

Országos Meteorológiai Szolgálat
Éghajlati és Levegőkörnyezeti Főosztály
Éghajlati Osztály

**Normafa térségének éghajlati viszonyai az 1971-2000
közötti periódus alapján, kitekintéssel a 100 éves
budapesti történelmi mérésekre**

Készítette:

.....
Kovács Tamás, Vincze Enikő, Lakatos Mónika
éghajlati szakértők

A dokumentáció elkészítéséért felelős:

.....
Konkolyné Bihari Zita
osztályvezető

2014. szeptember 25.

TARTALOM

BEVEZETŐ	2
HŐMÉRSÉKLETI VISZONYOK	5
Napi és havi maximum és minimumhőmérsékletek	7
Küszöbnapok száma	12
CSAPADÉKVISZONYOK	15
Maximum és minimum értékek	17
Küszöbnapok száma	22
Normafa közelében fekvő csapadékmérő állomások	32
Az aszály mértékét jelző index alakulása	33
NAPFÉNYTARTAM, FELHŐZET ÉS GLOBÁLSUGÁRZÁS	38
Napfénytartam évi menete	38
Felhőzet évi menete	39
Globálsugárzás évi menete	40
LÉGNYOMÁS	41
RELATÍV NEDVESSÉG	43
SZÉLVISZONYOK	46
Szélirány gyakoriságok	46
Szélesebesség és szélcsendgyakoriság	50
Szélesebesség átlagos éves menete	57
Átlagos szélesebességek relatív gyakorisága	58
BUDAPESTI TÖRTÉNELMI ADATSOR	62
Havi középhőmérsékletek alakulása 1901-2000 között	63
Évszakos középhőmérsékletek alakulása 1901-2000 között.....	71
Éves középhőmérsékletek alakulása 1901-2000 között.....	74
Havi csapadékösszegek alakulása 1901-2000 között.....	76
Évszakos csapadékösszegek alakulása 1901-2000 között.....	83
Éves csapadékösszegek alakulása 1901-2000 között	87
MIKROKLIMATIKUS SAJÁTOSSÁGOK	89
A domborzat hatása a mikroklímára.....	89
A NORMAFA TERÜLETÉN TERVEZETT ÁLLOMÁSOK HELYSZÍNÉNEK KIVÁLASZTÁSA	91
IRODALOMJEGYZÉK	92

BEVEZETŐ

Ez a szakvélemény a Both és Tsa Mérnökiroda Kft. megrendelésére készült, melyben a Normafa térségének éghajlati viszonyait mutatjuk be az 1971-2000 közötti 30 éves periódus alapján, kitekintéssel a 100 éves budapesti történelmi mérésekre. A tanulmány a következő meteorológiai paramétereket mutatja be:

a.) Hőmérsékleti viszonyok

- havi, éves és évszakos középhőmérsékletek alakulása 1901-től;
- hőmérsékleti szélsőségek, napi és havi maximum és minimumhőmérsékletek, téli, nyári és hőségnapok száma.

b.) Csapadékviszonyok

- havi, éves és évszakos csapadékösszegek alakulása 1901-től;
- extrém havi csapadékösszegek (maximum, minimum), napi összegek maximuma;
- hóviszonyok jellemzése: havas napok száma, maximális hóvastagság, hótakarós napok száma, hótakarós időszakok hosszának jellemzői, hóvíz egyenérték (részben 1901-től);
- zivatartevékenység: zivataros napok száma, éven belüli eloszlása;
- száraz, csapadékmentes időszakok maximális hossza, az aszály mértékét jellemző index alakulása.

c.) Napfénytartam, felhőzet és globálsugárzás évi menete

d.) Légnyomás

- műszerszinti, illetve tengerszintre átszámított légnyomás átlagos évi menete, havi szélsőértékei.

e.) Relatív nedvesség átlagos évi menete, havi szélsőértékei

f.) Szélviszonyok jellemzői (műszercsere miatt 1972-1993 időszak alapján)

10 méteres magasságban

- szélirány gyakoriságok 16 irányt tekintve, éves és évszakos bontásban;
- szélsébség havi és éves értékei, szélcsendgyakoriság havi és éves alakulása;
- szélsébség átlagos éves menete;

- átlagos szélességek relatív gyakorisága.

Két klímaállomás és csapadékmérő állomások adatainak összehasonlításával jellemezzük a területi különbségeket, továbbá szakirodalmi elemzésekre hagyatkozva kitérünk a mikroklimatikus sajátosságokra is (lejtők irányultsága, völgyek szerepe). Javaslatot teszünk továbbá a Normafa területén tervezett 3 meteorológiai állomás helyszínének kiválasztására.

Az állomási adatokat kiegészítendő, az Országos Meteorológiai Szolgálat részvételével összeállított CARPATCLIM - A Kárpát-régió éghajlata elnevezésű projekt rácsponti adatbázisának adatait is felhasználtuk. Az adatbázis a Kárpát-régió területének különböző meteorológiai paramétereit tartalmazza 10x10 km-es felbontásban, rácsponti napi időszorként 1961-től 2010-ig. A feldolgozott 50 év, valamint a területen osztozó számos ország alkalmanként eltérő mérési, adatfeldolgozási, adatrögzítési és -kezelési módszerei miatt az állomási adatsorok egységes módszertan szerinti feldolgozása az OMSZ Éghajlati Osztályán kifejlesztett, nemzetközileg is elismert homogenizációs MASH és interpolációs MISH eljárásokon alapult.

A felhasznált állomások adatai

Széchenyi-hegy

- hosszúság: 18° 58' 51"
- szélesség: 47° 29' 29"
- magasság: 450 m

Budapest belterület KMI (Kitaibel Pál utca)

- hosszúság: 19° 02'
- szélesség: 47° 31'
- magasság: 119,0 m

Budapest belterület OMSZ Torony (Kitaibel Pál utca)

- hosszúság: 19° 01' 41"
- szélesség: 47° 30' 40"
- magasság: 153,3 m



Normafa közelében fekvő csapadékmérő állomások:

Diana út Vízművek

- hosszúság: 19° 00'
- szélesség: 47° 30'
- magasság: 331 m

Pesthidegkút

- hosszúság: 18° 57' 56"
- szélesség: 47° 33' 42"
- magasság: 276 m

Szépjuhászné / Ságvári-liget

- hosszúság: 18° 58'
- szélesség: 47° 32'
- magasság: 351 m

Ferenchegy

- hosszúság: 19° 00' 44"
- szélesség: 47° 31' 42"
- magasság: 231 m

Zsigmond tér Fővárosi Csatornázási Művek

- hosszúság: 19° 02' 15"
- szélesség: 47° 31' 22"
- magasság: 106 m

Kelenvölgy

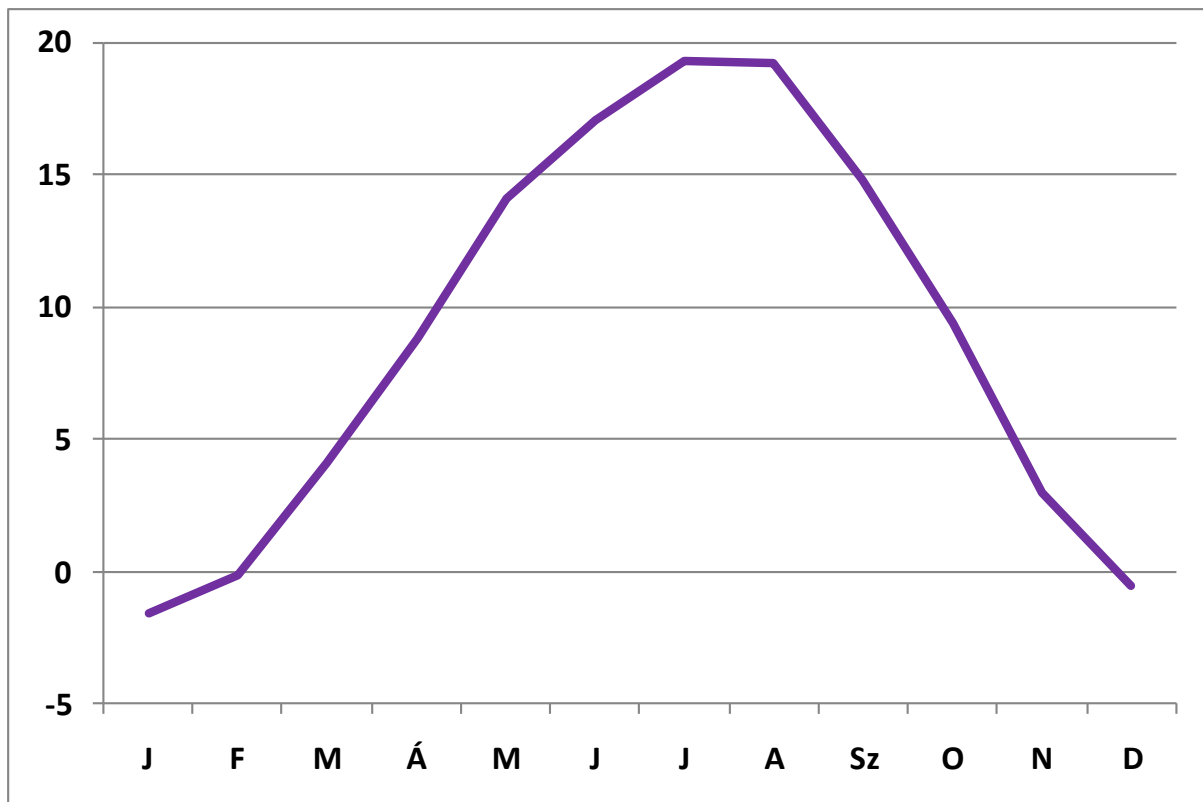
- hosszúság: 19° 01' 19"
- szélesség: 47° 27' 02"
- magasság: 106 m

Kelenföld Kelenföldi Kocsiszín

- hosszúság: 19° 01' 35"
- szélesség: 47° 28' 18"
- magasság: 111 m

HŐMÉRSÉKLETI VISZONYOK

A klimatológiai gyakorlatban – nemzetközi megállapodás szerint – 30 éves idősort alkalmazunk egy terület éghajlati paramétereinek meghatározása és vizsgálata során. A Normafa területére vonatkozó hőmérsékleti és csapadékviszonyokat tanulmányunkban Széchenyi-hegy és Budapest Kitaibel Pál utca állomásaink 1971-2000 közötti adatsorai segítségével mutatjuk be.



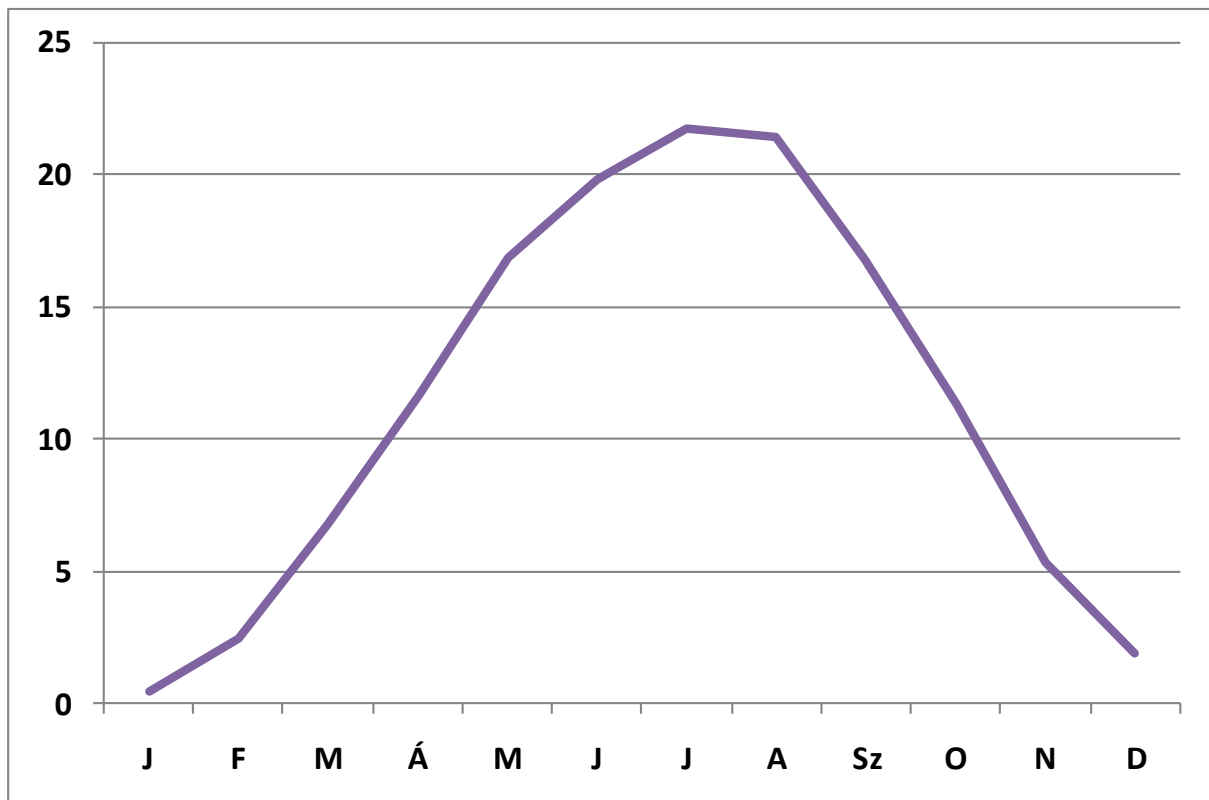
1. ábra. Havi középhőmérsékletek sokéves (1971-2000) átlaga, Széchenyi-hegy (°C)

A normál diagramja alapján (1. ábra) a havi középhőmérsékletek jól követik az országos trendeket a Széchenyi-hegyen: az év során általában a július a legmelegebb hónap, melyet az augusztus, majd a június követ. A leghidegebb hónapok sorrendben a január, a december és a február. A Széchenyi-hegy állomáson jegyzett értékek alapján a vizsgált terület az ország teljes területéhez képest havi átlagban hozzávetőleg mintegy 1°C-kal hűvösebb. A Széchenyi-hegy állomásunkra vonatkozó normál értékeket 1. táblázatunk tartalmazza. A táblázat adatai alapján látható, hogy a

Széchenyi-hegy környezetében a havi átlaghőmérsékletek átlagosan -2 és $+20^{\circ}\text{C}$ között alakulnak a teljes évet figyelembe véve.

hónap	normál
január	-1,58
február	-0,16
március	4,08
április	8,85
május	14,14
június	17,05
július	19,32
augusztus	19,21
szeptember	14,86
október	9,42
november	3,02
december	-0,57

1. táblázat. Széchenyi-hegy állomás havi középhőmérsékleti normál (1971-2000) értékei ($^{\circ}\text{C}$)



2. ábra. Havi középhőmérsékletek sokéves (1971-2000) átlaga, Budapest, Kitaibel Pál utca ($^{\circ}\text{C}$)

A Kitaibel Pál utcai méréseink eredményeiből számított harmincéves átlagok menetét 2. ábra mutatja be. Az ábra alapján elmondható, hogy a Széchenyi-hegyhez

képest budapesti állomásunkon átlagban 2,5°C-kal magasabb középhőmérsékletek jellemzőek a teljes évet tekintve. A három legmelegebb és leghidegebb hónap sorrendjében nincs változás (július – augusztus – június, illetve január – december – február). A két állomás normál értékei közötti legnagyobb eltérés áprilisban figyelhető meg (+2,85°C), a legkisebb pedig szeptemberben és októberben (+1,96°C).

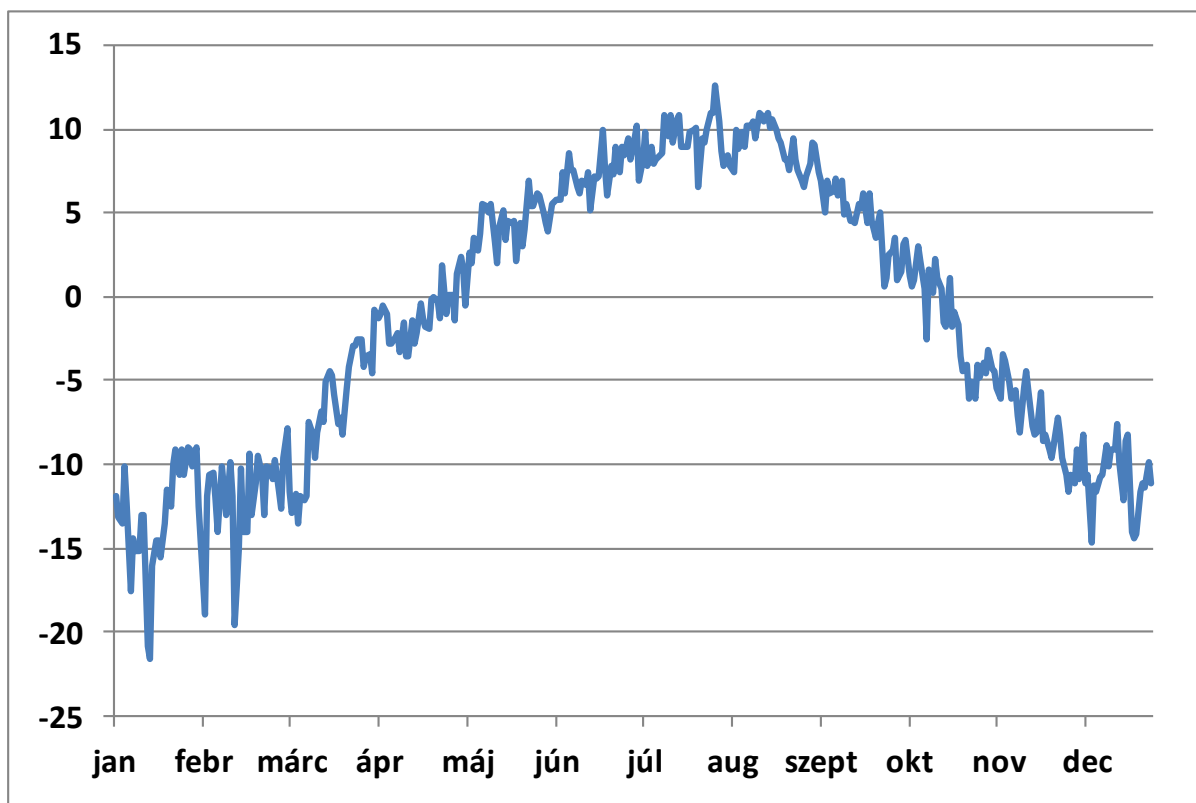
hónap	normál
január	0,51
február	2,48
március	6,82
április	11,70
május	16,91
június	19,85
július	21,78
augusztus	21,48
szeptember	16,83
október	11,39
november	5,39
december	1,93

2. táblázat. Budapest, Kitaibel Pál utcai állomás havi középhőmérsékleti normál (1971-2000) értékei (°C)

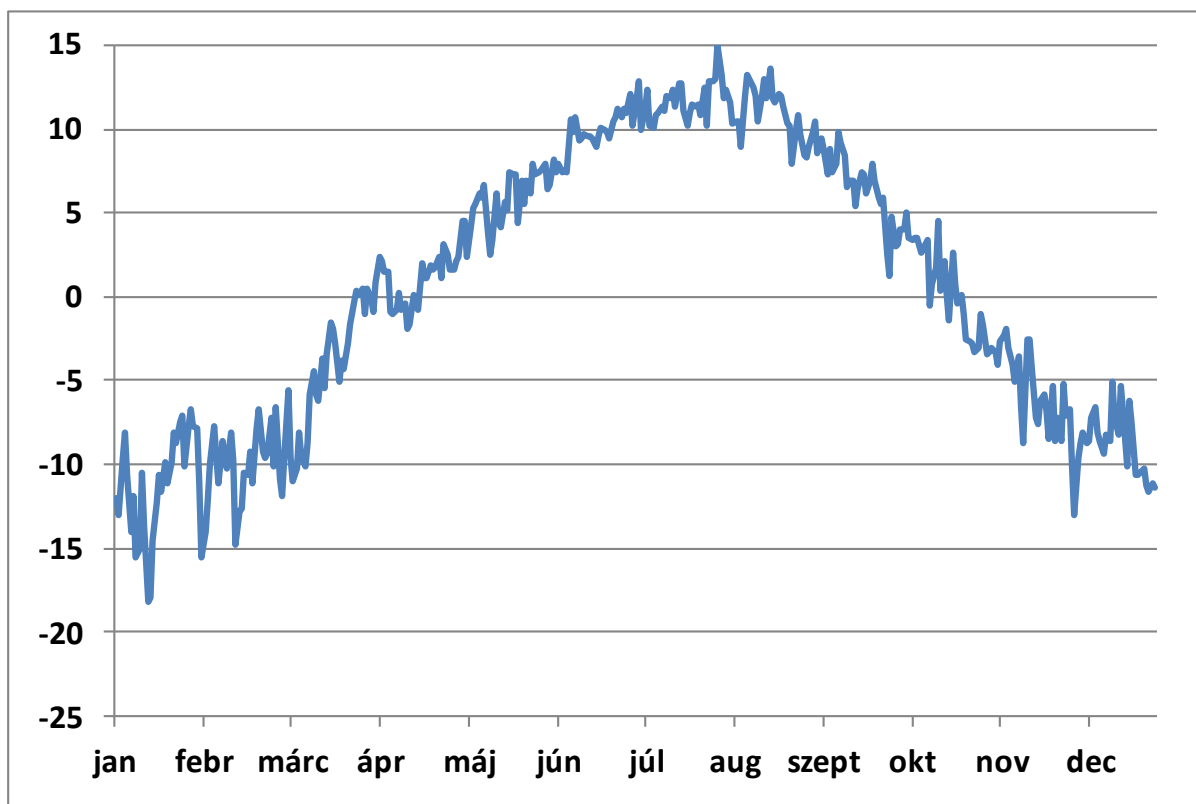
Napi és havi maximum és minimumhőmérsékletek

A normál időszak 30 éve alatt Széchenyi-hegy állomáson jegyzett legalacsonyabb napi minimumhőmérsékleteket 3. ábraánk mutatja be. A diagram alapján látható, hogy a normál értékeivel összehangban a legalacsonyabb értékek januárban, februárban és decemberben jelentkeznek a területen.

A teljes időszak két legalacsonyabb napi minimumhőmérsékletét 1987. január 12-én és 13-án jegyeztük (rendre -20,8°C és -21,5°C). Kiemelkedő érték még az 1985. február 12-én mért -19,5°C és az 1991. február 1-jei -18,8°C is.

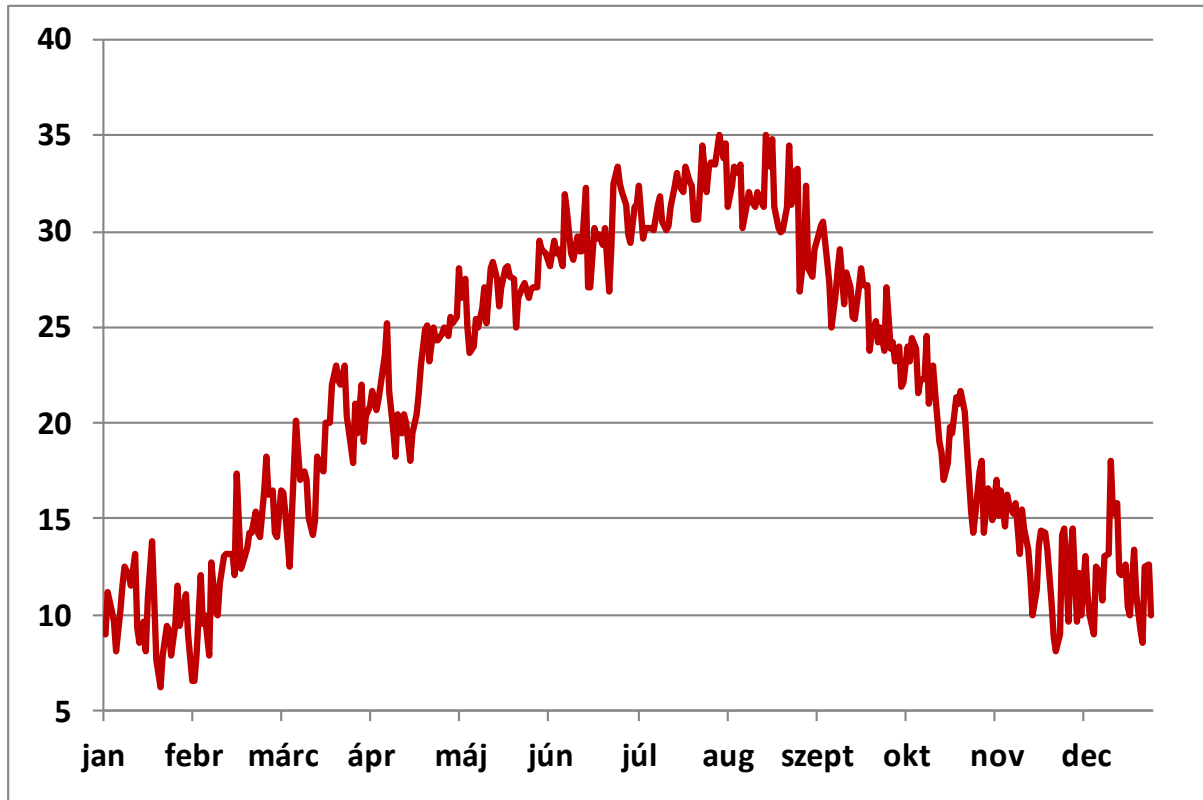


3. ábra. Legalacsonyabb napi minimumhőmérsékletek (1971-2000) Széchenyi-hegy állomáson (°C)



4. ábra. Legalacsonyabb napi minimumhőmérsékletek (1971-2000) Budapest, Kitaibel Pál utca állomáson (°C)

Kitaibel Pál utcai méréseink eredményei között (4. ábra) az 1987. január 12-i és 13-i minimum a legalacsonyabb ($-18,1^{\circ}\text{C}$ és $-17,8^{\circ}\text{C}$), a legmagasabb mérési eredmény pedig 2000. július 31-éhez köthető, mely napon $15,0^{\circ}\text{C}$ -nál nem fordult elő alacsonyabb érték a területen.



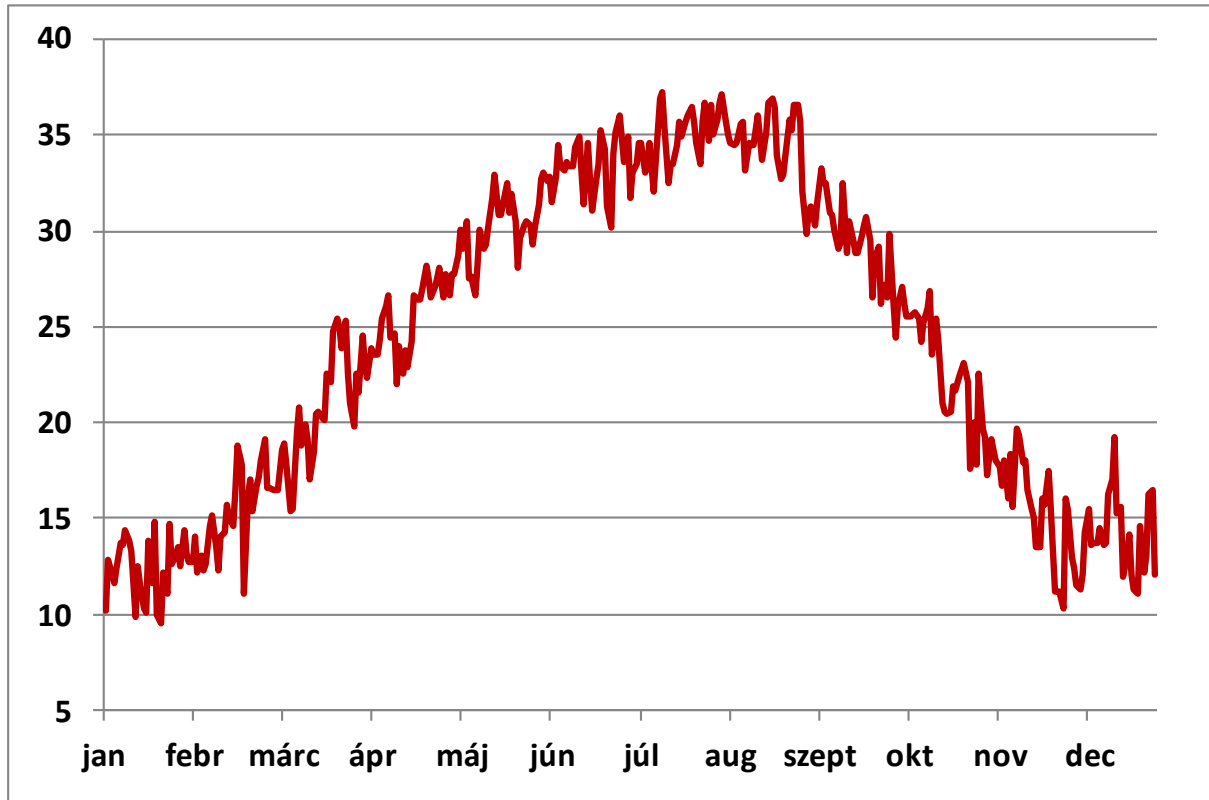
5. ábra. Legmagasabb napi maximumhőmérsékletek (1971-2000) Széchenyi-hegy állomáson ($^{\circ}\text{C}$)

A normál időszak legmagasabb napi maximumhőmérsékleteinek sorában (5. ábra) a június – augusztus közötti periódus értékei a legmagasabbak Széchenyi-hegy állomás esetében. 1971-2000 között a legmelegebb napokként 1992. augusztus 19-ét és 1998. augusztus 3-át tartjuk számon Széchenyi-hegy állomásunkon, ekkor a napi maximumhőmérséklet rendre $35,0^{\circ}\text{C}$ -nak adódott.

Érdeemes megemlíteni az 1989. december 17-én mért $18,0^{\circ}\text{C}$ -os maximumot is, mely a decemberben megszokott maximumoknál jóval magasabbnak adódott.

Az 1971-2000 közötti időintervallum legmagasabb napi maximumhőmérsékleti értékeit bemutatjuk Kitaibel Pál utcai állomásunk esetében is (6. ábra). A két, vizsgált állomás eredményei között a teljes időszak átlagában $+2,7^{\circ}\text{C}$ -

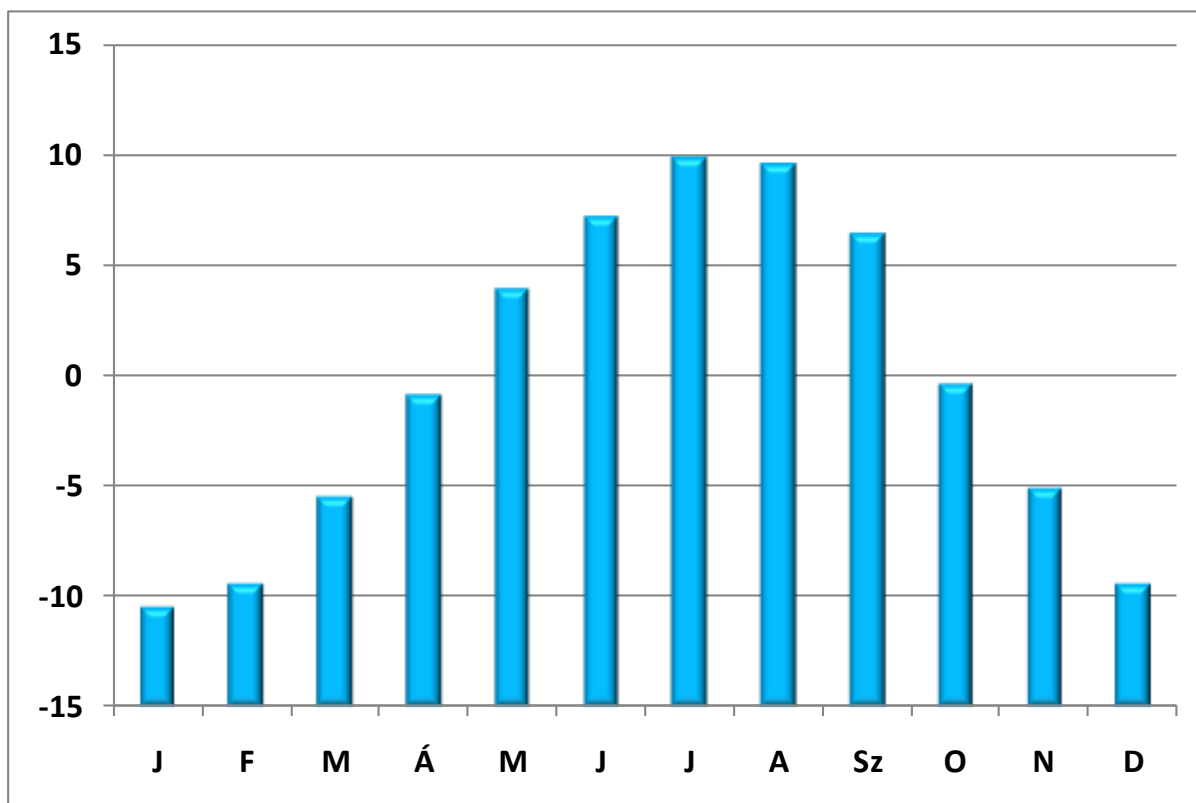
os eltérés adódik a budapesti értékek javára. A két görbe jól közelíti egymást. Az április – július közötti időszakban figyelhető meg a legnagyobb anomália a két adatsor között (átlagban $+3,4^{\circ}\text{C}$).



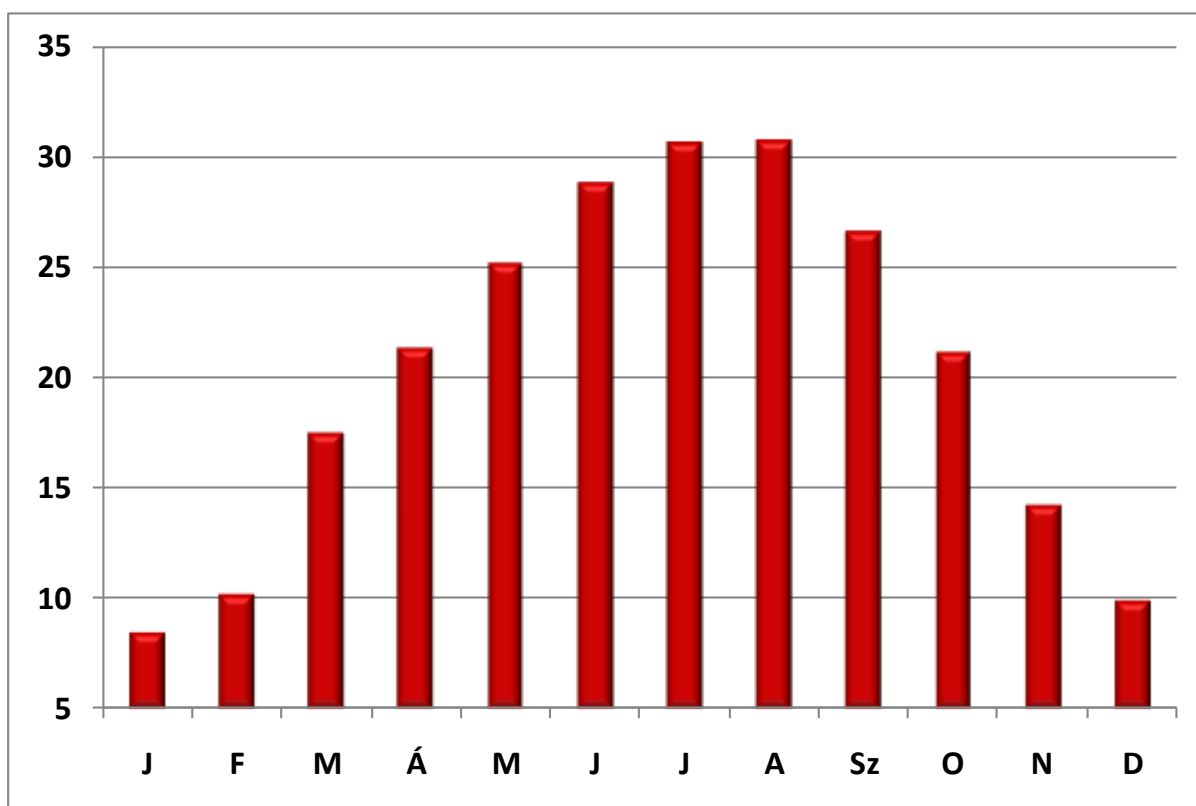
6. ábra. Legmagasabb napi maximumhőmérsékletek (1971-2000) Budapest, Kitaibel Pál utca állomáson ($^{\circ}\text{C}$)

A havi minimumhőmérsékletek sokéves átlagainak menete (7. ábra) hasonlóan alakul a középhőmérsékleti normál (1. ábra) menetéhez: a legmagasabb értékek júliusban, majd augusztusban és júniusban jellemzőek, a legalacsonyabb minimumok pedig januárban, decemberben és februárban fordulnak elő.

A havi maximumhőmérsékletek sokéves diagramján (8. ábra) látható, hogy – a középhőmérsékletekkel ellentétben – a legmagasabb maximumokat augusztusban jegyeztük az 1971-2000-es időszak során. Nem sokkal marad el tőle a július, melyet a június követ.



7. ábra. Havi minimumhőmérsékletek 30 éves átlagai (1971-2000) Széchenyi-hegy állomáson (°C)



8. ábra. Havi maximumhőmérsékletek 30 éves átlagai (1971-2000) Széchenyi-hegy állomáson (°C)

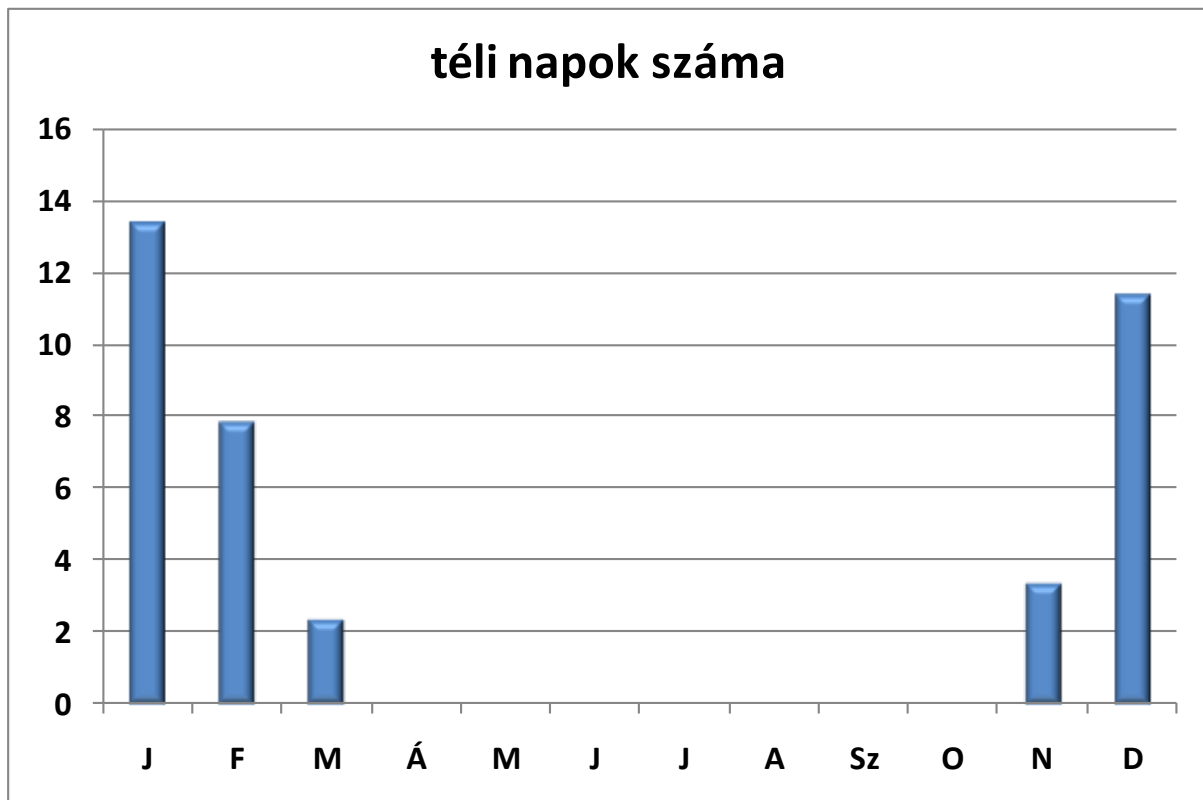
Küszöbnapok száma

Az ún. küszöbnapok száma a 3. táblázatban részletezett egyes feltételnek megfelelő napok számát jelöli. Tanulmányunkban háromféle hőmérsékleti küszöbnapot vizsgálunk.

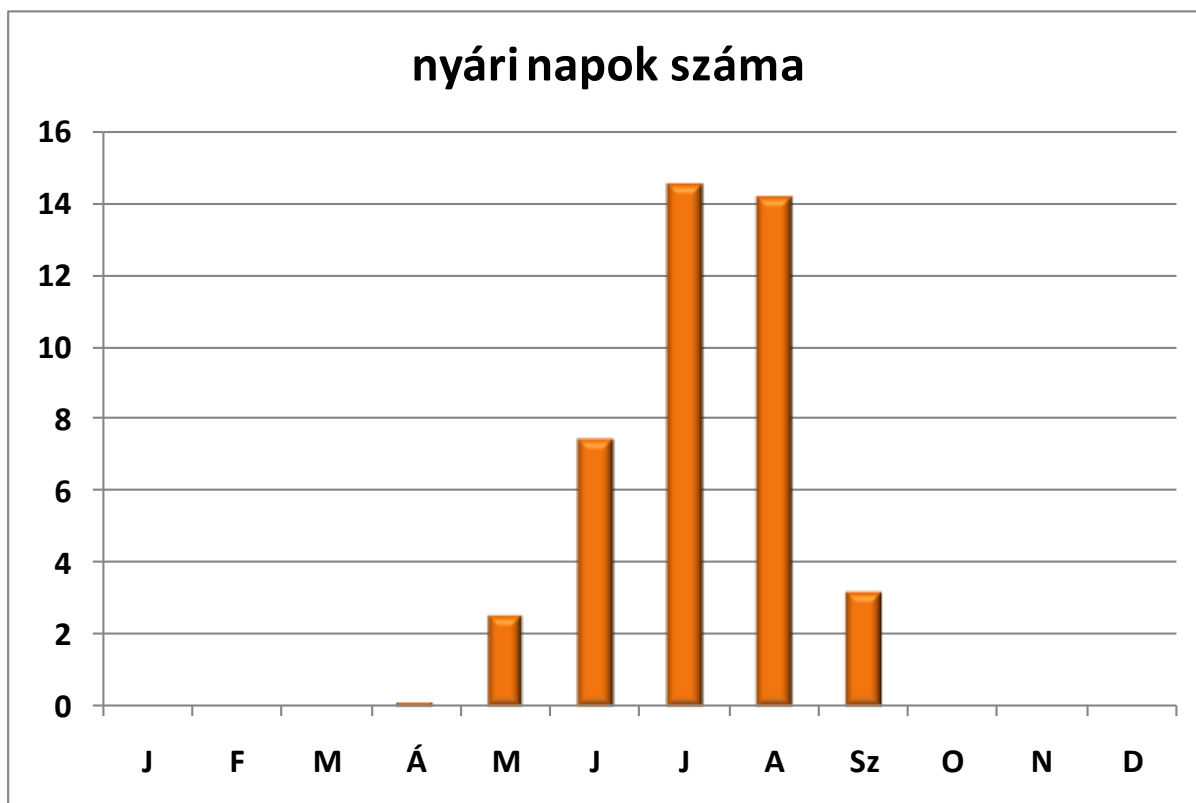
téli nap	$t_x \leq 0^\circ\text{C}$	ha a napi maximumhőmérséklet 0°C , vagy alacsonyabb 0°C -nál
nyári nap	$t_x \geq 25^\circ\text{C}$	ha a napi maximumhőmérséklet eléri, vagy meghaladja a 25°C -ot
hőség nap	$t_x \geq 30^\circ\text{C}$	ha a napi maximumhőmérséklet eléri, vagy meghaladja a 30°C -ot

3. táblázat. Hőmérsékleti küszöbnapok definíciói

Téli napot Széchenyi-hegy állomásunkon novembertől márciusig jegyzünk az év során (9. ábra). A sokéves középhőmérsékleti átlagokkal egybecsengően januárban figyelhető meg a legtöbb téli nap (átlagban 13,5 nap), melyet december (11,5), február (7,8), november (3,3), majd március (2,3) követ.



9. ábra. Téli napok átlagos száma (1971-2000) Széchenyi-hegy állomás adatai alapján



10. ábra. Nyári napok átlagos száma (1971-2000) Széchenyi-hegy állomás adatai alapján



11. ábra. Hőségnapok átlagos száma (1971-2000) Széchenyi-hegy állomás adatai alapján

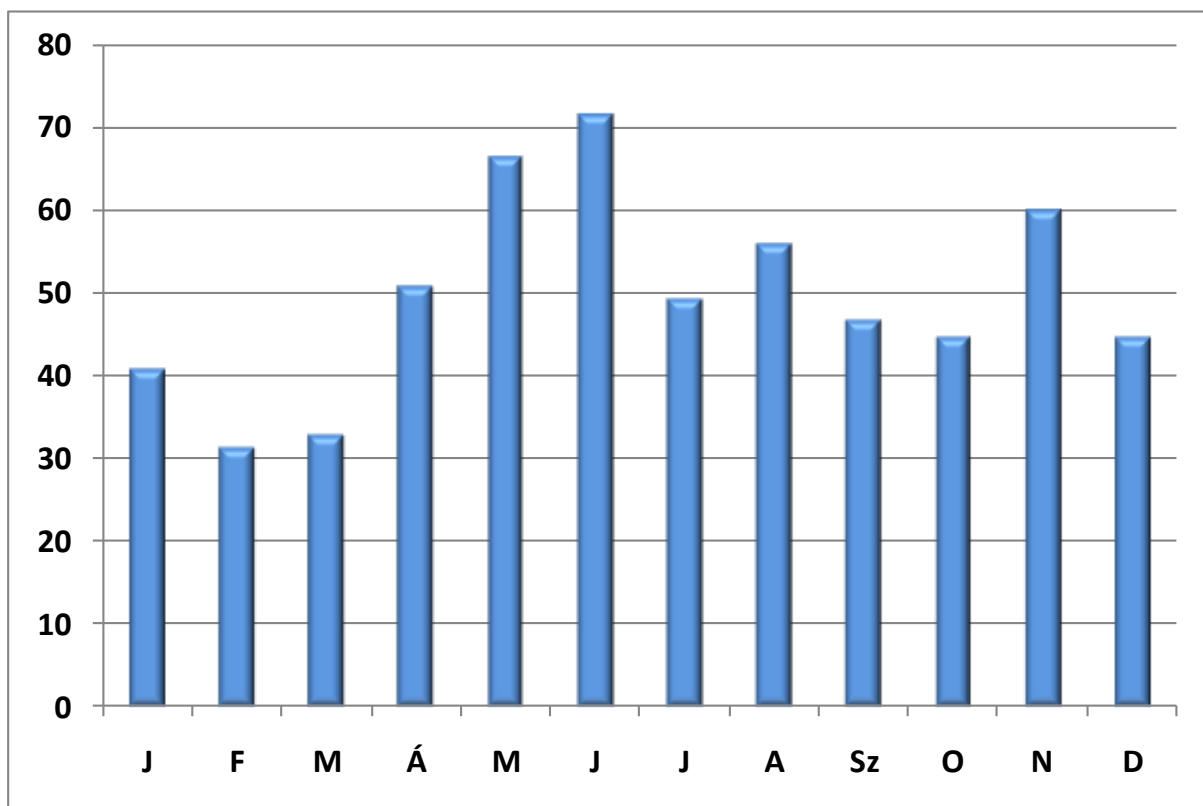


Nyári napok jellemzően májustól szeptemberig fordulnak elő (10. ábra), bár egy-egy alkalommal áprilisban is volt rá példa az 1971-2000 közötti időszakban. A legtöbb nyári napot júliusban jegyeztük (14,5 nap), kevéssel marad le az augusztus (14,1 nap), majd a június (7,4), szeptember (3,2) és a május (2,5) következnek a sorban.

A nyári napok számával ellentétben a legtöbb hőségnap (11. ábra) nem júliusban, hanem augusztusban figyelhető meg a Széchenyi-hegy területén (3,2 nap). Júliusban átlagosan 2,3 nap felelt meg a kritériumnak az 1971-2000-es időszak adatait figyelembe véve, júniusra pedig 0,5 nap jut. Néhány alkalommal szeptemberben is jegyeztünk hőségnapot (0,1).

CSAPADÉKVISZONYOK

A sokéves átlag alapján a Széchenyi-hegy területén – az országos trendnek megfelelően – júniusban hullik a legtöbb csapadék, februárban pedig a legkevesebb (12. ábra). A novemberi időszakban másodmaximum figyelhető meg. Összességében elmondható, hogy a normál értékek alapján a havi átlagos csapadékösszeg az év során jellemzően 30 és 75 mm között alakul. Az állomáshoz tartozó harmincéves átlagokat 4. táblázatunk tartalmazza.



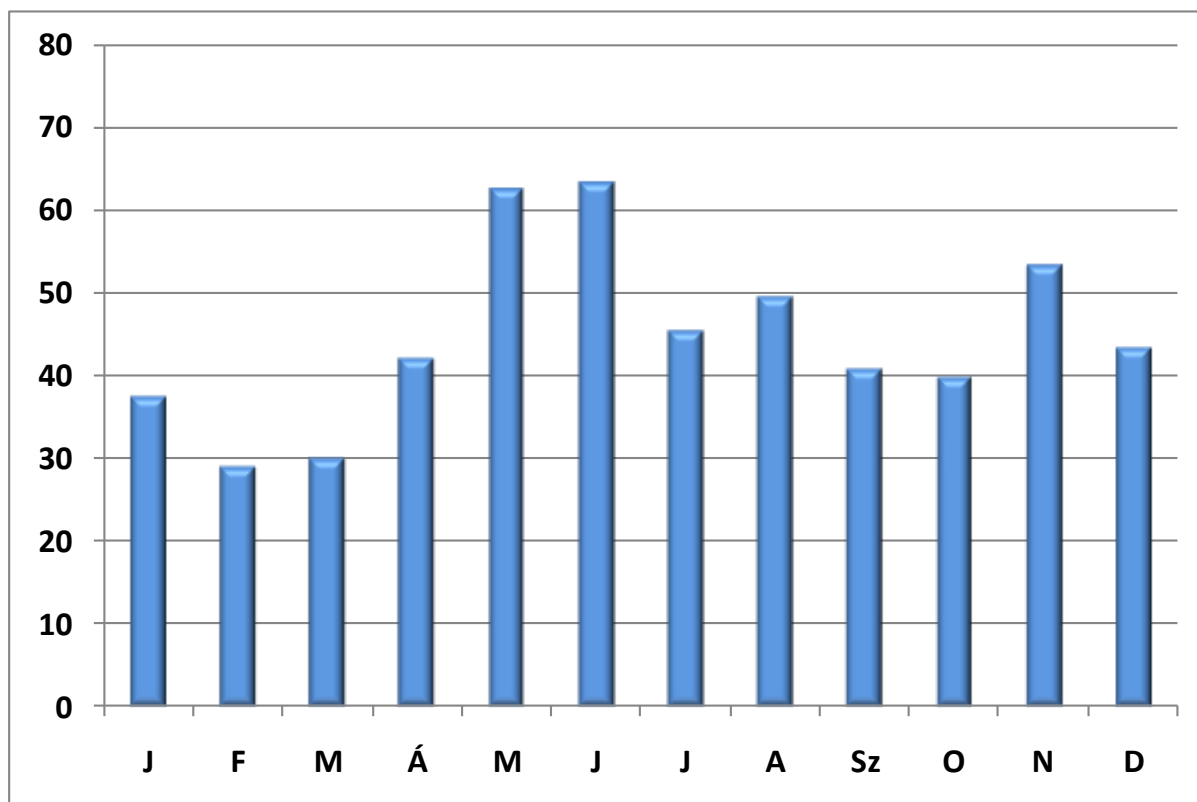
12. ábra. Havi átlagos csapadékösszegek az 1971-2000 közötti időszak adatai alapján (mm), Széchenyi-hegy

Kitaibel Pál utcai állomásunkon a havi csapadékösszegek az 1971-2000-es normál alapján zömmel 30 és 65 mm között alakulnak az év során. Júniusban hullik a legtöbb eső, ám kevéssel marad el tőle a májusi átlag (13. ábra). A novemberi másodmaximum szintén megfigyelhető az állomás adatai alapján. A legkevesebb csapadék ezen a területen is februárban várható. A sokéves, átlagos csapadékösszegeket 5. táblázatunk tartalmazza.

hónap	normál
január	40,51
február	31,06
március	32,73
április	50,50
május	66,11
június	71,39
július	48,97
augusztus	55,60
szeptember	46,58
október	44,45
november	59,80
december	44,29

4. táblázat. Széchenyi-hegy állomás sokéves (1971-2000) havi csapadékösszegei (mm)

A két vizsgált állomás adatait összehasonlítva elmondható, hogy Széchenyi-hegy állomásunk sokéves átlagai minden hónapban rendre meghaladják budapesti állomásunk átlagos havi csapadékmennyiségeit. A különbség novemberben (+6,58 mm), illetve augusztusban a legnagyobb (+6,45 mm), decemberben pedig a legkisebb (+1,22 mm). A teljes évet tekintve az átlagos havi eltérés +4,86 mm.



13. ábra. Havi átlagos csapadékösszegek az 1971-2000 közötti időszak adatai alapján (mm), Budapest, Kitaibel Pál utca

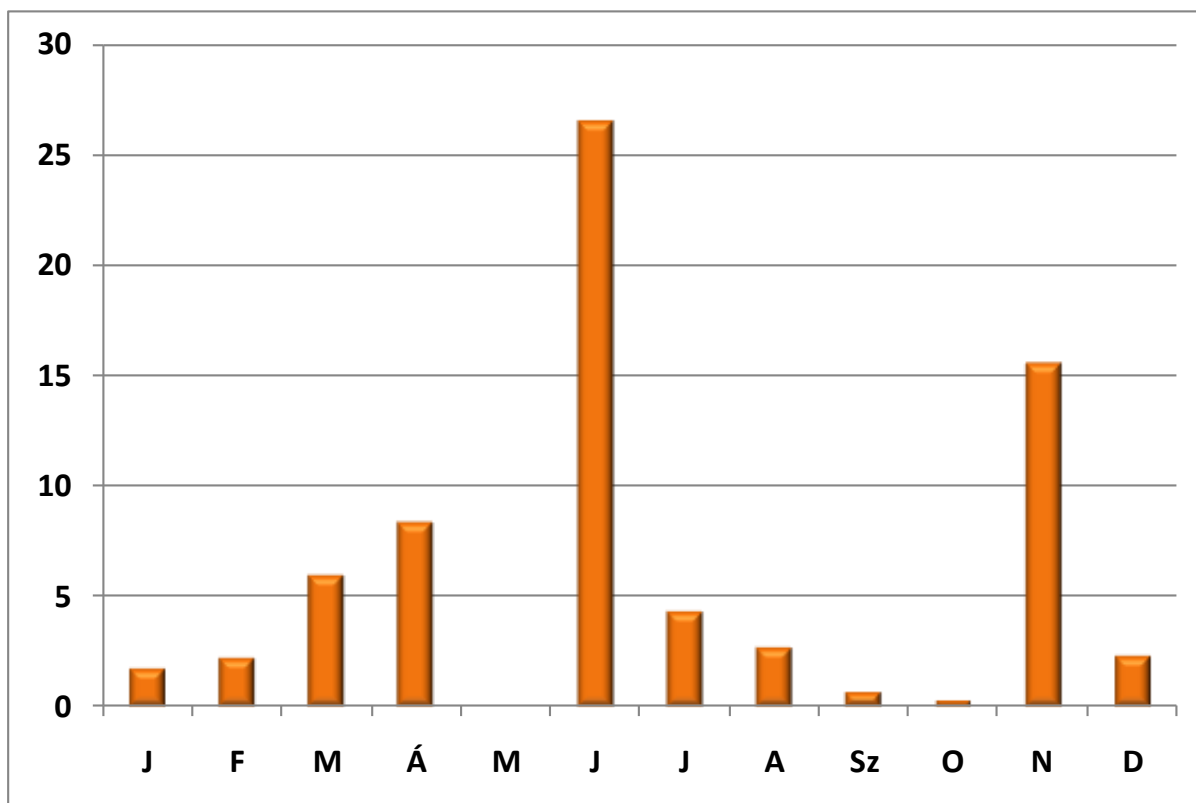
hónap	érték
január	37,23
február	28,81
március	29,71
április	41,91
május	62,28
június	63,15
július	45,20
augusztus	49,15
szeptember	40,47
október	39,51
november	53,22
december	43,06

5. táblázat. Budapest, Kitaibel Pál utcai állomásunk sokéves (1971-2000) havi csapadékösszegei (mm)

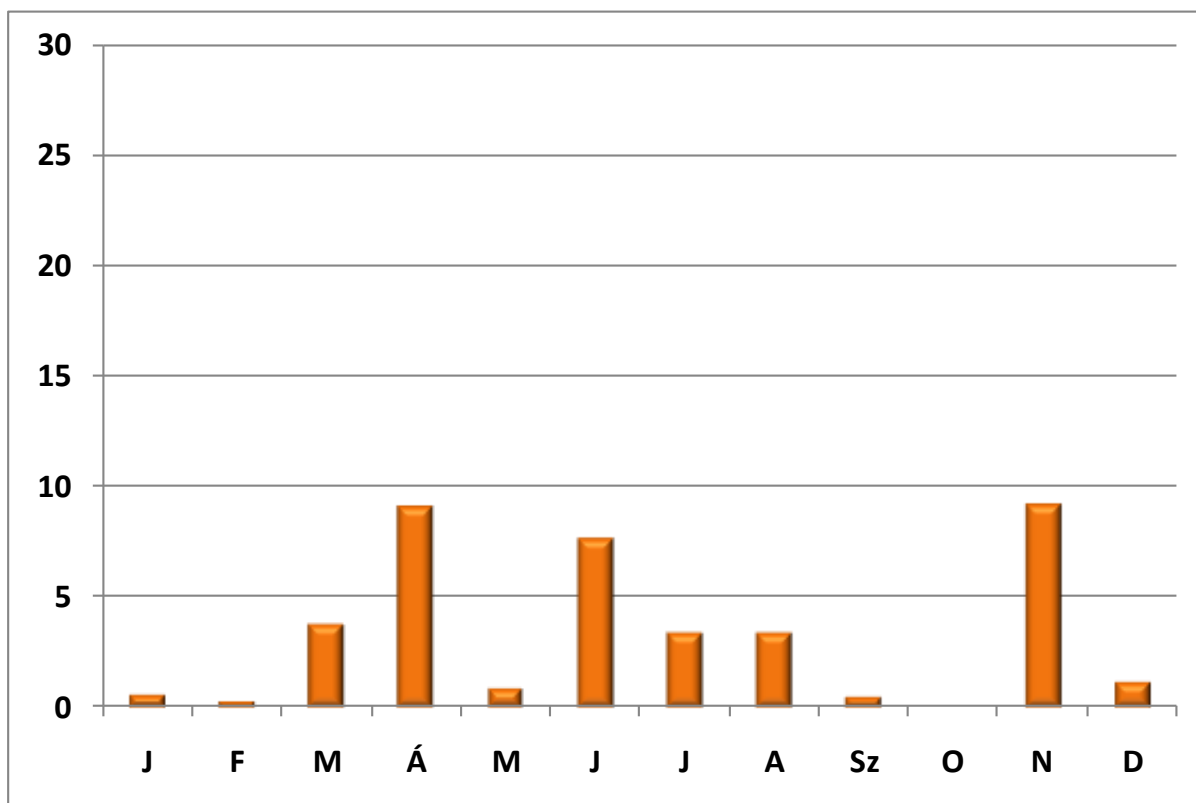
Maximum és minimum értékek

Az 1971-2000 közötti időszak legalacsonyabb havi csapadékösszegeit 14. ábránk tartalmazza. A januári minimumot a Széchenyi-hegyen 1991-ben jegyeztük (1,7 mm), a februárit 1998-ban (2,2 mm), a márciusit 1990-ben (5,9 mm). A kijelölt időszak legszárazabb áprilisát 1983-hoz köthetjük (8,3 mm), míg 1973 májusában egyáltalán nem hullott csapadék a Széchenyi-hegy területén. A diagram alapján a júniusi minimum csapadékmennyiség a legmagasabb a hónapok között, a normál időszakban 26,4 mm-nél nem mértünk alacsonyabb csapadékmennyiséget (1993). 1984-ben jelentkezett a július hónapok legalacsonyabb értéke (4,3 mm), az augusztusi 2,6 mm pedig 1992-ben. 1986-os a legalacsonyabb szeptemberi érték (0,6 mm), az októberek között pedig az 1995-ös volt a legszárazabb (0,2 mm). A novemberi másodmaximum 14. ábránkon is jól megmutatkozik, a normál időszak legalacsonyabb novemberi csapadékösszege 15,5 mm volt a Széchenyi-hegyen (1986), a decemberi értékek között pedig az 1989-es a legalacsonyabb (2,3 mm).

15. ábránk alapján a Kitaibel Pál utcai minimumok zömmel alacsonyabbak a Széchenyi-hegyen jegyzett értékeknél. A két állomás legalacsonyabb értékei közötti legnagyobb eltérés júniusban és novemberben látható.

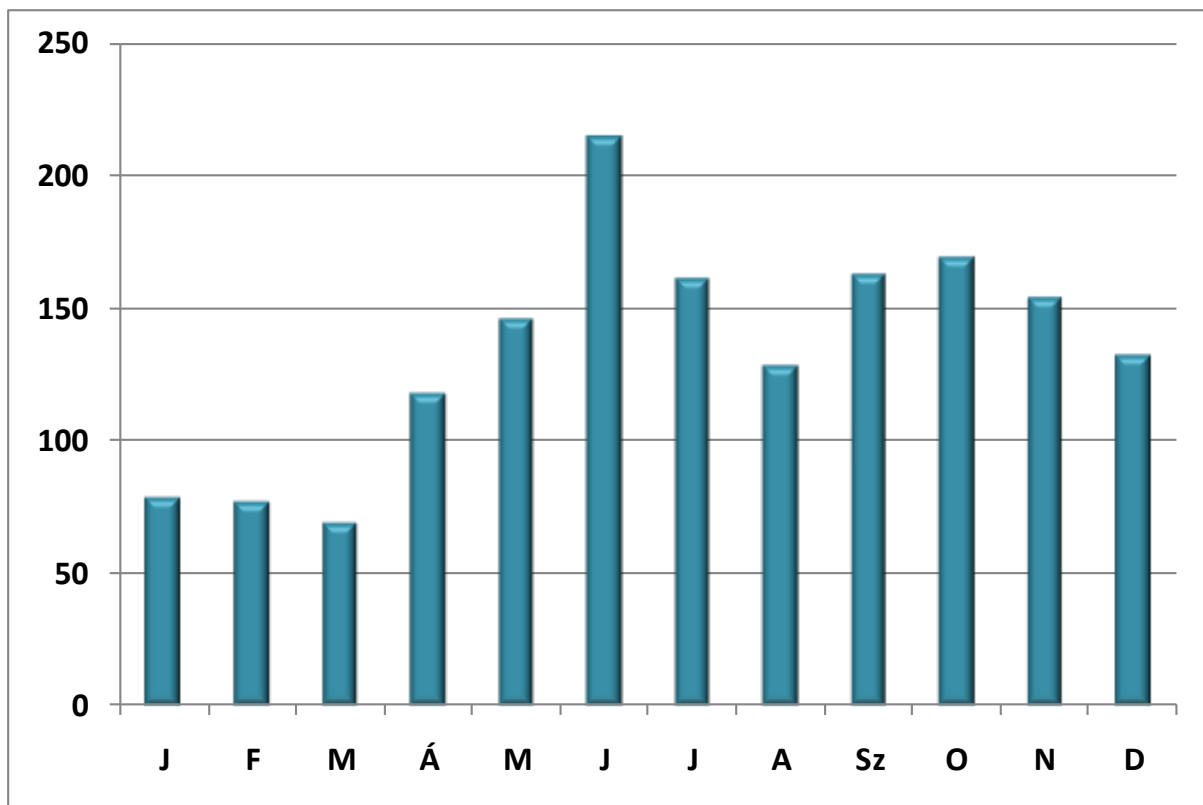


14. ábra. Havi csapadékösszegek harmincéves (1971-2000) minimuma Széchenyi-hegy állomáson (mm)



15. ábra. Havi csapadékösszegek harmincéves (1971-2000) minimuma, Budapest, Kitaibel Pál utca (mm)

Az 1971-2000-es időszak legalacsonyabb havi minimuma a Kitaibel Pál utcai méréseink alapján januárban 0,5 mm (1991), februárban 0,2 mm (1998), márciusban 3,7 mm (1973). Az áprilisi legalacsonyabb érték az állomás minimumai között a kijelölt időszakban 9 mm (1985), a májusi 0,8 mm (1973) és a júniusi 7,5 mm (2000). Júliusban 1984-hez köthető a legkisebb minimum (3,3 mm), augusztusban szintén 3,3 mm-t jegyeztünk 1992-ben és 1986-os a szeptemberi mennyiség (0,4 mm). Szintén találunk egy hónapot, melynek során egyáltalán nem hullott csapadék a területen: az 1995-ös október volt a legszárazabb 0 mm-rel. Novemberben 9,1 mm a legkevesebb (1986), decemberben pedig 1,1 mm (1972).

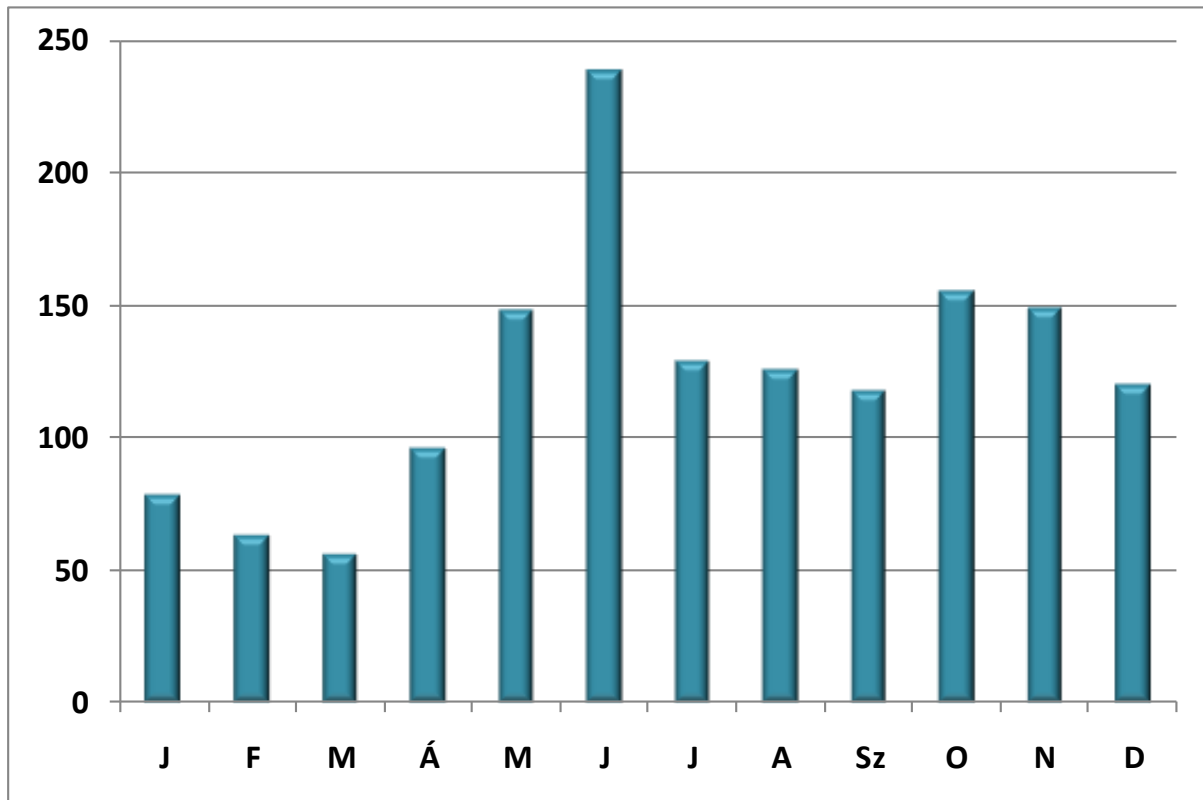


16. ábra. Havi csapadékösszegek harmincéves (1971-2000) maximuma Széchenyi-hegy állomáson (mm)

A kijelölt normál időszak legmagasabb havi maximumait Széchenyi-hegy állomásunkon 16. ábránk mutatja be. A legmagasabb maximum júniusához tartozik (213,7 mm, 1999), a legalacsonyabb márciusához (68,3 mm, 1977).

Kitaibel Pál utcai méréseink eredményeit a 17. ábra mutatja be. A legmagasabb maximum szintén júniusához köthető (237,8 mm, 1999), a legalacsonyabb pedig

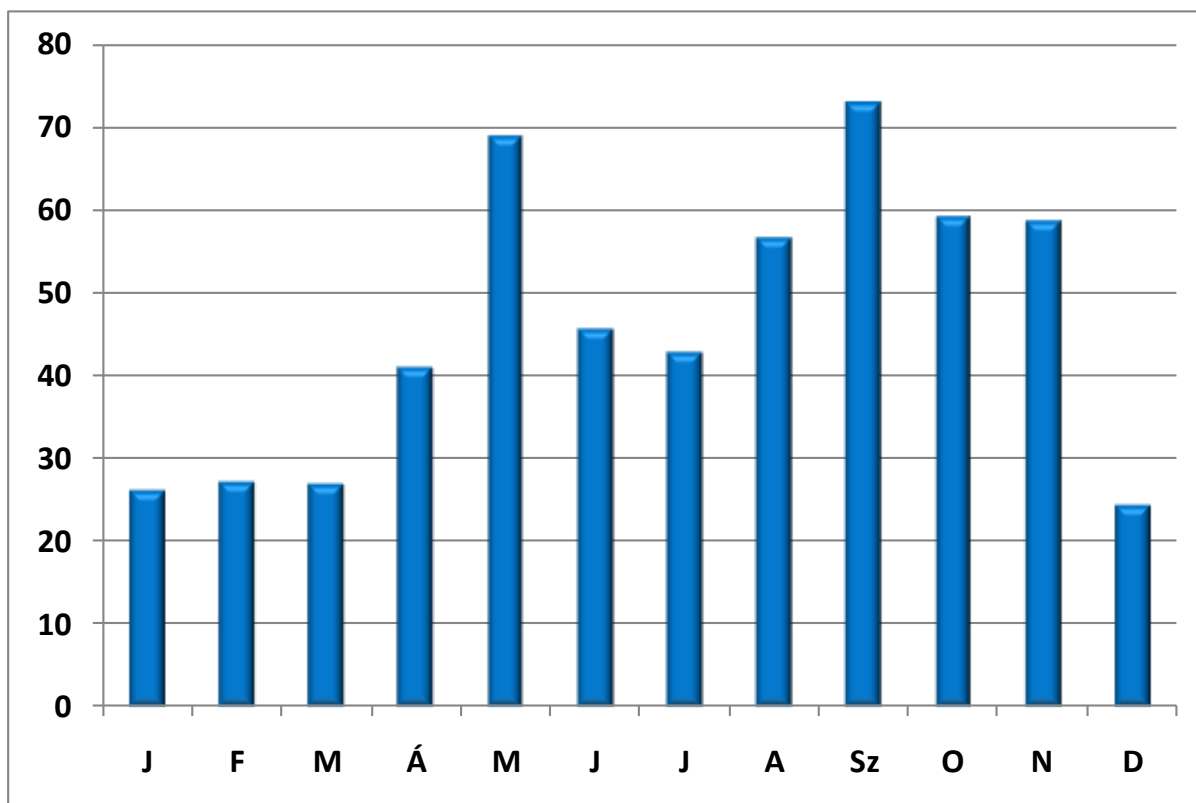
ugyancsak márciushoz (55,4 mm, 1977). Megemlítjük, hogy hazánkban a csapadék jelentősen változékony paraméter, melyre jó példát találunk, ha a diagramot összevetjük korábbi, 15. ábránk értékeivel. A júniusok sorait tekintve 1971-2000 között a legnagyobb havi maximum 1999-ben adódott, de rögtön a rákövetkező évben, 2000-ben jegyeztük a legalacsonyabb júniusi minimumot is.



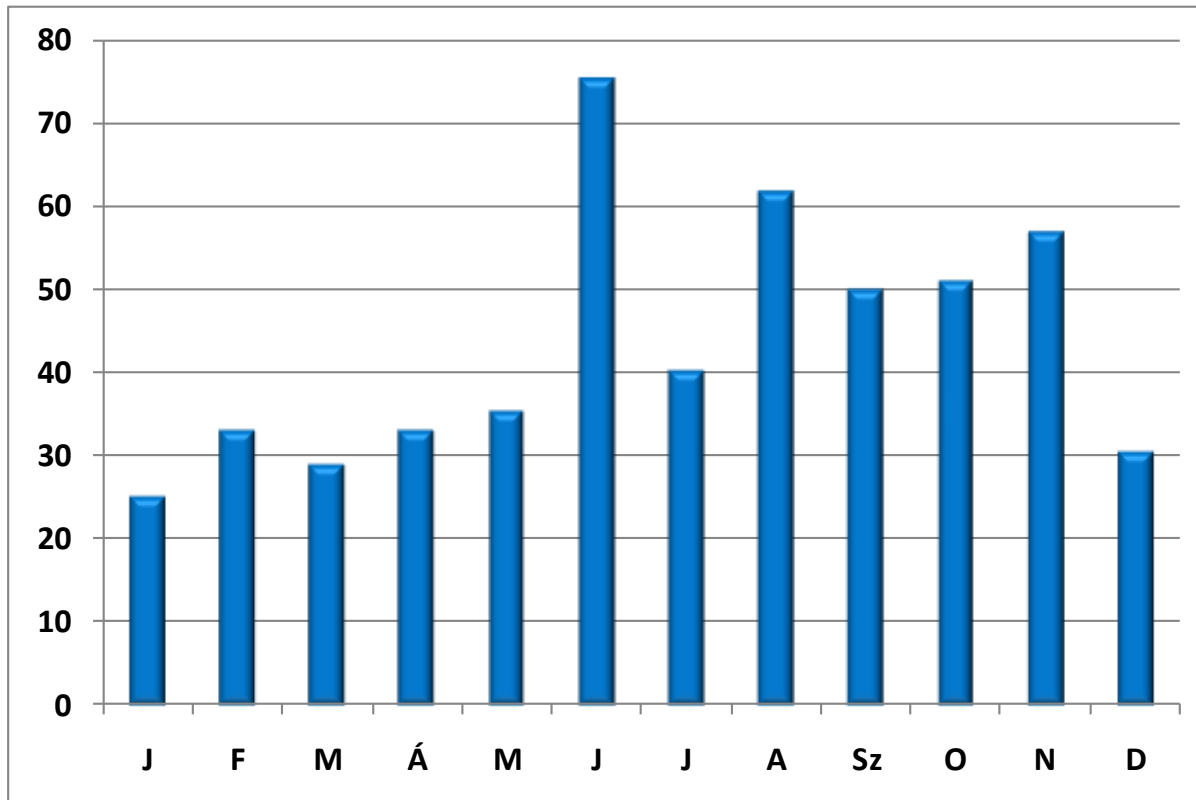
17. ábra. Havi csapadékösszegek harmincéves (1971-2000) maximuma, Budapest, Kitaibel Pál utca (mm)

A két állomás maximumai között többnyire a Széchenyi-hegy értékei magasabbak, kivétel ez alól a júniusi és a májusi mennyiség.

A 24 óra leforgása alatt lehullott legnagyobb csapadékmennyiségek havi átlagai között (18. ábra) a Széchenyi-hegyen a szeptember jár elől (72,9 mm, 1996), második pedig a május (68,7 mm, 1991). A legalacsonyabb maximum decemberben látható (24,3 mm, 1976).



18. ábra. Napi csapadékösszegek maximumának 30 éves átlagai (1971-2000) Széchenyi-hegy állomáson (mm)



19. ábra. Napi csapadékösszegek maximumának 30 éves átlagai (1971-2000) Budapest, Kitaibel Pál utca állomáson (mm)

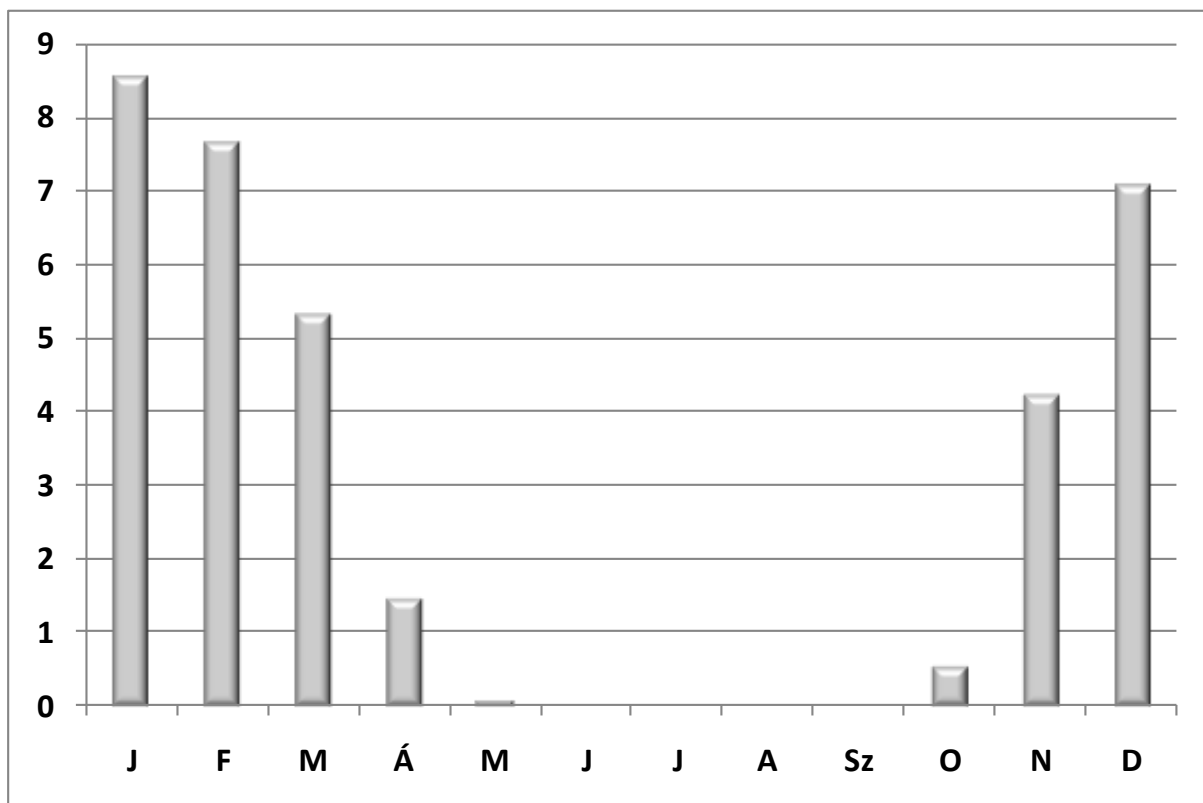
A Széchenyi-heggyel ellentétben budapesti mérőhelyünkön júniusnál látható a maximális napi csapadékösszegek legmagasabb átlaga (75,1 mm, 1989), a másodmaximum pedig augusztusnál (61,5 mm, 1978). A legkisebb maximumot, 25 mm-t 1998 januárjában jegyeztük.

Küszöbnapok száma

A hőmérsékleti küszöbnapok mellett a csapadék küszöbnapokat is bemutatjuk. Ezek magyarázatait 6. táblázatunk tartalmazza.

havas nap	azon napok, melyeken havazást figyelnek meg (már a csapadéknyom is elegendő mennyiség)
hótakarós nap	a megfigyelés napján 07 UTC-kor három mérés átlagában legalább 1 cm-es hóréteg borítja a felszínt
zivataros nap	elektromos jelenséggel kísért esemény, melynek során dörgés, villámlás tapasztalható (a csapadék nem feltétel)

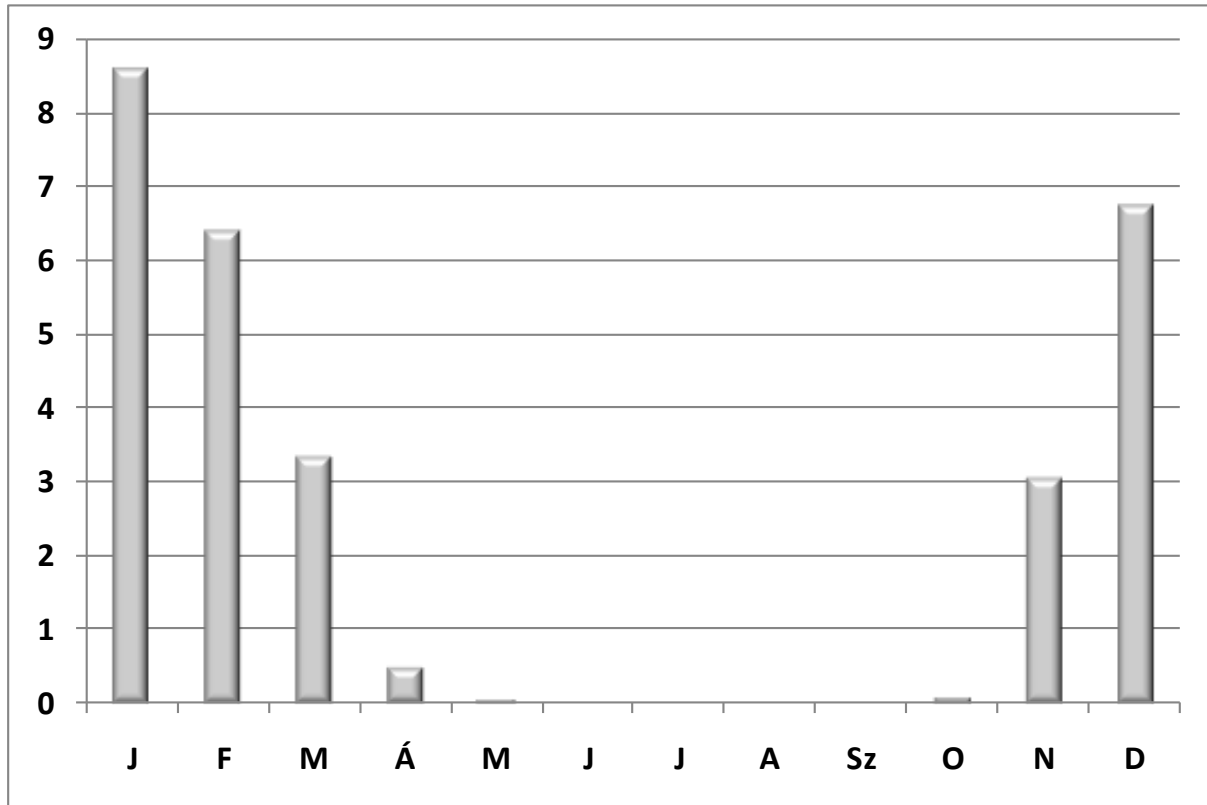
6. táblázat. Csapadék küszöbnapok definíciói



20. ábra. Havas napok számának harmincéves átlagai (1971-2000) Széchenyi-hegy állomáson

A Széchenyi-hegyen október és május között fordult elő havas nap az 1971-2000-es időszakban (20. ábra). Ezek között is a legtöbb januárban (átlagban 8,5 nap),

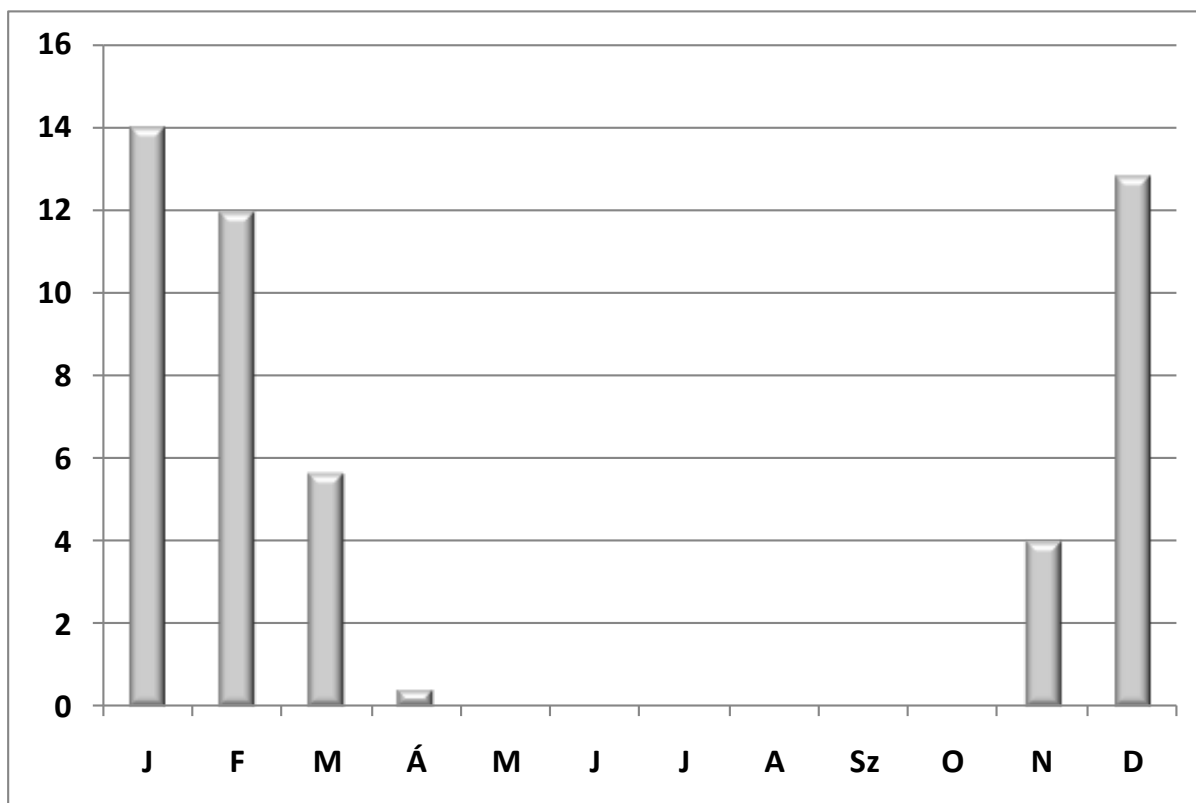
majd sorrendben, februárban (7,6 nap), decemberben (7 nap), márciusban (5,3 nap). Ennél jelentősen kevesebb áprilisban (1,4 nap), majd októberben (0,5 nap) és végül májusban látható (0,1 nap).



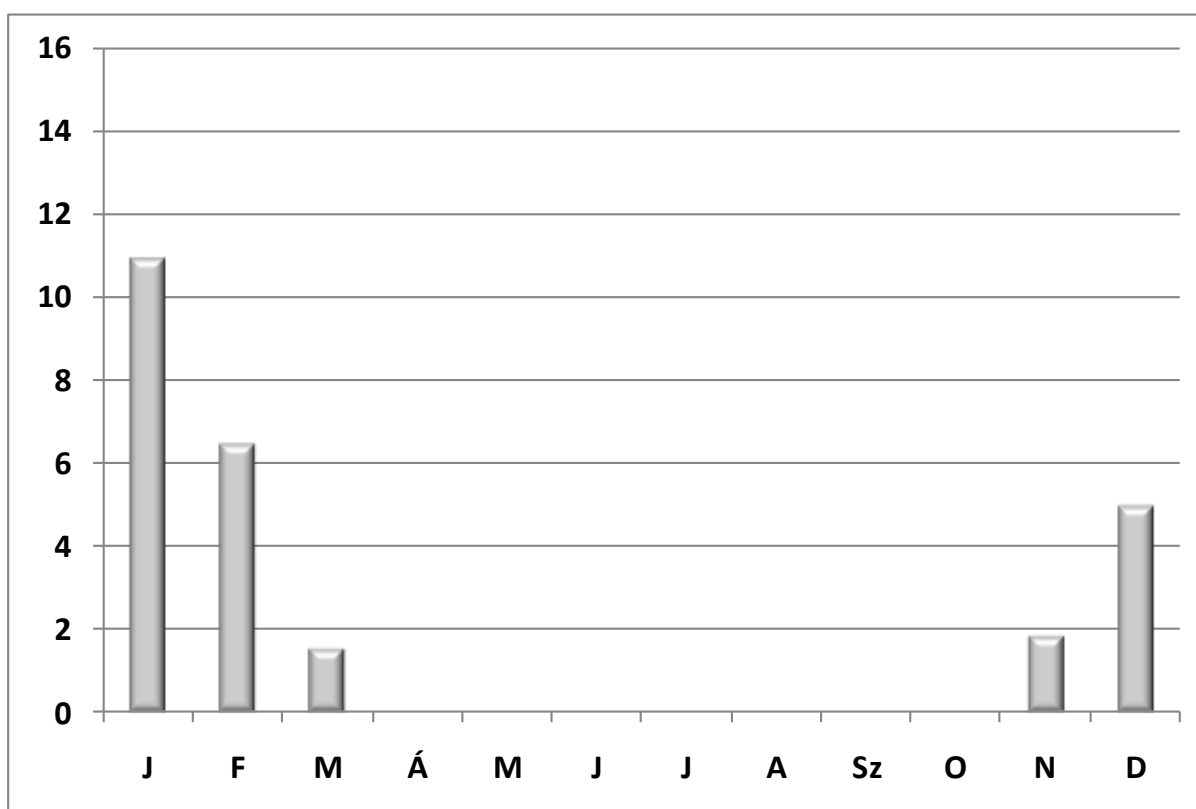
21. ábra. Havas napok számának harmincéves átlagai (1971-2000) Budapest, Kitaibel Pál utca állomáson

Budapesti állomásunkon inkább a november – április közötti időszakra jellemző a havas napok előfordulása, ugyanakkor az 1971-2000 közötti időszakban egy-egy példát találunk májusra és októberre is (21. ábra). A havas nap kritériumának megfelelő legtöbb napot általában januárban jegyezzük (átlagban 8,6 nap), ezt követi a december (6,7 nap), február (6,3 nap), március (3,3 nap), majd a november (3 nap). Októberben a harmincéves átlag mindössze 0,07 nap, májusban pedig 0,03 nap.

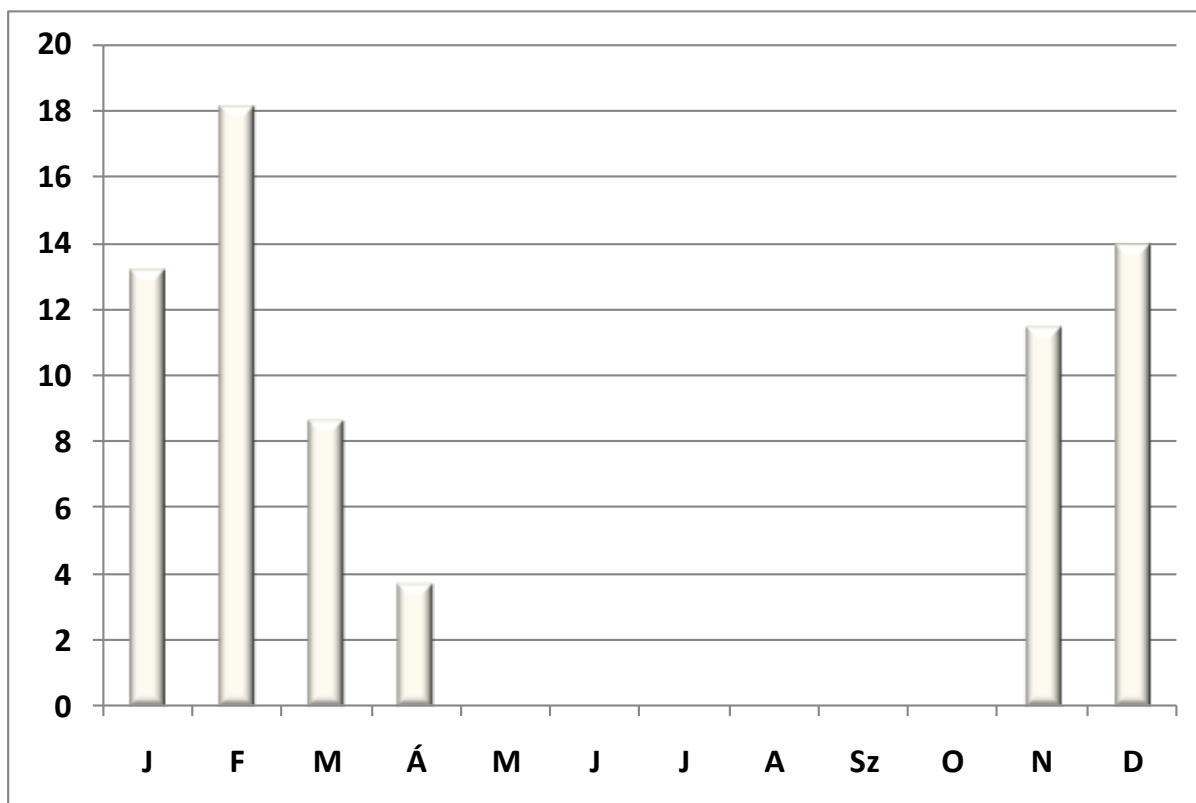
A sokéves átlag alapján a Széchenyi-hegyen november és április között fordulnak elő hótakarós napok (22. ábra). A legtöbb januárban (átlagban 14 nap), a legkevesebb áprilisban (0,4 nap). Ezzel ellentétben a budapesti mérések szerint (23. ábra) általában áprilisban egyáltalán nem, és márciusban is csak kevés (1,5 nap) hótakarós napra számíthatunk. Messze a legtöbb hótakarós nap (11 nap) januárra jellemző ezen a területen.



22. ábra. Hótakarós napok számának harmincéves átlagai (1971-2000) Széchenyi-hegy állomáson



23. ábra. Hótakarós napok számának harmincéves átlagai (1971-2000) Budapest, Kitaibel Pál utca állomáson



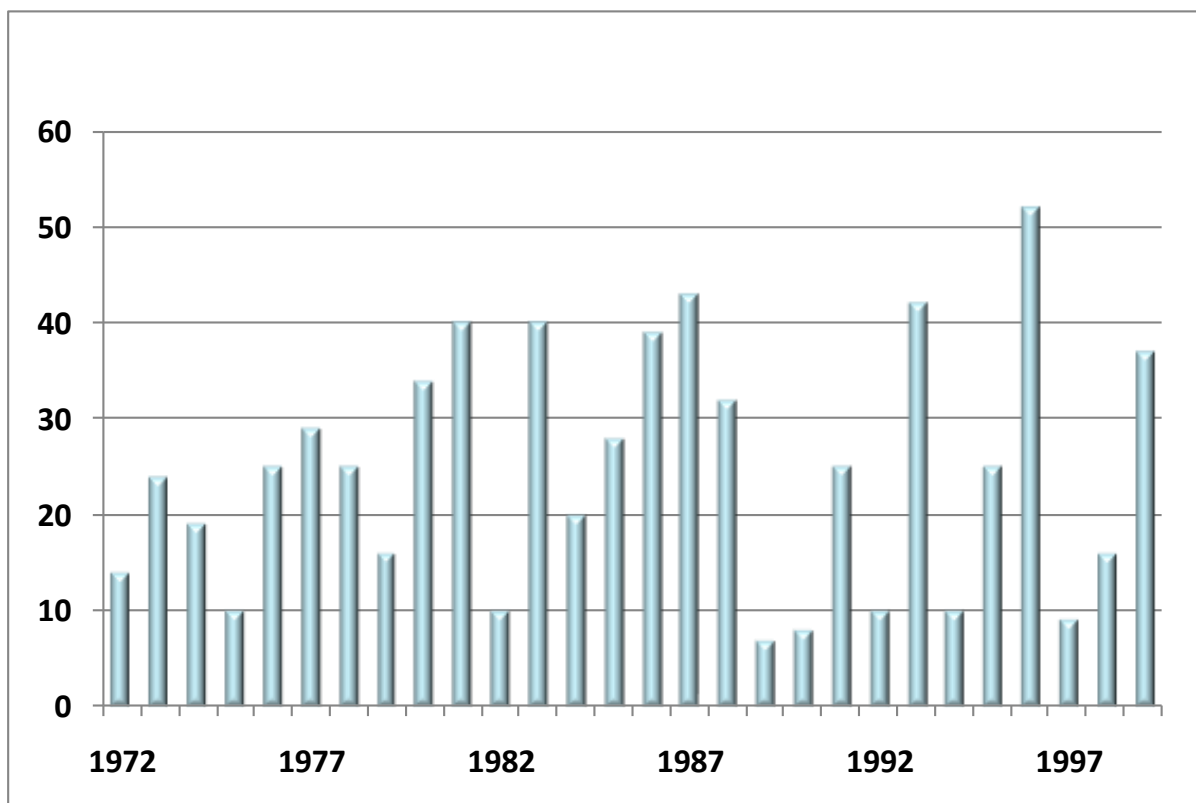
24. ábra. Havi maximális hóvastagság harmincéves átlagai (1971-2000) Széchenyi-hegy állomáson (cm)

Széchenyi-hegy állomásunk havi maximális hóvastagság diagramján (24. ábra) februárnál látható a legnagyobb érték (18 cm), a legkisebb pedig áprilisnál (3,6 cm). Decembert a másodmaximum (14 cm), melyet a januári érték követ (13 cm).

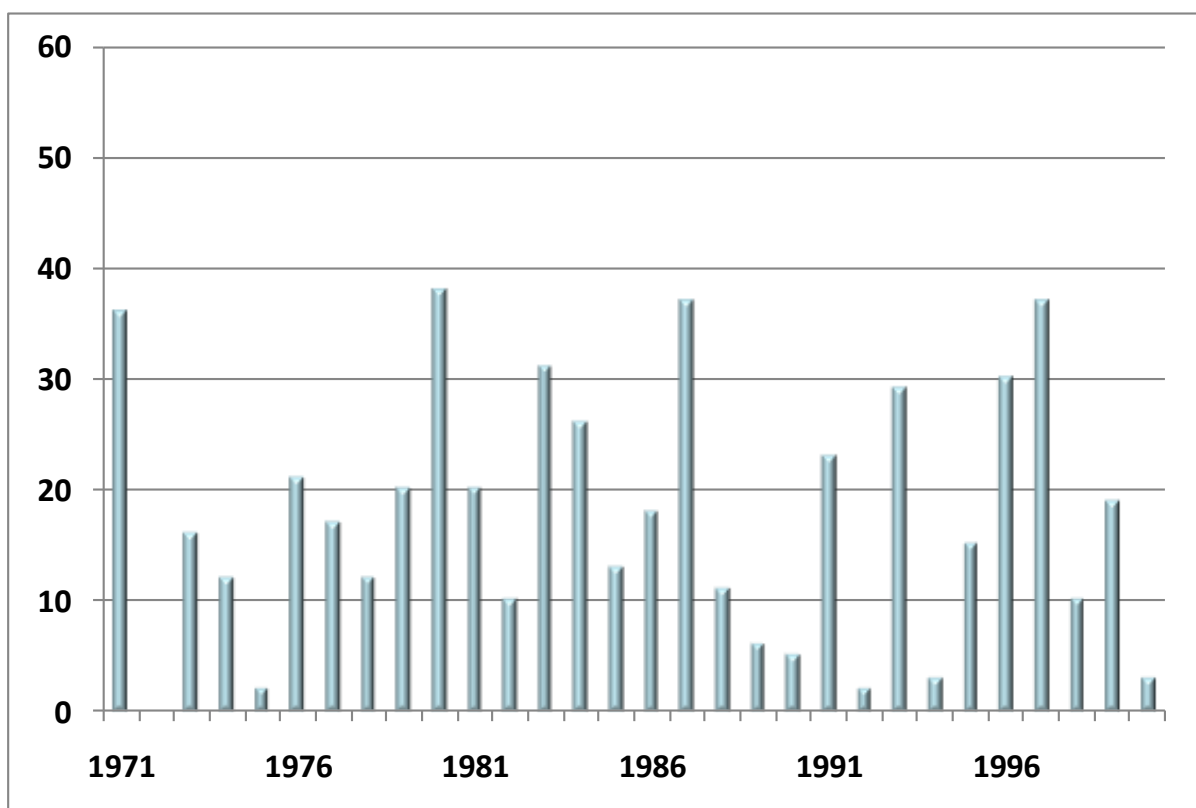
A legnagyobb hóvastagság éves bontású diagramjain (25. ábra és 26. ábra) látható, hogy bár a budapesti eredmények többször meghaladják a 30 cm-t, a 40 cm-es vastagságot sosem érik el az 1971-2000 közötti időszakban. Ezzel szemben a Széchenyi-hegyen erre többször is találunk példát: 1981-ben és 1983-ban (40 cm), 1987-ben (43 cm), 1993-ban (42 cm) és 1996-ban is (52 cm).

A Kitaibel Pál utcában a legnagyobb jegyzett hóvastagság 1980 decemberéhez köthető (38 cm), de kiemelkedő még 1971 januárja (36 cm), 1987 januárja (37 cm) és 1997 januárja (37 cm).

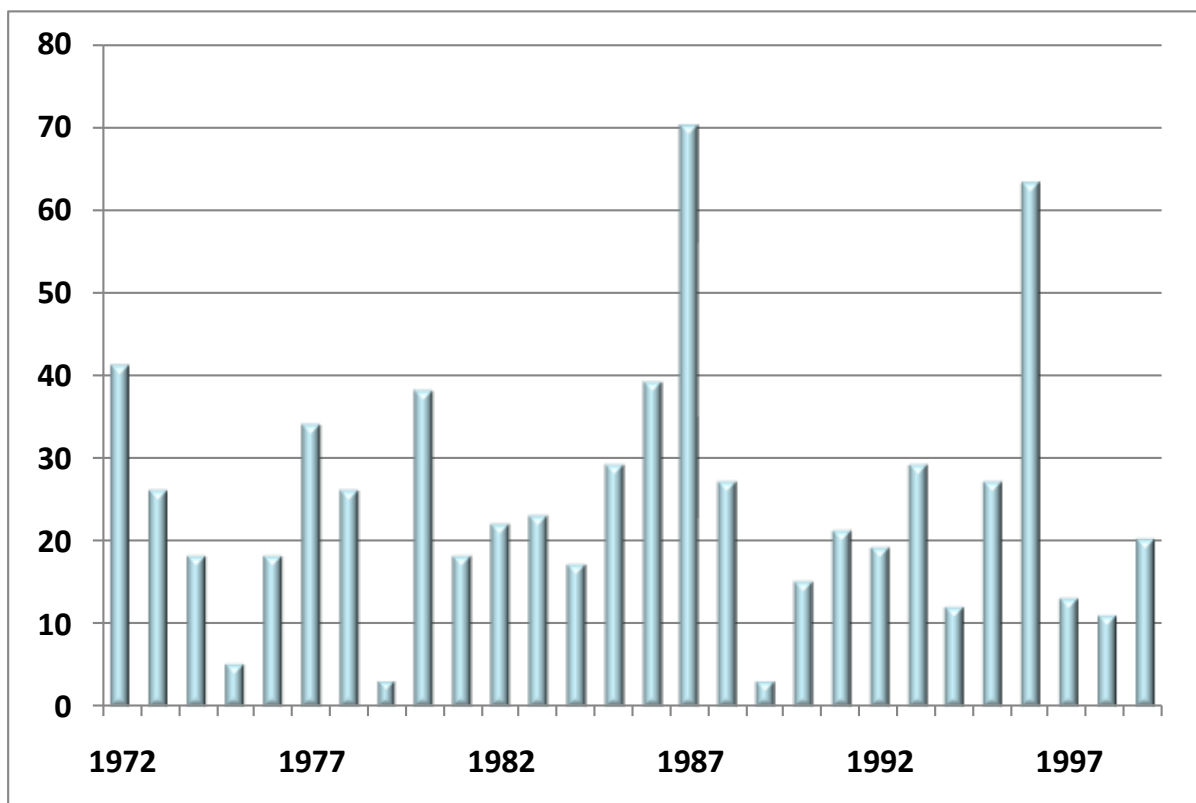
A Széchenyi-hegyen 1996 februárjában jegyeztük a legnagyobb értéket (52 cm). A kijelölt időszak legmagasabb hóvastagságai között még az 1981. novemberi (40 cm), 1983. februári (40 cm), 1987. januári (43 cm) és az 1993. novemberi (42 cm) értékeket említhetjük.



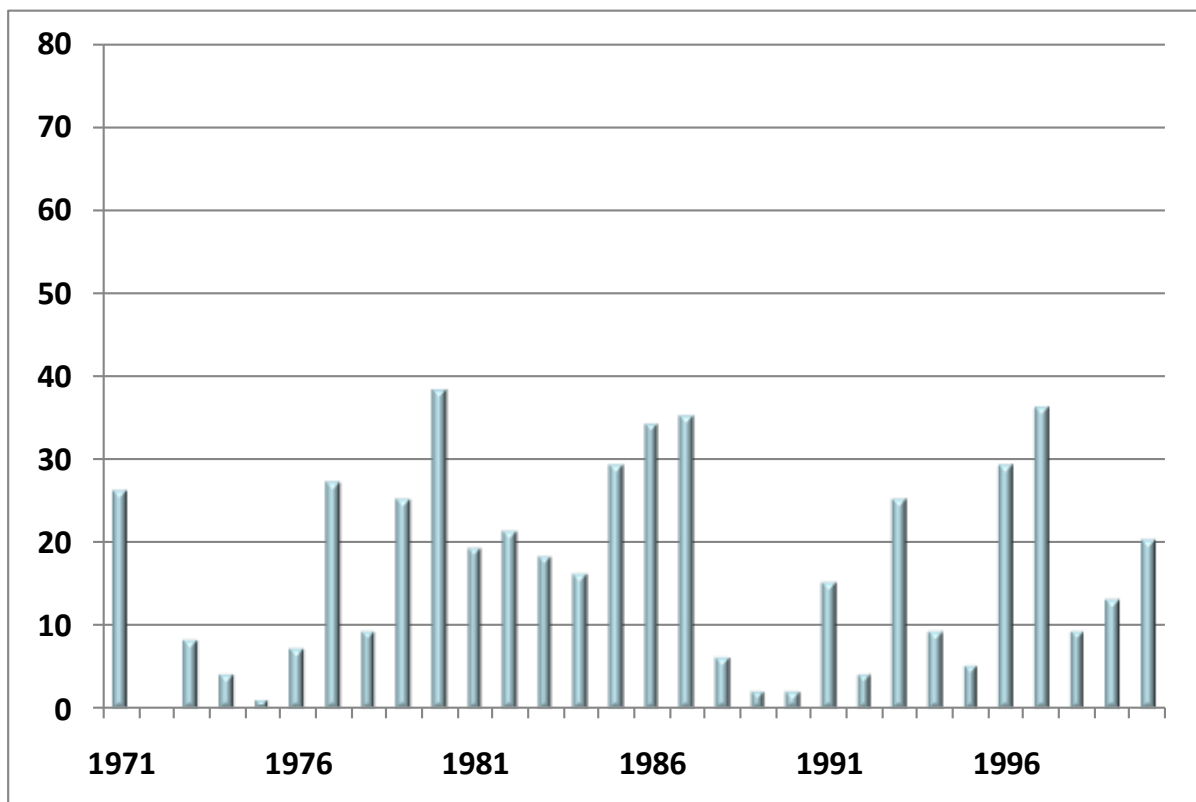
25. ábra. Legnagyobb hóvastagság értékei évenként (1971-2000) Széchenyi-hegy állomáson (cm)



26. ábra. Legnagyobb hóvastagság értékei évenként (1971-2000) Budapest, Kitaibel Pál utca állomáson (cm)



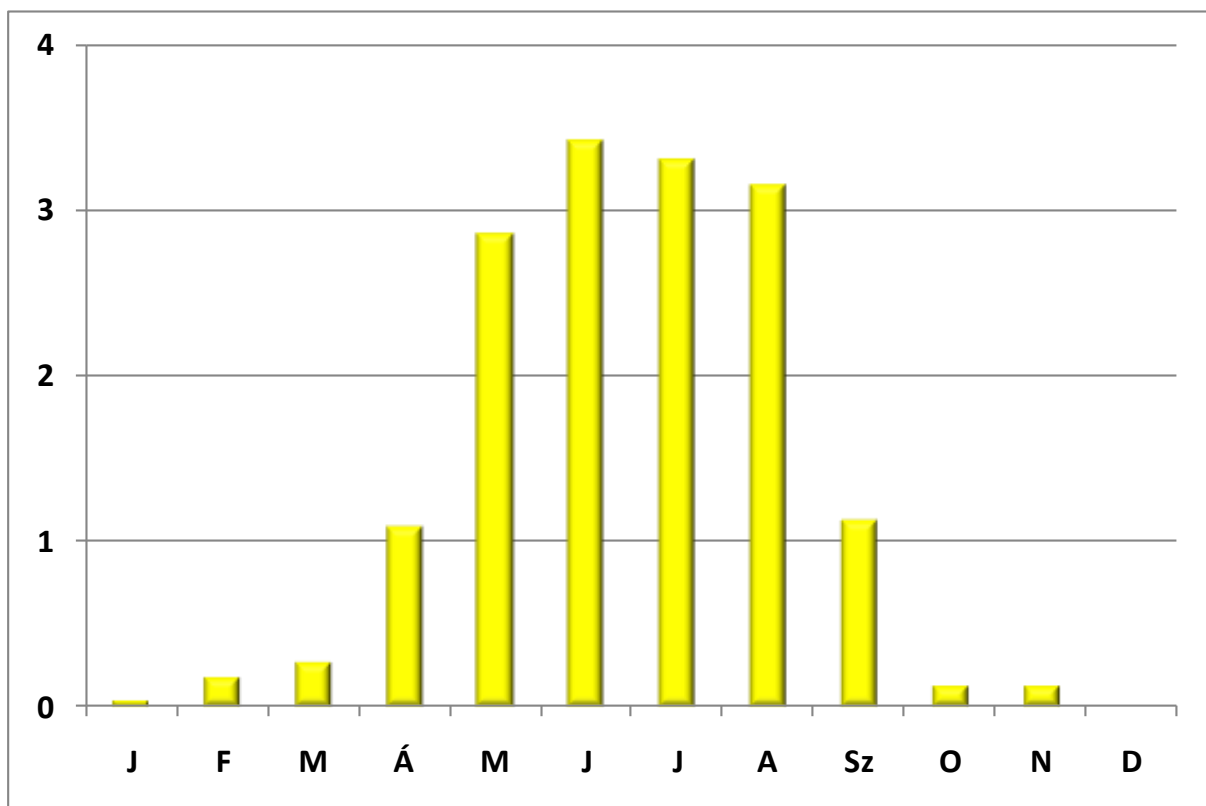
27. ábra. Leghosszabb hómentes időszakok évente (db nap) Széchenyi-hegy állomáson 1971-2000 között (átlag: 24,53 nap/év)



28. ábra. Leghosszabb hómentes időszakok évente (db nap) Budapest, Kitaibel Pál utca állomáson 1971-2000 között (átlag: 16,4 nap/év)

A leghosszabb hótakarós időszakokat illetően a Széchenyi-hegyen (27. ábra) kimagaslóan az 1987 első hónapjait jellemző 70 napos periódus a legszámottevőbb, melyet az 1996-ban megfigyelt 63 nap követ (szintén az év első hónapjai érintettek). A vizsgált időszak zömében egybefüggően legfeljebb 40 napon keresztül volt megfigyelhető hótakaró.

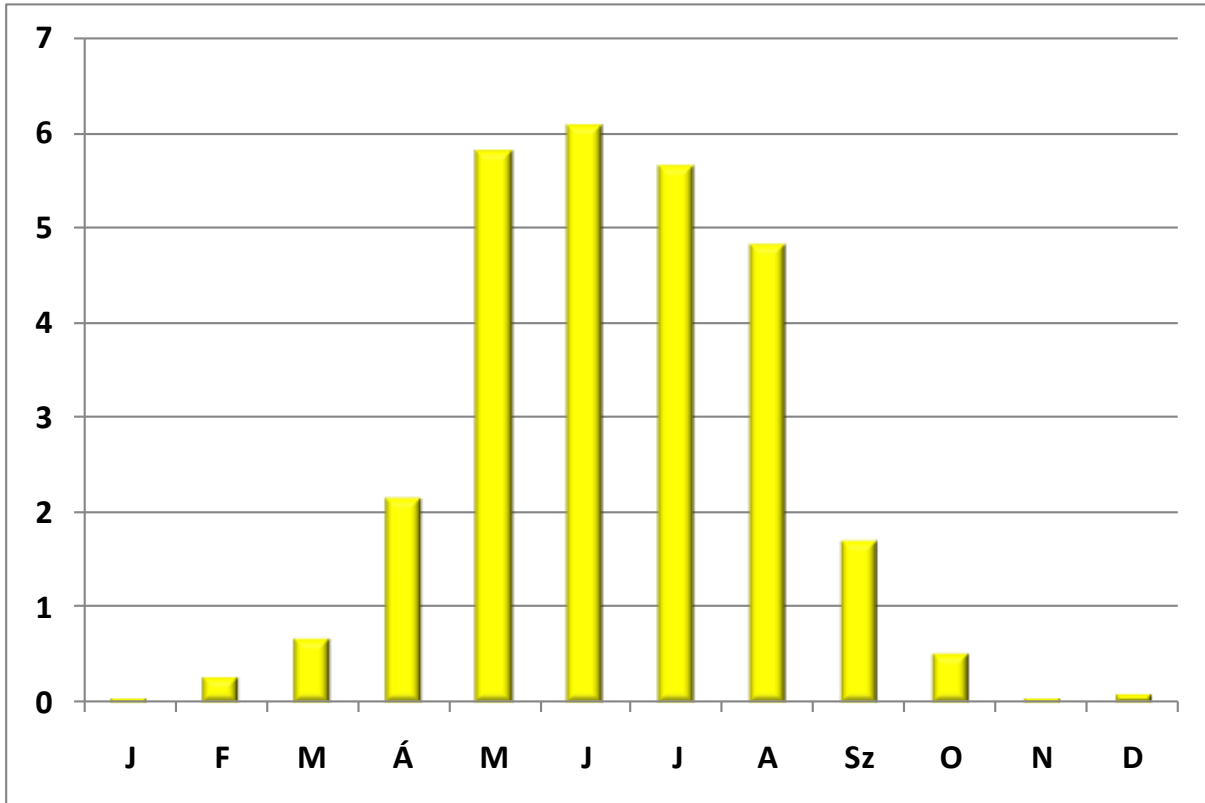
A Kitaibel Pál utcában (28. ábra) a 40 nap hosszan fennmaradó hótakaró ritkaságnak számít: legfeljebb 38 napon át jelentettek hótakarót észlelőink az 1971 és 2000 közötti évekből.



29. ábra. Zivataros napok átlagos száma az 1971-2000 közötti időszak adatai alapján Széchenyi-hegy állomáson

A zivataros napok átlagos száma a Széchenyi-hegyen júniusban a legtöbb (29. ábra), ezt követi a július, az augusztus, majd a május. A kijelölt időszak december hónapjaiban egyáltalán nem figyeltünk meg zivatart az állomás környezetében.

Budapesti állomásunk esetében is júniusra jellemző a legtöbb zivataros nap (30. ábra), ám a Széchenyi-hegytől eltérően a második leginkább zivataros hónap itt a május. Harmadik július, majd az augusztus következik.

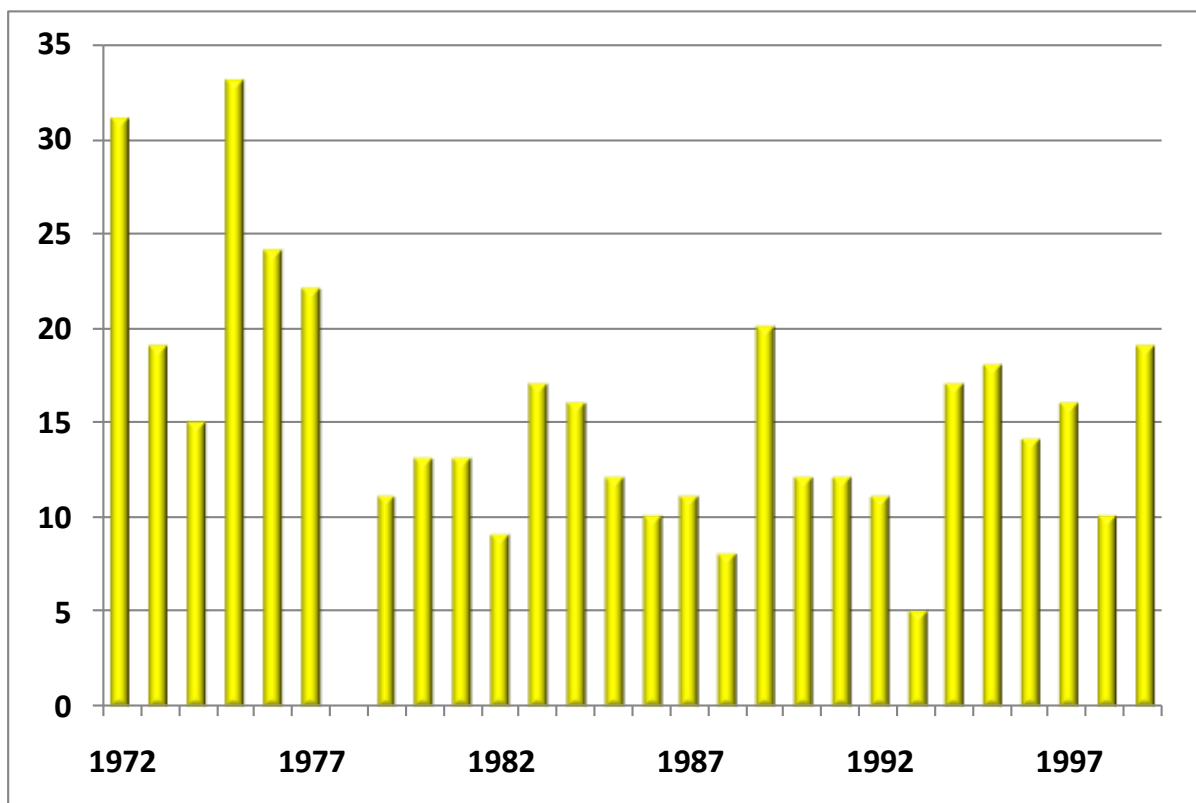


30. ábra. Zivataros napok átlagos száma az 1971-2000 közötti időszak adatai alapján Budapest, Kitaibel Pál utca állomáson

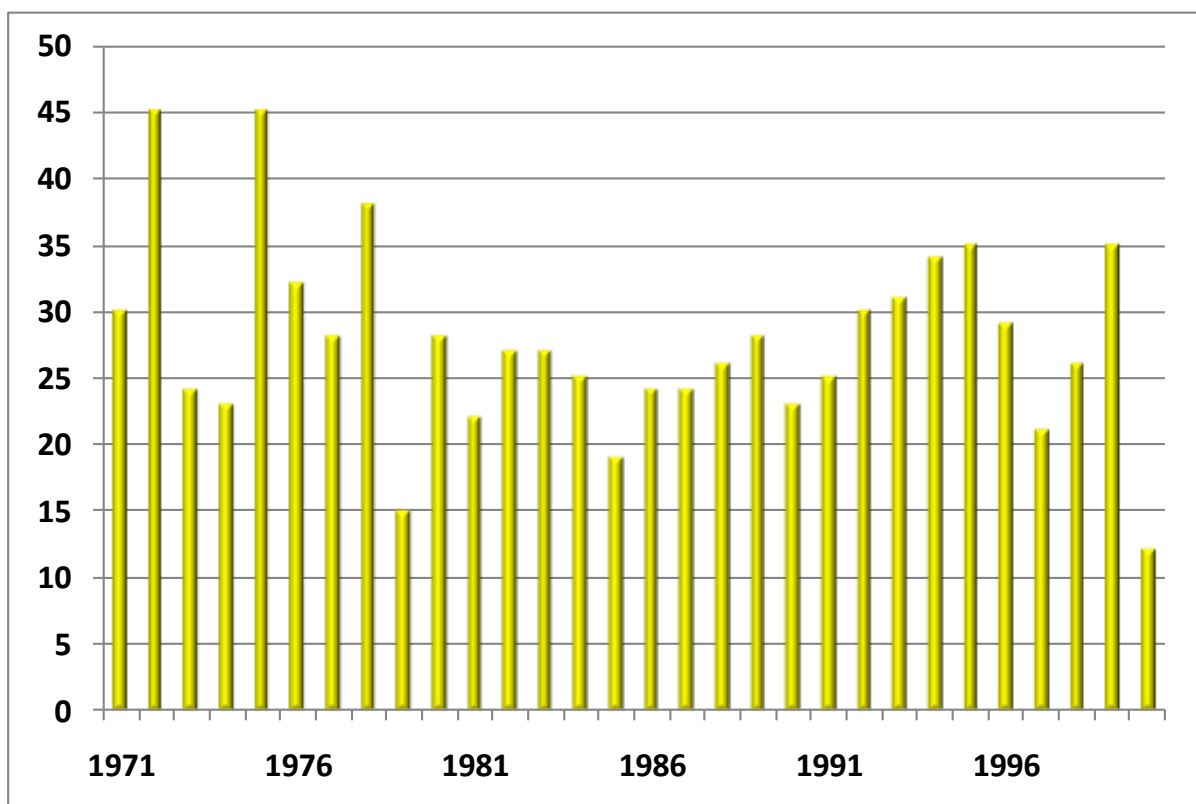
Az 1971-2000 közötti periódus legtöbb zivatart jegyző éve 1975 volt a Széchenyi-hegyen (31. ábra), 33 zivataros nappal. A második az 1972-es 31 zivataros nap. 1979 és 2000 között a zivataros napok száma rendre 20 nap alatt maradt.

Budapesti állomásunkon is 1972-t és 1975-öt emelhetjük ki, mindkét alkalommal 45 zivataros napot jegyeztünk (32. ábra). Az időszak legnagyobb részében több zivataros napot jegyeztünk itt, mint a Széchenyi-hegyen. 3 év kivételével minden évben 20-nál több zivataros napot jegyeztünk.

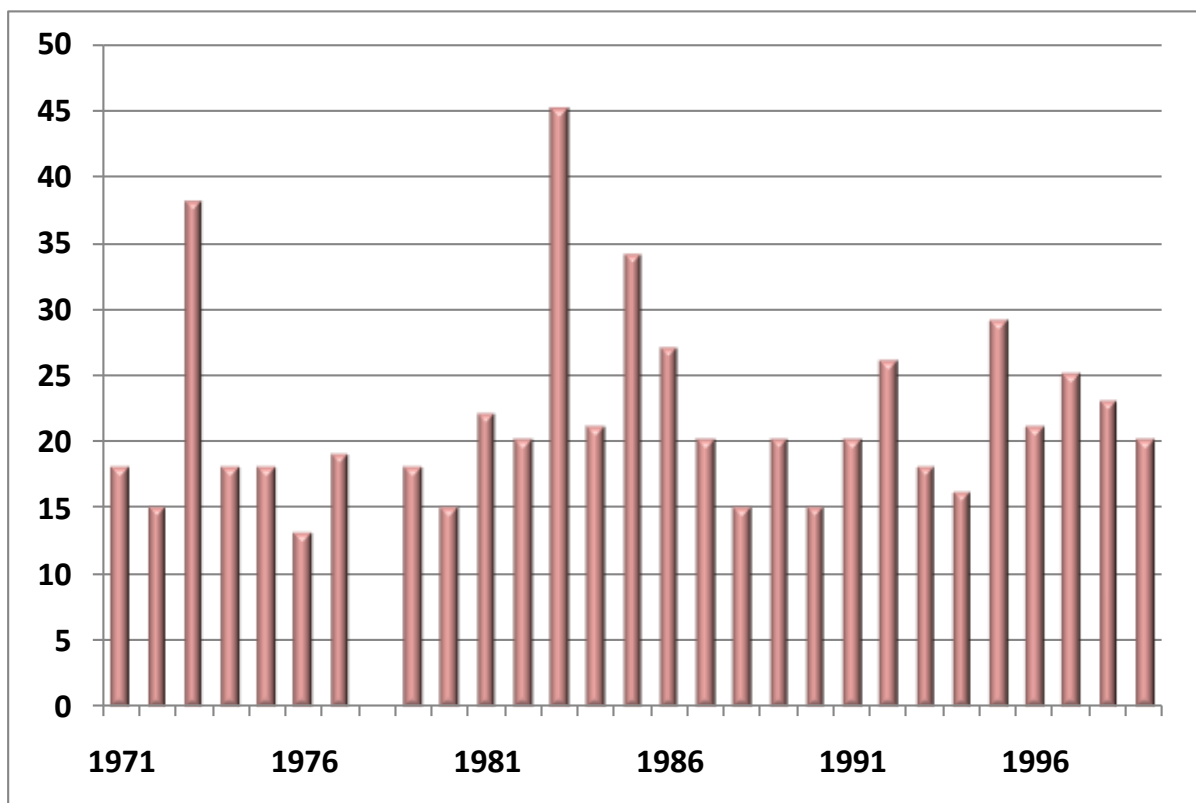
A leghosszabb száraz időszak 1983-ban volt a kijelölt harmincéves periódusban mind a Széchenyi-hegyen, mind a Kitaibel Pál utcában (33. ábra és 34. ábra). Budapesten 1991 is hasonló eredménnyel zárult (24 nap), de közel ugyanilyen hosszú csapadékmentes időszakot figyeltek meg ezen kívül 1992-ben, 1995-ben (22 nap) és 1975-ben is (21 nap). A Széchenyi-hegyen az 1983-as 45 nap magasan az első, ezt követi az 1973-as 38 nap, majd az 1985-ös 34 nap.



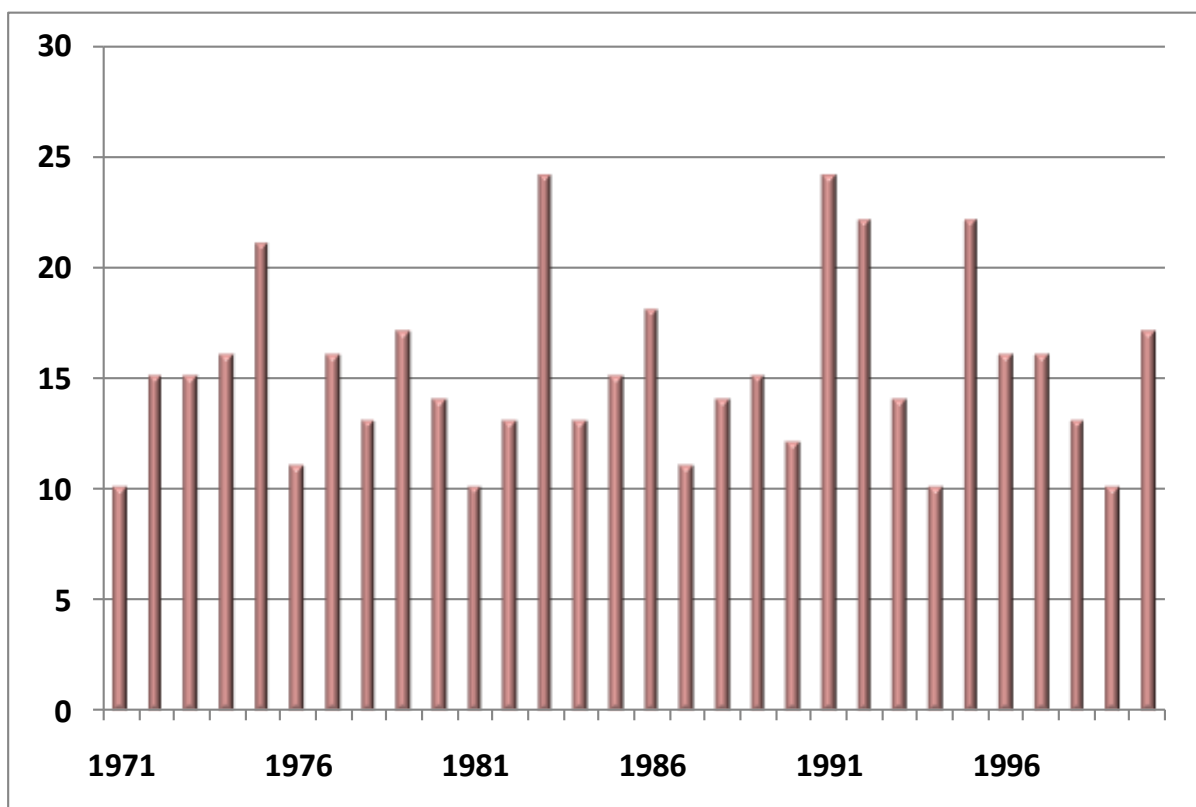
31. ábra. Zivataros napok száma évente 1971-2000 között Széchenyi-hegy állomáson (1978: adathiány!)



32. ábra. Zivataros napok száma évente 1971-2000 között Budapest, Kitaibel Pál utca állomáson

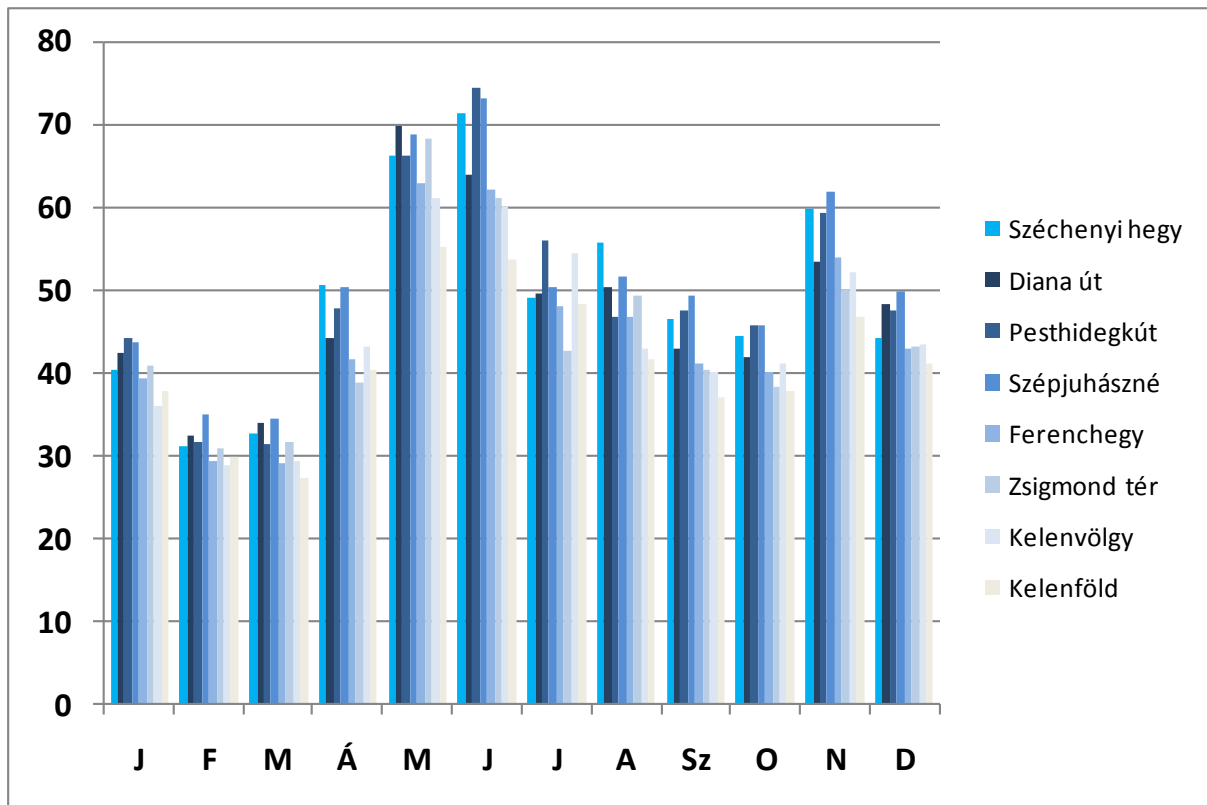


33. ábra. A leghosszabb csapadékmentes sorozat évente 1971-2000 között Széchenyi-hegy állomáson (1978: adathiány!), db nap



34. ábra. A leghosszabb csapadékmentes sorozat évente 1971-2000 között Budapest, Kitaibel Pál utca állomáson, db nap

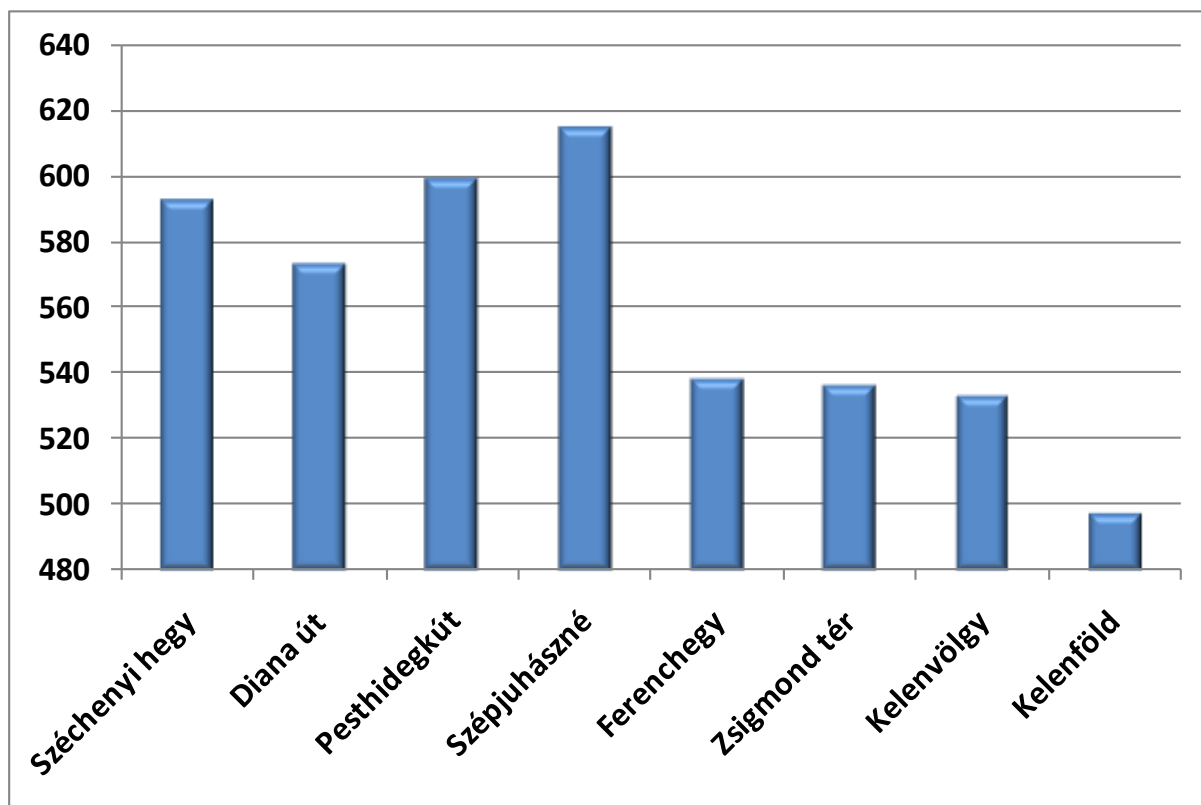
Normafa közelében fekvő csapadékmérő állomások



35. ábra. Normafa közelében fekvő csapadékmérő állomásaink havi átlagos csapadékösszegei az 1971-2000 közötti időszak adatai alapján (mm)

Normafa közelében fekvő csapadékmérő állomásaink adatai alapján (35. ábra) látható, hogy az egyes mérőhelyek mérési eredményei között számottevő eltérés nincs. A legcsapadékosabb hónapok a május és június, a legszárazabb pedig a február-március időszak. A havi normál értékeket számszerűen 7. táblázatunkban mutatjuk be.

36. ábránk tanúsága szerint a Normafa közelében fekvő csapadékállomásaink közül Szépjuhászné nevű állomásunk környezetében hullott éves átlagban a legtöbb csapadék az 1971-2000 közötti időszakban, a legkevesebb pedig Kelenföldön. Ferenchegy, Zsigmond tér és Kelenvölgy mérőhelyeinken hozzávetőleg azonos csapadékatlagot kaptunk eredményül, Széchenyi-hegy, Diána út és Pesthidegkút állomásaink a csapadékosabbak közé tartoznak.



36. ábra. Normafa közelében fekvő csapadékmérő állomásaink évi átlagos csapadékösszegei az 1971-2000 közötti időszak adatai alapján (mm)

	Széchenyi-h	Diana út	Pesthidegkút	Szépjuhász né	Ferenchegy	Zsigmond tér	Kelenvölgy	Kelenföld
január	40,51	42,38	44,15	43,66	39,41	40,88	36,03	37,83
február	31,06	32,44	31,77	35,05	29,42	31,02	28,78	29,87
március	32,73	33,96	31,33	34,63	29,09	31,64	29,27	27,34
április	50,50	44,28	47,73	50,30	41,68	38,91	43,07	40,28
május	66,11	69,88	66,15	68,84	62,96	68,32	61,07	55,16
június	71,39	63,81	74,34	73,07	61,99	61,12	60,13	53,80
július	48,97	49,47	56,03	50,31	48,14	42,78	54,53	48,26
augusztus	55,60	50,27	46,72	51,61	46,87	49,24	43,00	41,58
szeptember	46,58	42,93	47,45	49,23	41,26	40,27	40,20	37,08
október	44,45	41,81	45,77	45,74	40,14	38,24	41,26	37,86
november	59,80	53,54	59,39	61,88	53,91	50,10	52,21	46,82
december	44,29	48,18	47,49	49,74	42,99	43,21	43,37	41,09
ÉVES	591,99	572,96	598,31	614,06	537,86	535,74	532,91	496,97

7. táblázat. Normafa közelében fekvő csapadékmérő állomásaink harmincéves havi átlagos csapadékösszeg-értékei az 1971-2000 közötti időszak alapján

Az aszály mértékét jelző index alakulása

Mivel az aszálynak nincsen egzakt definíciója, nincs olyan általános mérőszám, amellyel súlyosságát és időtartamát jellemezhetnénk. A megszokott gyakorlat az aszályindexek alkalmazása. Az aszályindexek mértékegység nélküli jelzőszámok, melyeket olykor különféle változók és paraméterek felhasználásával

hoznak létre, tekintetbe véve a csapadékmennyiség anomáliáját és/vagy a víztározók által tárolt vizek szintjét. A különböző típusú aszályok és az eltérő éghajlati régiók vizsgálatára különféle indexeket fejlesztettek ki.

Az SPI (Standardizált Csapadékindex) az egyik legegyszerűbb, és emiatt széleskörűen alkalmazott aszályindex. Főként annak köszönheti népszerűségét, hogy számításához a csapadék adatokon kívül egyéb paraméterre nincs szükség. Az SPI statisztikai eljárásokon alapszik, melyek a nedvesség, vagy szárazság mértékét képesek különféle időskálákon számszerűsíteni. A megfelelő időskálát a társadalomra és a gazdaságra hatást gyakorló száraz anomália (röviden – aszály) időbeli kiterjedésének megfelelően kell kiválasztani. Ez a skála régióként lényegesen különbözik. Általában 1, 3, 6, 12 és néha (akár) 24 havi csapadékösszeget vesznek figyelembe, és hasonlítanak az éghajlati normákhoz.

A kalkuláció az 1, 3, 6 stb. havi csapadékösszeg-idősor empirikus eloszlásának elkészítésével kezdődik, majd erre egy gamma eloszlást illesztnek, végül ezt standard normális eloszlássá transzformálják. A kapott eloszlás minden egyes pontjához valamilyen valószínűség tartozik, gyakorlatilag ezek a valószínűségek maguk az SPI értékek. Tehát az SPI értékhez tartozó standard normális eloszlás értéke megadja a vizsgált időszakra vonatkozó csapadékösszeg előfordulási valószínűségét. Például a -1-hez tartozó érték 0,16, ami azt jelenti, hogy az éghajlat változatlansága esetében 100 év alatt átlagosan 16 ilyen év fordulhat elő. A pozitív SPI értékek az átlagosnál nedvesebb, a negatívak szárazabb időszakokat jelentenek.

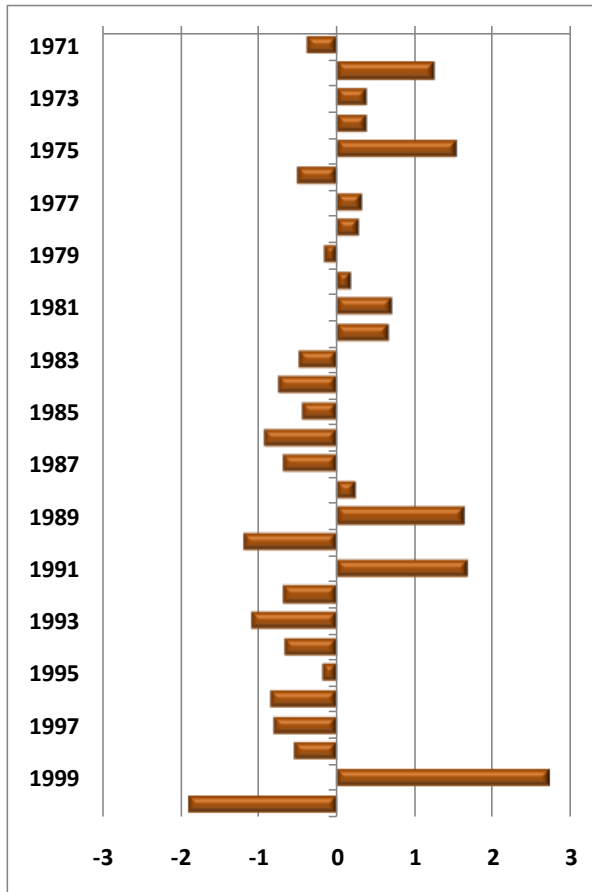
Mivel az SPI csak a csapadékösszegetől függ, az értelmezése során (leginkább az aszály hatásaihoz való viszonyával kapcsolatban) óvatosnak kell lenni. Az SPI esetében először is különböző értelmezésre van szükség az időskálának megfelelően. Az egyhavi SPI például főleg rövidtávú körülményeket tükröz, és alkalmazása szorosan összefügghet a talajnedvességgel. Kapcsolatban lehet az aszály okozta terheléssel a növények bizonyos növekedési szakaszaiban. A 3 havi SPI a csapadék évszakos becslését adja, jellemzően a terméshozammal és a kisebb folyók áramlási viszonyaival kapcsolatos. A 6 és 9 havi SPI középtávú trendeket jelez a csapadék eloszlásában, míg a 12 havi SPI a hosszú távú csapadékeloszlást tükrözi, általában

nagyobb vízfolyások, vízgyűjtők, és akár a felszín alatti vizek szintjéhez kötve. Az SPI alkalmazásának másik előnye a standardizálásból adódik, ami biztosítja, hogy minden területen és időskálán megegyezik az extrém aszály gyakorisága. Aszály akkor következik be, amikor az SPI értéke tartósan negatív és eléri a -1,0-es, vagy annál alacsonyabb intenzitást. Az esemény megszűnik, ha az SPI pozitívvá vált. Ezért minden aszályos időszaknak meghatározható a kezdete és vége, továbbá ezek között minden egyes hónapban az intenzitása. Az alábbi táblázat az SPI értékeit és az aszály osztályozását mutatja (az összesített valószínűség szerint).

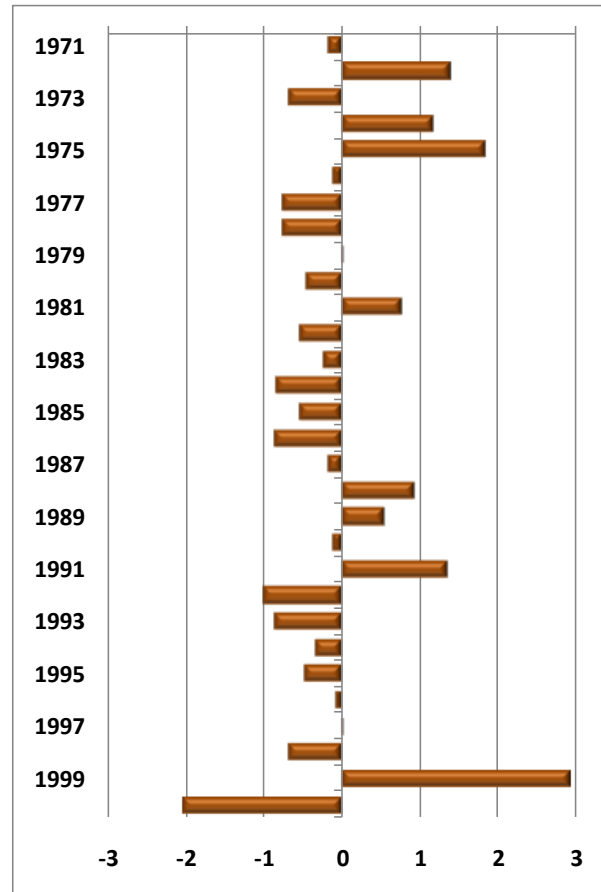
Az aszály osztályozása az SPI értéke és a hozzá tartozó valószínűségek alapján		
SPI érték	Kategória	Összesített valószínűség (%)
2.00 vagy több	extrém nedves	2.3
1.50 és 1.99 között	nagyon nedves	0.4
1.00 és 1.49 között	mérsékeltlen nedves	9.2
0 és 0.99 között	enyhén nedves	34.1
0 és -0.99 között	enyhén száraz	34.1
-1 és -1.49 között	mérsékeltlen száraz	9.2
-1.5 és -1.99 között	erősen száraz	4.4
-2.00 vagy kevesebb	extrém száraz	2.3

8. táblázat. Az aszály osztályozása az SPI értéke és a hozzá tartozó valószínűségek alapján

Az SPI pozitívuma, hogy csapadék adatokon kívül egyéb paraméter felhasználását nem igényli, így ez az aszályindex a csak csapadékot mérő állomásokra is számítható. További előnye, hogy az alapperiódus tetszőlegesen választható, így pontosan illeszthető a vizsgálandó folyamat karakterisztikus idejéhez. Ezen kívül a standard normális eloszlás használata miatt bármely két állomás SPI értékei összehasonlíthatóak. Az SPI negatív tulajdonságait is meg kell említenünk: az aszály szempontjából nem elhanyagolható termikus hatásokat nem tudja figyelembe venni, az index értéke függ a bázisidőszak kiválasztásától, illetve az eloszlások transzformációjakor is keletkezhetnek problémák azokban a hónapokban, amikor nem hullott mérhető mennyiségű csapadék.

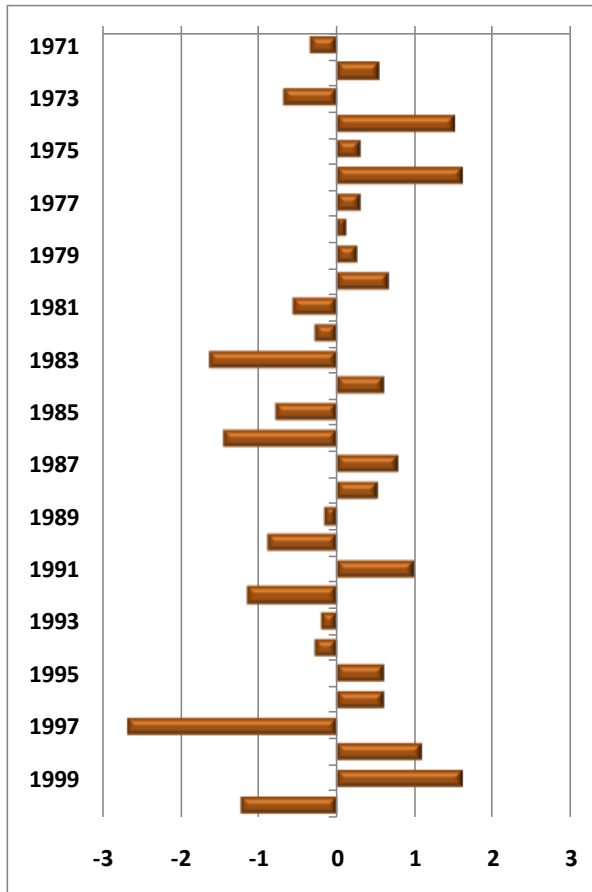


37. ábra. Az augusztusi 3 havi SPI értékei 1971-2000 között, Széchenyi-hegy állomás alapján

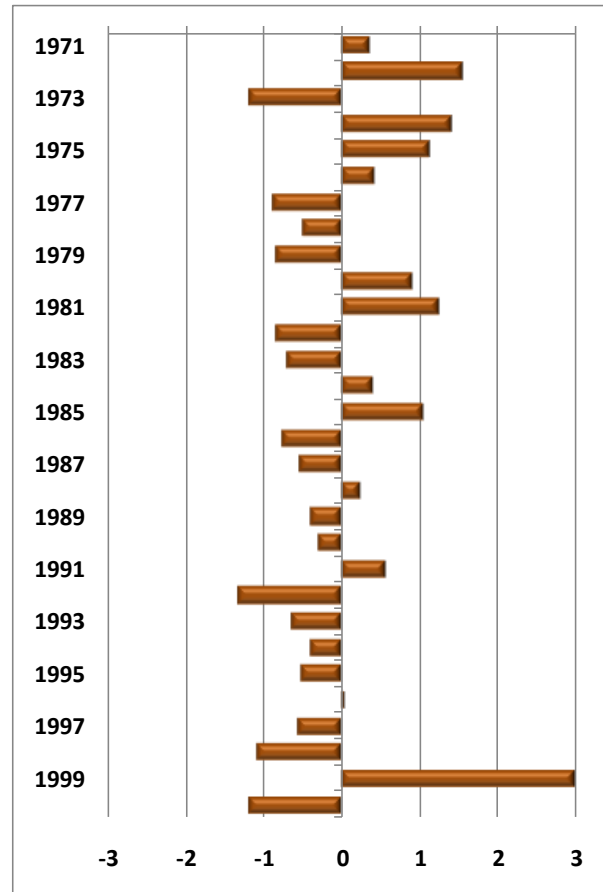


38. ábra. Az augusztusi 3 havi SPI értékei 1971-2000 között, Kitaibel Pál utcai állomás alapján

Az augusztusi 3 havi SPI jól jellemzi a nyári hónapok csapadékviszonyait. Széchenyi-hegyen (37. ábra) és a Kitaibel Pál utcai állomáson (38. ábra) is ritkák a -1 alatti, illetve 2 feletti értékek, feltűnő ugyanakkor mindkét helyszínen az időszak utolsó két évének szélsőségessége: az 1999-es értékek 2,7 és 2,9 voltak, rendkívül nedves nyárra utalva, majd az egy évvel későbbi, 2000-beli -1,9 és -2,0 egy extrém száraz nyarat mutatnak. Általánosságban elmondható, hogy az időszak elején gyakrabban fordultak elő csapadékosabb nyarak, míg a '80-as évek közepétől mind gyakoribbá váltak a szárazabb hónapok.



39. ábra. A decemberi 12 havi SPI értékei 1971-2000 között, Széchenyi-hegy állomás alapján



40. ábra. A decemberi 12 havi SPI értékei 1971-2000 között, Kitaibel Pál utcai állomás alapján

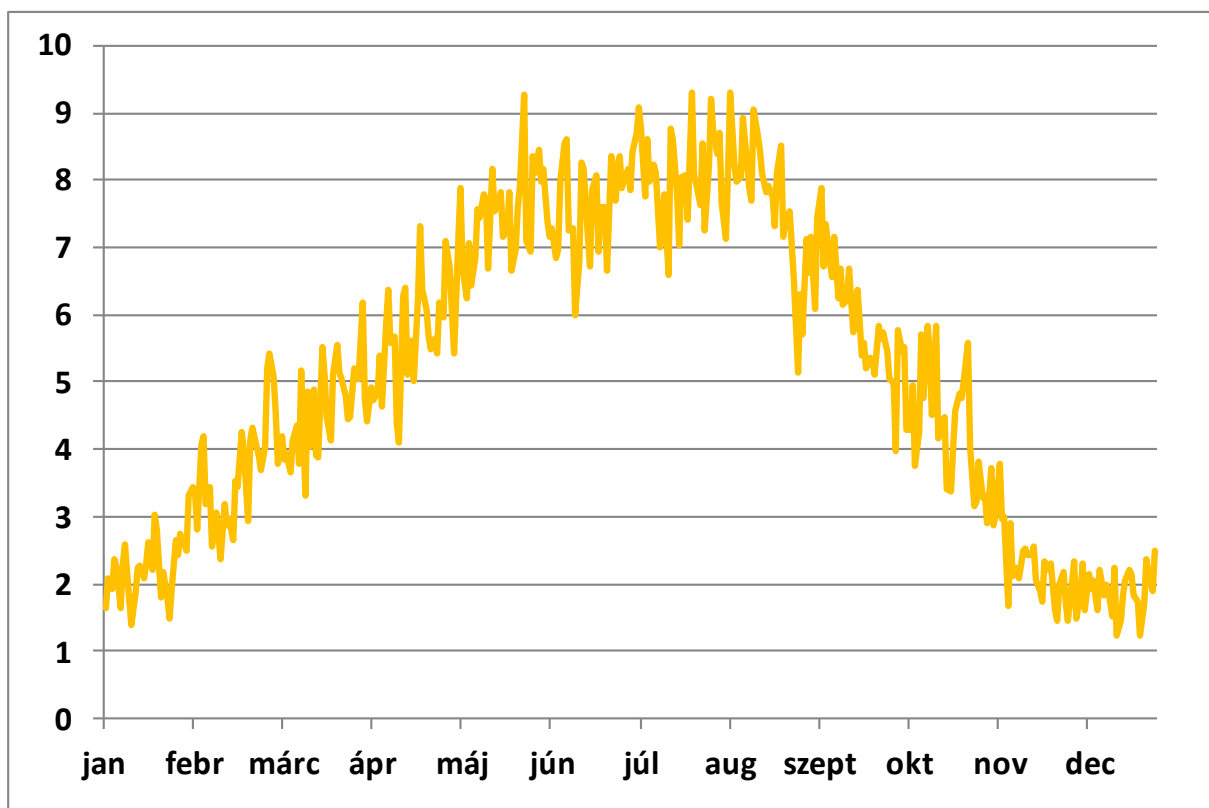
A teljes év csapadékviszonyait a decemberi 12 havi SPI értékeivel jellemezhetjük. Az előjeleket tekintve Széchenyi-hegyen (39. ábra) ez esetben kiegyenlítettebb az időszak, habár az értékek szórása kissé nagyobb, mint a nyári 3 hónap esetében. Éves viszonylatban 1997 kiugró év, az érték ekkor -2,67 volt, mely alapján az év extrém száraznak mondható a térségben. Kitaibel Pál utcai állomásunkon (40. ábra) is nagyobb szórást mutatnak a 12 havi értékek, mint a nyári hónapok esetében, és itt, Széchenyi-hegygel ellentétben, feltűnő az időszak második felében gyakoribbá váló negatív értékek sorozata.

NAPFÉNYTARTAM, FELHŐZET ÉS GLOBÁLSUGÁRZÁS

Napfénytartam évi menete

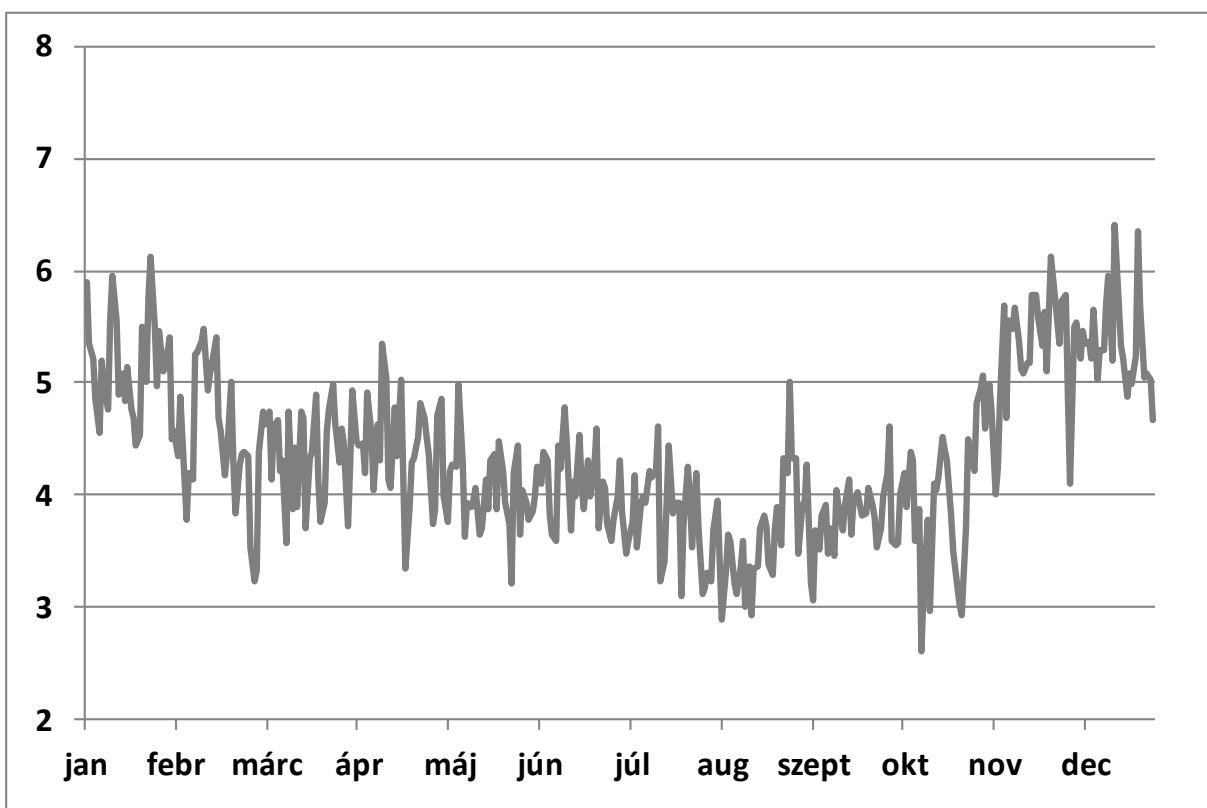
Napfénytartamon azt az időtartamot értjük, ameddig a felszínt közvetlen sugárzás éri. A napfénytartamot befolyásoló tényezők a csillagászatilag lehetséges napfénytartam, a domborzat, valamint a felhőzet - ez utóbbi a napsütést még a besugárzásnál is erősebben befolyásolja.

A napfénytartam napi átlagos értékeit a 41. ábra mutatja. A csillagászati kényszernek megfelelően télen, decemberben láthatók a legalacsonyabb értékek, az év utolsó hónapjában a napfényes órák száma 30 éves átlagban nem éri el a 2 órát sem. A legtöbb napfényes óra július végén és augusztus elején jellemző, habár a havi átlagos napi mennyiség májustól augusztusig 7 óra feletti. A vizsgált 30 év alatt egyébként éves összegben 1610 és 2170 óra közötti napfénytartamok jelentkeztek, az átlagos éves összeg 1894 óra volt.



41. ábra. A napi napfénytartam éves menete (1971-2000) rácsponti adatok alapján (óra)

Télen magasabb hegyvidékeink másfélszer annyi napfényes órában részesülnek, mint az alföldi területek, mivel télen gyakoriak az olyan inverziós helyzetek, amikor az alacsonyabban fekvő vidékeket megülő ködből magasabb hegyeink kiemelkednek, és zavartalan napsütésben részesülnek. Nyáron ellenben a hegységek borultabb, csapadékosabb időjárása miatt mintegy 10 százalékkal kevesebb a napsütéses órák száma az alacsonyabb fekvésű sík fekvésű területekhez viszonyítva.

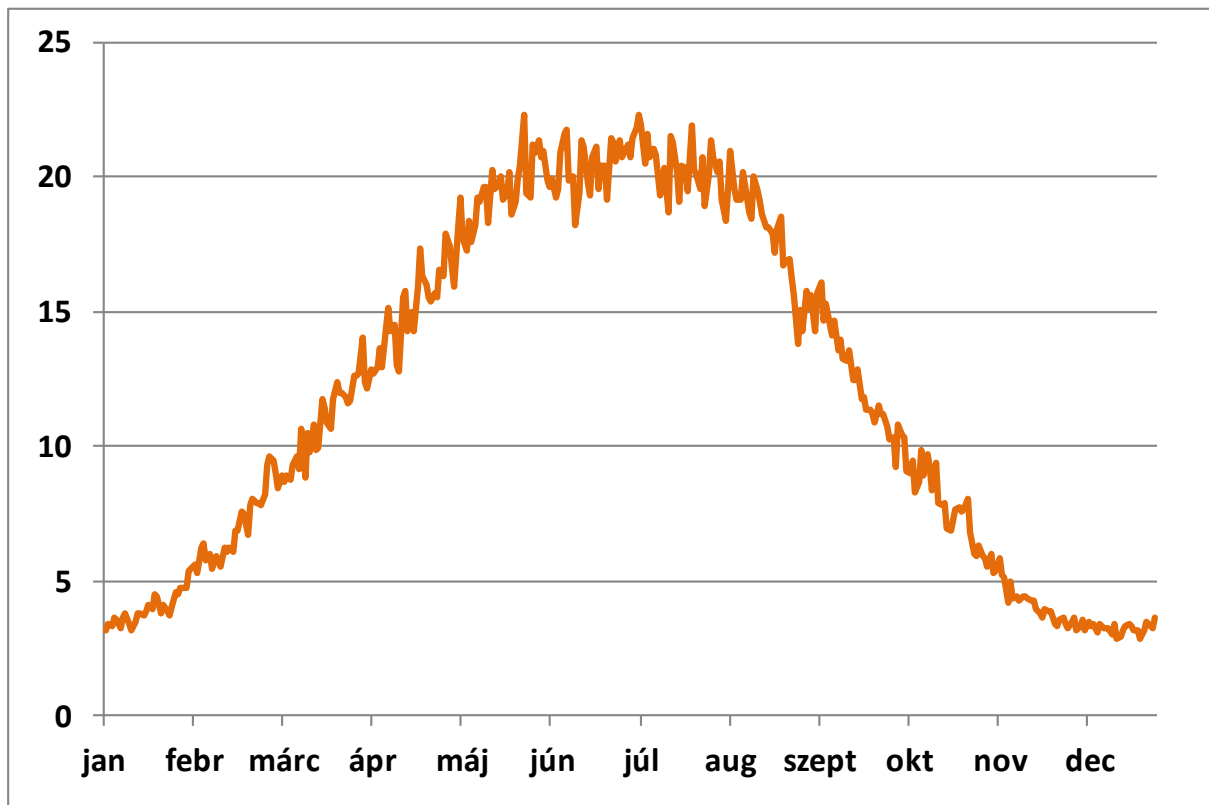


42. ábra. A napi átlagos felhőzet éves menete (1971-2000) rácsponti adatok alapján (okta)

Felhőzet évi menete

A felhőzetet a meteorológiában hagyományosan oktákbán, vagyis nyolcadokban regisztráljuk. A nulla érték a teljesen derült, felhőtlen égboltot jelöli, a nyolcas pedig a teljesen borult eget. A 42. ábra a napi átlagos felhőzet éves menetét mutatja be az 1971 és 2000 közötti 30 éves periódusban. Az előző, napfénytartamot ábrázoló diagrammal összhangban látszik, hogy a legkevésbé felhős időszak a

térségben július vége és augusztus eleje, ugyanakkor tavasszal és ősz elején is alacsony értékek a jellemzők. Novemberben viszont gyorsan megnövekszik a felhős napok száma, az év végén közel másfélszer felhősebb idő a megszokott, mint nyár végén.



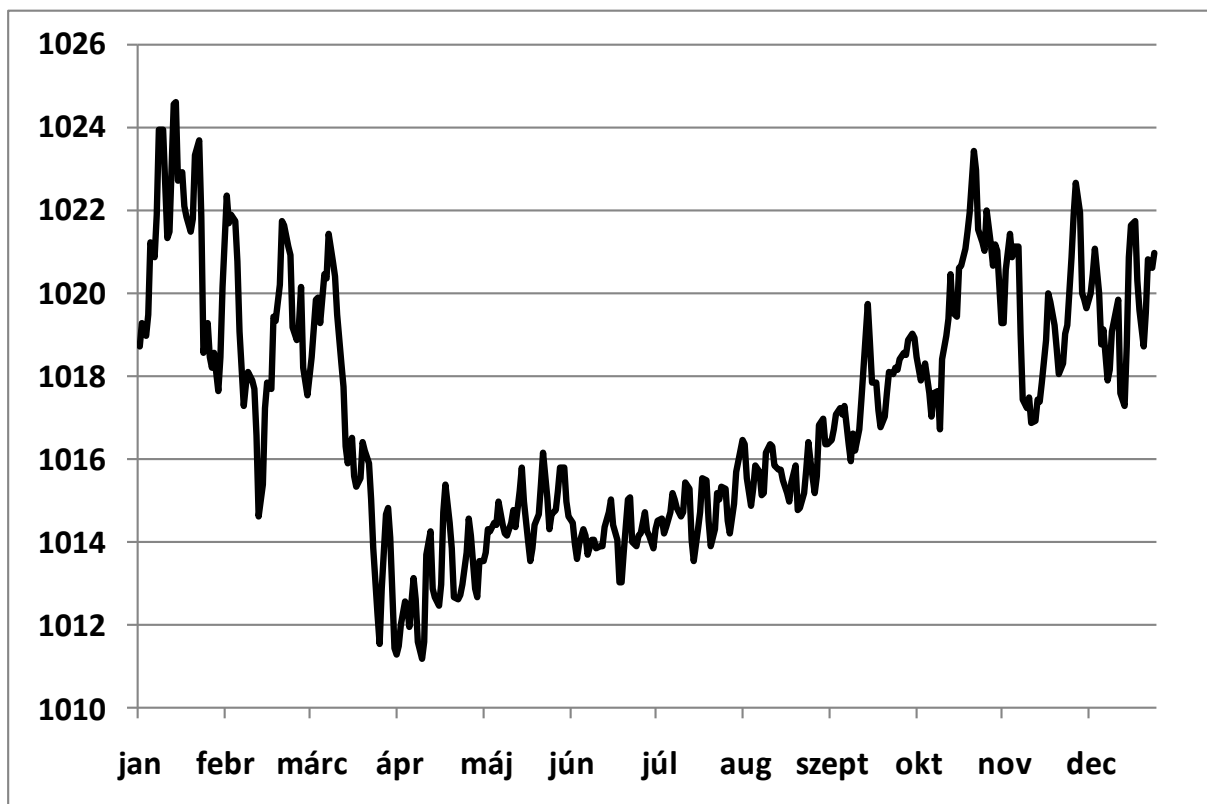
43. ábra. A napi átlagos globális sugárzás éves menete (1971-2000) rácsponti adatok alapján (MJ/m²)

Globális sugárzás évi menete

Globális sugárzás alatt a Naptól érkező közvetlen sugárzás valamint az égbolt minden részéről érkező szórt sugárzás összegét értjük. A globális sugárzás éves menetét a 43. ábra mutatja. Júliusban jellemző a legnagyobb besugárzást - ugyan júniusához képest ebben a hónapban a nappalok már valamivel rövidebbek, s a Nap delelési magassága kisebb, viszont a felhőzet mennyisége csekélyebb, mint nyár elején. A nagy (az évben a legnagyobb) borultság és a rövid nappalok miatt decemberben a legkisebb a besugárzás. A 30 év alatt az éves összegek átlaga 4394 MJ/m² volt, a két szélsőérték pedig 4051, illetve 4725 MJ/m²-nek adódott.

LÉGNYOMÁS

Légnyomásnak az egységnyi terület felett elhelyezkedő légoszlop felszínre gyakorolt nyomását nevezzük. Mivel a levegő sűrűsége fizikai hatások, elsősorban a hőmérsékletváltozás következtében változik, egy levegőoszlop tömege, tehát a légnyomás sem állandó, hanem folyamatosan változó a légkörben, a nyomásváltozás pedig mozgatórugója a légkör hullámzásainak, áramlásainak. A légnyomás mértékegysége a hPa (hektopascal), globális átlagos értéke tengerszinten 1013 hPa. A tengerszintre átszámított légnyomás megadja, hogy mekkora lenne a légnyomás az észlelési pont alatt a tenger szintjében, 0 méteren, ha a közbeeső teret levegő töltené ki. Ez egy megállapodáson alapuló fiktív érték, alkalmazására azért van szükség, mert a meteorológiai állomások különböző magasságokban mérnek, és az összehasonlíthatóság érdekében a légnyomás értékét 0 °C-ra és tengerszintre számítják át.



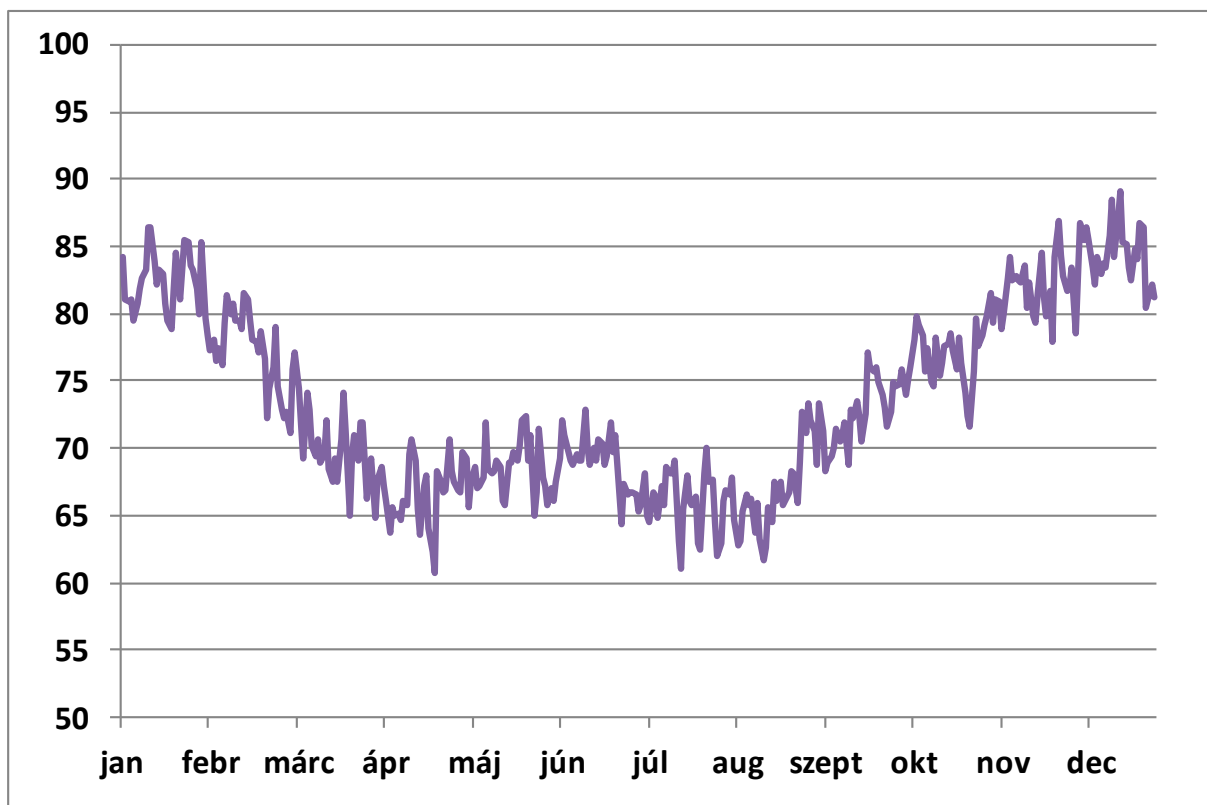
44. ábra. A napi átlagos tengerszintre számított légnyomás éves menete (1971-2000) Széchenyi-hegy állomás alapján (hPa)



A 44. ábra a tengerszintre átszámított légnyomás éves menetét mutatja. Az éves átlagérték 1017 hPa, viszonylag tiszta éves menettel. Az év elején magasabb értékek jellemzők, a januári átlagos érték az 1020 hPa-t is meghaladja, egyes napokon eléri az 1024 hPa-t is. Tavasszal általában jelentősen csökken a légnyomás, mely áprilusra éri el minimumát, körülbelül 1012 hPa-t. Innentől kissé emelkedik, és nyár folyamán viszonylag egyenletesen 1015 hPa körül ingadozik, és csak ősszel indul újra emelkedésnek. Fontos megjegyezni, hogy fentiek 30 éves átlagos értékek, az egyes években az időjárási helyzettől függően az aktuális napi légnyomás érték azoktól jelentősen eltérhet.

RELATÍV NEDVESSÉG

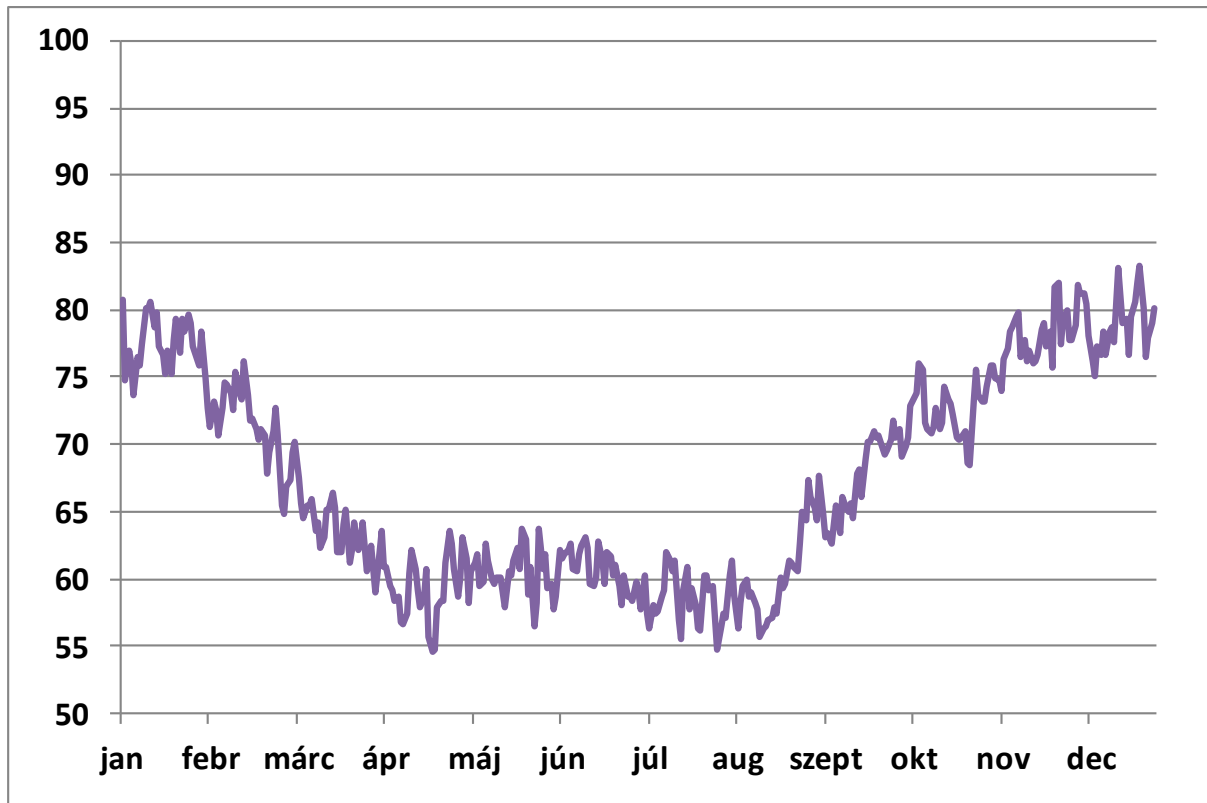
Egy adott levegőtér fogat a hőmérsékletétől függően különböző mennyiségű vízgőzt képes magába foglalni. Minél magasabb egy levegő hőmérséklete, ez annál több vízgőzt jelent. A relatív nedvesség azt fejezi ki, hogy a levegőben aktuálisan jelenlevő vízgőzmennyiség hány százaléka az adott hőmérsékleten maximálisan lehetséges vízgőzmennyiségnek. A telített levegő relatív nedvessége 100%. Ha egy telítetlen levegőtér fogatot elkezdünk lehűteni, egy idő után elérjük a harmatpontot, azt a hőmérsékleti értéket, amelyre lehűtve a levegő telítetté válik, további hűtéskor a felesleges nedvesség kicsapódik: így képződik a csapadék.



45. ábra. A napi átlagos relatív nedvesség éves menete (1971-2000)
Széchenyi-hegy állomás alapján (%)

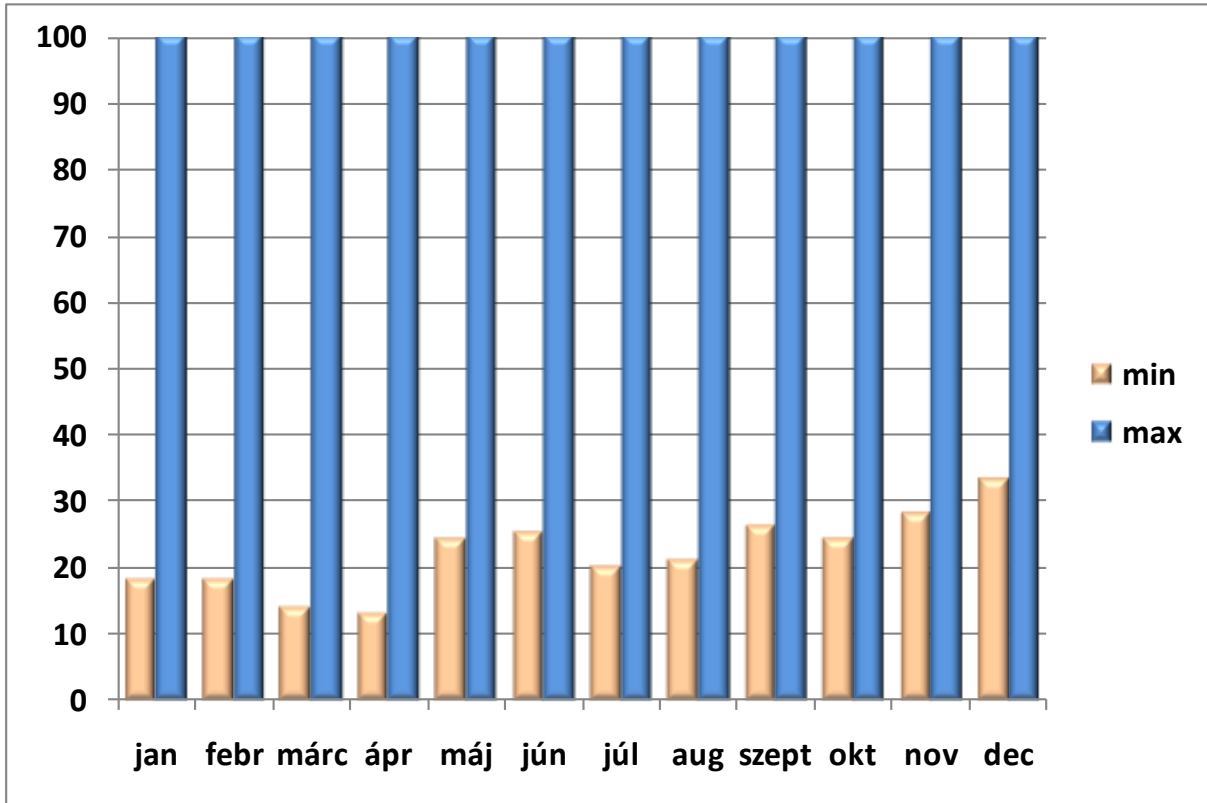
Széchenyi-hegy állomáson a relatív nedvesség 30 éves átlaga 73,4%. Éves menete (45. ábra) alapján a téli félévben magasabb, jellemzően 80% körül alakul, nyáron pedig alacsonyabb, 65-70%. Ezek magasabbak a Kitaibel Pál utcai mérőhely

értékeinél (46. ábra). Utóbbi állomáson a sokéves átlag 67%, az éves menet ugyanakkor hasonlóan alakul: télen a relatív nedvesség átlagos értéke 75-80%, nyáron pedig alacsonyabb, 60%.



46. ábra. A napi átlagos relatív nedvesség éves menete (1971-2000)
Kitaibel Pál utca állomás alapján (%)

Az egyes hónapok szélsőértékeit tekintve elmondható, hogy Széchenyi-hegyen minden hónapban előfordulhat 100%-os relatív nedvesség, vagyis amikor a levegő teljesen telített. A 47. ábra alapján a legalacsonyabb értékek tél végén, tavasz elején jelentkeznek, januárban és februárban előfordult 20% alatti, márciusban és áprilisban pedig 15% alatti érték is. Az év többi részében kissé magasabbak a minimumok, decemberben például a legalacsonyabb érték 33% volt.



47. ábra. A relatív nedvesség (%) szélsőértékei (1971-2000) havi bontásban, Széchenyi-hegy állomás alapján

SZÉLVISZONYYOK

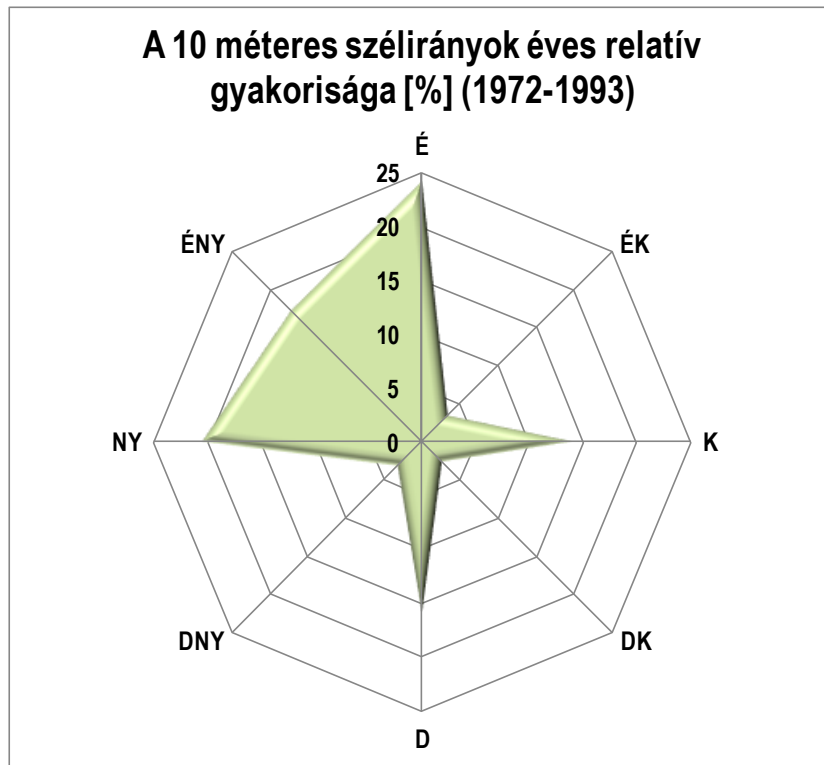
Széchenyi-hegyi állomásunk 1972 és 1993 között mért azonos körülmények között széladatokat, így a szélviszonyok vizsgálatát ezen időszak alapján végeztük. Az állomás naponta háromszor (7, 13 és 19 CET) regisztrált szélesebességet és szélirányt, 8 irányt tekintve. A következőkben szélesebességen a talajfelszín felett 10 méteres magasságban mért szélesebességet értjük m/s-ban ($1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$), szélirányon pedig a meteorológiában általános módszertan szerint azt az égtájat, ahonnan a szél fúj. A szélirányok elnevezését a 9. táblázat magyarázza:

rövidítés	irány	fok	
		-tól	-ig
É	északi	337.5	22.5
ÉK	északkeleti	22.5	67.5
K	keleti	67.5	112.5
DK	délkeleti	112.5	157.5
D	déli	157.5	202.5
DNY	délnyugati	202.5	247.5
NY	nyugati	247.5	292.5
ÉNY	északnyugati	292.5	337.5

9. táblázat. Szélirányok besorolása

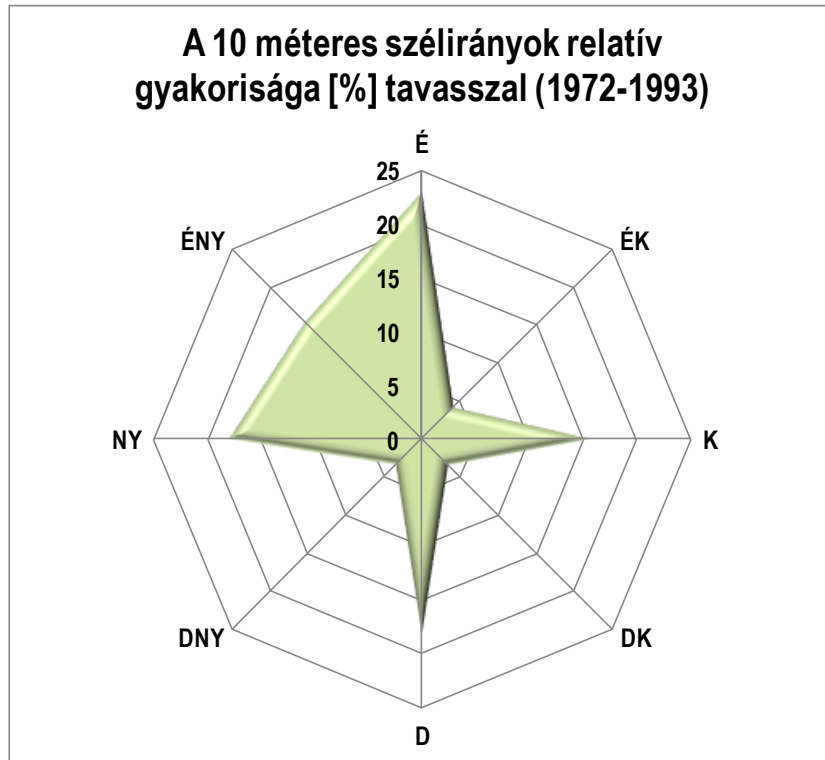
Szélirány gyakoriságok

A 48. ábra a szélirányok relatív gyakoriságát mutatja az egész év során. Az ábra tanúsága szerint 1972 és 1993 között az északi szélirány volt a leggyakoribb, ezt a nyugati, majd az északnyugati követte. A többi irány jóval kisebb arányban fordult elő, legkevésbé a délkeleti és délnyugati szél volt a jellemző. A legritkábban a délkeleti, délnyugati és északkeleti irányból fújt a szél, ezen irányok relatív gyakorisága a mérések tanúsága szerint 3% körüli volt.

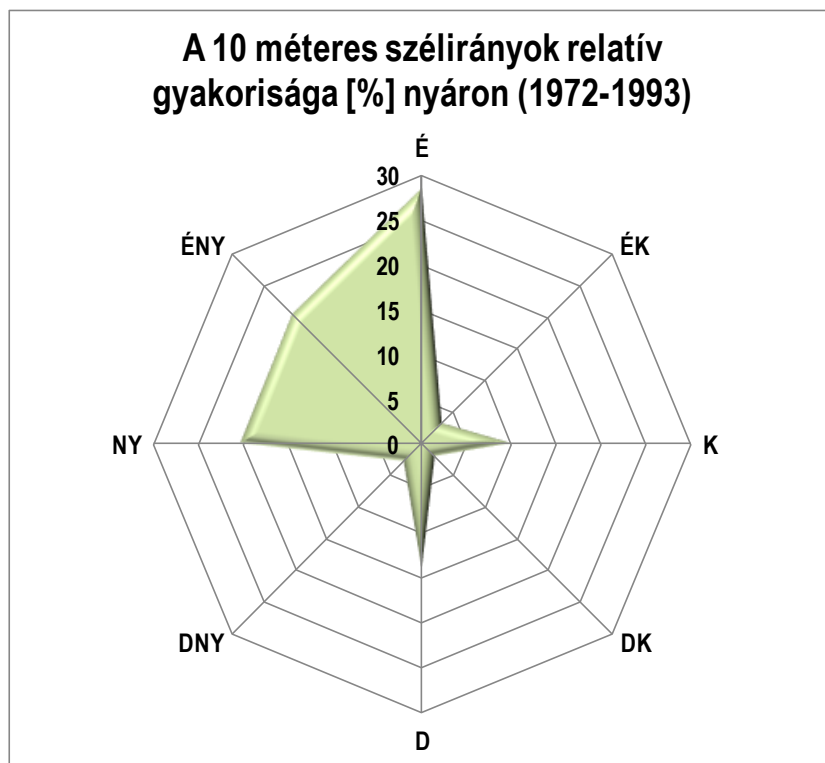


48. ábra. Éves szélirányok relatív gyakorisága [%] 1972 és 1993 között, Széchenyi-hegy állomás alapján

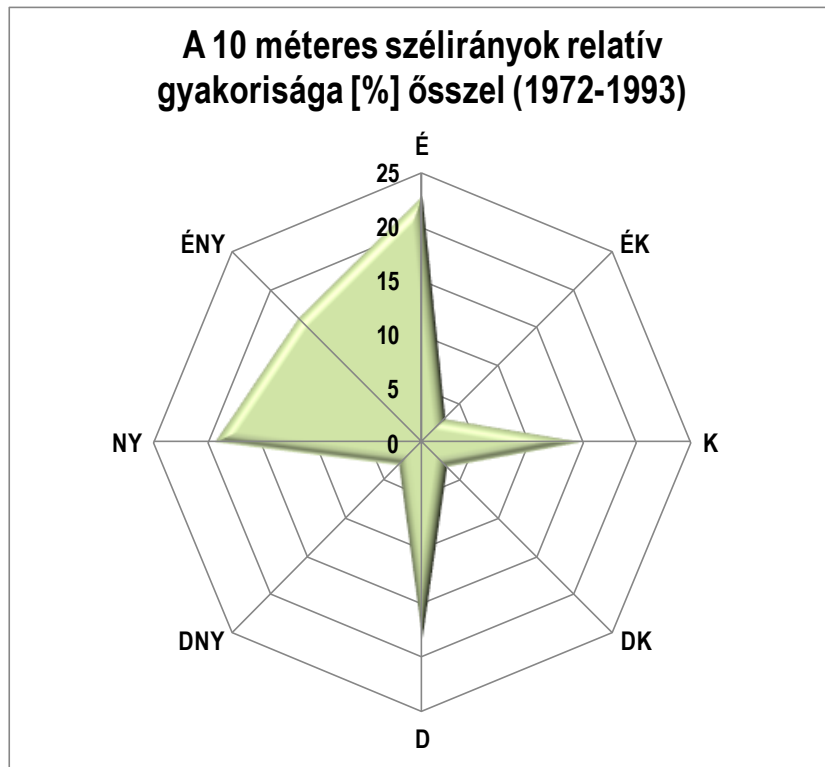
A szélirányok évszakonkénti relatív gyakoriságait a 49. ábra - 52. ábra mutatják be. Az eloszlás hasonló a teljes évihez, csak kisebb különbségek mutatkoznak. A tél kivételével mindegyik évszakban az északi szélirány a leggyakoribb, legnagyobb mértékben nyáron. Télen ugyanakkor a nyugati irány gyakorisága meghaladja az északiét. A második leggyakoribb nyáron az északnyugati, télen az északi szél, az átmeneti évszakokban azonban a déli irányból fúj második legtöbbet a szél. A legritkább irány tavasszal a délnyugati és délkeleti, nyáron ugyanígy, csak fordított sorrendben. Ősszel, ha kevéssel is, de az északkeleti szél a legritkább, míg télen a délkeleti.



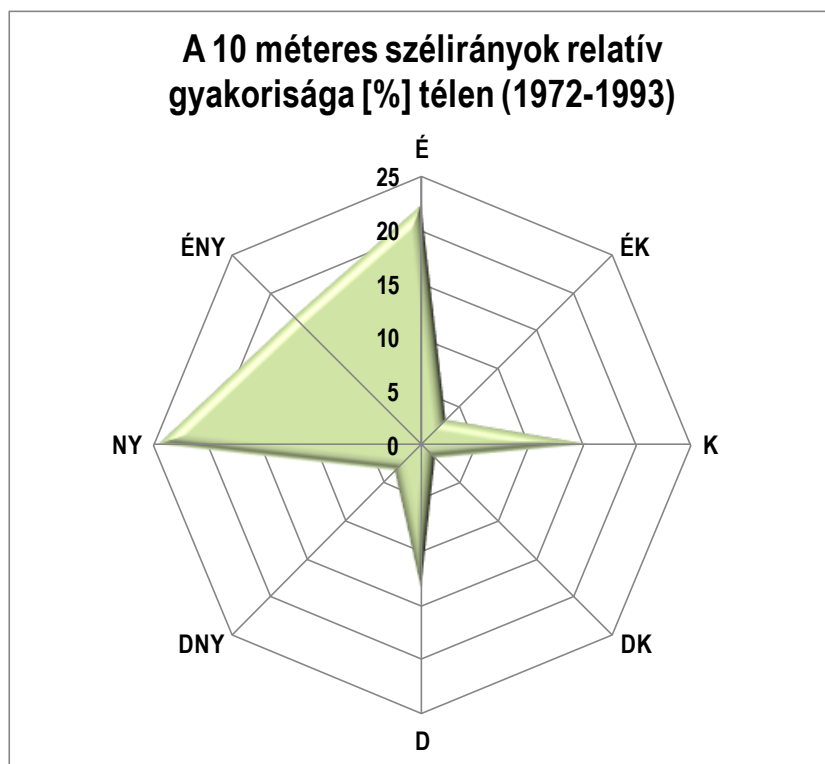
49. ábra. Tavasszi szélirányok relatív gyakorisága [%] 1972 és 1993 között, Széchenyi-hegy állomás alapján



50. ábra. Nyári szélirányok relatív gyakorisága [%] 1972 és 1993 között, Széchenyi-hegy állomás alapján



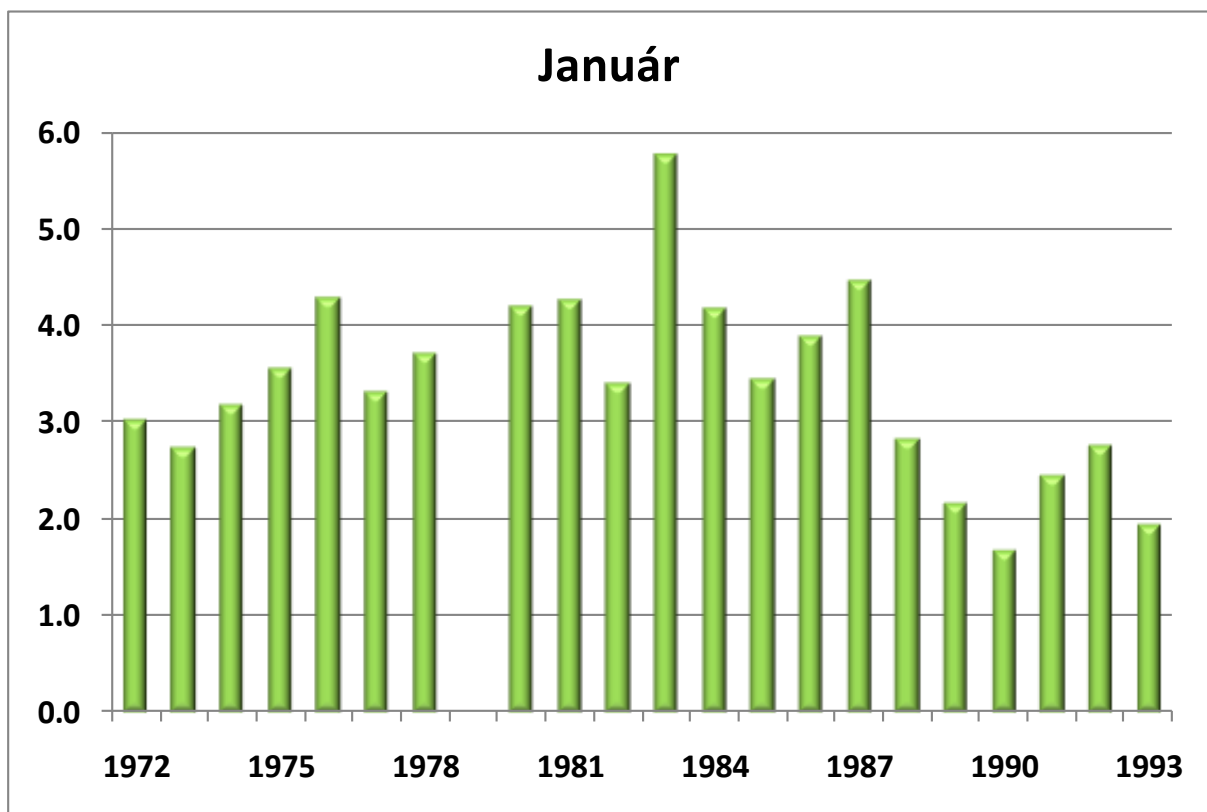
51. ábra. Őszi szélirányok relatív gyakorisága [%] 1972 és 1993 között, Széchenyi-hegy állomás alapján



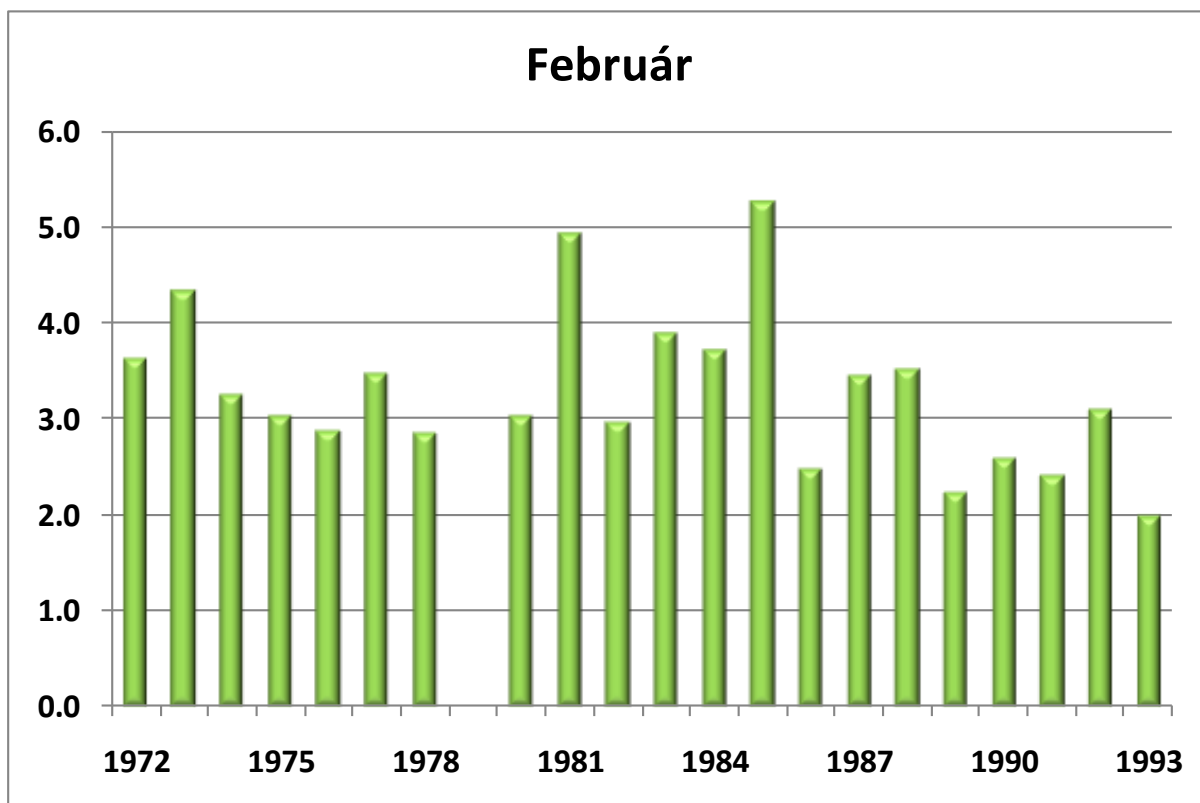
52. ábra. Téli szélirányok relatív gyakorisága [%] 1972 és 1993 között, Széchenyi-hegy állomás alapján

Szélesebesség és szélcsendgyakoriság

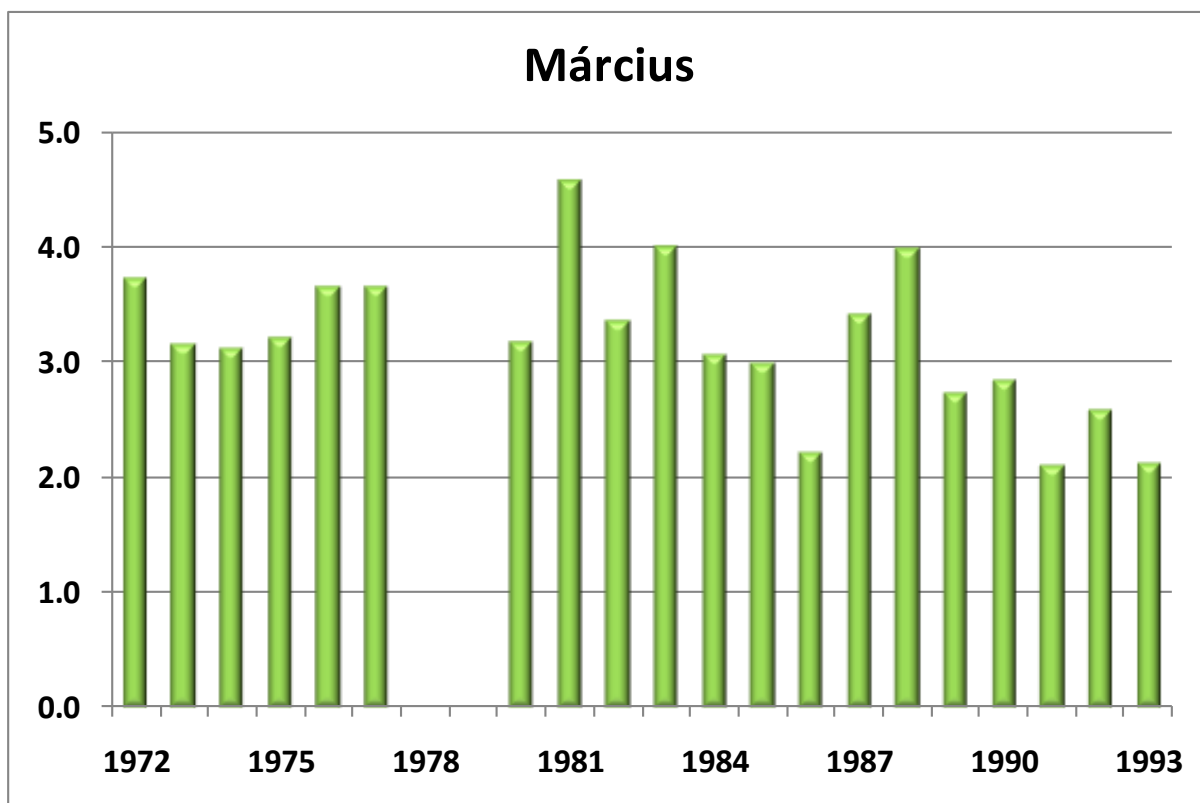
Az alábbi ábrák a szélesebességek menetét mutatják be az egyes hónapokban. Az állomás a húszéves mérés során technikai problémák miatt néhány hónapban nem regisztrált szélesebességet, az ábrákon egyes években hiányzó oszlopok ennek tudhatók be. Az ábrák alapján megállapítható, hogy a téli hónapokban magasabb értékek fordulnak elő, ebben az évszakban általában nagyobb szélesebesség a jellemző. Leghidegebb évszakunkban a szélesebesség átlagban közel 3,5 m/s-nak adódott, ezt a tavasz és az ősz követte 3,2 m/s-os és 3,1 m/-os értékekkel. A legkevésbé szelesek a nyári hónapok, ebben az időszakban az átlagos szélesebesség a 3 m/s-ot sem érte el.



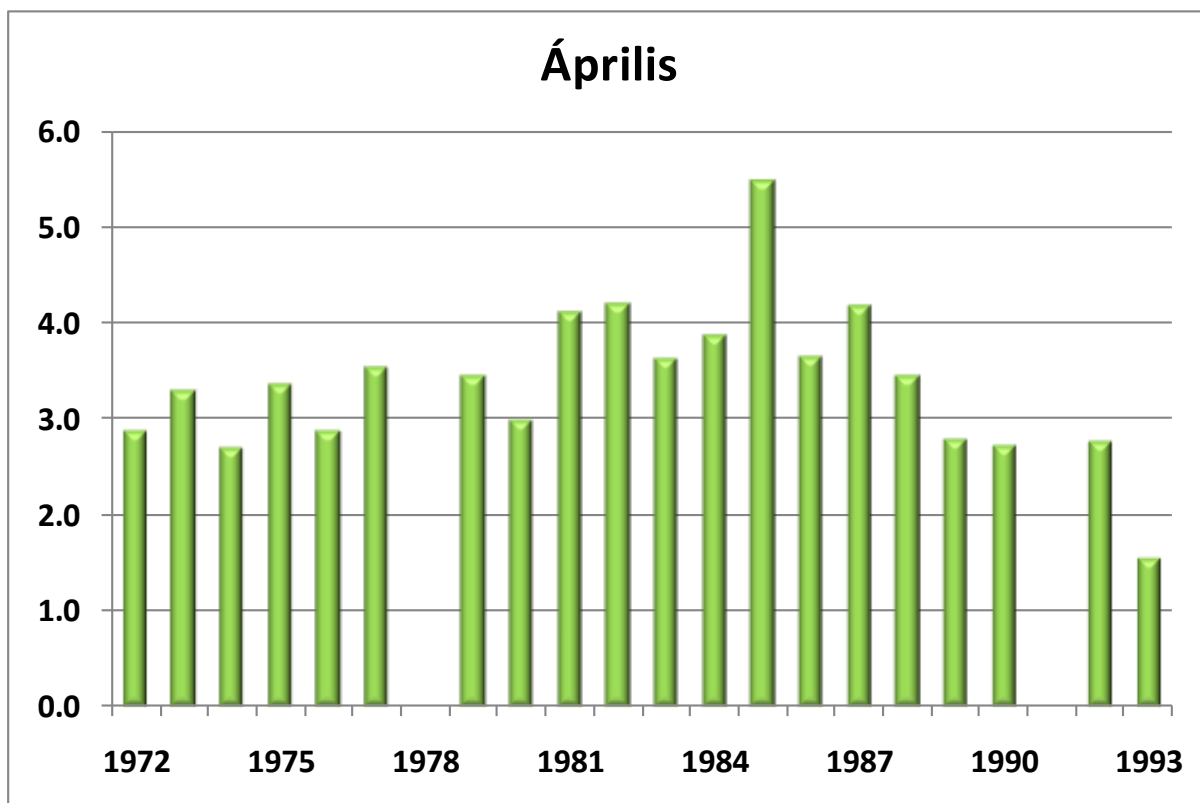
53. ábra. Szélesebességek januárban 1972-től 1993-ig Széchenyi-hegy állomás alapján [m/s]



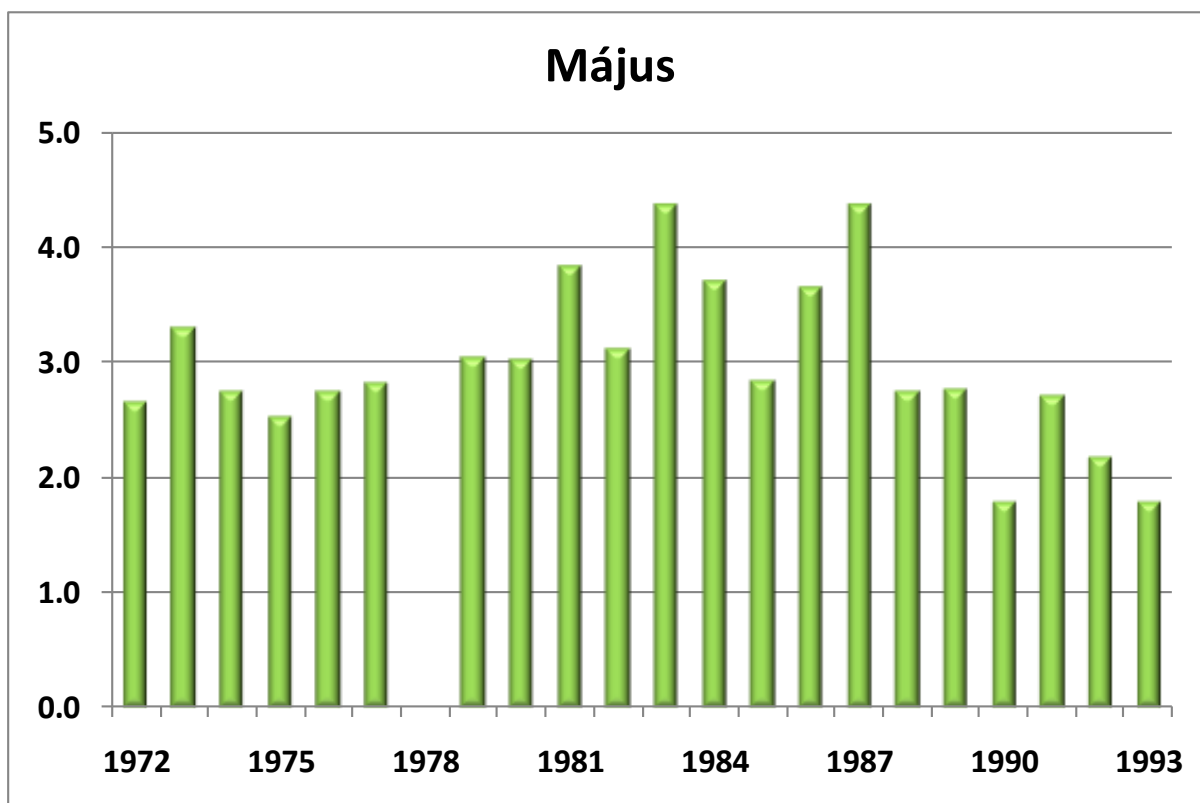
54. ábra. Szélsebességek februárban 1972-től 1993-ig Széchenyi-hegy állomás alapján [m/s]



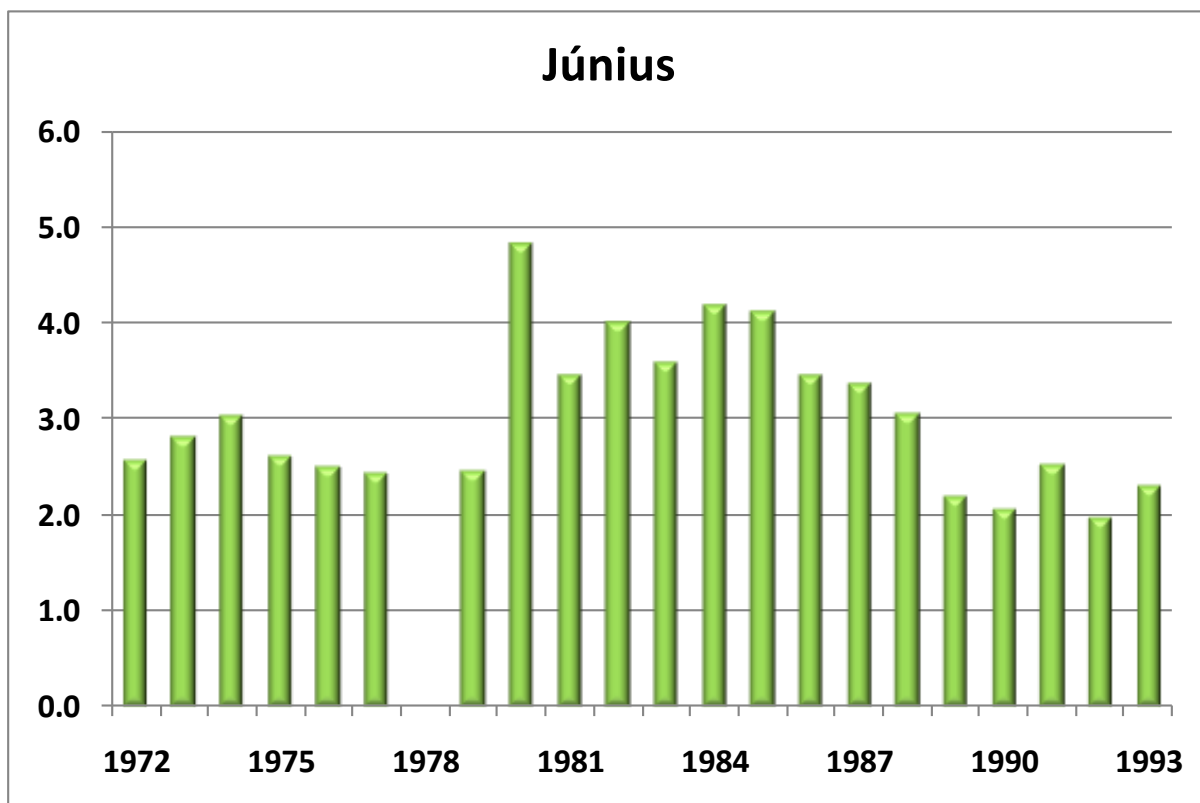
55. ábra. Szélsebességek márciusban 1972-től 1993-ig Széchenyi-hegy állomás alapján [m/s]



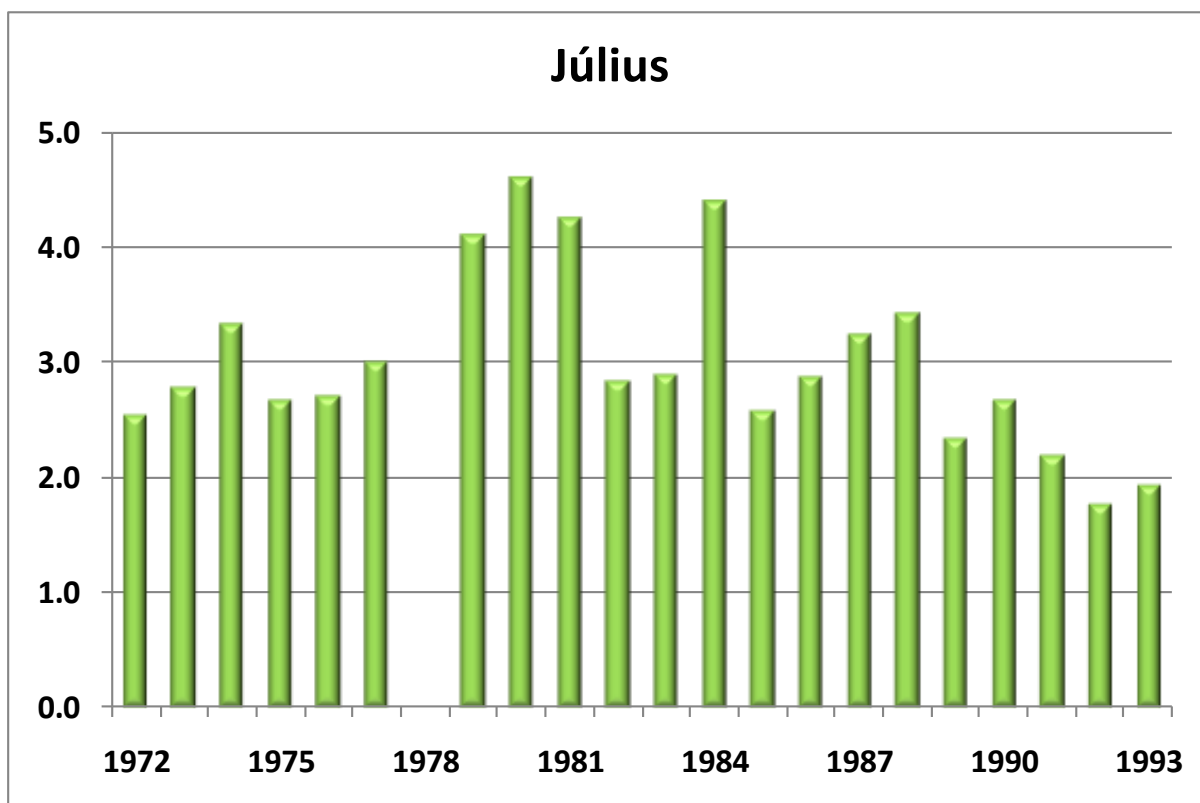
56. ábra. Szélsebességek áprilisban 1972-től 1993-ig Széchenyi-hegy állomás alapján [m/s]



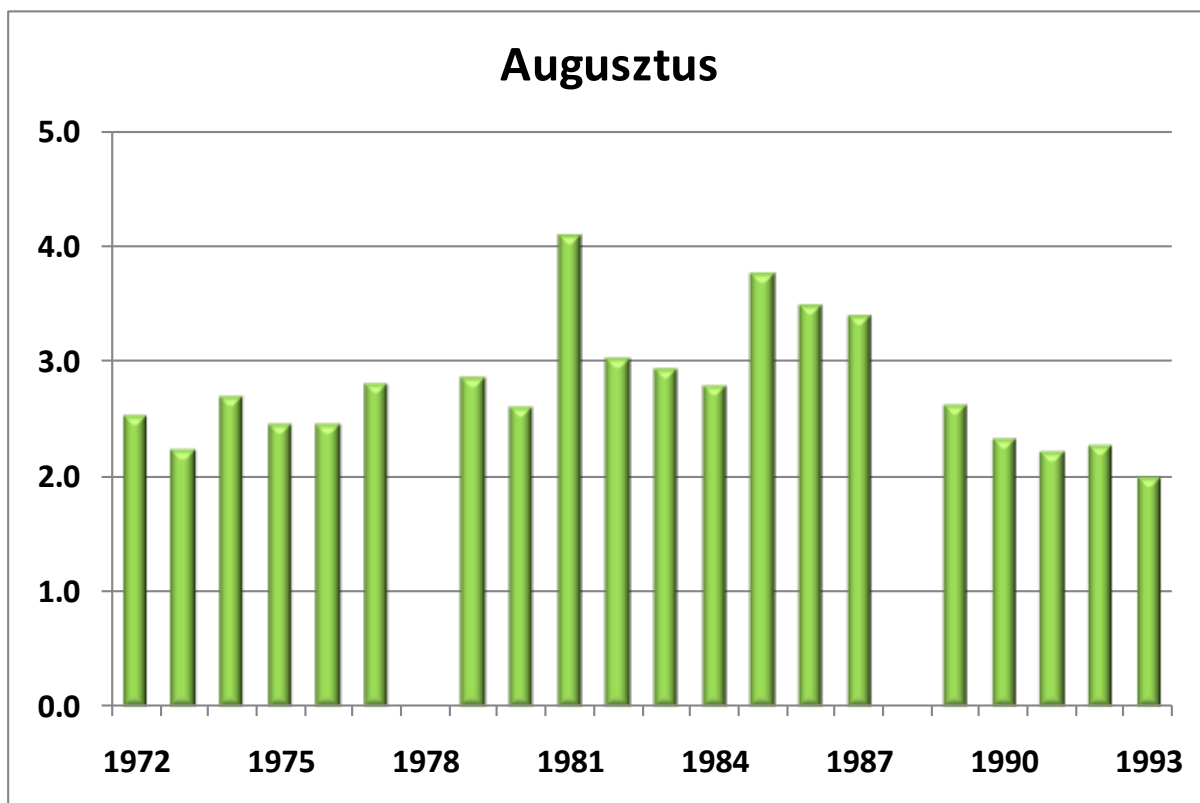
57. ábra. Szélsebességek májusban 1972-től 1993-ig Széchenyi-hegy állomás alapján [m/s]



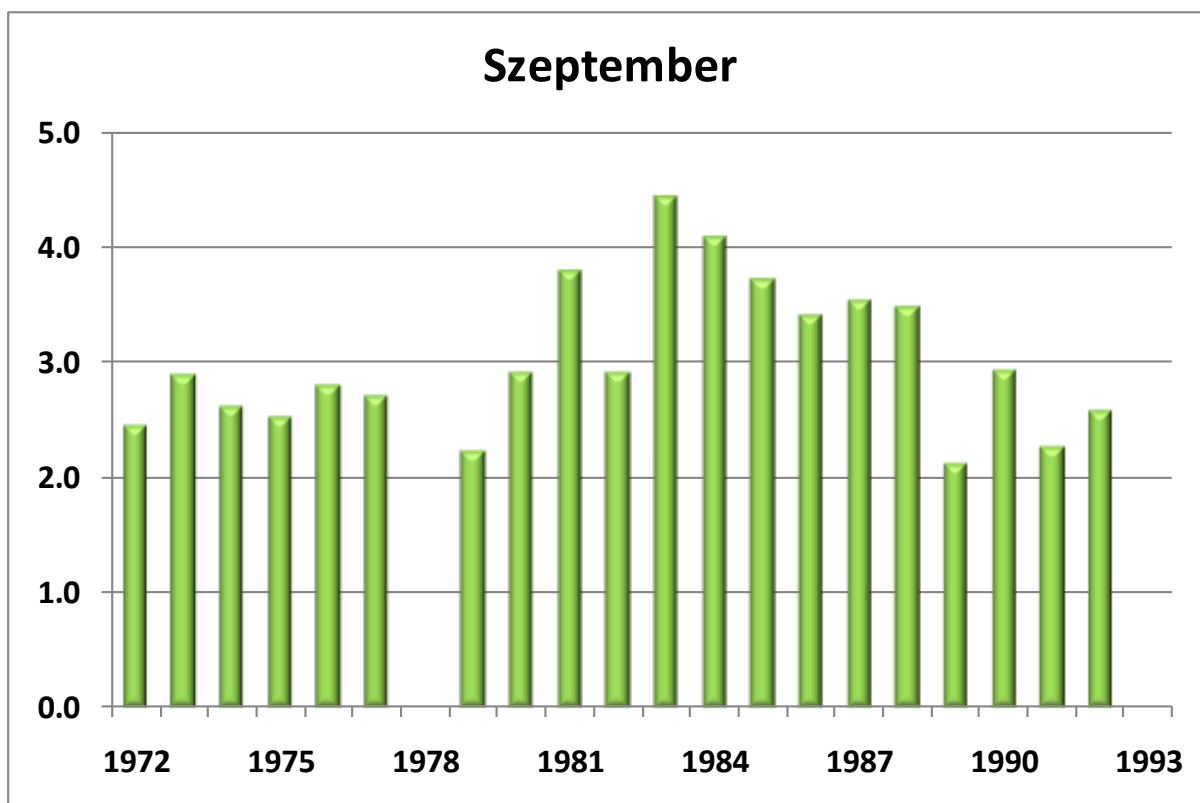
58. ábra. Szélsebességek júniusban 1972-től 1993-ig Széchenyi-hegy állomás alapján [m/s]



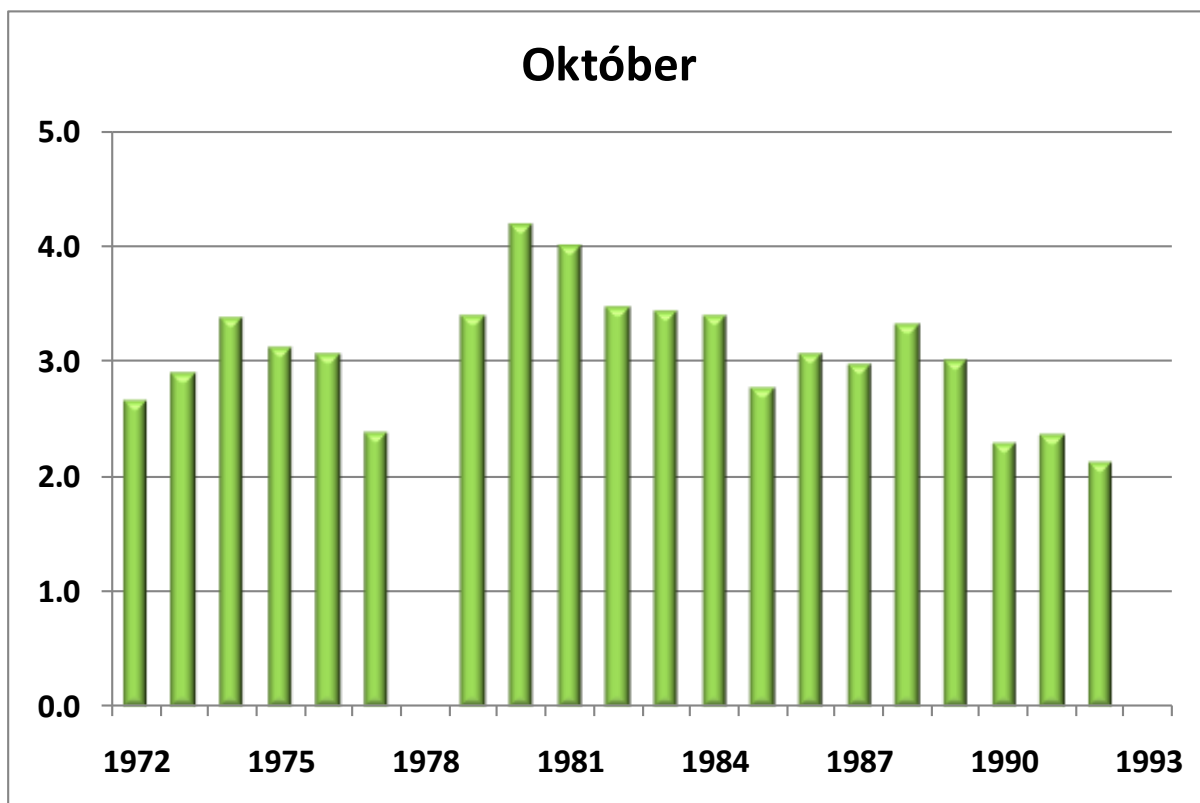
59. ábra. Szélsebességek júliusban 1972-től 1993-ig Széchenyi-hegy állomás alapján [m/s]



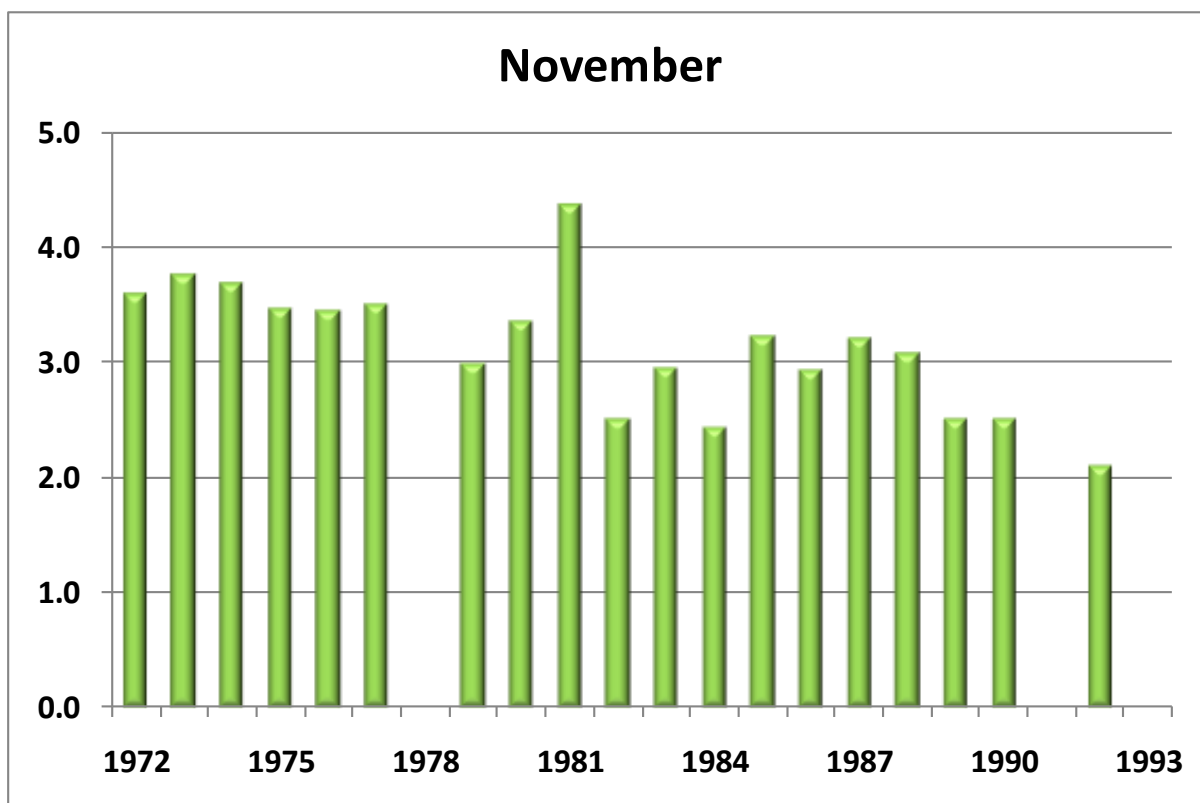
60. ábra. Szélsebességek augusztusban 1972-től 1993-ig Széchenyi-hegy állomás alapján [m/s]



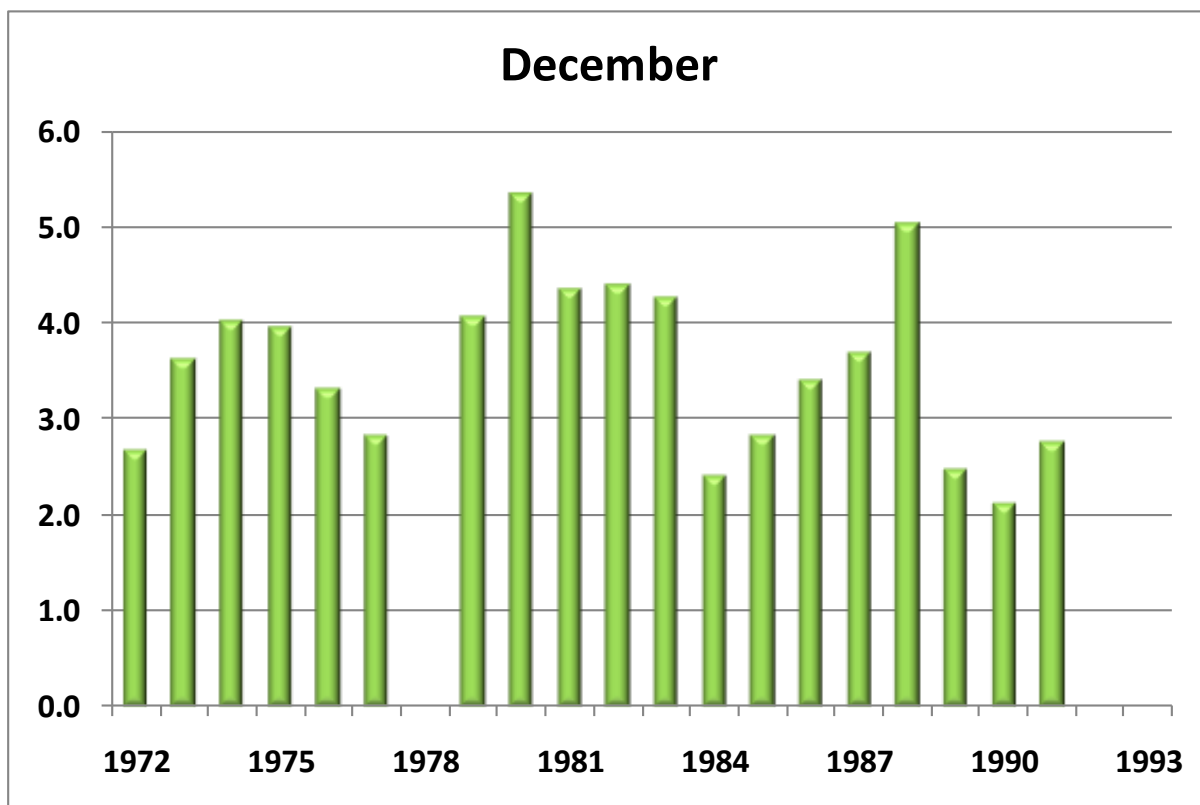
61. ábra. Szélsebességek szeptemberben 1972-től 1993-ig Széchenyi-hegy állomás alapján [m/s]



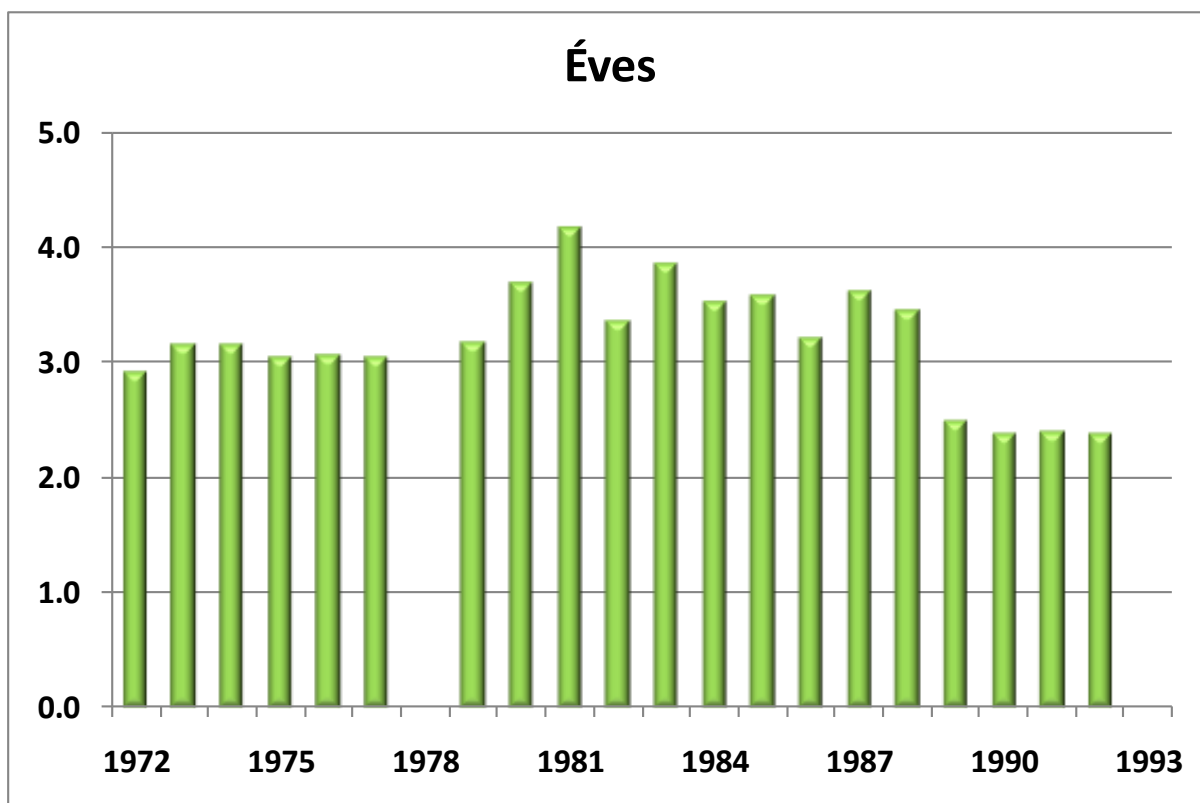
62. ábra. Szélsebességek októberben 1972-től 1993-ig Széchenyi-hegy állomás alapján [m/s]



63. ábra. Szélsebességek novemberben 1972-től 1993-ig Széchenyi-hegy állomás alapján [m/s]

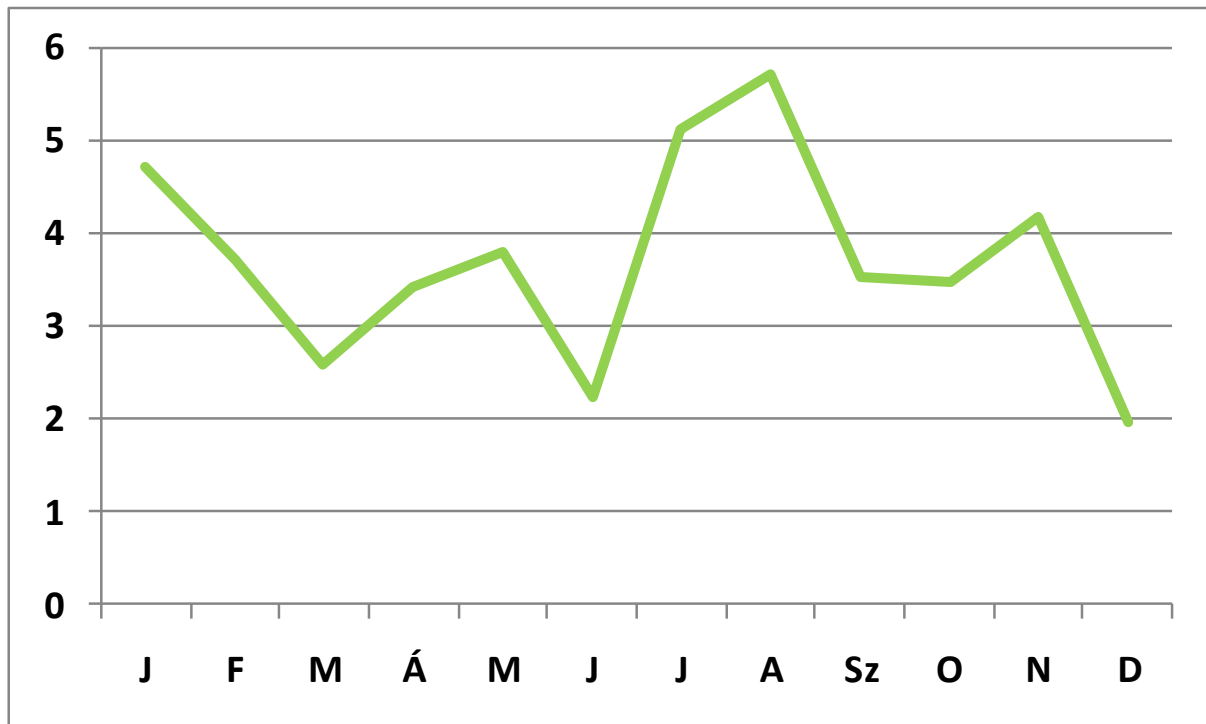


64. ábra. Szélsebességek decemberben 1972-től 1993-ig Széchenyi-hegy állomás alapján [m/s]



65. ábra. Szélsebességek éves alakulása 1972-től 1993-ig Széchenyi-hegy állomás alapján [m/s]

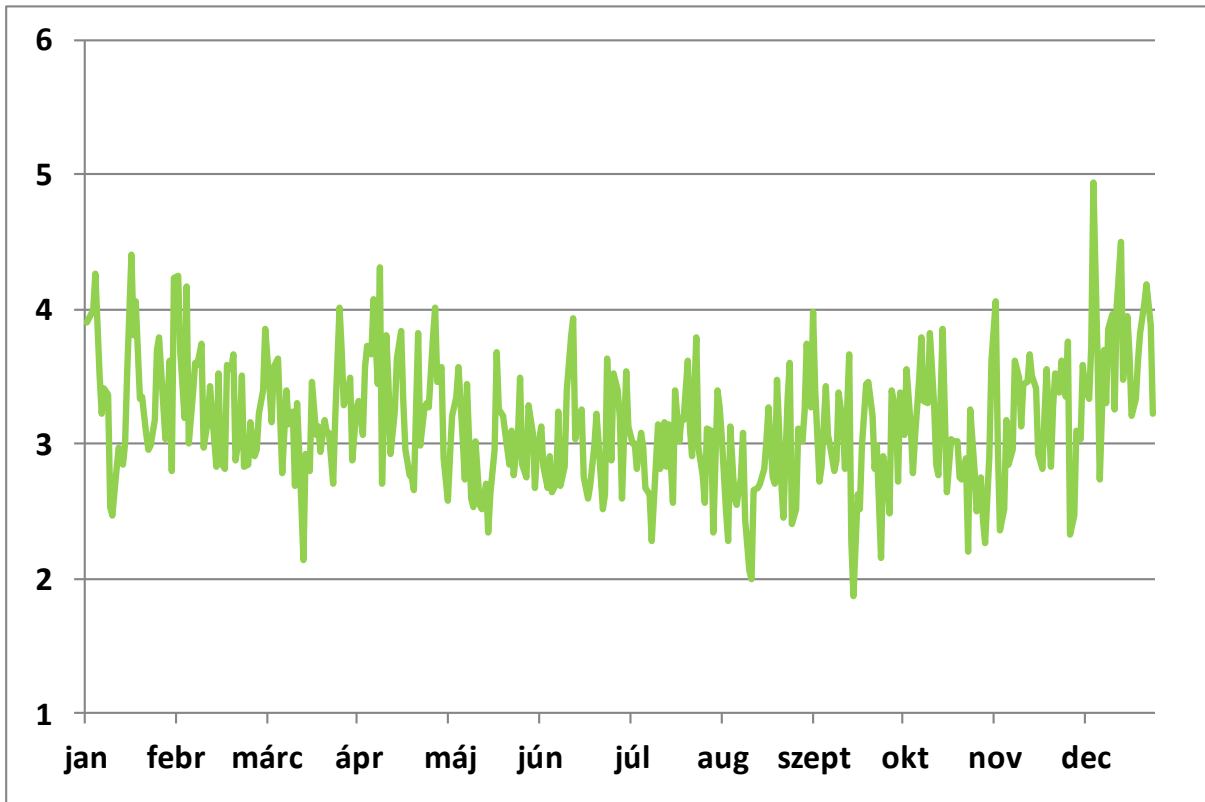
A 66. ábra az 1972 és 1993 közötti szélcsendes időszakok gyakoriságát mutatja százalékban az év 12 hónapjában. Általában az idő 2-6%-ában beszélhetünk szélcsendről, amely leggyakrabban nyáron jellemző (augusztusban közel 6%-os gyakorisággal), legkevésbé pedig a tavasszal, habár a legalacsonyabb érték decemberhez tartozik.



66. ábra. Szélcsendgyakoriság alakulása az egyes hónapokban 1972 és 1993 között Széchenyi-hegy állomás alapján [%]

Szélesebesség átlagos éves menete

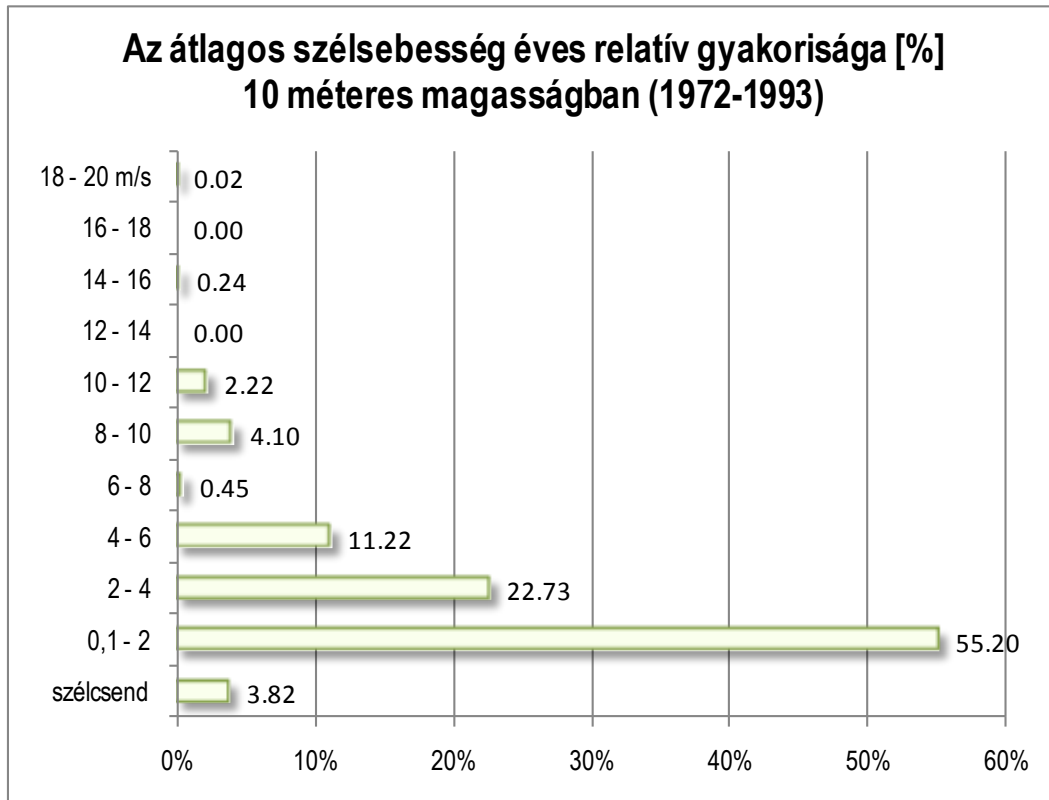
A szélcsendes időszakok decemberi csekély gyakoriságának megfelelően a 67. ábra szerint az év utolsó hónapjában jellemző a legerősebb szél. Az év elején az átlagos szélesebesség általában 3-4 m/s, majd késő ősziig folyamatosan csökken, ekkor a 3 m/s körüli érték a jellemző. Az ábra szerint decemberben azonban újra nagyobb sebességek mérhetők, melyek a 4 m/s-ot is meghaladhatják.



67. ábra. A szélsebesség átlagos éves menete 1972 és 1993 között, Széchenyi-hegy állomás adatai alapján [m/s]

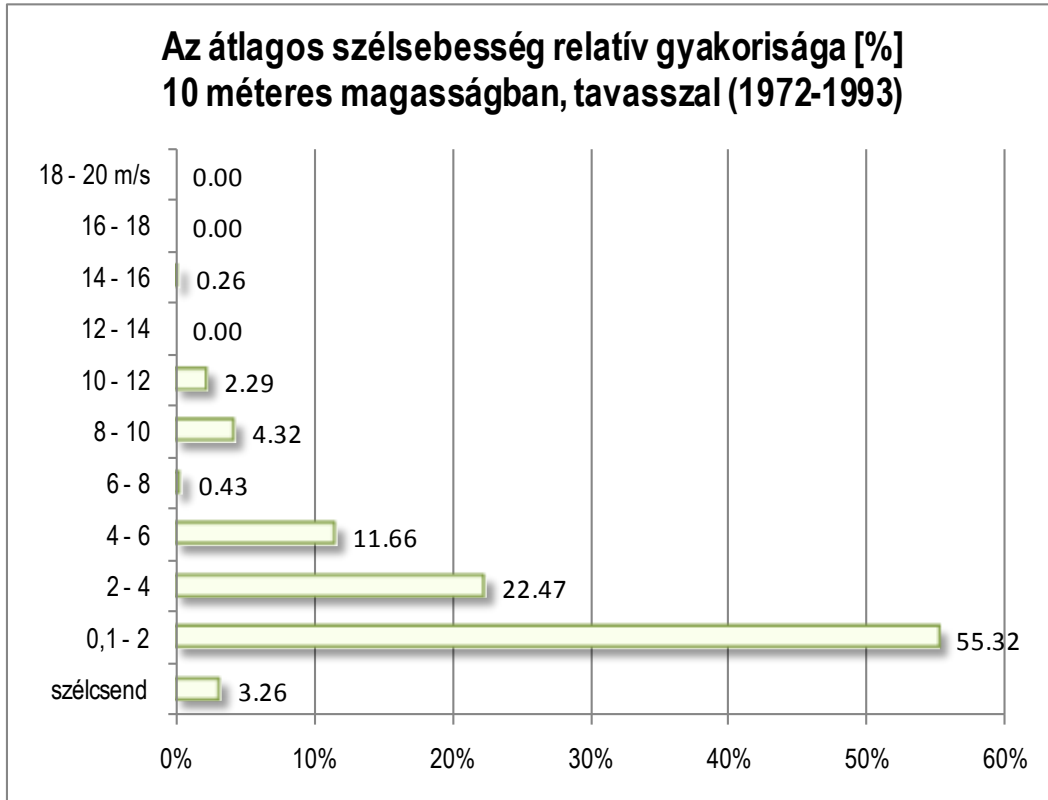
Átlagos szélsebességek relatív gyakorisága

Az átlagos szélsebességek éves relatív gyakoriságát az 68. ábra mutatja. Jól látható, hogy a leggyakoribb a szélcsend és a 2 m/s közötti, gyenge szél, a magasabb értékek jóval ritkábban fordulnak elő. A teljes évet tekintve az esetek 80%-ában 4 m/s-nál gyengébb szél jellemző, ám Széchenyi-hegy állomásunk 1972 és 1993 között közel 2,5%-ban 10 m/s-ot meghaladó sebességet is regisztrált.

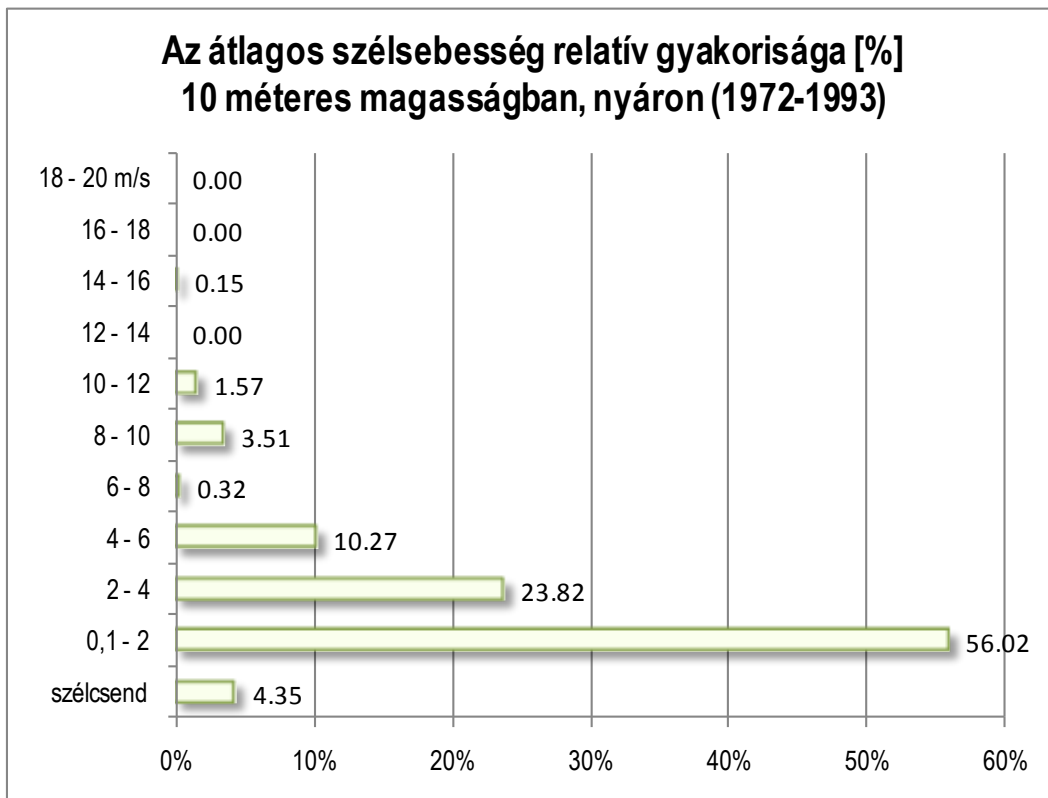


68. ábra. Az átlagos szélesség éves relatív gyakorisága 1972 és 1993 között Széchenyi-hegy állomás alapján [%]

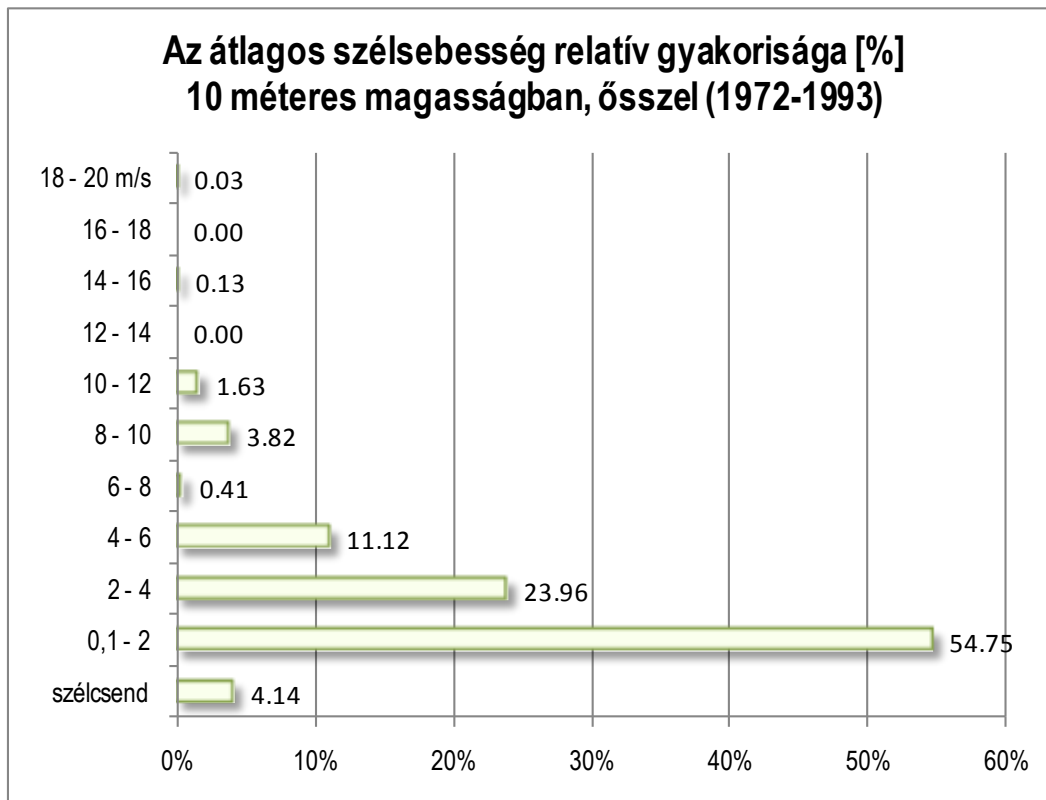
A 69. ábra - 72. ábra az átlagos szélességek relatív gyakoriságának évszakos bontását tartalmazzák. Az ábrák szerint a szélcsend gyakorisága tavasszal a legnagyobb, ám az azt meghaladó, gyenge szélességekhez képest jóval csekélyebb. Az egyes évszakok szélességeinek eloszlása között nincs számottevő különbség, a 8 m/s-ot meghaladó értékek leggyakrabban télen, majd tavasszal fordultak elő.



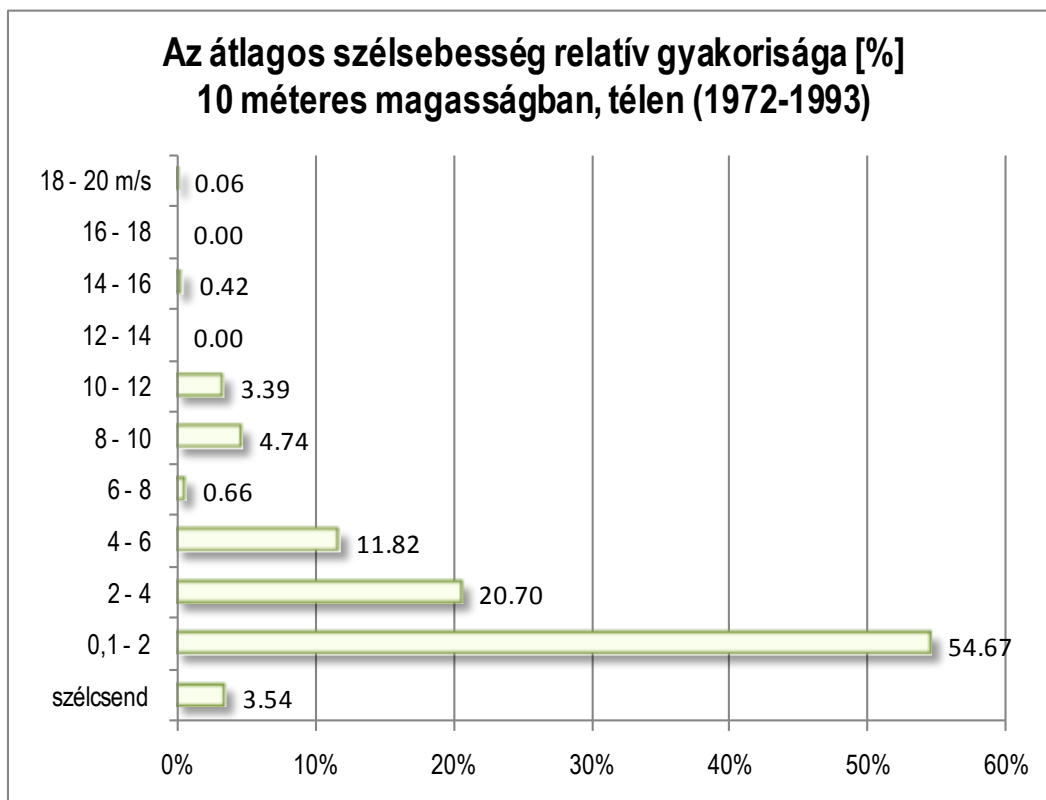
69. ábra. Az átlagos szélesség tavaszi relatív gyakorisága 1972 és 1993 között Széchenyi-hegy állomás alapján [%]



70. ábra. Az átlagos szélesség nyári relatív gyakorisága 1972 és 1993 között Széchenyi-hegy állomás alapján [%]



71. ábra. Az átlagos szélesség őszi relatív gyakorisága 1972 és 1993 között Széchenyi-hegy állomás alapján [%]



72. ábra. Az átlagos szélesség téli relatív gyakorisága 1972 és 1993 között Széchenyi-hegy állomás alapján [%]

BUDAPESTI TÖRTÉNELMI ADATSOR

Alábbi ábráinkon bemutatjuk és röviden jellemezzük Budapest 1901-től rendelkezésre álló történelmi adatsorainak hőmérsékleti és csapadékfeljegyzéseit.

A megfigyelések helyszíne 1901. január 1. és 1910. február 28. között a Meteorológiai és Földdelejjességi Magyar Királyi Központi Intézet volt (Lánchíd budai hídfőjének közelében, északi szélesség: 47°30'03"; keleti hosszúság: 19°02'15"). 1910. március 1-től a Meteorológiai Intézet Kitaibel Pál utcai székháza melletti műszerkertben (északi szélesség: 47°30'46"; keleti hosszúság: 19°01'34") folytatódtak a mérések, a hőmérők (állomáshőmérő, maximum és minimum hőmérő) a nemzetközi ajánlásnak megfelelően a talajfelszín felett kb. 2 m magasságban voltak elhelyezve. Budapest 1945. évi ostroma idején néhány hétig szüneteltek a megfigyelések, de az adatokat környező állomások mérései segítségével pótolták. E műszerkertben a mérések a terület beépítése miatt 1985. március 31-én befejeződtek.

Az adatgyűjtés 1985. április 1-től a Kitaibel Pál u. 1. alatti székház 5. emeletén lévő 25,7 m magasan lévő teraszon folytatódott (északi szélesség: 47°30'40"; keleti hosszúság: 19°01'41"). Az új elhelyezés jóval nagyobb szellőzést biztosított. 1998. január 1-től a hagyományos (higanyos, illetve alkoholos) hőmérőket elektromos hőmérő váltotta fel.

A teraszon két csapadékmérő működött 1985. április 1-től 1994 januárjáig. Az egyik a terasz északnyugati, a másik a délkeleti sarkán, azzal a megfontolással, hogy a terasz közepén kiemelkedő 6. és 7. szint áramlásmódosító hatása különböző szélirányok esetén a csapadékmérésnél kiküszöbölhető legyen (az adatbázisba a két mérés középértéke került rögzítésre). Elhelyezési nehézségek miatt 1994. január 4-től már csak egy csapadékmérő üzemelt. Az automata mérőműszerek telepítésekor csapadékmérő szenzor is elhelyezésre került, de az adatsorban továbbra is a hagyományos csapadékmérő mérési eredményei szerepelnek.) A torony tatarozása miatt a csapadékmérés 1999. június 19-től 2000. május 8-ig a székház udvarán folyt, eléggé zárt környezetben. Ezt követően ismét a toronyban helyezték el a csapadékmérőt.

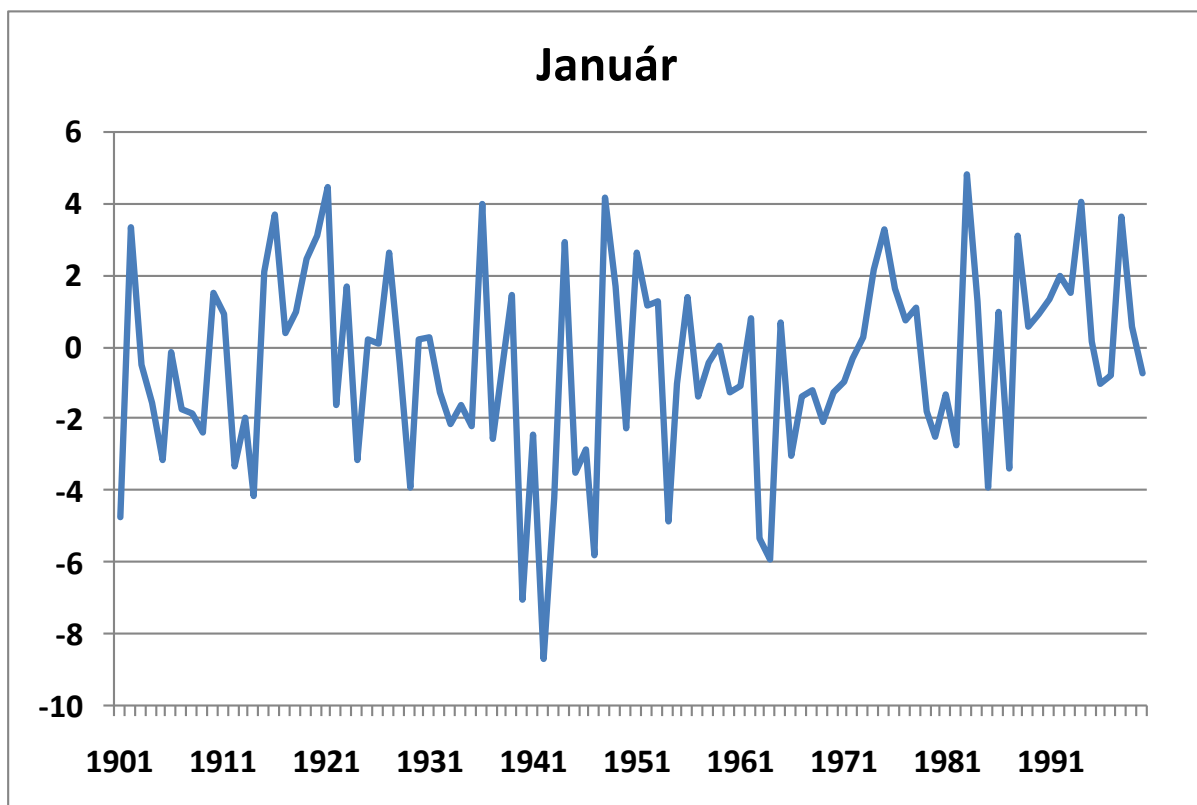
Budapest állomástörténeti leírásából láthatjuk, hogy a mérési körülményekben több, jelentős változás következett be. A legnagyobb változásokat az állomásáttelepítések, a mérési időpontok és a mérési módszerek változásai okozták, amelyek inhomogenitásokat eredményeznek az adatsorban. Hangsúlyoznunk kell, hogy klimatológiai, de különösen éghajlatváltozási vizsgálatokat kizárólag hosszú, jó minőségű, homogén adatsorokon végezhetünk. Az Országos Meteorológiai Szolgálatnál kidolgozott homogenizálási eljárással korrigált éves középhőmérsékletek homogén idősorán az emelkedés mértéke lényesen eltér az eredeti mérések alapján kapott értéktől még országos átlagban is, egyes állomások esetében pedig a tendencia jellege is megváltozik. Az alábbiakban az eredeti, ellenőrzött, pótoltt, de az inhomogenitásoktól még nem mentes adatsorozatokból előálló ábrákat adjuk közre.

Havi középhőmérsékletek alakulása 1901-2000 között

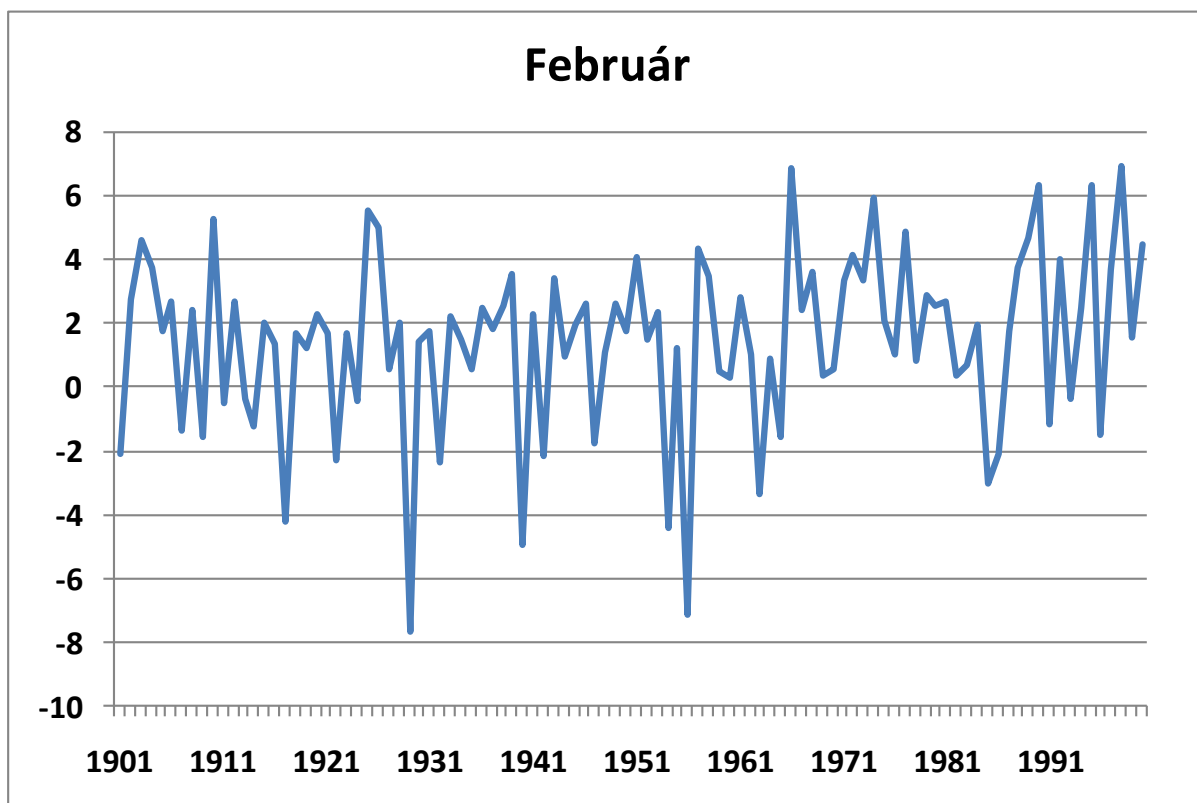
A januári középhőmérsékletek az 1901-2000 közötti periódusban zömmel -4 és $+3^{\circ}\text{C}$ között alakultak (73. ábra). A kijelölt száz éves periódus alatt a leghidegebb januárt 1942-ben jegyeztük (havi középhőmérséklet $-8,7^{\circ}\text{C}$), a legmelegebb pedig 1983-hoz köthető ($4,8^{\circ}\text{C}$).

Februárban jórészt -3 és $+4^{\circ}\text{C}$ közötti átlagok fordultak elő a kijelölt időszakban Budapest történelmi adatsorait tekintve (74. ábra). A leghidegebb az 1929-es február volt ($-7,7^{\circ}\text{C}$), a legmelegebb pedig az 1998-as ($+6,9^{\circ}\text{C}$).

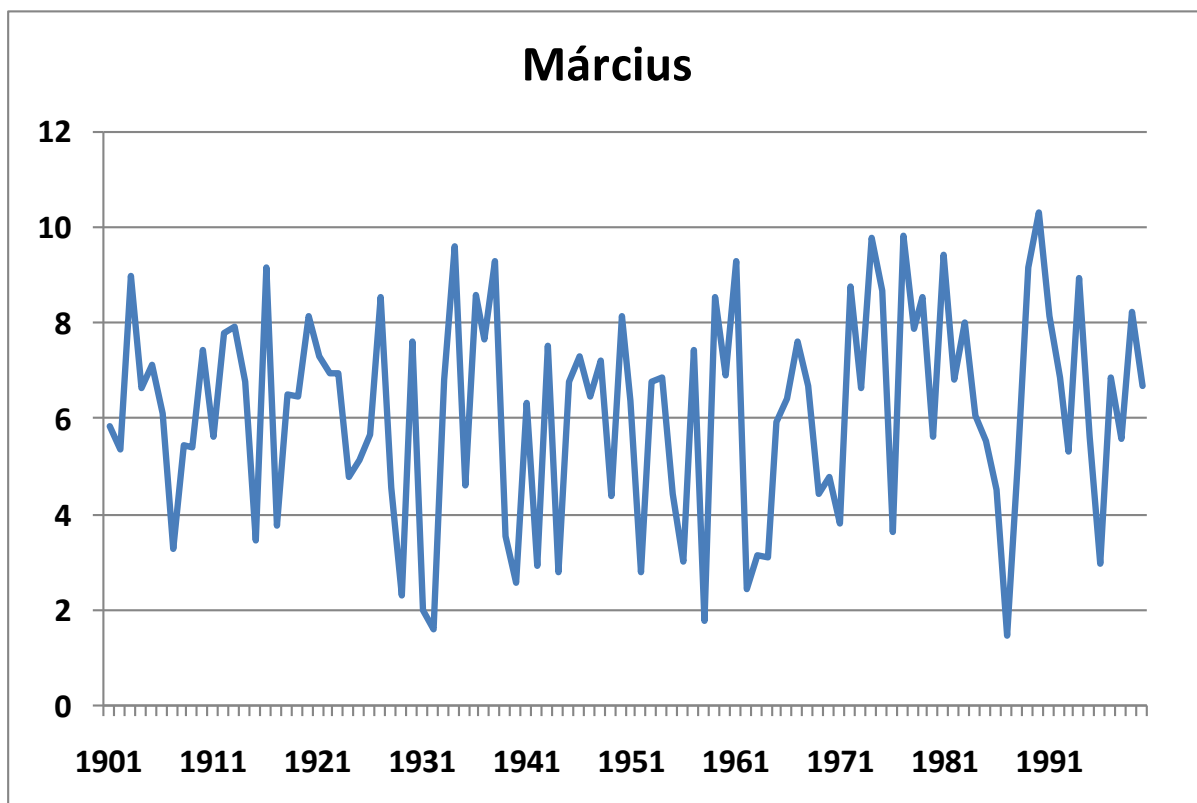
A márciusokra jellemző középhőmérséklet $3-8^{\circ}\text{C}$ között alakult az 1901-2000-es periódusban (75. ábra). Az adatok között a legalacsonyabb érték $1,461^{\circ}\text{C}$ (1987), a legmagasabb pedig $10,31^{\circ}\text{C}$ (1990).



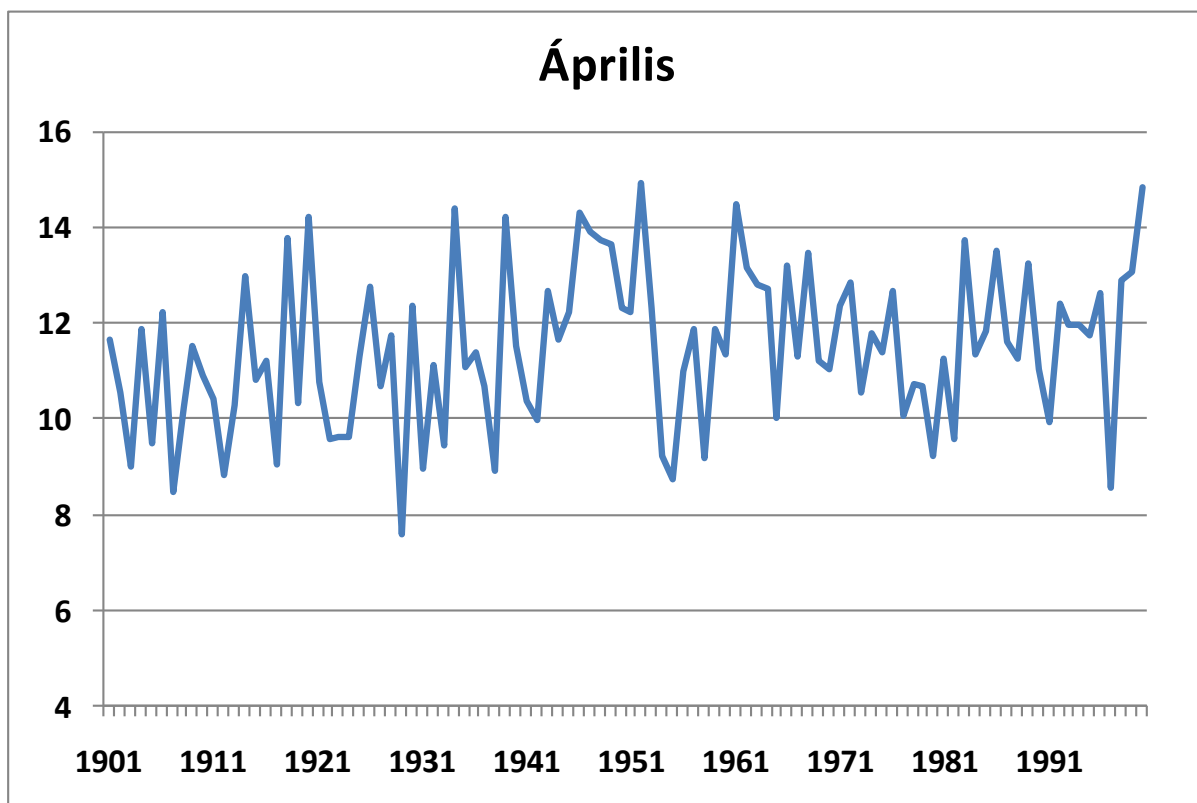
73. ábra. A januári középhőmérsékletek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (°C)



74. ábra. A februári középhőmérsékletek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (°C)

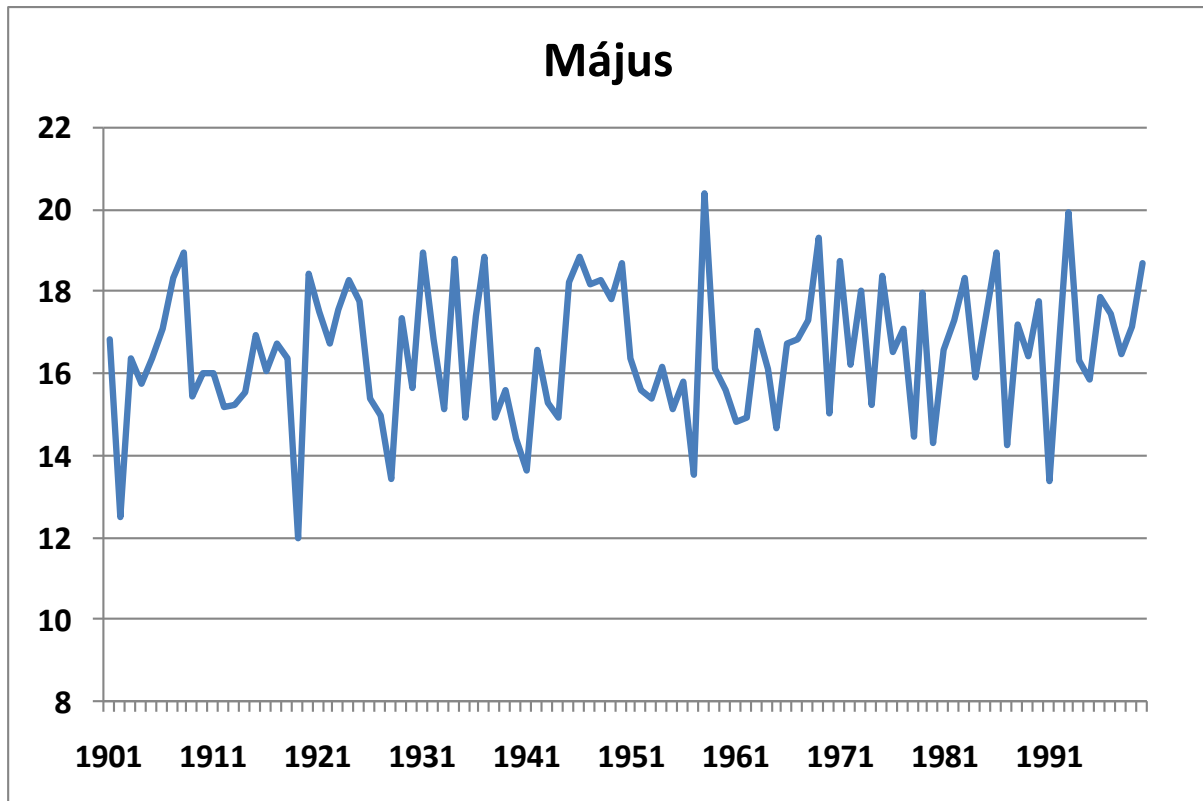


75. ábra. A márciusi középhőmérsékletek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (°C)



76. ábra. Az áprilisi középhőmérsékletek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (°C)

Áprilisban jórészt 9 és 14°C közötti átlaghőmérsékletek jelentkeztek Budapesten 1901-2000 között (76. ábra). A leghűvösebb április 1929-ben volt (7,6°C), a legmagasabb középhőmérséklet az adatsorban 14,9°C (1952).

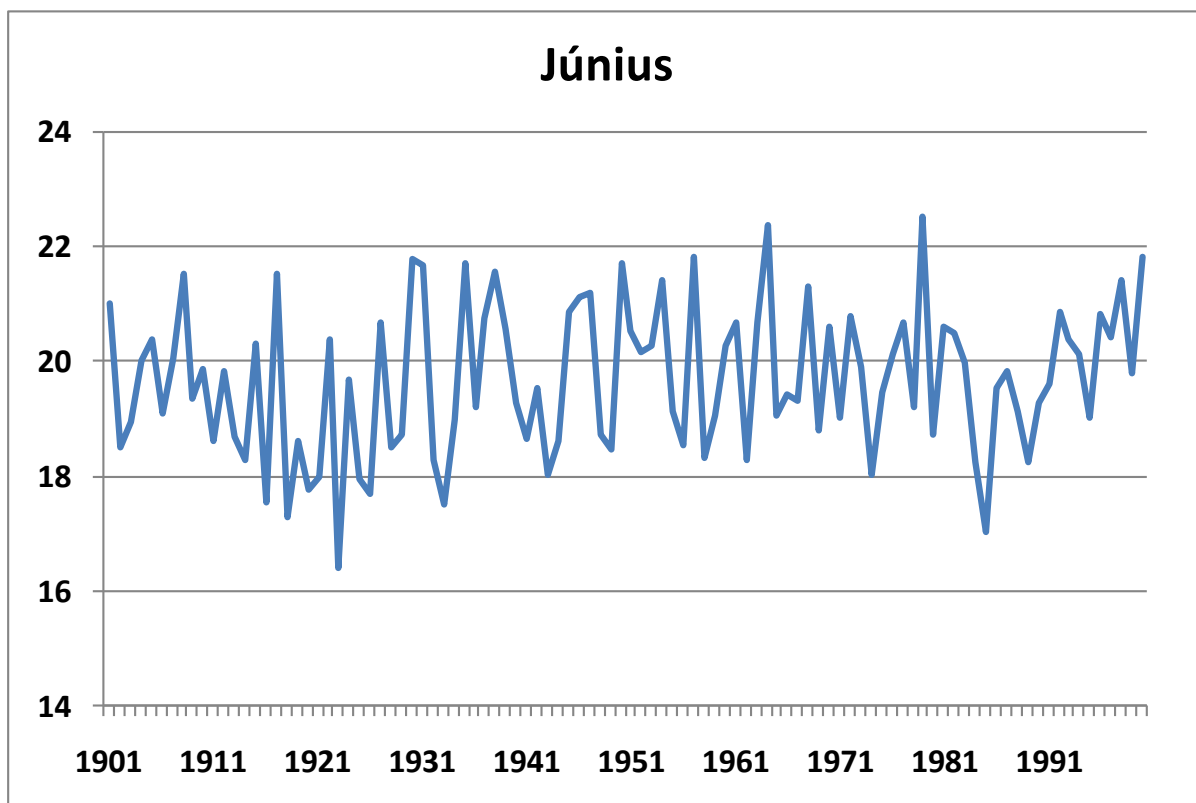


77. ábra. A májusi középhőmérsékletek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (°C)

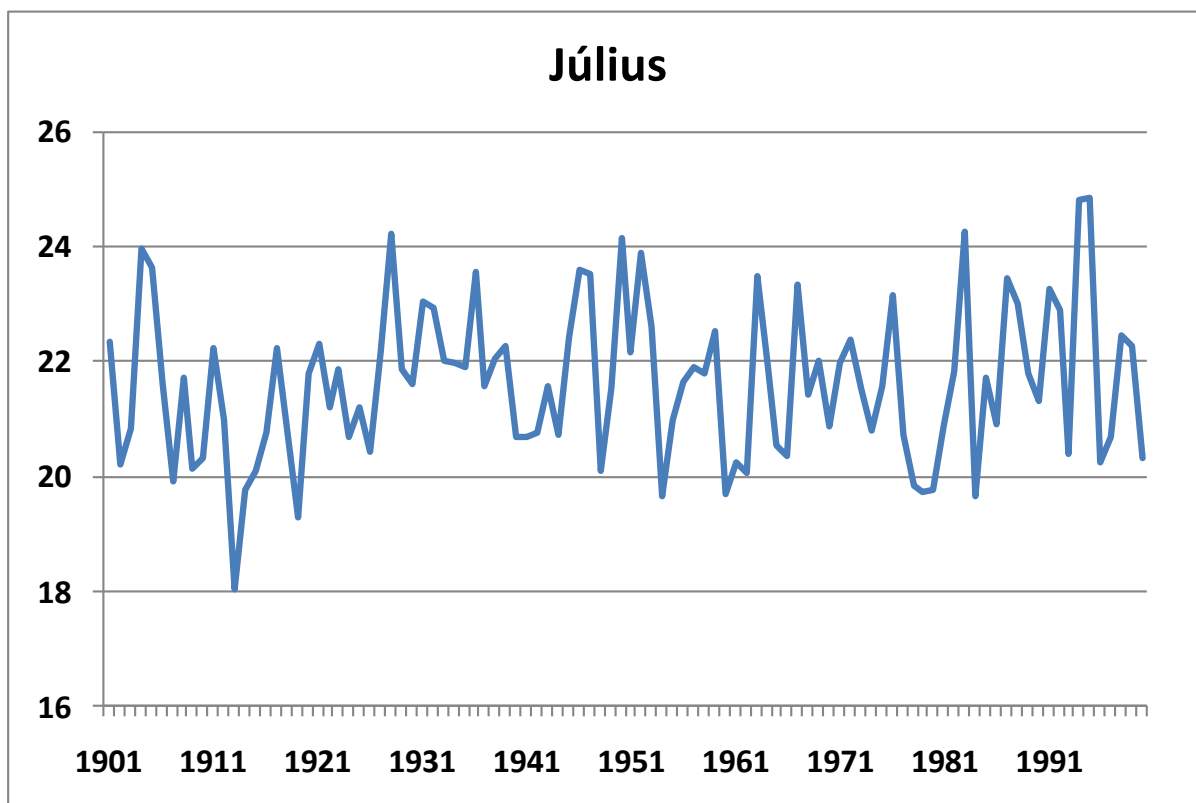
A májusi értékek között a vizsgált időszakban az 1919-es volt a legalacsonyabb (11,9°C), a legmagasabbnak pedig az 1958-as érték bizonyult (20,4°C). Általánosságban elmondható, hogy a középhőmérsékletek jellemzően 14 és 19°C között alakultak (77. ábra).

A vizsgált száz év júniusai jórészt 18 és 22°C közötti átlaghőmérsékletekkel teltek (78. ábra). A legenyhébb júniust 1923-ban jegyeztük (16,4°C), a legmelegebb pedig az 1979-es június volt (22,5°C).

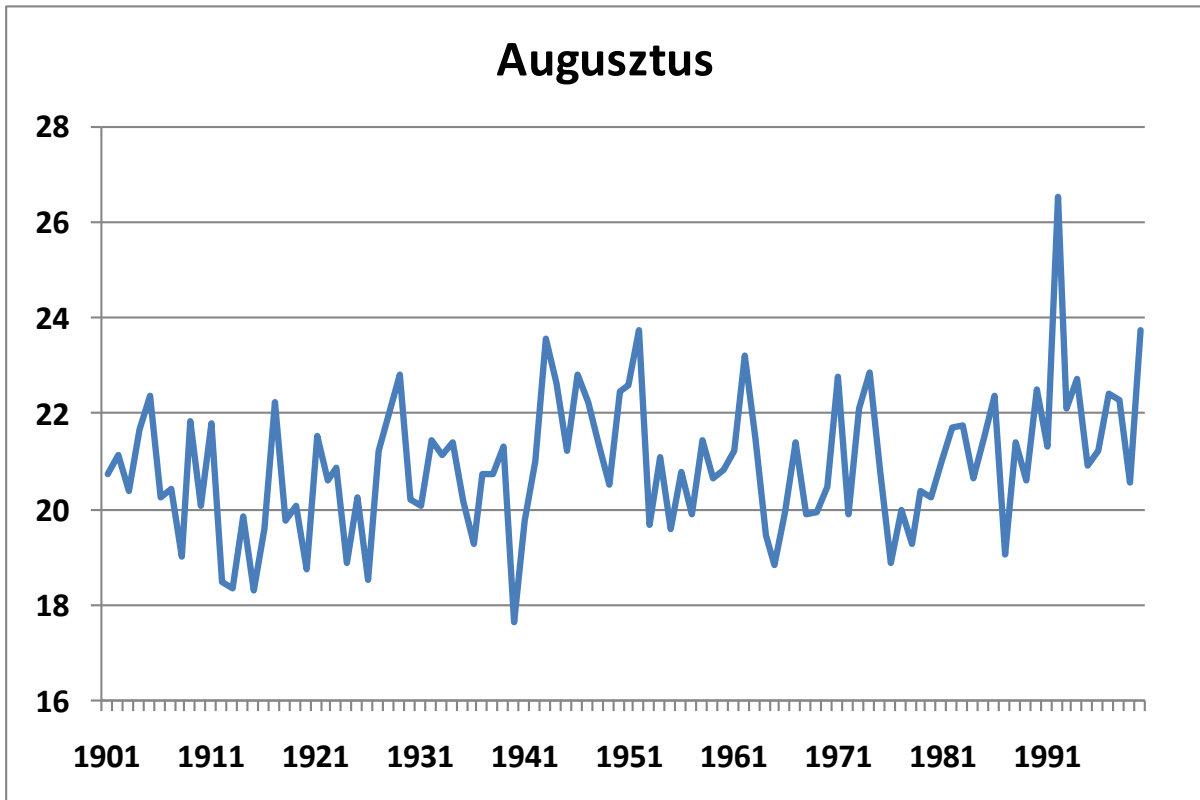
A legmelegebb júliusok sorában az első az 1995-ös július 24,8°C-os középhőmérséklettel, a legalacsonyabb havi átlag pedig 1913-hoz tartozik (18°C). Legtöbbször 20 és 24°C közötti értékek jelentkeztek a kijelölt százéves időszakban (79. ábra).



78. ábra. A júniusi középhőmérsékletek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (°C)



79. ábra. A júliusi középhőmérsékletek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (°C)



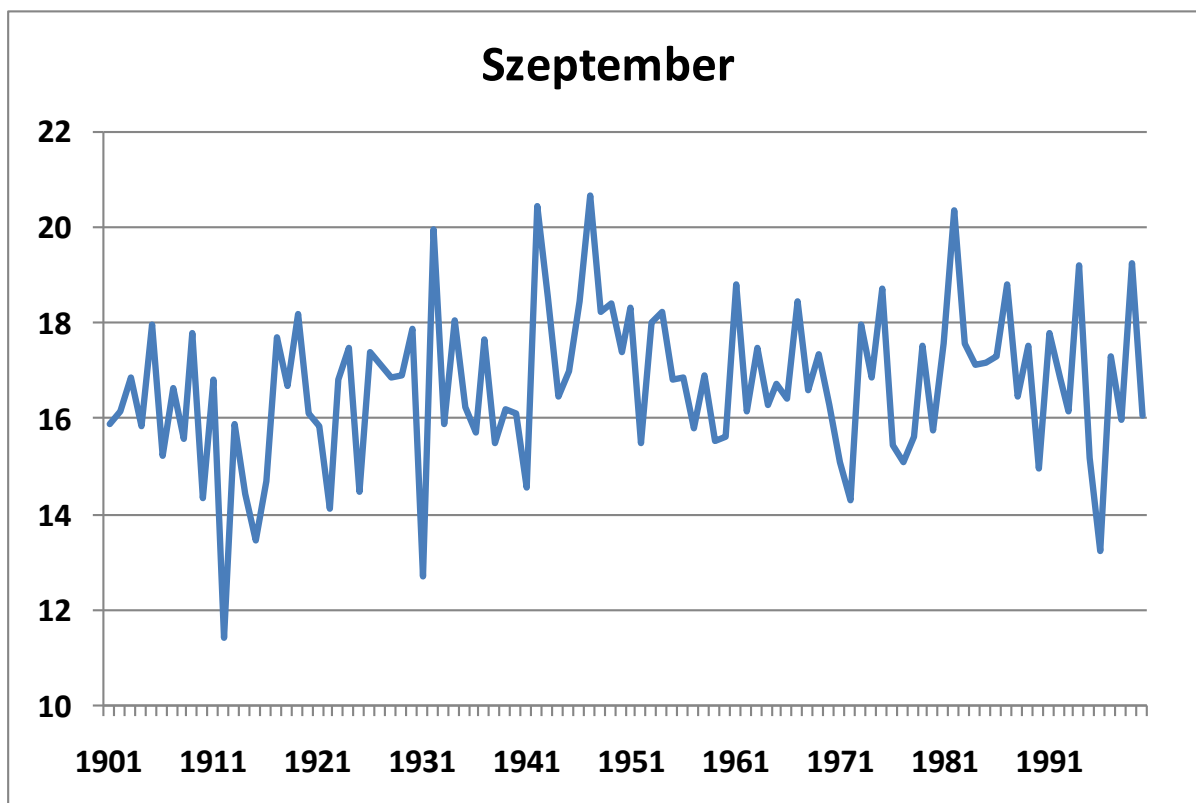
80. ábra. Az augusztusi középhőmérsékletek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (°C)

1992 augusztusa bizonyult a legmelegebbnek az augusztusok között (26,6°C), a leghűvösebb pedig az 1940-es augusztus volt (17,6°C). 18 és 23°C közötti a legtöbb érték a 80. ábrán bemutatott eredmények között.

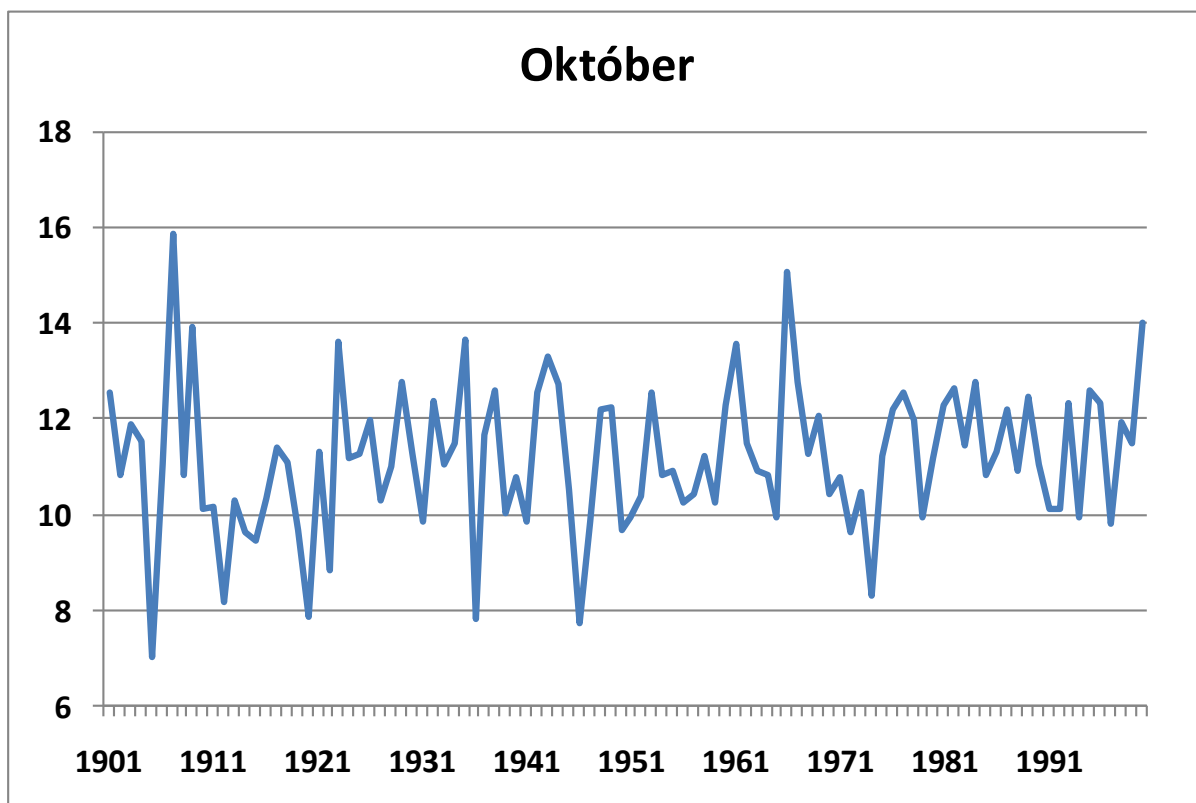
A szeptemberi (81. ábra) maximum 1947-hez kötődik (20,7°C), a minimumot pedig 1912-ben jegyeztük (11,4°C).

Az 1901-2000-es időszak legmelegebb és leghidegebb októbere között mindössze egy év telt el: a legalacsonyabb középhőmérsékletet (82. ábra) 1905 októberében regisztráltuk (7°C), a legmagasabbat 1907-ben (15,9°C).

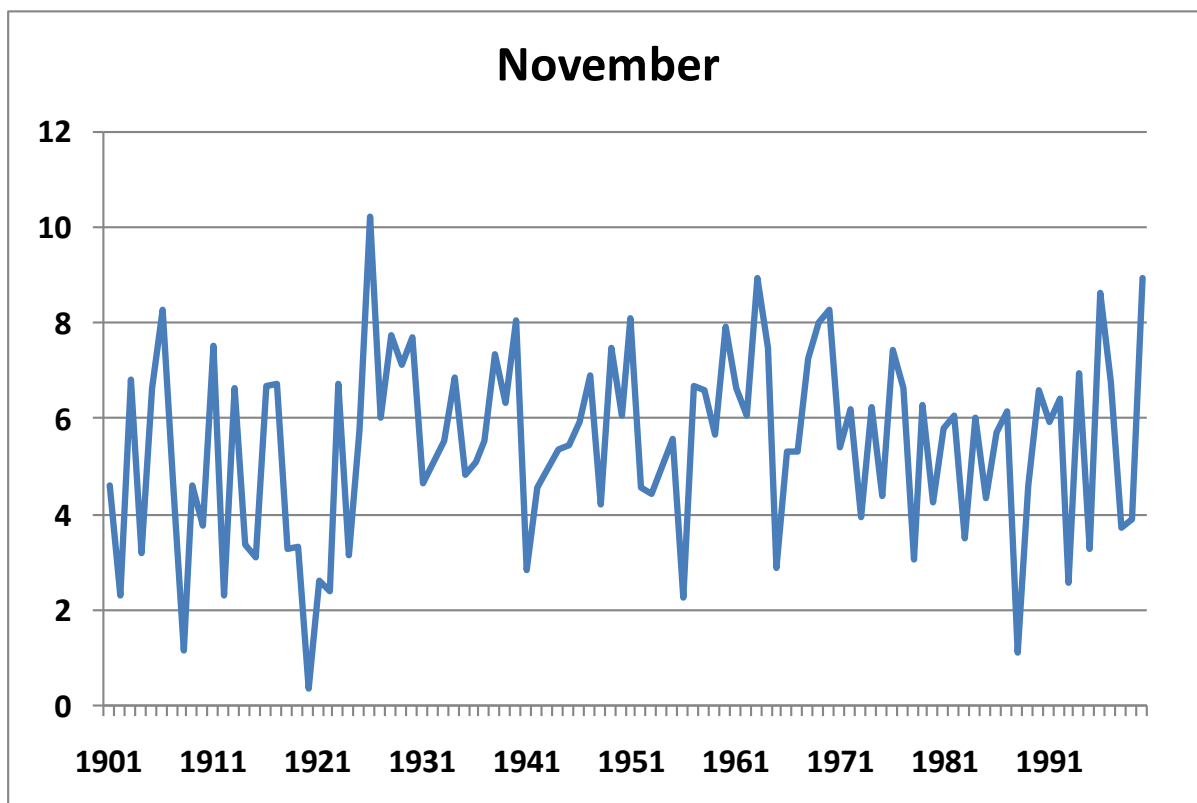
A novemberi (83. ábra) két szélső érték szintén nem sok évet közbeiktatva követi egymást (1920, 0,4°C és 1926, 10,2°C), azonban a decemberi adatsor (84. ábra) a legszembetűnőbb: a száz év legalacsonyabb decemberi középhőmérséklete az 1933-as -4,2°C, a legmagasabb pedig az 1934-es 5,1°C.



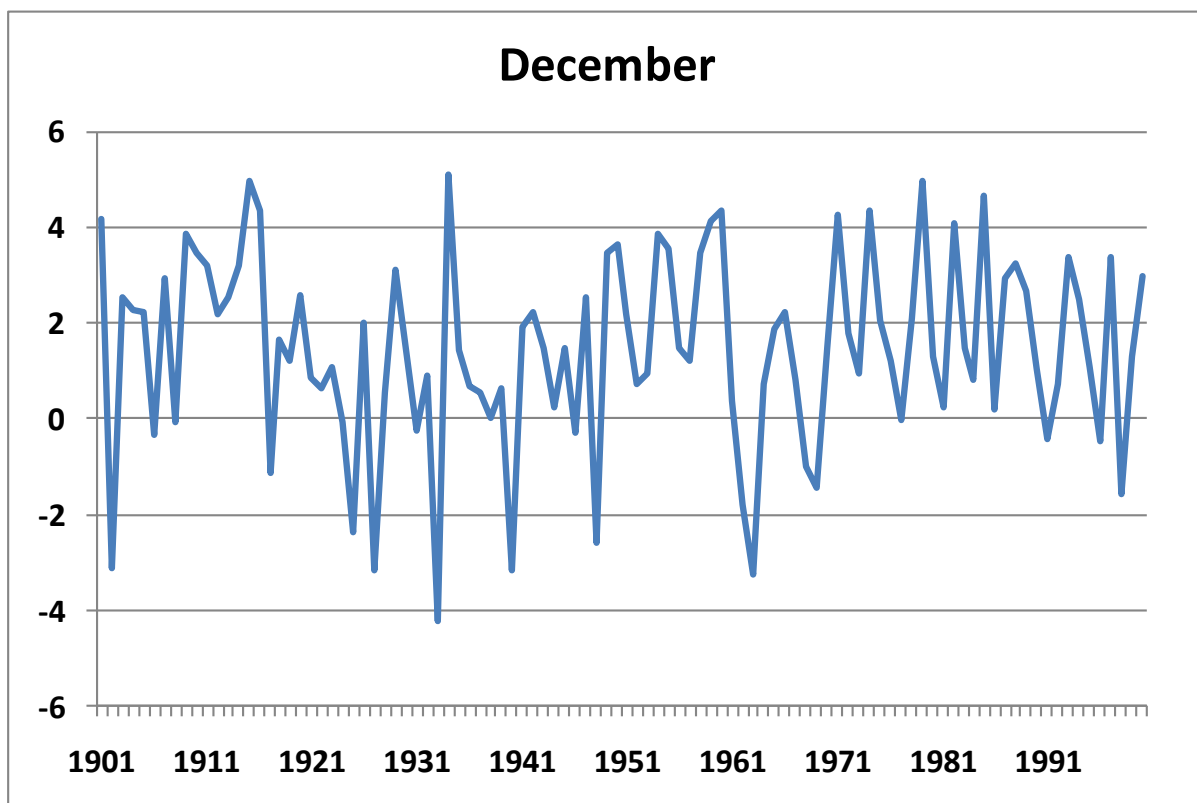
81. ábra. A szeptemberi középhőmérsékletek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (°C)



82. ábra. Az októberi középhőmérsékletek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (°C)



83. ábra. A novemberi középhőmérsékletek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (°C)

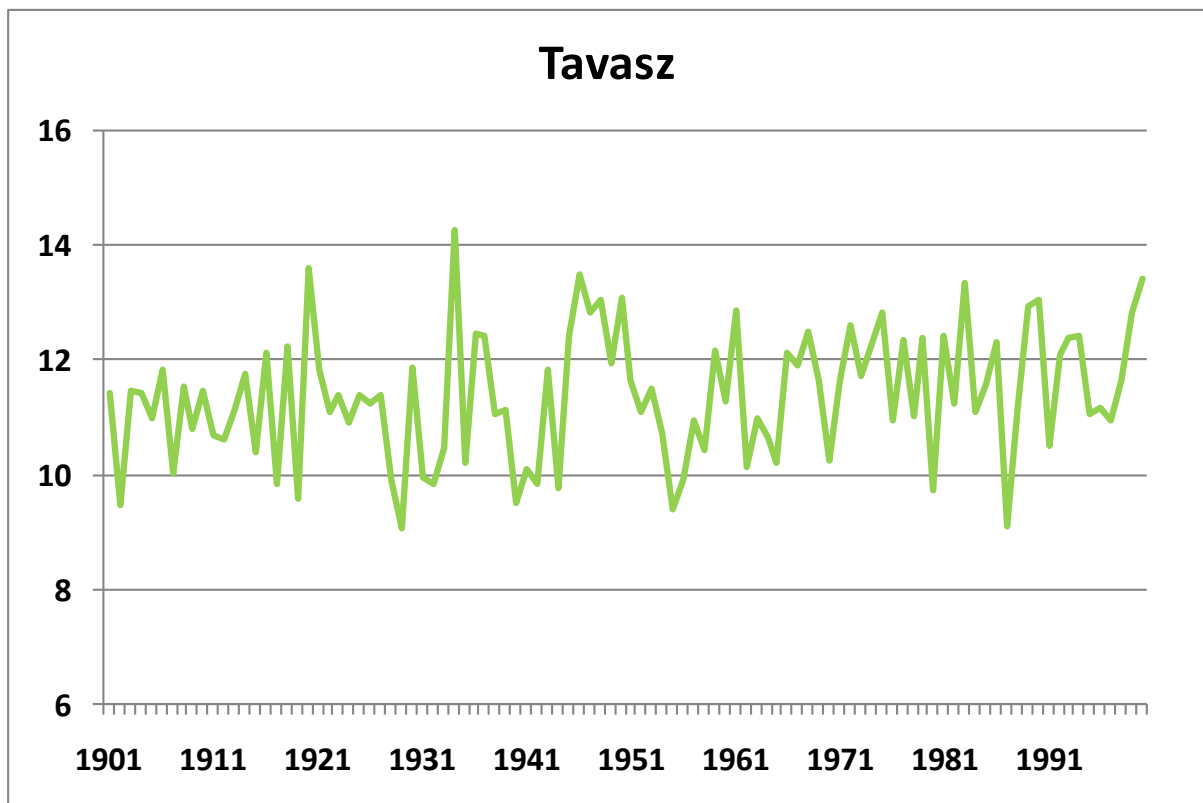


84. ábra. A decemberi középhőmérsékletek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (°C)

Évszakos középhőmérsékletek alakulása 1901-2000 között

1901 és 2000 között a legmelegebb tavasz Budapesten 1934-ben volt, amikor a középhőmérséklet $14,26^{\circ}\text{C}$ -nak adódott (85. ábra). A leghűvösebb tavaszt 1929-ben jegyeztük ($9,07^{\circ}\text{C}$).

A tavaszi időszakra a gyors melegedés jellemző. Míg márciusban a havi középhőmérséklet 7°C alatt van, addig a májusi átlag megközelíti a 17°C -ot. A tavaszok sokéves átlaghőmérséklete 1971-2000 között $11,8^{\circ}\text{C}$.

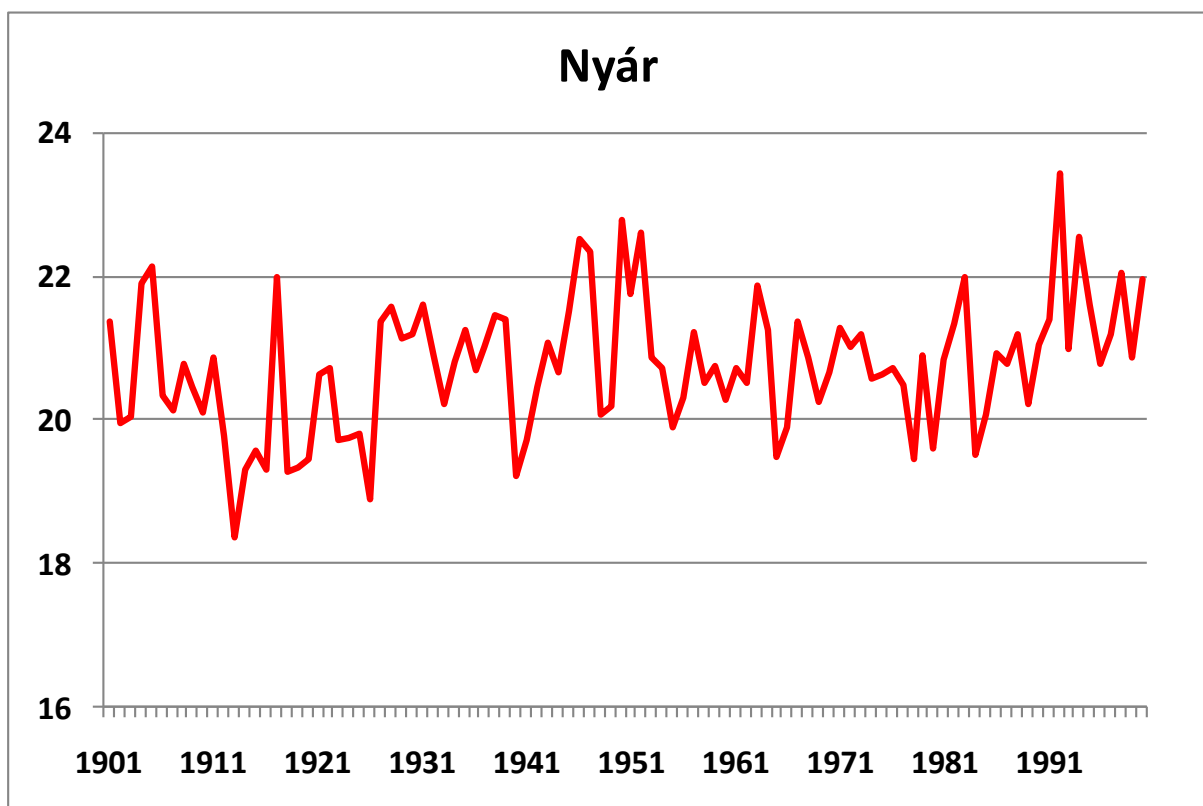


85. ábra. A tavaszi középhőmérsékletek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatai alapján ($^{\circ}\text{C}$)

A nyarak sorában 1992 nyara áll az élen, amikor az évszakos középhőmérséklet $23,45^{\circ}\text{C}$ -nak adódott (86. ábra). A leghűvösebb az 1913-as nyár volt Budapesten ($18,37^{\circ}\text{C}$).

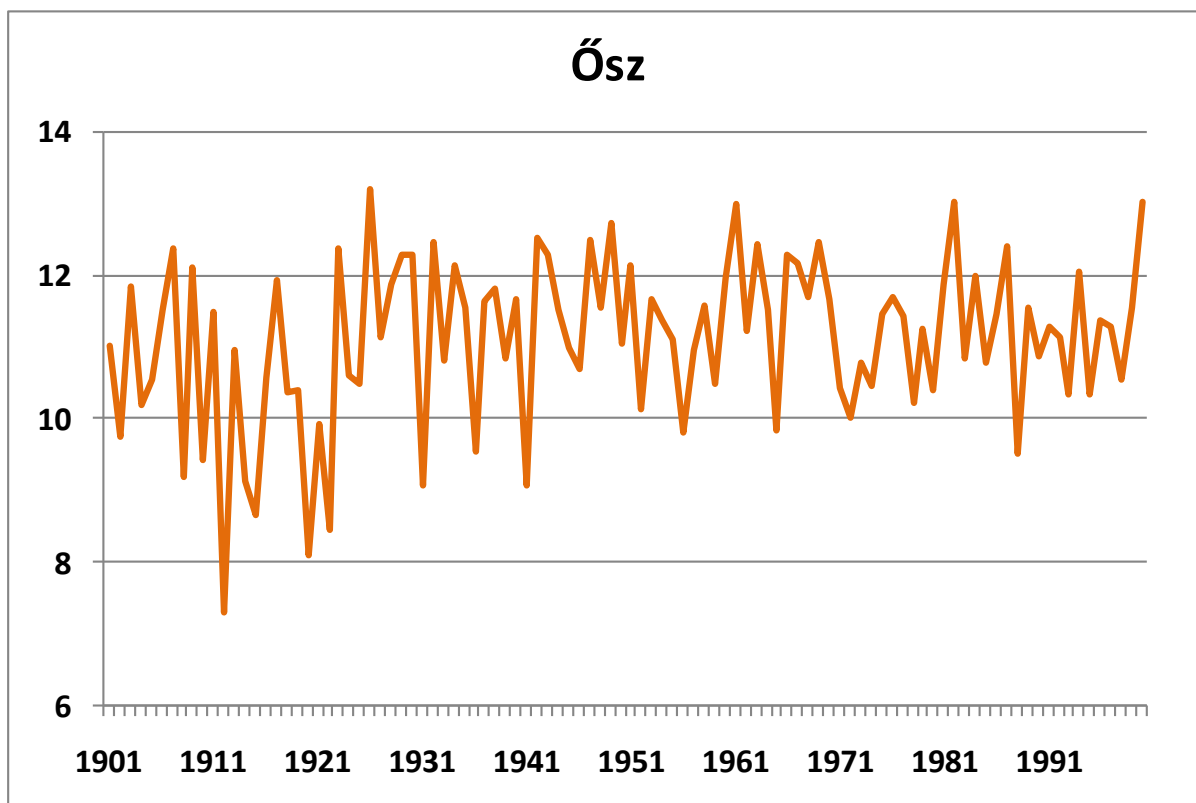
A nyári hónapok közül a normál alapján a legmelegebb a július, 1971-2000 átlagában $21,8^{\circ}\text{C}$. A legmelegebb 1995 júliusa volt $24,9^{\circ}\text{C}$ -os havi átlaghőmérséklettel, a leghűvösebb pedig az 1913-as év júliusa, a havi átlag mindössze 18°C -ot tett ki ebben a hónapban. Az eddigi legmagasabb havi középhőmérsékletet nem júliusban, hanem 1992 augusztusában észlelték, értéke

26,6°C. A 100 éves idősor abszolút maximuma 39,5°C, 1935. július 28-án lépett fel. A melegebb periódusok jellemzői a hőségnapok, amikor a napi maximumhőmérséklet eléri a 30°C-ot. Kiemelkedően magas számban fordultak elő hőségnapok 1947 nyarán, 53-szor regisztráltak 30°C-nál magasabb napi maximumhőmérsékletet. Az 1971-2000 időszak nyarai átlagosan 21 hőségnappal jellemezhetők. Az 1970-es évek közepétől rendkívüli módon megemelkedett a meleg éjszakák száma, a 100 év tekintetében mintegy 9 nappal, például 1992-ben és 1994-ben 30 olyan nap volt, amikor a hőmérséklet nem csökkent 20°C alá.

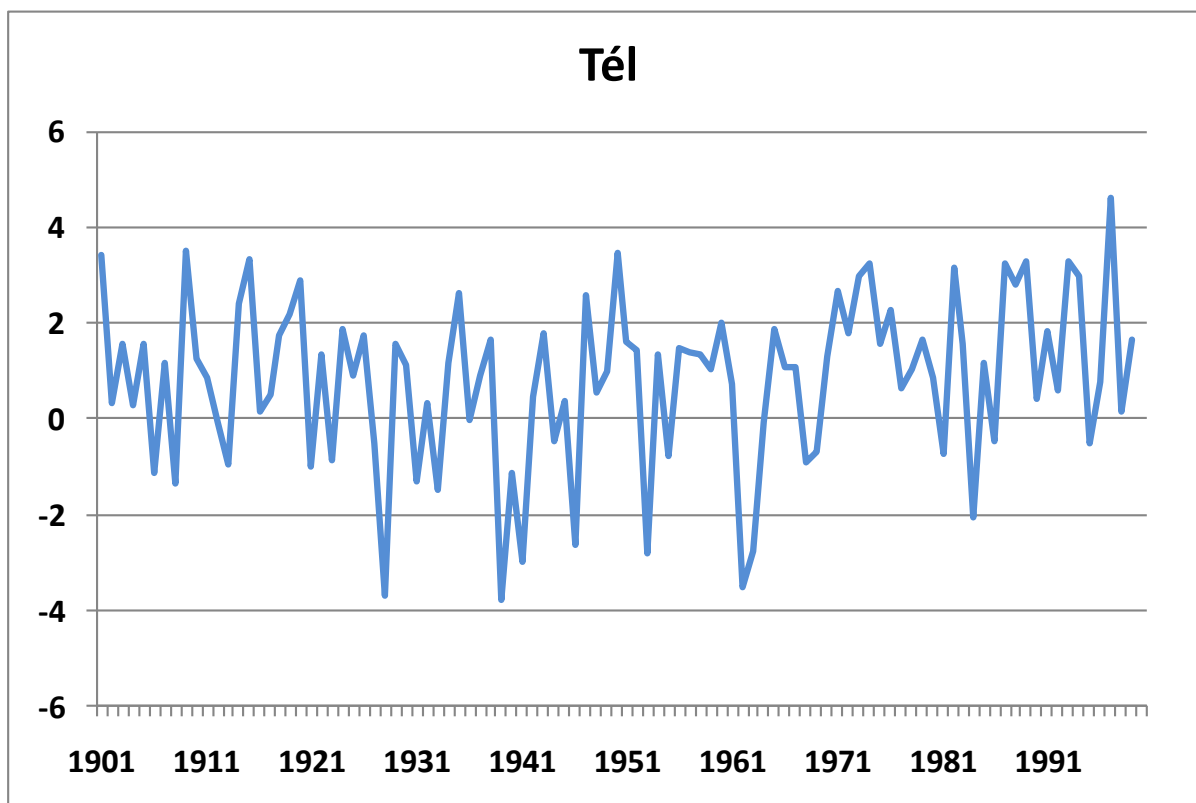


86. ábra. A nyári középhőmérsékletek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (°C)

A három őszi hónap átlaghőmérsékletei az átmeneti jelleg miatt, hasonlóan a tavaszi hónapokhoz, nagy eltérést mutatnak. Szeptemberben a sokévi átlaghőmérséklet 17°C, októberben 11°C, novemberben pedig 5°C körül alakul. Az őszi hőmérsékletek 1971-2000-es átlaga 11,2°C. Hűvös ősök főleg a XX. század elején domináltak (87. ábra), a növekedés a teljes idősort tekintve ebben az évszakban a leglassúbb.



87. ábra. Az őszi középhőmérsékletek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (°C)



88. ábra. A téli középhőmérsékletek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (°C)

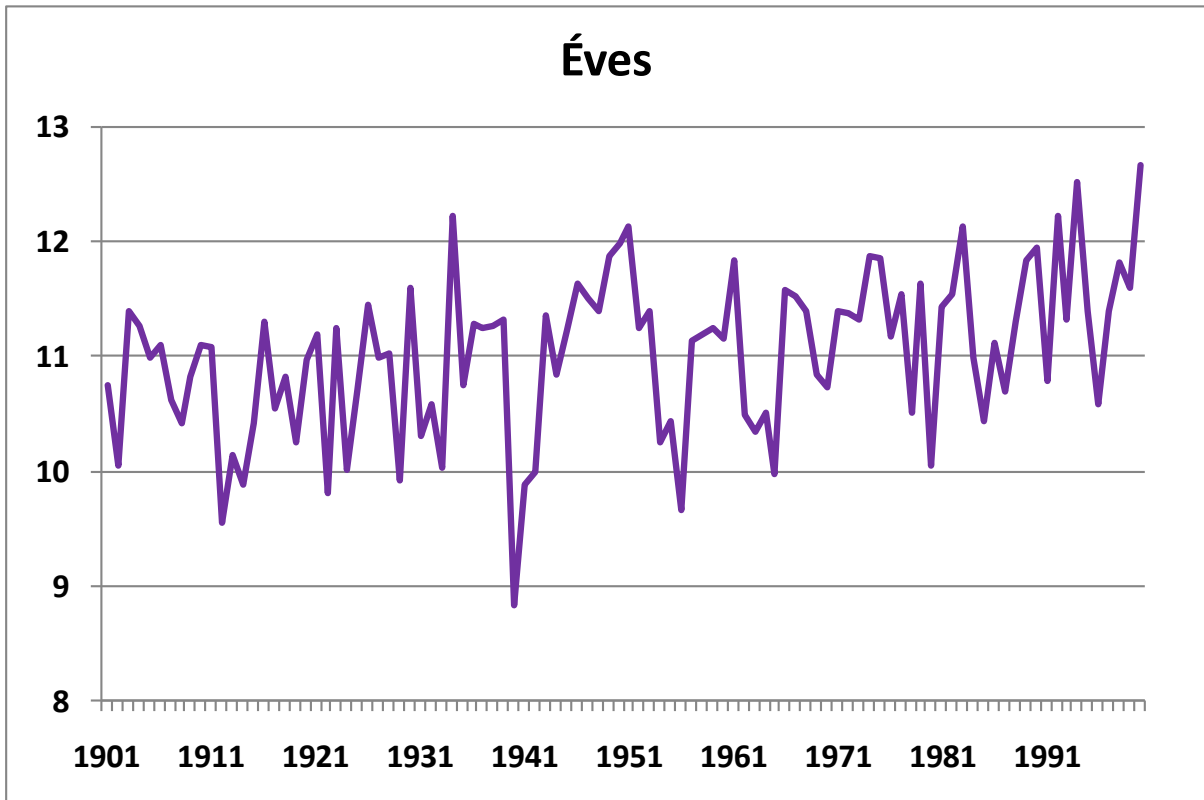
Hideg telek gyakrabban léptek fel a század első felében (88. ábra). Az 1901-2000 közötti időszak leghidegebb tele 1939-ben volt ($-3,76^{\circ}\text{C}$), a legmelegebb pedig 1997-ben ($4,65^{\circ}\text{C}$).

Az 1971-2000 közötti időszakban a leghidegebb évszak középhőmérséklete $1,6^{\circ}\text{C}$. A téli hónapok közül leghidegebb a január, 1961-1990 között a januári átlag $-0,5^{\circ}\text{C}$, míg az 1971-2000 intervallumban a januárok átlaga már pozitív, 1°C -kal magasabb, mint az előző normál érték. A téli hónapok középhőmérséklete változékony az egyes évek között, voltak évek, amikor a napi középhőmérsékletek csak néhány esetben csökkentek 0°C alá. Rendkívüli hideget regisztráltak azonban 1942 januárjában, amikor a havi középhőmérséklet Budapesten mindössze $-8,7^{\circ}\text{C}$ -ot tett ki, a hónap minden napján negatív volt a napi maximum. A legenyhébb 1983 januárja volt, $4,8^{\circ}\text{C}$ -os havi átlaghőmérséklet és $2,3^{\circ}\text{C}$ -os átlagos havi minimumhőmérséklet lépett fel, ezek már megközelítik a márciusra jellemző értékeket.

A leghidegebbet 1929. február 11-én mérték, a minimumhőmérő $-23,4^{\circ}\text{C}$ -ot mutatott ezen a napon. Fagyos napok, vagyis amikor a napi minimumhőmérséklet 0°C alá süllyed, döntően november és március között alakulnak ki, számuk az egyes években igen eltérő lehet. A század első felében fellépő hideg telek következtében három olyan év is volt, amikor a fagyos napok száma elérte a 100-at. Számuk jelentősen csökkent, a század folyamán mintegy 12 nappal lett kevesebb. A megfigyelések szerint a század utolsó harmadában egyedül 1996-ban alakult ki 80-nál több fagyos nap.

Éves középhőmérsékletek alakulása 1901-2000 között

Az éves középhőmérsékletek sorozatát tekintve jelentős ingadozást láthatunk a XX. század folyamán. Az 1940-es évek közepéig emelkedett a hőmérséklet, majd egy hidegebb periódus következett. A melegedési folyamat az 1970-es években kezdődött ismét, és azóta is tart. Hideg évek túlnyomórészt a század első felében fordultak elő Budapesten. Az évszázad leghidegebb éve 1940, amikor az évi középhőmérséklet mindössze $8,8^{\circ}\text{C}$ volt.



89. ábra. Az éves középhőmérsékletek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatai alapján (°C)

A vizsgált, 1901-2000-es időszakban a legmelegebb évek a globális hőmérsékleti tendenciákkal összhangban a múlt század utolsó évtizedében léptek fel, ezek rendre 2000, 1994 és 1992 voltak. Az éves középhőmérsékletek sorozatából az 1971-2000 közötti időszak átlaghőmérsékletére 11,4°C adódik, ami mintegy két tized fokkal meghaladja az előző, 1961-90 közötti periódus átlagát. Az 1991-es év az utolsó az évek sorozatában, aminek az átlaga az 1971-2000-es normál érték alatt alakult. Jelentős az évről-évre fellépő változékonyság, a hőmérséklet emelkedő tendenciája azonban az 1971-2000-es időszakra vonatkozóan egyértelműen kimutatható. Az évi középhőmérsékletek sorozatára illesztett lineáris trend szerint a melegedés mértéke meghaladja a 0,9°C-ot a 100 év során, amelynek nem kis része a fokozódó városhatásnak tudható be.

A hőmérséklet átlagos éves járását tekintve elmondhatjuk, hogy a január havi átlagok a legalacsonyabbak, a júliusiak pedig a legmagasabbak. A legmelegebb és a leghidegebb hónap középhőmérséklete közötti különbség az éves közepes hőingás. Budapest megfigyelési sorozatán ez az érték általában 20°C

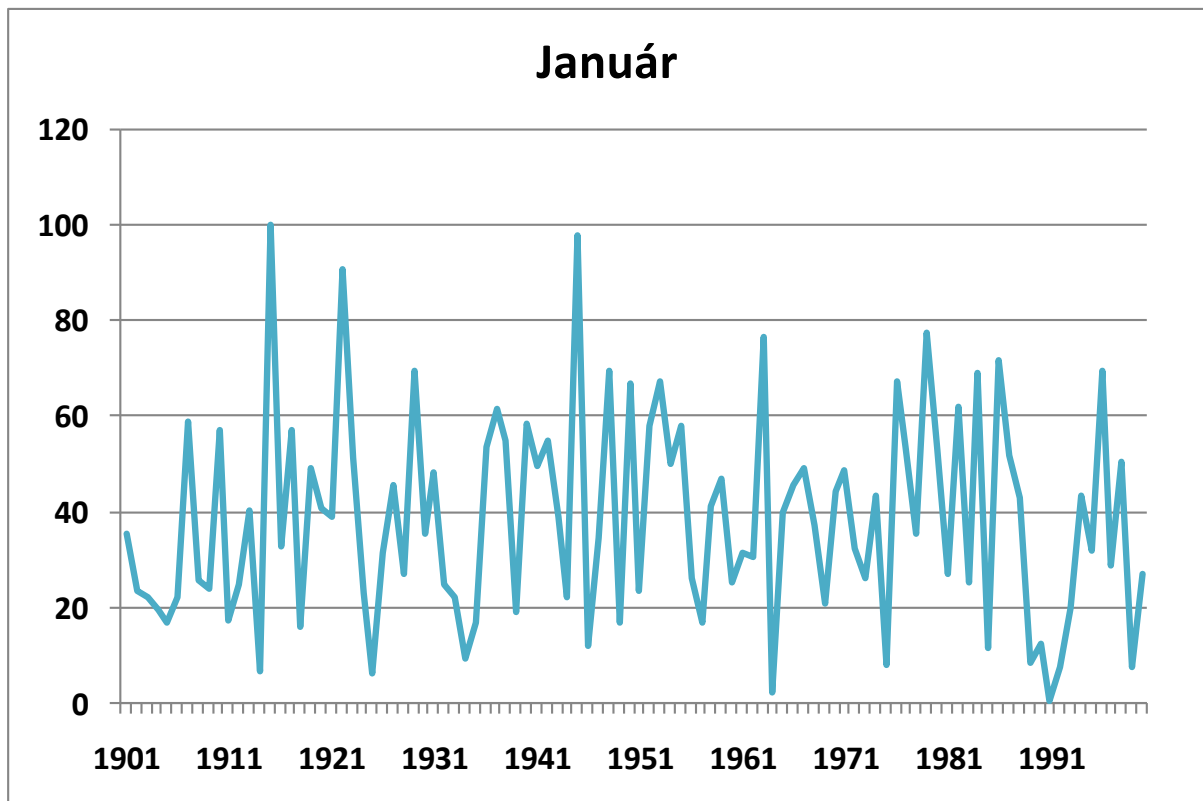
körül alakul, de előfordultak kiugróan magas (28,3°C), illetve alacsony (13,5°C) értékek is, főleg a század középső évtizedeiben.

Havi csapadékösszegek alakulása 1901-2000 között

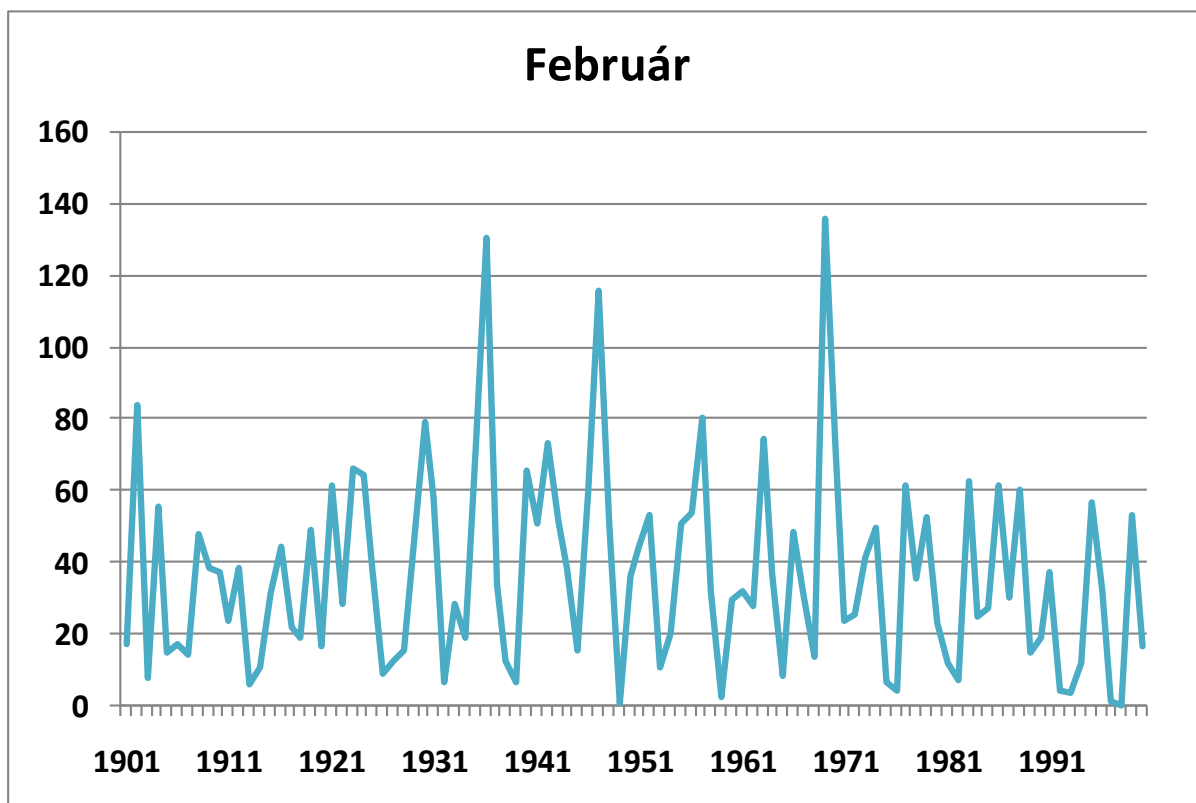
A január hónapok sorában Budapest történelmi adatai között (90. ábra) az 1915-ös a legmagasabb havi csapadékösszeg (100,2 mm), a legalacsonyabb pedig az 1991-es 0,5 mm.

A legcsapadékosabb februárban 136 mm hullott (1969), a legszárazabb télvégi hónapban pedig mindössze 0,2 mm-t jegyeztünk a teljes hónap során (1998). Két kiugró érték látható még a 91. ábrán: az 1936-os 130,5 mm és az 1947-es 115,7 mm.

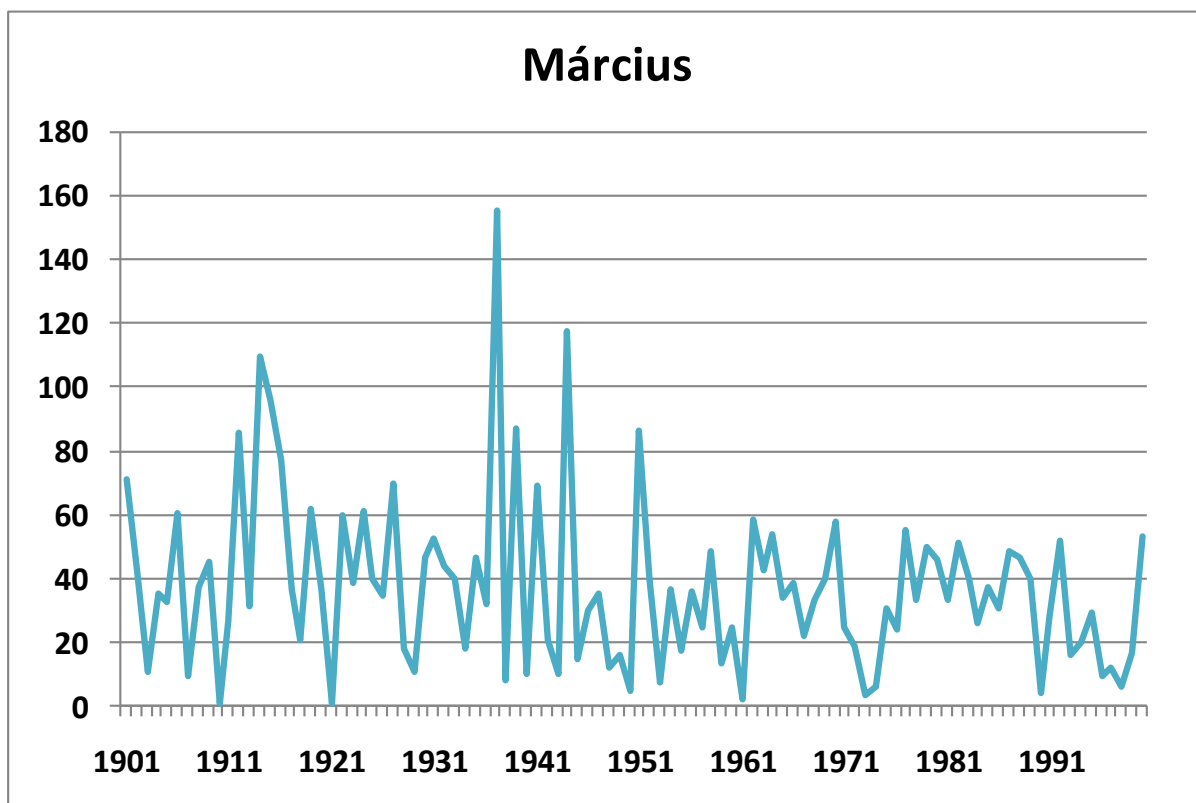
A márciusi (92. ábra) legmagasabb érték magasan az 1937-es 155,4 mm, a legalacsonyabb 0,8 mm (1910). Az április hónapok között a legcsapadékosabbat 1916-ban figyelhetjük meg a 93. ábrán, és mindössze 2,7 mm hullott a kijelölt százéves időszak legszárazabb áprilisában (1946).



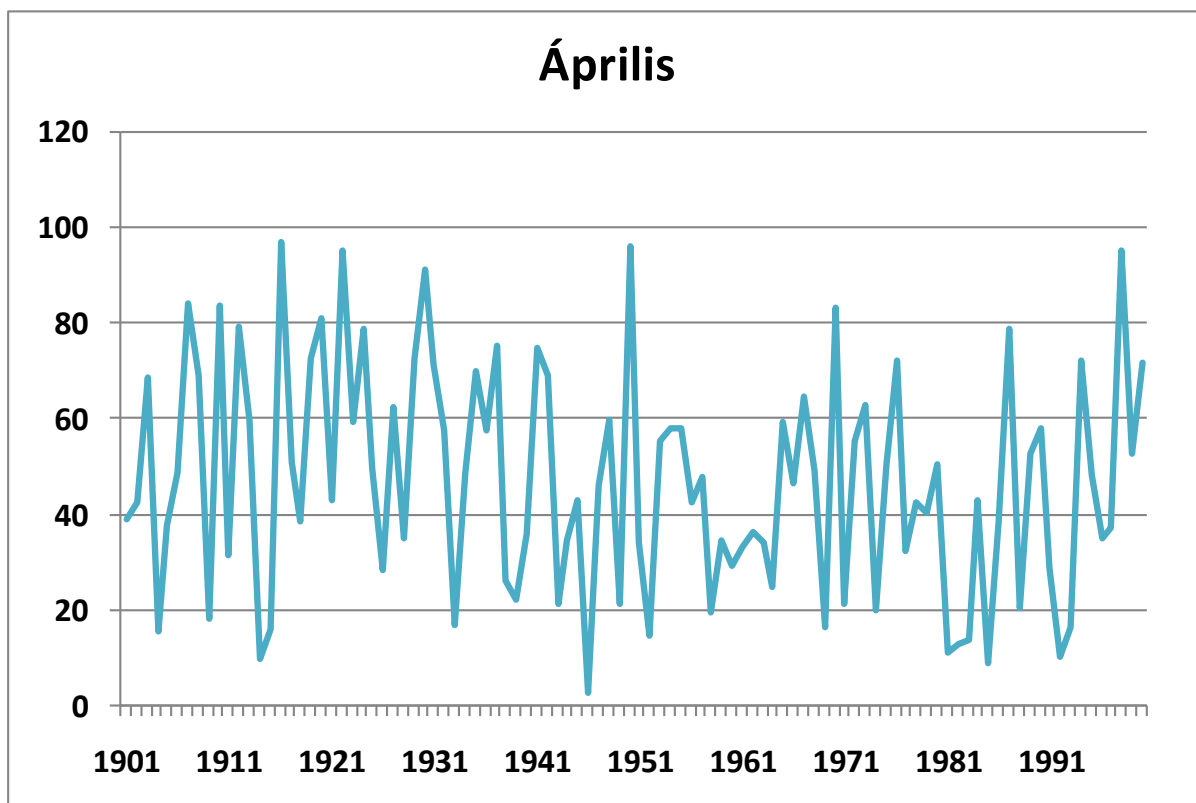
90. ábra. A januári csapadékösszegek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (mm)



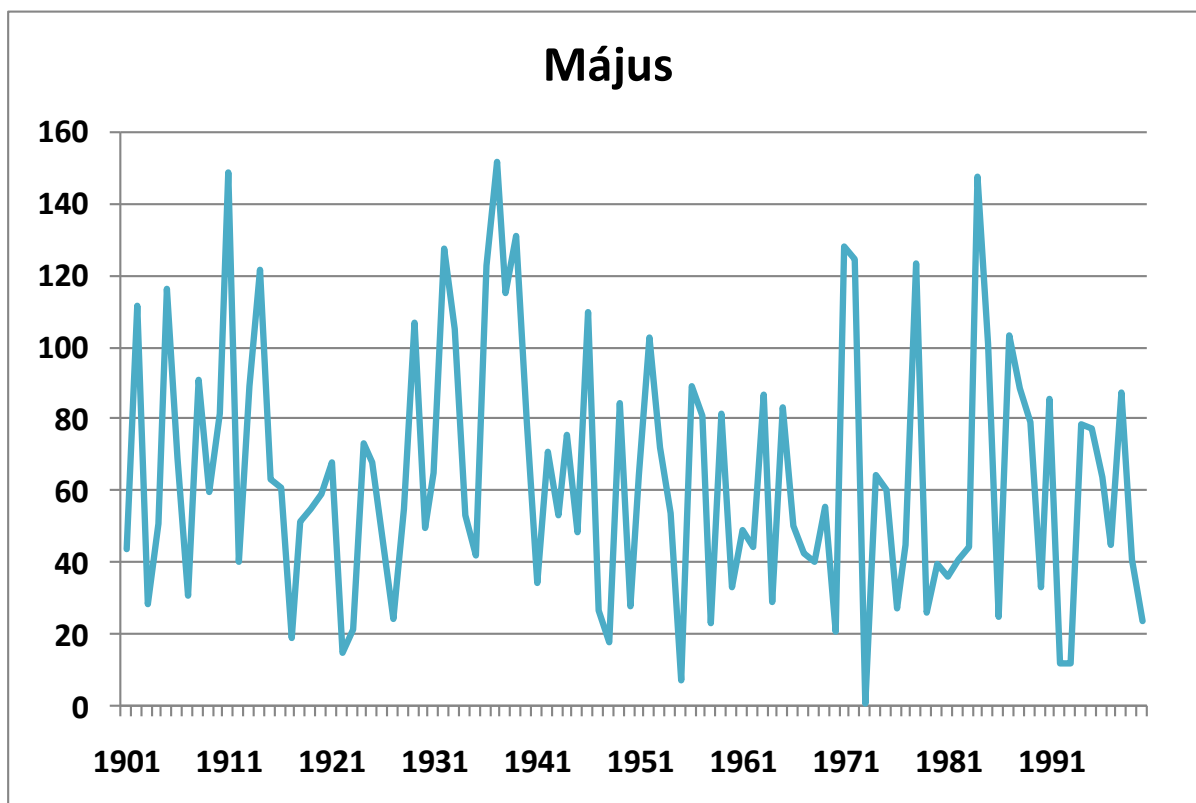
91. ábra. A februári csapadékösszegek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (mm)



92. ábra. A márciusi csapadékösszegek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (mm)



93. ábra. Az áprilisi csapadékösszegek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (mm)



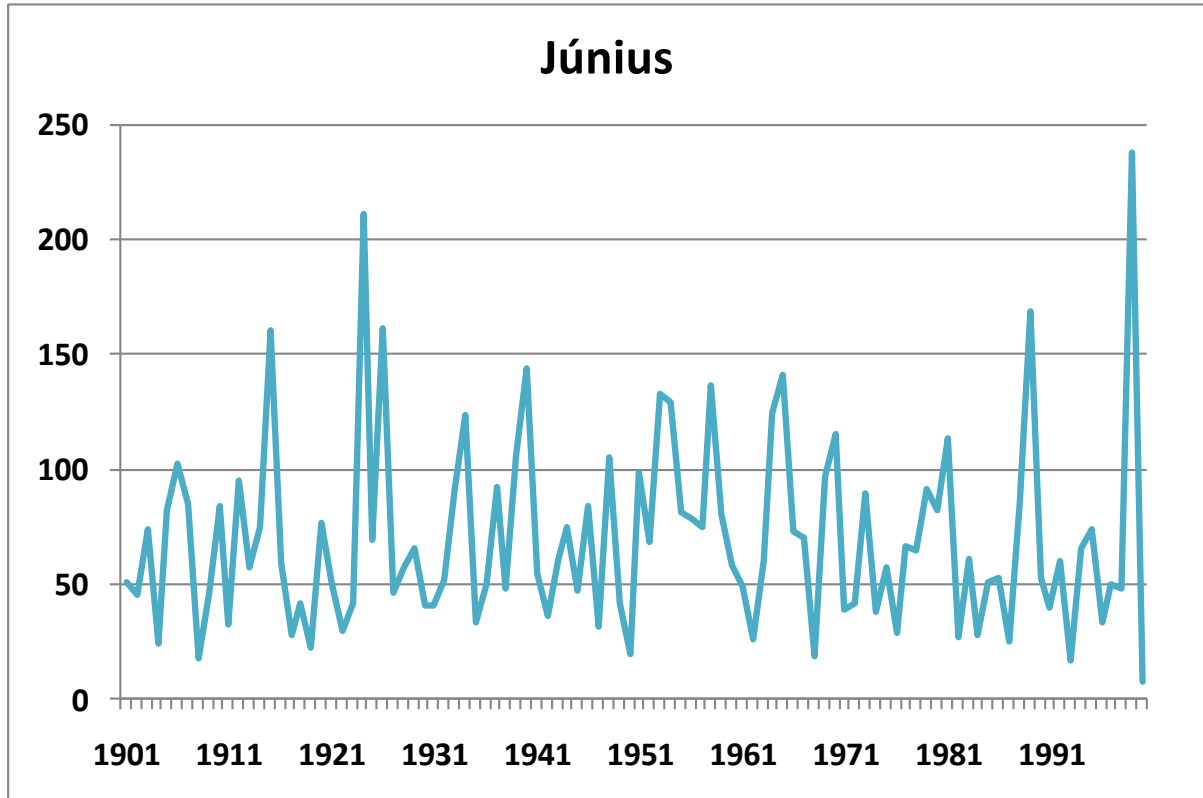
94. ábra. A májusi csapadékösszegek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (mm)

Budapest történelmi adatai alapján a száz év átlagában a május a második legcsapadékosabb hónap a területen. A teljes időszak két szélső értéke 151,8 mm (1937) és 0,8 mm (1973). Az 1936-1939 közötti periódus májusai kiemelkedően csapadékosak voltak, de a 94. ábrán több, a maximumhoz közel eső értéket is láthatunk.

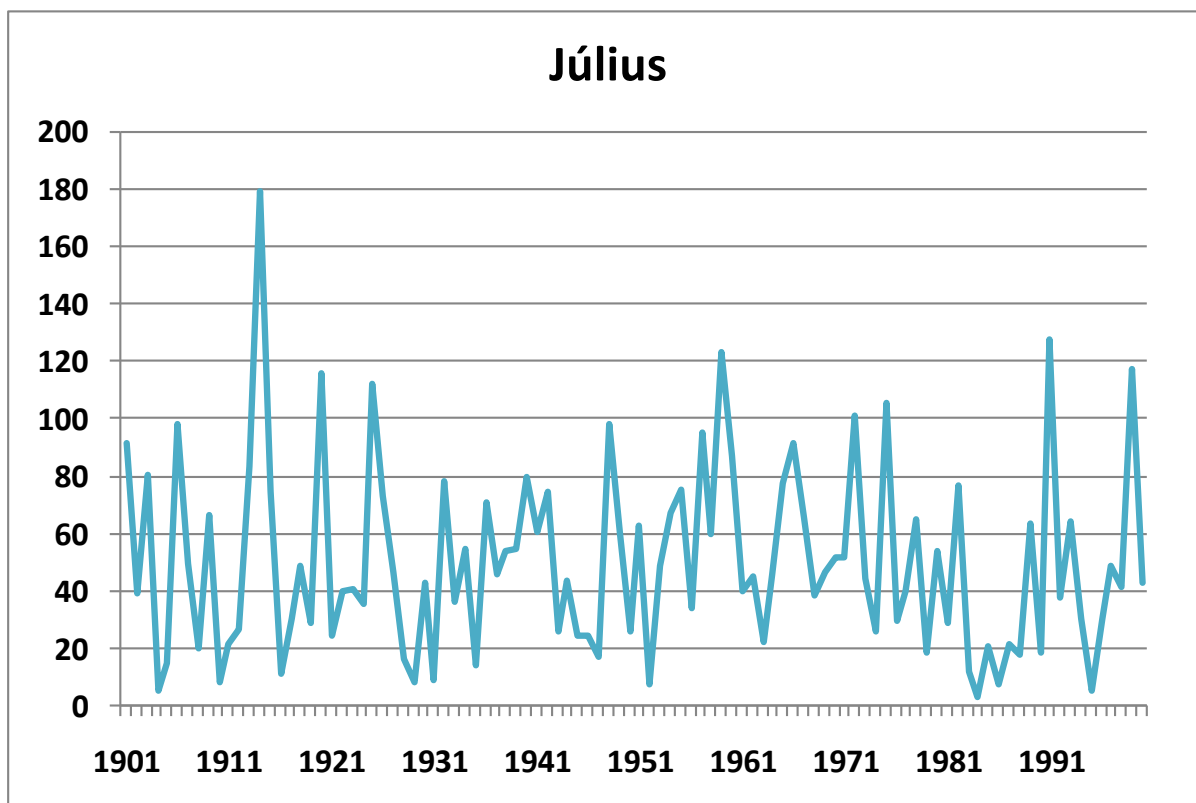
A június a legcsapadékosabb a hosszú idősor átlagában (95. ábra). A legmagasabb érték 1999-hez kötődik (237,8 mm), ám a legszárazabb június egyből a rá következő évben jelentkezett (2000, 7,5 mm).

A júliusok sorában (96. ábra) messze az 1914-ben jegyzett 179,3 mm a legmagasabb érték, a legalacsonyabb pedig az 1984-es 3,3 mm.

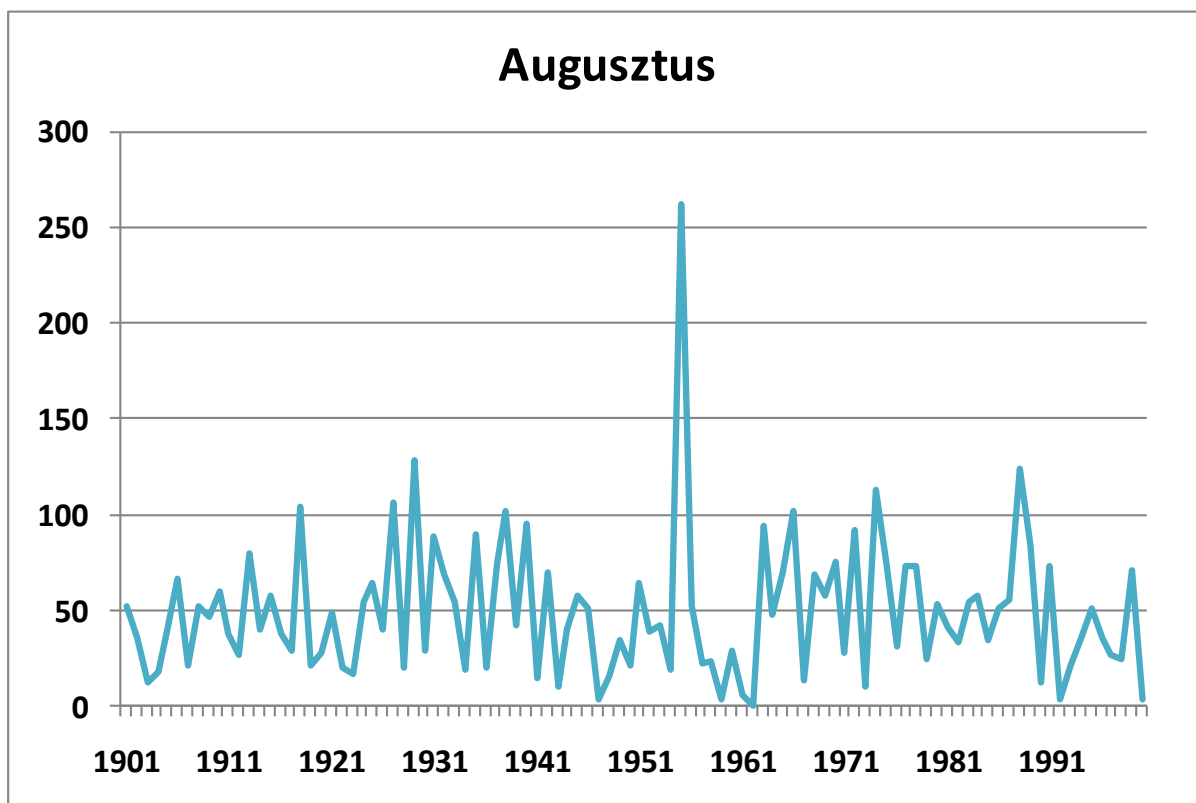
A megszokotthoz képest a legnagyobb csapadéktöbblet augusztus diagramján látható (97. ábra), a 263,1 mm-es maximum (1955) több mint ötszöröse a sokéves augusztusi átlagnak. A kijelölt időszak legszárazabb augusztusa 1962-höz kötődik (0,3 mm).



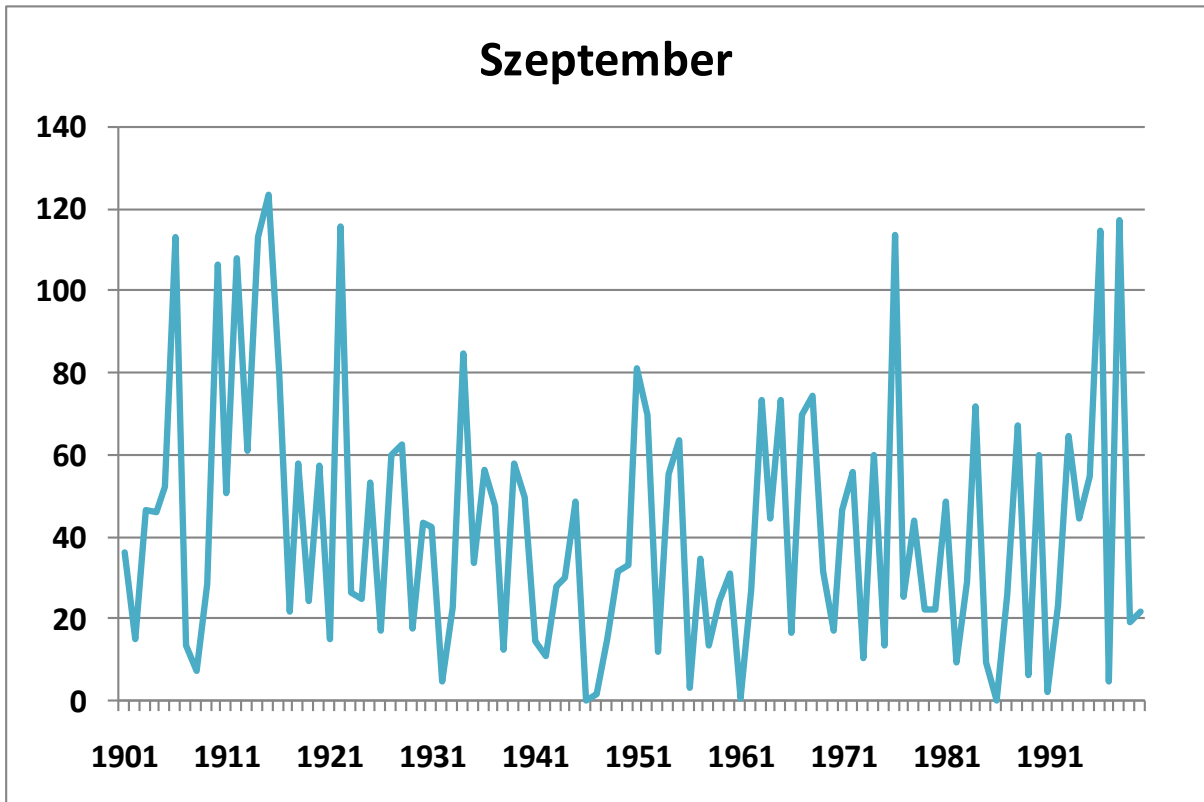
95. ábra. A júniusi csapadékösszegek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (mm)



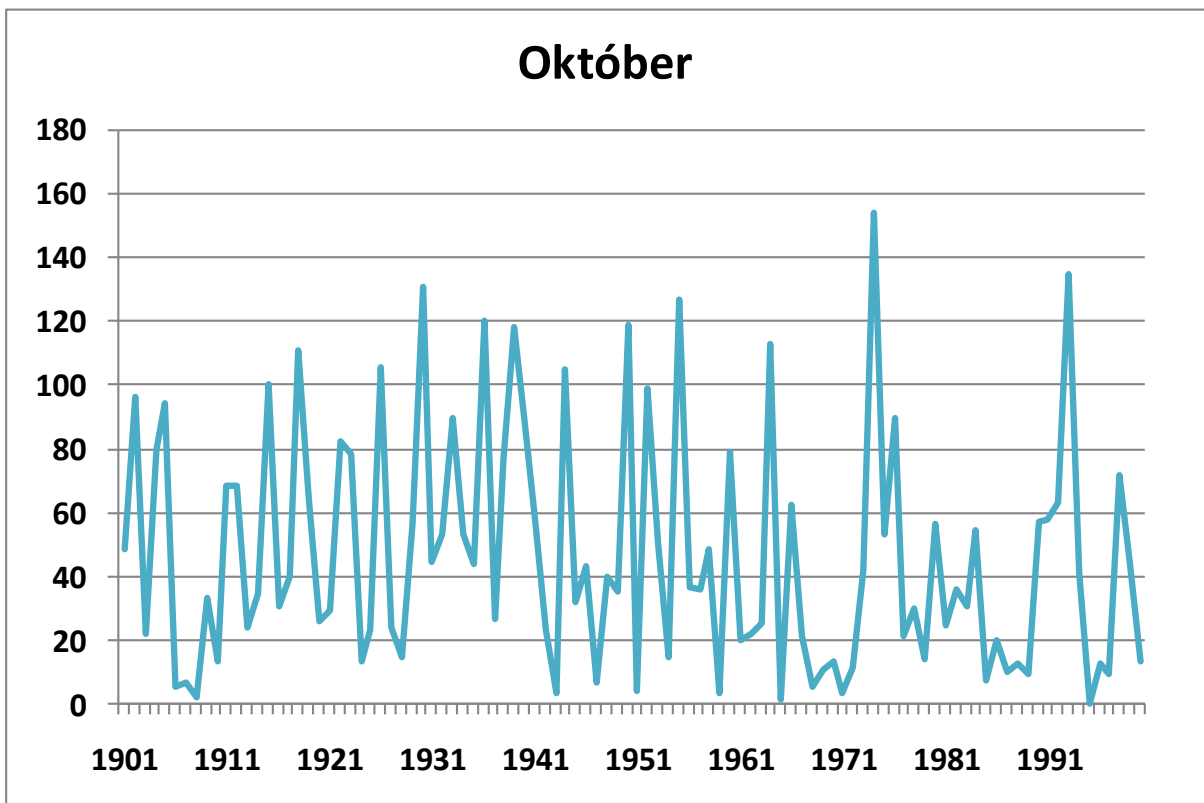
96. ábra. A júliusi csapadékösszegek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (mm)



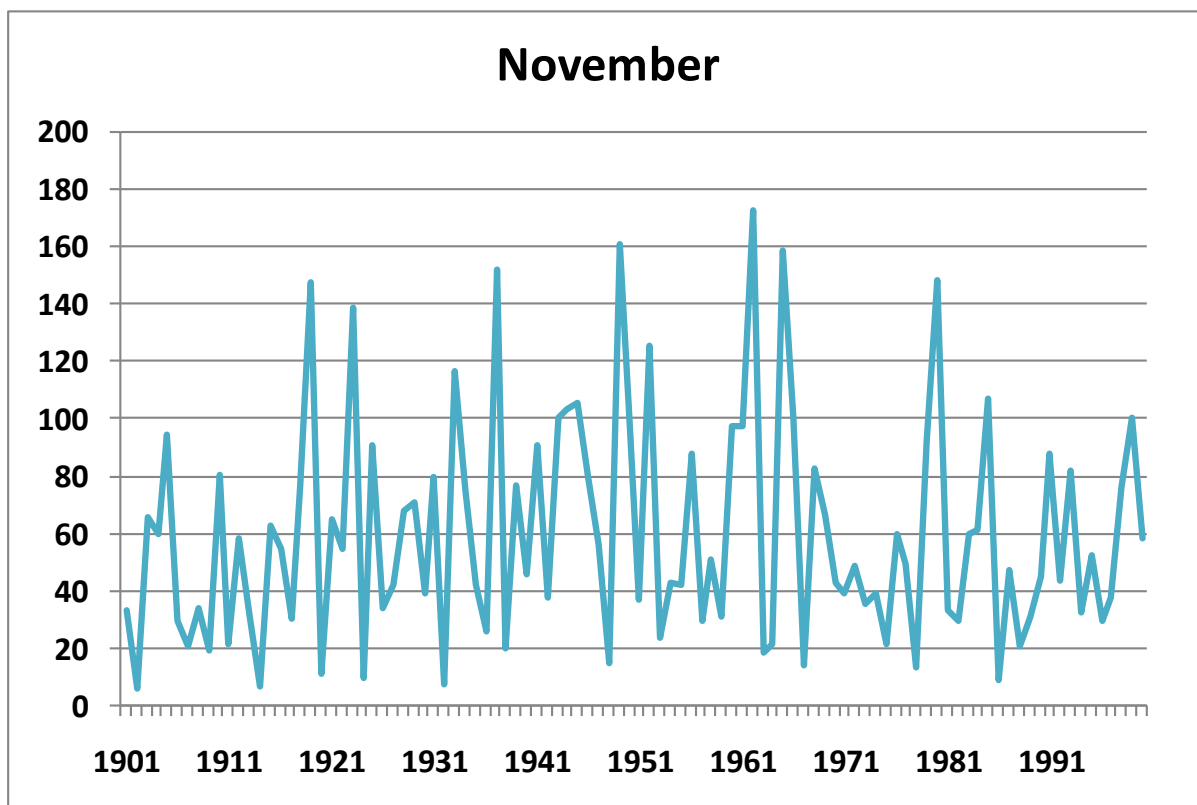
97. ábra. Az augusztusi csapadékösszegek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (mm)



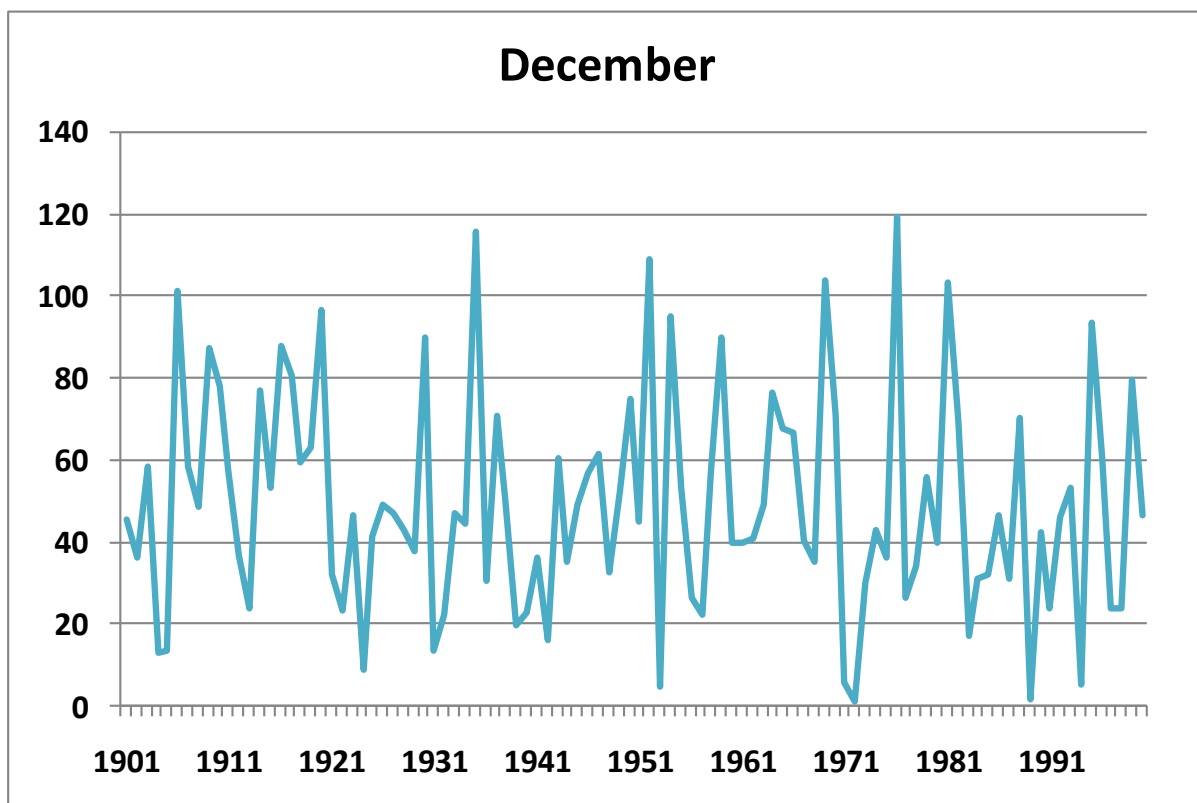
98. ábra. A szeptemberi csapadékösszegek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (mm)



99. ábra. Az októberi csapadékösszegek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (mm)



100. ábra. A novemberi csapadékösszegek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (mm)



101. ábra. A decemberi csapadékösszegek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (mm)

A szeptemberi adatsor alapján a legcsapadékosabb szeptember 1915-ben jelentkezett (98. ábra), a hónap során 123,8 mm csapadék hullott. Ezzel szemben a legalacsonyabb mennyiség mindössze 0,2 mm (1946).

Az októbereket tekintve az 1974-ben jegyzett 154,4 mm a legmagasabb (99. ábra), 1995 októberében pedig egyáltalán nem hullott csapadék budapesti állomásunk környezetében.

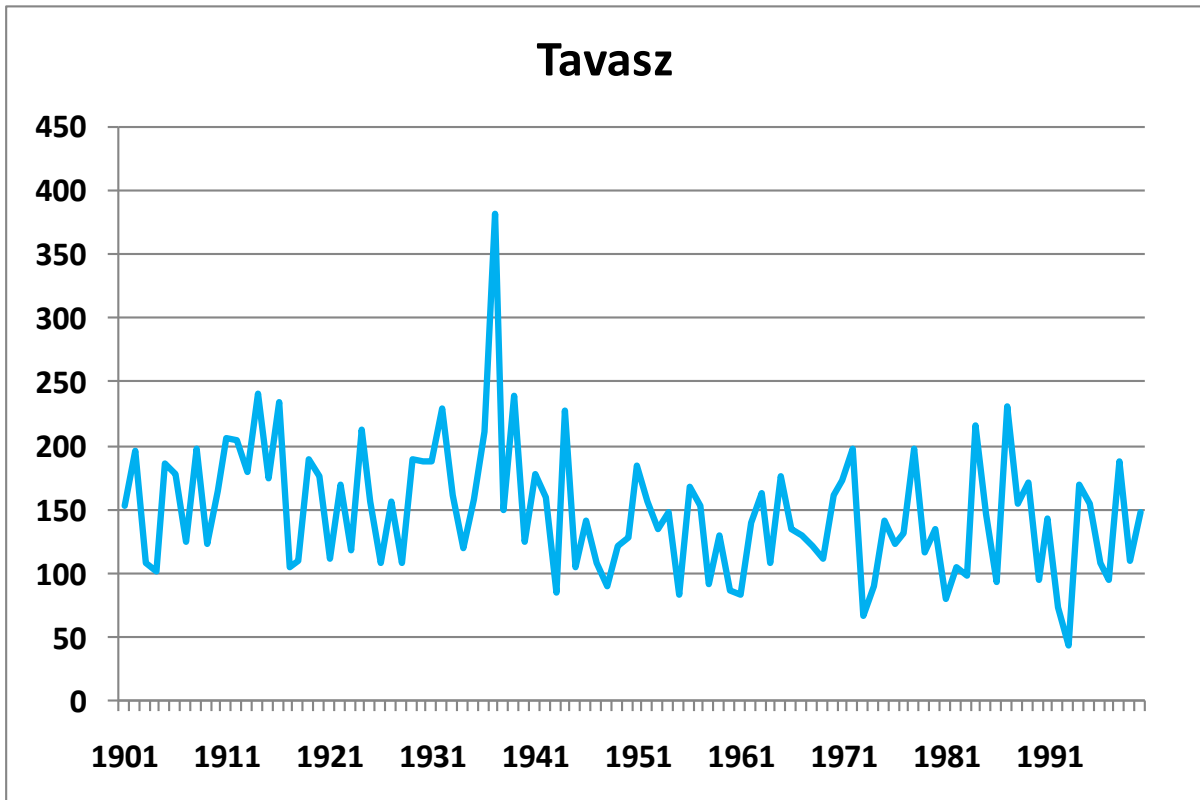
172,8 mm a legmagasabb novemberi mennyiség (1962), míg a legalacsonyabb az időszak elején regisztrált mennyiség (1902, 6,1 mm). 100. ábránkon mind a maximum, mind a minimum értékhez közeli mennyiségeket is láthatunk.

Végül a decemberi szélső értékeket mutatjuk be (101. ábra). A legmagasabb havi csapadékösszeg 1976-ban jelentkezett (119,5 mm), a legkevesebb csapadék 1972-ben hullott (1,1 mm).

Évszakos csapadékösszegek alakulása 1901-2000 között

A tavaszi csapadékmennyiség sokévi átlaga 134 mm, a csapadékmennyiség csökkenése 100 év alatt ebben az évszakban volt a legjelentősebb, megközelítette a 30%-ot. A legszárazabb tavasz 1993-ban volt, amikor a 3 hónap alatt lehullott mennyiség nem érte el a 45 mm-t (102. ábra). A legtöbb csapadék az éves szinten is a legcsapadékosabb 1937-es évben hullott, ekkor 382 mm volt az évszakos összeg, ami több mint másfélszerese a második legnedvesebb tavasz évszakos összegének (1914, 214 mm).

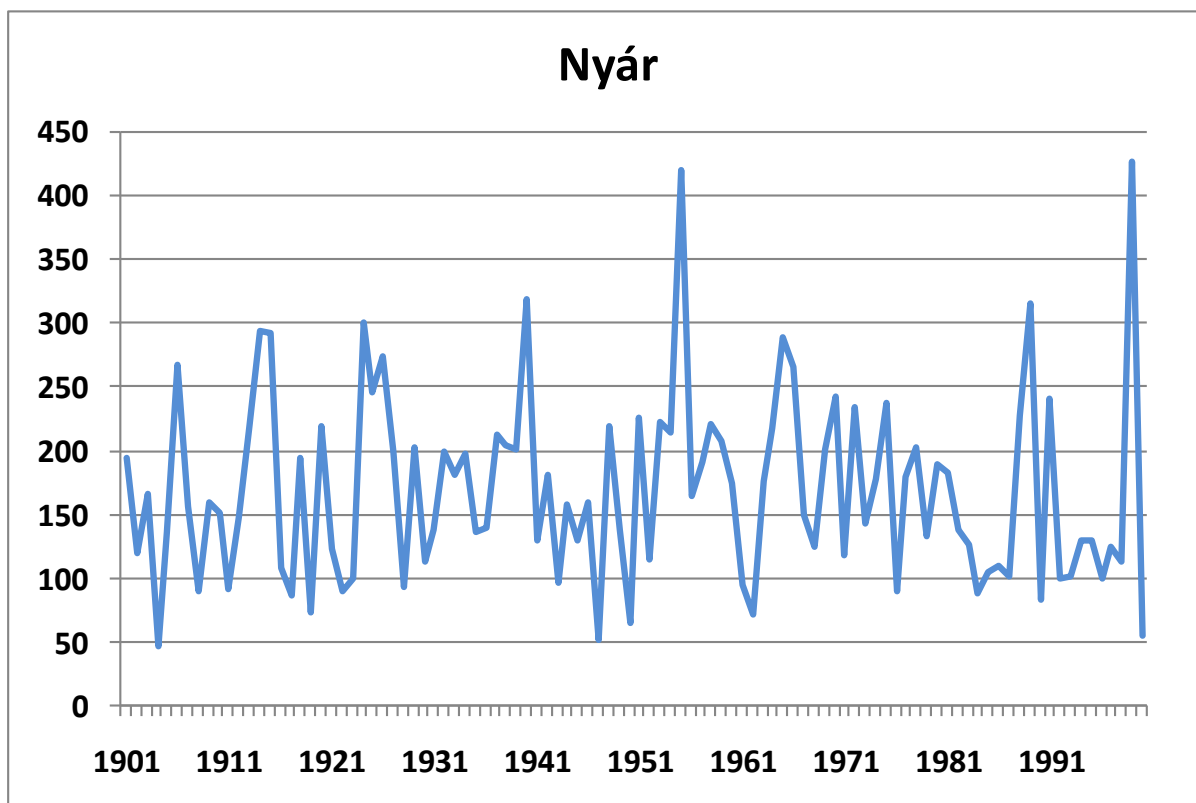
A tavasz előrehaladtával a csapadék mennyisége folyamatosan nő, a márciusi átlag 30 mm, májusban viszont ennek több mint kétszerese, 62 mm a sokévi átlag. Az átlagos növekedés ellenére, a csapadék nagy változékonyságának köszönhetően a 100 év alatti két legszárazabb tavaszi hónap 1973 májusa és 1910 márciusa volt 0,8 mm havi összeggel. A legcsapadékosabb két hónap a már említett 1937-es év márciusa és májusa volt 150 mm-t meghaladó értékekkel.



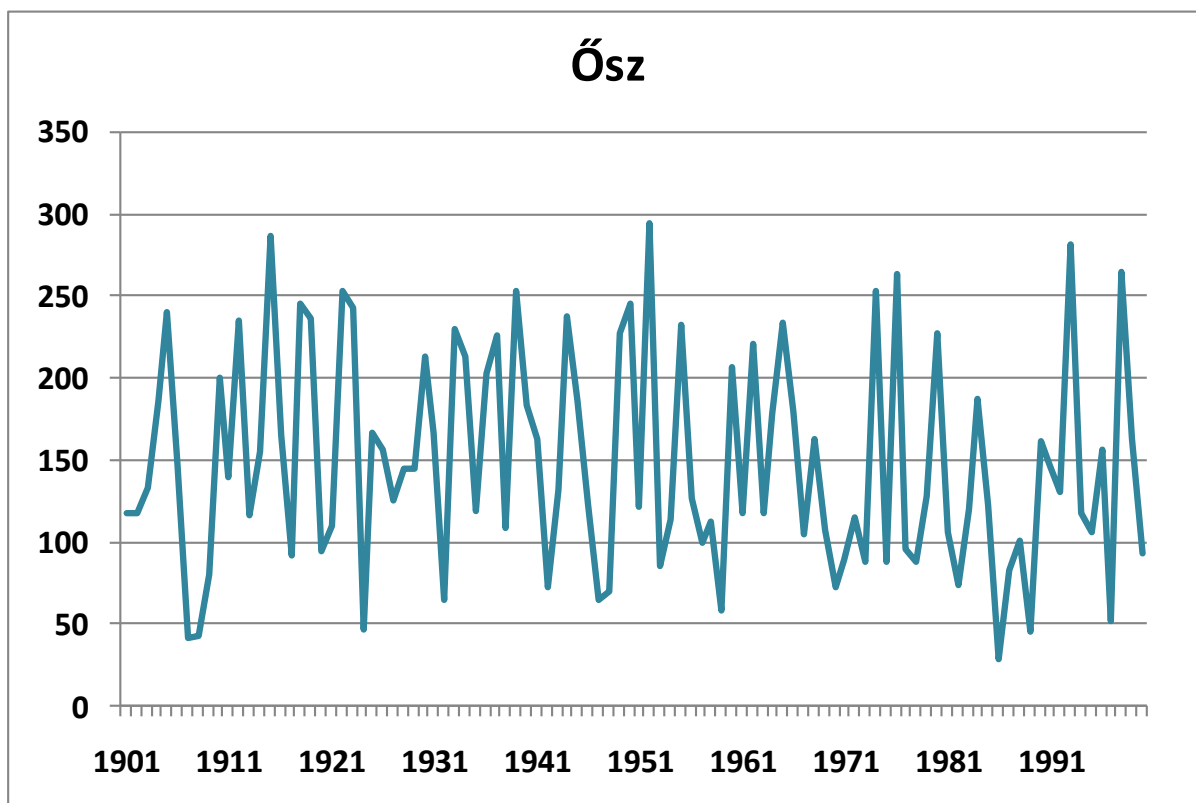
102. ábra. A tavaszi csapadékösszegek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatai alapján (mm)

A nyári csapadékösszeg 1971-2000-es átlaga 158 mm. A század elején és végén egyformán előfordultak aszályos és árvizeket okozó, nagycsapadékú évek is (103. ábra). A legszárazabb, 50 mm körüli csapadékösszegű három nyár is nagyjából 50 évenként követi egymást (1904, 1947 és 2000). Legtöbb, 420 mm-t meghaladó mennyiségű eső 1999 és 1955 nyarán hullott, ami 100 mm-rel több, mint az ezt követő rekordok.

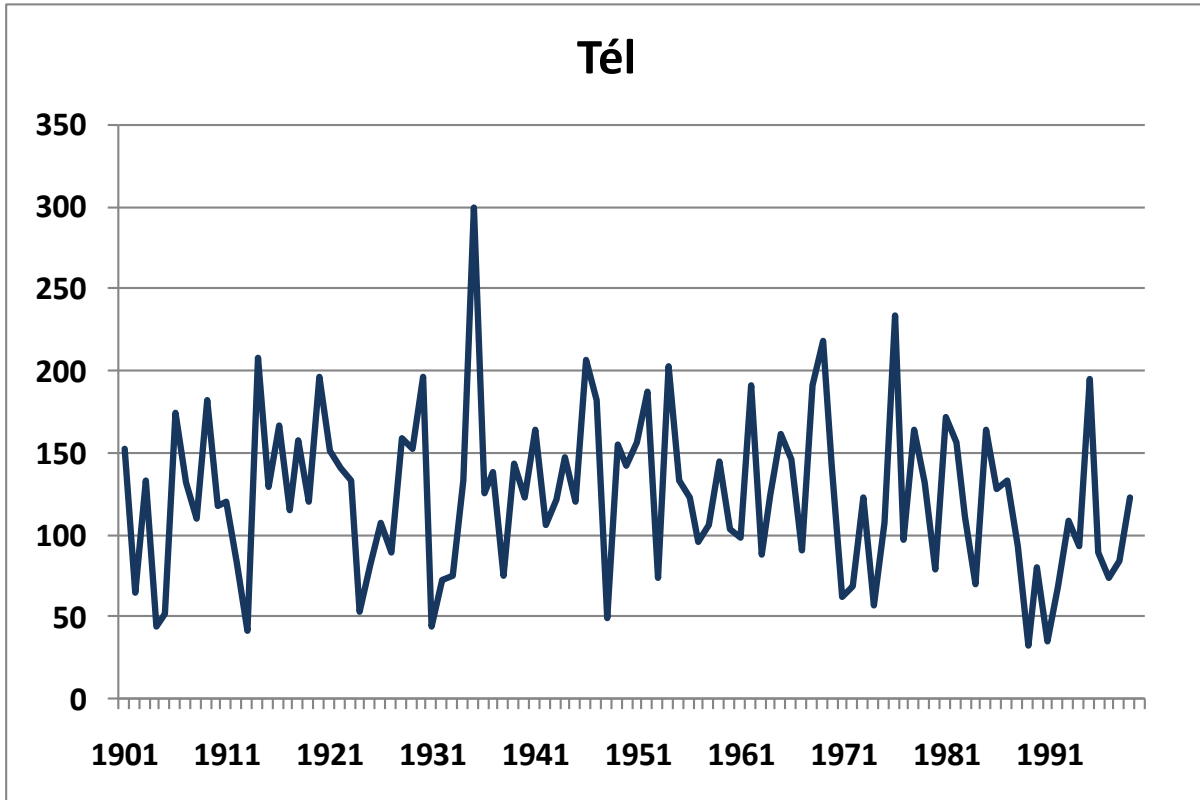
Az év legcsapadékosabb hónapja általában a június, melynek átlagos csapadékösszege 63 mm, a július és augusztus ennél lényegesen szárazabb, 45 mm és 49 mm a sokévi átlag. Ennek ellenére a 100 év alatti legcsapadékosabb hónap 1955 augusztusa volt 263 mm-rel, a legcsapadékosabb júniusban, 1999-ben ennél 25 mm-rel kevesebb eső esett. A legszárazabb hónapok a nyár második részében alakultak ki, júliusban 8, augusztusban 6 évben maradt 10 mm alatt a havi összeg, a legszárazabb nyári hónapban, 1962 augusztusában 0,3 mm volt.



103. ábra. A nyári csapadékösszegek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (mm)



104. ábra. Az őszi csapadékösszegek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (mm)



105. ábra. A téli csapadékösszegek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatai alapján (mm)

Az őszi csapadékmennyiség sokévi átlaga 133 mm. Gyakorlatilag megegyezik a tavaszi értékkel, de a 100 év alatti csökkenés ősszel nem olyan jelentős, 20% körüli. A száraz őszi évek eloszlása viszonylag egyenletes volt a XX. században, a legszárazabb, 1986-os őszi az évszakos összeg nem érte el a 30 mm-t (104. ábra). A legcsapadékosabb őszi évek (1952, 1915 és 1993 folyamán) 280 mm fölötti értékeket mértek.

Az őszi hónapok közül november a legcsapadékosabb, a sokévi (1971-2000) átlag 53 mm, míg szeptemberben és októberben egyaránt 40 mm. A múlt század legszárazabb őszi hónapjai közül szeptemberben 8, októberben 7 olyan volt, mikor a havi összeg nem érte el az 5 mm-t. A 100 év alatt egyetlenegyszer, 1995 októberében fordult elő, hogy a havi összeg 0 mm volt, ebben a hónapban csapadéknymot is csupán négy alkalommal regisztráltak.

A téli csapadék 1971-2000 közötti átlaga 110 mm. Ez a legszárazabb évszakunk. A téli csapadék rendkívül fontos a talaj vízzel való feltöltődése

szempontjából, ezért a száz év alatti, mintegy 12%-os csökkenés nagy károkat okozhat egyes növénykultúrák fejlődésében. Az elmúlt évszázad (105. ábra) legszárazabb két tele az utolsó évtizedre esett, ekkor az évszakos összeg nem érte el a 40 mm-t (1989/1990 és 1991/1992 folyamán). Nagy csapadéku telek a 80-as évektől eltekintve rendszeresen előfordultak, kiugróan sokat havazott 1935/36 telén, ekkor 300 mm-t mértek.

A három téli hónap közül rövidege miatt is február a legszárazabb, a sokéves (1971-2000) átlag 29 mm. Januárban 37 mm, míg decemberben a februári érték másfélszerese, 44 mm a szokásos összeg. A 100 év alatt a februári csapadék változott legszélsőségesebben a téli hónapok között, ebben a hónapban mérték a legkevesebb (1998, 0,2 mm) és szárazsága ellenére a legtöbb csapadékot (1969, 136 mm) is. Száraz hónapok egyébként a tél minden szakaszában előfordultak, a múlt században decemberben 5, januárban 2, februárban 7 alkalommal fordult elő, hogy 5 mm-nél kevesebb volt a havi összeg.

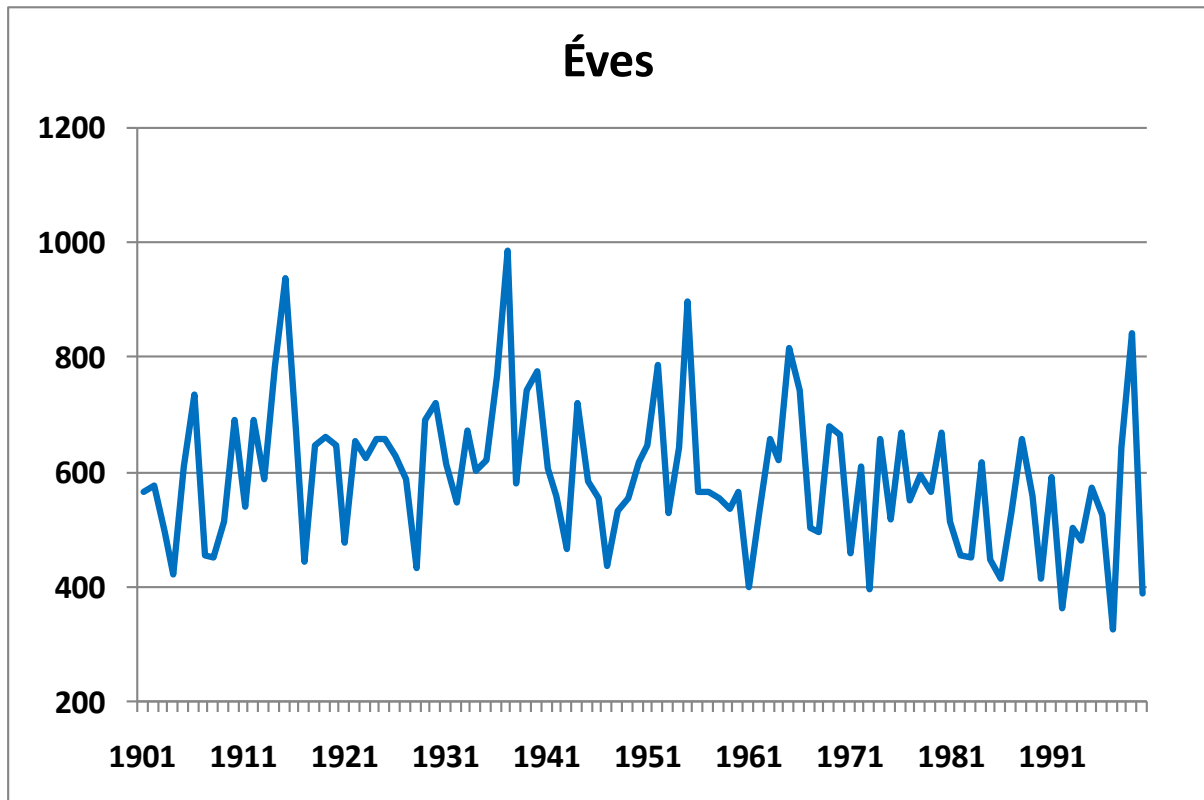
A csapadékos napok számának 1971-2000-es átlaga 77, a 100 év alatt közel 20%-kal csökkent. Az elmúlt évszázadban a csapadékos napok száma és a csapadék éves összege egyaránt csökkent, ezért érdekes, hogy az egy csapadékos napra jutó átlagos csapadék mennyisége néhány millimétert nött.

A havas napok száma 1971-2000 között átlagosan 31 volt, a 100 év alatt mintegy 17%-kal csökkent, amihez a csapadékmennyiség csökkenése és a hőmérséklet emelkedése egyaránt hozzájárult. A leghavasabb telek az 1935 és 1956 közötti időszakban fordultak elő, a hóban legszegényebb év pedig 1989 volt, amikor mindössze 4 napon hullott hó.

Éves csapadékösszegek alakulása 1901-2000 között

A budapesti éves csapadék 1971-2000-es átlaga 534 mm. Az elmúlt évszázad folyamán a csapadék mennyisége csökkent (106. ábra), mértéke a 100 év alatt megközelítette a 10%-ot. Az évek közötti változékonyság igen jelentős, a csökkenés ellenére nagy csapadéku évek a század végén is előfordultak, s voltak aszályos évek a század első felében is. A legszárazabb és legnedvesebb évek csapadékösszege között több mint kétszeres a különbség. A száz év alatt kétszer haladta meg az éves

csapadékmennyiség a 900 mm-t, 1937-ben 988 mm, 1915-ben 940 mm hullott. A legszárazabb négy évben (1997, 1992, 2000, 1973) a 400 mm-t sem érte el az éves összeg.



106. ábra. Az éves csapadékösszegek alakulása 1901-2000 között Budapest történelmi adatsorai alapján (mm)

MIKROKLIMATIKUS SAJÁTOSSÁGOK

Szász Gábor Agrometeorológia c. könyve szerint a klíma valamely terület feletti légtérben lezajló fizikai folyamatok hosszú idő alatt kialakult rendszere, szélsőségeivel együtt. Egy nagyobb táj, vagy földrajzi egység éghajlatát makroklímának nevezzük, melytől meg kell különböztetnünk a mikroklímát, mely lényegében a talaj menti légtér éghajlata.

A talajfelszín közelében (40-60 m) a légköri folyamatok más törvényszerűségek szerint érvényesülnek, mint a makrotérben. Ennek következtében a mikroterek klímája is eltér a makroklímáétól. A törvényszerűségek közötti különbség oka a felszín közelsége, ennek folytán a mikroklimatikus térben a felszín anyagi összetételében mutatkozó különbségek hatása lényegesen erőteljesebb, mint a makroklimatikus térben. A mikroklíma ezért lényegesen szélsőségesebb; nappal melegebb és nedvesebb, éjszaka hidegebb és szárazabb. Erős szélben a mikroklimatikus térben a levegő mozgása is sokkal kisebb. E különbségek gyakran óriási méretet öltenek, s ez a magyarázata annak, hogy a mikroklíma olykor meghatározóbb környezeti tényező, mint a makroklíma. A mikroklíma tehát azoknak a felszínközeli mikrometeorológiai folyamatoknak a rendszere, amelyeket a felszín és a légkör sajátosságainak kölcsönhatása alakít ki, s ezáltal helyileg tesz jellemzővé adott makroklímán felül.

A domborzat hatása a mikroklímára

A felszín függőleges tagoltsága jelentős mértékben módosítja a különböző meteorológiai elemek területi eloszlását és azok időbeli változását, hiszen az energia- és anyagforgalom alakulásában a függőleges összetevők mellett igen nagy szerepet játszanak az oldalirányú mozgások.

A domborzat döntő módon befolyásolja a felszínre jutó energia nagyságát és időbeli változását. Fontos szerepe van esetében az expozíciónak, vagyis a lejtő szögének és a lejtő irányának együttes hatásának. Mérési adatokból megállapítható, hogy hazánkban a különböző lejtésű felületekre – akár csak a vízszintes felületre – decemberben érkezik a legkevesebb energia. A globálsugárzás maximális energiája

eltérő hónapokban mérhető. Az északi irányú függőleges felületen júniusban, a keleti felületen júliusban, a délin augusztusban, míg a nyugati függőlegesen ismét júliusban mérhető a legnagyobb globálsugárzási energiaösszeg. További kísérleti mérések szerint a lejtőszög növekedésével arányosan fokozódik a különböző irányú lejtőkre eső sugárzási összegek különbsége. Nem hagyható figyelmen kívül továbbá a napfénytartamnak orográfiai okokra visszavezethető módosulása sem. A domborzat különböző elhelyezkedésű felületelemei a Nap horizont feletti pályahosszát igen tág határok között módosíthatják. Emellett a domborzat valamennyi éghajlati elemre jelentős módosító hatást fejt ki.

A domborzat hőmérsékleti különbségeinek létrehozásában az időjárási helyzetek szerepe döntő fontosságú. Elsősorban a derült és szélcsendes helyzetek kedveznek a számottevő különbségek kialakulásának. A domborzat csaknem kivétel nélkül éjszaka kelti a legnagyobb térségi hőmérsékleti különbségeket: a leghidegebb a völgyalj, a tetőterület melegebb. A lejtő sajátos hőmérsékletű, mivel a kisugárzás útján a tetőn lehűlt levegő átfolyik rajta. A lejtős területek felett a hideg levegő így nem halmozódik fel, s ezért ott nem is hűl le a levegő. A lejtő alsó szakasza azonban már lényegesen hidegebb lehet, mivel a hideg levegő felhalmozódása során kialakuló „hideg légtő” felső szintje gyakran eléri ezt a magasságot. Nappal a legmagasabb hőmérséklet a lejtő alján és környékén alakul ki, ehhez mérten a lejtő hűvös marad, s a leghidegebb rész a hegy- vagy dombtető. A hőmérséklet napi ingása a tető körüli területeken a legkisebb, s a magasság csökkenésével egyre nagyobb lesz.

Dombos, hegyes vidéken a szélviszonyok sajátosan alakulnak. A különböző nagytérségű, légnyomási képződmények által irányított áramlási rendszert az alacsony és közepes magasságú hegyek alig módosítják, de a domborzati formák környezetében az áramlás lokálisan módosul. A függőlegesen erősen tagolt területeken a felszínközeli légrétegek hőmérsékleti különbségei következtében helyi áramlási rendszerek alakulhatnak ki. A helyi szélrendszerek egyik legismertebb, s egyben legtipikusabb változata az ún. lejtőszél, amely legerőteljesebben nagy kiterjedésű lejtőn alakulhat ki. Oka, hogy a nappali órákban a lejtő menti levegő erőteljesebben melegszik fel, mint a vele azonos szinten lévő szabadlégköri levegő. A



kialakuló hőmérséklet- és nyomáskülönbség hatására a levegő a lejtőn felfelé áramlik. Éjszaka a kisugárzás miatt az irány ellentétes, vagyis a lejtőn lefelé fúj a szél. A nappali lejtőszél sebessége nagyobb, mint az éjszakaié, elérheti a 4-5 m/s értéket is.

A csapadék tekintetében különösen fontos szerepe van a domborzatnak. Általános tapasztalat, hogy a hegyláncok, hegyvonulatok légáramlásnak kitett oldalain a csapadék összege felülmúlja a szélvédett oldalak, lejtők csapadékösszegeit. A csapadék kisléptékű területi eloszlását tehát a széleloszlás, illetve azzal összefüggésben a tengerszint feletti magasság határozza meg.

A NORMAFA TERÜLETÉN TERVEZETT ÁLLOMÁSOK HELYSZÍNÉNEK KIVÁLASZTÁSA

Tanulmányunkban a Normafa térségének éghajlatát elemeztük az elmúlt időszak megfigyelései, mérési adatai alapján. A jövőben üzembe helyezendő három meteorológiai állomás helyszínének kiválasztásával kapcsolatos egyeztetések jelenleg is folyamatban vannak, melyben az Országos Meteorológiai Szolgálat Földfelszíni Megfigyelések Osztálya aktív szerepet vállal. A mérési feltételek, a helyszín kiválasztásával kapcsolatos előírások és a szükséges eszközök felsorolása meghaladják jelen tanulmány kereteit, az ezzel kapcsolatos egyeztetési feladatok tekintetében Földfelszíni Megfigyelések Osztályunk folyamatos kapcsolattartásban áll a szerződő felekkel.



IRODALOMJEGYZÉK

Szász G. 1988: *Agrometeorológia*. 21-282.

Gregoric G. 2012: Aszályvizsgálatok a DMCSEE keretein belül. *DMCSEE projekt, összefoglaló kiadvány*, 11-16.

Történelmi éghajlati adatsorok Budapest területére. Országos Meteorológiai Szolgálat. http://owww.met.hu/eghajlat/eghajlati_adatsorok/bp/Navig/Index2.htm

A Kárpát-régió éghajlata. Országos Meteorológiai Szolgálat. <http://www.carpatclim-eu.org>