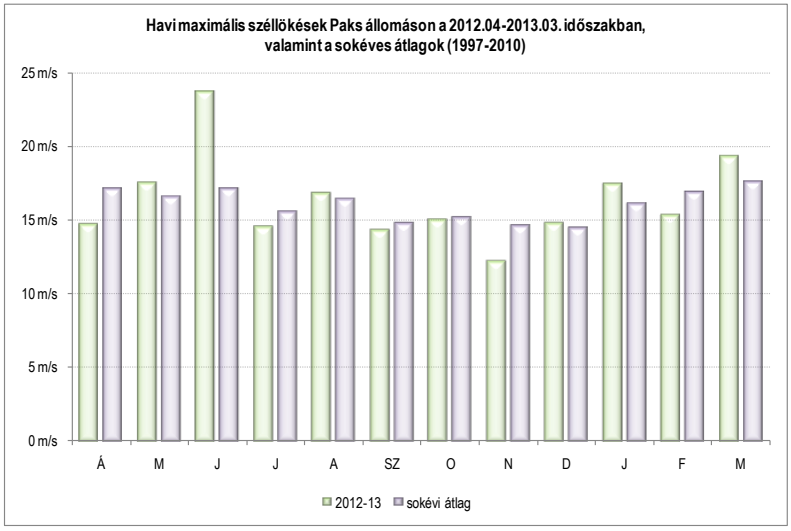
A havi átlagos szélsebességek menete a vizsgált időszakban jól illeszkedik a sokéves átlaghoz (TBJ II. 3.5.2-6. ábra). A megszokott értékekhez képest 0-0,5 m/s-os különbségek figyelhetők meg (a január kivételével minden hónapban átlag alatti értékek jelentkeztek). A legalacsonyabb átlagos szélsebességet 2012. októberben és novemberben jegyezték (1,2 m/s), a legmagasabbat pedig 2012 áprilisában és 2013 márciusában (2,0 m/s). A átlagtól vett legnagyobb eltérés 2012. novemberben figyelhető meg, a megszokottnál 0,5 m/s-mal alacsonyabb átlagos szélsebesség jellemzi a hónapot.



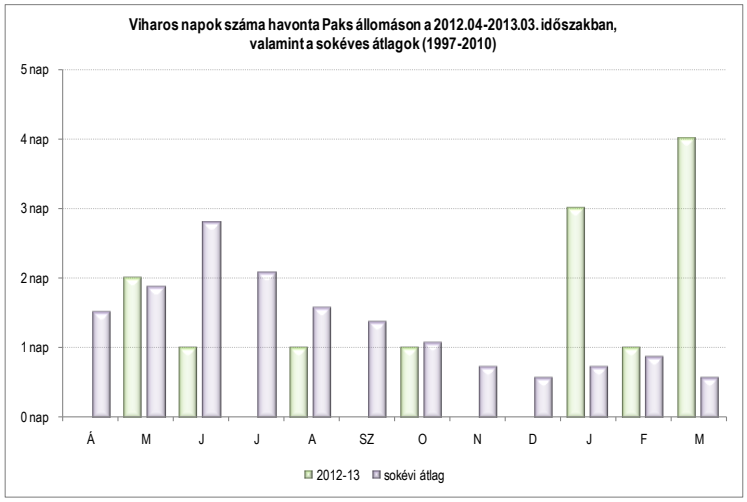
3.5.2-6. ábra: Havi átlagos szélsebességek Paks állomáson a 2012.04-2013.03. időszakban, valamint a sokéves átlagok (1997-2010)

Összességében elmondható, hogy az átlagos szélsebességhez hasonlóan a havi maximális széllökések is jó közelítéssel a sokéves átlagok körül alakultak. Egy nagyobb eltérés figyelhető meg (TBJ II. 3.5.2-7. ábra), 2012 júniusában a sokéves átlagnál több mint 6 m/s-mal nagyobb széllökést is regisztráltak. Ugyancsak júniushoz köthető az időszak legnagyobb maximális széllökése: 23,7 m/s. A legalacsonyabb értéket 2012 novemberében jegyezték (12,2 m/s), és ebben a hónapban figyelhető meg a legnagyobb negatív anomália is a sokéves átlaghoz képest. A minimum és maximum értékek nem a megszokott hónapokhoz köthetők: a referencia időszak alapján általában márciusban figyelhető meg a legmagasabb, és decemberben a legalacsonyabb érték.

A viharos napok számában (TBJ II. 3.5.2-8. ábra) a megszokott értékekhez képest a legnagyobb eltérés 2013 márciusában látható: hétszer több nap felelt meg a kritériumnak. Kiemelkedő érték még a januári, a sokéves átlag több mint négyszerese fordult elő. A sokéves átlagtól eltérően öt hónapban nem regisztráltak egyetlen viharos napot sem (április, július, szeptember, november, december).



3.5.2-7. ábra: Havi maximális széllökések (adott hónap legnagyobb széllökése) Paks állomáson a 2012.04-2013.03. időszakban, valamint a sokéves átlagok (havi legnagyobb széllökések sokévi átlaga) (1997-2010)



3.5.2-8. ábra: Viharos napok száma havonta Paks állomáson a 2012.04-2013.03. időszakban, valamint a sokéves átlagok (1997-2010)

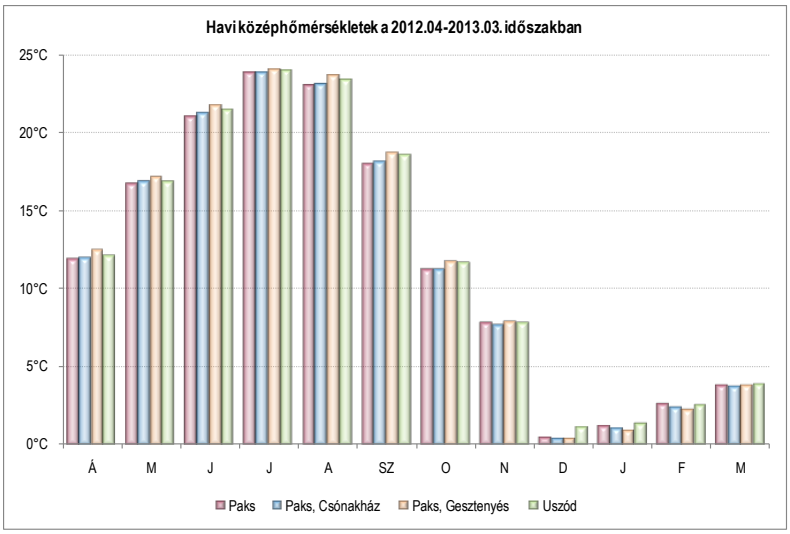
3.5.2.2.2. A NÉGY PAKSI ÁLLOMÁS 2012. ÁPRILIS - 2013. MÁRCIUS IDŐSZAKRA VONATKOZÓ ADATAINAK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

3.5.2.2.2.1. Hőmérséklet

A négy, Pakson és környékén telepített állomás havi középhőmérsékleti trendjei jól illeszkednek egymáshoz, de az egyes mérőhelyek kisebb klimatológiai különbségei is megjelennek (TBJ II. 3.5.2-9. ábra). A teljes időszakra vonatkozóan Paks és Paks Csónakház állomások átlaghőmérséklete (11,9°C) 0,2°C-kal kevesebb volt, mint a Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon mért átlaghőmérséklet (12,1°C). Utóbbi két állomás magasabb értékei a városi hőhatásra (Gesztenyés esetében), illetve a délebbi fekvésre (Uszód) utalhatnak. A kijelölt időszakban a legnagyobb különbség két állomás havi középhőmérsékleti adatai között Gesztenyés és Uszód esetében 2012 decemberében jelentkezett, Uszódon 0,75°C-kal melegebb volt havi átlagban. A havi középhőmérséklet szempontjából leginkább Paks és Paks Csónakház állomások hasonlítanak (köztük a legkisebb a távolság), az átlagos eltérés az egyes mért adatok között mindössze 0,1°C. Az átlagban két, leginkább különböző állomás Paks Csónakház és Paks Gesztenyés, a köztük lévő átlagos havi eltérés 0,3°C a teljes időszakra vonatkozóan.

Mind a négy állomás legmagasabb maximumhőmérséklete augusztusra tehető (TBJ II. 3.5.2-4. táblázat), és mindegyiken látható 38°C feletti érték legalább egy alkalommal. Nincsenek igazán kiugró értékek, az egyes állomások legnagyobb maximumhőmérsékleti adatai között maximum 1-2°C különbség látható. Az állomások közül a legmelegebb mérőhely két hónapot leszámítva minden esetben Paks állomás. Az időszak legnagyobb maximumát azonban Paks Csónakház állomáson jegyezték 2012. augusztus 6-án (39,7°C). Paks állomás augusztusi legnagyobb maximuma eddig az 1992-ben mért 37,5°C volt, melyet most mind a négy állomás, 2012 augusztusában mért maximumhőmérséklete megdöntött. Ezen kívül április hónapban született új rekord, a szintén 1992-es, 29,3°C-os rekordot haladták meg a Paks, Paks Csónakház és Paks Gesztenyés állomásokon mért maximumhőmérsékletek.

A vizsgált időszak tekintetében a legalacsonyabb maximumhőmérsékletek tipikus helye három hónap kivételével Paks Gesztenyés állomás. Ugyancsak a Gesztenyés utcában jelentkezett a legkisebb maximumhőmérsékleti adat, a legalacsonyabb maximumhőmérséklet 2012. decemberben -2,1°C volt.



3.5.2-9. ábra: Havi középhőmérsékletek alakulása Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban

3.5.2-4. táblázat: Maximumhőmérsékletek szélsőségei havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban

	Maximumhőmérsékletek szélsőségei [°C]							
	Paks		Paks Csónakház		Paks Gesztenyés		Uszód	
	Legala-csonyabb	Legma-gasabb	Legala-csonyabb	Legma-gasabb	Legala-csonyabb	Legma-gasabb	Legala-csonyabb	Legma-gasabb
Április	8,5	31,8	8,6	30,2	7,5	30,2	7,9	29,1
Május	11,8	32,8	12,4	31,8	11,6	31,7	12,2	30,6
Június	20,6	36,4	20,0	35,9	19,9	35,9	20,0	36,0
Július	24,3	38,7	24,9	37,4	24,3	37,3	24,2	38,1
Augusztus	23,9	39,0	24,2	**39,7**	24,3	38,8	23,6	38,4
Szeptember	16,0	33,3	16,4	32,4	16,1	32,6	16,4	32,7
Október	4,4	24,7	4,3	24,2	3,9	24,1	4,3	24,8
November	7,3	20,1	6,8	19,6	6,8	19,3	7,0	19,2
December	-1,7	13,3	-1,6	13,3	**-2,1**	12,6	3,9	12,4
Január	0,0	13,1	-0,1	12,4	-0,4	12,2	0,0	11,8
Február	0,1	12,7	-0,8	12,4	-1,0	12,1	-0,9	11,8
Március	-0,4	20,4	-0,4	19,8	-0,7	19,7	-0,7	18,4

A minimumhőmérsékletek szélsőségei a TBJ II. 3.5.2-5. táblázatban láthatók. Február kivételével mindegyik hónapban Paks állomáson mérték a legalacsonyabb minimumhőmérsékletet. Összevetve ezt a legnagyobb maximumhőmérséklet adatokkal, megállapítható, hogy a legnagyobb havi hőingású állomás a négy közül Paks állomás. A legkisebb minimumhőmérsékletet (-12,7°C) az időszak során 2013. február 11-én regisztrálták Uszód állomáson.

A legmagasabb minimumhőmérséklet esetén már nem volt ekkora dominancia, de a hónapok felében ez is Paks állomáson jelentkezett. Az időszak legmagasabb minimumhőmérsékletét, 23,5°C-ot Paks Gesztenyés állomáson mérték 2012. augusztus 6-án, mely megdöntötte az eddigi, 2003-as rekordot (22,7°C). Szintén meghaladták az eddigi legnagyobb minimumhőmérséklet értéket a Paks és Paks Gesztenyés állomásokon a júliusban mért 22,4°C, illetve 22,3°C minimumhőmérsékletek (eddigi rekord: 21,5°C, 2009).

3.5.2-5. táblázat: Minimumhőmérsékletek szélsőségei havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban

	Minimumhőmérsékletek szélsőségei [°C]							
	Paks		Paks Csónakház		Paks Gesztenyés		Uszód	
	Legala-csonyabb	Legma-gasabb	Legala-csonyabb	Legma-gasabb	Legala-csonyabb	Legma-gasabb	Legala-csonyabb	Legma-gasabb
Április	-7,1	10,9	-6,3	5,0	-5,7	6,7	-5,2	10,9
Május	3,0	15,8	4,0	17,5	3,8	11,2	4,7	17
Június	8,8	20,6	8,8	20,5	8,8	21,4	9,4	20,1
Július	8,5	22,4	10,0	21,2	10,9	22,3	12,6	20,3
Augusztus	6,3	20,3	7,4	21,0	9,9	**23,5**	8,8	21,5
Szeptember	2,4	17,9	3,7	18,3	4,9	17,9	5,5	12,5
Október	-1,1	14,8	-1,0	15,3	-1,0	14,8	0,0	15
November	-2,8	8,8	-1,8	8,6	-0,3	8,8	-1,0	9,5
December	-11,8	6,6	-10,7	5,7	-8,7	6,0	-10	6,4
Január	-7,7	6,0	-7,4	5,8	-6,8	5,7	-5,5	5,8
Február	-11,3	7,3	-11,3	6,3	-8,1	6,7	**-12,7**	6,7
Március	-11,2	9,2	-9,5	8,8	-6,6	9,2	-7,7	8,8

A meleg küszöbnapok alakulását összehasonlítva a négy állomáson, nagy különbségek nem tapasztalhatók. A nyári napok számát a TBJ II. 3.5.2-6. táblázat, a hőségnapok számát a TBJ II. 3.5.2-7. táblázat, a forró napok számát a TBJ II. 3.5.2-8. táblázat tartalmazza. Nyári napból Paks Csónakház állomáson regisztrálták a legtöbbet (118-at), Uszódon pedig a legkevesebbet (112), de a különbség köztük mindössze 6 nap. Hőségnapból Paks állomáson volt a legtöbb (65 nap), Uszódon pedig a legkevesebb (51 nap), így ennél a küszöbnapnál kicsit nagyobb, 14 nap volt az eltérés e két állomás között. A forró napok száma közel azonosan alakult a négy helyen, egyedül Pakson jegyeztek fel 18 napon 35°C-ot meghaladó hőmérsékletet, a többi állomáson 17-17 ilyen nap adódott.

3.5.2-6. táblázat: Nyári napok száma havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban

	Nyári napok (Tmax≥25°C) száma			
	Paks	Paks Csónakház	Paks Gesztenyés	Uszód
Április	5	4	4	3
Május	13	14	14	12
Június	21	21	21	21
Július	30	30	30	30

	Nyári napok (Tmax≥25°C) száma			
	Paks	Paks Csónakház	Paks Gesztenyés	Uszód
Augusztus	29	30	30	28
Szeptember	18	19	16	18
Október	0	0	0	0

3.5.2-7. táblázat: Hőségnapok száma havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban

	Hőségnapok (Tmax≥30°C) száma			
	Paks	Paks Csónakház	Paks Gesztenyés	Uszód
Április	3	1	1	0
Május	4	2	2	1
Június	11	12	11	10
Július	18	16	16	16
Augusztus	21	18	19	18
Szeptember	8	8	5	6
Október	0	0	0	0

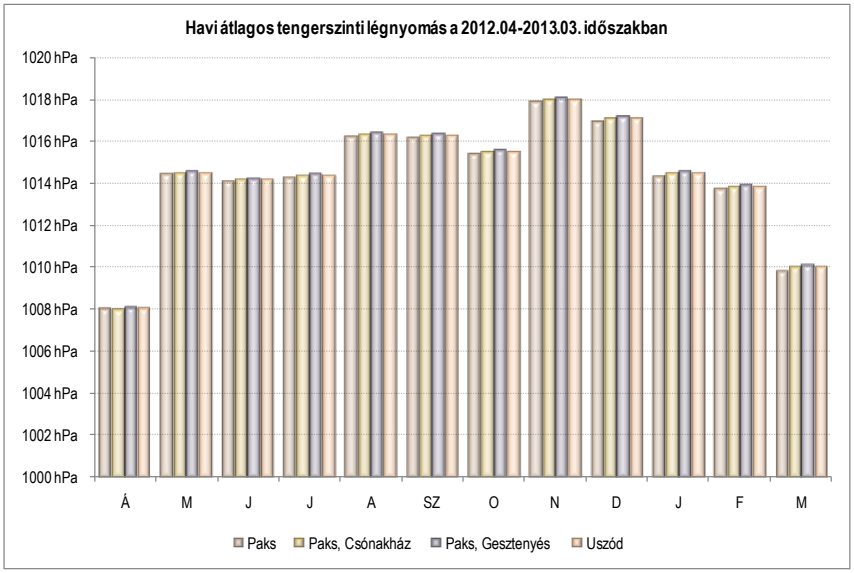
3.5.2-8. táblázat: Forró napok száma havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban

	Forró napok (Tmax≥35°C) száma			
	Paks	Paks Csónakház	Paks Gesztenyés	Uszód
Április	0	0	0	0
Május	0	0	0	0
Június	1	2	1	1
Július	8	8	8	8
Augusztus	9	7	8	8
Szeptember	0	0	0	0
Október	0	0	0	0

3.5.2.2.2.2. Légnyomás

Mivel a négy állomás – a nagytérségű folyamatok szempontjából legalábbis – igen közel helyezkedik el egymáshoz, a tengerszintre átszámított légnyomások havi értékeiben (TBJ II. 3.5.2-10. ábra) lényegében nem látható lényeges különbség (1-2 tized hPa eltérések adódtak).

A legnagyobb tengerszinti légnyomást az időszakban, 1035,5 hPa-t Paks Gesztenyés állomáson 2013. január 3-án, míg a legkisebbet 988,8 hPa-t Paks állomáson 2012. október 27-én (TBJ II. 3.5.2-9. táblázat) mérték.



3.5.2-10. ábra: Havi átlagos tengerszinti légnyomás Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban

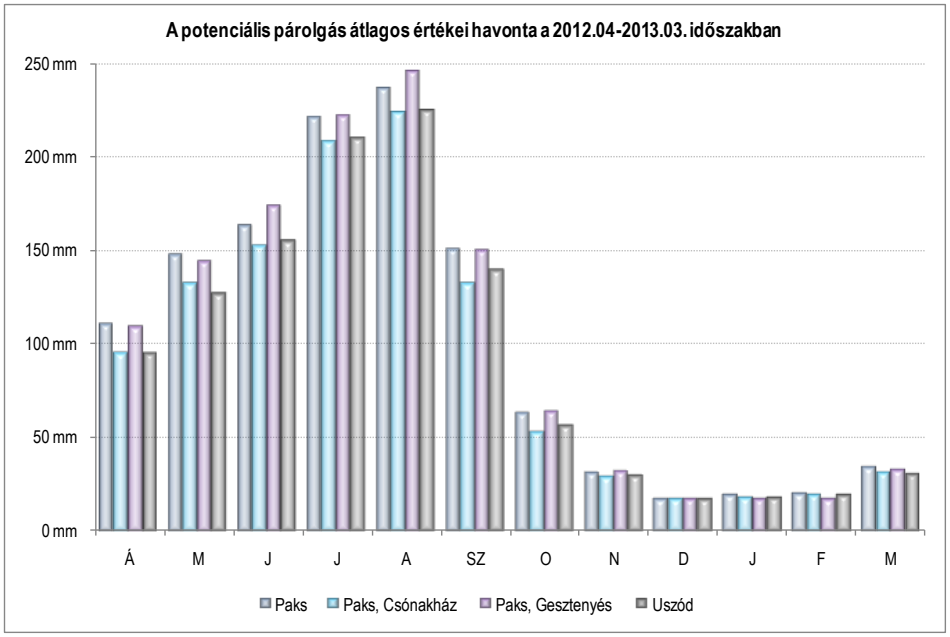
3.5.2-9. táblázat: A tengerszinti légnyomás szélsőségei havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban

	A tengerszinti légnyomás szélsőségei [hPa]							
	Paks		Paks Csónakház		Paks Gesztenyés		Uszód	
	Legala-csonyabb	Legma-gasabb	Legala-csonyabb	Legma-gasabb	Legala-csonyabb	Legma-gasabb	Legala-csonyabb	Legma-gasabb
Április	994,6	1022,8	994,7	1023	994,8	1023	994,7	1023
Május	1004,2	1026,7	1004,3	1026,7	1004,5	1026,8	1004,2	1026,9
Június	1003,1	1022,8	1003,1	1022,9	1003,1	1022,9	1003,1	1022,7
Július	1007,3	1024,5	1007,3	1024,5	1007,5	1024,8	1007,5	1024,4
Augusztus	1008,1	1024,7	1008,1	1024,8	1008,2	1024,9	1008,3	1024,7
Szeptember	1003,6	1025,7	1003,7	1025,8	1003,7	1025,8	1003,6	1025,9
Október	988,8	1024	989	1024,2	989,2	1024,2	989	1024,2
November	992,6	1033,7	992,7	1033,7	992,8	1033,8	992,7	1033,5
December	999,4	1033,7	999,6	1033,8	999,8	1034	999,6	1033,6
Január	995,4	1035,3	995,5	1035,4	995,7	1035,5	995,5	1035,4
Február	990,9	1027,9	991	1028	991,1	1028,1	991,1	1028,1
Március	991,7	1028,8	991,6	1028,9	992,3	1028,9	991,8	1028,9

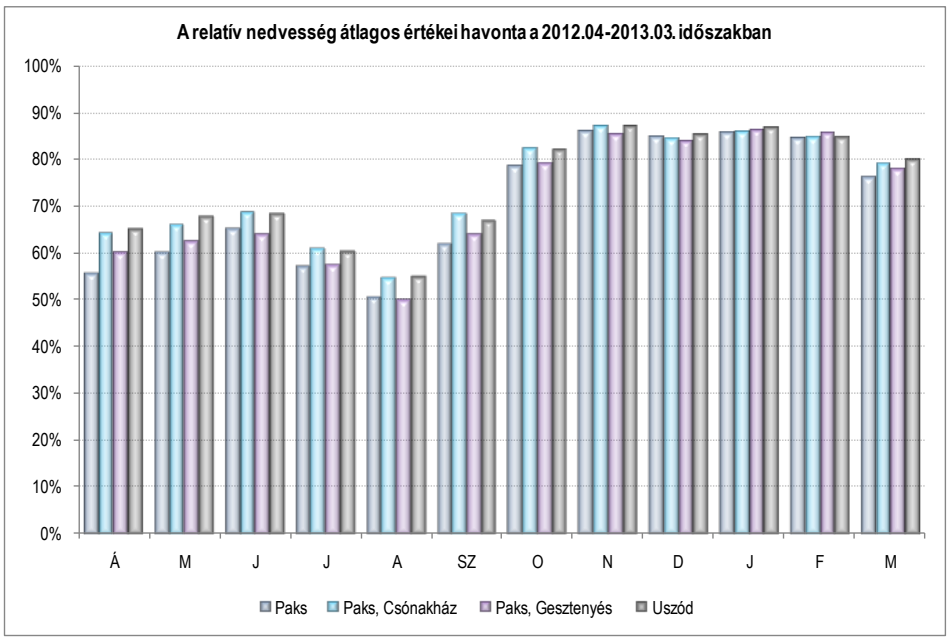
3.5.2.2.2.3. Légnedvesség

A potenciális párolgás értékei is igen hasonló éves menetet mutattak a négy állomáson (TBJ II. 3.5.2-11. ábra). Nagyobb eltérések a nyári félév folyamán jelentkeztek, amikor a potenciális párolgás értékei nagyobbak voltak. Paks és Paks Gesztenyés állomások értékei a legtöbb hónapban meghaladták a másik két állomás összegeit, s így az egész időszakot tekintve is ez a két állomás áll az első két helyen (Gesztenyés 1233 mm-rel az első, Paks 1222 mm-rel a második). Összességében a legkisebb potenciális párolgás Paks Csónakház állomáson adódott: 1117 mm.

A relatív nedvesség értékek szintén a nyári félév során mutattak nagyobb eltéréseket, míg a téli hónapokban szinte azonosak voltak (TBJ II. 3.5.2-12. ábra).



3.5.2-11. ábra: A potenciális párolgás átlagos értékei havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban



3.5.2-12. ábra: A relatív nedvesség átlagos értékei havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban

3.5.2.2.2.4. Szél

A szélirányok relatív gyakoriságát ábrázoló szélrózsák alapján látható, hogy a szél már jóval nagyobb eltéréseket mutat kis távolságon belül is, mint az eddig vizsgált paraméterek. A nagyléptékű időjárási rendszerek meghatározó hatása mellett az uralkodó szélirányt nagymértékben befolyásolják a domborzati, felszínborítottsági és beépítettségi jellemzők. A vizsgált időszakban a négy állomás leggyakoribb szélirányai eltéréseket mutatnak (TBJ II. 3.5.2-13. ábra).

Paks állomáson az uralkodó szélirány az ÉÉNy-i volt, s mellette erős másodmaximumként a D-i irány rajzolódott ki. Legkevesebbet kelet felől fújt a szél.

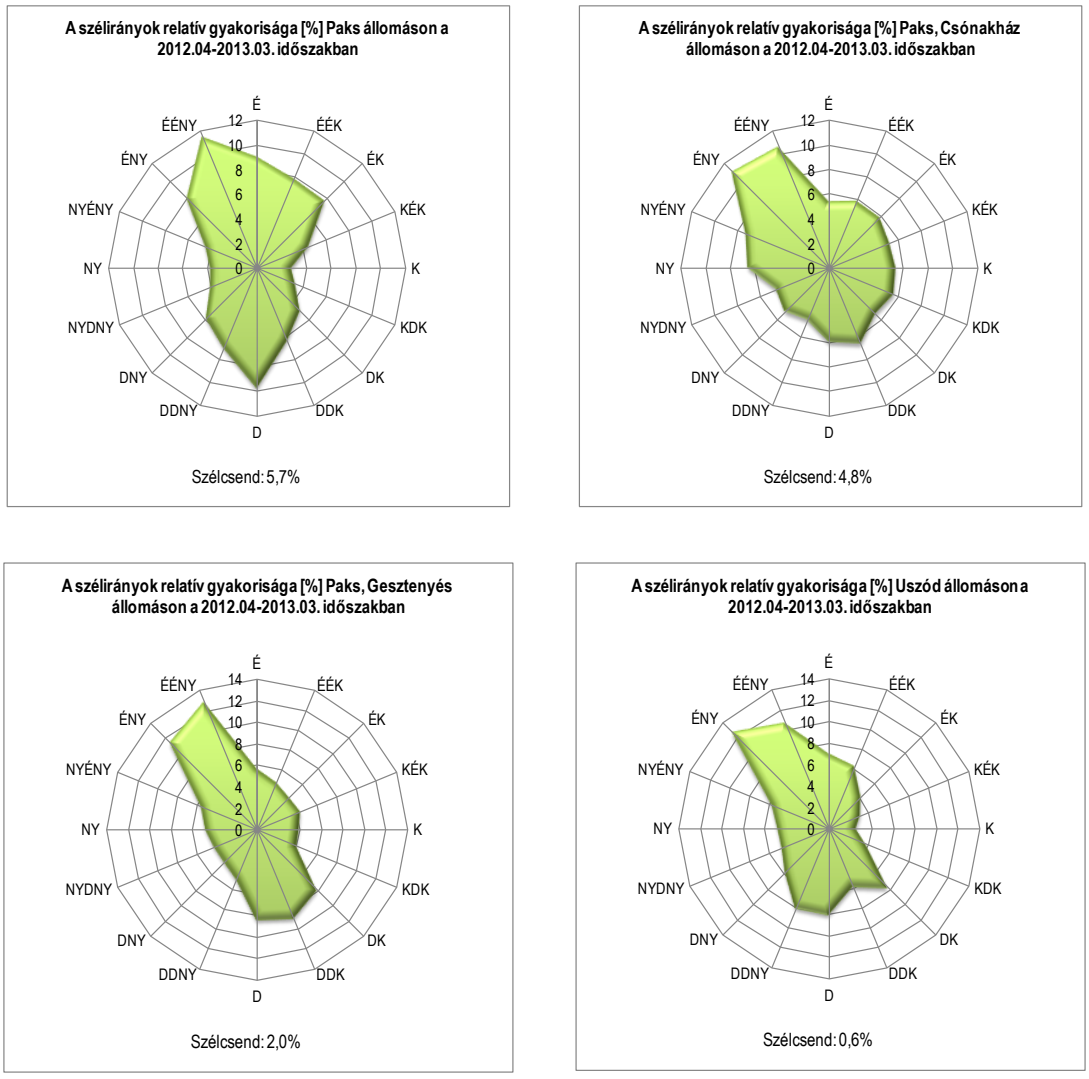
Paks Csónakház esetében a leggyakoribb az ÉNy-i és az ÉÉNy-i szél volt, míg a többi irány közel azonos gyakorisággal fordult elő.

Paks Gesztenyés állomáson szintén az ÉÉNy-i és az ÉNy-i szél dominált a vizsgált időszakban, míg másodmaximumként a DDK-i, a D-i és DK-i irány jelentkezett.

Uszód állomáson egyértelműen az ÉNy-i szél volt a leggyakoribb, de emellett az ÉÉNy-i is sokszor előfordult, s a DDNy-i, D-i és DK-i szél is többször fújt.

A következő, TBJ II. 3.5.2-14. ábrán a havi átlagos szélsebességek láthatók. Egyértelműen látszik a négy állomás közötti különbség, a legkisebb átlagos szeleket Pakson mérték, míg a legnagyobbakat Uszód állomáson. Az átlagos különbség e két állomás havi átlagszél értékei között 1,4 m/s.

Paks Csónakház és Paks Gesztenyés szélsebességei a két szélső értékeket mutató állomás között helyezkednek el, döntően Gesztenyés állomás átlagos szelei voltak nagyobbak, de akadt két hónap (augusztus és január), amikor Paks Csónakház állomáson jegyeztek nagyobb értéket.

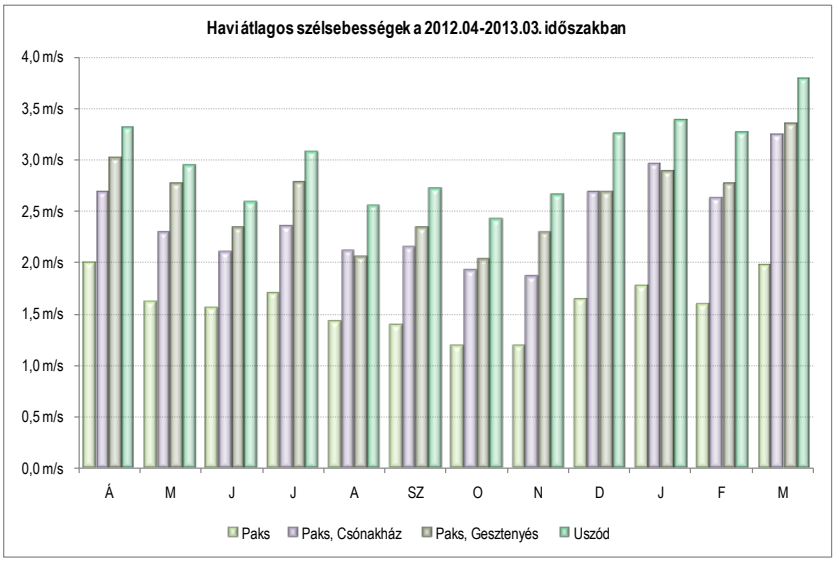


3.5.2-13. ábra: A szélirányok relatív gyakorisága Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban

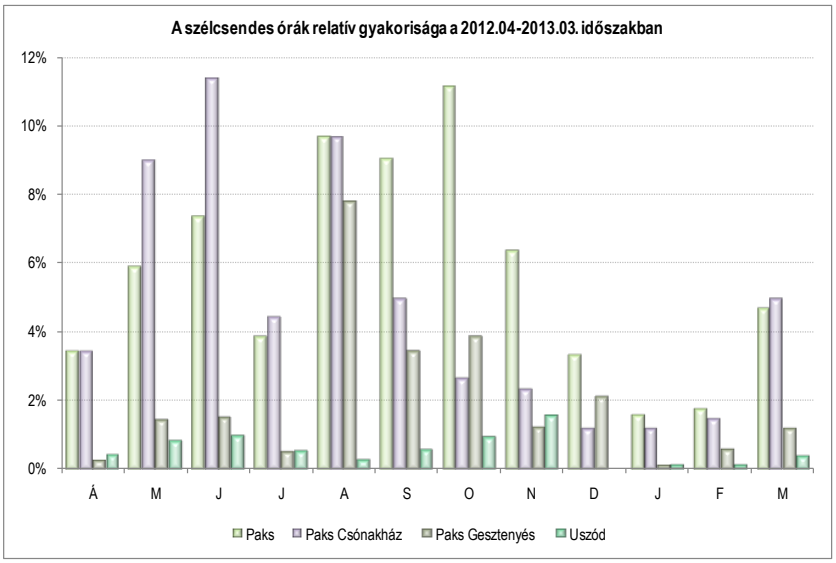
A szélcsendes órák előfordulását tekintve szintén eltéréseket mutatnak az állomások (TBJ II. 3.5.2-15. ábra). Paks és Paks Csónakház állomásokon gyakrabban figyeltek meg a

vizsgált időszakban szélcsendet, mint Paks Gesztenyés és Uszód állomás esetében. Az egész időszakot nézve Paks állomáson volt a leggyakoribb a szélcsend (5,7%), utána Paks Csónakház (4,8%) és Paks Gesztenyés állomáson (2%), a legritkább pedig Uszód állomáson (0,6%).

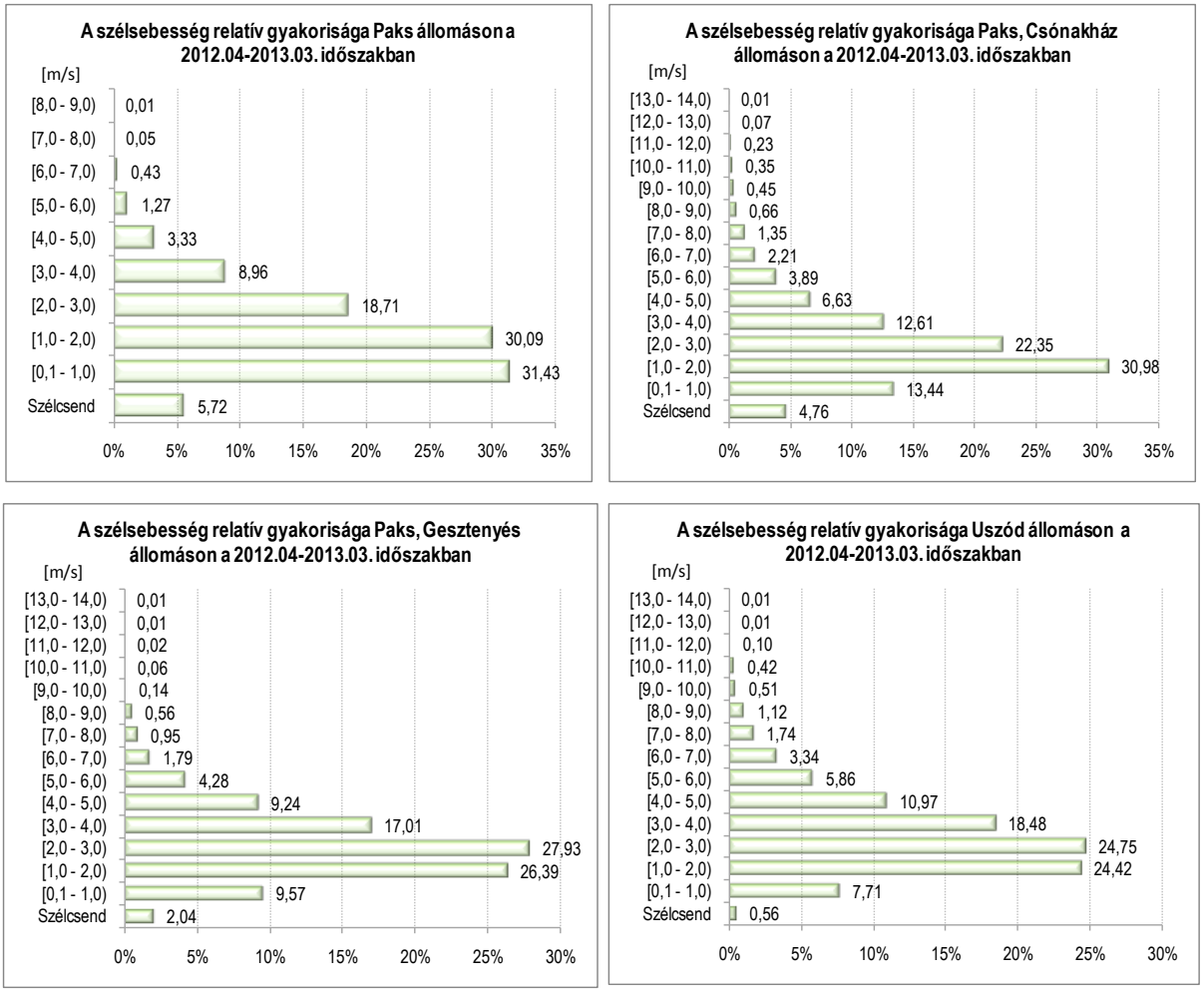
A szélsebesség relatív gyakorisági értékei láthatók a TBJ II. 3.5.2-16. ábra diagramjain. Míg Paks esetében a 0,1-2 m/s közötti szélsebességek fordultak elő leggyakrabban, addig a másik három állomás esetében a nagyobb szélsebességek felé tolódott a hisztogram, ezeken az állomásokon az 1-3 m/s közötti értékek voltak a leggyakoribbak. A nagyobb szélsebességek felé haladva egyre kisebb gyakoriságok jelentkeznek, és Paks ebben is eltér a többi állomástól: A legnagyobb órás átlagos szélsebesség, mely Pakson előfordult, a 8-9 m/s közötti tartományba esik, míg a többi állomásnál ezen intervallumban jóval nagyobb gyakoriság jelentkezett, a legnagyobb órás átlagszél pedig 13-14 m/s közötti volt.



3.5.2-14. ábra: Havi átlagos szélsebességek Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban



3.5.2-15. ábra: A szélcsendes órák relatív gyakorisága Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban



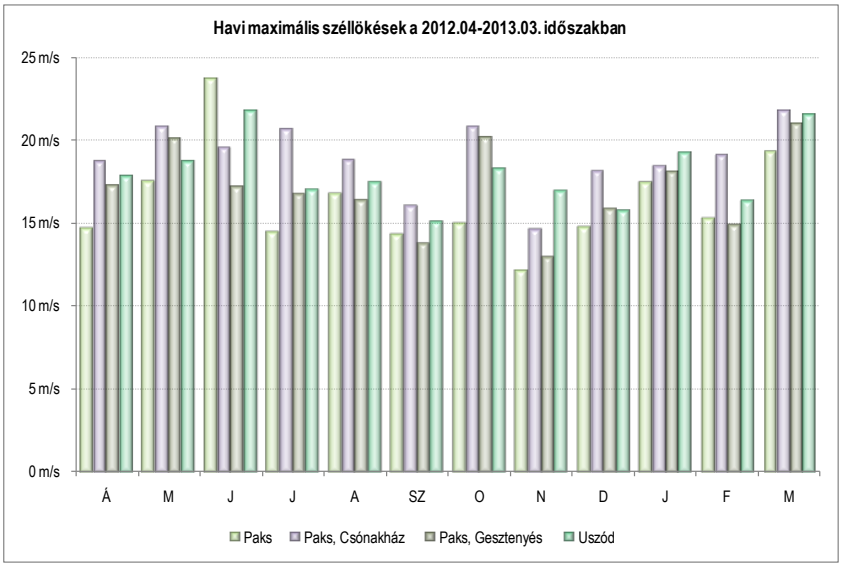
3.5.2-16. ábra: A szélsebesség relatív gyakorisága Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban (órás átlag szélsebesség adatok alapján)

A havonta előforduló legnagyobb széllökések értékeit mutatja be a TBJ II. 3.5.2-17. ábra. A 12 hónapból 9 hónapban Paks Csónakház állomáson jelentkezett a legnagyobb maximális széllökés, míg 8 hónapban Paks állomáson a legkisebb maximális széllökés a négy állomás közül. A 12 hónap legmagasabb értékét (23,7 m/s) azonban június hónapban, Paks állomáson regisztrálták.

A TBJ II. 3.5.2-10. táblázatban a maximális széllökés szélirányok szerinti gyakorisága látható. Az adatokból kitűnik, hogy Paks és Paks Csónakház esetében az ÉNy-i irányú maximális széllökés volt a leggyakoribb, míg a másik két állomásnál az ÉÉNy-i irányú.

A maximális széllökés sebesség szerinti gyakorisága a TBJ II. 3.5.2-18. ábra hisztogramjain látható. Legnagyobb gyakorisággal a 2-6 m/s közötti maximális széllökések jelentkeztek mind a négy állomáson.

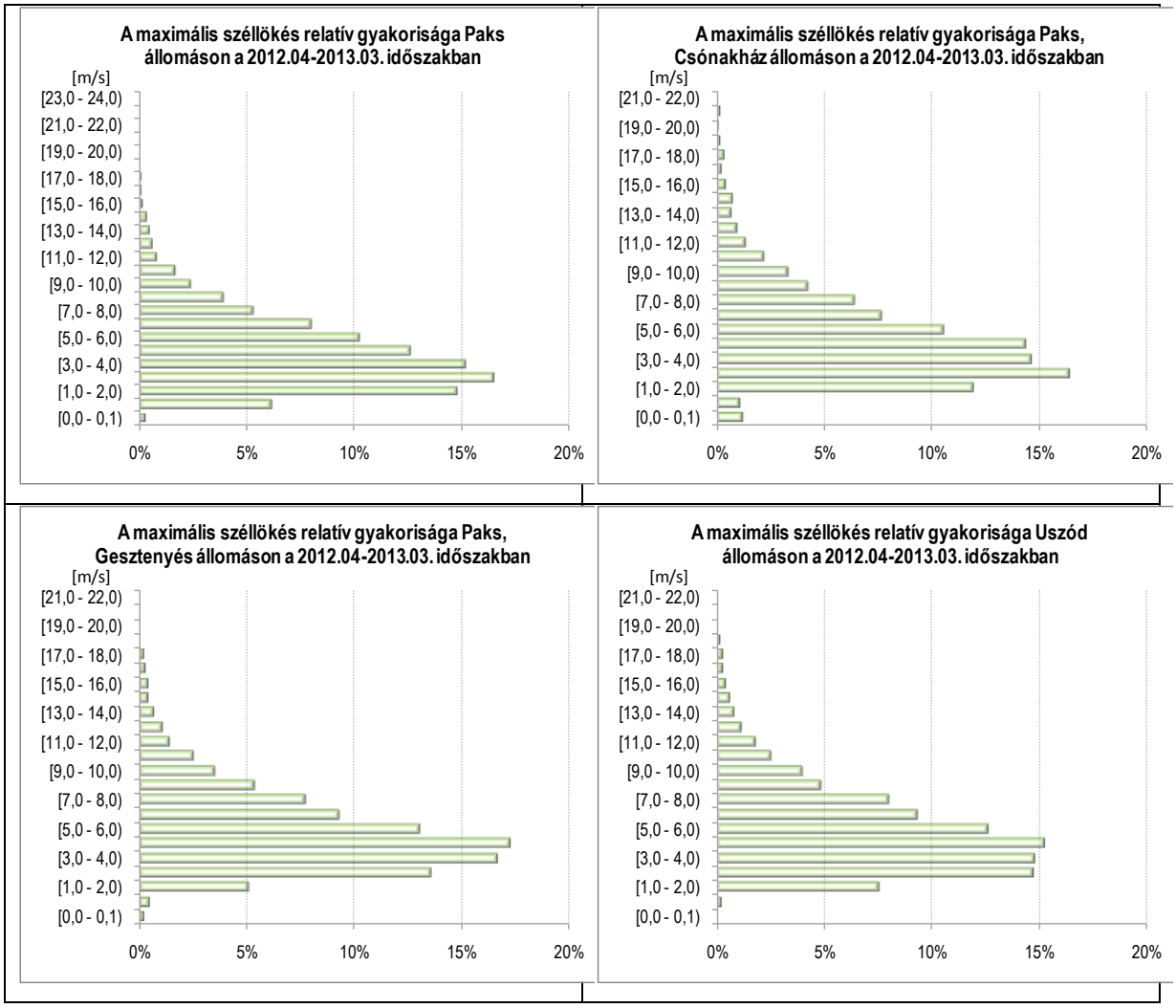
A viharos napok havi számát a TBJ II. 3.5.2-19. ábra diagramjai mutatják. A legtöbb viharos napot 2013 márciusában Uszód állomáson figyeltek meg (5 napon haladta meg a maximális széllökés a 15 m/s-ot). Az egész időszakot tekintve Paks Csónakház és Uszód állomásokon regisztrálták a legtöbb viharos napot, szám szerint 29-29 napot. Paks Gesztenyés állomáson 21 napon teljesült ez a kritérium, míg Paks állomáson csupán 13 olyan nap volt, amikor 15 m/s-ot meghaladó széllökést mértek.



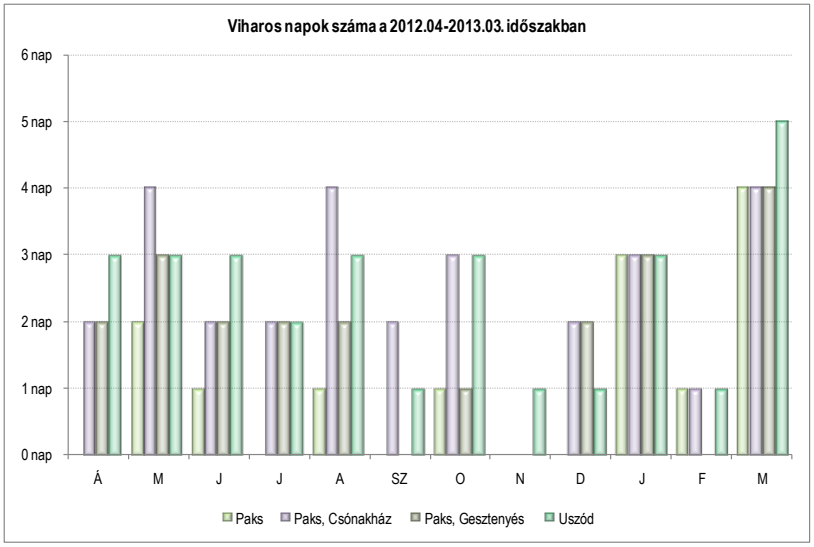
3.5.2-17. ábra: Havi maximális széllökések Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban

3.5.2-10. táblázat: A maximális széllökés szélirány szerinti relatív gyakorisága Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban (órás adatok alapján)

A maximális széllökés szélirány szerinti relatív gyakorisága a 2012.04-2013.03. időszakban								
	É	**ÉÉK**	**ÉK**	**KÉK**	**K**	**KDK**	**DK**	**DDK**
Paks	6,801	8,473	12,469	1,775	2,645	2,278	6,103	4,122
Paks Csónakház	3,608	3,191	7,586	6,545	4,833	4,880	3,677	7,227
Paks Gesztenyés	2,209	5,231	5,002	4,658	3,525	4,040	7,669	10,850
Uszód	2,386	6,782	4,635	3,242	2,946	4,510	7,307	6,485
	D	**DDNY**	**DNY**	**NYDNY**	**NY**	**NYÉNY**	**ÉNY**	**ÉÉNY**
Paks	10,785	5,335	7,763	2,736	4,408	4,534	**13,591**	6,183
Paks Csónakház	5,863	7,516	1,214	5,527	7,724	6,869	**15,206**	8,534
Paks Gesztenyés	7,268	4,006	4,292	3,067	6,307	5,952	6,822	**19,103**
Uszód	7,364	8,346	4,453	4,829	3,220	6,371	10,458	**16,669**



3.5.2-18. ábra: A maximális széllökés sebesség szerinti relatív gyakorisága Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban (órás adatok alapján)

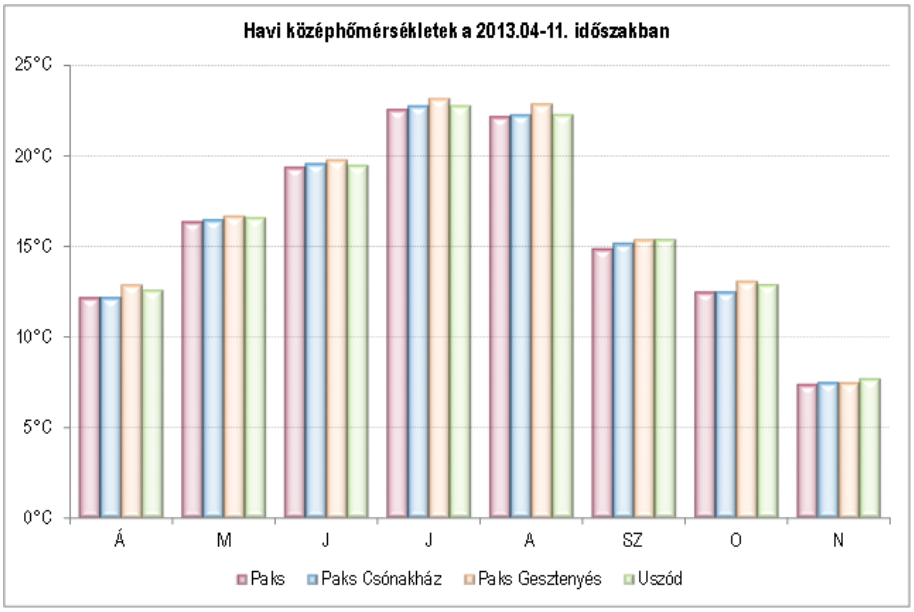


3.5.2-19. ábra: A viharos napok száma havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2012.04-2013.03. időszakban

3.5.2.2.3. A NÉGY PAKSI ÁLLOMÁS 2013. ÁPRILIS-NOVEMBER IDŐSZAKRA VONATKOZÓ ADATAINAK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

3.5.2.2.3.1. Hőmérséklet

A második, 2013. április és november közötti mérési időszakban szintén kis eltérések voltak megfigyelhetők a négy állomás havi középhőmérsékletei között (TBJ II. 3.5.2-20. ábra). A nyolc hónapra vonatkozóan Paks Gesztenyés állomáson volt a legmagasabb az időszakos átlaghőmérséklet (16,4°C), majd Uszód (16,2°C) és Paks Csónakház (16,1°C) állomás következett, s legvégül Paks (16,0°C). Az előző időszakhoz hasonlóan, Paks Gesztenyés és Uszód állomás magasabb értékei a városi hőhatásra (Gesztenyés esetében), illetve a délebbi fekvésre (Uszód) utalhatnak. A havi középhőmérséklet szempontjából ebben az időszakban is Paks és Paks Csónakház állomások hasonlítanak a leginkább.



3.5.2-20. ábra: Havi középhőmérsékletek alakulása Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban

Az időszak állomásonkénti legnagyobb maximumhőmérséklete Paks Gesztenyés állomáson júliusra, míg a többi állomáson augusztusra esett (TBJ II. 3.5.2-11. táblázat). A legmelegebbet Paks állomáson mérték, itt az augusztusi maximum 39,1°C volt, mely új augusztusi rekord az állomás sorában (a 2012. évi 39,0°C után). Április kivételével az összes hónap esetében Paks állomáson mérték a legnagyobb havi maximumhőmérsékletet a négy állomás közül.

A legalacsonyabb maximumhőmérsékletek – az előző időszakhoz hasonlóan – három hónap kivételével Paks Gesztenyés állomáson jelentkeztek, s az időszak legkisebb maximumhőmérsékletét is itt mérték novemberben (1,8°C).

3.5.2-11. táblázat: Maximumhőmérsékletek szélsőségei havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban

	Maximumhőmérsékletek szélsőségei [°C]							
	Paks		Paks Csónakház		Paks Gesztenyés		Uszód	
	Legala-csonyabb	Legma-gasabb	Legala-csonyabb	Legma-gasabb	Legala-csonyabb	Legma-gasabb	Legala-csonyabb	Legma-gasabb
Április	5,6	30,3	5,7	30,5	5,4	29,8	5,7	29,4
Május	14,6	32,3	14,8	31,6	14,6	31,2	14,2	30,8
Június	16,0	36,4	16,1	35,8	15,9	35,6	15,5	34,9

	Maximumhőmérsékletek szélsőségei [°C]							
	Paks		Paks Csónakház		Paks Gesztenyés		Uszód	
	Legala-csonyabb	Legma-gasabb	Legala-csonyabb	Legma-gasabb	Legala-csonyabb	Legma-gasabb	Legala-csonyabb	Legma-gasabb
Július	25,0	38,6	24,8	38,5	24,7	38,1	24,2	37,4
Augusztus	23,2	**39,1**	22,3	38,6	22,2	37,8	22,9	37,7
Szeptember	12,7	29,2	12,7	28,1	12,5	27,7	12,9	28,3
Október	11,9	26,7	11,4	26,1	11,2	26,0	12,1	25,2
November	2,2	21,6	2,4	21,3	**1,8**	20,9	2,4	20,7

A minimumhőmérsékletek szélsőségeit a TBJ 3.5.2-12. táblázat tartalmazza. A legalacsonyabb havi minimumhőmérsékleteket rendre Paks állomáson mérték, tehát az előző időszakhoz hasonlóan ebben a periódusban is ezen az állomáson volt a legnagyobb a havi hőingás. A legkisebb minimumhőmérséklet októberben -5°C-os havi minimumként jelentkezett.

A legmagasabb havi minimumhőmérsékletek Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon jelentkeztek (legtöbbször a Gesztenyés utcában). Az időszak legmagasabb minimumhőmérsékletét, 23,0°C-ot Paks Gesztenyés állomáson júliusban mérték.

3.5.2-12. táblázat: Minimumhőmérsékletek szélsőségei havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban

	Minimumhőmérsékletek szélsőségei [°C]							
	Paks		**Paks Csónakház**		**Paks Gesztenyés**		**Uszód**	
	Legala-csonyabb	Legma-gasabb	Legala-csonyabb	Legma-gasabb	Legala-csonyabb	Legma-gasabb	Legala-csonyabb	Legma-gasabb
Április	-0,7	11,6	-0,3	12,9	-0,5	14,9	0,4	15,7
Május	4,4	15,1	5,2	15,4	6,7	16,5	6,7	15,9
Június	8,2	20,2	9,3	21,9	9,4	22,7	9,0	21,6
Július	7,1	19,0	8,3	19,5	9,8	**23,0**	8,4	19,3
Augusztus	8,3	20,7	9,7	20,8	11,4	20,3	9,6	20,6
Szeptember	4,6	15,6	6,0	15,8	6,4	15,5	5,5	16,0
Október	**-5,0**	12,7	-3,5	12,6	-1,9	13,6	-3,4	13,4
November	-3,8	9,8	-3,5	10,3	-3,5	10,2	-1,6	10,6

A meleg küszöbnapokat tekintve Paks állomás egy kevéssel kiemelkedett a többi állomás közül, itt mérték a legtöbb nyári (104 nap, TBJ II. 3.5.2-13. táblázat), hőség (46 nap, TBJ II. 3.5.2-14. táblázat) és forró napot (14 nap, TBJ II. 3.5.2-15. táblázat) is a négy állomás közül.

A legtöbb meleg küszöbnap augusztusban jelentkezett az állomásokon, ekkor Pakson a hónap minden napja nyári nap (25°C feletti maximumhőmérsékletű nap) volt, de a többi állomáson is csak 1 vagy 2 napon adódott 25°C-nál alacsonyabb maximumhőmérséklet. A hónap körülbelül felében teljesült a hőségnap definíciója, míg forró napot is jelentős számban regisztráltak. Érdemes megemlíteni, hogy áprilisban Paks és Paks Csónakház állomásokon 1-1 napon 30°C feletti maximumhőmérséklet is jelentkezett, s októberben is mértek még néhány napon 25°C feletti maximumot.

3.5.2-13. táblázat: Nyári napok száma havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban

	Nyári napok (Tmax≥25°C) száma			
	Paks	Paks Csónakház	Paks Gesztenyés	Uszód
Április	8	7	6	6
Május	11	8	6	6
Június	15	14	15	14
Július	31	30	29	29
Augusztus	28	26	25	25
Szeptember	8	8	6	8
Október	3	2	2	2

3.5.2-14. táblázat: Hőségnapok száma havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban

	Hőségnapok (Tmax≥30°C) száma			
	Paks	Paks Csónakház	Paks Gesztenyés	Uszód
Április	1	1	0	0
Május	2	2	2	1
Június	7	7	7	7
Július	21	16	15	15
Augusztus	15	14	15	14
Szeptember	0	0	0	0
Október	0	0	0	0

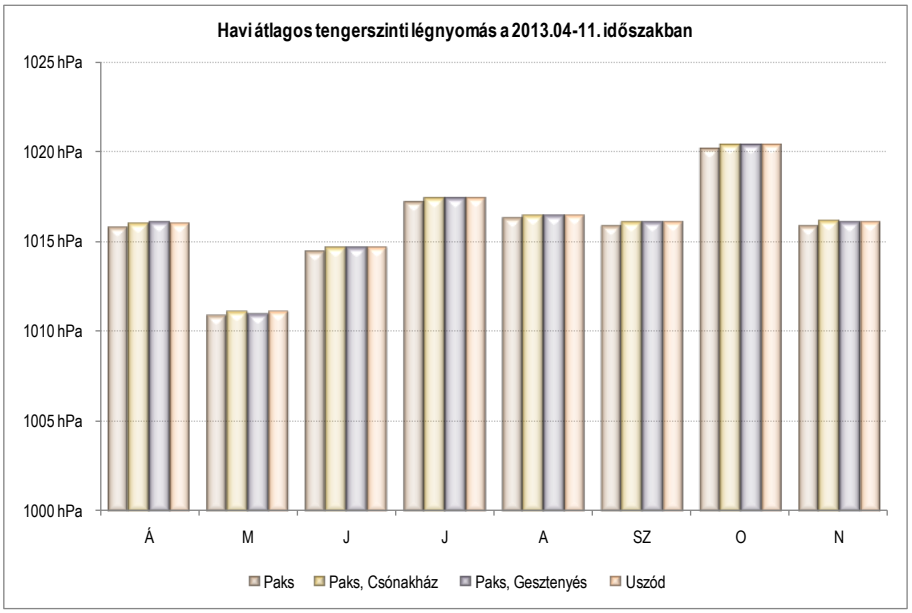
3.5.2-15. táblázat: Forró napok száma havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban

	Forró napok (Tmax≥35°C) száma			
	Paks	Paks Csónakház	Paks Gesztenyés	Uszód
Április	0	0	0	0
Május	0	0	0	0
Június	3	4	3	0
Július	3	2	2	2
Augusztus	8	5	6	5
Szeptember	0	0	0	0
Október	0	0	0	0

3.5.2.2.3.2. Légnyomás

Hasonlóan az előző mérési időszakhoz, a tengerszintre átszámított légnyomás havi átlagai ekkora területen belül csupán néhány tizedes eltérést mutatnak (TBJ II. 3.5.2-21. ábra). A legnagyobb értékeket októberben mérték, a legkisebbeket pedig májusban.

A legnagyobb tengerszinti légnyomást, 1034,5 hPa-t Paks Csónakház és Uszód állomásokon 2013.október 4-én, míg a legkisebbet, 996,5 hPa-t Paks állomáson november 5-én (TBJ II. 3.5.2-16. táblázat) mérték.



3.5.2-21. ábra: Havi átlagos tengerszinti légnyomás Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban

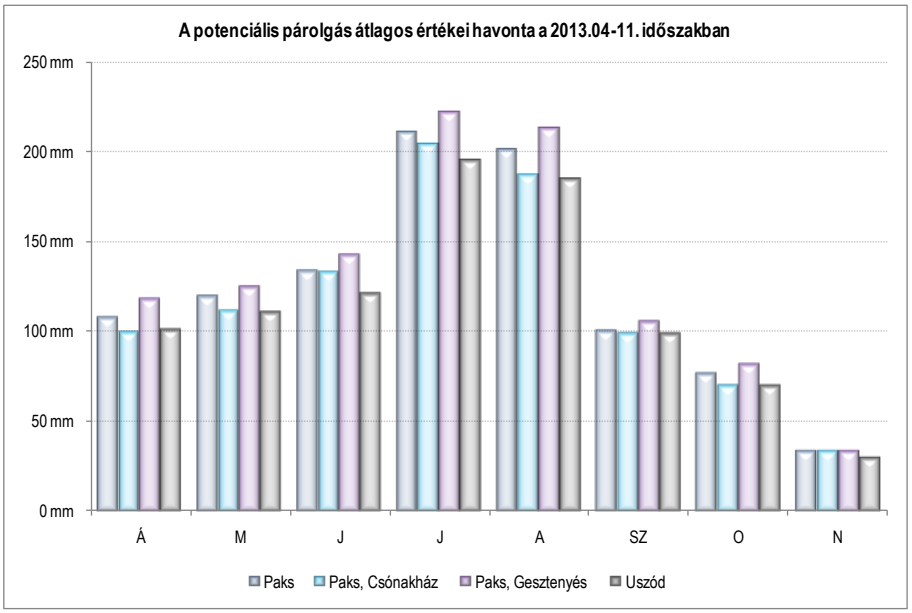
3.5.2-16. táblázat: A tengerszinti légnyomás szélsőségei havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban

	A tengerszinti légnyomás szélsőségei [hPa]							
	Paks		Paks Csónakház		Paks Gesztenyés		Uszód	
	Legala-csonyabb	Legma-gasabb	Legala-csonyabb	Legma-gasabb	Legala-csonyabb	Legma-gasabb	Legala-csonyabb	Legma-gasabb
Április	1001,8	1028,5	1002,2	1028,9	1002,3	1029,0	1002,0	1028,8
Május	999,9	1021,1	1000,2	1021,4	1000,2	1021,2	1000,0	1021,3
Június	1003,9	1024,0	1004,1	1024,2	1004,1	1024,1	1004,0	1024,1
Július	1009,3	1024,5	1009,5	1024,7	1009,4	1024,6	1009,6	1024,6
Augusztus	1008,9	1022,8	1009,2	1023,2	1009,0	1023,1	1009,0	1023,2
Szeptember	997,5	1026,8	997,9	1027,0	997,9	1027,0	997,9	1027,1
Október	1005,1	1034,1	1004,9	1034,5	1005,3	1034,3	1005,0	1034,5
November	996,5	1032,0	996,7	1032,3	996,8	1032,2	996,6	1032,2

3.5.2.2.3.3. Légnedvesség

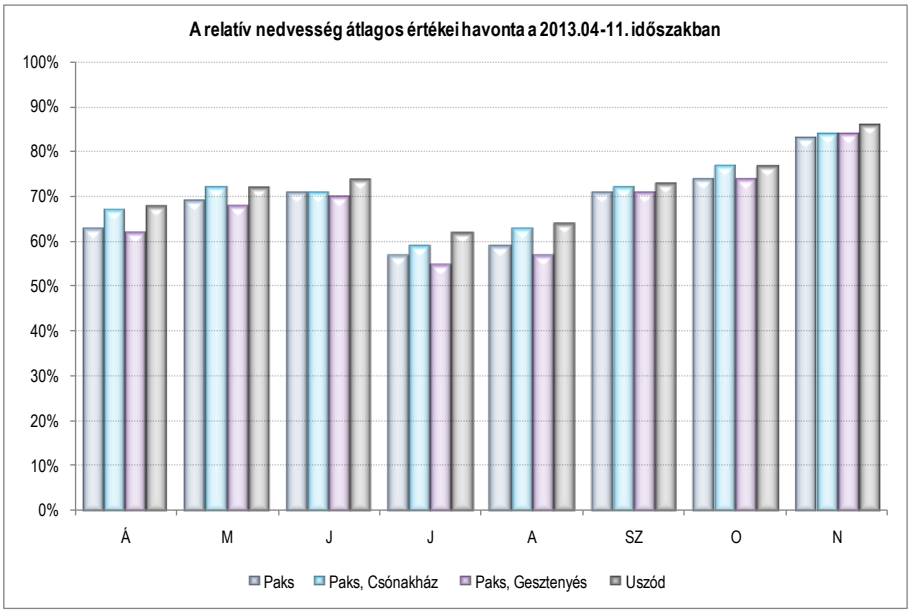
A potenciális párolgás (TBJ II. 3.5.2-22. ábra) és a relatív nedvesség (TBJ II. 3.5.2-23. ábra) havi értékei is körülbelül együtt mozogtak az időszakban a négy állomáson.

A potenciális párolgás esetében nagyobb eltérések a nyári időszak folyamán jelentkeztek. A hónapok során Paks Gesztenyés állomáson mérték a legnagyobb értékeket, míg általában Uszód állomáson a legkisebbeket.



3.5.2-22. ábra: A potenciális párolgás átlagos értékei havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban

A relatív nedvesség novemberben volt a legnagyobb a térségben, s július-augusztusban a legkisebb.



3.5.2-23. ábra: A relatív nedvesség átlagos értékei havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban

3.5.2.2.3.4. Szél

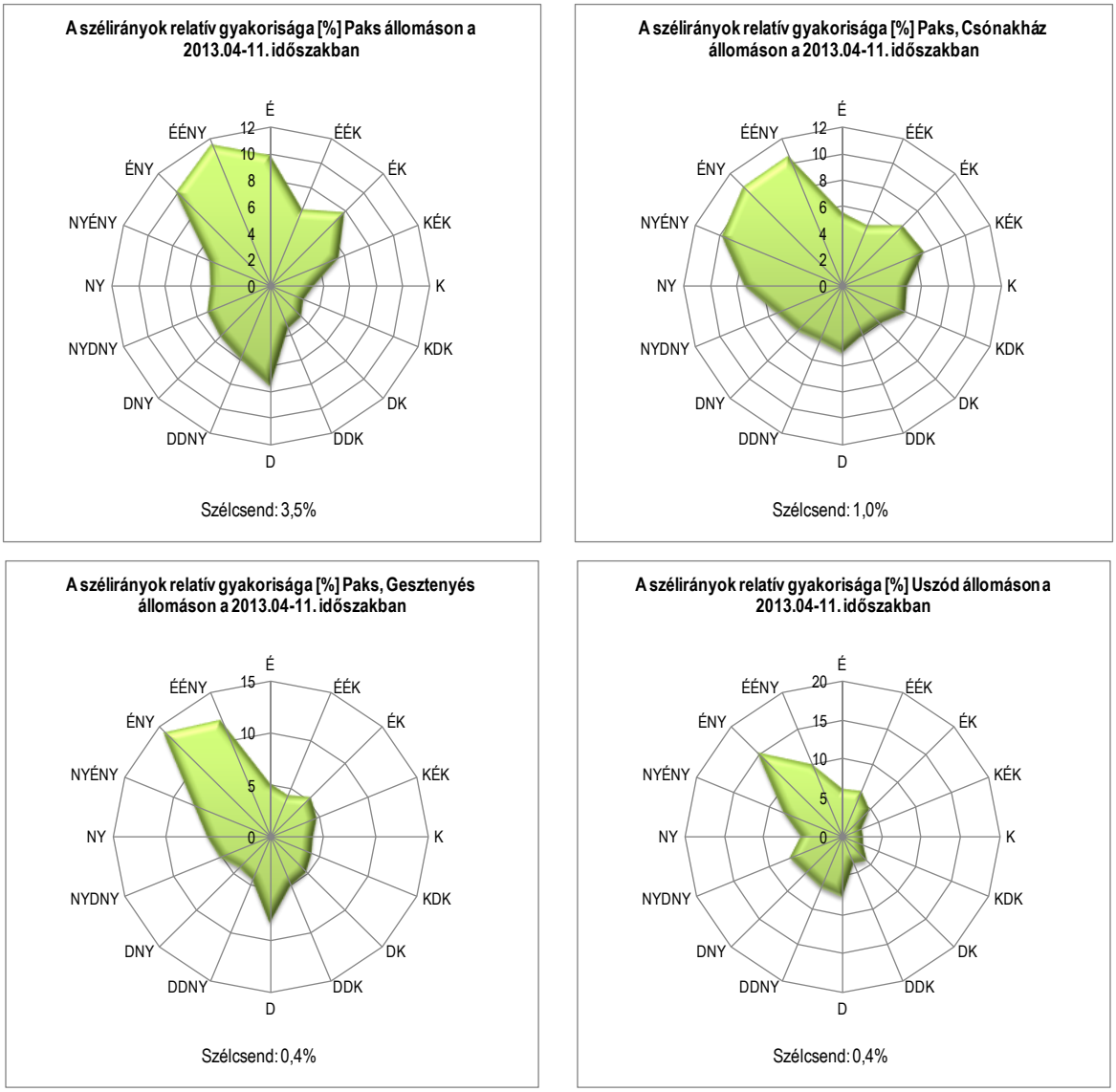
Hasonlóan az előző mérési sorozathoz, ez az elem jóval nagyobb eltéréseket mutat a négy állomás esetében. A szélirányok relatív gyakoriságát ábrázoló szélrózsák az alábbi TBJ II. 3.5.2-24. ábra diagramjain láthatók.

Paks állomáson az uralkodó szélirány az ÉÉNy-i volt, de az ÉNy-i és az É-i irány csak kevéssel maradt el ettől, s ezek mellett erős másodmaximumként a D-i irány rajzolódott ki.

Paks Csónakház esetében a leggyakoribb az ÉÉNy-i, az ÉNy-i és a NyÉNy-i szél volt, másodmaximumot nem lehet kiemelni.

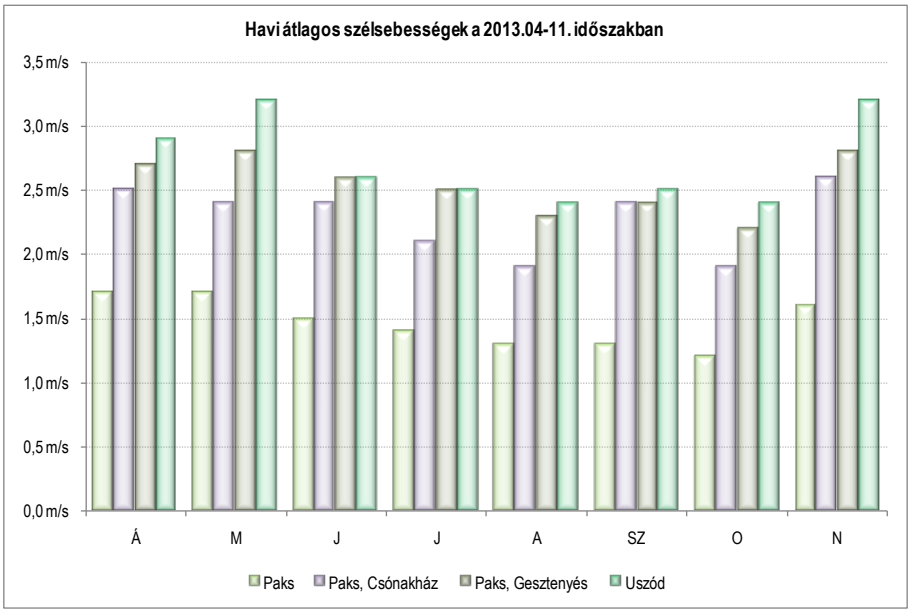
Paks Gesztenyés állomáson az ÉNy-i szél volt a leggyakoribb, de emellett az ÉÉNy-i is sokszor előfordult, s másodmaximumként a D-i irány jelentkezett.

Uszód állomáson egyértelműen az ÉNy-i szél dominált.



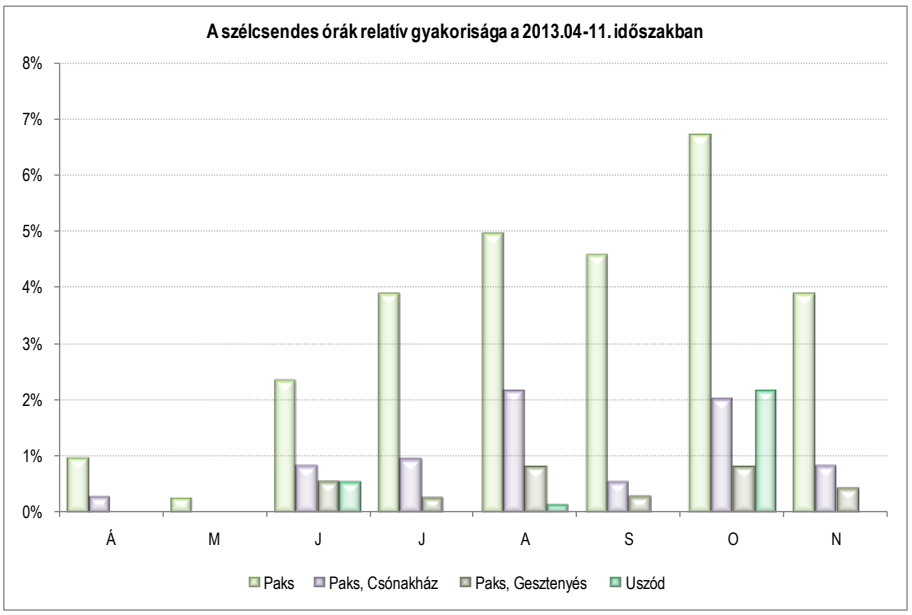
3.5.2-24. ábra: A szélirányok relatív gyakorisága Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban

A következő, TBJ II. 3.5.2-25. ábrán a havi átlagos szélsebességeket láthatók. Az előző időszakhoz hasonlóan itt is egyértelműen látszik a négy állomás közti különbség, a legkisebb átlagos szeleket ismét Pakson mérték, míg a legnagyobbakat Uszód állomáson. Az átlagos különbség e két állomás havi átlagszél értékei között 1,25 m/s volt a mérési időszakban. A második legszelesebb állomás Paks Gesztenyés volt, a harmadik pedig Paks Csónakház. A legszelesebb hónapok az április, a május és a november voltak, a legkisebb havi átlagokat pedig az augusztus-október időszakban mérték.



3.5.2-25. ábra: Havi átlagos szélsebességek Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban

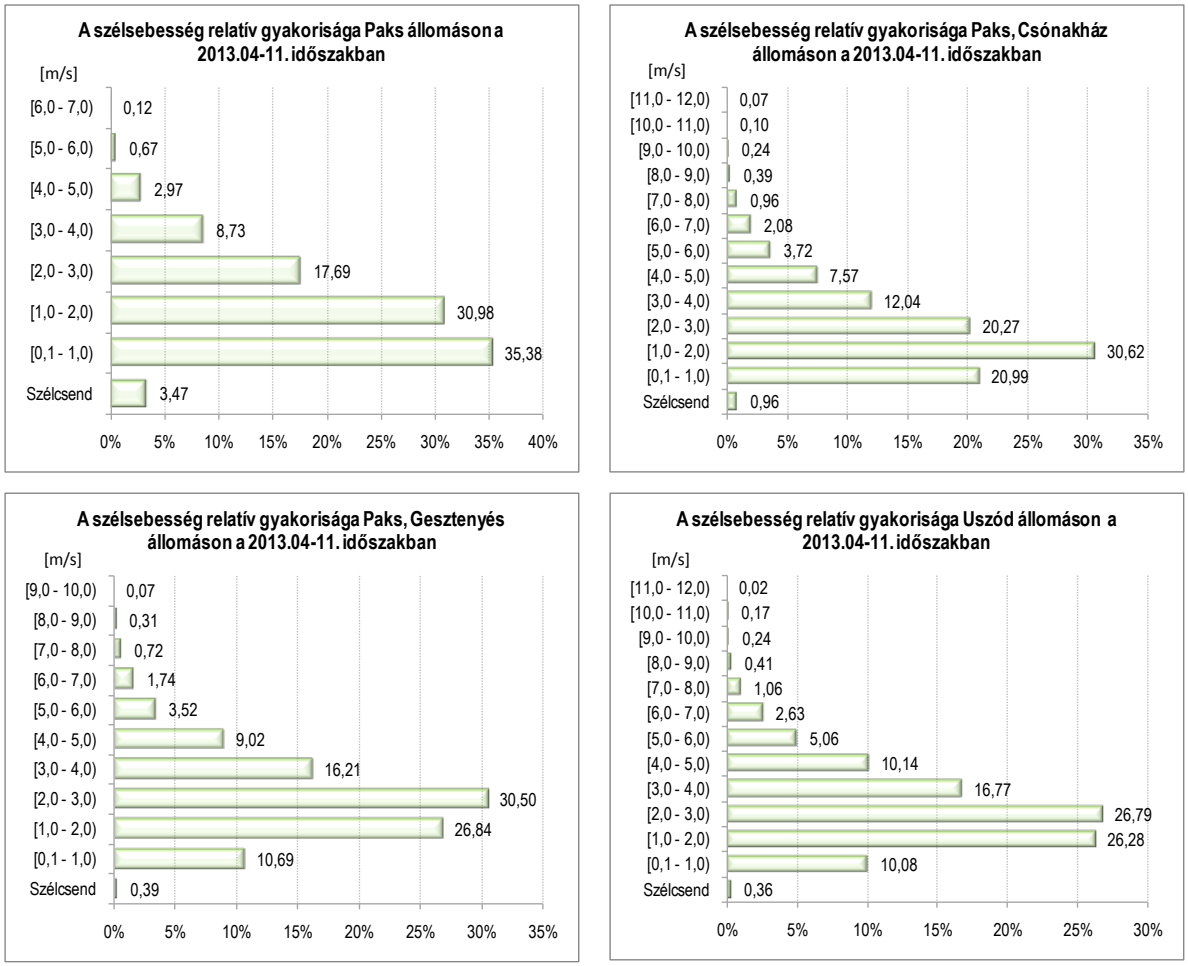
A szélcsendes órák előfordulását tekintve szintén eltéréseket mutatnak az állomások (TBJ II. 3.5.2-26. ábra). Az egész időszakot nézve Paks állomáson volt a leggyakoribb a szélcsend (3,5%), utána Paks Csónakház (1,0%) következett, legritkábban pedig Paks Gesztenyés (0,4%) és Uszód állomáson (0,4%) fordult elő. A hónapokat tekintve a legtöbb szélcsendes időszakot októberben figyeltek meg, míg április-májusban egyes állomásokon nem is regisztráltak szélcsendes órát.



3.5.2-26. ábra: A szélcsendes órák relatív gyakorisága Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban

A szélsebesség relatív gyakorisági értékei láthatók a TBJ II. 3.5.2-27. ábra diagramjain. Míg Paks esetében a 0,1-1 m/s közötti, Paks Csónakház esetében az 1-2 m/s közötti szélsebességek fordultak elő leggyakrabban, addig a másik két állomás esetében a 2-3 m/s közötti értékek voltak a leggyakoribbak. A nagyobb szélsebességek felé haladva egyre kisebb gyakoriságok fordulnak elő.

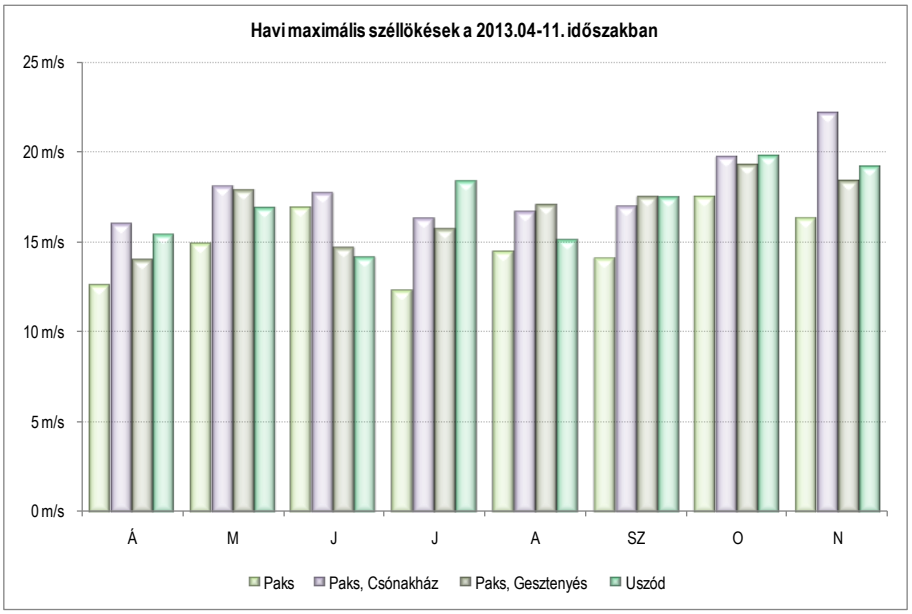
A legnagyobb órás átlagos szélsebességek különbözőek voltak a négy állomáson, Pakson a 6-7 m/s közötti tartományba estek a maximumok, Paks Gesztenyés állomáson 9-10 m/s közé, míg Paks Csónakház és Uszód állomásokon a 11-12 m/s intervallumba.



3.5.2-27. ábra: A szélsebesség relatív gyakorisága Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban (órás átlag szélsebesség adatok alapján)

A havonta előforduló legnagyobb széllökések értékeit a TBJ II. 3.5.2-28. ábra mutatja be. A 8 hónapból 4 hónapban Paks Csónakház állomáson jelentkezett a legnagyobb maximális széllökés, míg 7 hónapban Paks állomáson a legkisebb maximális széllökés a négy állomás közül. A legmagasabb szélmaximumot a mérési időszakban (22,2 m/s) november hónapban, Paks Csónakház állomáson regisztrálták.

A TBJ II. 3.5.2-17. táblázatban a maximális széllökés szélirányok szerinti gyakorisága látható. Az adatok alapján megállapítható, hogy Paks esetében az ÉNy-i irányú maximális széllökés volt a leggyakoribb, míg a másik három állomásnál az ÉÉNy-i irányú.



3.5.2-28. ábra: Havi maximális széllökések Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban

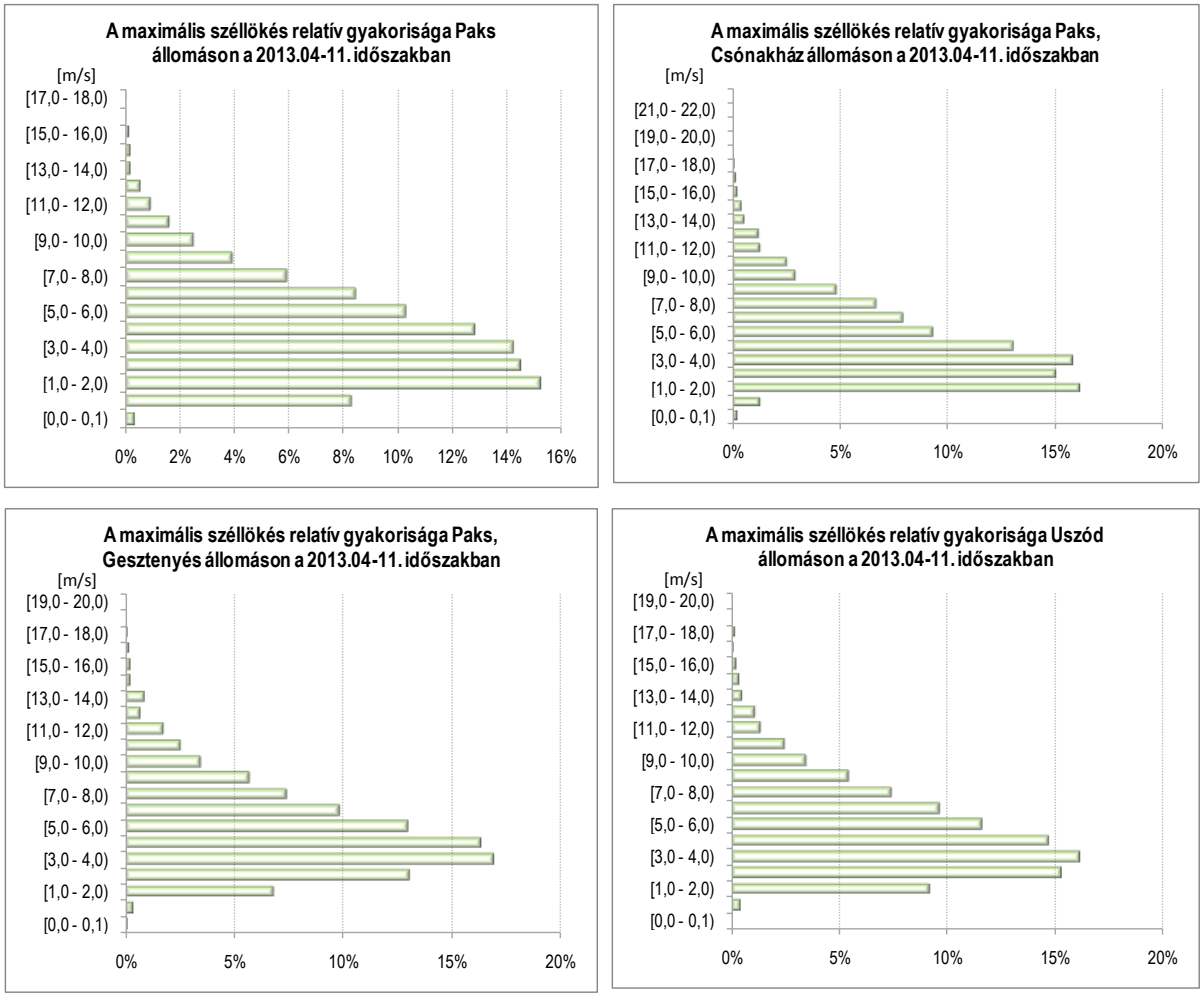
3.5.2-17. táblázat: A maximális széllökés szélirány szerinti relatív gyakorisága Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban (órás adatok alapján)

A maximális széllökés szélirány szerinti relatív gyakorisága a 2013.04-11. időszakban								
	É	**ÉÉK**	**ÉK**	**KÉK**	**K**	**KDK**	**DK**	**DDK**
Paks	7,816	8,913	13,233	1,903	2,125	1,680	4,457	2,725
Paks Csónakház	2,312	3,082	6,318	10,068	4,675	4,658	2,192	4,452
Paks Gesztenyés	5,079	5,079	6,840	4,976	3,779	3,505	4,856	6,601
Uszód	2,000	7,588	5,127	3,247	3,076	3,179	4,392	4,375
	D	**DDNY**	**DNY**	**NYDNY**	**NY**	**NYÉNY**	**ÉNY**	**ÉÉNY**
Paks	8,296	5,091	8,588	3,445	4,542	5,022	**15,787**	6,376
Paks Csónakház	4,418	6,712	2,003	5,890	8,202	10,651	8,784	**15,582**
Paks Gesztenyés	6,857	4,343	3,882	3,779	6,874	8,345	10,226	**14,979**
Uszód	6,751	8,392	4,820	6,153	4,239	8,939	11,451	**16,271**

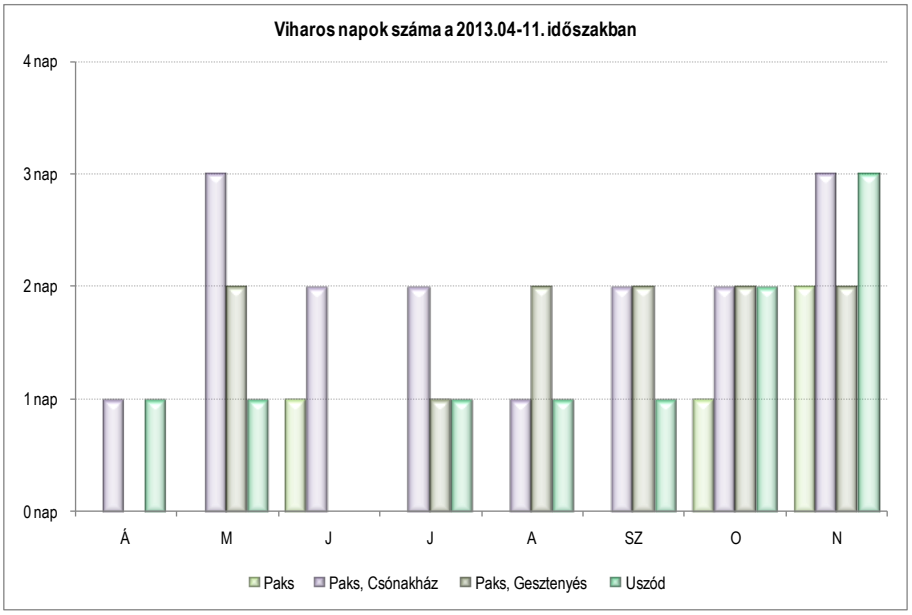
A maximális széllökés sebesség szerinti gyakorisági értékei a TBJ II. 3.5.2-29. ábra hisztogramjain láthatók. Legnagyobb gyakorisággal a 2-5 m/s közötti maximális széllökések jelentkeztek mind a négy állomáson.

A viharos napok havi számai a TBJ II. 3.5.2-30. ábrán láthatók. A legtöbb viharos napot májusban Paks Csónakház, valamint novemberben Paks Csónakház és Uszód állomásokon figyeltek meg (3-3 napon haladta meg a maximális széllökés a 15 m/s-ot).

Az egész időszakot tekintve Paks Csónakház állomáson regisztrálták a legtöbb viharos napot, szám szerint 16 napot, Paks Gesztenyés állomáson 11 napot, Uszódon pedig 10 napot. Paks állomáson csupán 4 olyan nap volt, amikor 15 m/s-ot meghaladó széllökést mértek.



3.5.2-29. ábra: A maximális széllökés sebesség szerinti relatív gyakorisága Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban (órás adatok alapján)



3.5.2-30. ábra: A viharos napok száma havonta Paks, Paks Csónakház, Paks Gesztenyés és Uszód állomásokon a 2013.04-11. időszakban

3.5.2.2.4. AZ EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA

A Pakson és környékén telepített négy állomás 2012. április és 2013. november között mért adatainak elemzése eredményeként az alábbi megállapítások tehetők a paksi telephely környezetének mikro- és mezoklímájával kapcsolatban.

Paks állomás mérései összevetésre kerültek a sokéves átlagokkal. Az országos viszonyokhoz hasonlóan a vizsgált időszak az 1981-2010-es átlagoknál (két hónap kivételével) melegebbnek bizonyult. A nedvességi paraméterek a légtér szárazságát mutatták az időszak első felében és nedvesebbé válását az ősz közepétől. A szélsebességekre január kivételével az összes hónapban a sokéves átlag alatti havi átlagok adódtak, januárban és márciusban azonban az átlagosnál jóval több viharos napot regisztráltak.

A négy állomás adatainak összehasonlítása két időszakra bontva történt. Az állomások egymáshoz való közelsége miatt a legtöbb meteorológiai paraméter igen hasonló értékeket mutatott, nagyobb különbségek csak a szélviszonyokban adódtak. A mérések alapján megállapítható, hogy Paks állomás mérései jól reprezentálják a helyi viszonyokat. A két mérési időszakot egyben tekintve a mérések alapján az alábbiak mondhatók:

- A minimum- és maximumhőmérsékletek szélsőségeit tekintve a legnagyobb havi maximumhőmérsékletek és a legalacsonyabb havi minimumhőmérsékletek is Paks állomáson jelentkeztek legtöbbször, tehát ez az állomás mutatta a vizsgált időszakban a legnagyobb havi hőingásokat. Paks állomáson a legnagyobb havi maximumhőmérséklet 39,1°C, a legalacsonyabb havi minimumhőmérséklet -11,8°C, a legnagyobb havi hőingás 24,7°C volt. A négy állomás adatai alapján a térségben a legnagyobb havi maximumhőmérséklet 39,7°C (Paks Csónakház), a legalacsonyabb havi minimumhőmérséklet -12,7°C (Uszód), a legnagyobb havi hőingás 24,8°C (Paks Csónakház) volt.
- Paks állomáson a nyári napok havi maximális száma 31, a hőségnapoké 21, a forró napoké pedig 9 volt. A négy állomás adatai alapján is a térségben Pakshoz köthetők a maximális értékek.
- A tengerszinti légnyomás és a nedvességi paraméterek nagyon hasonlóan alakultak a négy állomáson. Paks állomáson a legnagyobb tengerszinti légnyomás 1035,3 hPa, a legkisebb 988,8 hPa volt. A négy állomás adatai alapján a térségben a legnagyobb tengerszinti légnyomás 1035,5 hPa (Paks Gesztenyés), a legkisebb 988,8 hPa (Paks) volt. A relatív páratartalom maximális értéke 90% alatt maradt, a minimális értéke 50% volt.
- A szélviszonyok esetében mind a szélsebességekben, mind a szélirányokban különbségek láthatók. Paks állomáson a havi átlagos szélsebesség maximális értéke 2 m/s, a szélcsendes órák relatív gyakorisága a legmagasabb, a maximális széllökés értéke 23,7 m/s volt. A négy állomás adatai alapján a térségben a havi átlagos szélsebesség maximális értéke 3,8 m/s (Uszód), a szélcsendes órák relatív gyakorisága Pakson a legmagasabb, a maximális széllökés értéke 23,7 m/s (Paks) volt. Az átlagos szélsebességeket (maximális havi átlag 3,8 m/s) és szélcsendes órákat tekintve Uszód állomás bizonyult a legszelesebbnek, maximális széllökést azonban legtöbbször Paks Csónakház állomáson (14 alkalom) mértek, ahol a legnagyobb érték 22,2 m/s volt. Paks állomáson a viharos napok száma a mérési időszakban 17 nap, a havi viharos napok maximális száma 4 volt. A négy állomás adatai alapján a térségben a legtöbb viharos nap Paks Csónakház állomáson volt (45 nap), a havi viharos napok maximális száma 5 (Uszód állomás) volt.

3.5.3. A jellemzők monitorozása

A paksi telephely környezete időjárási jellemzőinek folyamatos monitorozására, a környezet sugárvédelmi ellenőrzéséhez, valamint az erőmű mikroklímára gyakorolt hatásainak nyomon követéséhez szükséges meteorológiai jellemzők folyamatos, megbízható mérésére két fixen telepített rendszer áll rendelkezésre [3-6].

Az egyik rendszer az OMSz Paks állomása, amely 1979-ben létesült Világ Meteorológiai Szabványnak megfelelően és azóta folyamatosan méri az alábbi jellemzőket órás gyakorisággal:

- szélirány, szélsebesség;
- léghőmérséklet;
- talajhőmérséklet 2-100 cm-ig;
- légnedvesség;
- légnyomás;
- csapadék;
- napfénytartam;
- felhőzet mennyisége, magassága;
- látástávolság;
- hóréteg vastagság;
- egyéb időjárási jelenségek;
- a jelenségek időtartama.

Amennyiben valamelyik fontos időjárási jellemzőben hirtelen bizonyos értéknél nagyobb változás, vagy az erőműben üzemzavar lép fel, az észlelések is sűrűbben, az adott helyzetnek megfelelően történnek.

A második rendszer az OMSz állomásától független, a PAE 1-4 telephelyén üzemelő SODAR rendszer, amely az erőmű területén telepített földfelszíni SODAR hangradar mérőállomás egy meteorológiai oszlopon elhelyezett mérésekkel kiegészítve. A SODAR rendszer 20, 50 és 120 m-es szinteken méri a meteorológiai jellemzőket, a közelébe telepített meteorológiai oszlopon szélirány, szélsebesség, sugárzásegyenleg és csapadékmennyiség mérők lettek telepítve.

A normálüzemi és a baleseti légköri terjedési számítások bemenő adataiként elsődlegesen felhasznált adatok a SODAR rendszerből származnak.

Az érzékelők adataiból számíthatók a következő másodlagos mennyiségek:

- léghőmérséklet gradiens és profil;
- szélsebesség gradiens és profil;
- szélsebesség fluktuáció;
- szélirány fluktuáció;
- függőleges szélsebesség fluktuáció.

Az új blokkok létesítése és üzemelése során is szükséges a meteorológiai paraméterek további folyamatos regisztrálása és az adatok feldolgozása ahhoz, hogy a környezeti paraméterek lehetséges változási irányai prognosztizálásának pontosítása, mikroklímára gyakorolt hatás nyomon követése és a terjedési számításokhoz szükséges adatok előállítása lehetséges legyen.

Ezeknek az adatoknak a szolgáltatására a jelenleg üzemben levő rendszerek megfelelőek, ugyanakkor szükséges a mérőeszközök folyamatos korszerűsítése is a megfelelő üzembiztonság fenntartása érdekében.

3.6. A meteorológia viszonyok hatása a végső hőelnyelőre

Az új blokkok normálüzemi és biztonsági hűtővíz rendszereinek hűtővízzel történő ellátását a Dunából nyert hűtővízzel, frissvíz hűtéssel kívánják megoldani.

A biztonsági hűtővíz rendszerekből történő hő elvitelére egy alternatív megoldás is vizsgálat tárgyát képezte, amelynél a hűtést hűtőtornyok szolgáltatják.

A frissvíz hűtésnél a végső hőelnyelő a Duna, a hűtőtornyos hűtésnél pedig a levegő.

Mindkét hűtési mód hatékonyságát, illetve a rendszer kialakítását nagymértékben meghatározza, hogy a végső hőelnyelő milyen paraméterekkel rendelkezik, illetve, hogy a paraméterek milyen irányú és nagyságú változására kell számítani a rendszerek üzemeltetése, az erőmű élettartama során.

3.6.1. A meteorológiai viszonyok hatása a Dunára, mint végső hőelnyelőre

A globális hőmérséklet emelkedés prognosztizálására szolgáló modellek előrejelzései többféle kibocsátási forgatókönyvvel számolnak [3-5].

A csapadék változás előrejelzése bizonytalanabb, az egyes forgatókönyvek nemcsak a változás irányában, de mértékében is eltérnek egymástól.

A meteorológiai viszonyok változása az alábbi jellemzőket érinti:

- vízgyűjtő területekről történő lefolyás, vízhozam változása;
- csapadék mennyiségének és halmazállapotának változása;
- vízhőmérséklet változása.

Ezek a paraméterek alapvetően befolyásolják a rendelkezésre álló hűtővíz mennyiségét, a hűtővízzel elszállítható hő mennyiségét, azaz a hűtés hatékonyságát.

A fenti jellemzők változásának részletes ismertetése és értékelése a TBJ II. 4. fejezetében található.

3.6.2. A légköri jellemzők hosszú távú változása

A biztonsági hűtővíz rendszerekből történő hő elvitelének másodlagos lehetőségét a hűtőtornyok szolgáltathatják. A hűtőtornyokban a hő leadása a környezeti levegő felé történik, a környezeti jellemzők alapvetően befolyásolják a rendszerekkel elvihető hőteljesítményt. A környezeti paraméterek hosszú távú változásainak figyelembe vételével megfelelő teljesítmény tartalék alakítható ki a mindenkori hőelvitel biztosítására.

A változások 2100-ig terjedő megbecslése két klímamodellel történt, amelyeket a TBJ II. 3.5.1. alfejezete részletesen ismertet.

A vizsgálat fontosabb megállapításai az alábbiak:

- a hőmérséklet változása egyértelműen pozitív tendenciát mutat, az évszázad végére nyári átlaghőmérséklet növekedése az 5°C-t is elérheti (TBJ II. 3.5.1-3. táblázat);
- a hőségriadós napok száma növekszik, a fagyos napok száma csökken (TBJ II. 3.5.1-4. táblázat);
- a havi átlaghőmérsékletek a század végére egyértelműen pozitív irányba tolódnak el (TBJ II. 3.5.1-6. ábra);
- az évszakos csapadék mennyisége nyáron csökken, ősszel növekszik (TBJ II. 3.5.1-7. táblázat);
- a havi csapadék összege a nyári hónapokban csökken, az őszikben növekszik (TBJ II. 3.5.1-10. ábra);

- az 50 mm feletti csapadék mennyiségű napok, a napi és ötnapi csapadék maximális mennyisége növekszik (TBJ II. 3.5.1-11. ábra);
- a nyári száraz napok száma növekszik (TBJ II. 3.5.1-12. ábra);
- a nyári szélsőséges hőmérsékletű napok száma növekszik (TBJ II. 3.5.1-4. táblázat);
- a relatív nedvesség csökken (TBJ II. 3.5.1-11. táblázat);
- a szélsebesség idővel csökkenő tendenciát mutat (TBJ II. 3.5.1-12. táblázat);
- az uralkodó szélirány kis mértékben változik az ÉÉNy-i szelek javára (TBJ II. 3.5.1-17. ábra).

A hosszútávú tendenciák bemutatására kiszámították a napi minimum- és maximumhőmérséklet (TBJ II. 3.5.1-5. és TBJ II. 3.5.1-6. táblázat), a napi csapadékösszeg (TBJ II. 3.5.1-10. táblázat) illetve a napi maximális pillanatnyi szélsebesség (TBJ II. 3.5.1-13. táblázat) visszatérési értékeinek jövőbeli változását. A változásokat 3 jövőbeli időszakra határozták meg, 2011–2040-re, 2041–2070-re és 2071–2100-ra, amihez referencia-időszakként az 1961–1990 időszakot vették.

Az azonos évhez tartozó hőmérsékleti adatokból látható, hogy a minimum hőmérsékletek változása túlnyomó részt növekvő, a maximum hőmérsékletek változása pedig egyértelműen növekvő tendenciát mutat.

Az azonos évhez tartozó napi csapadékösszeg változására a modellek növekedést és csökkenést is prognosztizálnak, azonban abszolút értékben a növekedésre nagyobb mértékű változást jeleznek.

A fentiek alapján összefoglalva megállapítható, hogy a blokkok élettartamát lefedő hosszú távú előrejelzések a hőmérséklet emelkedésével számolnak, csapadék tekintetében pedig mindkét irányú változást, de főleg növekedést jeleznek.

Ezeknek a hatásoknak a figyelembe vétele a hűtőtornyok esetében a konzervatív tervezéssel kezelhetők.

3.7. A tervezés során és a biztonsági elemzésekben figyelembe veendő meteorológiai jellemzők összefoglalása

3.7.1. Meteorológiai mérőállomások

A kijelölt telephely közelében

- az atomerőmű déli bejáratától kb. 300 méterre nyugati irányban egy WMO standard felszíni főállomás (Paks főállomás);
- a PAE 1-4 telephelyén SODAR rendszer meteorológiai mérőoszloppal

üzemel.

3.7.2. Meteorológiai jellemzők

A mértékadó meteorológia paraméterek az alábbiak:

- lokális hőmérsékleti
  - maximum: 40,6 °C (mért)
  - minimum: -30,3 °C (mért);
- Pakson mért napi hőmérsékleti maximum- és minimum adatsorokból elvégzett OMSZ vizsgálat alapján a Gumbel-féle statisztikai módszer alkalmazásával számított $10^4/10^5/10^7$ éves visszatérési idejű
  - maximum hőmérséklet: 45,3 °C/47,7 °C/52,6 °C,

  - minimum hőmérséklet: -47,9 °C/-55,7 °C/-71,5 °C;
- a 10^{-5} 1/év előfordulási gyakorisághoz rendelt átlag/medián értékek
  - maximum hőmérséklet: 48,3 °C /48,1 °C,
  - minimum hőmérséklet: -59,1 °C/-57,8 °C;
- hőségnapok (Tmax>30°C) évi maximális száma: 66 (mért);
- forró napok (Tmax>35°C) évi maximális száma: 18 (mért);
- éves átlagos csapadék: 579 mm (60 éves átlag);
- éves átlagos csapadék: 642 mm (1991-2000. évek átlaga);
- maximális éves csapadék (mért): 990,9 mm;
- minimális éves csapadék (mért): 285,9 mm,
- Pakson mért napi csapadékösszeg adatsorokból elvégzett OMSZ vizsgálat alapján a Gumbel-féle statisztikai módszer alkalmazásával számított $10^4/10^5/10^7$ éves visszatérési idejű napi csapadékösszeg: 132/156/196 mm;
- a 10^{-5} 1/év előfordulási gyakorisághoz rendelt napi csapadékösszeg átlag/medián értékek: 156/156 mm;
- maximális hóvastagság: 53 cm (mért), max. szabadfelszíni hóteher 1,5 kPa;
- a $10^4/10^5/10^7$ éves visszatérési idejű maximális hóvastagság: 108/131/176 cm;
- a 10^{-5} 1/év előfordulási gyakorisághoz rendelt maximális hóvastagság átlag/medián értékek: 133/132 cm, az átlagértékhez tartozó szabadfelszíni hóterhelés 3,8 kPa;
- az uralkodó szélirány: ÉNy, ÉÉNy;
- a leggyakrabban előforduló Pasquill-féle stabilitási kategóriák [3-6]:
  - C: 30,3 %,
  - D: 28,3 %,
  - B: 18,1 %;
- széllökés maximum: 31,6 m/s (mért);
- a $10^4/10^5/10^7$ éves visszatérési idejű maximális széllökés a paksi meteorológiai főállomás adatainak feldolgozása alapján: 42,0/47,3/57,8 m/s;
- a 10^{-5} 1/év előfordulási gyakorisághoz rendelt maximális széllökés átlag/medián értékek: 47,7/47,6 m/s;
- viharos napok (fx>15 m/s) havi maximális száma: 10;
- tornádó: nem észlelt, gyakoriság: $2{,}744 \cdot 10^{-5}/km^2$/év, F3 kategória (A tervezési fázisban a tornádó osztályokra vonatkozó gyakorisági értékeket, az érintett terület nagyságát egységes szabványrendszer szerint felül kell vizsgálni.)
- villámlás intenzitás (gyenge, közepes, erős, nagyon erős) maximális havi időtartama és az országosan érintett terület aránya:
  - 0,25 villám/km^2 (1 villám/4 km^2): 246 perc (78,6%)
  - 0,75 villám/km^2 (3 villám/4 km^2):183 perc (48,6%)
  - 1,25 villám/km^2 (5 villám/4 km^2): 141 perc (30,1%)
  - 2,5 villám/km^2 (10 villám/4 km^2): 65 perc (1,72 %) (64 perc (9,80%))

A tervezésnél figyelembe veendő, 2100-ig prognosztizált jellemzőket a TBJ II. 3.6.2. alfejezet tartalmazza.

Hivatkozott dokumentumok

[3-1] Paks II - Környezetvédelmi és telephely engedélyeztetését megalapozó kiegészítő szakterületi vizsgálatok, Zárójelentés, 2. Az időjárás jellemzése, Azonosító: 13A380122000 25 14 002 v1, MVM ERBE Zrt., 2014. május

[3-2] A környezeti hatástanulmány összeállítását megalapozó szakterületi vizsgálati és értékelési programok kidolgozása és végrehajtása. Az időjárás jellemzése. MVM ERBE Zrt. S 11 122 0 009 v0 25. 2013. június 10.

[3-3] Zárójelentés. Nem földtani jellegű természeti eredetű veszélyeztető tényezők meghatározása. Meteorológia a 4000131783, 13A380042038 B01 számú szerződés 1. számú mellékletében meghatározott feladatok alapján. OMSz, Éghajlati és Levegőkörnyezeti Főosztály Éghajlati osztály. Lakatos Mónika, Szabó Péter, Szépszó Gabriella. 2015. november 5.

[3-4] Special Report of IPCC on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation, 2011. Summary for Policymakers.

[3-5] Paks II - Környezetvédelmi és telephely engedélyeztetését megalapozó kiegészítő szakterületi vizsgálatok, Zárójelentés, 3. Hidrológia és hidromorfológia, Azonosító: 13A380122000 25 14 002 v1, MVM ERBE Zrt., 2014. május

[3-6] MVM PAE 1-4. blokk VBJ 2.3 alfejezet Meteorológia verziószám:10, 2016.

[3-7] NEFELA Dél-magyarországi Jégesőelhárítási Egyesülés honlapja: www.nefela.hu