

Eötvös Loránd Tudományegyetem
Földrajz- és Földtudományi Intézet
Meteorológiai Tanszék

A Kelet-Mecsek csapadékviszonyai az 1901-2013-as időszakban

SZAKDOLGOZAT



Készítette:

Szentes László Olivér

III. éves Földtudományi BSc, meteorológia szakirányos hallgató

Témavezető:

Dr. Matyasovszky István

ELTE TTK, Meteorológiai Tanszék

Budapest, 2015

Tartalomjegyzék

Bevezetés	1
1. A csapadékmérés	2
1.1 A csapadékmérés története	2
1.1.1 Hazai mérések a XX. században	4
1.1.1.1 Osztrák típusú csapadékmérő	4
1.1.1.2 Hagyományos Hellmann-féle csapadékmérők	6
1.1.1.3 Oláh-Csomor féle kettősfalú alumínium csapadékmérő	7
1.2 Csapadékmérő állomásokon végzett megfigyelések	9
1.2.1 Csapadék mennyiségének mérése	9
1.2.2 Hóvastagság mérése	10
1.2.3 Légköri vízjelenségek típusai.....	10
1.2.4 Egyéb meteorológiai jelenségek.....	10
1.3 Elterjedt csapadékmérő (ombrométer) típusok.....	12
1.3.1 Hagyományos felfogóedényes	12
1.3.2 Úszóhengeres csapadékírók	13
1.3.3 Gyűjtőedényes (totalizátor).....	14
1.3.4 Billenőedényes	15
1.3.5 Tömegmérések.....	16
1.3.6 Optikai csapadékmérő	16
2. Csapadékmérő állomások a Kelet-Mecseknél	17
2.1 Jelenleg működő állomások	18
2.2 Megszűnt állomások	23
3. Adatsorok összeállítása, hibák kiszűrése és javítása	24
3.1 Nyers (eredeti) adatsorok előállítása.....	24
3.2 Adatpótlás környező állomásokról	27
3.3 Hibák kiszűrése és javítása.....	29
3.4 Egyesített kelet-mecseki adatsorok előállítása	35
4. A Kelet-Mecsek csapadék-klimatológiai jellemzői	36
5. Extrém időjárási események a Kelet-Mecseknél	41
5.1 A 2010. május-júniusi extrém csapadékos időszak	41
5.2 A 2013. március 24-26-ai havazás.....	43

6. Éghajlati indexek és trendelemzés	45
6.1 Csapadékösszeg	45
6.1.1 Csapadékos napok száma (RR0.1)	46
6.1.2 Egy mm feletti csapadékú napok száma (RR1)	47
6.1.3 Nagy csapadékú napok száma (RR10)	48
6.1.4 Maximális napi csapadékösszeg (RX1).....	48
6.1.5 Maximális ötnapi csapadékösszeg (RX5).....	49
6.1.6 Napi csapadékintenzitási index (SDII)	50
6.2 Csapadékalak	51
6.2.1 Havas napok száma	51
6.2.2 Zivataros napok száma.....	52
6.3 Hóvastagság.....	53
6.3.1 Hótakarós napok száma	53
6.3.2 Abszolút hótakarós napok száma	54
6.3.3 Maximális hóvastagság.....	55
7. A kelet-mecseki adatsorok összehasonlítása a CarpatClim adatbázissal	56
7.1 Csapadékösszeg	57
7.2 Hóvastagság.....	59
Összefoglalás	61
Köszönetnyilvánítás	62
Irodalomjegyzék.....	63
Mellékletek	65

Bevezetés

Egy adott térség éghajlatának ismeretéhez, az ott végbemenő változások detektálásához nélkülözhetetlenek a több évtizedes jó minőségű adatsorok. A Kelet-Mecseknél két hazai szervezet végez megfigyeléseket. A XX. század elejétől az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) és jogelődjei, az 1970-es évektől a Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóság (DDVIZIG) is.

A dolgozatom első részében a csapadékmérés történetét és magát a mérést ismertetem, a csapadékméréshez kapcsolódó általános ismereteket. Fontosnak tartottam, hogy a csapadékmérés történetét, az egyes csapadékmérő típusokat is bemutassam, hiszen a vizsgált 113 év alatt több eltérő típust használtak az országban, így a vizsgált térségben is. Az általános ismereteket tartalmazó fejezetek után részletezem a hegységben működő és megszűnt állomásokat, az azokon végzett méréseket.

Az éghajlati vizsgálatokhoz elengedhetetlenek a jó minőségű adatsorok. Az állomásokról származó nyers adatsorok erre nem alkalmas, ugyanis sok hibás értéket tartalmazhatnak. Ezért egy külön fejezetet szántam a javított adatsorok összeállításának. Minden nyers (eredeti) adatsornál részletes hibakeresést végeztem, majd az esetleges felmerülő hibákat javítottam. Végül a hegységre egységes kelet-mecseki adatsorokat állítottam elő csapadékösszegeknél, csapadékalaknál, valamint hóvastagságnál egyaránt. Az ellenőrzött és javított adatsorok alapján végeztek különféle számításokat a továbbiakban.

Az adatsorok elkészítése után a vizsgált terület csapadék-klimatológiai jellemzőit ismertetem, majd több számított éghajlati indexet elemzek. Az éghajlatban bekövetkező változás vizsgálatára lineáris trendelemzést is végeztem, melyhez szignifikancia-vizsgálat is tartozott. Kutatómunkám során az egyik célkitűzés olyan ellenőrzött hosszútávú kelet-mecseki adatsorok létrehozása volt, melyeket éghajlati vizsgálatokhoz fel lehet használni. A másik fontos cél a hegységről egy igen részletes, mindent átfogó csapadék-klimatológiai tanulmány összeállítása az éghajlatban bekövetkező változások vizsgálatával. Kiemelt fontosságúnak tartom a hóvastagsággal kapcsolatos vizsgálataimat, ugyanis az elmúlt évtizedekben a csapadék-klimatológia e területével jóformán semmilyen tanulmány nem foglalkozott. A dolgozat zárásaként az elkészített kelet-mecseki adatsorokat összehasonlítottam a CarpatClim adatbázissal.

Munkám során külön motivációt és nagyobb érdeklődést biztosított a témában, hogy a vizsgált térségben élek, valamint a mecseki csapadékméréseknek családi kötődései is vannak.

1. A csapadékmérés

Csapadék alatt értjük a légkörből a talajra hulló, illetve a tárgyakon kicsapódó vízmennyiséget. A csapadék mennyiségének mérése során annak a vízoszlopnak a magasságát határozzuk meg (lehulló esővíz, hó esetén felolvadt hólé), ami a felszínt beborítaná, ha a talaj nem szívna be, valamint nem párologna el. (Horváth et al., 1987)

1.1 A csapadékmérés története

Az első írásos feljegyzések csapadékmérésről az ókori Görögországból és Indiából származnak, az i.e. V., illetve IV. századból. Ezt követően az i.e. II. és i.sz. II. század közötti időszakból van írásos nyoma csapadékméréseknek, melyeket Palesztinában (ma Izrael) végeztek, amelyeket a Mishnah című könyv tartalmaz. (Strangeways, 2007)

Több évszázaddal az európai mérések megkezdése előtt Kínában már állomáshálózatban végeztek csapadékmérést. Erről Qin Jiushao 1247 körül a matematika értekezésében, a Shushu jiuzhangban írt. Művében kitért a hómérés problémájára is, ezzel ez az első ismert feljegyzés hóméréssel kapcsolatban. Abban az időben több tartományi városból álló hálózat működött, így területi átlagokat is meghatározhatott Qin Jiushao.

A XV. századi Koreába valószínűleg Kínából került át a csapadékmérés, ahol a rizstermesztéshez kapcsolatosan végeztek méréseket. Sejong király a Lee dinasztiából 1441-ben az egész koreai civilizációra kiterjedően bevezette a mérők kötelező magasságát, típusát, amiben változtatás egészen 1907-ig nem történt. Ennek a régi koreai csapadékmérőnek a reprodukciója látható az 1. ábrán. A csapadékmérőt egy kőoszlopra helyezték el. Ezekből a régi típusokból kettő még használatban volt a XX. század elején is, egy Szöulban, egy Taikuban. Figyelemre méltó, hogy a középkorban minden mérési



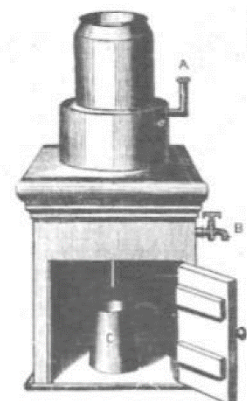
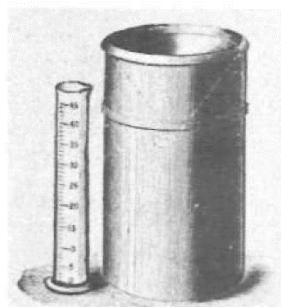
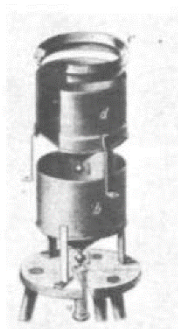
1. ábra
Régi koreai csapadékmérő reprodukciója
(Strangeways, 2007)

kísérlet Ázsiából, főképp Kelet-Ázsiából származik. Akkoriban Európában, ahol erős vallási elnyomás uralkodott, bárkit, aki ilyesmi mérésekkel kísérletezett máglyán égették el. (*Strangeways, 2007*)

Európában a reneszánsz és a felvilágosodás kora hozta meg a változást és a robbanásszerű fejlődést a meteorológiai mérésekben.

Az első ismert európai csapadékmérés Benedetto Castelli bencés szerzetes nevéhez fűződik, aki Galilei tanítványa volt. Az itáliai Perugiában mért 1639-től egy 24 cm magas és 12 cm átmérőjű üveghengerrel. Az első brit mérőt Sir Christopher Wren készítette 1660-as évek elején. Sajnos az eszköz pontos leírása nem ismert. Wren és Robert Hooke a XVII. század második felében megépítették tulajdonképpen az első automata meteorológiai állomást, közel 350 évvel ezelőtt. A mérőeszközök egy ingaórához voltak kötve és egy papírszalagon lyukasztottak 15 percenként. Az állomás légnyomást, hőmérsékletet, csapadékot, páratartalmat és szélirányt rögzített. A csapadékmérője az első billenőedényes típus volt. Napjainkban ilyet használnak az automata állomások többségén. Maga a billenő edény nem számított újdonságnak, a XIV. században az arabok és a japánok is ismerték már azt. (*Strangeways, 2007*)

Az első folytonos méréseket Richard Townley végezte Lancashire-ben 1677 és 1703 között. Egy tetőn elhelyezett 30 cm átmérőjű tölcser fogta fel a csapadékot, amit egy 8 méteres csővel vezetett le a mérőhengerébe. A XVIII. században fokozatosan nőtt az érdeklődés világszerte a csapadékmérések iránt. Az első szervezett mérőhálózat a Societas Meteorologica Palatina volt az 1780-as években, melynek legkeletebbi tagja Buda volt. A XIX. század közepétől egyre több országban hoztak létre Meteorológiai Intézetet és innen kezdve szervezett keretek közt ezek végeznek méréseket. A XIX. század második felében és a XX. század első évtizedeiben számtalan típusú csapadékmérő



2. ábra
Csapadékmérők a XIX. században
(Kurtyka, 1953)

eszközt szerkesztettek. Ezek közül néhány XIX. századi csapadékmérőt mutat be a 2. ábra. A meteorológiában a számítástechnika fejlődése jelentős változásokat eredményezett a XX. század második felében. Megjelentek az automata csapadékmérők is, melyek többsége napjainkban billenőedényes vagy tömegmérés alapú. (Strangeways, 2007)

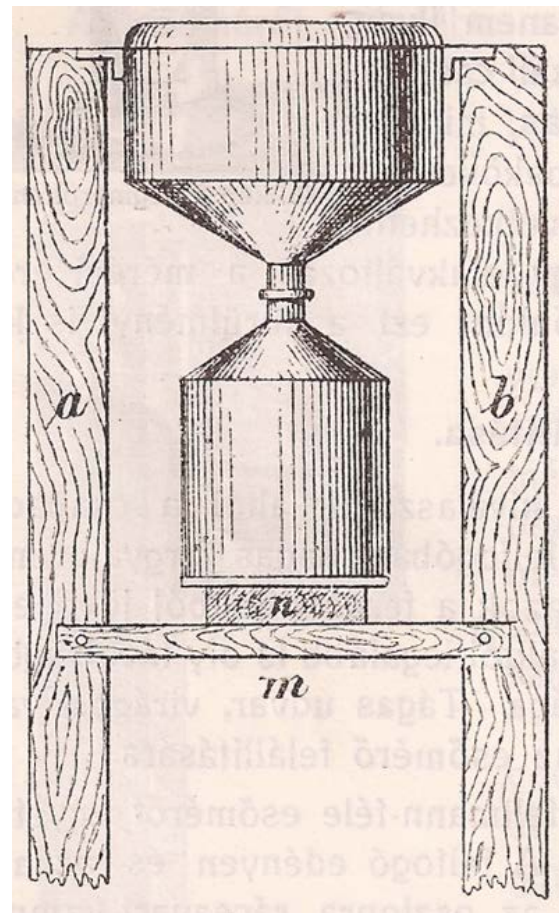
1.1.1 Hazai mérések a XX. században

Az első magyarországi meteorológiai feljegyzések az 1700-as évek elejéről származnak, több állomásból álló hálózat működtetésére viszont az XIX. század közepéig kellett várni. A magyarországi méréseket 1870-től 1949-ig a Meteorológiai és Földmágnassági Magyar Királyi Központi Intézet, 1950-től 1969-ig az Országos Meteorológiai Intézet (OMI), 1970 óta az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) végzi. Ez idő alatt több, különböző csapadékmérőt használtak az országban.

1.1.1.1 Osztrák típusú csapadékmérő

Ez a fajta mérőeszköz az 1930-as évekig volt használatban. Általános felépítését tekintve, mint minden ezt követő típus, ez is három fő részből állt: egy felfogóedényből, egy gyűjtőedényből és egy mérőhengerből. A csapadékmérőnek nem volt külső burka, a gyűjtő része közvetlen ki volt téve a nap-sugárzásnak.

A henger alakú felfogóedény része cinklemezből készült és az edény alsó része egy tölcserben végződött. A felfogófelülete a mai ötszöröse, 1000 cm^2 , tehát a belső átmérője $356,8\text{ mm}$ volt. A felfogóedény felső része kúpszerű gyűrűben végződött, ami alatt egy vasgyűrű biztosította a felfogóedény szilárdságát. A henger alakú gyűjtőedény szintén cinklemezből készült. Mintegy 6 liternyi csapadék befogadására volt képes. (Alföldy, 1899) Mindezek ellenére csupán 60 mm-nek megfelelő csapadékmennyiséget volt képes eltárolni.



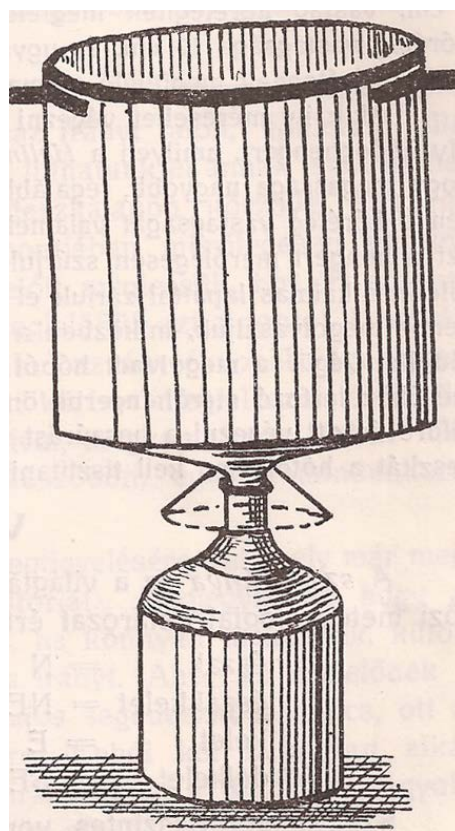
3. ábra
Osztrák csapadékmérő felépítése (Róna, 1925)

A felállítása úgy történt, hogy két négyszögű két méter hosszú, 15-20 cm vastag és széles faoszlopot egymástól kellő távolságra 1 méter mélyre beástak (3. ábra, a és b). Így a felfogó teteje 1 méter magasan lehetett. Az oszlopok tetején kis mélyedéseket kellett vágni, hogy a felfogóedény tartófüleit rá lehessen helyezni. A felfogóedényhez szuronyzárral rá kellett csavarni a gyűjtőpalackot. Alulról is gondoskodni kellett a rögzítésről, erre két deszka gondoskodott. Egy nagyobb a gyűjtőpalack aljától kissé távolabb (3. ábra, m), a kisebb pedig a palack és az alsó deszka közé volt behelyezve (3. ábra, n).

Intenzív csapadékhulláskor (pl. felhőszakadás) gyakran a 60 mm-nyi csapadékot befogadó gyűjtő megtelt. Ekkor tartalék gyűjtőt kellett kirakni, de főleg, ha még volt csapadékhullás, a cserélés bonyolultsága miatt (deszka kisedése, szuronyzár leszedése, csere, visszazárás) nem mehetett veszteség nélkül. (Róna, 1925)

Nem ez jelentette az egyetlen problémát. Nyáron a párolgási veszteség okozott sok gondot, ezért több deszkával rakták körbe a mérőedényt, hogy a közvetlen sugárzástól valamennyire védve legyen, és ne párologjon ki belőle sok csapadék. A felfogó rész nagy mérete miatt gyengébb intenzitású csapadéknál gyakori gondot jelentett, hogy a behulló csapadék mire lefolyt volna a gyűjtőbe, elpárolgott. (Alföldy, 1899)

A legjelentősebb problémát viszont a szuronyzár kikopása jelentette. A sok használat következtében a szuronyzár kopott, a tölcsércső és a gyűjtőedény között rés keletkezett. Ezen keresztül pedig a felfogó külső falán lefolyó víz bekerült a gyűjtő részbe, ami mérési többletet eredményezett. Ez a többlet 10-15%-ot érhetett el, de a többlet pontos értéke állomásonként és időben is eltérő növekedésű volt. Ennek kiküszöbölésére egy védőgallért forrasztottak a felfogóedény aljára, ezzel megakadályozva, hogy a lefolyó víz a gyűjtőpalackba kerüljön (4. ábra). Ezt Anderkó-féle védőgallérnak nevezzük. (Róna, 1925)



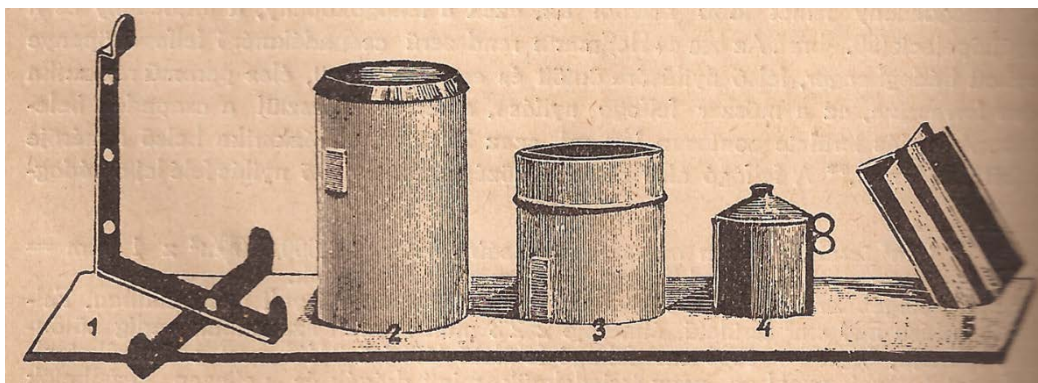
4. ábra
Osztrák csapadékmérő (Anderkó-féle)
védőgallérral (Róna, 1925)

Egy ilyen bonyolult és sok problémát magában hordozó csapadékmérő helyett olyanra volt szükség, ami egyszerűbben használható és kevesebb a hibája.

1.1.1.2 Hagyományos Hellmann-féle csapadékmérők

Az osztrák típusú mérőket a porosz Gustav Hellmann által a XIX. század végén tervezett csapadékmérő váltotta fel, aminek a hazai tesztelése már az 1900-as évek elején megkezdődött. (OMSZ, Évkönyvek)

A Hellmann-féle típus az 1920-as évek közepétől kezdett elterjedni az országban, leváltva a problémás osztrák típusú csapadékmérőt. (5. és 6. ábra)

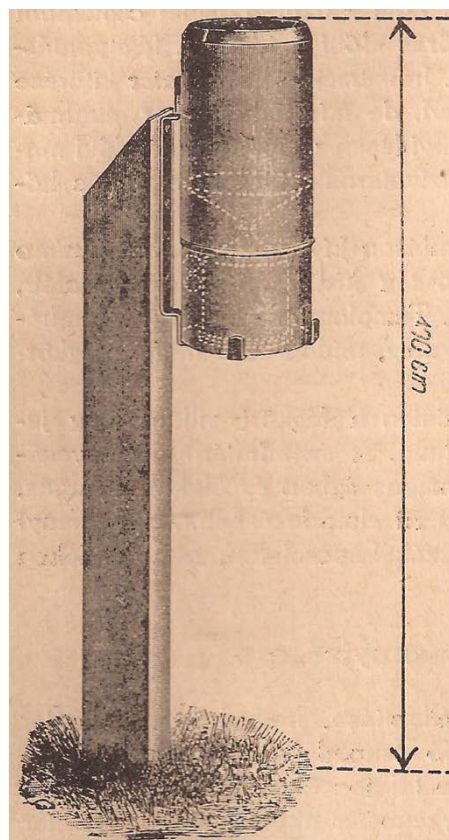


5. ábra
Hellmann csapadékmérő részei
(Réthly et al., 1938)

A Hellmann csapadékmérő részei az 5. ábrán:

1. tartó
2. csapadékmérő felfogóköpenye
3. tartóedény
4. gyűjtőpalack
5. hőkereszt

Ez a Hellmann-féle csapadékmérő már csak 200 cm² területű felfogónyílású volt, ahogy innen kezdve minden Magyarországon hivatalosan használt csapadékmérőnél ilyen méretet használnunk. Nagy változás továbbá az osztrák típushoz képest, hogy a gyűjtőpalackot nem érte közvetlenül a napsugárzás. A teljes felfogóedény fehérre festett, 40 cm magas körhenger volt, aminek a felső peremén élesen esztergált rézkarika helyezkedett el. Belső részébe tölcser volt forrasztva, ami alul belenyúlt a gyűjtőpalackba. A csapadékmérő alsó



6. ábra
Hellmann-féle csapadékmérő
(Réthly et al., 1938)

edénye lényegében a felfogóedény folytatása, aminek segítségével az egész egy eszközbe illeszthető, ezzel könnyű mozgathatóságot biztosított. (Róna, 1925; Réthly et al., 1938)

Az alsó edény is fehérre volt festve. Az alsó edény továbbá hasznos célt szolgált azzal, ha több csapadék hullott, mint amennyit a gyűjtő elbírt volna, felfogta a túlsorduló vizet. A berendezés felállításához csupán egy faoszlopra volt szükség. A hazánkban a XX. század első felében használt Hellmann-féle csapadékmérők külső burka egy rétegből állt. A csapadékmérő tartozéka volt a mérőhenger is (7. ábra).



7. ábra
Mérőhenger az
1930-as években
(Réthly et al., 1938)

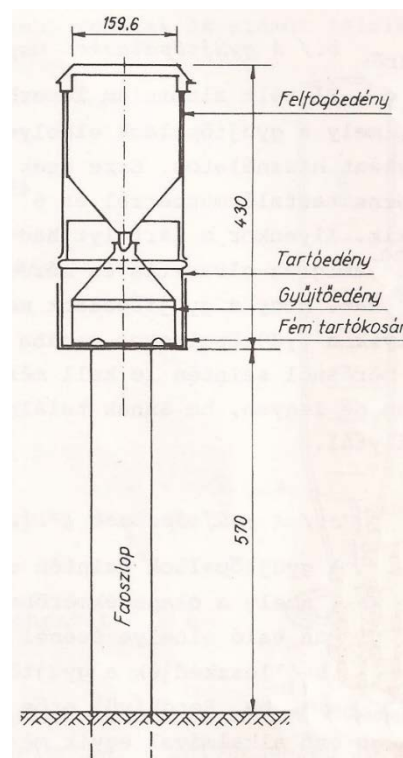
Ebben a konstrukcióban számottevő változás az 1960-as évekig nem történt. A II. világháborútól 1956-ig a felső rézkarika helyett alumíniumgyűrűt használtak. Ezt a típust horganyzott bádoggal alumíniumgyűrűs csapadékmérőnek nevezzük. 1956-tól 1966-ig szimplafalú alumínium csapadékmérő volt hivatalosan használatban. Ezeknél a Hellmann-típusoknál gyártási hibák jelentkeztek, valamint a felső gyűrű viszonylag könnyen kimozdulhatott a helyéről, beszívárgás során pedig csapadéktöbblet keletkezett. (Horváth et al., 1987)

1.1.1.3 Oláh-Csomor féle kettősfalú alumínium csapadékmérő

A társadalmi csapadékmérő állomásokon napjainkban ezt a típust használják (8. ábra). Ez is Hellmann-rendszerű csapadékmérő. 1966 óta a hivatalos csapadékmérő műszer Magyarországon. A Kelet-Mecsek térségében is csak ilyen típust használó állomás működik napjainkban. A csapadékmérő tartozékai: felfogóedény, gyűjtőpalack, gyűjtőpalackot magába foglaló tartály, tartókosár, hókereszt, üveg mérőhenger. (Horváth et al., 1987)

FELFOGÓEDÉNY

Külső része a köpeny, amihez egy tölcser tartozik. A kettőt a gyűrű tartja össze. A köpeny és a tölcser alkotja a kettős falat. Mindkettőt alumínium lemezből állítják elő préseléssel és a levegőben levő kémiai anyagokkal szembeni ellenálló képességét eloxálással



8. ábra
Kettősfalú csapadékmérő
felépítése
(Horváth et al., 1987)

növelik. A köpeny felső harmadán található egy kis bemélyedés, ami a mechanikai szilárdságot, alaktartást és az oldalirányú rögzítést biztosítja. A tölcsér 45°-os lejtőszögű, hogy a behulló csapadék minél gyorsabban eljusson a gyűjtőpalackba.

A gyűrű felül élesre esztergályozott kör alakú alumíniumkarika. Átmérője 159,6 mm, tehát ez a típusú csapadékmérő is 200 cm² felfogófelületű.

GYŰJTŐPALACK

A gyűjtőpalack is eloxált alumíniumból készül, egy füles kanna, aminek a szerepe, hogy a csapadék-gyűjtőbe hulló csapadékot felfogja. A 9. ábrán látható gyűjtőpalack befogadóképességére végeztem tesztet, ami alapján megállapítottam, hogy a gyűjtőpalack maximum 99 mm-nyi csapadék befogadására képes.



9. ábra
Gyűjtőpalack

GYŰJTŐPALACKOT MAGÁBA FOGLALÓ TARTÁLY

Eloxált alumínium lemezből préseléssel készült, henger alakú edény. Elsősorban a gyűjtőpalack tárolására szolgál. Másodlagos szerepe, hogy felfogja a gyűjtőpalackból túlcsoorduló vízmennyiséget, ha nagyon extrém mennyiségű (≥ 100 mm) csapadék hullik.

TARTÓKOSÁR

A tartókosár a csapadékmérő faoszlopra való felszerelésére szolgál.

HÓKERESZT

A hókereszt télen a tölcsérbe jutó hó megfogását segíti elő, csökkentve annak a kockázatát, hogy a szél kifújja a havat a csapadékmérőből.

ÜVEG MÉRŐHENGERT

A felfogott csapadék lemérésére szolgál. Tizedmilliméter beosztású. Legfeljebb 10 mm-nyi csapadékot lehet vele egyszerre lemérni. Az üveghenger keresztmetszet 1 mm alatt leszűkül, hogy a néhány tized mm-nyi csapadékot is teljes pontossággal meg lehessen határozni.

1.2 Csapadékmérő állomásokon végzett megfigyelések

A csapadék az egyik legnagyobb változékonyságot mutató meteorológiai elem, amely vizsgálata sűrű állomáshálózatot igényel. Sok mérőállomáson vállalkozó szellemű emberek (társadalmi észlelők) végeznek csak csapadékmérést. Ezeken a társadalmi csapadékmérő állomásokon az észlelő a csapadék mennyiségének meghatározását, hóvastagság mérését, a különböző vízjelenségek típusainak, valamint egyéb (zivatarok, légköroptikai) jelenségek feljegyzését végzi. Ebben a XX. század eleje óta nincs változás. Magyarországon 2013 év végén ~460 ilyen állomáson végeztek méréseket. Az állomáshálózati térképet a hagyományos csapadékmérő állomásokról az 1. számú melléklet tartalmazza. A térképet ArcGIS programban készítettem az Endeavour űrsikló SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) méréseinek felhasználásával. [1 – SRTM3 adatok] Az OMSZ 2013 év végi/2014 év eleji állapotáról három nyelvi változatban (magyar, német, angol) interaktív Google Föld programban megjeleníthető térképeket is készítettem. [2 – Interaktív OMSZ térképek]

1.2.1 Csapadék mennyiségének mérése

Az állomásokon a méréseket naponta egyszer végzik el, 6:45-kor (nyári időszámításnál 7:45-kor), hivatalosan (WMO) világidő szerint 6 UTC a mérés időpontja. Adott nap reggelén mért csapadékösszeg mindig az előző naphoz kerül beírásra. A társadalmi észlelők a csapadéknaplóban leírt szabályok alapján végzik a munkájukat. Itt azt meg kell jegyezni, hogy a csapadéknaplóban a mérés idejére vonatkozó utasítás 1965 óta nem változott, csak a 6:45-ös időpontot tartalmazza. Azóta ismét bevezetésre került a nyári időszámítás és az állomások között inhomogenitásokat okoz az eltérő időpontban történő mérés. Egyes állomások nyáron 7:45-kor mérnek, míg mások nyáron is 6:45-kor, ami helytelen. A társadalmi csapadékmérő állomások minden hónap elején csapadékjelentő lapon juttatják el az előző havi méréseiket az OMSZ Éghajlati Osztályára.

Ha szilárd halmazállapotú csapadék található a mérőeszközben, a mérőhengerrel történő mérést megelőzően annak felolvasztásáról kell gondoskodni. Az olvasztás során célszerű lezárni a felső nyílást, hogy ne párologjon ki a csapadék. Az olvadás folyamata előre lemért langyos víz hozzáadásával felgyorsítható.

A csapadékmennyiségnél elvárt pontosság 10 mm alatt $\pm 0,1$ mm, 10 mm felett $\pm 2\%$, hóvastagságnál ± 1 cm. (Horváth *et al.*, 1987)

A csapadékmérő felállításának legfontosabb szempontja, hogy minden irányból, még 45°-os szög alatt is zavartalanul tudjon behullni a csapadék a mérőbe.

A jelenleg hivatalos Oláh-Csomor-féle kettősfalú Hellmann-rendszerű csapadékmérő csak az 1960-as évek óta használatos. A XX. század során a csapadékmérők jelentős fejlődésen mentek keresztül. A fejlesztések fő célja a hosszútávon tartósabb mérőműszerek létrehozása és ehhez kapcsolódóan az eszköz hibájából adódó mérési hibák minimalizálása volt.

1.2.2 Hóvastagság mérése

A hóvastagság mérése cm pontossággal történik. A mérést olyan sík helyen kell végezni, ahol a mért hó magassága a környezet általános hóviszonyainak megfelelő. Nem szabad olyan helyen hóvastagságot mérni, ahol a szél összehordja, vagy ahonnan elhordja a havat. (Horváth et al., 1987) A talaj egyenetlenségei miatt a havat legalább három helyen kell megmérni és a mérések számítani átlaga kerül feljegyzésre a csapadéknaplóban. A hóvastagság méréseket a zavaró tényezők miatt nagyobb bizonytalanság jellemzi a többi csapadékmérő állomásokon végzett megfigyeléshez képest.

1.2.3 Légköri vízjelenségek típusai

A csapadék mennyiségén kívül annak eredete is nagyon fontos, valamint az aktuális időjárást meghatározó egyéb kísérőjelenségek (pl. köd) feljegyzése is. Minden jelenséghez tartozik egy nemzetközi jelölés. Ezeket a jeleket írják fel a csapadéknaplókba a társadalmi észlelők is.

A légköri vízjelenségeket négy csoportba soroljuk: a légkörön keresztül hulló, a légkörben lebegő, a szél hatására a talajról a légkörbe jutó és a talajfelszínen és a szabad légkörben levő, tárgyakon kicsapódó részecskék megjelenési formáira.

Az egyes jelenségekhez tartozó ikonokat a 10. ábra tartalmazza. (Horváth et al., 1987)

1.2.4 Egyéb meteorológiai jelenségek

Ide tartozik minden olyan légkörben lezajló jelenség, ami nem légköri vízjelenség. A legfontosabb ezek közül a légköri elektromos események, vagyis a zivatarok. A zivatarok feljegyzését már a XIX. században is rendszeresen végezték. A feljegyzésekben a hóvastagsághoz hasonlóan itt is nagyobb a bizonytalanság, ugyanis az éjszakai kevésbé

heves zivatarok elkerülhetik az észlelők figyelmét. Egészen az 1910-es évekig külön zivatar-megfigyelő állomások is léteztek, amiknek a zivatar meglétének feljegyzésén kívül semmi más feladatuk nem volt.

Az 1910-es évek óta a csapadékmérő állomásokon végzik ezeket a megfigyeléseket is. (OMSZ, Évkönyvek)

A társadalmi csapadékmérő állomásokon feljegyzett légköri elektromos jelenségek:

- távoli zivatar /mennydörgés/
- zivatar
- villogás

Az egyes állomásokon az eddigieken kívül feljegyeznek egyes légköroptikai jelenségeket is, mint például:

- szivárvány,
- északi fény,
- délibáb.

☉ Napsütés	☰ Köd-szítálás	△ Hódara	☒ Hófolt	↯ Villogás
◐ Felhős	☉ Szítálás	△ Jégdara	≡ Szélvihar	⊕ Napgyűrű
● Borult	● Eső	△ Szemcsés hó	↻ Homokvihar	☾ Holdgyűrű
◌ Tiszta levegő	✱ Hó	△ Jég-szemcsék	⊗ Kis portölcsér	⊙ Napudvar
∞ Légköri füst	✱ Havas eső	▲ Jégeső	✱→ Hóvihar	☾ Holdudvar
= Pára	~ Ónos eső	☾ Harmat	↑ Magas hófúvás	☾ Szivárvány
☰ Köd	▽ Zápor eső	☐ Dér	⊕ Talaj menti hófúvás	⊕ Északi fény
☰ Sekély köd	✱ Záporszerű hó	▽ Zúzmara /finom, kristály/	⊕ Távoli zivatar /mennydörgés/	☾ Délibáb
☰ Talajmenti köd	✱ Záporszerű havas eső	▽ Zúzmara /durva, alakatlan/	⊕ Zivatar	☾ Állatövi fény
☰ Jeges köd	↔ Jégtűk			

10. ábra
Nemzetközi meteorológiai jelek
(forrás: OMSZ Csapadéknapló)

1.3 Elterjedt csapadékmérő (ombrométer) típusok

Napjainkban többféle típusú mérőeszközt használnak. A legtöbb állomáson hagyományosan, naponta olvassák le a csapadékmérőbe hulló vizet vagy felolvasztás után a havat. A hegyvidéki területeken csapadékgyűjtőket is használnak. Ezeken kívül elterjedtek az automata csapadékmérésnél használt típusok.

1.3.1 Hagyományos felfogóedényes

A legelterjedtebb csapadékmérési mód a világon a felfogóedény használatával történő manuális (kézi) csapadékmérés. A felfogóedénybe (gyűjtőpalackba) hulló csapadékot általában naponta egyszer, reggel olvassák le az állomások észlelői. Nem egységes típust használnak a különböző országokban, és az elhelyezése a csapadékmérőknek sem egyforma, a felszíntől 0 és 2 méter közötti magasságban bárhol megtalálhatók ezek az eszközök. A legtöbb országban általában 1 méteres magasságban van a csapadékmérő felső karimája. Az Egyesült Királyságban használt angol (5 inches) típust viszont közvetlenül a földfelszínre helyezik (11. ábra). Ennek főleg az Egyesült Államokban használt 8 inches változatát viszont magasabbra rakják (12. ábra). A hagyományos felfogóedényes csapadékmérőkből több mint 150 000-et használhatnak világszerte. A legelterjedtebb típusokat és főbb jellemzőiket az 1. táblázat tartalmazza. (*Strangeways, 2007*)



11. ábra
Angol (5 inches) csapadékmérő
Otter Valley-ben
(forrás: ottervalley.co.uk)



12. ábra
NOAA standard csapadékmérő
az Egyesült Államokban
(forrás: srh.noaa.gov)

Típus	Felfogófelülete	Anyaga
Hellmann (német)	200 cm ²	galvanizált fém
Kínai	314 cm ²	galvanizált fém
Angol (5 inches)	127 cm ²	réz
Orosz	200 cm ²	galvanizált fém
Angol (8 inches) [főleg az USA-ban]	324 cm ²	réz
Indiai	200 cm ²	üveggyapot
Ausztrál	324 cm ²	galvanizált fém
Brazil	400 cm ²	rozsdamentes acél
Francia	400 cm ²	galvanizált vagy üveggyapot

1. táblázat
Elterjedt hagyományos felfogóedényes csapadékmérő típusok
(Strangeways, 2007)

1.3.2 Úszóhengeres csapadékmérők

A csapadékmérő vagy ombrográf alkalmas a csapadék intenzitásának a meghatározására is az összegzen felül. A felfogóedény és a gyűjtőpalack felépítése hasonlít a hagyományos csapadékmérőhöz. A felfogóedényből a víz egy úszóhengerbe jut, ahol a vízszint emelkedése egy úszószelencét emel. A szelencéhez egy írókar csatlakozik, ami egy órahengerre elhelyezett papírszalagon jelöli a vízszint emelkedésének mértékét, amiből kiszámítható a csapadék intenzitása. A henger megtelével a benne levő vizet egy szifon kiüríti, és a mérés újraindul. (Mészáros, 2013) A papírszalagot jellemzően 24 órás időtartamot ölelnek fel. A legelterjedtebb a Hellmann-rendszerű típus (1897, Németország) volt, amit széles körben használtak a XX. század végéig. (13. ábra) Azóta az automata állomások elterjedésével a csapadékmérők használata háttérbe szorult.

Egyéb ombrográfok is léteznek. Ilyen többek között a Negretti-Zambra- (1900, Anglia), a Halliwell- (1901, Anglia) vagy Palazzo-féle (1905, Olaszország) csapadékmérő. (Kurtyka, 1953)



13. ábra
Hellmann-rendszerű
csapadékmérő
Sopron-Kurucdombon

1.3.3 Gyűjtőedényes (totalizátor)

Azokon a területeken, főleg magashegységekben, ahol a napi mérések nem kivitelezhetők, több hónapnyi (vagy évnyi) csapadék befogadására képes nagy gyűjtőedényes, ún. totalizátor csapadékmérőket helyeznek ki. A lehullott csapadék mennyiségét általában a gyűjtőedényben levő vízoszlop magassága és a felfogófelület nagyságából számítják ki. Léteznek olyan speciális totalizátorok, amelyeknek könnyen kiemelhető belső gyűjtő részük van és a csapadékösszeg meghatározását tömegméréssel végzik el. Ez utóbbi típussal pontosabb mérés végezhető. (Wolfensberger, 1985)

A csapadékgyűjtők gyakran több méteres magasságban találhatók, hogy a hegyvidékeken télen lehulló nagy mennyiségű hó be ne temesse a mérőt.

A totalizátorokban télen is folyékonyan kell tartani a behullott csapadékvizet. Erre fagyállóként kalcium-kloridot (CaCl_2) tesznek a gyűjtőbe, aminek 29%-os vizes oldatának fagyáspontja $-50\text{ }^\circ\text{C}$ alatti. Továbbá a párolgás megakadályozására néhány mm-es vastagságban paraffinolajat (Alpok) vagy motorolajt (USA) használnak. A legelterjedtebb a Mougin-féle totalizátor, amit szélgallér vesz körül. (Kurtyka, 1953) A 14. ábrán látható totalizátor is Mougin-féle.

Magyarországi hivatalos állomáson nem használnak csapadékgyűjtőt. A Kelet-Mecsek belső régiójában totalizátorral végeztek csapadékmérést 2013 decembere óta.



14. ábra
Mougin-féle totalizátor télen, ill. nyáron
a Dachstein-gleccsernél
(forrás: dachsteingletscher.info)

1.3.4 Billenőedényes

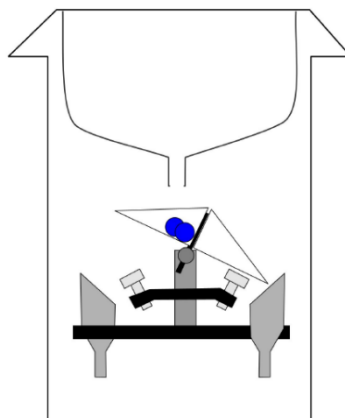
Napjainkban a billenőedényes csapadékmérő a legelterjedtebb az automata állomásokon, amit Magyarországon a XX. század végétől használnak. Külsőleg hasonlít a



15. ábra
Automata billenőedényes
csapadékmérő Győr-Likócson

hagyományos felfogóedényes típushoz (15. ábra), de a felfogó részből itt nem egy gyűjtőpalackba jut a behullott víz, hanem egy kétoldalú billenőedénybe. Amikor az edény egyik fele megtelik, átbillen, és a másikba folyik a csapadékvíz. Az első kétoldalú billenőedényt Crossley készítette 1829-ben. (Strangeways, 2007) Az eszköz ezeket a billenéseket számolja, ami alapján csapadékösszeg és intenzitás határozható meg. Egy billenés általában 0,1 vagy 0,2 mm-nyi csapadéknak felel meg. A csapadékmérő működési elvét a 16. ábra mutatja. A mérés után nem tárolja magában

a vizet a mérő, hanem kifolyik belőle. Nagy intenzitású csapadékhullásnál gyakran a tényleges mennyiségnél kevesebbet mér, mert nem tud elég gyorsan átbillenni az edény egyik oldalról a másikra. Télen fűtött a rendszer a szilárd halmazállapotú csapadék méréséhez. (Mészáros, 2013) Gyenge intenzitású havazásnál előfordul, hogy alig, vagy egyáltalán nem mér az eszköz csapadékot több órányi csapadékhullás után sem. Ennek oka, hogy a felolvasztás során a berendezés elpárologtathatja a behullott csapadékot. A billenőedényes csapadékmérők a hagyományos (kézi) mérésnél 10-15%-kal is kevesebb éves csapadékösszeget mérhetnek.



16. ábra
Billenőedényes csapadékmérő működési elve
(Mészáros, 2013)

1.3.5 Tömegmérések

Az automata csapadékmérésben főleg Európában egyre nagyobb számban használják a német OTT Hydromet GmbH tömegmérés alapú csapadékmérőit. Magyarországon is megjelentek ezek a mérőműszerek a 2010-es években. Jelenleg már a magyar automata állomások több mint felén (~ 150 db) ilyen használnak csapadékmérésre. OTT Pluvio² 200-as berendezés van mind a 141 OVF hidrometeorológiai állomáson. (17. ábra)

A csapadékmérő csak karimafűtéssel van ellátva, hogy a ráhulló hó ne tapadhasson meg a felső peremen. Így fűtési veszteség nem keletkezik, ami nagy előnye a billenőedényes típussal szemben, továbbá gyenge- és nagy intenzitású csapadékhullásnál is pontosabb mérés érhető el vele. A műszer belsejében egy mérleg található, ami méri a gyűjtőtartályban levő víz tömegét. A külső tényezők (szél, hőmérséklet, párolgás) befolyásolják az eredményt, ezért egy matematikai algoritmus alkalmazása biztosítja a korrigált csapadékadatokat. A Magyarországon használt 200 cm² felfogófelületű változata 1500 mm-nyi csapadékot képes eltárolni, így mintegy másfél-két évente le kell engedni a felgyülemlett vizet. (forrás: ott.com, hidrometall.vizugy.hu)



17. ábra
Tömegmérés alapú csapadékmérő
Sopronhorpácson

1.3.6 Optikai csapadékmérő

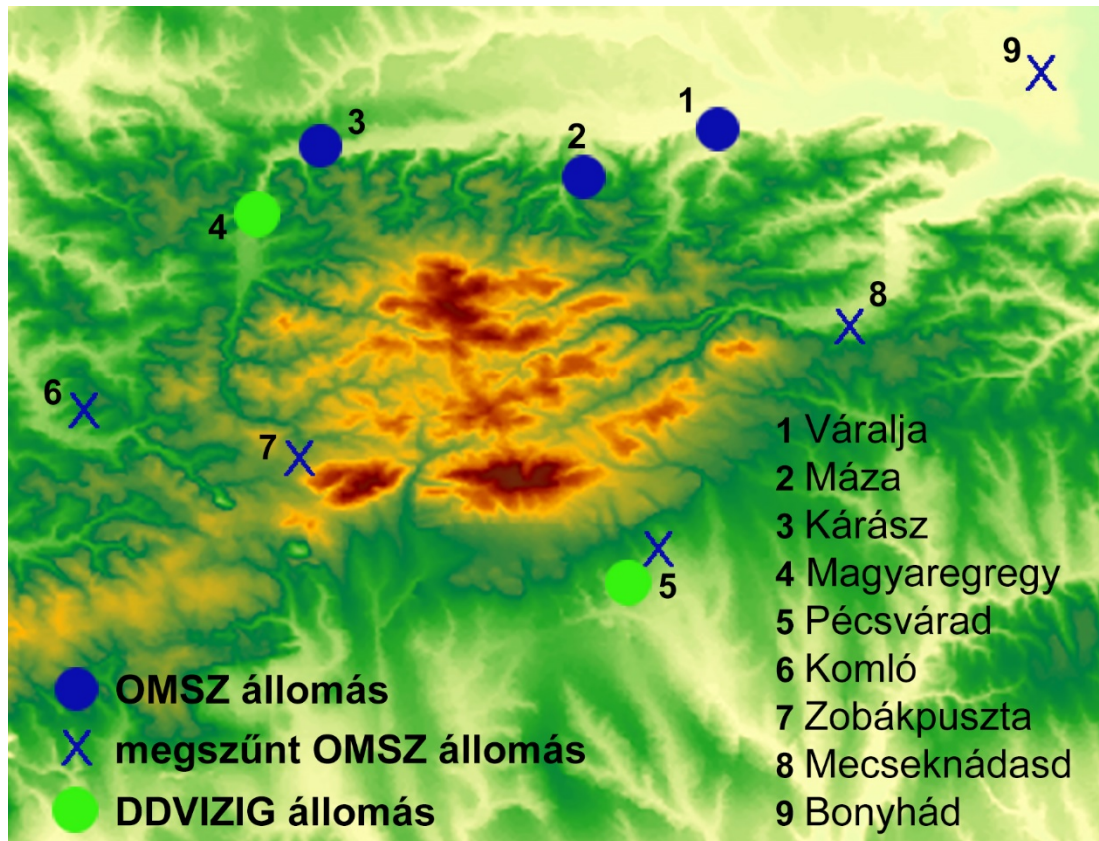
Az optikai csapadékmérők multifunkcionális eszközök. A jeladó és a detektor közti légrészben érzékelik a csapadékot, annak intenzitását, valamint a csapadékelem méret- és sebességeloszlását is, ezáltal halmazállapot meghatározására is alkalmasak. A billenőedényes csapadékmérésnél előforduló problémák itt nem jelentkeznek. Az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) néhány éve szerelt fel OTT Parsivel² típusú (18. ábra) lézeres cseppspektrum-mérőket kutatási céllal 14 hazai állomáson. (Mészáros, 2013)



18. ábra
Lézeres cseppspektrum-mérő
Budapest-Pestszentlőrincen

2. Csapadékmérő állomások a Kelet-Mecseknél

A Kelet-Mecsek térségében jelenleg öt csapadékmérő állomás működik. Ebből hármat az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ), kettőt a Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóság (DDVIZIG) üzemeltet. 1901 óta a térségben összesen kilenc településen végeztek meteorológiai méréseket (19. ábra). A domborzati térképet a NASA SRTM3 adatai alapján készítettem ArcGIS programban. [1 – SRTM3 adatok]



19. ábra
Csapadékmérő állomások a Kelet-Mecseknél

Az 1901-2013-as időszakban kizárólag a hegység körül voltak állomások. Ez az egyetlen hegység az országban, aminek a belső részén még soha nem végeztek csapadékméréseket. Azóta a belső magasabb hegyi területre telepítettem egy csapadékgyűjtőt (totalizátor), amivel 2013 decemberétől végzek csapadékméréseket. Ezeknek a méréseknek a feldolgozása nem része a szakdolgozatnak. A hegyi állomás, illetve Máza és Váralja 2014. évi méréseiről egy havi kimutatást azonban a 2. számú mellékletben közlök.

A zobákpusztai állomás mintegy 350 m-rel volt a tengerszint felett, az összes többi állomás 140 m és 260 m közötti magasságban található. A térségben az első állomások Váralján és Pécsváradon a XX. század elején létesültek. Több állomás a II. világháború

után, az 1950-es években kezdte meg működését, melyek nagy része az 1990-es években megszűnt. 1990 óta mindössze egy új állomás létesült a Kelet-Mecseknél és öt szűnt meg.

2.1 Jelenleg működő állomások

VÁRALJA

A Kelet-Mecsek legrégebbi, ma is működő állomása a váraljai. A XX. század elején kezdte meg működését. Az OMSZ üzemelteti. Az állomás helye a településen belül többször változott, de a falu központjától légvonalban mindig egy km-en belül helyezkedett el. A II. világháború óta háromszor került sor áthelyezésre. 1953-ig az állomás pontos helyét nem ismerem. 1953 augusztusától 1965 júniusáig a falu középső részén volt az állomás. Ebben az időszakban Blickle Béla (dédapám), majd 1961-es halálát követő néhány évben Blickle Izabella (nagyanyám) végezte a méréseket a jelenleg is családi házuk kertjében. 1965 júliusában az állomás átkerült a falu északi részére. Azóta is ott található az állomás. Kisebb áthelyezés 2001 decemberében volt. Akkortól az előző észlelő szomszédjához, Schmidt Jánoshoz került a csapadékmérő (20. ábra). 2001 decembere óta nem történt változás az állomás helyében és a társadalmi észlelő is ugyanaz maradt.



20. ábra

A váraljai csapadékmérő állomás

Az állomás jelenlegi helye: é.sz. 46°16'33" ; k.h. 18°26'04" ; tszf. 146 m

A váraljai állomásról rendelkezésemre álló adatok:

- Havi csapadékösszeg:
1901.01 – 2013.12
- Napi csapadékösszeg:
1951.01.01. – 2013.12.31.
- Csapadékalak:
1951.01.01. – 2013.12.31.
- Hóvastagság:
1904. ; 1906. ; 1919.12.01. – 1927.12.31. ; 1951.01.01. – 2013.12.31.

MÁZA

A Kelet-Mecsek legújabb, jelenleg is működő állomása. Az állomást az OMSZ üzemelteti. Ez a térség egyetlen állomása, ami 1990 után kezdte meg működését. Az állomás társadalmi csapadékmérő állomásként 1997. január 1-jén jött létre. Másfél évvel később, 1998. augusztus 1-jétől hagyományos klímaállomásként üzemelt egészen 2012. december 31-éig. Ezalatt a 12 év alatt több országos melegrekordot döntött meg (az OMSZ adatbázisának jelenlegi állapota alapján). Ez az egyetlen állomás az országban a hivatalos mérések kezdete (1870) óta, ahol mértek már legalább +20 fokot januárban. Ez a nap 2002. január 29-e. 2013. január 1-je óta hivatalosan ismét „csak” társadalmi csapadékmérő állomásként működik, de a klímaállomási méréseket azóta is folyamatosan végzi az észlelő (21. ábra). Jelenleg a mázai az egyetlen állomás a Kelet-Mecsekben, ahol naponta többször végeznek csapadékmérést. Az állomásvezető/észlelő a kezdetek óta Völgyi Ernő. Az állomás az első években épületekkel nagyon körbezárt helyen állt, emiatt a 2000 előtti években a csapadék-adatsorokon inhomogenitás is kimutatható. 2000 márciusától napjainkig megfelelő minőségűek és végig folytonosak a mérések minden az állomáson mért meteorológiai állapotjelző esetében.

Az állomás jelenlegi helye: é.sz. 46°15'37" ;
k.h. 18°23'47" ; tszf. 200 m

A mázai állomásról rendelkezésemre álló adatok:

- Havi csapadékösszeg:
1997.01 – 2013.12
- Napi csapadékösszeg:
1997.01.01. – 2013.12.31.
- 12 órás csapadékösszeg:
2000.03.01. – 2013.12.31.
- Csapadékalak:
1997.01.01. – 2013.12.31.
- Hóvastagság:
1997.01.01. – 2013.12.31.



21. ábra
A mázai hagyományos klímaállomás

KÁRÁSZ

Kárászon már az 1930-as években is volt csapadékmérő állomás, de az a II. világháborúban megszűnt és 1951 januárjában létesült újra ismét a településen. Az állomást az OMSZ üzemelteti. Az állomás észlelője 60 éven keresztül nem változott. 1953-tól 2013. április 2-áig Császár Zoltán végezte a méréseket, aki tavaly az egészségi állapota miatt kellett megválnia a csapadékméréstől (22. ábra). 2013. április 2-a óta a szomszédjuk a kárászi társadalmi észlelő, a csapadékmérő viszont maradt a korábbi helyén. A kelet-mecseki állomások közül a legmegbízhatóbb hosszútávú csapadék-adatsorral a kárászi állomás rendelkezik.

Az állomás jelenlegi helye: é.sz. 46°16'11" ; k.h. 18°19'35" ; tszf. 189 m

A kárászi állomásról rendelkezésemre álló adatok:

- Havi csapadékösszeg:
1934.01 – 2013.12
Adathiány: 1938. ; 1943.09 – 1950.12
- Napi csapadékösszeg:
1963.01.01. – 2013.12.31.
- Csapadékalak:
1963.01.01. – 2013.12.31.
- Hóvastagság:
1963.01.01. – 2013.12.31.



22. ábra
A kárászi csapadékmérő állomás a 90 éves Császár Zoltánnal

MAGYAREGREGY

Magyaregregyen a DDVIZIG üzemeltet csapadékmérő állomást 1972 óta. Az állomás sokáig a település déli részén volt, majd 2012-ben néhány száz méterrel északabbra lett áthelyezve (23. ábra). Most a falu középső részén található. A méréseket jelenleg Kaposi Csaba végzi.

Az állomás jelenlegi helye: é.sz. 46°15'00" ; k.h. 18°18'30" ; tszf. 210 m

A magyaregregyi állomásról rendelkezésemre álló adatok:

- Havi csapadékösszeg:
1972.06 – 2013.12
Adathiány: 2007.02 ; 2011.05
- Napi csapadékösszeg:
1972.06.01. – 2013.12.31.
Adathiány: 1984.01 – 1984.08 ; 1996.05 – 1996.07 ; 2007.02 ; 2011.05
- 12 órás csapadékösszeg:
2005.04.01 – 2010.10.31
Csak áprilistól októberig végeztek 12 óránként méréseket.
Adathiány: 2009.07 ; 2010.06



23. ábra
A magyaregregyi csapadékmérő állomás

PÉCSVÁRAD

A másik Kelet-Mecseknél található DDVIZIG állomás a pécsváradi. Korábban az OMSZ-nak is volt itt állomása, ami a váraljaival egy időben, a XX. század elején kezdte meg működését. Ez az állomás az 1990-es években megszűnt, viszont 1996-tól a Vízügy-



24. ábra

A pécsváradi csapadékmérő állomás (forrás: DDVIZIG) nek van egy állomása a városban. Az OMSZ állomása a város északi részén volt, a DDVIZIG jelenlegi állomása pedig Pécsvárad délnyugati szélén található (24. ábra). A korábbi állomáshelyek közti távolság Pécsváradnál a legnagyobb az összes kelet-mecseki állomást figyelembe véve, de itt is két km-en belül helyezkedtek el a csapadékmérési pontok. Napjainkban a pécsváradi észlelő Wittenbarth Ferenc.

Az állomás jelenlegi helye: é.sz. 46°09'01" ; k.h. 18°24'25" ; tszf. 235 m

A pécsváradi állomásról rendelkezésemre álló adatok:

- Havi csapadékösszeg:
1901.01 – 2013.12
- Napi csapadékösszeg:
1996.10.01. – 2013.12.31.
- Csapadékalak:
1913.01 – 1950.12
Csak zivataros napok száma
Adathiány: 1926. ; 1927. ; 1932. ; 1943. ; 1944. ; 1948. ; 1949.
- Hóvastagság:
1904.01.01 – 1943.12.31.

2.2 Megszűnt állomások

KOMLÓ

Egy viharos múltú OMSZ csapadékmérő állomás volt a komlói a Kelet-Mecsek nyugati oldalán. A XX. században összesen hatszor szűnt meg az állomás, majd indultak ismét újra a mérések. Utoljára 1991-ben szakadtak meg a megfigyelések.

A komlói állomásról rendelkezésemre álló adatok:

- Havi csapadékösszeg:
1903.09 – 1991.07
Adathiány: 1905.10 – 1907.07 ; 1918.05 – 06 ; 1933.01 – 09 ; 1934.04 ;
1934.07 – 12 ; 1935.02 – 03 ; 1935.09 – 12 ; 1970.03 ;
1984.08 – 1985.03 ; 1986.01 – 05
- Az állomás megszűnt: 1991.08

ZOBÁKPUSZTA

A Kelet-Mecsek mindezidáig legmagasabban működő állomása volt a zobákpusztai a Hármas-hegy nyugati lábánál. Tengerszint feletti magassága 350 m körüli volt. A II. világháború után hoztak létre itt állomást, amit az OMSZ üzemeltetett az 1990-es évek közepéig.

A zobákpusztai állomásról rendelkezésemre álló adatok:

- Havi csapadékösszeg:
1949.10 – 1994.03
Adathiány: 1993.08
- Az állomás megszűnt: 1994.04

MECSEKNÁDASD

Egy OMSZ csapadékmérő állomás volt a mecseknádasdi a hegység keleti oldalán, mely az 1950-es években kezdte meg működését és 2013-ban szűnt meg.

A mecseknádasdi állomásról rendelkezésemre álló adatok:

- Havi csapadékösszeg:
1954.01 – 2013.02
Adathiány: 1976.01 – 06
- Napi csapadékösszeg:
2004.01.01 – 2012.12.31.
Adathiány: 2006.

- Csapadékalak:
2004.01.01 – 2012.12.31.
Adathiány: 2006.
- Hóvastagság:
2004.01.01 – 2012.12.31.
Adathiány: 2006.
- Az állomás megszűnt: 2013.03

BONYHÁD

A Kelet-Mecsektől néhány km-re északkeletre, ebben a városban is működött OMSZ társadalmi csapadékmérő állomás, ahonnan szintén az 1950-es évektől vannak mérések. Több állomáshoz hasonlóan ez is az 1990-es években szűnt meg.

A bonyhádi állomásról rendelkezésemre álló adatok:

- Havi csapadékösszeg:
1954.12 – 1993.12
Adathiány: 1968.08
- Az állomás megszűnt: 1994.01

3. Adatsorok összeállítása, hibák kiszűrése és javítása

Az előzőekben tárgyalt állomások adatai három forrásból származnak: meteorológiai évkönyvekből, OMSZ csapadéknaplókból, valamint a Vízügy szolgáltatott adatsorokat a kelet-mecseki állomásiról. Már a munkám elején a három fő csoportba soroltam az adatokat: csapadékösszeg-, csapadékalak-, illetve hóvastagság-adatsorokra.

3.1 Nyers (eredeti) adatsorok előállítása

Csapadékösszeg adatsorok előállítása

A XX. század két fele markánsan szétválasztható e tekintetben. A XX. század első feléből kizárólag a Magyar Királyi Meteorológiai és Földmágnesességi Intézet (ma Országos Meteorológiai Szolgálat) Évkönyvei álltak rendelkezésemre. Az évkönyvekből történő adatgyűjtést 2014 tavaszán végeztem az ELTE Fizika Könyvtárában. A könyvek alapján először összeírtam, hogy hol működtek állomások és azokról milyen mérések vannak közölve az évkönyvekben. A töredék-adatsorokkal (maximum néhány évnyi mérés) rendelkező állomásokkal nem foglalkoztam. Minden említett állomásnál először a

havi csapadékadatokat gyűjtöttem össze. Ezt követően megnéztem, hogy voltak-e napi szintű mérések közölve, de a kelet-mecseki állomásokról napi csapadékösszeg adatsorokat nem tartalmaztak az évkönyvek.

A XX. század második felétől az évkönyveken kívül több társadalmi csapadékmérő állomásról is a rendelkezésemre álltak csapadéknaplók. A naplók felhasználására 2014 augusztusának elején engedélyt kaptam az Országos Meteorológiai Szolgálattól, így augusztusban elmentem az egyes állomásokra, azzal a céllal, hogy az észlelőktől néhány napra digitalizálás céljára elkérjem a sokévnnyi naplókat. Voltak állomások, ahol már elkallódtak, mert rég megszűnt a mérés az adott helyen, de több állomásról be tudtam gyűjteni a naplókat. Volt olyan állomás, ahol először azt mondták, hogy elégették a naplókat, de végül a padlásról előkerültek. Hogy a naplók ne legyenek hónapokig távol az állomásoktól, digitalizáltam (beszkenneltem) mindet. A mintegy 7300 oldalnyi napló digitalizálása három hetet vett igénybe. Ezt követően létrehoztam az egyes állomások nyers (eredeti) adatsorait Microsoft Excel programban. Ehhez a naplók tartalmát kellett legépélnem, ami szintén hetekbe telt. A szakdolgozathoz felhasznált nyers adatsorok 2014. október elejére készültek el. A szakdolgozathoz a kelet-mecseki állomások közül három település (Váralja, Kárász és Pécsvárad) adatsorait állítottam elő és használtam fel a későbbi elemzésekhez.

Csapadékalak adatsorok előállítás

Az 1950-es évektől a váraljai és a kárászi állomásra csapadékalak adatsorokat is készítettem. Itt a napi szintű adatsorokhoz a kizárólagos forrást az OMSZ Csapadéknaplók biztosították. Az előállítás folyamata megegyezett a csapadékösszegnél írtakkal és azzal egy időben készültek (25. ábra).

The image shows a computer screen with two windows. The left window is a Microsoft Excel spreadsheet with columns for date, precipitation, and other data. The right window is a scanned image of a handwritten precipitation log from Váralja, 1967, for February and March. The log contains handwritten entries for daily precipitation and other meteorological data.

25. ábra: Nyers (eredeti) csapadékalak adatsorok előállítás

A csapadékalak típusok a naplókban a nemzetközi meteorológiai jelek (10. ábra) alapján szerepeltek (pl. havazás csillagként). Az adatsor létrehozásakor csapadékkódolást végeztem el az OMSZ által is használt csapadékkódok alapján (2. táblázat). Mindenhez hozzárendeltem a tíz kód egyikét. Ha egy napon több kódhoz tartozó csapadékalak is előfordult, a magasabb kódszámú került az adatsorba. Például, ha egy napon volt eső (1-es kód) és havazás is (4-es kód), akkor az adott napon az adatsorban 4-es kód szerepel.

Kód	Csapadékfajta
0	ködszitalás, szitalás
1	eső
2	ónos eső, ónos szitalás
3	záporosó
4	hó, havas eső
5	hózápor, darazápor
6	jégeső, jégdara
7	zivatar záporosóval vagy anélkül
8	hózivatar
9	zivatar jégesővel

2. táblázat
Csapadékfajták kódolása
(forrás: met.hu)

A XX. század első feléből csak havi adatok álltak rendelkezésemre. Az egyes évkönyvek csapadékalakhoz kapcsolódóan csupán a zivataros napokról közöltek információkat. Ebből az időszakból minden évből összegyűjtöttem a térségben mért havi zivataros napok számát. Több évtizedes zivatar-megfigyeléseket az 1950-es évekig Pécsvárad nyújtott.

Hóvastagság adatsorok előállítása

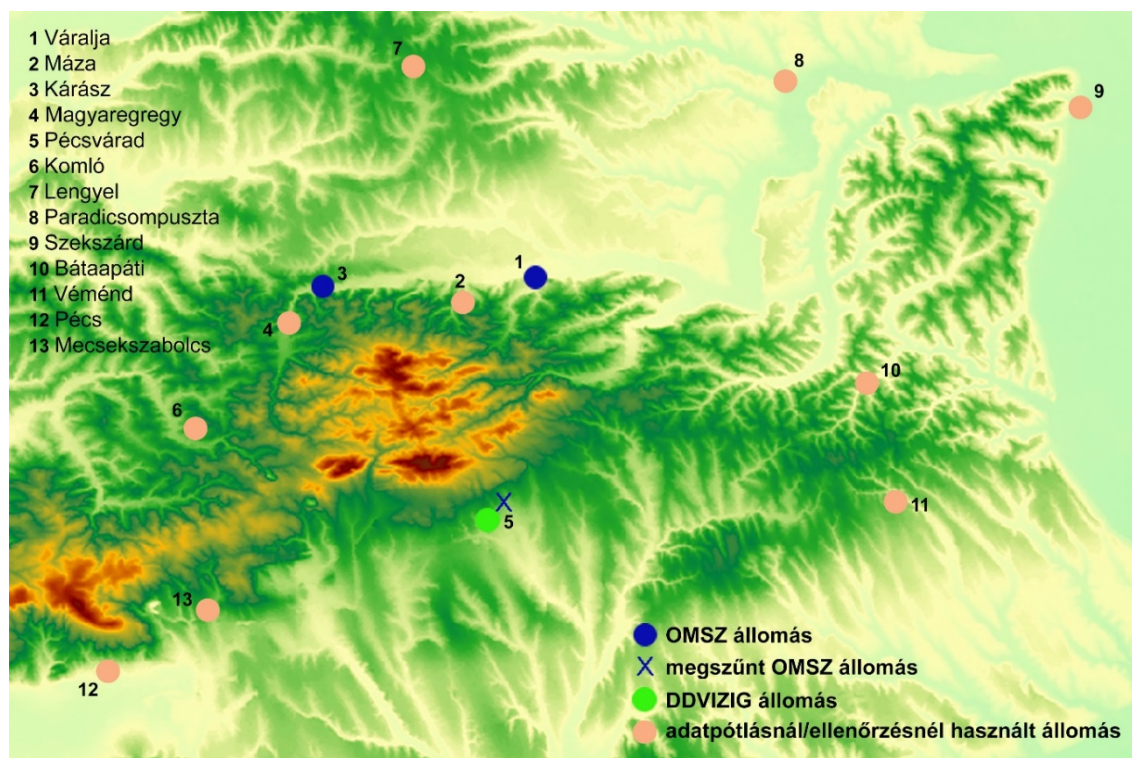
A hóvastagság mérések vizsgálata hazánkban a meteorológiai megfigyelések mindezidáig egyik legkevésbé kutatott része. Ezért kiemelt fontosságúnak tartottam, hogy foglalkozzak vele. A nyers (eredeti) adatsorok előállítása az előzőekhez teljesen hasonló módon történt. A XX. század második felétől a Csapadéknaplókat, az évszázad első feléhez az Évkönyveket használtam fel. Az Évkönyvekből történő napi hóvastagság-adatok több állomásra történő összeírása sokkal időigényesebb volt, mint a havi mérések begyűjtése. Épp ezért ehhez csak az összes többi adat összegyűjtése után, 2014 szeptemberében

láttam hozzá. A XX. század első feléből főképp a pécsvárad állomásról több évtizednyi, de Váraljáról is több évnyi napi megfigyelés vált elérhetővé számomra.

A hóvastagság adatsorok mindegyikénél nem csak az összefüggő (hóvastagság ≥ 1 cm) havak szerepelnek, hanem az azt el nem érő hófoltos és hóleplek napok is rögzítésre kerültek.

3.2 Adatpótlás környező állomásokról

A munkám során három adatsor (havi csapadékösszeg, havi zivataros napok száma, napi hóvastagság) esetében fontosnak tartottam, hogy a későbbi elemzéseknél a teljes vizsgált időszakot (1901-2013) szakadásmentesen átfogják. A szakdolgozathoz a három (Váralja, Kárász, Pécsvárad) állomás adatsorainak pótlásához felhasznált állomások elhelyezkedését a 26. ábra szemlélteti.



26. ábra

A nyers (eredeti) adatsorok előállításánál felhasznált állomások

Az adatpótlást úgy végeztem, hogy azokról az állomásokról, ahonnan pótoltam, a hiányzó év(ek) előtti és utáni néhány éves időszakokat összehasonlítottam annak az állomásnak az adatsorával, ahova pótolni kellett. Az eltérések átlagával korrigált érték került a hiányzó helyre, ha egy állomásról lehetett csak a pótlást figyelembe venni. Amennyiben több állomásról volt egy időpontban elérhető adat, így az előbb említett módon több állomásra is elvégeztem ezt, és a távolságok alapján súlyozott átlagot használtam végül.

A havi csapadékösszegeknél minden hónapra rendelkeztem mérésekkel, így ott nem volt szükség pótlásra.

A zivataros napok havi számát 1954-től napi adatsorokból állítottam elő minden hónapra. Az azt megelőző időszakból viszont több évnél nem volt kelet-mecseki megfigyelés. Az 1910-es évek elejéig a három vizsgált csapadékmérő állomásról nem is lehetett, ugyanis addig az akkori Meteorológiai Intézet a zivatarok megfigyelésére külön zivatarmegfigyelő hálózatot üzemeltetett. Abban az időben a „csak” csapadékmérők zivatart nem észleltek. Havi zivataradatokat hat környező állomásról pótoltam. Az egyes állomásokat és a pótlás éveit a 3. táblázat tartalmazza.

Állomás	Adatpótlás éve
Bátaapáti	1901. ; 1903 – 1910.
Pécs	1902. ; 1911 – 1912. ; 1926 – 1927. ; 1932.
Komló	1943.
Mecsekszabolcs	1944.
Véménd	1948 – 1949.
Lengyel	1951 – 1953.

3. táblázat
Adatpótlások a zivataros napok számánál

A napi hóvastagság adatsorokat 1951-től az OMSZ Csapadéknaplók alapján készítettem el. Ebből az időszakból nincs adatkiesés, viszont a XX. század első felében nem volt egységes az adatsor. Több állomásról és évtizedből voltak méréseim, de néhány év pótlása elengedhetetlen volt, hogy teljes legyen a XX. század. Napi hóvastagság adatokat három környező állomásról pótoltam. Egyes éveknél a közelebbi pécsi adatokat is felhasználhattam volna, viszont azokon a város hatása nagyon látszott, ami miatt nem reprezentálta megfelelően a térség hóborítottságát. Az egyes állomásokat és a pótlás éveit a 4. táblázat tartalmazza.

Állomás	Adatpótlás éve
Paradicsompusztá	1901. ; 1903.
Szekszárd	1902. ; 1946 – 1950.
Véménd	1944. ; 1945.

4. táblázat
Adatpótlások napi hóvastagságnál

3.3 Hibák kiszűrése és javítása

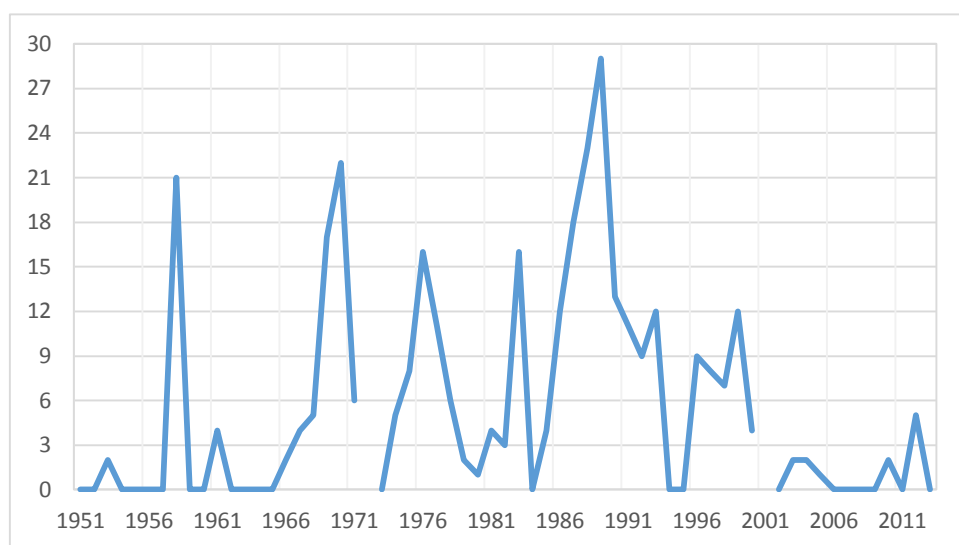
Éghajlati vizsgálatokhoz a nyers (eredeti) adatsorok közvetlenül nem használhatók fel. Mindenképpen szükségeszerű az esetleges hibás értékek megtalálása és javítása.

A hibákat az alábbi csoportokba soroltam:

- gépelési hiba az adatsorok összeállítása során
- naplóban/évkönyvben rossz napra beírt érték
- naplóban/évkönyvben fals mérés
- előzőek bármilyen kombinációja

Csapadékösszeghez tartozó hibák

A csapadékösszegeknél a hibakeresést mindhárom (Váralja, Kárász, Pécsvárad) állomás napi adatsoraira elvégeztem. A hibás értékek keresésénél egyrészt hibaként írtattam ki azokat a napokat, amikor egy állomás csapadékösszegének eltérése bármely másik állomáshoz képest meghaladta a 10 mm-t. Másrészt hibaként kezeltem minden olyan napot, amikor egy állomáson hullott legalább 10 mm csapadék, de egy másikon semmi nem esett. Azért választottam a 10 mm-t határnak, mert az alatti mennyiségek esetén sokszor előfordulhatott, hogy egy állomáson esett gyengén eső vagy volt gyenge zápor, míg egy másikon nem. Ha minden értéknél elvégeztem volna a számításokat, az hibajavítás folyamatát jelentősen meghosszabbította volna. A szükséges számítások elvégzése után minden hibaként kezelt értéket egyenként összehasonlítottam a többi állo-



27. ábra

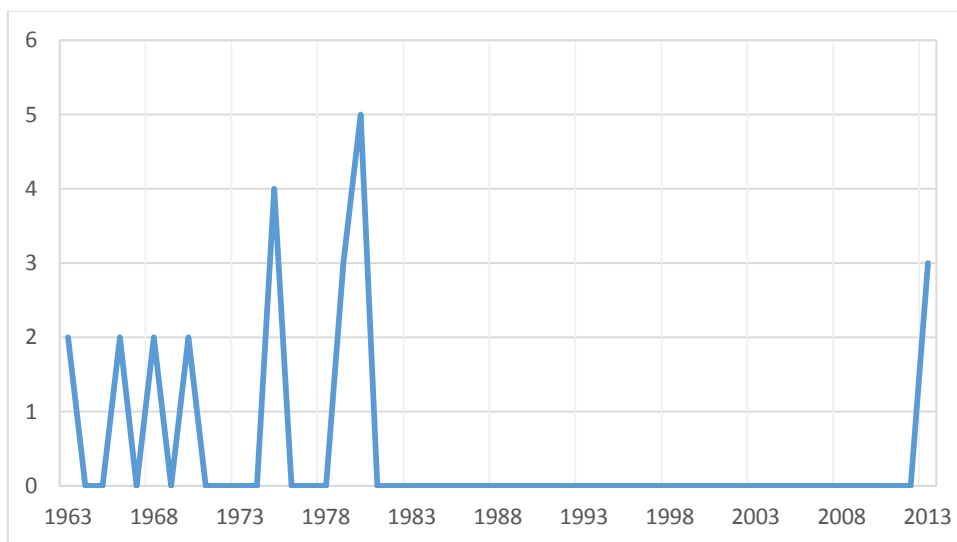
A javított és eredeti csapadékösszeg adatsorok közötti eltérések száma évenként (Váralja)

más (idevéve a magyaregregyi és mázai méréseket is) aznapi adataival, továbbá egyeztettem az OMSZ Napijelentésekben a környező állomásoknál szereplő értékekkel ellenőrzésképp. [3 – noaa.gov] A legtöbb esetben nem volt szó hibáról, a hibás vagy hiányzó értékeket viszont a Napijelentések és a többi állomás alapján manuálisan javítottam az adatpótlásnál (3.2 fejezet) leírtakkal megegyező módon. A javított adatsorokat végül nem egy program hozta létre, a hibás részeket én gépeltem újra, ahogy végighaladtam a nyers adatsorokon évről évre. Ez így történt a csapadékalaknál, illetve a hóvastagságnál is.

Az egyetlen állomás, ahol nem találtam hibát, a pécsváradi volt.

A váraljai állomás csapadékösszeg adatsorain kellett messze a legtöbb javítást elvégezni. A rengeteg hibát (16. ábra) főképp a naplóba rossz helyre történő jegyzetelés, vagyis az adatsor elcsúszása okozta. Különösen sok volt a gond az 1972-es és 2001-es évben. Ezeket az éveket a jobb áttekinthetőség miatt nem is szerepeltettem a 27. ábrán, ugyanis csak 1972-nél a javított adatsor 100, 2001-nél 126 helyen tér el az eredetitől. A vizsgált 63 év alatt 564 helyen lett javítva a váraljai csapadékösszegek adatsora.

A hibakeresés során kiderült, hogy a kárászi csapadékösszeg adatsorok közel kifogástalan állapotúak, csupán néhány évben fordul elő egy-egy hiba (28. ábra). A vizsgált 51 év alatt 23 helyen lett javítva a kárászi csapadékösszegek adatsora.

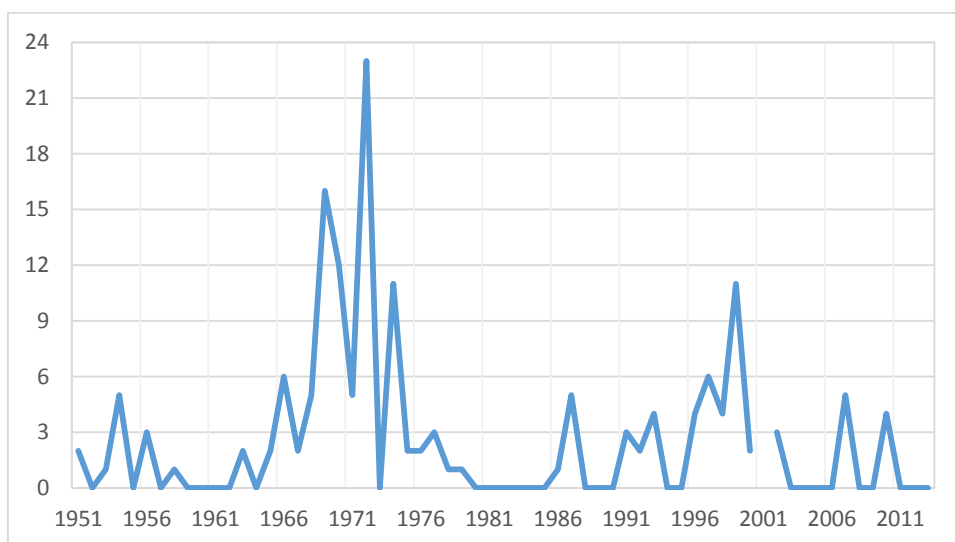


28. ábra

A javított és eredeti csapadékösszeg adatsorok közötti eltérések száma évenként (Kárász)

Csapadékalakhoz tartozó hibák

Csapadékalakhoz kapcsolódó hibakeresést a váraljai és kárászi napi adatsoroknál végeztem el. A számítások során előbb az eredeti adatsorokat vizsgáltam. Minden állomásnál azokat a napokat kezeltem hibásként, amikor egy adott napon volt csapadékösz-

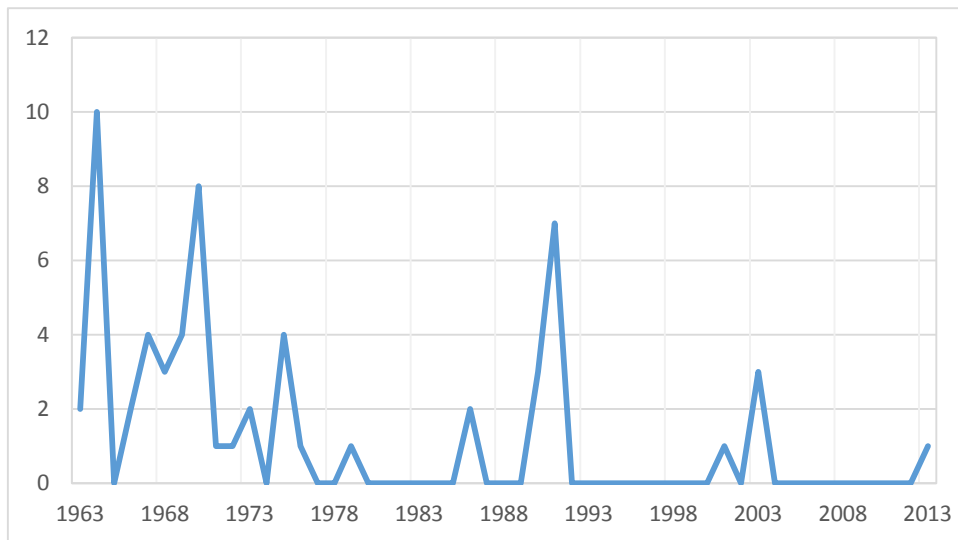


29. ábra

A javított és eredeti csapadékalak adatsorok közötti eltérések száma évenként (Váralja)

szeg, de nem volt ahhoz a naphoz csapadékkód beírva. Az így tapasztalt hibák többnyire gépelési hibák voltak.

Ezután ezeket a kezdeti javításon átesett csapadékalak adatsorokat vetettem össze a javított csapadékösszegekkel. Mivel főképp a váraljai csapadékösszegeknél volt sok változtatás, így a csapadékalak adatsorok is annál az állomásnál módosultak leginkább (29. ábra), mert a sok esetben (adatsor „elcsúszása” volt a legfőbb hibaforrás) másik napra került csapadékösszeghez az eredeti adatsorban ahhoz a naphoz nem tartozott csapadékkód a legtöbb esetben, kivéve, ha több napos csapadékos időszak volt. Ilyenkor a csapadékalak adatsorokon végzett hibakeresésnél a többnapos csapadékos időszakok első, illetve utolsó napján jelentkezett hiba. A 29. ábrán a jobb áttekinthetőség miatt a 2001-es évet itt sem szerepeltettem. Csak 2001-nél 104 helyen tér el a javított adatsor az eredetitől. Váraljánál összesen 263 javítást végeztem el. Az egyes napoknál, ahol nem volt csapadékösszeg mellé csapadékkód rendelve, a másik, általában a legközelebbi állomás, illetve Napijelentések figyelembevételével pótoltam, az adatpótlásnál (3.2 fejezet) leírtakhoz hasonlóan. A kárászi csapadékösszegeknél kevés eltérés volt a javított és az eredeti adatsorok között, így a csapadékalak esetében itt is kevesebb volt az előforduló hiba (30. ábra), összesen csak 60-at találtam.



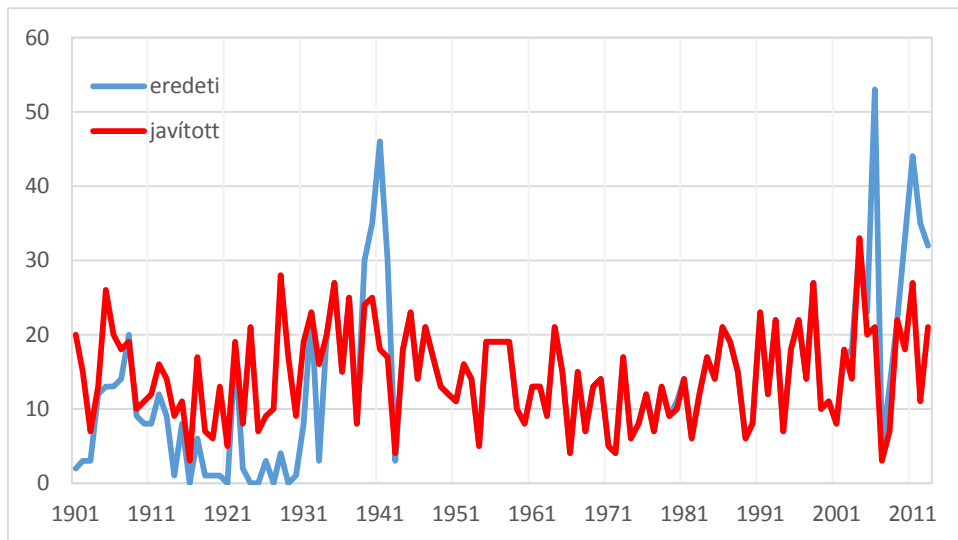
30. ábra

A javított és eredeti csapadékalak adatsorok közötti eltérések száma évenként (Kárász)

Hóvastagsághoz tartozó hibák

A hóvastagság adatsoroknál a hibákat eltérően javítottam a XX. század első, illetve második felében. A javításokat a váraljai, kárászi, pécsváradi és az 1950-es évekig a pótoltsorokra is elvégeztem. Az 1950-es évektől az eredeti adatsorokat Csapadéknaplókból állítottam össze. A XX. század első feléből Meteorológiai Évkönyvekből származtak a mérések. Hibás értékként írtattam ki minden olyan napot, ha az egyik állomáson mért hóvastagság eltérése a másik állomáshoz képest abszolút értékben a legalább 10 cm-t elérte. Az állomások elég közel helyezkedtek el ahhoz, hogy a 10 cm-es vagy nagyobb eltérések szinte mindegyike valós hiba legyen. Az adatok korrigálását az adott állomáson mért csapadékösszegek, más állomások (Váralja esetében 1950 után Kárász és Máza, 1950 előtt Pécsvárad), valamint Napijelentések figyelembevételével végeztem az adatpótlásnál (3.2 fejezet) leírtakkal megegyező módon.

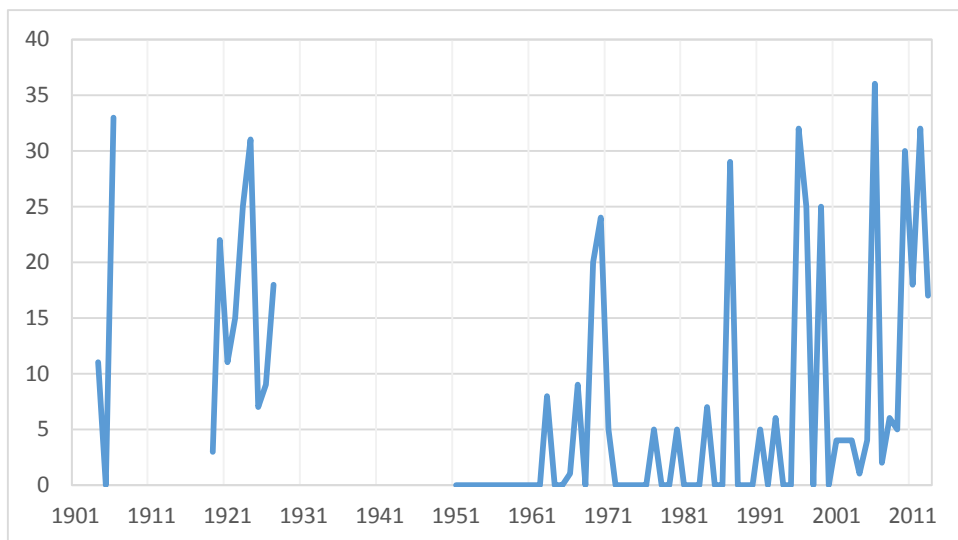
Csak később, a hóvastagság adatsorok elemzésénél derült ki, hogy az 1930-as évek elejéig a hófoltos napokat sokszor nem írták fel, így azokat is javítanom kellett (31. ábra). Mivel a XX. század első feléből az Évkönyveken kívül nem találtam olyan adatbázist, ami tartalmazna hófoltos napokat is, így a javításnál, ami az 1930-as évek előtt főképp adatpótlás volt, az OMSZ honlapján a pécsi éghajlati adatsort használtam fel úgy, hogy a hóvastagság adatsor javításánál figyelembe vettem a pécsi napi hőmérsékletek változását, valamint a napi csapadékösszegeket is. [4 – met.hu] Ezek alapján főleg a hótakarós időszak végén saját tapasztalatból becsültem meg, hogy mely napokon fordulhatott elő foltokban hó vagy sem. Itt az adatpótlásnál használt módszert nem lehetett alkalmazni, ami miatt rendkívül időigényes feladat volt ez.



31. ábra

Hófoltos napok éves száma a Kelet-Mecseknél a javított és eredeti adatsorok alapján

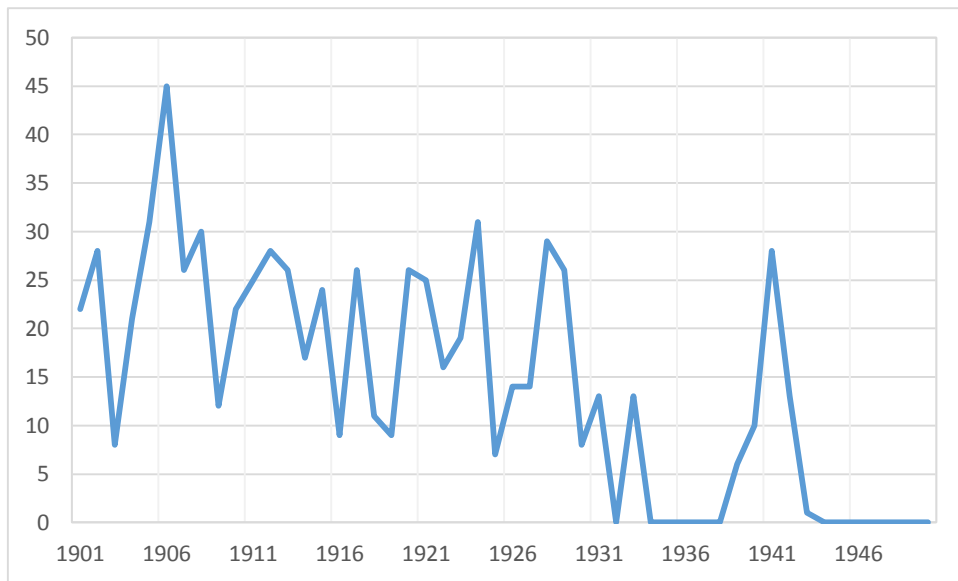
A váraljai állomásnál az 1950-es évek előtt csak néhány évből vannak adataim. Az akkori mérések fő problémája a hófoltok fel nem írása, valamint, hogy sok esetben a havazás napjára is beírtak hóvastagságot, holott ha reggel 7-ig nem esett hó, akkor az adott napon nem szabad hóvastagságot szerepeltetni. Újabban 2001 után van több hiba az állomásnál, ami annak tudható, hogy a 2001. decemberi észlelőváltás óta a mostani észlelő sokszor indokolatlanul jegyez fel hófoltokat.



32. ábra

A javított és eredeti hóvastagság adatsorok közötti eltérések száma évenként (Váralja)

A korábbi észlelőnél előforduló fő hiba az volt, hogy egyes években (pl. 1987., 1999.) a környező állomásokhoz és a lehullott csapadékhoz mérten indokolatlanul sokkal nagyobb hóvastagságot mért. A váraljai hóvastagság adatsornál a javított 554 helyen tér el az eredetitől (32. ábra).

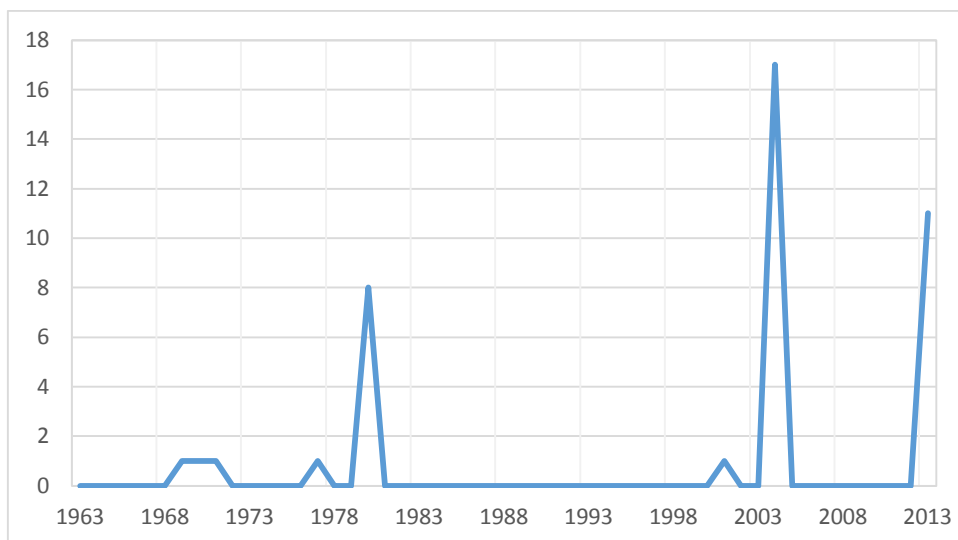


33. ábra

A javított és eredeti hóvastagság adatsorok közötti eltérések száma évenként (Pécsvárad)

A pécsváradi és a kapcsolódó adatpótlásoknál is a váraljaihoz hasonló problémák adódtak a XX. század első felében. Ezeknél az állomásoknál összesen 719 módosítást kellett elvégezni (33. ábra).

A hóvastagság adatoknál is a kárászi a legjobb minőségű, itt is csupán néhány évnél, összesen 41 hibát találtam (34. ábra).



34. ábra

A javított és eredeti hóvastagság adatsorok közötti eltérések száma évenként (Kárász)

A legtöbb munkával a hóvastagság adatsorok javítása járt a javított adatsorok létrehozása során. A 31. ábra jól szemlélteti, miért volt fontos sok időt fordítani hibakeresésre és javításra. Ellenkező esetben, ha az eredeti adatsorok alapján végeznénk elemzéseket, akkor sok esetben teljesen más, hibás eredményeket kapnánk. A létrehozott javított adatsorok viszont már alkalmasak éghajlati vizsgálatok elvégzéséhez.

3.4 Egyesített kelet-mecseki adatsorok előállítása

Az éghajlati vizsgálatokat, éghajlati indexek kiszámításához, trendelemzéshez a javított adatsorok már készen álltak. Az elemzéseket mégsem külön állomásonként végeztem el, hanem a javított adatsorokból létrehoztam az egyesített kelet-mecseki adatsorokat (továbbiakban: mecseki adatsorok), mind a csapadékösszegek, csapadékalak és hóvastagság esetén.

Az alábbi mecseki adatsorok alapján végeztem a későbbi számításaimat:

- Havi csapadékösszegek 1901-2013
- Napi csapadékösszegek 1951-2013
- Havas napok havi száma 1951-2013
- Zivataros napok havi száma 1901-2013
- Napi hóvastagságok 1901-2013

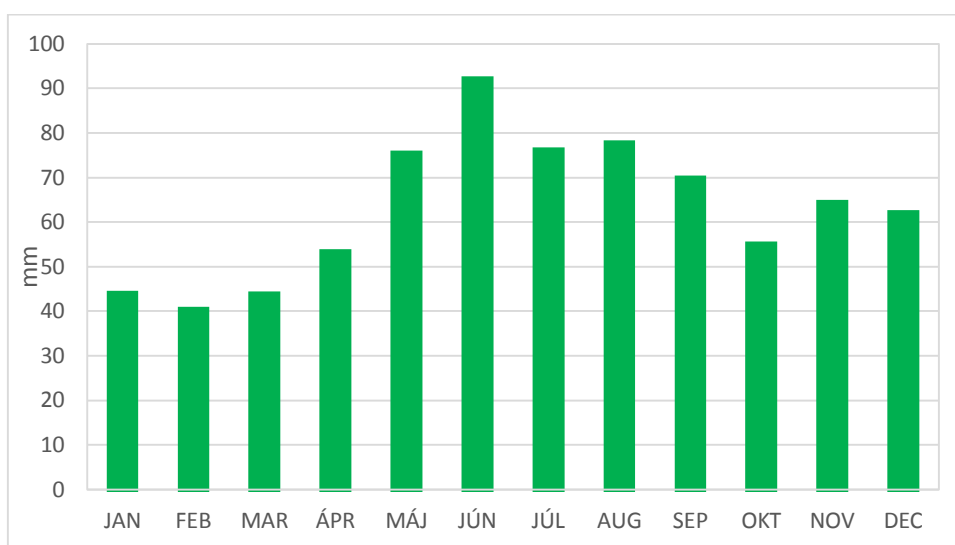
A napi és havi csapadékösszeg adatsorok a három (Váralja, Kárász, Pécsvárad) állomás átlagolásával álltak elő. Az egyes értékek az eredeti adatsoroknak megfelelően szerepelnek benne, tehát 1950-ig egész számra kerekítve, majd 1951-től tizedmilliméter pontossággal. A kerekítés mindig páros számra történt, hogy hosszútávon a kerekítési különbségek ne halmozódjanak fel. Az 1951 utáni adatoknál a tizedesre kerekítés mindig páros számra történt.

A csapadékalaknál ez az átlagolás nem működött, hiszen abból nem következik, ha egy nap az egyik állomáson 1-es (eső) kód, a másikon pedig 7-es (zivatar) kód szerepelt, hogy 4-es kód (havazás) volt a meghatározó az adott napon a térségben. Ezért a csapadékalaknál minden állomáson az éghajlati indexeket külön-külön kiszámoltam és a havi értékek egész számra kerekített átlagolásával álltak elő a csapadékalak adatsorok.

A hóvastagság adatsor létrehozásánál csak átlagokkal nem lehetett létrehozni mecseki adatsort, mert szövegformátumban is voltak adatok (Hófolt és Lepel). A leplet mindenhol hófoltként kezeltem, később úgysem különböztettem meg őket. Ha egy állomáson nem volt hóvastagság, ott „0” szerepelt. Egy időpontban legfeljebb két állomásról voltak adatok (Váralja-Kárász és Váralja-Pécsvárad). Így abban az esetben, ha egyik állomáson sem volt „Hófolt”, akkor egész számra (0,5-nél mindig felfelé) kerekített átlagot számoltam. Ha az egyik állomáson „Hófolt” volt, a másikon viszont legalább 1 cm-es hótakaró, akkor a „Hófolt”-ot nullának vettem és az előbb említett átlagot számoltam. Ha az egyik állomáson nem volt hó, a másikon „Hófolt” vagy mindkét állomáson „Hófolt” volt, akkor „Hófolt” került a mecseki adatsorba.

4. A Kelet-Mecsek csapadék-klimatológiai jellemzői

A Kelet-Mecsek az ország csapadékosabb délnyugati részén van. az éves csapadékösszeg a térségben 750 mm körüli (5. táblázat). A legcsapadékosabb hónap a június, aminek a csapadékösszege megközelíti a 100 mm-t. A legszárazabb hónap az ország többi részéhez hasonlóan a február. (Ambrózy *et al.*, 2001) Ebben a hónapban csupán 40 mm hullik átlagosan. Az ország délnyugati megyéiben érződő mediterrán hatás miatti év végi kisebb másodlagos csapadékmaximum jelentkezik (35. ábra). Májustól augusztusig minden hónapban meghaladja az átlag (1981-2010) a 70 mm-t. A tenyészidőszakban (április-szeptember) 442 mm csapadék a jellemző.



35. ábra

Havi átlagos csapadékösszegek az 1981-2010-es időszakban [mm]

JAN	FEB	MÁR	ÁPR	MÁJ	JÚN	JÚL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ÉV
43	40	43	53	75	92	76	77	69	55	64	62	749

5. táblázat

Havi átlagos csapadékösszegek az 1981-2010-es időszakban [mm]

Az egyes meteorológiai állapotjelzők közül a csapadéknak a legnagyobb a változékonysága. Ez így van a Kelet-Mecseknél is. Bármely hónapban eshet 100 mm-t meghaladó mennyiségű csapadék, míg ugyanaz a hónap lehet közel teljesen száraz is. Teljesen száraz (0,0 mm) hónap az 1901-2013-as időszakban nem fordult elő a Kelet-Mecsekben. Ebben az időszakban a legszárazabb hónap 0,2 mm-ével a 2007-es április volt. A legtöbb hónap esetén a legszárazabb hónap csapadékösszegei 5 mm alattiak voltak. Ez alól két hónap kivétel, az augusztus és a június. Az utóbbi 113 évben a legszárazabb augusztus az

1961-es volt, akkor 6,8 mm csapadék hullott a térségben. Átlagosan a június a legcsapadékosabb hónapunk, ebben a hónapban a legmagasabb a minimumérték is. Az eddigi legcsapadékszegényebb júniusban, ami az 1908-as volt, is esett 17,0 mm. Minden hónapban előfordult már 100 mm feletti összeg, hat hónapban már a 200 mm-t elérő mennyiség is volt. 1901 óta nyolc 200 mm feletti havi csapadékösszeg van, a 2010-es év az egyetlen, amikor egy naptári éven belül két hónap is elérte a 200 mm-es határt, ráadásul azok egymást követő hónapok (május-június) voltak. Az elmúlt 113 év legcsapadékosabb hónapja 264,1 mm-ével az 1972-es július volt. Éves szinten még a legszárazabbak is meghaladták a 400 mm-t. Az éves minimumot 438,2 mm-t 1971-ben mérték. A Kelet-Mecseknél a legszárazabb években is lehullik az Alföld középső részén átlagos éves mennyiségek. (Ambrózy *et al.*, 2001) A legkisebb és legnagyobb havi, illetve éves csapadékösszegeket a 6. táblázat mutatja.

A legcsapadékosabb év a 2010-es volt, ebben az évben az éves csapadékmennyiség meghaladta az 1200 mm-t is, 1239,9 mm volt. 1901 és 2013 között négy év csapadékmennyisége haladta meg az 1000 mm-t: az 1940-es, az 1955-ös, az 1999-es és a 2010-es. A következő ilyen év a 2014-es volt (2. számú melléklet), aminek a mérései viszont nem képezik részét ennek a szakdolgozatnak.

Figyelemre méltó, hogy a 2010-es rekordcsapadékos évet majdnem a legszárazabb követte. A mecseki adatsor alapján a 2011-es év csapadékösszege 439,0 mm, ami csak 0,8 mm-rel haladja meg az 1901 óta legszárazabb, 1971-es év csapadékmennyiségét.

	JAN	FEB	MÁR	ÁPR	MÁJ	JÚN	JÚL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ÉV
Min	1	2,2	1,8	0,2	2,6	17	3	6,8	1	0,5	1,3	1,9	438,2
Év	1925	1998	2012	2007	1973	1908	1911	1961	1947	1965	2011	2013	1971
Max	111,8	120,8	159	162	261,1	215,7	264,1	222,1	221,7	200	182	159,8	1239,9
Év	1984	1969	1914	1942	2010	1999	1972	2005	1996	1936	1943	1993	2010

6. táblázat

Legkisebb és legnagyobb havi, illetve éves csapadékösszegek [mm]

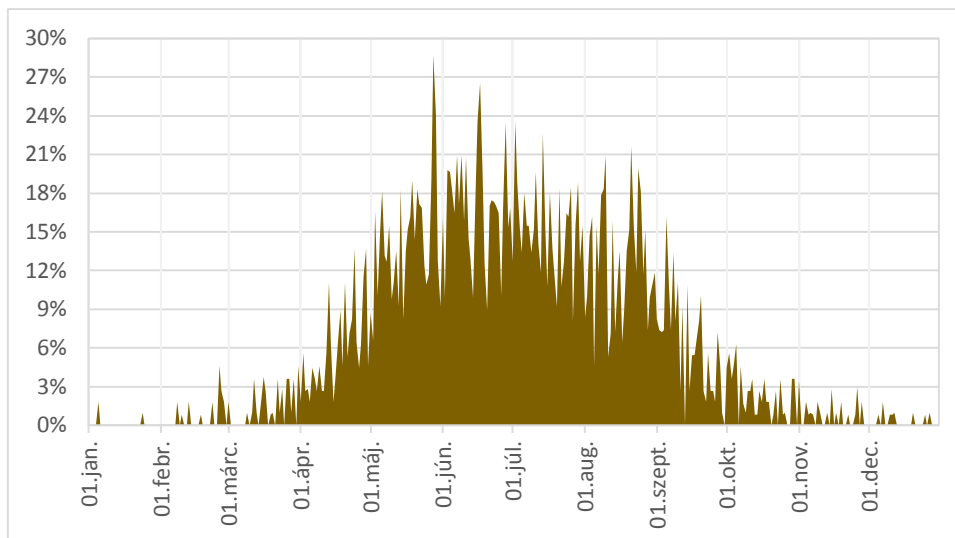
A hegységeknél viszonylag gyakran fordulnak elő zivatarok. Egy évben közel 30 zivataros nap van a Kelet-Mecseknél (7. táblázat), de vannak olyan évek is, amikor ez a szám a 35-40 napot is meghaladja. Zivatarokra főleg a nyári félévben lehet számítani. Leggyakrabban tavasz végén és nyár elején fordulnak elő. Májusban és júniusban is 6-6 napon jellemző. Rikán, de még a téli hónapokban is lehetnek zivatarok. (36. ábra)

JAN	FEB	MÁR	ÁPR	MÁJ	JÚN	JÚL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ÉV
0	0	1	2	6	6	5	5	2	1	0	0	28

7. táblázat

Zivataros napok havi átlagos száma az 1981-2010-es időszakban

Jelentősebb téli zivatar utoljára 2009 Karácsonyán volt a térségben. Az elmúlt 60 év alapján a legkevesebb zivatar januárban van. A vizsgált időszakban egy adott napon zivatar csupán néhány napon fordult elő 20%-nál nagyobb gyakorisággal, még a május-augusztus időszakban is csupán 15% körüli ez az érték.



36. ábra

Zivataros nap napi relatív gyakoriságai az 1954-2013-as időszakban

A hegység hatására a Dél-Dunántúl többi részéhez képest az éves csapadék nagyobb része hullik szilárd formában. A Kelet-Mecseknél átlagosan 27 havas nap jellemző (8. táblázat). Havas nap, amikor a napi csapadék egy része hó vagy havas eső formájában esik. A legtöbb havas nap természetesen a három téli hónapban van. Bár az átlag azt mutatja, hogy egy havas nap áprilisban is van, ez csak annak köszönhető, hogy az 1990-es években és a 2000-es évek elején viszonylag gyakran havazott abban a hónapban. Utoljára a Kelet-Mecseknél 2004-ben esett áprilisi hó.

SEP	OKT	NOV	DEC	JAN	FEB	MÁR	ÁPR	MÁJ	ÉV
0	0	3	6	7	6	4	1	0	27

8. táblázat

Havas napok havi átlagos száma az 1981-2010-es időszakban

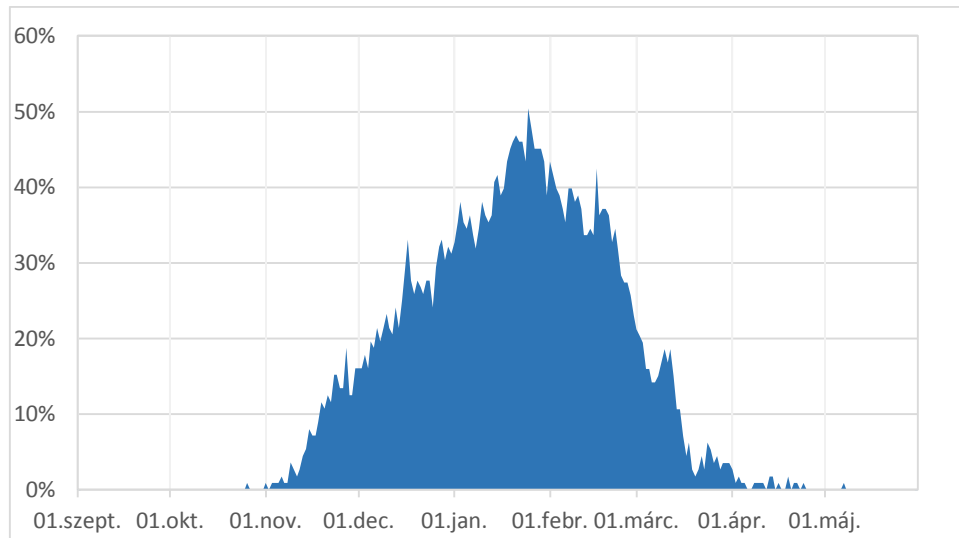
A régiós átlaghoz képest a hótakaró hosszabb ideig megmarad. Összefüggő, legalább 1 cm-es hótakaró gyakrabban alakul ki. (Ambrózy *et al.*, 2001) Az 1981-2010-es időszakban átlagosan 34 hótakarós nap fordult elő évente. A legtöbb hótakarós nap januárban és februárban van, de néhány novemberben és márciusban is előfordul. (9. táblázat).

SEP	OKT	NOV	DEC	JAN	FEB	MÁR	ÁPR	MÁJ	ÉV
0	0	3	8	10	10	3	0	0	34

9. táblázat

Hótakarós napok havi átlagos száma az 1981-2010-es időszakban

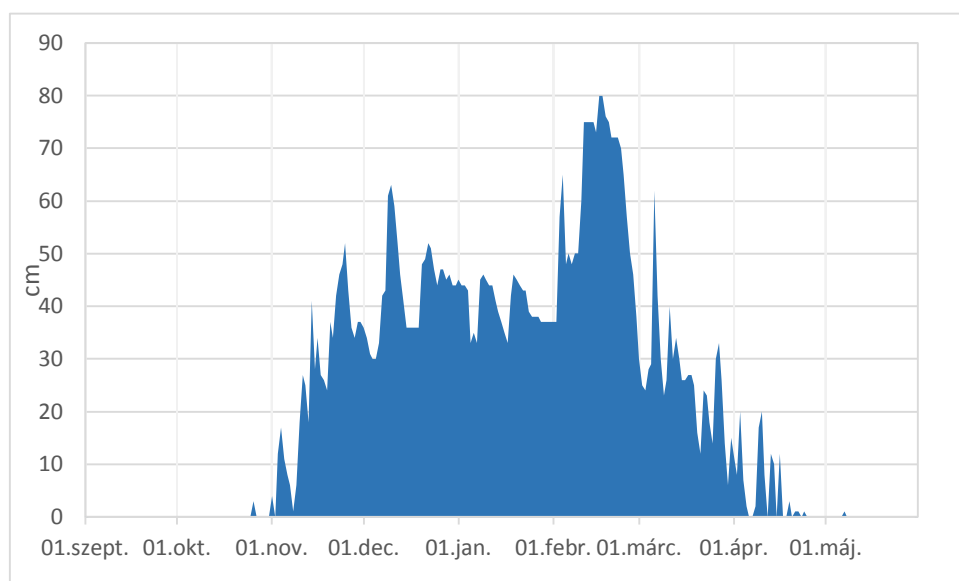
Ősszel szinte kizárólag novemberben vannak hótakarós napok. Annak a gyakorisága, hogy egy napon legalább 1 cm-es összefüggő hótakaró alakul ki, november elejétől január végéig növekszik, majd csökken (37. ábra). Március közepén megfigyelhető egy kisebb megtorpanás a csökkenő gyakoriságokban. Április első hete után már csak néhány esetben volt összefüggő hótakaró egy-egy napon. Csak egy olyan nap van az év során, amikor gyakrabban fordul elő hótakaró, mint nem, ez január 25-e. Egy adott téli napon jellemzően három évből egyben van hótakaró a Kelet-Mecseknél.



37. ábra

Hótakarós nap napi relatív gyakoriságai az 1901-2013-as időszakban

Az egyes napokon megfigyelt legnagyobb hóvastagságokat a 38. ábra mutatja be. Novemberben meredek növekedést figyelhetünk meg. 1901 óta november elején még csak elvétve fordult elő 10 cm-es hótakaró is. Két héttel később viszont már mértek 25-



38. ábra

Napi maximális hóvastagságok az 1901-2013-as időszakban

30 cm-t meghaladó hóvastagságot is. Tavasszal nem ilyen markáns a csökkenés. 10 cm-t elérő vastagságú hótakaróra április közepéig lehet számítani.

Télen jellemzően 40-45 cm körüliek a napi maximumok. A grafikonon a februári kicsúcsosodást az 1942-es nagy havazás okozta. Az 1941/1942-es volt a XX. század leg-havasabb tele. Érdekesség, hogy a mérések kezdete óta 50 cm feletti hóvastagság előfordult novemberben, decemberben, februárban és márciusban is, viszont az év általában leghidegebb hónapjában, januárban még nem.

A legkorábbi havazás általában november második felében, a legkésőbbi március közepe körül van. Ritkábban azonban havazik korábban, illetve később is.

1901 óta egyszer volt szeptemberben is havazás, még megmaradó mennyiség is hullott (10. táblázat). Tavasszal áprilisban is havazhat, az 1990-es években többször is vastagabb hótakaró is kialakult a tavasz középső hónapjában. Havazás egyszer előfordult májusban is, még 1 cm-es hóvastagságot is mértek.

Legkorábbi havazás időpontja:	1906. szeptember 25.	Hóvastagság: hófolt
Legkésőbbi havazás időpontja:	1957. május 7.	Hóvastagság: 1 cm

10. táblázat

A legkorábbi és legkésőbbi havazások időpontjai az 1901-2013-as időszakban

1990 óta a legkorábbi havazás 1994. október 7-én volt (39. ábra). Annak a napnak a reggelén még nem volt havazás, a hó napközben esett, a kora délutáni órákra átmenetileg 4-5 cm-es hótakaró is kialakult a kelet-mecseki állomásokon, majd a nap második felében, éjjel eső is esett és másnap reggelre minden hó elolvadt. Legutóbb 2012-ben volt októberi hóesés a Kelet-Mecsekben. Tavasszal a legkésőbbi havazás az 1990-es évek óta 1997. április 21-én volt.



39. ábra

Összefüggő hótakaró a Kelet-Mecsekben 1994. október 7-én

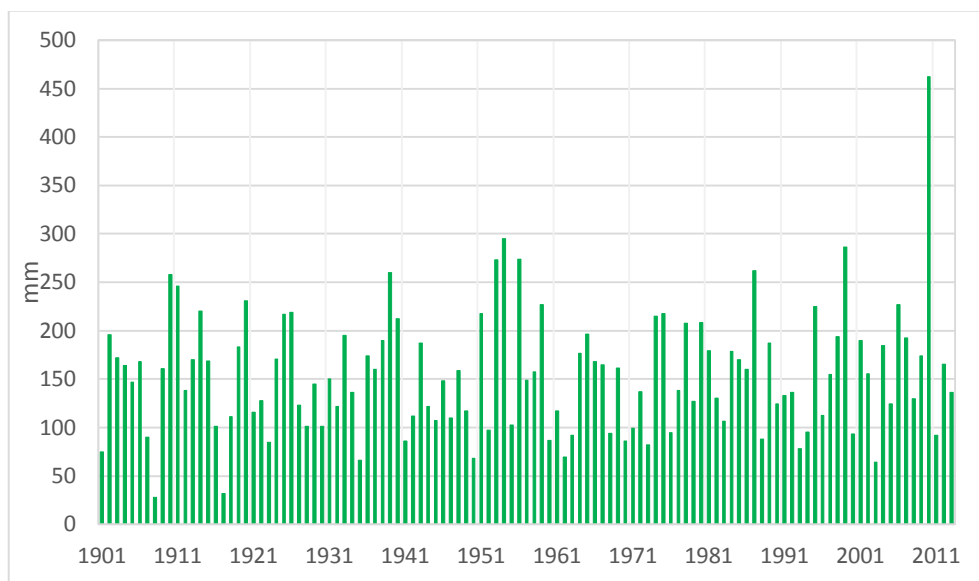
5. Extrém időjárási események a Kelet-Mecseknél

Extrém időjárásról akkor beszélhetünk, ha a megfigyelt meteorológiai elemek jelentősen eltérnek az adott terület éghajlatán tapasztalt normáltól. A csapadéknál évszázados hosszú adatsoroknál rengeteg ilyen található. Ezek közül a közelmúltból két olyat mutatok be, melyek a maguk nemében egyedülállók. Az egyik a 2010. május-júniusi extrém csapadékos időszak, a másik a 2013. március 24-26-ai havazás.

5.1 A 2010. május-júniusi extrém csapadékos időszak

A 2010-es rekordcsapadékos évben a május-június hónapokban kiemelten sok csapadék hullott a Kelet-Mecsekben. A 2010. május-júniusi kiemelkedő kéthavi csapadékösszeg nagy részét két mediterrán ciklon és egy június 21-ei felhőszakadás okozta.

Ebben a két hónapban 462,1 mm csapadék hullott a hegységnél. Ez a korábbi legmagasabb május-júniusi csapadékösszegeknél 56%-kal magasabb, az átlagos éves mennyiség közel kétharmada. (40. ábra)

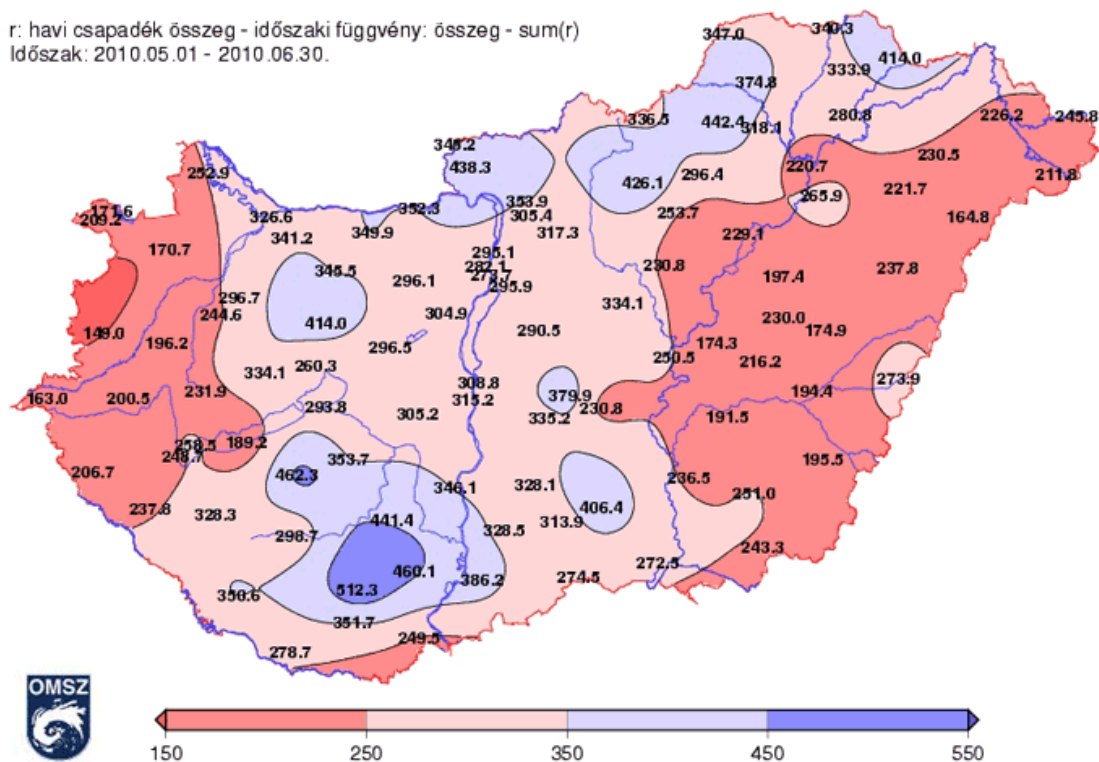


40. ábra

Május-júniusi (kéthavi) csapadékösszegek a Kelet-Mecseknél az 1901-2013-as időszakban

Ez a hatalmas mennyiségű csapadék országos viszonylatban is kiemelkedő volt, hiszen a Mecsek volt ebben a két hónapban az ország egyik, hanem legcsapadékosabb területe. (41. ábra). A csapadékos időszak május 15-én vette kezdetét a Zsófia nevű ciklonnal. Három nap alatt a szokásos májusi havi összeg kétszerese hullott le a környéken területi átlagban is. Május 15-én és 16-án is több mint 50 mm-nyi eső esett a térségben.

r: havi csapadék összeg - időszaki függvény: összeg - sum(r)
Időszak: 2010.05.01 - 2010.06.30.



41. ábra
2010. május-júniusi (kéthavi) csapadékösszegek Magyarországon
(Ujváry, 2010)

Két héttel később május végén és június elején (május 30 - június 4.) ismét mediterrán ciklon alakította időjárásunkat. Az Angéla nevű ciklon valamelyest kevesebb csapadékot adott, de még így is több mint 100 mm-nyi eső esett a hegységben néhány nap alatt. Nagyobb mennyiségű csapadék ezen kívül június 21-én délután felhőszakadásból hullott. A két ciklon és a június 21-ei felhőszakadás, valamint állomásonként a két hónap összes csapadékmennyiségét a 11. táblázat tartalmazza, ahol azok az állomások is szerepelnek, amelyeknek az adatsorai egyébként nem kerültek feldolgozásra a dolgozatban.

Állomás	Zsófia-ciklon	Angéla-ciklon	Június 21.	Május-június összesen
Kárász	162,1 mm	141,7 mm	43,2 mm	473,8 mm
Magyaregregy	184,9 mm	135,6 mm	44,7 mm	528,0 mm
Máza	159,6 mm	113,6 mm	57,2 mm	468,0 mm
Mecseknádasd	157,5 mm	113,6 mm	73,0 mm	478,6 mm
Pécsvárad	163,4 mm	141,6 mm	38,1 mm	446,9 mm
Váralja	145,1 mm	116,0 mm	83,4 mm	465,7 mm

11. táblázat
Csapadékösszegek a Kelet-Mecseknél 2010. május-júniusában
(forrás: Csapadéknaplók, DDVIZIG)

A sok eső miatt háromszor is jelentős árvizek vonultak le a mecseki patakokon. A 42-44. ábrák képeit a ciklonok és a június 21-ei felhőszakadás idején készítettem Váralján.



42. ábra
Árvíz Váralján 2010. május 16-án



43. ábra
Árvíz Váralján 2010. június 1-jén



44. ábra
Árvíz Váralján 2010. június 21-én

5.2 A 2013. március 24-26-ai havazás

Havazás, olykor megmaradó hóréteggel is ugyan többször előfordul tavasszal, viszont nagyobb hóréteg kialakulása szinte kizárólag március első felében jellemző. 1901 óta nagy, 30 cm-t meghaladó hóvastagság március 15-e után eddig csak egyszer, 2013 márciusának végén tudott kialakulni egy mediterrán ciklonnak köszönhető országos havazás során. 2013 márciusa ettől függetlenül is rendkívülinek mondható. A Kelet-Mecseknél a vizsgált 113 év második legcsapadékosabb hónapja volt a maga 142,4 mm-ével, amiből közel 80 mm hó formájában hullott. 2013 márciusa a köztudatban a március 15-ei havazás és erős hófúvás miatt maradt meg leginkább, amikor több autópályát tett használhatatlanná a hófúvás és emberek ezrei rekedtek hosszú órákra a hó és fagy fogságában.

A március 15-ei események háttérbe is szorították a hónap végi több napos országos havazás és sokfelé vastag hótakaró kialakulásának jelentőségét és ritkaságát.

A 2013. március 24-26-ai napokban a Kelet-Mecseknél átlagosan 34,8 mm-nyi csapadék hullott hó formájában. Ennek 80%-a március 25-én egész napos havazásként. Március 25-én a mázai klímaállomáson napközben -2,5 fok volt a maximum hőmérséklet, miközben 25,2 mm-nyi hó hullott az állomáson. A legvastagabb hórétég március 26-án estére/27-én reggelre alakult ki a térségben. (45. ábra) A hóvastagság jellemzően 30 és 40 cm közötti volt a kelet-mecseki állomásokon, de a hegység belső területén Dobogó/Ördöghegy [594 m] állomásomon március 27-én 48 cm-es hóvastagságot mértem. A hegységben található állomások hóvastagságait március 25-29-ig a 12. táblázat tartalmazza.

Állomás	Márc. 25.	Márc. 26.	Márc. 27.	Márc. 28.	Márc. 29.
Kárász	Folt	29 cm	32 cm	22 cm	12 cm
Máza	2 cm	38 cm	39 cm	36 cm	22 cm
Váralja	2 cm	31 cm	34 cm	30 cm	15 cm

12. táblázat
Hóvastagságok a Kelet-Mecseknél 2013. március 25-29-én
(forrás: Csapadéknaplók)



45. ábra
Vastag hótakaró Váralján 2013. március 27-én

6. Éghajlati indexek és trendelemzés

Az éghajlatot különböző éghajlati indexekkel is jellemezhetjük. A munkám során a csapadékösszegeknél, csapadékalaknál és hóvastagság adatsoroknál is használtam klímaindexeket. Egy-egy esetben újakat is bevezettem.

Minden számítást Microsoft Excel programban végeztem el. A trendelemzésnél a lineáris trend számításánál a LIN.ILL függvényt használtam, ami alapján kiszámoltam a változásokat. A trendek elemzésénél F-próbával döntöttem a szignifikanciáról 5%-os szignifikanciaszint mellett. Minden számítást elvégeztem az 1901-2013-as (ahol volt ilyen hosszú adatsor), az 1951-2013-as és az 1981-2013-as időszakra is. Szignifikanciát kevés helyen sikerült megállapítanom. Ezeket a számításokat elvégeztem minden hónapra, évszakra, évre és tenyészidőszakra (április-szeptember) egyaránt. A szakdolgozatban szereplő indexeknél 402 trendet elemeztem, az alábbi alfejezetekben ezek közül csak a szignifikánsakat közlöm, a többi a 3. számú melléklet tartalmazza. A különféle indexeknél csak az egyes évek értékei szerepelnek ábrázolva a dolgozatban a számított adatok nagy mennyisége miatt.

6.1 Csapadékösszeg

A csapadékösszeg adatsoroknál az egyes csapadékösszegeket, valamint hat klímaindexet vizsgáltam. A csapadékösszegeknél a szignifikáns változásokat a 13. táblázat tartalmazza.

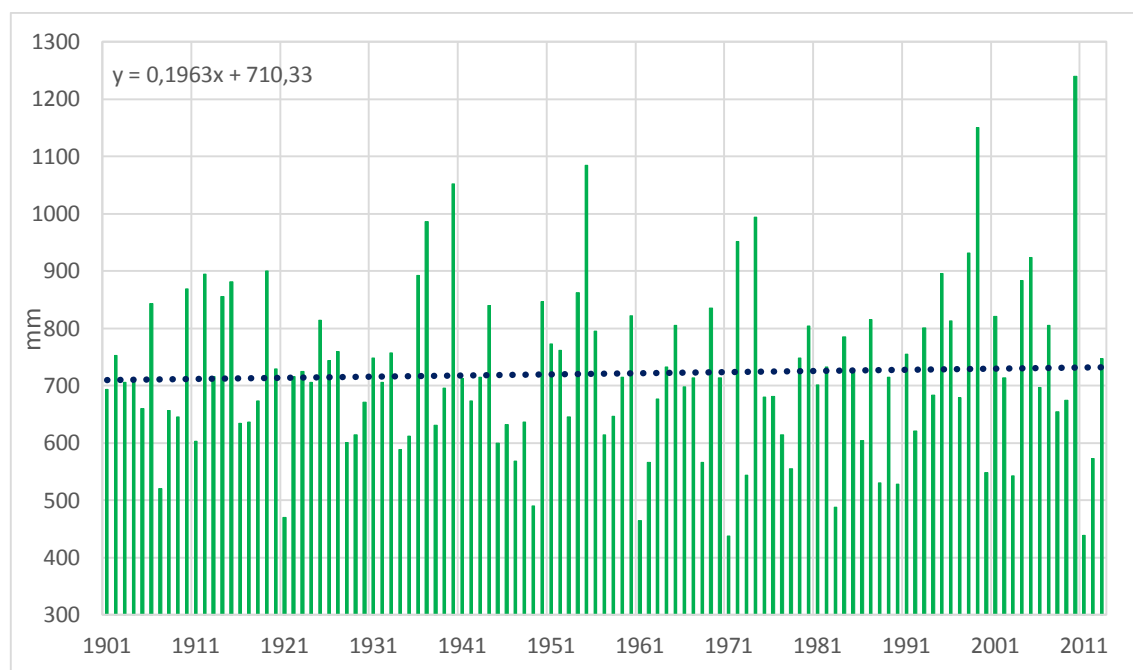
Időszak	Vizsgált évek	Változás
április	1901 – 2013	-28,54 mm
tavas	1901 – 2013	-36,11 mm

13. táblázat
Szignifikáns változások a csapadékösszegeknél

Az elmúlt három évtizedben többnyire nem szignifikáns növekedések tapasztalhatók a hónapok és évszakok többségénél.

Az éves csapadékösszegeknél mindhárom vizsgált időszakban nem szignifikáns emelkedést kaptam. (46. ábra). A XXI. század első évtizede a korábbi évtizedekhez képest kissé csapadékosabb volt. Ez azonban nem csak ebben a térségben érvényesült, hanem a Kárpát-medencében és Kelet-Közép-Európában többfelé megfigyelték és globálisan is csapadékosabb volt az évtized. (WMO, 2013)

Az évszakoknál jelentős változás a tavaszi csapadékösszegeknél figyelhető meg. A teljes időszakot nézve 36 mm-es csökkenést kapunk, 1981 óta viszont „jelentős”, 30 mm-es növekvő trend van, de ez nem szignifikáns. Jelentősebb változás télen jelentkezik még, akkor 5%-os szinten éppen nem szignifikáns növekedést mutattam ki. Az elmúlt 33 évben az őszi és téli időszakoknál is növekvő csapadékmennyiségek látszanak. Nyáron kisebbek a változások a XX. század második felétől. Az egyes havi, évszakos csapadékösszeg-grafikonok a 4. számú mellékletben találhatók meg.



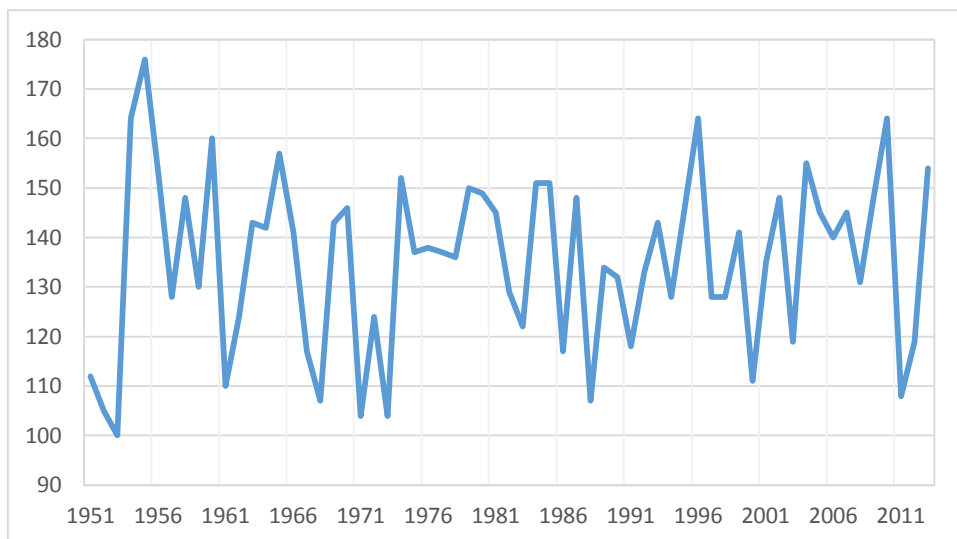
46. ábra
Éves csapadékösszegek a Kelet-Mecseknél illesztett lineáris trenddel (1901-2013)

Csapadékösszegeknél használt éghajlati indexek

A klímaindexeket az 1951-2013-as időszakra számítottam ki az egyesített kelet-mecseki napi adatsor alapján.

6.1.1 Csapadékos napok száma (RR0.1)

Csapadékos napnak nevezünk minden olyan napot, amikor a napi csapadékösszeg elérte a 0,1 mm-t. Szignifikáns változást sehol sem találtam. Jelentősebb növekedés a téli hónapoknál figyelhető meg 1981 óta, jelentősebb csökkenő tendencia márciusban, áprilisban és júniusban jelentkezik az elmúlt három évtizedben. Éves szinten általában 135 körüli napon hullik mérhető mennyiségű csapadék, ez magasabb országos átlagnál. (Ambrózy *et al.*, 2001) 1951 óta minden évben meghaladta a 100 napot éves szinten a csapadékos napok száma (47. ábra).

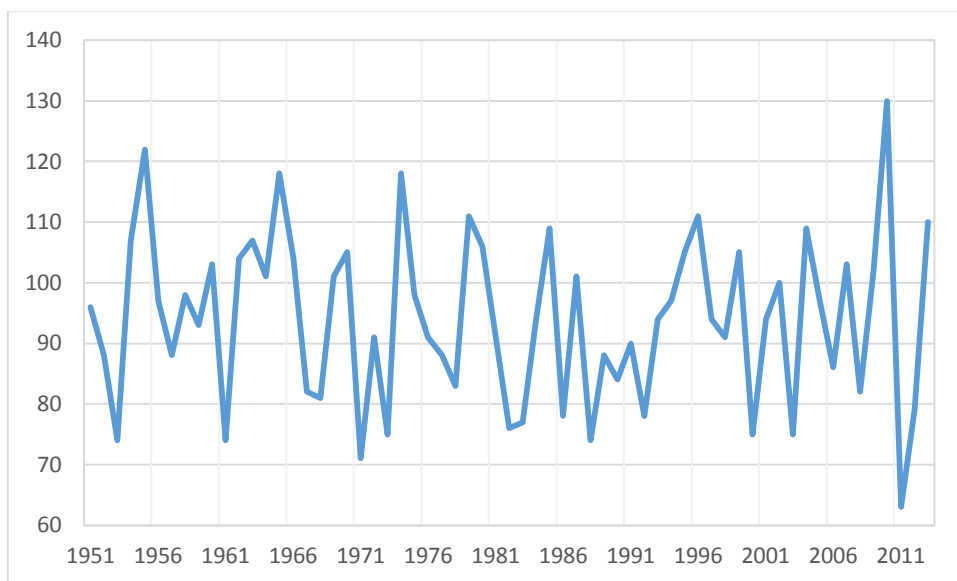


47. ábra

Csapadékos napok éves száma [nap] a Kelet-Mecseknél az 1951-2013-as időszakban

6.1.2 Egy mm feletti csapadékú napok száma (RR1)

Az RR1 azon napok számát jelölő index, amikor a napi csapadékösszeg meghaladta az 1 mm-t.



48. ábra

1 mm-t meghaladó csapadékösszegű napok éves száma [nap]
a Kelet-Mecseknél az 1951-2013-as időszakban

A változások hasonlóak a csapadékos napoknál (RR0.1) írtakkal, itt azonban a téli trend az 1981-2010-es időszakban szignifikáns növekedést mutat. Évente átlagosan 90-95 napon hullik legalább 1 mm csapadék (48. ábra). A legtöbb ilyen nap, 2010-ben volt, összesen 130 db. A következő évben, 2011-ben mindössze 63 volt, ami pedig a legkevesebb 1951 óta a Kelet-Mecseknél. A szignifikáns változásokat a 14. táblázat tartalmazza.

Időszak	Vizsgált évek	Változás
tél	1981 – 2013	+8,03 nap

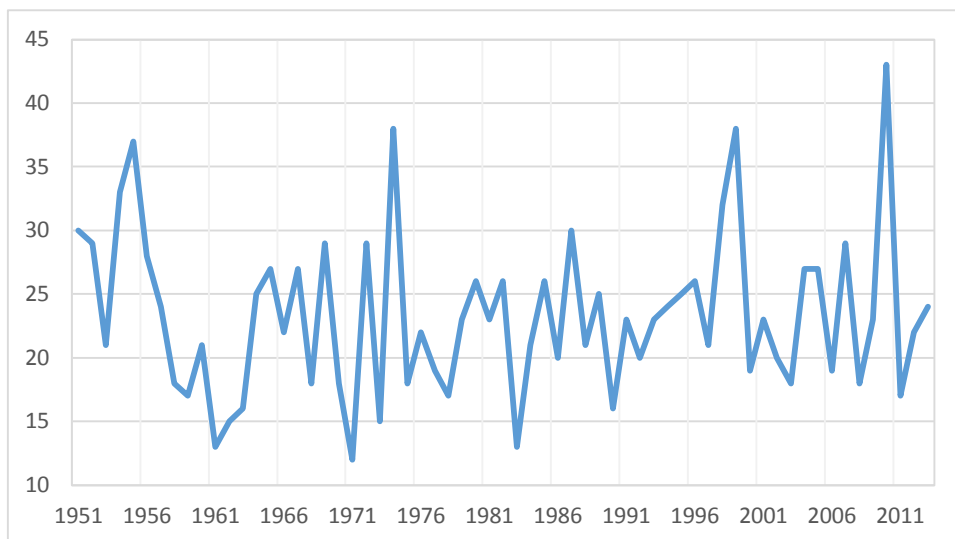
14. táblázat

Szignifikáns változások az 1 mm feletti csapadékú napok számánál

6.1.3 Nagy csapadékú napok száma (RR10)

Nagy csapadékú napnak azt tekintjük, amikor a napi csapadékösszeg meghaladta a 10 mm-t. Szignifikáns változások ennél az indexnél nincsenek a Kelet-Mecseknél. Jelentősebb növekedő tendenciát télen és ősszel állapítottam meg. A változás szeptember-nél a legnagyobb, $\sim +2$ nap/30 év, de 5%-os szignifikanciaszint mellett ez még nem szignifikáns növekedés. Jelentősebb csökkenő trend egyik hónapban sem tapasztalható.

Éves szinten gyenge növekedést mutatkozott az adatsorból. Évente átlagosan 20-25 napon haladja meg a napi csapadékösszeg a 10 mm-t (49. ábra).



49. ábra

10 mm-t meghaladó csapadékösszegű napok éves száma [nap]

A legtöbb 10 mm feletti csapadékú nap a legcsapadékosabb 2010-es évben volt a Kelet-Mecseknél.

6.1.4 Maximális napi csapadékösszeg (RX1)

Az RX1 klímaindex az egy napi csapadékösszegek maximumát jelenti. A nyári félév hónapjaiban többen is jelentős növekedés tapasztalható, de 5%-os szinten csak szeptembernél jelentkezett szignifikáns változás.

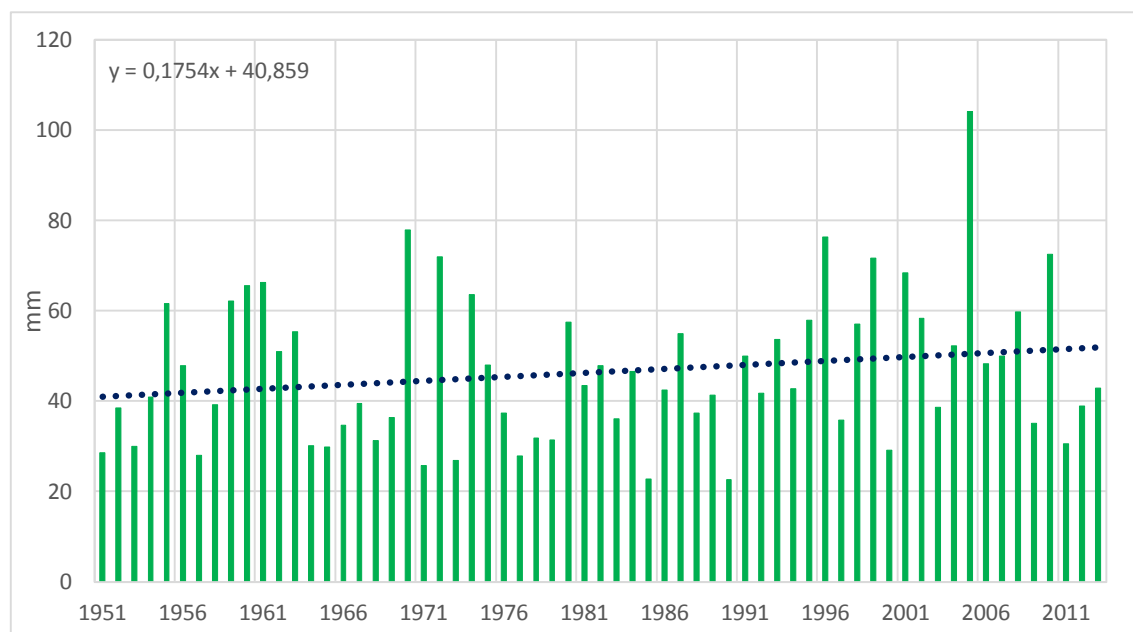
A szignifikáns változásokat a 15. táblázat tartalmazza.

Időszak	Vizsgált évek	Változás
szeptember	1951 – 2013	+15,28 mm

15. táblázat

Szignifikáns változások a maximális napi csapadékösszegeknél

A napi csapadékösszegek maximuma éves szinten átlagosan 45 mm körüli (50. ábra). A lineáris trend az éves adatoknál is jelentősebb növekedést jelez. Az elmúlt évtizedekben sokkal gyakoribbá váltak az 50 mm feletti napi csapadékösszegek. Ezek főképp nyári felhőszakadásokhoz kapcsolódnak, ezért is a nyári hónapokban jelentősebb a változás.



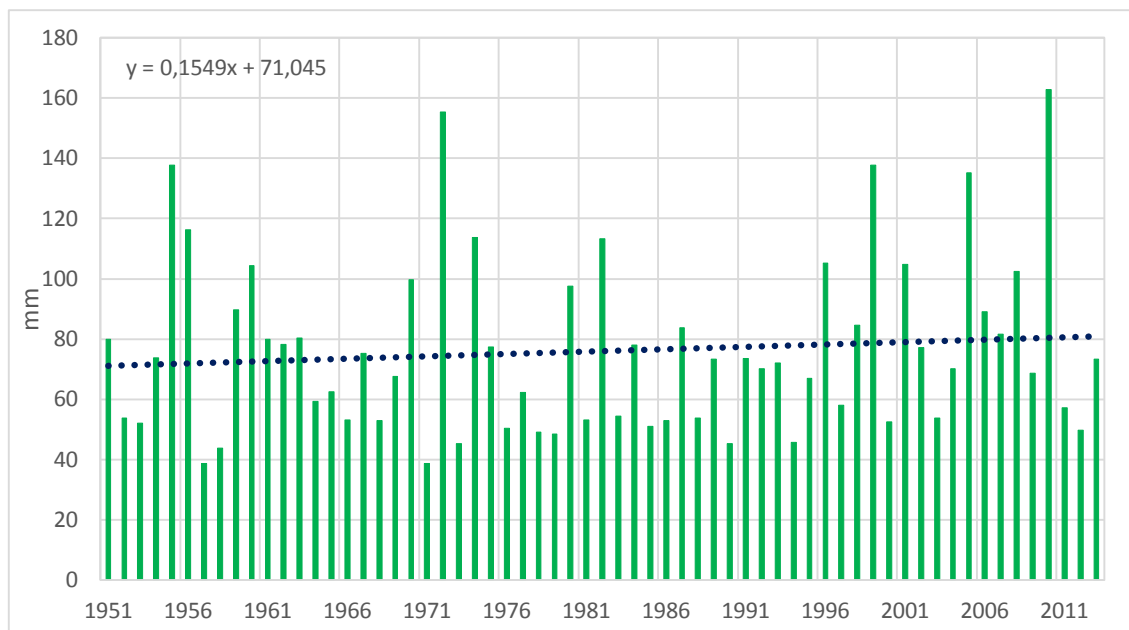
50. ábra

Legnagyobb napi csapadékösszegek a Kelet-Mecseknél az egyes években
illesztett lineáris trenddel (1951-2013) [mm]

100 mm feletti csapadékösszeg eddig csak egyszer volt a Kelet-Mecseknél 1951 óta. Ez a nap 2005. augusztus 4-e volt. RX1-es adatok a Meteorológiai Évkönyvekből néhány év kimaradásával a XX. század első feléből is rendelkezésemre álltak. Teljes bizonyossággal nem, de nagy valószínűséggel kijelenthető, hogy 100 mm feletti csapadékösszegű nap 1901 óta is csak az az egy volt a Kelet-Mecsekben.

6.1.5 Maximális ötnapi csapadékösszeg (RX5)

Az ötnapi csapadékösszegek maximuma az RX5-ös éghajlati index. Ezt csak éves szinten vizsgáltam. Szignifikáns trendet nem mutattam ki. 5%-is szinten ugyan nem volt szignifikáns változás, de az 1981-2013-as időszakban jelentősebb (+25,9 mm) növekvő lineáris trend mutatkozott.

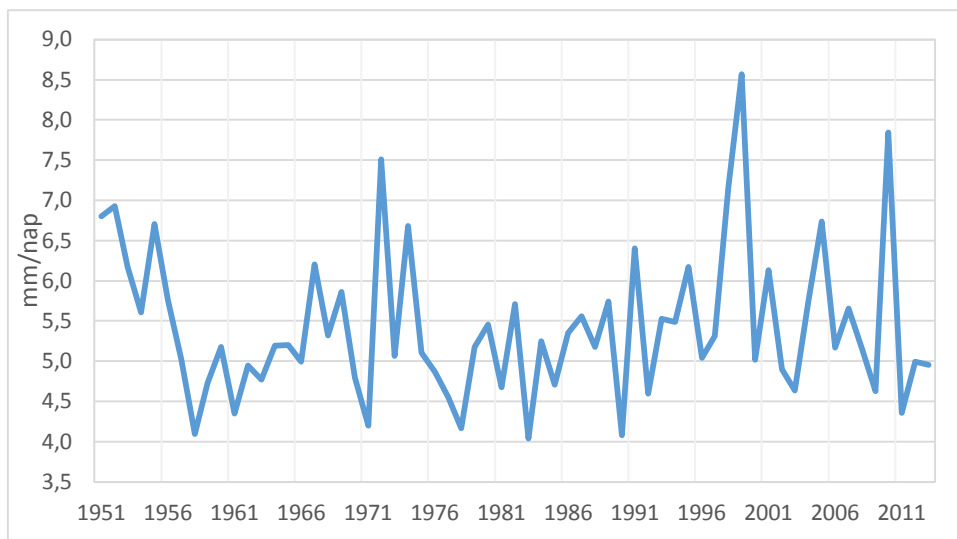


51. ábra
Legnagyobb ötnapi csapadékösszegek a Kelet-Mecseknél az egyes években
illesztett lineáris trenddel (1951-2013) [mm]

Az ötnapos csapadékösszeg éves maximum általában 75 mm körüli, de néhány évben bőven 100 mm feletti értékekkel is találkozhatunk (51. ábra). A nagyon csapadékos öt napos időszakokat általában tartósabb ideig a Kárpát-medence térségében tartózkodó ciklonok (főleg mediterrán ciklonok) okozzák. Kisebb részben nyáron egymást követő több napon előforduló hevesebb zivatarok, felhőszakadásokból jöhet össze nagyobb csapadékmennyiség öt nap alatt. A legnagyobb ötnapi csapadékösszeget 2010 május közepén a Zsófia nevű mediterrán ciklon okozta. A május 13-17-ei időszakban a Kelet-Mecseknél 162,8 mm eső esett.

6.1.6 Napi csapadékintenzitási index (SDII)

A napi csapadékintenzitási index az SDII, amit úgy számolunk, hogy egy adott időszakban összegezzük a napi csapadékösszegeket, majd a kapott értéket elosztjuk a vizsgált időszakban előfordult csapadékos napok számával. Az így kapott szám azt fejezi ki, hogy átlagosan mennyi csapadék hullott adott időszakban egy csapadékos napon. A napi csapadékintenzitási indexekben az 1951-2013, illetve 1981-2013-as időszakokban szignifikáns változás nem volt. Jelentősebb növekedés május-júniusban, míg csökkenés augusztusban és novemberben jelentkezett. Éves szinten gyengén emelkedő lineáris trend mutatkozik. Az éves adatsor alapján a napi csapadékintenzitási index értéke 5,4 mm/év a Kelet-Mecseknél az 1951-2013-as időszakban (52. ábra).



52. ábra

Napi csapadékkéntési index a Kelet-Mecseknél az egyes években (1951-2013) [mm/nap]

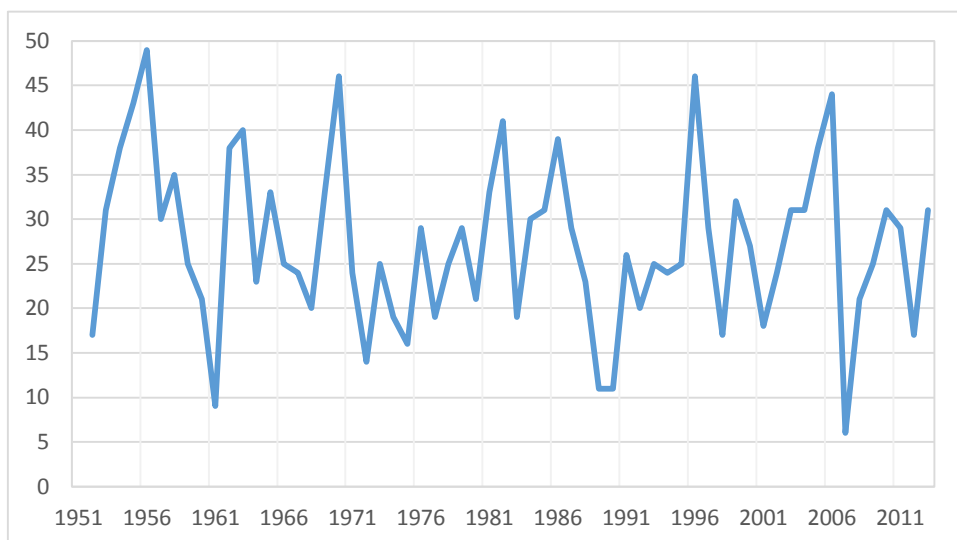
6.2 Csapadékalak

Csapadék fajtája (alakja) alapján is többféle éghajlati indexre végezhetünk számításokat. A zivataros napok számánál 1901-2013-as időszakot is tudtam vizsgálni, a havas napoknál ez azonban csak az 1951-2013-as időszakra terjed ki.

Csapadékalaknál használt éghajlati indexek

6.2.1 Havas napok száma

Havas napról akkor beszélünk, ha a csapadék egy része vagy egésze hó formájában hullik. A havas napba tartozik a 4-es, 5-ös és 8-as csapadékkód. Szignifikáns változás



53. ábra

Havas napok száma a Kelet-Mecseknél a téli szezonokban (1951/52 – 2012/13) [nap]

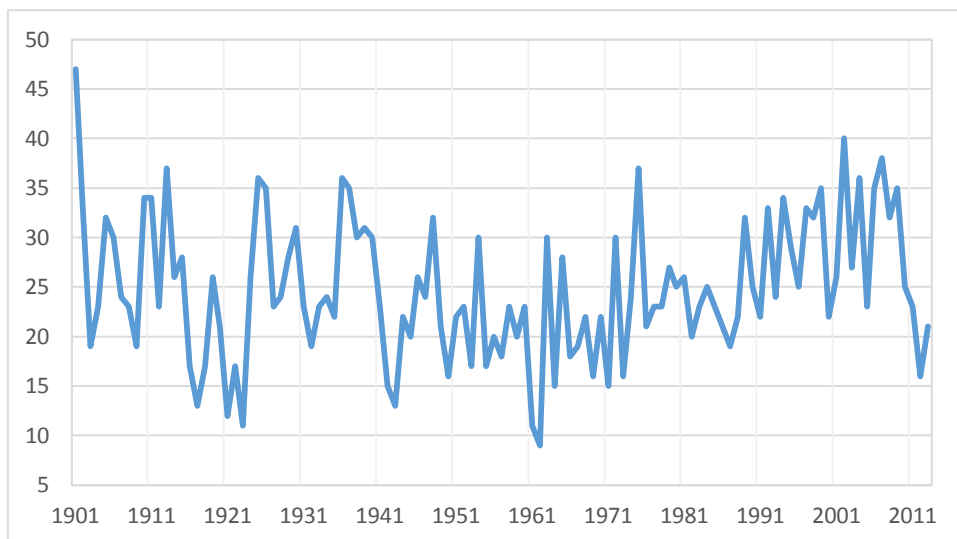
a havas napok számában nem volt a vizsgált időszakokban, de szinte minden esetben a trend csökkenést jelez. Lineáris trend alapján az elmúlt 60 évre a téli szezonokban (szeptember-május) a havas napok számában 4 napos csökkenést kaptam eredményül (53. ábra). Egy téli szezon során átlagosan 27 havas nap van a Kelet-Mecseknél. A legkevesebb a 2006/07-es téli szezonban volt, mindössze 6 db. Az 1955/56-os téli szezonban viszont 49 napon fordult elő szilárd halmazállapotú csapadékhullás, ami a legtöbb volt a XX. század második fele óta.

6.2.2 Zivataros napok száma

A zivataros napok száma az egyetlen csapadékalakhoz tartozó adatsor, melyről a teljes 1901-2013-as időszakból rendelkezésemre álltak adatok. Zivataros napoknál a csapadékkód 7-es, 8-as vagy 9-es. Több esetben (főleg az 1981-2013-as időszakban) szignifikáns változást sikerült kimutatni. Ezeket a 16. táblázat tartalmazza. Átlagosan a Kelet-Mecseknél 25 zivataros nap fordul elő. A vizsgált időszakban 40 feletti számban zivataros nap csak egyszer, 1901-ben volt (54. ábra). Az 1960-as évekig csökkenő tendencia figyelhető meg, majd azóta jelentősen több lett ismét a zivataros nap. Az elmúlt néhány évben ugyan kevesebb lett a számuk, és bár a vizsgált adatsorban nincs benne, 2014-ben 1901 óta másodszor több mint 40 zivataros napot észleltek az térség állomásai.

Időszak	Vizsgált évek	Változás
január	1901 – 2013	+0,08 nap
május	1951 – 2013	+3,28 nap
augusztus	1951 – 2013	+2,63 nap
év	1951 – 2013	+11,21 nap
tavas	1951 – 2013	+4,58 nap
nyár	1951 – 2013	+4,19 nap
ősz	1951 – 2013	+2,10 nap
tenyészőidőszak	1951 – 2013	+9,47 nap

16. táblázat
Szignifikáns változások a zivataros napok számában



54. ábra

Zivataros napok éves száma a Kelet-Mecseknél az 1901-2013-as időszakban [nap]

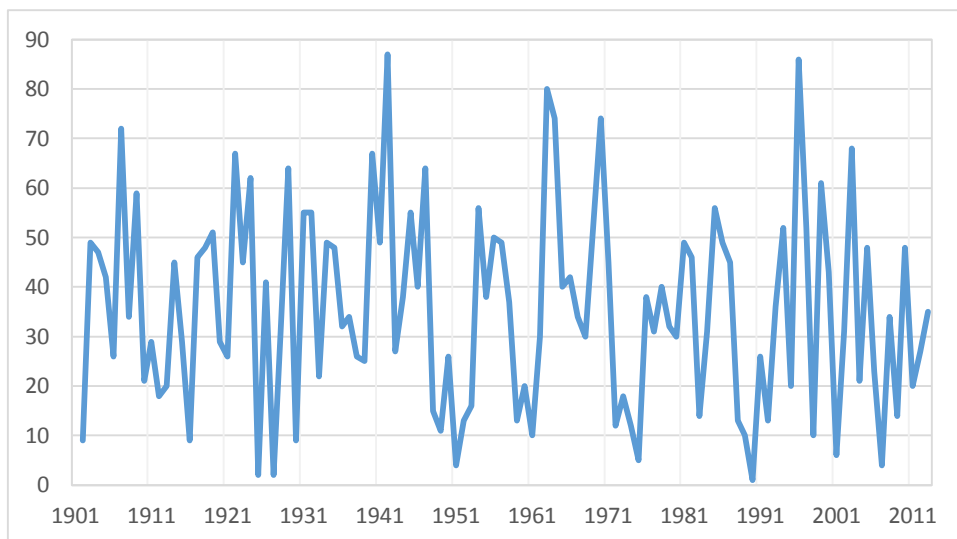
6.3 Hóvastagság

Az elmúlt évtizedekben a hóvastagsággal kevesen foglalkoztak, ezért kiemelt fontosságúnak tartottam, hogy ehhez kapcsolódó éghajlati vizsgálatokra is sor kerüljön. A két hóvastagságnál általában használt index, a hótakarós napok száma és a maximális hóvastagság mellett egy új indexet is ismertetek a szakdolgozatban. A hóvastagság adatsoron naptári éves trendszámítást nem végeztem, helyette a téli szezonokra (szeptembertől májusig) végeztem a számításokat.

Hóvastagságnál használt éghajlati indexek

6.3.1 Hótakarós napok száma

Hótakarós napnak nevezzük azt a napot, amikor a talajfelszínt legalább 1 cm-es vastagságban összefüggő hótakaró borítja. Szignifikáns változások nincsenek ennél az indexnél. A téli hónapoknál januárban jelentősebb (> 7 napos) csökkenést mutat az illesztett lineáris trend. A többi hónapnál kisebbek a változások. A teljes téli szezont nézve is jelentősebb, ~ 6 napos csökkenést jelez a trend. Ezek a változások 5%-os szignifikanciaszinten még nem, de 8-10%-nál már szignifikánsak lennének. A hótakarós napok számában jelentős a változékonyság. Egyes teleken alig 1-2 napon van mérhető mennyiségű hótakaró, míg más teleken akár a 60-at is meghaladhatja (55. ábra). A legtöbb hótakarós nap (87) az 1941/42-es, a legkevesebb (1) az 1989/90-es téli szezonban volt. Átlagosan 35 körüli hótakarós nap jellemző a Kelet-Mecseknél egy téli szezonban.

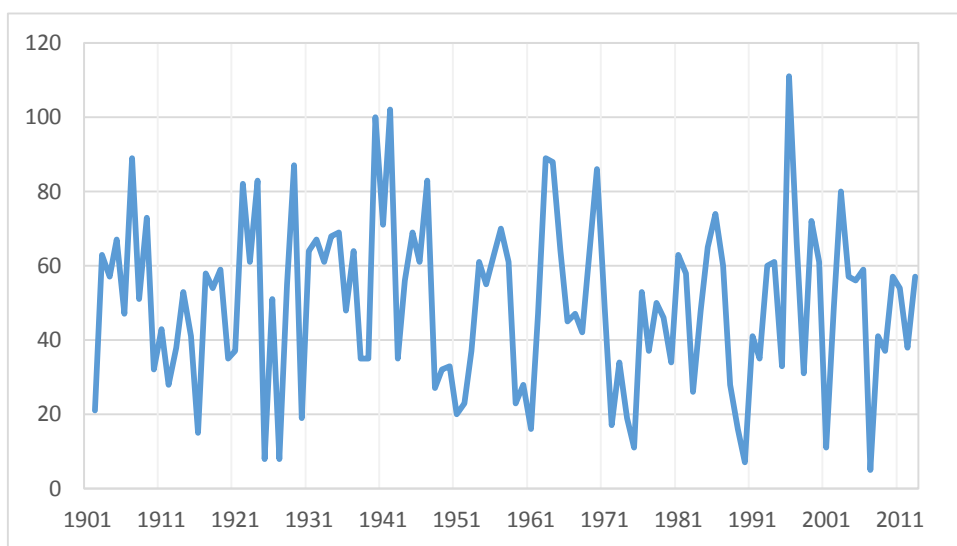


55. ábra

Hótakarós napok száma a Kelet-Mecseknél téli szezononként (1901/02 – 2012/13) [nap]

6.3.2 Abszolút hótakarós napok száma

Többször előfordul, hogy kialakul hóréteg a felszínen, de az nem lesz összefüggő. Ez többször is lehet egy télen. Ha csak a hótakarós napokat nézzük, akkor ezek a hófoltos időszakok észrevétlenül maradnak. Egy adott hónapban nem mindegy, hogy 0 hótakarós nap úgy alakult ki, hogy egy percre sem volt hó vagy összefüggő nem volt, de két héten keresztül mértek hófoltot. Egy időszak hóval való ellátottságáról jobb képet ad egy olyan klímaindex, ami ezeket a hófoltos napokat is tartalmazza. Ennek az indexnek az abszolút hótakarós napok száma elnevezést adtam. Ez alatt azt kell érteni, hogy minden olyan nap, amikor a felszínt megmaradó mennyiségben (azaz legalább foltokban) hó borította.



56. ábra

Abszolút hótakarós napok száma a Kelet-Mecseknél téli szezononként (1901/02 – 2012/13) [nap]

Szignifikáns változás (csökkenés) csak áprilisnál mutatható ki (17. táblázat).

Időszak	Vizsgált évek	Változás
április	1901 – 2013	-1,16 nap

17. táblázat

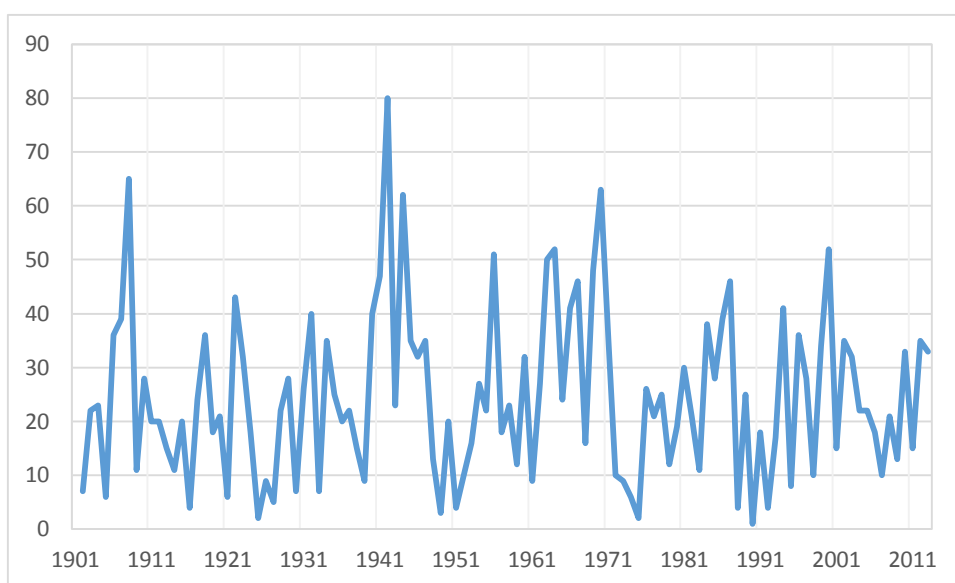
Szignifikáns változások az abszolút hótakarós napok számában

A Kelet-Mecseknél átlagosan 50 napon borítja megmaradó mennyiségben hó a talajfelszínt (56. ábra). A legtöbb abszolút hótakarós nap (111) az 1995/96-os, a legkevesebb (5) a 2006/07-es téli szezonban volt. A trend a téli hónapoknál csak januárnál mutat jelentősebb csökkenést, decembernél ugyanakkor a változás pozitív előjelű. A teljes téli szezonban egyértelmű változás nem állapítható meg.

6.3.3 Maximális hóvastagság

Egy adott télen a legnagyobb hóvastagság novembertől áprilisig bármikor kialakulhat. A vastagabb hótakaró kialakulására többször december első felében, valamint februárban kerül sor.

Szignifikáns változások nincsenek. A lineáris trend novemberben, januárban és februárban jelentősebb csökkenést mutat, más vizsgált időszaknál nem mutat jelentősebb változást. A Kelet-Mecseknél az átlagos téli legnagyobb hóvastagság 25 cm körüli (57. ábra). Az 50 cm-t meghaladó értékek már kivételesen magasnak számítanak. Utoljára ilyenre példa 1999. november 24-e környékén volt. 1901 óta a legnagyobb hóvastagságot nem meglepő módon szintén a leghavasabb 1941/42-es télen, 1942. február 16-án és 17-én mérték. Abban a hónapban 19 egymást követő napon haladta meg a hórég vastagsága



57. ábra

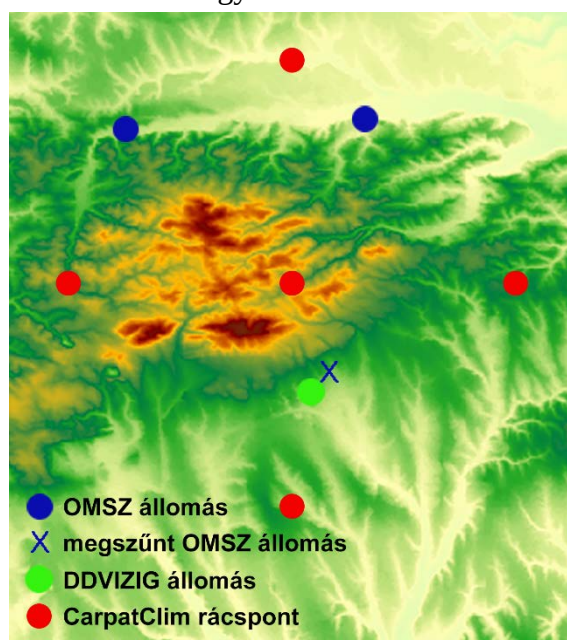
Legnagyobb hóvastagságok a Kelet-Mecseknél téli szezononként (1901/02 – 2012/13) [nap]

a fél métert. Egészen rendkívüli mennyiségű hó hullott azon a télen. 50 cm-t meghaladó hóvastagság 1901 óta eddig nyolc télen mértek. A hóban szegény években 5 cm körül van jellemzően a legnagyobb hóvastagság. A XXI. században még nem volt olyan tél, amikor ne lett volna legalább egy napon 10 cm-t elérő hóvastagság. A 2012/13-as tél volt az egyetlen, amikor március végén volt az adott téli szezonban először 30 cm-es hóvastagság a Kelet-Mecsekben és 2013 tavasza volt az első, amikor március 15-e után mértek még 30 cm feletti hóvastagságot a térségben.

7. A kelet-mecseki adatsorok összehasonlítása a CarpatClim adatbázissal

Végezetül a kelet-mecseki állomásokból létrehozott egyesített mecseki adatsorokból néhányat összehasonlítottam az 1961-2010-es időszakban a CarpatClim adatbázisban található hasonló adatsorokkal. A CarpatClim adatbázisból, a Kelet-Mecsek-ből figyelembe vett rácspontokat az 58. ábra mutatja.

A CarpatClim projekt célja a Kárpát-régió éghajlatának részletes tér- és időbeli vizsgálata harmonizált adatok és egységes módszertan alapján. A nyertes konzorcium vezetője az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) volt. A projekt megvalósítása az OMSZ Éghajlati Osztályán kifejlesztett adathomogenizálási:



58. ábra

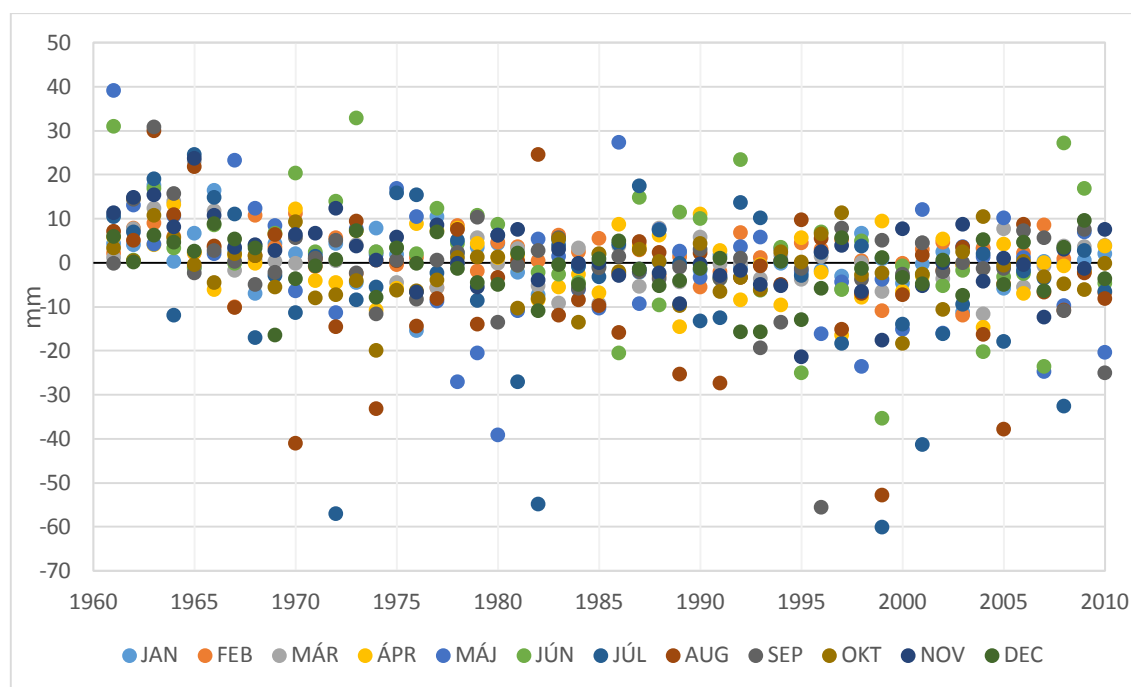
Felhasznált állomások és CarpatClim rácspontok elhelyezkedése a Kelet-Mecseknél

MASH (Multiple Analysis of Series for Homogenization) és interpolációs: MISH (Meteorological Interpolation based on Surface Homogenized Data Basis) eljárásokon alapul. [5 – CarpatClim] Az állomások kiválasztása és adatpótlások után az egyes havi adatsorok inhomogenitásánál felmerülő korrekciós értékekből lettek származtatva a napi homogén adatsorok (MASH). Ezekből a napi adatsorokból előálló havi adatsorok végül ellenőrzésképp ismét tesztelve lettek homogenizásra. A homogenizálás végeztével az egyes állomások adatsorai $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ felbontású rácshálózatra lettek interpolálva a MISH program használatával. (Szentimrey et al., 2011)

A CarpatClim adatbázis nem tartalmaz kelet-mecseki állomást, a legközelebbi állomások, északkeletre Szálka, délnyugatra Pécs-Árpádtető. (forrás: carpatclim-eu.org) A csapadék a térben nagyon változékony meteorológiai elem, ebből következően, a várakozásoknak megfelelően a két adatbázis között jelentős eltérések is vannak. Az összehasonlításhoz szükséges számításokhoz Fortran, illetve Microsoft Excel programokat használtam. A CarpatClim adatbázisból öt rácspontra vonatkozó adatsorokkal dolgoztam. (58. ábra). Az öt rácspontban található értékeket átlagoltam, rácsponti átlagot létrehozva minden vizsgált klímaindex napi adatsorára. Ezekből a napi értékekből hoztam létre a havi, évszakos, éves adatokat. A rácsponti átlag a kelet-mecseki adatsorok előállításával (3.4 fejezet) megegyező módon jött létre.

7.1 Csapadékösszeg

Az éves csapadékösszeg a CarpatClim adatsornál az 1970-es évektől átlagosan mintegy 25-30 mm-rel alacsonyabb, az 1960-as évek első felében viszont ~110 mm-rel meghaladta a saját mecseki adatsorban levő értékeket. A két adatsor közti eltérés az egyes hónapokban általában +/- 20 mm közötti. (59. ábra) Ahol ennél nagyobb anomáliák előfordulnak, ott többnyire a CarpatClim adatbázisban szerepelnek sokkal alacsonyabb csapadékösszegek.

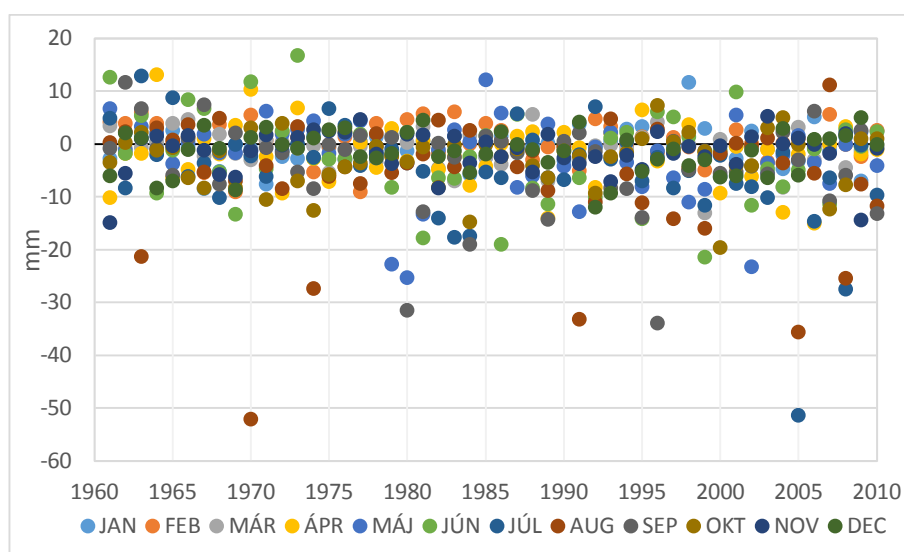


59. ábra
A CarpatClim és a saját kelet-mecseki adatsor közötti havi csapadékanomáliák az 1961-2010-es időszakban

Arra, hogy az 1960-as évek elején a CarpatClim adatbázisban sokkal nagyobb csapadékösszegek szerepelnek, részben magyarázatot adhat, hogy azokban az években szokatlanul gyakoriak voltak a heves zivatarok, felhőszakadások. Erre a Napi- és Havijelentések átnézésakor figyeltem fel. Ezen felhőszakadások döntő többsége viszont nem érintette a Kelet-Mecseket, hanem tőle nyugatra vagy keletre haladtak el. A Nyugat-Mecseknél sokkal gyakoribbak voltak a felhőszakadások. Itt azt meg kell jegyezni, hogy amíg a Kelet-Mecsekből nulla, addig a Nyugat-Mecsek környékéről négy állomást tartalmaz a CarpatClim adatbázis. Ellenkező esetre igazán csak 1999-et találtam. Abban az évben a Kelet-Mecsekben fordult elő többször intenzív konvektív csapadékhullás. Az éves csapadékmennyiség 1999-ben több mint 100 mm-rel magasabb is a saját kelet-mecseki adatsorban. Néhány hónapot, ahol a két adatbázis között jelentős eltérés van, a 18. táblázat tartalmaz, ahol a Havijelentés oszlopban szereplő értékek a Havijelentésekben levő csapadék-kartogramokról leolvasott, becsült csapadékmennyiségek.

Hónap	Saját adatsor	CarpatClim	Havijelentés
1961. május	49,8 mm	88,9 mm	50-60 mm
1963. szeptember	77,1 mm	107,9 mm	75-90 mm
1972. július	264,1 mm	207,0 mm	250-300 mm
1974. augusztus	184,4 mm	151,2 mm	180-200 mm
1982. július	191,5 mm	136,6 mm	150-200 mm

18. táblázat
Jelentős havi csapadékösszegbeli eltérések a két adatbázis között



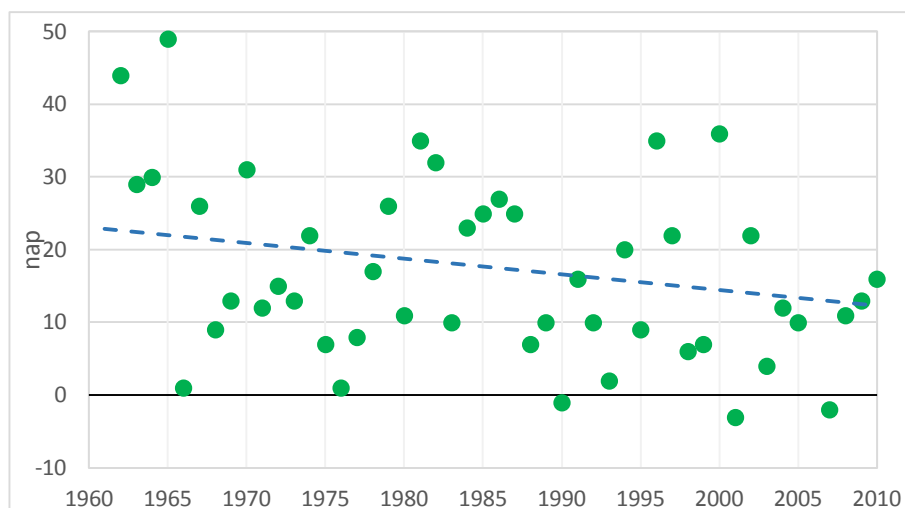
60. ábra
Az egyes hónapokban előforduló legnagyobb napi csapadékösszegek eltérése a CarpatClim és a saját kelet-mecseki adatsor között az 1961-2010-es időszakban

Az egyes hónapokban előforduló legnagyobb napi csapadékösszegek közötti eltérések jellemzően ± 10 mm közöttiek. (60. ábra) A magasabb napi csapadékösszegek a saját kelet-mecseki adatsorban vannak. Ha a CarpatClim adatbázisban fordult elő nagyobb csapadéérték, annak az eltérése sose haladta meg a $+20$ mm-t a vizsgált időszakban. A másik oldalról viszont két hónapnál még 50 mm feletti anomália is jelentkezett.

A CarpatClim adatbázisról összességében elmondható, hogy a Kelet-Mecsekre vonatkozóan valamelyest alacsonyabb csapadékösszegeket tartalmaz.

7.2 Hóvastagság

A CarpatClim adatbázisban 1961 októberétől szerepelnek hóvastagság-adatok, így a számításokat az 1961/62-es téli szezontól végeztem el. A két adatsor közötti eltéréseket a hótakarós napok számánál a 61. ábra mutatja.

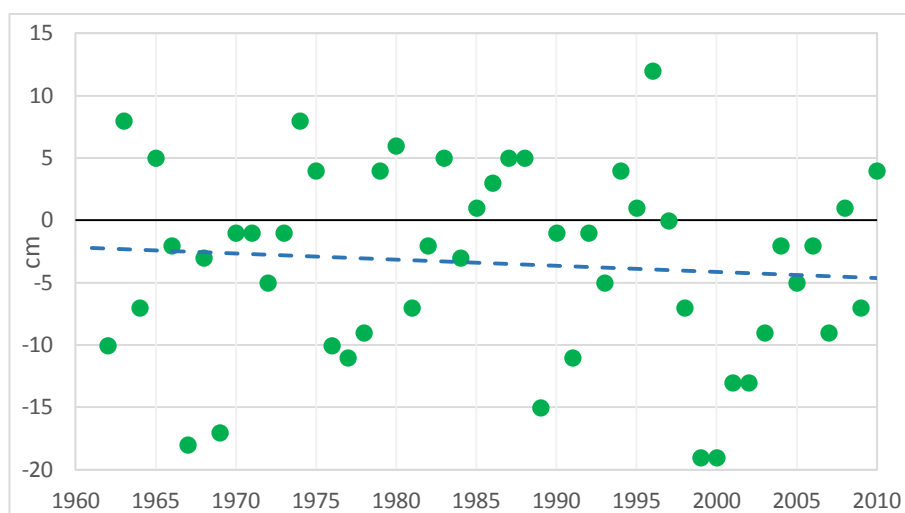


61. ábra

A CarpatClim és a saját kelet-mecseki adatsor közötti anomáliák a hótakarós napok téli szezonális számánál, az 1961/62-2009/10-es időszakban, illesztett lineáris trenddel

A hótakarós napok száma a CarpatClim adatsornál sokkal magasabb volt. A vizsgált időszakban átlagosan 17 nappal van téli szezonnként kevesebb hótakarós nap a saját kelet-mecseki adatsoromban. A legnagyobb anomália az időszak elején, a legkisebb a 2000-es években mutatkozik. Csupán három télnél tartalmaz kevesebb hótakarós napot a CarpatClim adatbázis, akkor is mindössze néhány nap eltérés van a két adatsor között. A legnagyobb eltérést az 1964/65-ös téli szezonnál kaptam, 49 napot. Az 1961/62-2009/10-es időszakaszra illesztett lineáris trend jelentős, 10 napos csökkenést jelez az anomáliáknál.

A hótakarós napok számában jelentős többlet figyelhető meg a CarpatClim adatsornál. Ezzel szemben a legnagyobb hóvastagságoknál inkább a saját kelet-mecseki adatsorban fordulnak elő magasabb értékek. (62. ábra) A két adatbázis közti eltérés többnyire csupán néhány centiméter. Az illesztett trend néhány cm-es csökkenést mutat, ami abból következik, hogy az időszak második felében a CarpatClim adatsorban szereplő maximális hóvastagságok kicsit jobban elmaradnak a saját keleti-mecseki adatbázisban találhatóaktól. Jelentős, 10 cm feletti anomália az 1995/96-os tél kivételével kizárólag úgy fordult elő, hogy a CarpatClim adatbázisban voltak sokkal alacsonyabb hóvastagság-adatok.



62. ábra

A CarpatClim és a saját kelet-mecseki adatsor közötti anomáliák a maximális hóvastagságoknál téli szezononként, az 1961/62-2009/10-es időszakban, illesztett lineáris trenddel

A legnagyobb hóvastagság a vizsgált 49 tél során a saját és a CarpatClim adatbázisban is az 1969/70-es télhez tartozik, előbbinél 63 cm-es, a CarpatClim estén 62 cm-es maximális értékkel.

A CarpatClim adatbázis Kelet-Mecsekre vonatkozó hóvastagság adatsoráról összességében elmondható, hogy sokkal több napon tartalmaz összefüggő (legalább 1 cm) hóréteget, de az egyes szezonokban előforduló maximumok többnyire alacsonyabbak a saját kelet-mecseki adatsorban levő értékekhez képest.

Összefoglalás

A munkám elsődlegesen hosszútávú kelet-mecseki adatsorok létrehozására és azokon végzett elemzésekre irányult. A vizsgált időszak több mint egy évszázadot ölelt fel, így fontosnak tartottam egy csapadéktörténeti ismertetést, különös tekintettel a csapadékmérő-típusokra. Külön kitértem a hazai mérések történetére, valamint az egyes állomások feladataival is foglalkoztam.

Az nyers (eredeti) adatsorokat nekem kellett összeállítani. Az ehhez szükséges előkészületek még 2014 tavaszán indultak. A nyers adatsorokat Meteorológiai Évkönyvek, illetve állomási csapadéknaplók segítségével hoztam létre több állomásnál.

Az eredeti adatsorok sok hibát tartalmaztak, ezért minden adatsoron hibakeresést végeztem el, majd a hibákat javítottam.

A javított adatsorok létrehozása után ezeket egyesítettem egységes kelet-mecseki adatsorokba. Minden számítást az így létrejött mecseki adatsorok alapján végeztem.

Egy fejezetben a térség csapadék-klimatológiai jellemzőit ismertettem, majd külön kitértem két közelmúltbeli extrém időjárási eseményre is.

Az éghajlatban bekövetkező változások detektálására trend- és szignifikancia-vizsgálatokat végeztem több mint 10 éghajlati index esetében. A változásokat három időszagnál néztem. Több mint 400 szignifikancia-tesztet végeztem el az adatsorokon. Szignifikáns változásokat kevés esetben tapasztaltam. Szignifikáns változások nagy része a zivatarokhoz kapcsolódó klímaindexnél fordult elő nagyobb számban. Az éghajlati indexek vonatkoztak csapadékösszegekre, csapadékalakra és hóvastagságra egyaránt. Volt, ahol új éghajlati indexet is bevezettem, amire a trendelemzést szintén megcsináltam.

A munkám legfontosabb részének és eredményének a 113 éves időszakot lefedő napi hóvastagság adatsor elkészítését, valamint az azon végzett éghajlati elemzéseket tartom. A csapadék-klimatológia e területével az elmúlt néhány évtizedben szinte senki se foglalkozott.

A dolgozat záró fejezetében összehasonlítottam a létrehozott kelet-mecseki csapadékösszeg, illetve hóvastagság-adatsorokat a CarpatClim adatbázissal.

A kutatásaim során egy eddig kevésbé, csapadék szempontjából talán egyáltalán nem kutatott hegységről nyújtottam fontos ismereteket, az ottani csapadékviszonyokról és a XX. században bekövetkező változásokról. A rendelkezésre álló nagy mennyiségű összegyűjtött adatmennyiségnek köszönhetően további vizsgálatokat lehet végezni a Kelet-Mecsek éghajlatának, az abban bekövetkező változásoknak a kutatásában.

Köszönetnyilvánítás

Először is köszönöm az Országos Meteorológiai Szolgálatnak, hogy engedélyezték számomra a csapadéknaplók felhasználását. Köszönöm a Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóságnak, hogy a kelet-mecseki állomásairól az adatsorokat rendelkezésemre bocsátották és hozzájárultak feldolgozásukhoz.

Köszönet illeti a témavezetőmet, dr. Matyasovszky Istvánt, a csapadékmérésről hasznos információkat nyújtó Kiss Márton soproni állomásvezetőt.

Köszönet és elismerés illet minden mostani és egykori állomásvezetőt, észlelőt, akiknek a sok-sok éven át tartó munkájuk nélkül ez a dolgozat nem jöhetett volna létre.

Végül, de nem utolsó sorban köszönettel tartozom szüleimnek és mindazoknak, akik akár csak stilisztikailag hozzájárultak a dolgozat elkészítéséhez.

Irodalomjegyzék

- Alföldy D., 1899.: A meteorológiai műszerek és elemek, *K. M. Természettudományi Társulat, Budapest*, 93-97.
- Ambrózy P., Bartholy J., Bozó L., Hunkár M., Konkolyiné Bihari Z., Mika J., Németh P., Putsay M., Rimócziné Paál A., Szalai S., Kövér Zs., Tóth Z., Wantuch F., Zoboki J., 2001: Magyarország éghajlati atlasza, *Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest*, 107 p.
- Horváth E., Kapovits A., Weingartner F., 1987.: Meteorológiai megfigyelések kézikönyve (2. átdolgozott kiadás), *Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest*, 25., 35-36., 102-108., 120-121.
- Kurtyka, J. C., 1953.: Precipitation measurement study, *Illinois State Water Survey Rpt. of Investigation No. 20, Urbana*, 3-43.
- Mészáros R., 2013.: Meteorológiai műszerek és mérőrendszerek, *Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest*, 62-67.
<http://elte.prompt.hu/sites/default/files/tananyagok/MeteorologiaiMuszerekEsMerorendszerek/book.pdf>
- Réthly A., Bacsó N., 1938.: Időjárás-éghajlat és Magyarország éghajlata, *Magyar Meteorológiai Társaság, Budapest*, 113-117.
- Róna Zs., 1925.: Meteorológiai Megfigyelések Kézikönyve, *Magyar Meteorológiai Társaság, Budapest*, 59-64.
- Strangeways, I., 2007.: Precipitation: theory, measurement and distribution, *Cambridge University Press, New York*, 139-181.
- Szentimrey T., Lakatos M., Bihari Z., Szalai S., 2011.: Data Homogenization in the CarpatClim Project. In Seventh Seminar for Homogenization and Quality Control in Climatological Databases jointly organized with the Meeting of COST ES0601 (HOME) Action MC Meeting, *WMO WCDMP-No. 78*, 87-90.
- Ujváry K., 2010.: "Zsófia" és "Angéla" ciklon csapadék-szinoptikai közelítése és előrejelezhetősége, *Országos Meteorológiai Szolgálat*
http://owwww.met.hu/pages/Zsofia-Angela_ciklon_20100515-0604.php
- WMO, 2013.: The Global Climate 2001-2010: a decade of climate extremes, *WMO-No. 1103*, 10-13.

Wolfensberger H., 1985.: Vergleich der Messungen von Totalisatoren, Hellmann-Pluviometer, und Anetz-Wippengerät im Garten der SMA, *Schweizerische Meteorologische Anstalt, Zürich*, 5-23.

Internetes hivatkozások

[1 – SRTM3 adatok]

http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2_1/SRTM3/

[2 – Interaktív OMSZ térképek]

http://www.varaljamet.eoldal.hu/file/38/omsz_allomashalozat_2014.rar

[3 – noaa.gov]

List of publications containing climatological data for Hungary

http://docs.lib.noaa.gov/rescue/data_rescue_hungary.html

[4 – met.hu]

Éghajlati adatsorok 1901 – 2000 Pécs

http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_adatsorok_1901-2000/Pecs/magyar/Index2.htm

[5 – CarpatClim]

CARPATCLIM - A Kárpát-régió éghajlata

http://www.met.hu/omsz/palyazatok_projektek/carpatclim/bevezeto/

További források

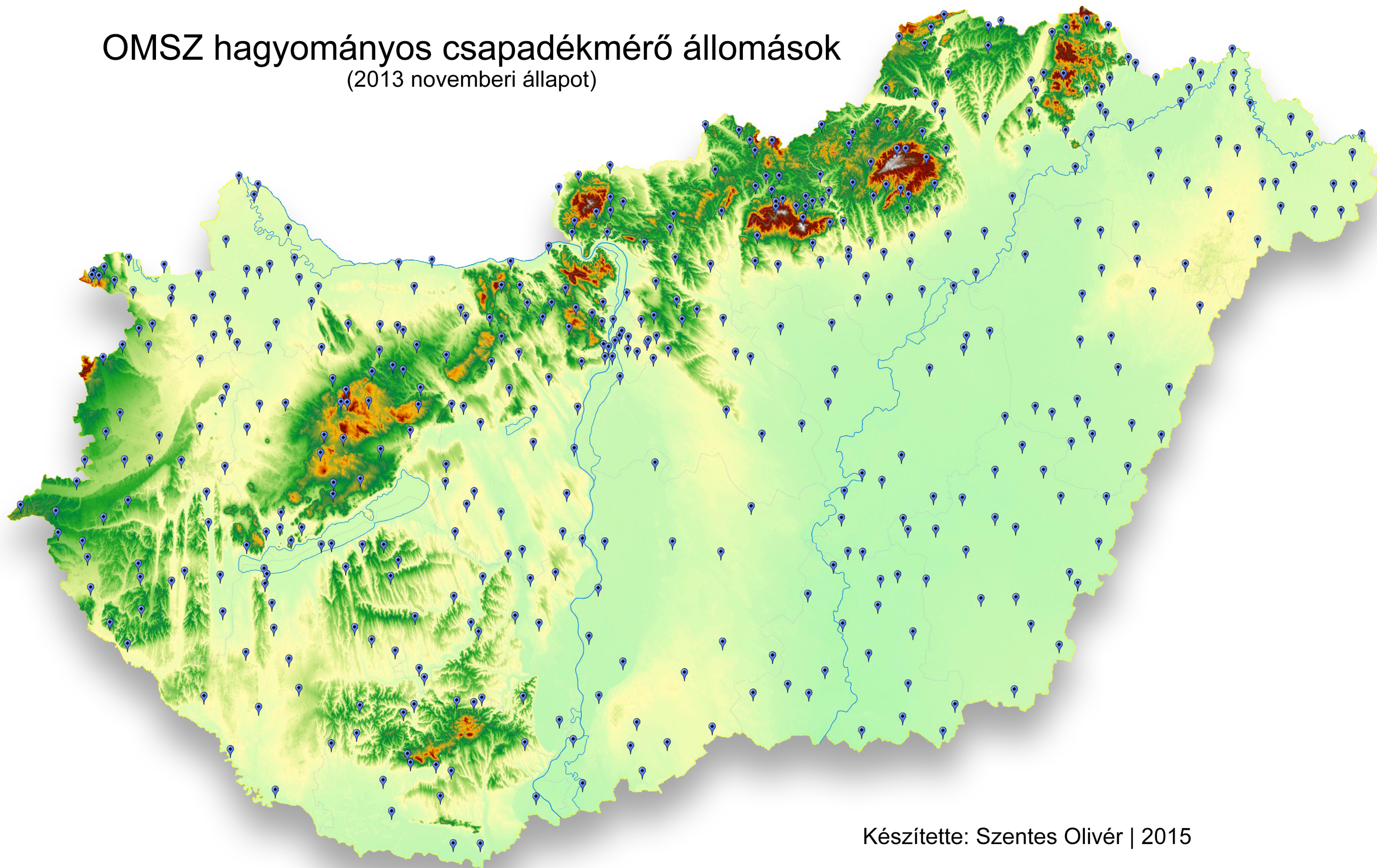
Évkönyvek: Az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ, Budapest) és jogelődjeinek évkönyvei 1901 – 1987-ig

Csapadéknaplók: Az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ, Budapest) és jogelődjei kelet-mecseki társadalmi csapadékmérő állomásainak csapadéknaplói 1951 – 2013-ig

A Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóság (DDVIZIG, Pécs) csapadékmérő állomásainak adatsorai 1972 – 2013-ig

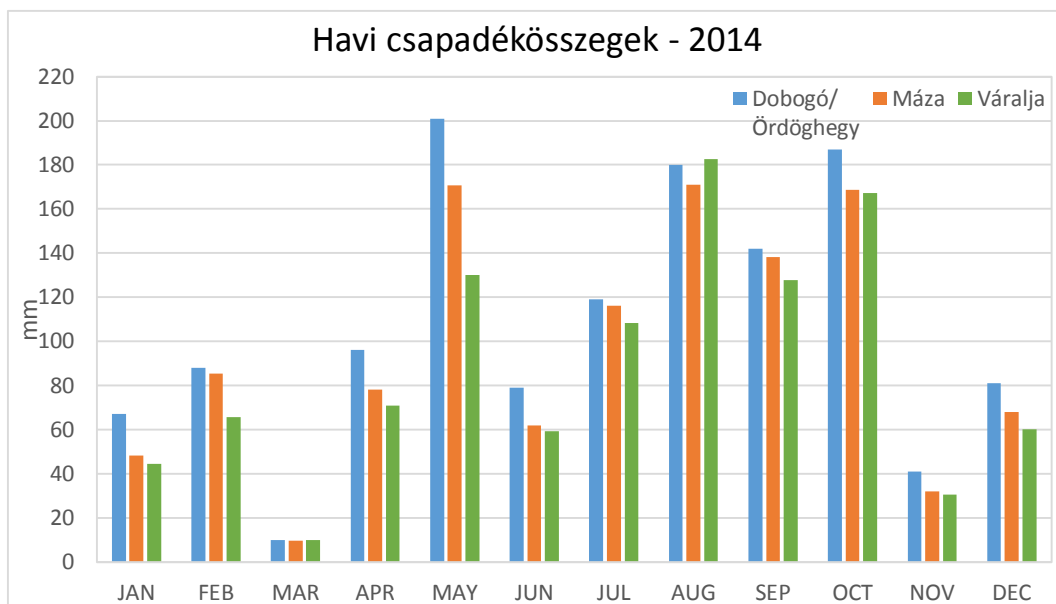
- Mellékletek -

OMSZ hagyományos csapadékmérő állomások (2013 novemberi állapot)



2. számú melléklet
2014. évi csapadékösszegek a Kelet-Mecsekben

Állomás	Váralja	Máza	Dobogó/ Ördöghegy
Magasság	155 m	200 m	594 m
Típus	Hellmann	Hellmann	Totalizátor
január	44,5 mm	48,1 mm	67 mm
február	65,7 mm	85,4 mm	88 mm
március	9,8 mm	9,5 mm	10 mm
április	71,0 mm	78,0 mm	96 mm
május	130,0 mm	170,6 mm	201 mm
június	59,2 mm	61,8 mm	79 mm
július	108,4 mm	116,1 mm	119 mm
augusztus	182,7 mm	171,1 mm	180 mm
szeptember	127,8 mm	138,3 mm	142 mm
október	167,2 mm	168,7 mm	187 mm
november	30,6 mm	32,0 mm	41 mm
december	60,1 mm	68,1 mm	81 mm
2014. év	1057,0 mm	1147,7 mm	1291 mm



3. számú melléklet

Lineáris trend alapján számított változások az egyes időszakokban, éghajlati indexenként

Szignifikáns változások szürke háttérrel szerepelnek.

(rövidítések: TAV: tavasz; TENY: tenyészidőszak; ÉV*: hónál a téli szezon [szept-máj.]

	JAN	FEB	MÁR	ÁPR	MÁJ	JÚN	JÚL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC
1901-2013	4,42	3,54	-6,81	-28,54	-0,76	20,63	6,28	14,79	8,38	-20,68	3,96	16,76
1951-2013	-0,05	-0,41	1,66	-17,05	19,30	-9,43	-9,81	2,60	35,52	7,85	-2,62	7,05
1981-2013	-2,98	18,80	0,57	-1,11	30,06	11,03	-4,34	-2,67	33,77	3,04	2,55	3,19

	TÉL	TAV	NYÁR	ŐSZ	TENY	ÉV
1901-2013	27,58	-36,11	41,70	-8,34	20,78	21,98
1951-2013	10,08	3,91	-16,63	40,74	21,14	34,61
1981-2013	30,37	29,52	4,01	39,36	66,73	91,90

Csapadékösszegek, RR (változás: mm)

	JAN	FEB	MÁR	ÁPR	MÁJ	JÚN	JÚL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC
1951-2013	-0,24	-0,57	-0,15	-0,64	0,92	-0,96	-0,09	1,78	2,82	1,24	-0,36	1,01
1981-2013	2,01	1,51	-1,97	-1,36	0,26	-3,33	0,73	1,20	2,63	0,52	1,94	1,78

	TÉL	TAV	NYÁR	ŐSZ	TENY	ÉV
1951-2013	0,80	0,13	0,72	3,71	3,83	4,76
1981-2013	6,95	-3,07	-1,40	5,09	0,13	5,91

Csapadékos napok száma, RR0.1 (változás: nap)

	JAN	FEB	MÁR	ÁPR	MÁJ	JÚN	JÚL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC
1951-2013	-0,55	0,68	-1,41	-1,66	0,71	-1,88	-1,56	0,96	1,30	0,60	-0,68	0,64
1981-2013	1,34	3,84	-0,43	-1,66	2,70	-2,14	0,64	1,37	1,19	0,39	0,57	1,72

	TÉL	TAV	NYÁR	ŐSZ	TENY	ÉV
1951-2013	1,51	-2,36	-2,48	1,21	-2,13	-2,86
1981-2013	8,03	0,61	-0,13	2,14	2,10	9,52

1 mm feletti csapadékú napok száma, RR1 (változás: nap)

	JAN	FEB	MÁR	ÁPR	MÁJ	JÚN	JÚL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC
1951-2013	-0,02	-0,13	0,10	-0,91	0,25	-0,47	0,13	0,06	1,43	0,82	-0,53	0,11
1981-2013	-0,25	1,08	0,45	-0,35	0,30	0,39	0,28	-1,30	1,78	0,60	-0,29	0,45

	TÉL	TAV	NYÁR	ŐSZ	TENY	ÉV
1951-2013	0,12	-0,56	-0,29	1,73	0,49	0,85
1981-2013	2,00	0,40	-0,64	2,09	1,08	3,12

Nagy csapadékú napok száma, RR10 (változás: nap)

	ÉV
1951-2013	9,61
1981-2013	25,87

Maximális ötnapi csapadékösszeg, RX5 (változás: mm)

	JAN	FEB	MÁR	ÁPR	MÁJ	JÚN	JÚL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC
1951-2013	-1,56	-0,03	2,03	-1,40	8,79	2,25	1,66	3,61	15,28	1,95	-0,82	3,81
1981-2013	0,85	3,14	-2,87	4,58	8,26	7,29	2,55	5,33	8,80	2,70	-2,25	-4,86

	TÉL	TAV	NYÁR	ŐSZ	TENY	ÉV
1951-2013	5,28	8,31	-0,87	9,03	9,18	10,88
1981-2013	-0,96	10,93	6,10	9,41	12,68	13,42

Maximális napi csapadékösszeg, RX1 (változás: mm)

	JAN	FEB	MÁR	ÁPR	MÁJ	JÚN	JÚL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC
1951-2013	-0,15	-0,09	-0,56	-1,28	0,77	-0,28	-0,76	-0,93	2,03	0,07	-0,27	0,13
1981-2013	-0,32	0,79	-0,10	0,01	1,77	1,72	-0,22	-2,01	0,56	0,16	-1,30	-0,22

	TÉL	TAV	NYÁR	ŐSZ	TENY	ÉV
1951-2013	0,23	0,10	-0,51	0,71	0,07	0,08
1981-2013	0,30	1,20	0,44	0,09	0,93	0,51

Napi csapadékinzintési index, SDII (változás: mm/nap)

	NOV	DEC	JAN	FEB	MÁR	ÁPR	TÉL	TAV	ŐSZ	ÉV	ÉV*
1951-2013	0,16	0,12	-2,28	-0,52	-1,35	-0,27	-2,73	-1,84	0,32	-4,20	-4,27
1981-2013	-0,34	-1,45	-0,96	0,97	-0,26	-0,70	-0,22	-0,95	-0,11	-2,50	-1,90

Havas napok száma (változás: nap)

	JAN	FEB	MÁR	ÁPR	MÁJ	JÚN	JÚL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC
1901-2013	0,08	0,08	-0,04	0,26	0,13	0,16	-0,86	1,11	0,65	0,19	-0,01	-0,01
1951-2013	0,12	0,09	0,56	0,74	3,28	0,65	0,95	2,63	1,26	0,58	0,27	0,13
1981-2013	0,12	-0,04	0,81	-0,26	1,14	1,45	0,75	1,42	-0,33	0,05	0,40	-0,25

	TÉL	TAV	NYÁR	ŐSZ	TENY	ÉV
1901-2013	0,15	0,35	0,42	0,83	1,45	1,75
1951-2013	0,36	4,58	4,19	2,10	9,47	11,21
1981-2013	-0,12	1,70	3,63	0,12	4,18	5,27

Zivataros napok száma (változás: nap)

	NOV	DEC	JAN	FEB	MÁR	ÁPR	TÉL	TAV	ŐSZ	ÉV*
1901-2013	-0,64	0,29	-4,76	-2,46	1,29	-0,13	-6,93	1,16	-0,69	-6,46
1951-2013	0,89	4,25	-7,31	0,80	-1,67	0,12	-2,26	-1,63	0,89	-3,00
1981-2013	-1,05	2,36	-7,56	0,49	0,13	-0,24	-4,71	-0,11	-1,05	-5,86

Hótakarós napok száma (változás: nap)

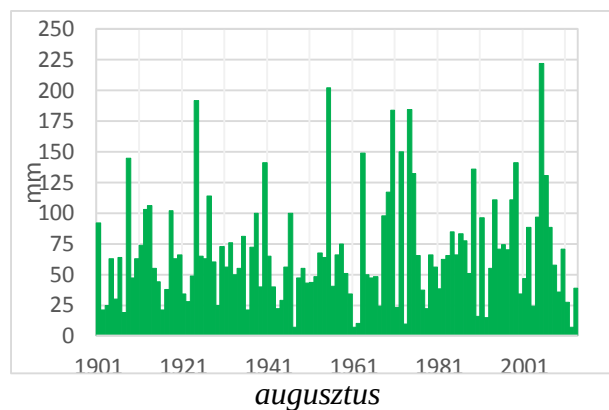
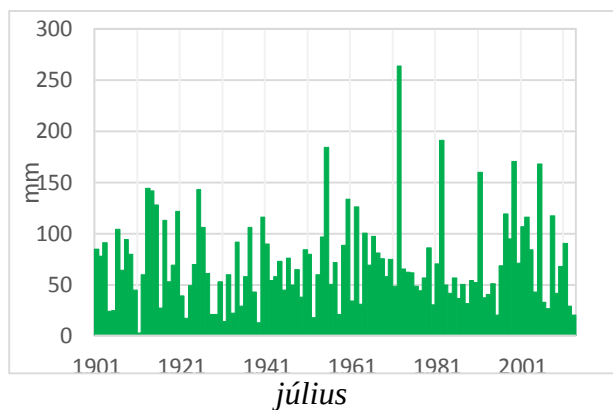
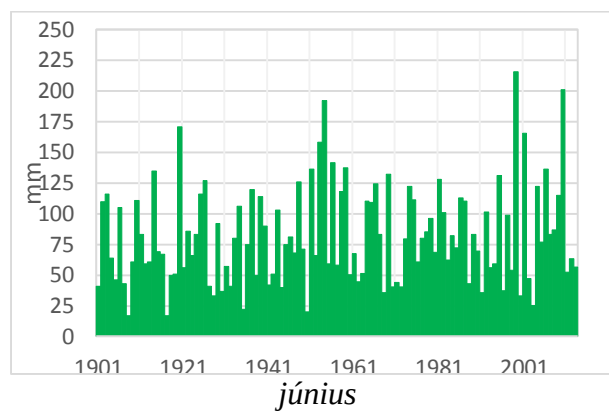
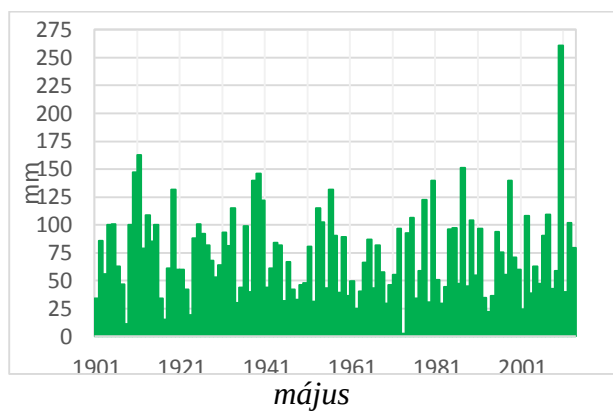
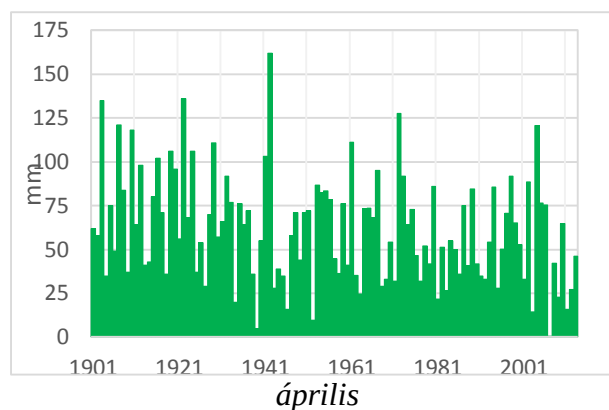
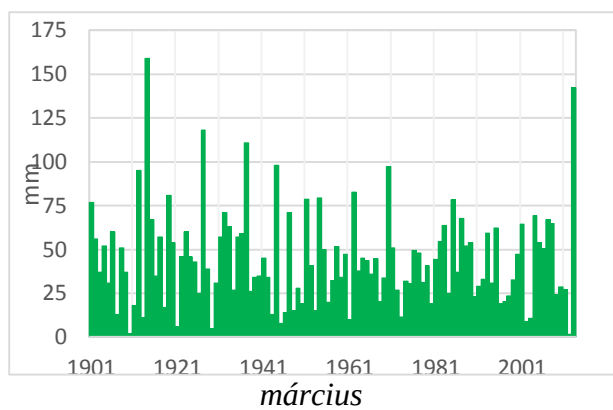
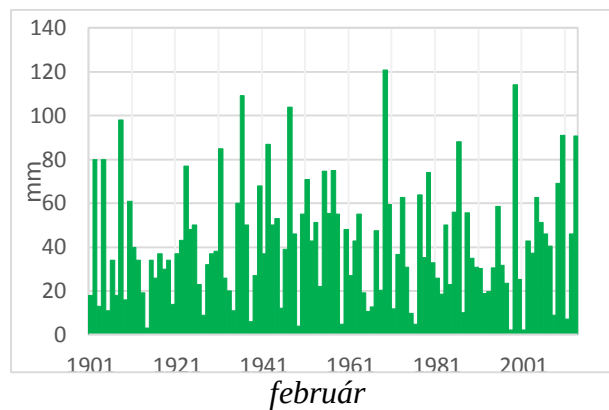
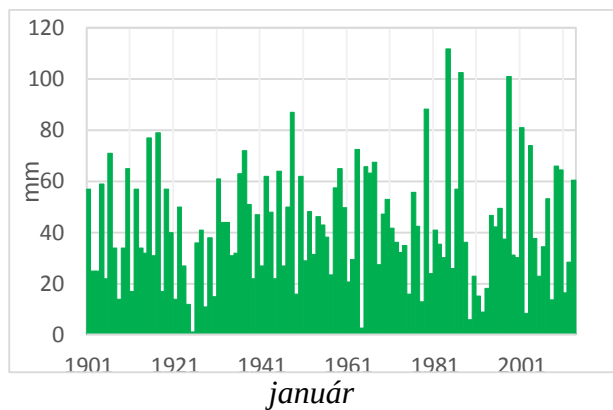
	NOV	DEC	JAN	FEB	MÁR	ÁPR	TÉL	TAV	ŐSZ	ÉV*
1901-2013	-1,83	1,16	-2,46	-1,52	0,82	-1,16	-2,82	-0,33	-2,16	-5,31
1951-2013	1,73	5,17	-4,88	2,60	-1,89	0,11	2,90	-1,86	1,70	2,74
1981-2013	-1,71	3,68	-4,53	1,26	0,52	-0,09	0,41	0,44	-1,71	-0,87

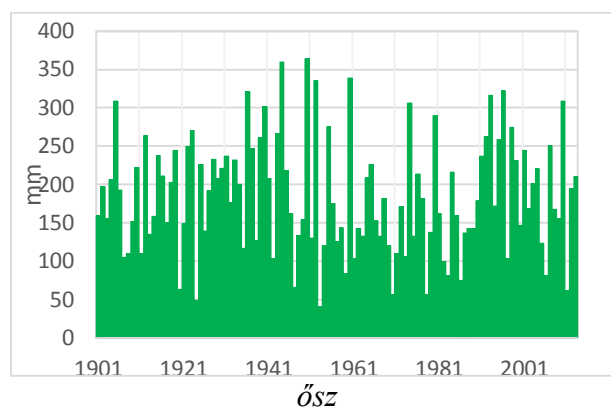
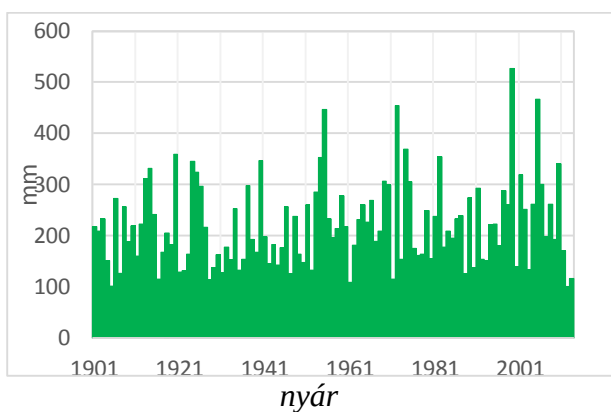
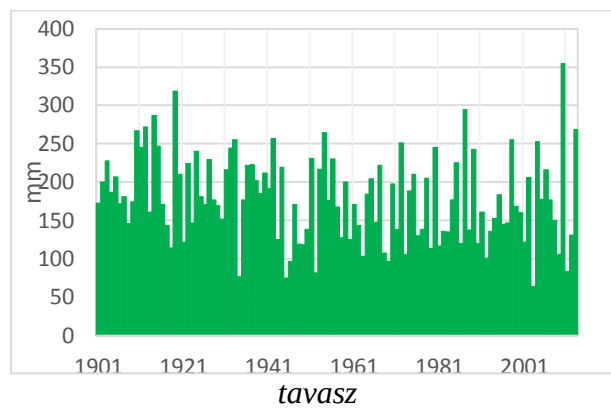
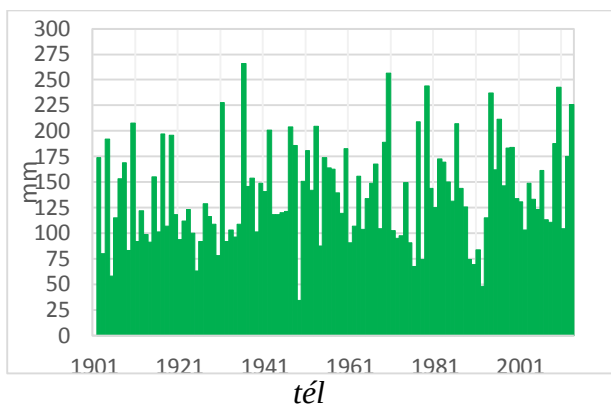
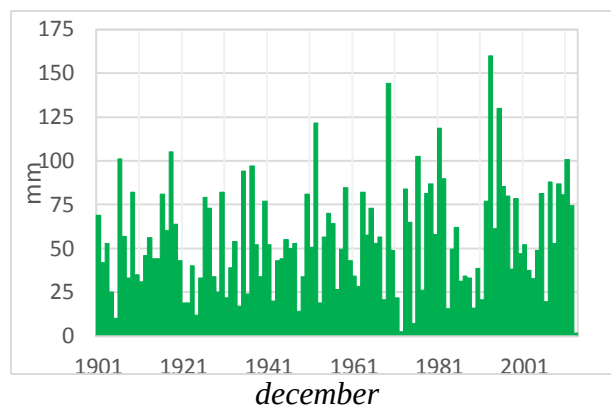
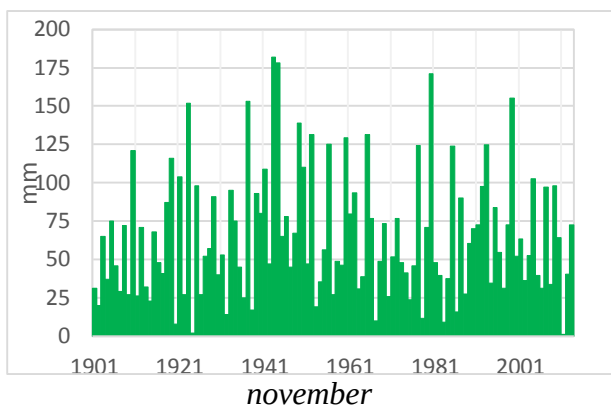
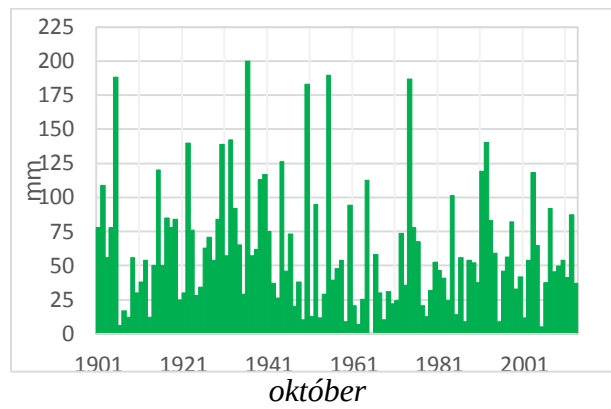
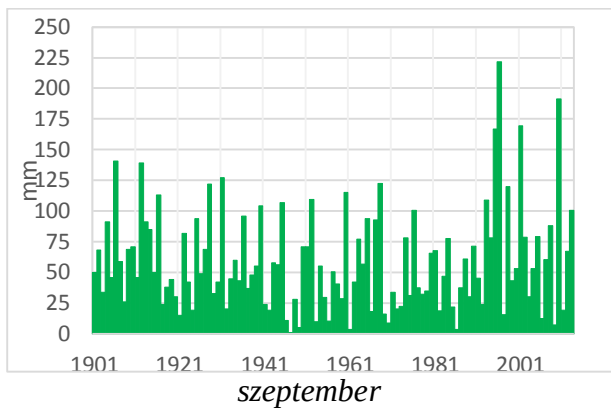
Abszolút hótakarós napok száma (változás: nap)

	NOV	DEC	JAN	FEB	MÁR	ÁPR	TÉL	TAV	ŐSZ	ÉV*
1901-2013	3,49	4,34	1,39	-3,93	2,04	-1,68	0,16	0,24	3,35	1,82
1951-2013	2,45	5,62	-7,15	-2,52	-2,28	-0,14	-4,77	-1,74	2,45	-1,81
1981-2013	-5,79	3,73	-6,71	-2,34	4,42	-0,76	-2,35	4,12	-5,79	0,53

Maximális hóvastagság (változás: cm)

4. számú melléklet
Havi és évszakos csapadékösszegek a Kelet-Mecseknél az 1901-2013-as időszakban





Nyilatkozat

Név: Szentés László Olivér

Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar
földtudományi szak
meteorológus szakirány

Neptun azonosító: M13FHT

Szakedolgozat címe: A Kelet-Mecsek csapadékviszonyai az 1901-2013-as időszakban

A **szakedolgozat** szerzőjeként fegyelmi felelősségem tudatában kijelentem, hogy a dolgozatom önálló munkám eredménye, saját szellemi termékem, abban a hivatkozások és idézések standard szabályait következetesen alkalmaztam, mások által írt részeket a megfelelő idézés nélkül nem használtam fel.

Budapest, 2015. április 28.

a hallgató aláírása