

A MAGYARORSZÁGI CSAPADÉK STABILIZOTÓP-ÖSSZETÉTELÉNEK ALAKULÁSA A FORRÁSRÉGIÓ ÉS A METEOROLÓGIAI TÉNYEZŐK TÜKRÉBEN

Czuppon György¹, Bottyán Emese², Kristóf Erzsébet², Weidinger Tamás², Haszpra László^{3,4}, Kármán Krisztina¹

¹CSFK, Földtani és Geokémiai Intézet

²ELTE, Meteorológiai Tanszék

³OMSZ

⁴CSFK, Geodéziai és Geofizikai Intézet

BEVEZETÉS

A természetes vizek stabilizotóp-összetételének vizsgálata az 1960-as évekre nyúlik vissza, amikor felismerték, hogy a vízkörforgás egyes elemeinek (pl. csapadék) hidrogén- és oxigénizotóp-összetétele fontos információt nyújthat a különböző hidrológiai, hidrogeológiai, valamint meteorológiai folyamatok megismerésében. Ezért a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség és a Meteorológiai Világszervezet elkezdte a világ közel 300 pontján a csapadékminták gyűjtését és elemzését. Ezzel párhuzamosan elkezdődött azoknak a tényezőknek feltérképezése, amelyek befolyással, hatással vannak a csapadék stabilizotóp-összetételére az egyes régiókban. Magyarországon azonban csak 2012-ben kezdődött el az egész országot lefedő csapadékgyűjtés stabilizotóp elemzés céljából az Országos Meteorológiai Szolgálat és a CSFK Földtani és Geokémiai Intézet együttműködésének keretében (Bottyán et al., 2017; Czuppon et al., 2017). Ennek az együttműködésnek köszönhetően hat meteorológiai állomáson (Farkasfa, Pécs, Budapest, K-pusztá, Szeged és Kékes, 1. ábra) a napi csapadék stabil hidrogén- és oxigénizotóp-összetételét határoztuk meg. A stabilizotóp-összetétel tér- és időbeli változékonyságán túl megvizsgáltuk annak kapcsolatát különböző meteorológiai elemekkel (pl.: hőmérséklet, csapadék mennyiség) és a csapadék forrásrégiójával.

MÓDSZEREK

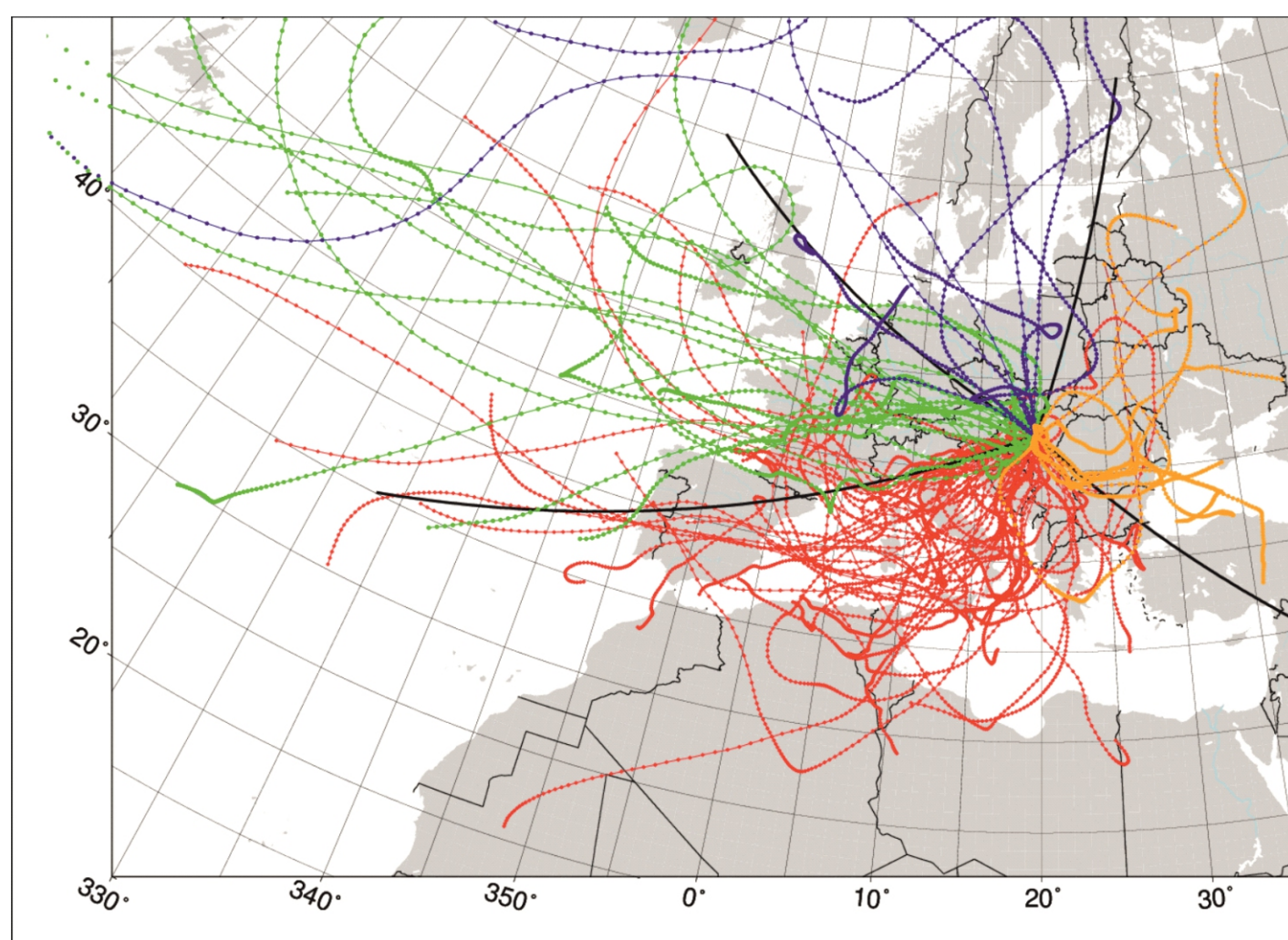
MINTAGYŰJTÉS: A napi mintákat hat állomáson (1. ábra) minden reggel közép-európai idő szerint reggel 8 órakor (Universal Time Coordinated, UTC szerint reggel 7 órakor) az észlelő begyűjti, így a csapadékminta az azt megelőző 24 óra alatt lehullott csapadékot reprezentálja. Az automata csapadékmintavevők valamivel 0 °C fölé vannak tomosztálva, annak érdekében, hogy a lehullott csapadék megolvadjon, illetve hőmérséklet-csökkenés esetén megakadályozza annak megfagyását.

IZOTÓP: A csapadékminták stabilizotóp-összetételének meghatározása Los Gatos Research LWIA-24d lézer analízissal történt a Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Földtani és Geokémiai Intézetében. Az eredményeket a nemzetközi VSMOW (Vienna Standard Mean Ocean Water) sztenderdhez viszonyítva ezrelékben adjuk meg a szokásos delta (δ) jelöléssel.

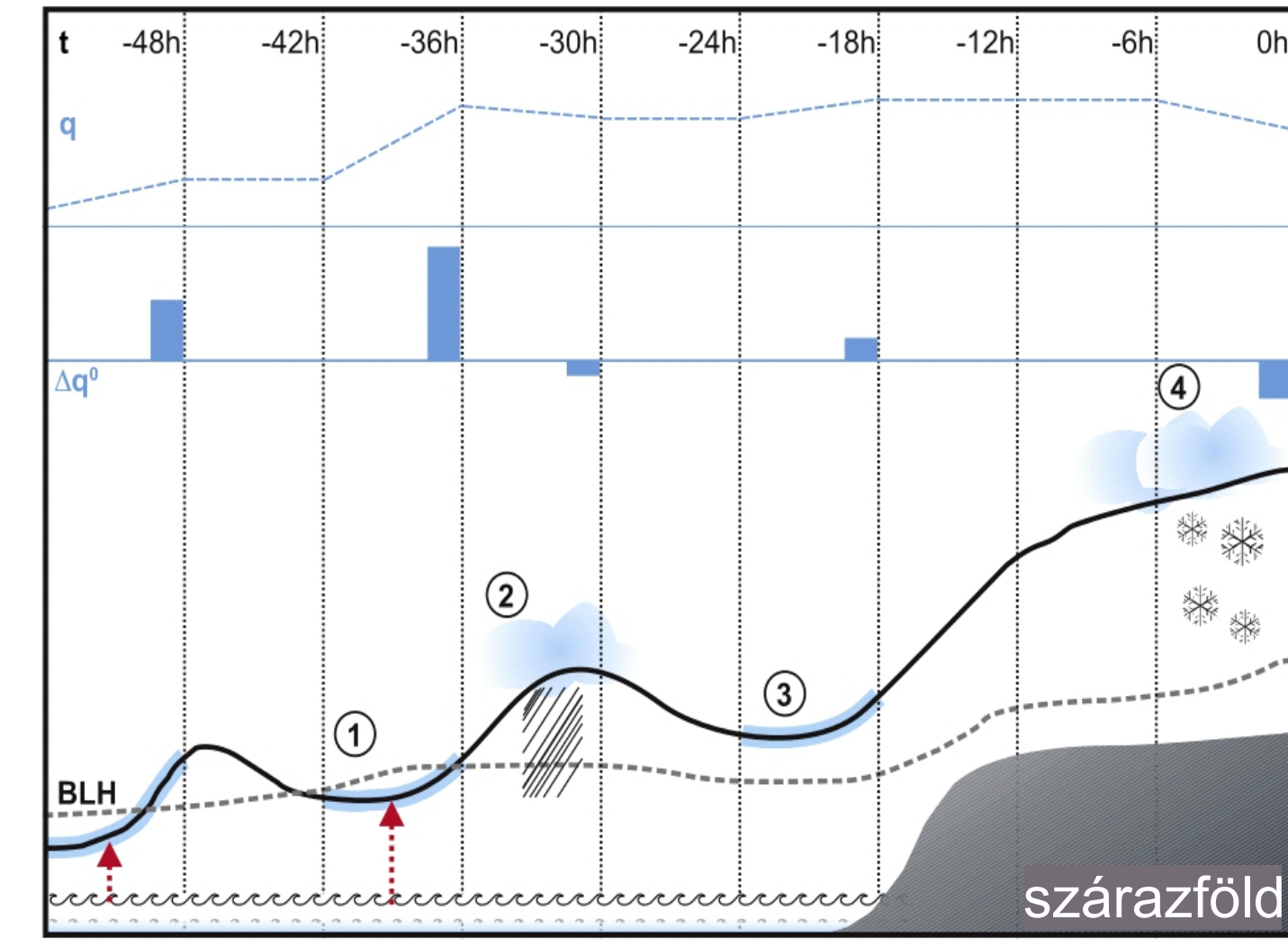
FORRÁSRÉGIÓ: A Magyarországon csapadék formájában lehulló nedvesség forrásrégióit ún. backward trajektóriák segítségével térképeztük fel. A trajektóriák meghatározásához a National Oceanic and Atmospheric Administration Air Resources Laboratory (NOAA ARL) által fejlesztett HYSPLIT modellt használtuk a GDAS (Global Data Assimilation System) 1°-os térbeli felbontású adatbázison minden csapadékos napra, 500, 1500 és 3000 m magasságra (2. ábra). A nedvesség forrásrégióit az óránként számított specifikus nedvesség tartalom alapján határoztuk meg (3. ábra).

FŐKOMPONENSANALÍZIS:

Statistikai kapcsolatot kerestünk a forrásrégiók és a d-többlet ($d\text{-többlet} = \delta D - \delta^{18}O \times 8$) között. Mivel a forrásrégiók nem független változók, a megfelelő vizsgálati módszer a főkomponens elemzés. Ennek során a megfigyeléseinket – ez esetben a d-többlet értékeket – a főkomponensek által meghatározott térben elemezzük. Az első két főkomponens által kifeszített síkban vizsgáljuk meg a megfigyelések elrendeződését, amelyből arra következtethetünk, hogy melyik forrásrégió a leghangúlyosabb az adott megfigyelés esetén.



2. ábra: Az ún. „backward” trajektóriákat a NOAA HYSPLIT modell segítségével állítottuk elő három magassági szintre.



3. ábra: A trajektória mentén a teljes specifikus nedvességi növekményt és csökkenést is meghatároztuk abból a célból, hogy pontosan lehatároljuk a nedvesség forrásrégióját. Forrás: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2007JD008503>

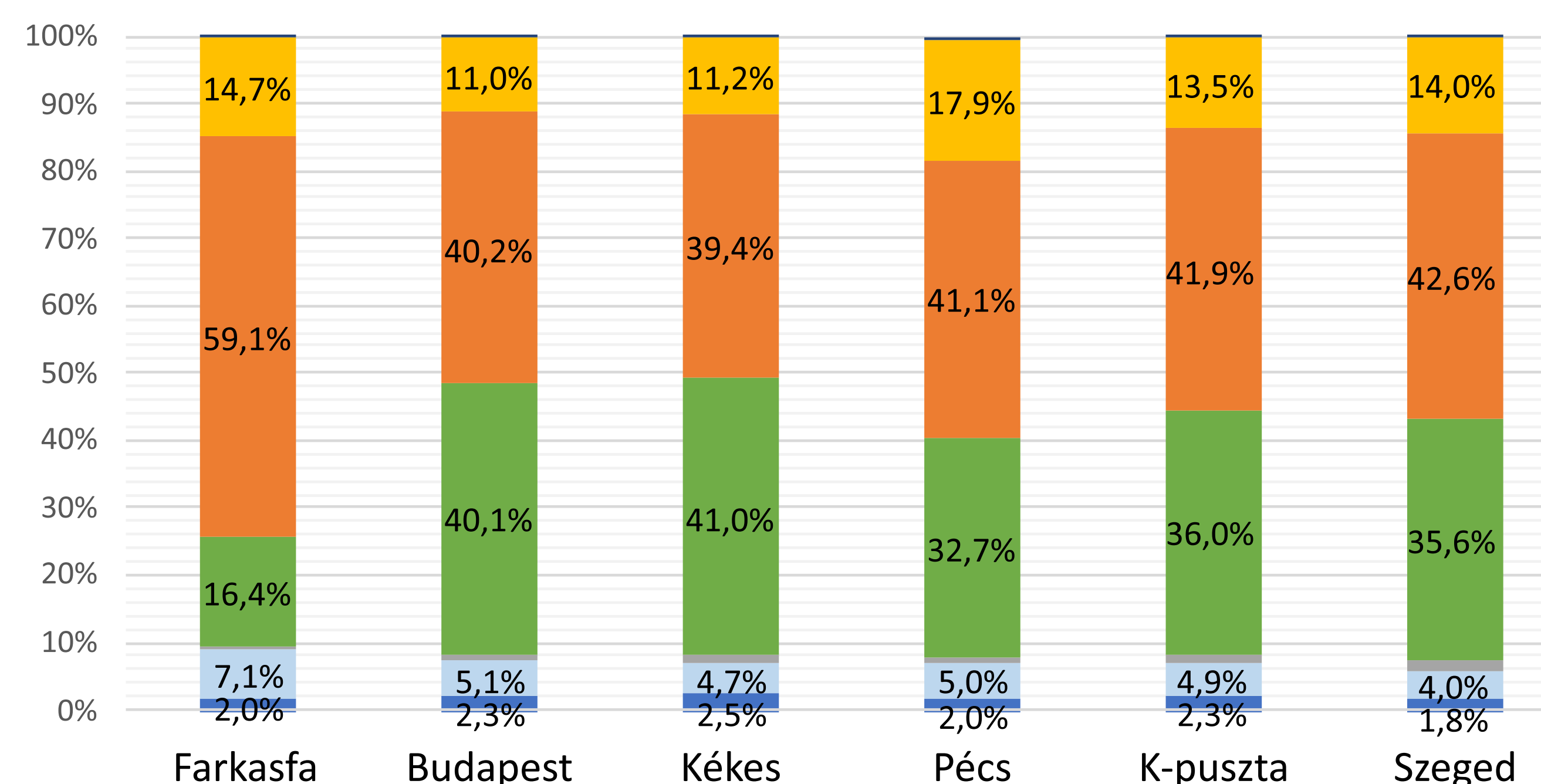


1. ábra: Napi csapadék-mintagyűjtésben résztvevő meteorológiai állomások.

EREDMÉNYEK-1

A csapadék monitoring keretében elsőként meghatároztuk a magyarországi csapadék forrásrégióinak egymáshoz viszonyított arányát (4. ábra). Az első eredmények arra utalnak, hogy a magyarországi csapadék tengeri forrásrégiói közül a mediterrán térség a legjelentősebb, amit az Atlantikum és Északi-tengerek térsége követ.

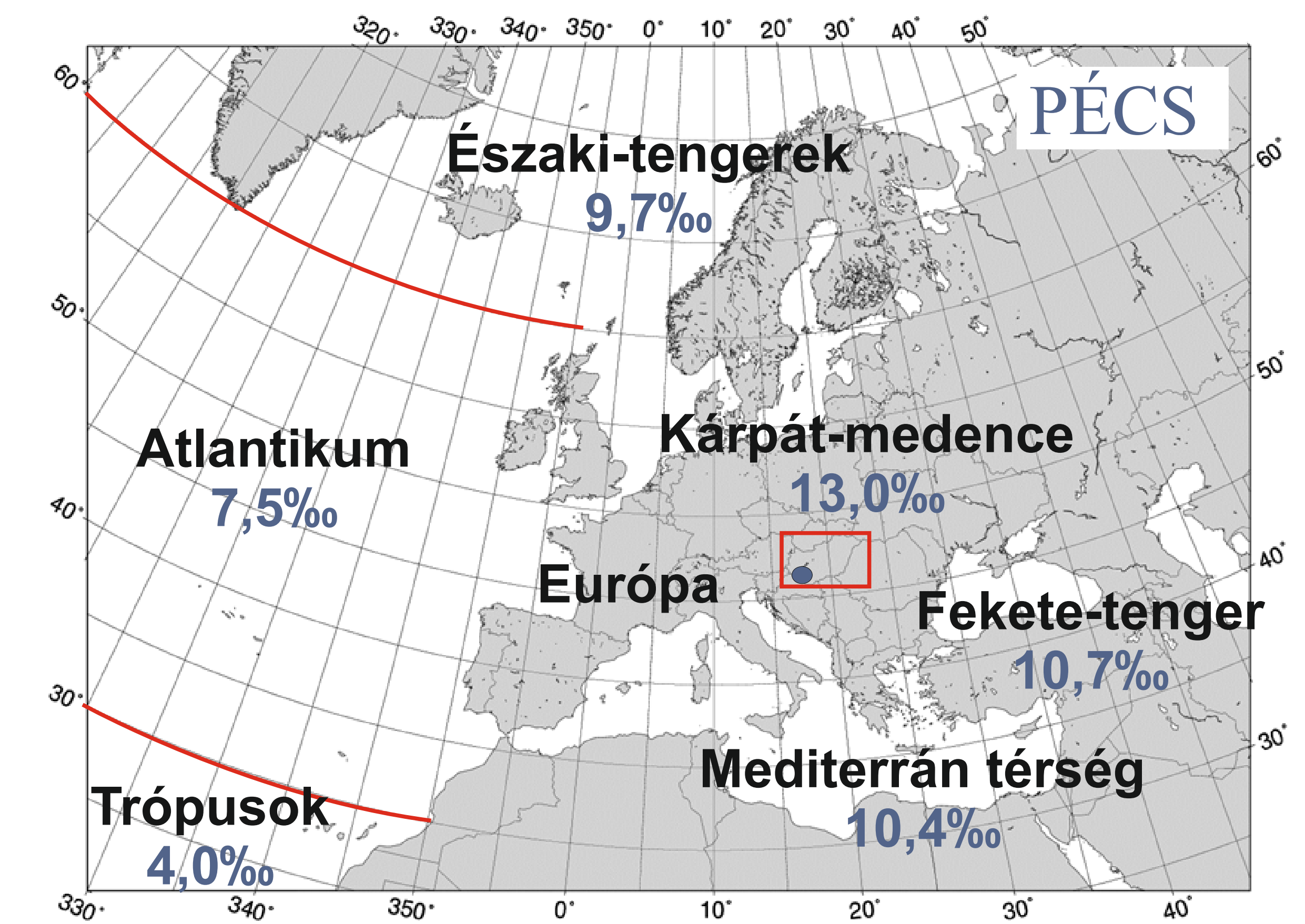
■ Északi tengerek ■ Atlantikum ■ Fekete-tenger ■ Kárpát-medence
■ Európa ■ Földközi-tenger ■ Trópusok



4. ábra: A forrásrégiók teljes százalékos hozzájárulása a 2013 – 2017 időszakban a csapadék mennyiségéhez az egyes állomásokon.

EREDMÉNYEK-2

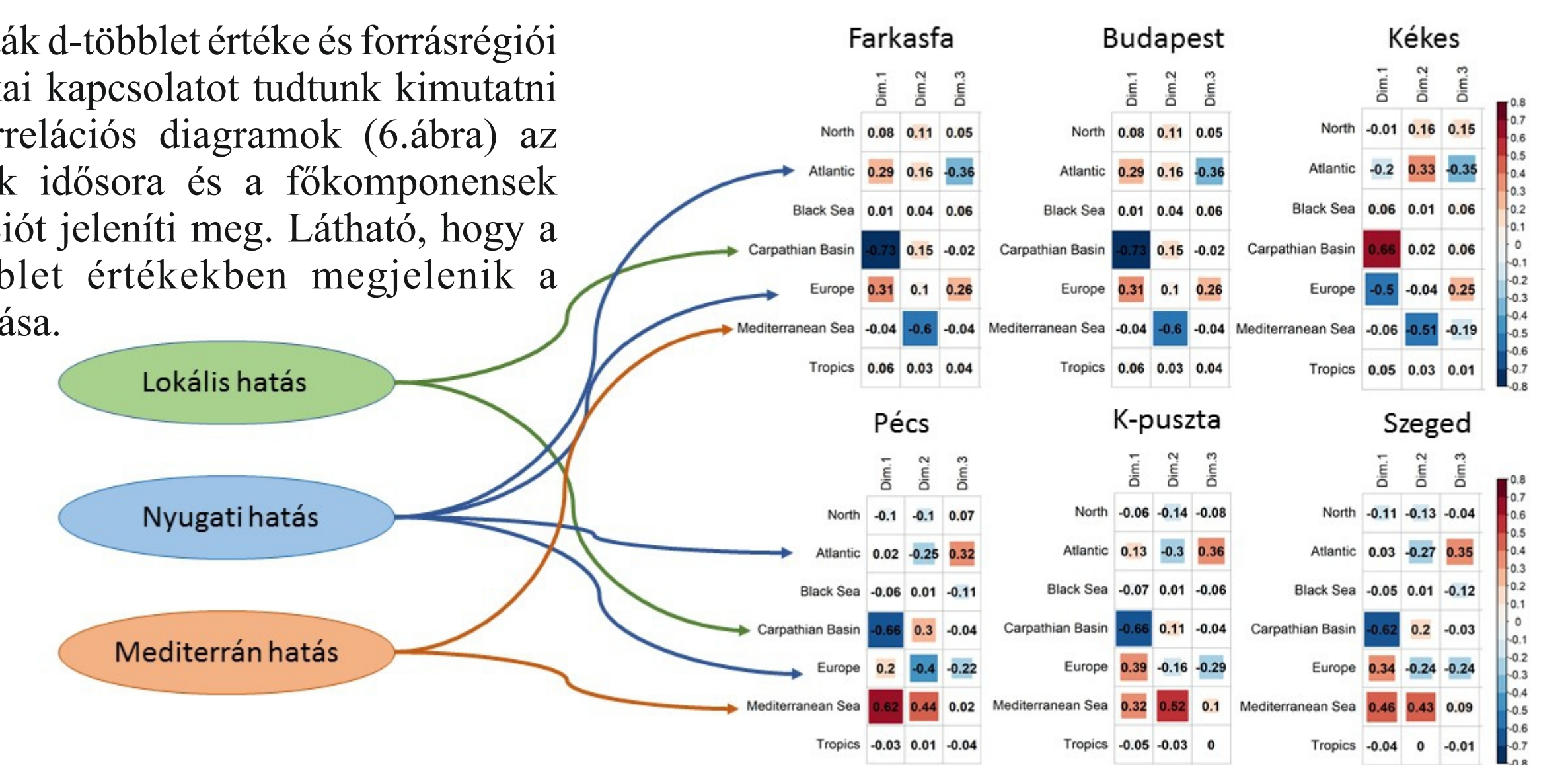
A különböző forrásrégióra a csapadék stabilizotóp-összetételéből számolt deutérium-többlet érték szisztematikus eltérést mutatott, amely arra utal, hogy a csapadék stabilizotóp-összetétele megőrzött információt a forrásrégióra vonatkozóan is (5. ábra).



5. ábra: A különböző forrásrégióra meghatározott mennyiséggel súlyozott d-többlet érték.

EREDMÉNYEK-3

A csapadékminták d-többlet értéke és forrásrégiói között statisztikai kapcsolatot tudunk kimutatni (6. ábra). A korrelációs diagramok (6. ábra) az eredeti változók időszora és a főkomponensek közötti korrelációt jeleníti meg. Látható, hogy a deutérium-többlet értékekben megjelenik a forrásrégiók hatása.



6. ábra: Főkomponens elemzés. Az első főkomponensben a Kárpát-medence, a második főkomponensben a Mediterráneum, a harmadik főkomponensben pedig az Atlantikum domináns a forrásrégiók közül.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönjük az OMSZ állomásvezetőinek és az állomások személyzetének a mintagyűjtésben – és tárolásban nyújtott segítségét. A kutatómunka az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-19-3 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának szakmai támogatásával készült. A kutatáshoz az anyagi háttérrel az NKFIH (OTKA NK 101664 és PD 121387 számú projekt) biztosította. A kutatómunka során Czuppon György a Bolyai János Kutatói Ösztöndíjban részesült. Továbbá, a kutatást a Széchenyi 2020 program, Magyarország Kormánya és az Európai Regionális Fejlesztési Alap támogatta (GINOP-2.3.2-15-2016-00028).