

Állatorvostudományi Egyetem

Ökológiai Tanszék

A budai Sas-hegyen élő kaszpi haragossiklók élőhelyválasztása a mikroklímaadatok alapján, a meteorológiai klímaadatok összehasonlításával

Készítette: Zátonyi Bálint

Témavezető: Dr. Korsós Zoltán

Állatorvostudományi Egyetem, Ökológiai Tanszék

Társtémavezető: Dr. Kovács Bence

Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és Botanikai Intézet

Budapest, 2022

Absztrakt

A kaszpi haragossikló (*Dolichophis caspius* (Gmelin, 1789)) a siklófélék (Colubridae) családjába tartozó pontokaszpi faunaelem. Az eddigi szakirodalmi adatok alapján a kaszpi haragossikló élőhelyválasztását befolyásoló tényezők közé tartozik a déli kitettség, az intenzív napsütés, jelentős vertikális tagoltság, szabad sziklafelszín, illetve a szegély jellegű vegetáció. A Budai Sas-hegy Természetvédelmi Területre kihelyezett mikroklímamérők adatai alapján összevettem a haragossikló-élőhelyeken mért talaj- és léghőmérsékletet, a relatív páratartalmat, illetve a beeső fény mennyiségét az élőhelyként valószínűtlen foltokon mért adatokkal. Az eredmények alapján kijelenthető, hogy a haragossiklók élőhelyválasztását befolyásolják az említett mikroklimatikus tényezők. Továbbá a két élőhelytípuson mért értékek különbsége jelentősebb nyáron, mint tavasszal.

Abstract

The microhabitat selection of the caspian whipsnakes living on Sas-hill, based on microclimate data

The caspian whipsnake (*Dolichophis caspius* (Gmelin, 1789)) is a Ponto-Caspian species, belonging to the family Colubridae. Previous research shows this species favors open habitats with sparse vegetation, southern exposure, intensive sunlight, and considerable microtopographic heterogeneity. Microclimate loggers were placed across the Sas-hegy Nature Reserve, both on potential whipsnake habitats, and habitats not suitable for the model species. Air temperature, soil temperature, relative humidity and photosynthetically active radiation data were collected. The result shows the caspian whipsnake's habitat selection depends on the measured microclimatic values. Furthermore, there are seasonal differences between the two habitat types, and this difference is significantly larger during the summer months.

Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	4
Célkitűzések	4
Anyag és módszer.....	5
A faj bemutatása	6
Adatgyűjtés	6
Adatfeldolgozás, adatelemzés	8
Eredmények.....	10
Diszkusszió.....	18
Összefoglalás.....	19
Irodalomjegyzék.....	21
Köszönetnyilvánítás	25
Nyilatkozatok	26

Bevezetés

A mikroklimatikus tényezők jelentősen befolyásolják az élőlények életmenetét. A hüllők – mint ektoterm állatok – nem képesek elég belső hőt termelni testhőmérsékletük szabályozására. Emiatt különösen érzékenyek a hőmérséklet mértékére. Anyagcseréjük sebessége, illetve ön- és fajfenntartási viselkedéseik (helyváltoztatás, táplálkozás, szaporodás) a környezettől függenek [1, 2, 3, 4, 5]. Ez okból kifolyólag a hüllők úgynevezett viselkedési hőszabályozásra (például napozás) hagyatkoznak [6, 7, 8, 9, 10].

A hőmérséklet mellett a beeső fény mennyisége is kritikus a hüllők számára. Az ultraibolya sugárzás hatására a kalcium-anyagcseréhez nélkülözhetetlen D3-vitamin képződik előanyagából [11]. Ezen kívül a megvilágítás időtartamának hatása van a szaporodási viselkedés beindulására, illetve a szaporodás sikerességére [12, 13].

A hüllők új előfordulási területeinek kereséséhez [14], illetve élőhelyeik klimatikus viszonyainak jellemzéséhez [15] bevett gyakorlat olyan globális klímaadatbázisok használata, mint amilyen a WorldClim [16]. Az ilyen adatok azonban gyakran nem adnak pontos képet a vizsgált faj mikroklíma-igényeiről. A hüllők többsége talajhoz közeli mikroélőhelyeken él, ezzel szemben a meteorológiai mérőállomások adatgyűjtése rendszerint a talajszintnél jelentősen magasabbra (2 méter) kihelyezett szenzorokkal történik. Ez alapján feltételezhető, hogy a meteorológiai adatok és a hüllőélőhelyek mikroklíma-adatai között jelentős különbség adódik.

Célkitűzések

Szakedolgozatom keretein belül az alábbi kérdéseket vizsgáltam:

Milyen mikroklíma jellemezi a sas-hegyi kaszpi haragossiklók élőhelyének feltételezett és azon kívül eső élőhelyfoltokat? Milyen a talaj- és léghőmérséklet, a relatív páratartalom, illetve a beeső fény mennyisége?

Hogyan különböznek ezek a mikroklímaadatok a meteorológiai mérőállomások adataitól?

Hipotézisünk az volt, hogy a haragossikló-élőhelyek mikroklímája szignifikánsan különbözik az élőhelyként valószínűtlen foltokétól: nagyobb beeső fénymennyiséget, illetve magasabb talaj- és léghőmérsékletet vártunk, valamint szezonális eltéréseket a különbségek erősségében (jelentősebb eltérések nyáron, mint tavasszal). Feltételeztük továbbá, hogy az általános meteorológiai állomások adatsoraival összehasonlítva, a mikroklímamérések alapján a léghőmérséklet napi átlagai és maximumai magasabbak lesznek, a napi minimumok pedig alacsonyabbak, a mikroklíma-változók variabilitása – különösen a potenciális siklóészlelési helyeken – nagyobbak.

Anyag és módszer

A vizsgálati terület bemutatása

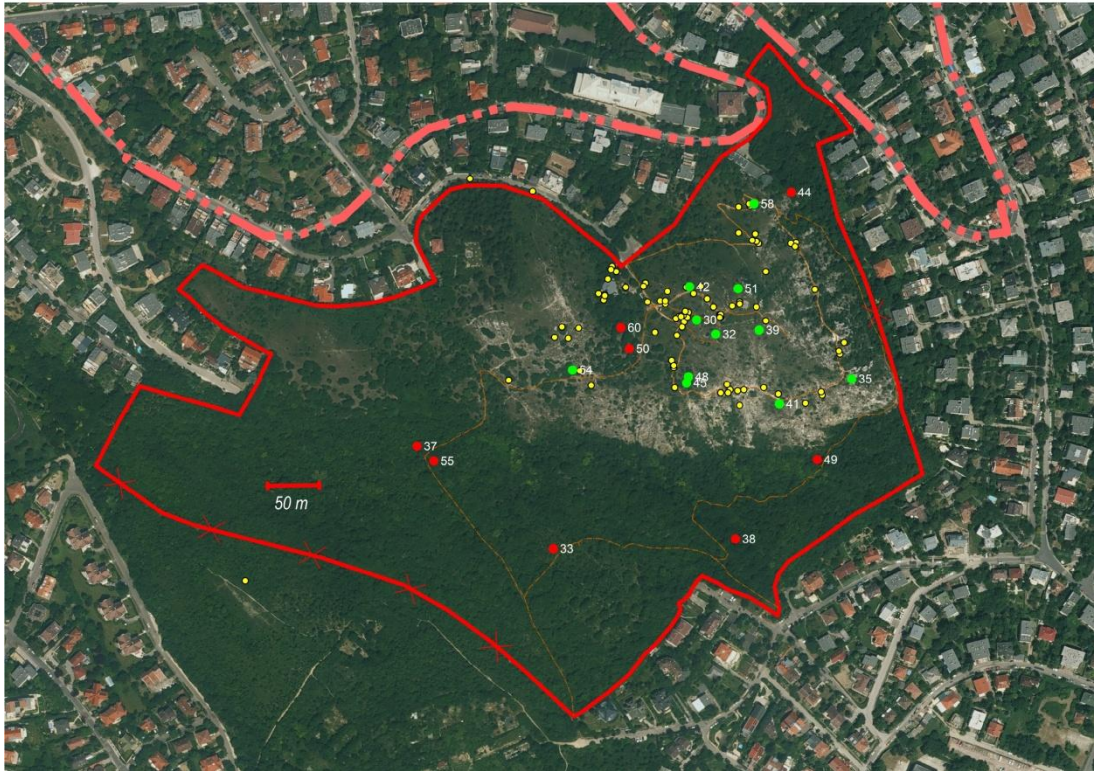
A Sas-hegy a Budai-hegységhez tartozó, annak déli részén elhelyezkedő hegysorozat tagja, 266 méteres magaslat. A hegy szinte teljesen triász időszerű dolomitból épül fel; a fiatalabb képződmények – mint a földtörténeti újkorban keletkezett budai márga és kiscelli agyag – körülölelik az idősebb kőzeteket [17]. A területet a budai polgárok szőlőtermesztésre használták, ennek a 19. század végén bekövetkezett filoxérajárvány vetett véget. A hegy fokozott beépülése a 20. század elején kezdődött meg, mely folyamatot a Budai Sas-hegy Természetvédelmi Terület 1957-es létrehozása állította meg [18]. A Sas-hegy élővilága a kis terület és a zavaró hatások ellenére igen változatos, biodiverzitási forrópontnak számít. Szubmediterrán, félsivatagi, jégkorszaki maradvány, illetve endemikus növény- és állatfajok találhatók itt [19, 20, 21]. Természetvédelmi szempontból jelentős növényfajok közé tartozik (a teljesség igénye nélkül) az endemikus, hidegkedvelő budai nyúlfarkfű (*Sesleria sadleriana*) és Szent István-szegfű (*Dianthus plumarius* subsp. *regis-stephani*); a száraz, meleg élőhelyeken előforduló közönséges csikófark (*Ephedra distachya*) és magyar gurgolya (*Seseli leucospermum*) [22]. A Sas-hegy faunájából említésre érdemes a szubmediterrán, melegkedvelő magyar aknászpók (*Nemesia pannonica*) és a pannonyík (*Ablepharus kitaibelii fitzingeri*) [23, 24]. Bizonyos fajokat a területről írtak le először a tudomány számára, ilyen például a magyar kövipók (*Cryptodrassus hungaricus*) [23].

A faj bemutatása

A kaszpi haragossikló (*Dolichophis caspius* (Gmelin, 1789)) a siklófélék (Colubridae) családjába tartozó pontokaszpi faunaelem, Magyarországon éri el elterjedésének északnyugati határát [25]. Hazánk legnagyobbra növő és egyben egyik legritkább kígyófaja. Nevét a támadóival szemben tanúsított defenzív viselkedéséről kapta [26]. A száraz, erős benapozottságú, szabad sziklafelszínnel rendelkező, vertikális tagoltságot mutató, déli kitettségű élőhelyeket kedveli [27, 28]. Hazánkban mészkő- és dolomit-sziklagyepéken és löszpusztagyepéken él [26]. Az utolsó jégkorszak után déli, feltételezhetően Balkán-félszigeten található refúgiumból kolonizált [15]. Magyarországon az élőhelyek beerdősülése, beépülése, illetve az emberi zavarás miatt felaprózódtak; mára már csak kisméretű, egymástól földrajzilag és genetikailag is elszigetelt populációk maradtak fent: Villányi-hegység (Szársomlyó), Budai-hegység (Budaörsi-kopárok, Sas-hegy, Vörös-kővár), illetve a Dunamenti löszfalak (Dunaföldvár, Dunaszekcső, Dunaújváros, Paks) [26]. Ritkasága és állományainak sebezhetősége miatt a faj Magyarországon fokozottan védett, természetvédelmi eszmei értéke 500.000 Ft.

Adatgyűjtés

Feltételezéseik alapján Budai Sas-hegy Természetvédelmi Területen a haragossiklók igényeinek a hegy kopár dolomit-sziklagyepjei felelnek meg. A terület erdős részein valószínűtlen, hogy a siklók huzamosabb ideig tartózkodnának [26]. Ezek ismeretében történt a mikroklímaadatok mérésére szolgáló Onset HOB0 H021-002 (Onset Computer Corporation, Bourne MA, USA) adatgyűjtők kihelyezése, 11 műszer haragossikló észlelések közelébe, 8 pedig haragossikló élőhelyként valószínűtlen területekre. Az élőhelyekhez szánt műszereket a Duna-Ipoly Nemzeti Park Sas-hegyi Látogatóközpontjának munkatársainak megfigyelései alapján helyeztük ki (1. ábra).



1. ábra: A Budai Sas-hegy Természetvédelmi Területre kihelyezett műszerek helyzete; sárga pontok: haragossikló-észlelések, zöld pontok: élőhelyekre kihelyezett műszerek, piros pontok: valószínűtlen élőhelyekre kihelyezett adatgyűjtők. Folytonos piros vonal: a Természetvédelmi Terület határa, szaggatott pontvonal: kerülethatár

A beeső fény mennyiségének meghatározásához a fotoszintetikusán aktív sugárzást mértük (*photosynthetically active radiation*, PAR, 400-700 nm hullámhossz), a talajfelszíntől 70 cm magasságban elhelyezett szenzorokkal. A léghőmérsékletet és a relatív páratartalmat 50 cm-en, jól szellőző fehér árnyékolóba helyezett kombinált érzékelőkkel rögzítettük. A talajhőmérsékletet 2 cm-rel a talajszint alá helyezett szenzorral mértük (2. ábra). A műszerek a mikroklíma-adatokat 15 percenként rögzítették. Az adatgyűjtési időszak 2021. március 29-e és október 14-e között történt. A műszerek működését rendszeresen ellenőriztem, a mintavétel teljes időszaka alatt heti két alkalommal elvégeztem a műszerek ellenőrzését, az adatok letöltését, illetve szükség szerint újraindítottam őket.



2. ábra: Haragossikló-élőhelyhez (balra), illetve valószínűtlen élőhelyhez (jobbra) kihelyezett mikroklíma-adatgyűjtő

Adatfeldolgozás, adatelemzés

Az adatgyűjtők által tárolt adatsorokat az Onset HOBOWare segítségével, *dtf* kiterjesztésben töltöttem le, és alakítottam át *csv* fájlkká. Az így létrejött adattáblákat először műszerenként egyesítettem, végül az összes táblázatból egy fájlt készítettem. Az összesített adatokon az R program 4.0.5-ös verziójával [29] végeztem vizuális adatellenőrzést és hibaszűrést, mely során a mérési hibából eredő valószínűtlen értékeket (mint például az éjszaka mért, nullától eltérő fény mennyiség) töröltem. Az élőhelyek összehasonlításához a mért változókból napi leíró statisztikákat (minimum, maximum, interkvartilis terjedelem, standard hiba) készítettem. Ehhez csak azokat az adatokat használtam fel egy napon belül, melyek esetében az adathiány 30 %-nál kisebb volt. Az R-ben történő adatelőkészítéshez és -feldolgozáshoz a *tidyverse* csomaggyűjteményt használtam, ezen belül leginkább a *ggplot2* és *dplyr* csomagokat [30, 31, 32]. A változók normalitásának vizsgálata (grafikus vizsgálat és Shapiro-Wilk teszt) követően, a mikroklímaadatok élőhelyek szerinti összehasonlítását kétmintás Mann–Whitney-próbával, R program segítségével végeztem, továbbá a nagy mintaelemszám miatt hatásnagyságot is számoltam az *rstatix* csomaggal. [33] A hatásnagyság (r) értéke 0,1 és 0,3 között gyenge hatást jelez, 0,3 és 0,5 közötti értéknél közepes, 0,5 felett pedig erősnek számít [34].

Megvizsgáltam, hogy a vegetációs időszak különböző időpontjaiban milyen az időjárási körülményektől függően egyes mikroklíma változók (hőmérséklet és relatív páratartalom) napi lefutása a két élőhelytípusban. Ehhez az Országos Meteorológiai Szolgálat közeli mérőállomásainak (János-hegy, Lágymányos, Budapest II. kerület) adatai [35] alapján tavaszi,

azaz a lombkoronazáródási-maximum előtti, illetve nyári (vegetációs időszak csúcsa) borult és derült napokat válogattam le. Az alábbi napokat használtam fel az összehasonlításához: tavaszi derült napok (április 1, 2, 21.), tavaszi borult napok (április 12, 13, 18), illetve nyári derült (július 11, 16, 18, augusztus 16.) és borult (július 7, 13, 28, augusztus 14.).

A napi mintázatok elkészítéséhez LOWESS simítást (*locally weighted scatterplot smoothing*) végeztem a 95%-os konfidencia-intervallumok hozzáadásával.

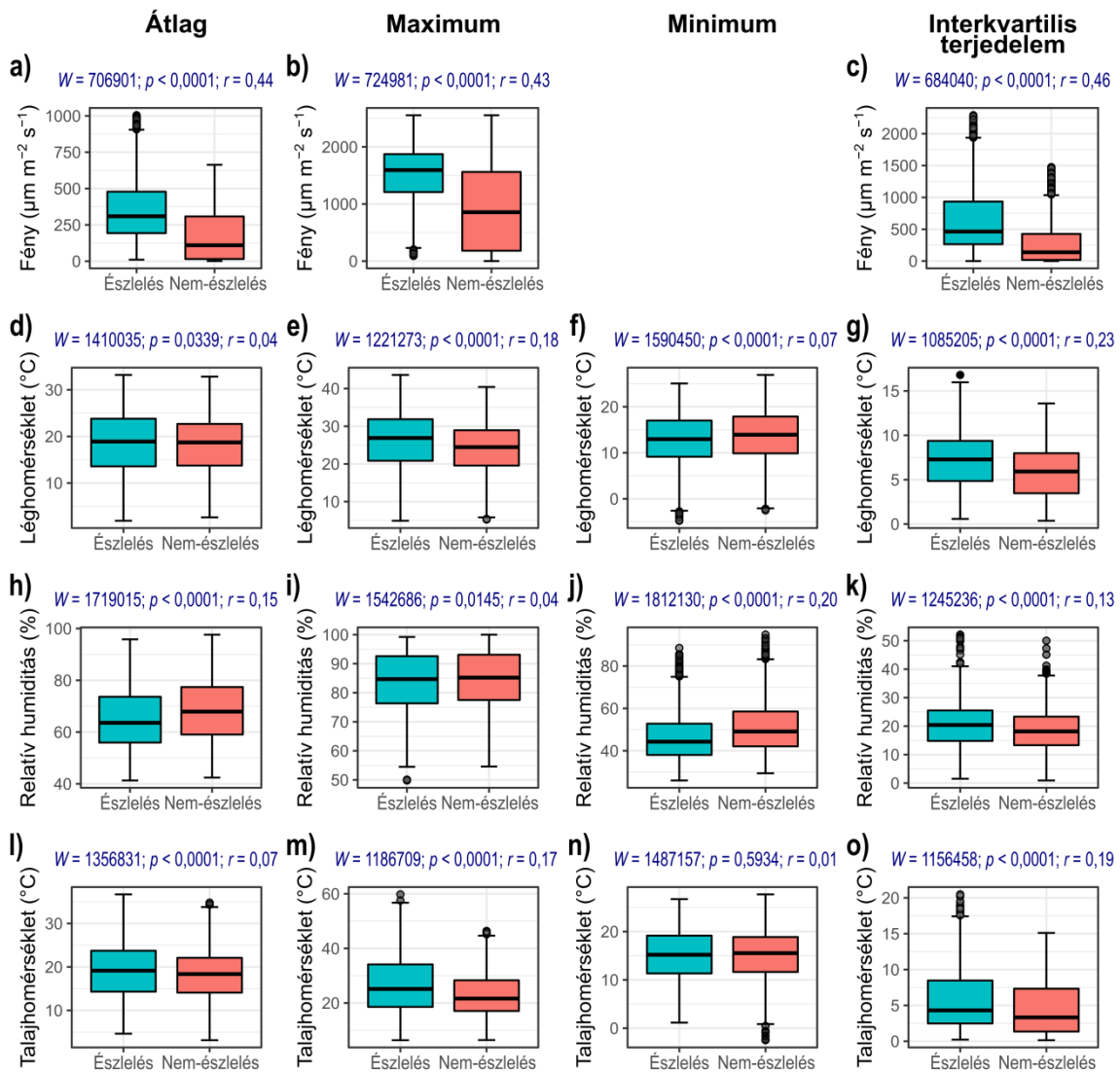
A saját mért adatsoraimat szabvány meteorológiai adatsorokkal is összehasonlítottam. Az összehasonlításokhoz felhasznált meteorológiai adatok az OMSZ János-hegyi automata mérőállomásáról származnak, amely vizsgálati területhez legközelebb eső hasonló domborzatviszonyokkal rendelkező állomás. Az adatsort az OMSZ Meteorológiai Adattárból töltöttem le csv formátumban [35]. Felhasználtuk továbbá a Copernicus Program adatbázisából letöltött ERA5 adatsorokat. Az ERA5 a Középtávú Időjárás-előrejelzések Európai Központja (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*, ECMWF) 30 km x 30 km-es horizontális felbontású úgynevezett reanalízis adatbázisa, amely 1979 óta napjainkig elérhető [36].

Az adatbázisból *netCDF* kiterjesztésben töltöttem le az adatokat, majd az egyes rasztereket a mikroklíma-loggerek koordinátaival metszve, R-ben történt az adatok kinyerése, melyhez a *raster* és *ncdf4* csomagokat használtam [37, 38]. Mindkét meteorológiai állomás adatsorának időbeli felbontása 1 óra volt, így az összehasonlításokhoz először a mikroklíma-mérések adatsorait is aggregáltam. Mivel a János-hegyi állomás globális sugárzás adatai nem voltak elérhetőek a vizsgálati időszakra, a fényt kihagytuk az összehasonlításokból.

A teljes időszak mellett egy-egy tavaszi és nyári hetet is megvizsgáltam, mert feltételeztük, hogy a mikroklíma változók varianciája és eltérése a meteorológiai mérésektől, valamint a két élőhely közötti különbség a vegetációs időszak csúcsán (maximális lombkorona-záródás mellett) nagyobb lesz, mint tavasszal. A két időszakra átlagoltam az adatsorokat és az adatforrások páronkénti összehasonlítását is elvégeztem permutációs tesztek révén, az *rcompanion* programcsomag segítségével [39].

Eredmények

Az élőhelyek összehasonlításához a mért változókból készített napi leíró statisztikák (átlag, minimum, maximum, interkvartilis terjedelem, standard hiba) alapján a beeső fény esetében jelentős különbség érzékelhető a haragossikló-élőhelyek és az élőhelyként valószínűtlen foltok között, az előbbi élőhelytípusban a beeső fény mennyiségének (3. ábra a,b,c) átlaga, maximuma és interkvartilis terjedelme egyaránt nagyobb volt. A minimumérték fény esetében nem értelmezhető a nappal-éjszaka ciklus miatt, ezért nem elemeztem. A különbség minden esetben szignifikáns ($p < 0,0001$), a hatáserősségek közepesek voltak ($r = 0,43-0,46$). Az észlelésektől távol mért értékek maximuma esetében magas standard hibát mértünk. A léghőmérséklet (3. ábra d) átlagainak különbsége marginálisan szignifikáns volt ($p = 0,0339$), a haragossikló-élőhelyek átlaghőmérséklete magasabb volt. A minimum, maximum és interkvartilis terjedelem esetében (3. ábra e,f,g) jelentősebb eltérést mértünk ($p < 0,0001$), bár a hatáserősségek alacsonyak voltak ($r = 0,04-0,23$). A potenciális élőhelyfoltok napi maximumai magasabbak, minimumai alacsonyabbak voltak, mint az élőhelyként valószínűtlen foltok esetében, ennek megfelelően a hőmérséklet interkvartilis terjedelemmel közelített napi variabilitása is nagyobb volt. A relatív páratartalom esetében (3. ábra h,i,j,k,l) a valószínűtlen élőhelyeken mért értékek nagyobbak voltak az igazolt élőhelyeken mérteknél, azaz a siklóelőfordulások szárazabb és kevésbé szélsőségesebb páratartalomviszonyokkal jellemezhető élőhelyfoltok a vizsgált terület esetében. A maximumérték esetében az elsőfajú hiba valószínűsége ($p = 0,0145$) magasabb, mint az átlag, minimum és interkvartilis terjedelem esetében ($p < 0,0001$). A hatáserősségek ennél a változónál is alacsonyak voltak ($r = 0,04-0,20$). A talajhőmérséklet esetében (3. ábra l,m,n,o) a napi minimumhőmérsékletben a két élőhelytípus nem különbözött ($p = 0,5934$), de a többi vizsgált változó (napi átlag, maximum és terjedelem) esetében szignifikáns különbséget mutattam ki ($p < 0,0001$), a talajhőmérséklet magasabb volt és szélsőségesebb a potenciális élőhelyeken, mint az észlelésektől távol. A hatáserősségek ez esetben is alacsonynak voltak ($r = 0,01-0,19$).



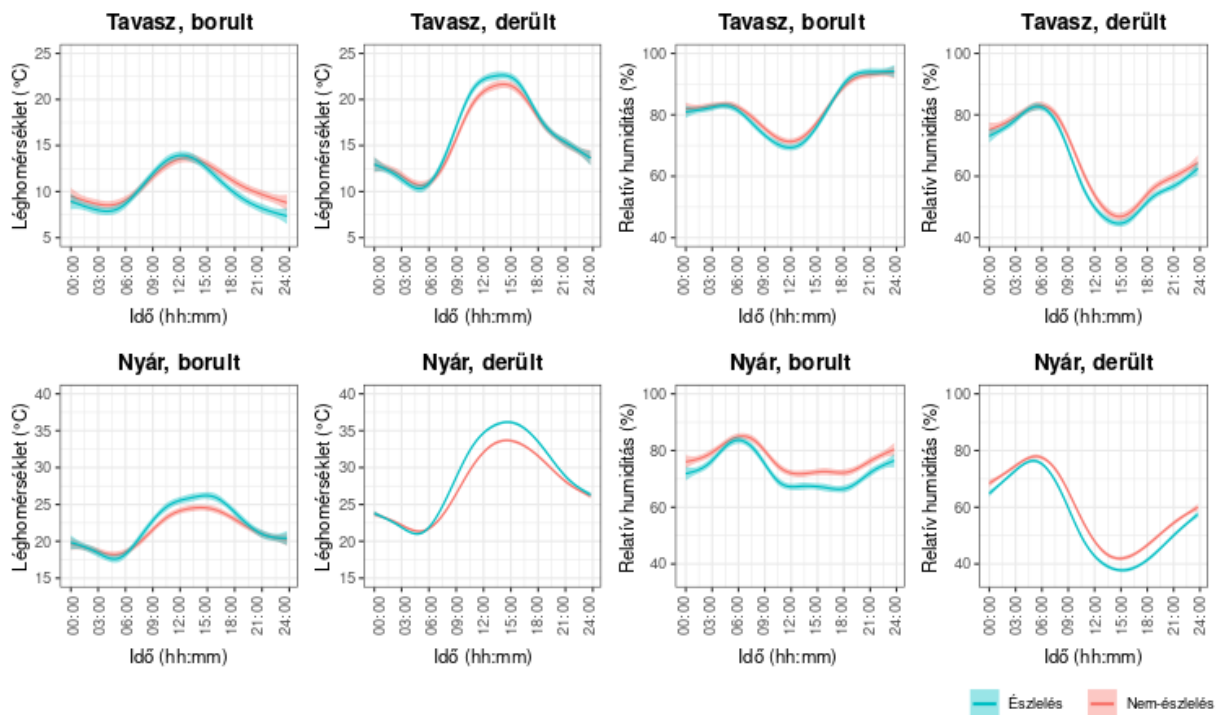
3. ábra: Napi leíró statisztikák az élőhelyek (észlelés) és a valószínűtlen élőhelyek (nem észlelés) esetében

A tavaszi (lombkorona-záródási maximum előtti) borult napok esetében (4. ábra) a lég hőmérsékleti értékeknél 15:00 és 24:00 között mutatkozott különbség. Ebben az időintervallumban a valószínűtlen élőhelyeken mért adatok voltak magasabbak. A minimumérték $7,5^{\circ}\text{C}$ volt az észlelési pontok közelében, és $9,0^{\circ}\text{C}$ a valószínűtlen élőhelyeknél, a maximum pedig 14°C körüli mindkét esetben. A relatív páratartalom lefutásnál szintén a valószínűtlen élőhelyekről származó értékek voltak magasabbak, 06:00 és 15:00 között. A minimumérték 70% , a maximum 92% körüli mindkét csoportnál.

A tavaszi derült napok léghőmérsékleti adatai intenzívebb változást mutattak a borult napokhoz képest. Az élőhelyeken mért értékek magasabbak voltak 09:00 és 15:00 között. A minimumérték 10 °C mindkét esetben, a maximum pedig 22,5 °C az élőhelyeknél, és 21,5 °C a valószínűtlen élőhelyeknél. A relatív páratartalom értékek is szélesebb skálán mozogtak a derült napokon. A legalacsonyabb érték 45 % az igazolt élőhelyeknél, 48 % a valószínűtlen élőhelyek esetében. A maximum 82 % mindkét csoportnál.

Nyáron (vegetációs időszak csúcsa), borult napokon a haragossikló-élőhelyeken mért léghőmérsékleti adatok magasabbak voltak a 09:00 és 18:00 közötti időintervallumban. A minimumérték 17,5 °C mindkét élőhelytípusnál, a maximális érték pedig 26,5 °C az igazolt élőhelyek esetében, 24 °C a valószínűtlen élőhelyeknél. A borult nyári napokon mért relatív páratartalom értékek csaknem az egész nap folyamán magasabbak voltak a valószínűtlen élőhelyeken. A minimumérték 68 % az élőhelyek esetében, és 71 % a valószínűtlen élőhelyeknél. A nyári derült napok léghőmérsékletét összehasonlítva látható, hogy a haragossikló-élőhelyeken mért adatok 06:00 és 21:00 között magasabbak a valószínűtlen élőhelyeken mértéknél. A minimumérték 21 °C mindkét esetben, a maximum pedig 36 °C az élőhelyeken mérve, 33 °C az előfordulási pontoktól távol elhelyezett műszerek esetében. A valószínűtlen élőhelyeken mért relatív páratartalom értékek csaknem az egész nap folyamán magasabbak voltak az igazolt előfordulásoknál mértéknél. A minimum 38 % az észlelési pontok közelében mérve, 42 % a nem észlelések esetében. A maximum 78 % a valószínűtlen előfordulásoknál, illetve 76 % a haragossikló-élőhelyeknél.

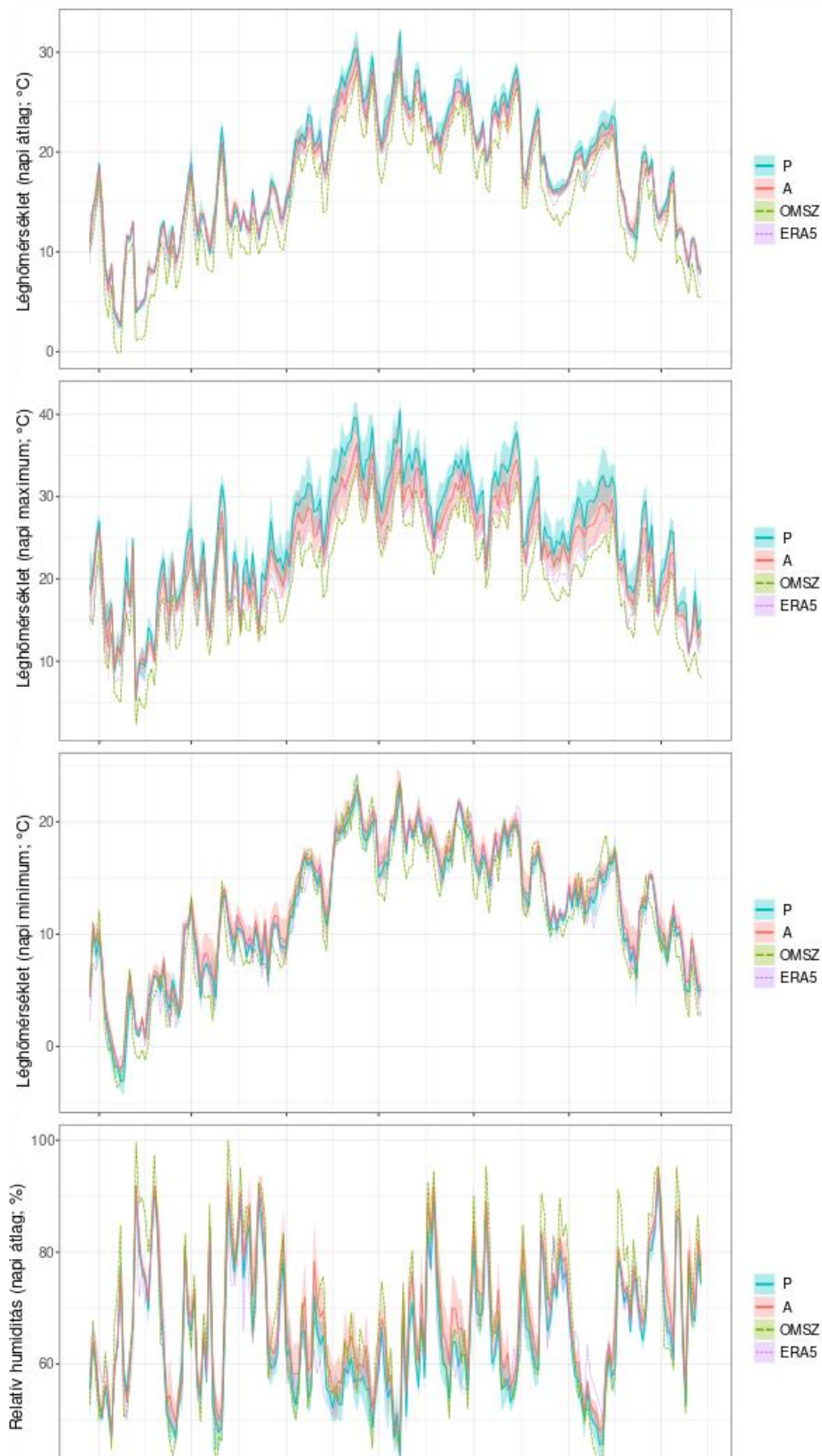
A tavaszi és nyári borult, illetve derült napok ábráit összevetve kitűnik, hogy nyáron jelentősebb különbség mutatkozott a haragossikló-élőhelyen és a sikló-élőhelyként valószínűtlen foltokon mért adatok között, mint tavasszal.



4. ábra: A léghőmérséklet és relatív páratartalom összehasonlítása a kiválasztott napokon, tavasz: lombkorona-záródási maximum előtt, nyár: vegetációs időszak csúcsa

Az észlelési pontoknál és valószínűtlen élőhelyeken mért léghőmérséklet napi átlagát a meteorológiai adatbázisokból (OMSZ, ERA5) származó adatokkal összevetve (5. ábra) kitűnik, hogy a János-hegyi mérőállomáson mérték a legalacsonyabb értékeket a vizsgált időszak ideje alatt. A sikló-élőhelyek közelében mértük a legmagasabb értékeket, melyek a nyári hónapok során különböztek legjobban a többi adattól. A legalacsonyabb érték $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (OMSZ, tavasszal), a legmagasabb napi hőmérsékleti átlag $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ körül volt (élőhely, nyáron). A léghőmérséklet napi maximumértéke esetében is a János-hegyi mérőállomás adatai voltak a legalacsonyabbak az adatgyűjtés ideje alatt. Az ábrázolt teljes időszak alatt a haragossikló-élőhelyeken mért értékek voltak a legmagasabbak. A minimum $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ körül volt (OMSZ, tavasszal), míg a maximum $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ körül alakult (sikló-élőhely, nyáron). Mind az észleléseknél, mind a valószínűtlen élőhelyeken mért adatok esetében magas volt a szórás. A léghőmérséklet napi minimum értékének esetében az adatok nagymértékű változékonyságot mutattak. Bizonyos napokon az OMSZ adatai vették fel a legmagasabb értéket, míg a többi esetben a valószínűtlen élőhelyeken mért értékek voltak a legmagasabbak. A legalacsonyabb érték $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ körüli volt (haragossikló-élőhely, tavasszal), a legmagasabb adat $25\text{ }^{\circ}\text{C}$

(valószínűtlen élőhely, nyáron). A valószínűtlen élőhelyeken mért adatok nagy szórást mutattak. A relatív páratartalom napi átlagát tekintve erős fluktuációt tapasztaltunk az adatgyűjtés ideje alatt. Az ábrázolt időszak jelentős részében a legmagasabb értékek a János-hegyi mérőállomástól származtak (100 %, tavasszal), csakúgy, mint a legalacsonyabb érték (43 %, tavasszal). A haragossikló-élőhelyeken és a valószínűtlen élőhelyeken is magas szórás figyelhető meg.



5. ábra: Összehasonlítás a meteorológiai adatokkal

A tavasszal mért napi léghőmérséklet átlagok esetében a legalacsonyabb értékek a János-hegyi mérőállomástól származnak. (6. ábra) A legmagasabb érték 18 °C körüli (sas-hegyi műszerek), míg a legalacsonyabb 0 °C (OMSZ). Az élőhelyeknél mért értékeknek volt a legnagyobb szórása. A lombfakadás előtti léghőmérséklet maximumok esetében is az OMSZ-től származnak a legalacsonyabb adatok. A legalacsonyabb érték 5 °C (OMSZ), a legmagasabb 27,5 °C volt (sas-hegyi műszerek). Az észlelésekhez kihelyezett műszerek adatai esetében magasabb volt a szórás, mint a valószínűtlen élőhelyre kihelyezettekénél. A tavasszal mért léghőmérsékleti minimum legalacsonyabb értékek a haragossikló-észlelések közelébe helyezett adatgyűjtőktől származik. A legalacsonyabb mért érték -4 °C körüli (haragossikló-élőhely), a legmagasabb 14 °C (OMSZ). A legnagyobb szórása a haragossikló-élőhelyeknél mért értékeknek volt. Tavasszal a János-hegyi mérőállomáson mért relatív páratartalom értékek voltak a legnagyobbak. A legalacsonyabb adat 45 % (OMSZ), a legmagasabb érték 80 % volt (OMSZ). A sikló élőhelyeken mért adatoknak volt a legnagyobb szórása.

Nyáron a léghőmérsékleti adatok napi átlagai közül az OMSZ-től származó értékek voltak a legalacsonyabbak. A legmagasabb mért érték 32,5 °C (sas-hegyi műszerek), a legalacsonyabb 16 °C körüli volt (OMSZ). A Sas-hegyen mért adatok szórása csaknem egyforma mértékű. A nyáron mért napi maximális léghőmérséklet esetében is az OMSZ adatok voltak a legalacsonyabbak. A legalacsonyabb léghőmérséklet adat 22,5 °C (OMSZ), a legmagasabb 41 °C volt (élőhely). A sas-hegyi adatok szórása igen nagymértékű, a valószínűtlen élőhelyek esetében jelentősebb. Nyáron a hőmérsékleti minimumértékekénél szintén az OMSZ-től származnak a legalacsonyabb adatok. A legmagasabb érték 24 °C körüli (valószínűtlen élőhely), a legalacsonyabb 13 °C (OMSZ). A valószínűtlen élőhelyeken mért adatok szórása nagyobb volt az igazolt élőhelyekénél. A nyáron mért relatív páratartalom adatok közül a legalacsonyabb értékek a haragossikló-élőhelyekről származnak. A legmagasabb érték 76 %, míg a legalacsonyabb 41 % körüli. A Sas-hegyen mért adatok szórása egyaránt nagymértékű volt.

A tavaszi és nyári adatokat párban összehasonlításával látható, hogy a haragossikló-élőhelyek és a valószínűtlen élőhelyek közötti különbség nyáron nagyobb, mint tavasszal. Ezen kívül a mért változók varianciája, illetve a meteorológiai adatoktól való eltérése is nagyobb maximális lombkorona-záródás mellett.

Diszkusszió

Eredményeim alapján kijelenthető, hogy a Budai Sas-hegy Természetvédelmi Területen lévő haragossikló-élőhelyek és élőhelyként valószínűtlen területek mikroklímája között szignifikáns különbség a fotoszintetikusan aktív sugárzás átlaga, maximuma, és interkvartilis terjedelme esetében. Szintén szignifikáns a különbség a léghőmérséklet és a relatív páratartalom átlaga, minimuma, maximuma és interkvartilis terjedelme között. A talajhőmérséklet esetén a minimumok közötti különbség nem szignifikáns. A fotoszintetikusan aktív sugárzás összehasonlításakor közepes hatáserősségeket tapasztaltam, míg a többi változó esetében alacsony volt a hatásnagyság.

Az eredmények alapján a siklóélőhelyek jobban benapozott, magasabb lég- és talajhőmérséklettel bíró, kevésbé kiegyenlített mikroklímával rendelkező területek. Ennek hátterében az állhat, hogy ezen élőhelyek ritkás, jobbára lágyszárúakból álló növényzettel rendelkeznek; ezáltal napközben erőteljesebben felmelegednek, éjszaka pedig jobban lehűlnek. A napközbeni magas fokú párolgás miatt a relatív páratartalom is alacsonyabb ezeken az élőhelyeken. A valószínűtlen élőhelyek esetében a fás szárú vegetáció borítása magasabb volt, a lombkorona-záródás mértékével a mikroklíma kiegyenlítettebb lett. A hőmérséklet tipikusan alacsonyabb, a páratartalom magasabb ezeken az élőhelyeken. Ennek egyik fő oka, hogy a lombzat úgy viselkedik, mint egy szigetelő réteg: egyrészt árnyékol, így a beeső sugárzás kisebb hányada éri el a talajfelszínt, emiatt napközben nem melegszik fel a haragossikló-élőhelyeken mérthez hasonlóan (alacsonyabb maximumok), viszont éjszaka nem is hűl le annyira, mert a hosszú hullámú sugárzás is „csapdázódik”[40, 4 1].

A tavaszi és nyári, derült és borult napok léghőmérsékletének és relatív páratartalmának összehasonlítása alapján igazolható a hipotézisünk, miszerint szezonális eltéréseket tapasztalhatunk a két élőhelyen mért változók különbségének erősségében. A relatív páratartalom esetében a valószínűtlen élőhelyeken mért értékek magasabbak voltak. Ennek oka a növényborítottságban keresendő: a haragossikló-élőhelyek nyílt, kopár területek, jobbára lágyszárúakkal borítottak, elszórt cserjékkel. Az élőhelyként valószínűtlen foltok ezzel szemben erdős területek, így a felmelegedés, ezáltal a párolgás mértéke esetükben kisebb. Derült idő esetében jelentősebb különbségek mérhetőek, mert az elsődleges energiaforrás a beérkező sugárzás.

A Sas-hegyen mért értékeket a meteorológiai adatsorokkal (OMSZ, ERA5) összevetve megállapítható, hogy a léghőmérséklet napi átlagai, illetve napi maximuma esetében erősebb a különbség az igazolt siklóélőhelyek és a valószínűtlen élőhelyek között. A napi minimum, illetve a relatív páratartalom-értékek esetében a különbség csekély. A haragossikló-élőhelyeken mért magasabb léghőmérsékleti átlagok és maximumértékek oka az élőhelyek déli kitettségéből adódó intenzív besugárzás, illetve a valószínűtlen élőhelyekhez képest alacsonyabb növényborítottság.

Egy tavaszi, illetve nyári héten mért értékeket a meteorológiai adatsorokkal összevetve kijelenthető, hogy a két műszercsoport közötti különbség erőteljesebb nyáron, mint tavasszal. A sas-hegyi adatok szórása is nagyobb az előbbi esetben. A Középtávú Időjárás-előrejelzések Európai Központjának ERA5 adatsora meglehetősen pontosan leköveti a Sas-hegyen mért mikroklimatikus értékek változásait, nyáron viszont erősen alulbecsülhetik a hőmérsékletet.

Összefoglalás

Az eddigi szakirodalmi adatok alapján a kaszpi haragossikló élőhelyválasztását befolyásoló tényezők közé tartozik a déli kitettség, az intenzív napsütés, jelentős vertikális tagoltság, szabad sziklafelszín, illetve a szegély jellegű vegetáció [27, 28]. Szakdolgozatom keretein belül a talaj- és léghőmérséklet, relatív páratartalom, illetve a fotoszintetikusan aktív sugárzás hatását vizsgáltam a haragossiklók élőhelyválasztására. A mért mikroklímaadatokat összevettem. Mikroklímamérő műszereket helyeztünk ki Budai Sas-hegy Természetvédelmi Területre: 11 darabot a siklóészlelések közelébe, 8 adatgyűjtőt pedig a hegy erdős, haragossikló-élőhelyként valószínűtlen részeire.

A mért változók összehasonlításához napi leíró statisztikákat készítettem (átlag, minimum, maximum, interkvartilis terjedelem, standard hiba). Az eredmények alapján a talajhőmérséklet minimum kivételével szignifikáns a különbség a mért értékek között.

Megvizsgáltam, hogy a vegetációs időszak különböző időpontjaiban milyen az időjárási körülményektől függően egyes mikroklíma változók (hőmérséklet és relatív páratartalom) napi lefutása a két élőhelytípusban. Tavasszal kisebb mértékű az eltérés a két műszercsoportnál, mint nyáron.

A saját mért adatsoraimat meteorológiai adatsorokkal is összehasonlítottam. Rendszerint az OMSZ János-hegyi automata mérőállomásától – amely vizsgálati területhez legközelebb eső hasonló domborzatviszonyokkal rendelkező állomás – származó adatok voltak a legalacsonyabbak. Itt is jelentősebb eltéréseket tapasztaltam nyáron a két élőhelytípuson mért értékek esetében.

Végül teljes időszak mellett egy-egy tavaszi és nyári hetet is összevettem a meteorológiai adatsorokkal. Ez esetben is kijelenthetjük, hogy a mikroklíma változók varianciája és eltérése a meteorológiai mérésektől, valamint a két élőhely közötti különbség a vegetációs időszak csúcán (maximális lombkorona-záródás mellett) nagyobb, mint tavasszal.

Irodalomjegyzék

1. Angilletta MJ, Cooper BS, Schuler MS, Boyles JG (2010) The evolution of thermal physiology in endotherms. *Front. Biosci.* E2 861–881. <https://doi.org/10.2741/E148>
2. Angilletta MJ, Niewiarowski PH, Navas CA (2002) The evolution of thermal physiology in ectotherms. *J. Therm. Biol.* 27 249–268. [https://doi.org/10.1016/S0306-4565\(01\)00094-8](https://doi.org/10.1016/S0306-4565(01)00094-8)
3. Angilletta MJ (2009) *Thermal Adaptation: A Theoretical and Empirical Synthesis*. Oxford University Press, Oxford
4. Butler MW, Stahlschmidt ZR, Ardia DR, Davies S, Davis J, Guillette Jr. LJ, Johnson N, McCormick SD, McGraw KJ, DeNardo DF (2013) Thermal sensitivity of immune function: evidence against a generalist–specialist trade-off among endothermic and ectothermic vertebrates. *Am. Nat.* 181 761–774. <https://doi.org/10.1086/670191>
5. Hochachka PW, Somero GN (2002) *Biochemical Adaptation* Princeton University Press, Princeton
6. Blouin-Demers G, Weatherhead PJ (2001) Thermal ecology of black rat snakes (*Elaphe obsoleta*) in a thermally challenging environment. *Ecology* 82 3025–3043. <https://doi.org/10.2307/2679832>
7. Blouin-Demers G, Weatherhead PJ (2001) An experimental test of the link between foraging, habitat selection and thermoregulation in black rat snakes *Elaphe obsoleta obsoleta*. *J. Anim. Ecol.* 70 1006–1013. <https://doi.org/10.1046/j.0021-8790.2001.00554.x>
8. Blouin-Demers G, Nadeau P (2005) The cost–benefit model of thermoregulation does not predict lizard thermoregulatory behavior. *Ecology* 86 560–566. <https://doi.org/10.1890/04-1403>
9. Huey RB (1982) Temperature, physiology, and the ecology of reptiles. In: Gans C, Pough FH (eds) *Biology of the Reptilia*. Academic Press, New York p. 25–91.
10. Dupoué A, Stahlschmidt ZR, Michaud B, Lourdais O (2015) Physiological state influences evaporative water loss and microclimate preference in the snake *Vipera aspis*. *Physiol Behav* <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.02.042>

11. Adkins E, Driggers T, Ferguson G, Gehrman W, Gyimesi Z, May E, Ogle M, Owens T (2003) Ultraviolet Light and Reptiles, Amphibians. *J Herpetol Med Surg* Volume 13, No. 4 p27 – 37. <https://doi.org/10.5818/1529-9651.13.4.27>
12. Angelini F, Picariello O, Botte V (1976) Influence of Photoperiod and Temperature on the Testicular Activity of the Lizard, *Lacerta S.Sicula* Raf. *Ital. J. Zool.* 43:1-2, p 111-123. <https://doi.org/10.1080/11250007609434890>
13. Thawley CJ, Kolbe JJ (2020) Artificial light at night increases growth and reproductive output in *Anolis* lizards. *Proc Biol Sci.* Volume 287 Issue 1919 <https://doi.org/10.1098/rspb.2019.1682>
14. Mizsei E, Üveges B, Vági B, Szabolcs M, Lengyel Sz, Pfliegler WP, Nagy ZT, Tóth JP (2016) Species distribution modelling leads to the discovery of new populations of one of the least known European snakes, *Vipera ursinii graeca*, in Albania. *Amphibia-Reptilia* 37 p 55-68. <http://dx.doi.org/10.1163/15685381-00003031>
15. Mahtani-Williams S, Fulton W, Desvars-Larrive A, Lado S, Elbers JP, Halpern B, Herczeg D, Babocsay G, Lauš B, Nagy ZT, Jablonski D, Kukushkin O, Orozco-terWengel P, Vörös J, Burger PA (2020) Landscape Genomics of a Widely Distributed Snake, *Dolichophis caspius* (Gmelin, 1789) across Eastern Europe and Western Asia. *Genes* 11, 1218 <https://doi.org/10.3390/genes11101218>
16. Fick SE, Hijmans RJ (2017) WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *Int. J. Climatol.* 37 (12) p. 4302-4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>
17. Magyari Á, Fodor L (2012) A Sas-hegy földtani felépítése és szerkezetalakulása. *Természetvédelem és kutatás a budai Sas-hegyen*, Rosalia 8, p. 15-31.
18. Illyés Zs, Balázs A (2012) A Sas-hegy tájtörténete és kultúrtörténete. *Természetvédelem és kutatás a budai Sas-hegyen*, Rosalia 8, p. 33-65.
19. Tóth Z, Illyés Z (2012) A budai Sas-hegy vegetációtérképezése. *Természetvédelem és kutatás a budai Sas-hegyen*. Rosalia 8, p. 225-245.
20. Péntes A (1942) Budapest élővilága. Királyi Magyar Természettudományi Társulat, Budapest
21. Isépy I (1998) Sziget a háztengerben, *Természet Világa* 129. évf. 10. sz. p. 450-454.

22. Tóth Z, Halász A, Illyés Z, Papp L (2012) Védett edényes növényfajok a Sas-hegyen. Természetvédelem és kutatás a budai Sas-hegyen, Rosalia 8, p. 247-279.
23. Szinetár Cs, Rákóczi AM, Bleicher K, Botos E, Kovács P, Samu F (2012) A Sas-hegy pókfaunája II. A Sas-hegy faunakutatásának 80 éve – A hegyről kimutatott pókfajok kommentált listája. Természetvédelem és kutatás a budai Sas-hegyen, Rosalia 8, p. 333-362.
24. Vörös J, Halpern B (2012) A Sas-hegy herpetofaunája. Természetvédelem és kutatás a budai Sas-hegyen, Rosalia 8, p. 533-548.
25. Korsós Z (2007) A magyarországi hullófauna története a jégkorszak után. In: Forró L (eds) A Kárpát-medence állatvilágának kialakulása. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, p. 283-296.
26. <https://www.mme.hu/keteltuek-es-hullok/kaszpi-haragossiklo>
27. Herczeg G, Krecsák KL, Marsi Z (2002) Új bizonyító adat a haragos sikló előfordulásáról Budapest belterületén a Sas-hegyről. Folia Historico-Naturalia Musei Matraensis 26: p. 341–344.
28. Bellaagh M (2012) Konzervációbiológiai kutatások a magyarországi haragossiklópopulációkon (Squamata: Colubridae: *Dolichophis caspius*). Doktori értekezés tézise
29. R Core Team (2021) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
30. Wickham H, Averick M, Bryan J, Chang W, D’Agostino McGowan L, François R, Grolemund G, Hayes A, Henry L, Hester J, Kuhn M, Pedersen TL, Miller E, Bache SM, Müller K, Ooms J, Robinson D, Seidel DP, Spinu V, Takahashi K, Vaughan D, Wilke C, Woo K, Yutani H (2019) Welcome to the tidyverse. J. Open Source Softw., 4(43), 1686, <https://doi.org/10.21105/joss.01686>
31. Wickham H (2016) ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag, New York
32. Wickham H, François R, Henry L, Müller K (2022) dplyr: A Grammar of Data Manipulation. R package version 1.0.8. <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>

33. Kassambara A (2021). rstatix: Pipe-Friendly Framework for Basic Statistical Tests. R package version 0.7.0. <https://CRAN.R-project.org/package=rstatix>
34. Cohen J (1992) A Power Primer. *PsycARTICLES*, 112, 1; *PsycARTICLES* p. 155
35. <https://odp.met.hu/>
36. cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-single-levels?tab=overview
37. Hijmans RJ (2022) raster: Geographic Data Analysis and Modeling. R package version 3.5-15. <https://CRAN.R-project.org/package=raster>
38. Pierce D (2021) ncd4: Interface to Unidata netCDF (Version 4 or Earlier) Format Data Files. R package version 1.19. <https://CRAN.R-project.org/package=ncdf4>
39. Mangiafico S (2022) rcompanion: Functions to Support Extension Education Program Evaluation. R package version 2.4.15. <https://CRAN.R-project.org/package=rcompanion>
40. de Frenne P, Zellweger F, Rodríguez-Sánchez F, Scheffers B, Hylander K, Luoto M, Vellend M, Verheyen K, Lenoir J (2019) Global buffering of temperatures under forest canopies. *Nat Ecol Evol*, 3 (5), p. 744-749. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-0842-1>
41. Haesen S, Lembrechts J, De Frenne P, Lenoir J, Aalto J, Ashcroft MB, Kopecky M, Luoto M, Maclean I, Nijs I, Niittynen P, Van Den Hoogen J, Arriga N, Bruna J, Buchmann N, Ciliak M, Collalti A, De Lombaerde E, Descombes P, Gharun M, Goded Ballarin I, Govaert S, Greiser C, Grelle A, Gruening C, Hederova L, Hylander K, Kreyling J, Kruijt B, Macek M et al. (2021) ForestTemp - Sub-canopy microclimate temperatures of European forests. *Glob. Change Biol. Bioenergy* 27 (23), p. 6307-6319. <https://doi.org/10.1111/gcb.15892>

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom témavezetőimnek, Dr. Korsós Zoltánnak és Dr. Kovács Bencének a szakdolgozati munkámhoz nyújtott rengeteg útmutatásért, segítségért, tanácsért.

Szeretnék köszönetet mondani a Duna-Ipoly Nemzeti Park Sas-hegyi Látogatóközpontja munkatársainak, akik lehetővé tették a terepi adatgyűjtést: Vatai Anna, Kremnicsán János, Gulyás-Kis Csaba, Morvai Gyöngyi.

Külön szeretném kiemelni Gulyás-Kis Csaba segítségét, aki rendelkezésemre bocsátotta a DINPI haragossikló-észlelési adatait, amelyek elősegítették a műszerek helyének kiválasztását.

Nyilatkozatok

HuVetA

ELHELYEZÉSI MEGÁLLAPODÁS ÉS SZERZŐI JOGI NYILATKOZAT*

Név: Zátonyi Bálint

Elérhetőség (e-mail cím): zatonyib@freemail.hu

A feltöltendő mű címe: A budai Sas-hegyen élő kaszpi haragossiklók élőhelyválasztása a mikroklímaadatok alapján, a meteorológiai klímaadatok összehasonlításával

A mű megjelenési adatai: Budapest, 2022

Az átadott fájlok száma: 1 fájl

Jelen megállapodás elfogadásával a szerző, illetve a szerzői jogok tulajdonosa nem kizárólagos jogot biztosít a HuVetA számára, hogy archiválja (a tartalom megváltoztatása nélkül, a megőrzés és a hozzáférhetőség biztosításának érdekében) és másolásvédett PDF formára konvertálja és szolgáltatassa a fenti dokumentumot (beleértve annak kivonatát is).

Beleegyezik, hogy a HuVetA egynél több (csak a HuVetA adminisztrátorai számára hozzáférhető) másolatot tároljon az Ön által átadott dokumentumból kizárólag biztonsági, visszaállítási és megőrzési célból.

Kijelenti, hogy az átadott dokumentum az Ön műve, és/vagy jogosult biztosítani a megállapodásban foglalt rendelkezéseket arra vonatkozóan. Kijelenti továbbá, hogy a mű eredeti és legjobb tudomása szerint nem sérti vele senki más szerzői jogát. Amennyiben a mű tartalmaz olyan anyagot, melyre nézve nem Ön birtokolja a szerzői jogokat, fel kell tüntetnie, hogy korlátlan engedélyt kapott a szerzői jog tulajdonosától arra, hogy engedélyezhesse a jelen megállapodásban szereplő jogokat, és a harmadik személy által birtokolt anyag rész mellett egyértelműen fel van tüntetve az eredeti szerző neve a művön belül.

A szerzői jogok tulajdonosa a hozzáférés körét az alábbiakban határozza meg **(egyetlen, a megfelelő négyzetben elhelyezett x jellel)**:

- engedélyezi, hogy a HuVetA-ban -ban tárolt művek korlátlanul hozzáférhetővé váljanak a világhálón,
- az Állatorvostudományi Egyetem belső hálózatára (IP címeire) korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
- a Könyvtárban található, dedikált elérést biztosító számítógépre korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
- csak a dokumentum bibliográfiai adatainak és tartalmi kivonatának feltöltéséhez járul hozzá (korlátlan hozzáféréssel),

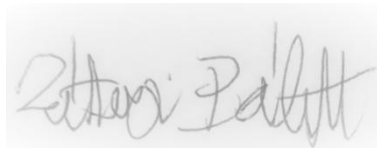
Kérjük, **nyilatkozzon a négyzetben elhelyezett jellel a helyben használatról is:**

- Engedélyezem a dokumentum(ok) nyomtatott változatának helyben olvasását a könyvtárban.

Amennyiben a feltöltés alapját olyan mű képezi, melyet valamely cég vagy szervezet támogatott illetve szponzorált, kijelenti, hogy jogosult egyetérteni jelen megállapodással a műre vonatkozóan.

A HuVetA üzemeltetői a szerző, illetve a jogokat gyakorló személyek és szervezetek irányában nem vállalnak semmilyen felelősséget annak jogi orvoslására, ha valamely felhasználó a HuVetA-ban engedéllyel elhelyezett anyaggal törvénytörő módon visszaélne.

Budapest, 2022. év április hó 29. nap



aláírás
szerző/a szerzői jog tulajdonosa

A HuVetAMagyar Állatorvos-tudományi Archívum – Hungarian Veterinary Archive az Állatorvostudományi Egyetem Hutjra Ferenc Könyvtár, Levéltár és Múzeum által működtetett egyetemi és szakterületi online adattár, melynek célja, hogy a magyar állatorvos-tudomány és -történet dokumentumait, tudásvagyonát elektronikus formában összegyűjtse, rendszerezze, megőrizze, kereshetővé és hozzáférhetővé tegye, szolgáltatassa, a hatályos jogi szabályozások figyelembe vételével.

A HuVetA a korszerű informatikai lehetőségek felhasználásával biztosítja a könnyű, (internetes keresőgépekkel is működő) kereshetőséget és lehetőség szerint a teljes szöveg azonnali elérését. Célja ezek révén

- a magyar állatorvos-tudomány hazai és nemzetközi ismertségének növelése;*
- a magyar állatorvosok publikációira történő hivatkozások számának, és ezen keresztül a hazai állatorvosi folyóiratok impakt faktorának növelése;*
- az Állatorvostudományi Egyetem és az együttműködő partnerek tudásvagyonának koncentrált megjelenítése révén az intézmények és a hazai állatorvos-tudomány tekintélyének és versenyképességének növelése;*
- a szakmai kapcsolatok és együttműködés elősegítése,*
- a nyílt hozzáférés támogatása.*

Témavezetői nyilatkozat

Alulírott Dr. Kovács Bence igazolom, hogy Zátonyi Bálint „A Sas-hegyen élő kaszpi haragossiklók élőhelyválasztása a mikroklímaadatok alapján, a meteorológiai klímaadatok összehasonlításával” című diplomamunkáját ismerem, azt beadásra és védésre alkalmasnak tartom.

Budapest, 2022. április 28.



Dr. Kovács Bence

Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és
Botanikai Intézet

Témavezetői nyilatkozat

Alulírottdr. Korsós Zoltán..... igazolom, hogy ...Zátonyi Bálint..... (a hallgató neve)
„A Sas-hegyen élő kaszpi haragossiklók élőhelyválasztása a mikroklímaadatok alapján, a
meteorológiai klímaadatok összehasonlításával”..... című diplomamunkáját ismerem, azt
beadásra és védésre alkalmasnak tartom.

Budapest, 2022. április 28.



.....
dr. Korsós Zoltán

Állatorvostudományi Egyetem
Ökológiai Tanszék