

Eötvös Loránd Tudományegyetem  
Földrajz- és Földtudományi Intézet  
Meteorológiai Tanszék

# A síturizmus éghajlati feltételei a Kárpát-medencében

SZAKDOLGOZAT



Készítette:

**Szabián Adrienn**

Földtudományi alapszak,  
Meteorológus szakirány

Témavezető:

**Németh Ákos**

Országos Meteorológiai Szolgálat

Tanszéki konzulens:

**Dr. Pongrácz Rita**

ELTE TTK, Meteorológiai Tanszék

Budapest, 2019

## Tartalomjegyzék

1. Bevezetés .....	2
2. Szakirodalmi áttekintés .....	4
2.1. Síturizmus és az éghajlat kapcsolata .....	4
2.2. Síturizmus alapvető feltételei .....	10
2.3. Éghajlatváltozás következményei .....	12
2.3.1. A hóagyúzás .....	13
3. Síturizmus a Kárpát-medencében .....	19
3.1. Magyarország .....	21
3.1.1. Kékestető .....	22
3.1.2. Bánkút .....	27
3.2. Szlovákia .....	29
3.2.1. Donovaly (Dóval) .....	30
3.3. Románia .....	32
3.3.1. Brassópojána .....	32
4. Összefoglalás .....	35
Köszönetnyilvánítás .....	37
Irodalomjegyzék .....	38
Internetes források .....	40

## 1. Bevezetés

A turizmus egy szerteágazó gazdasági ág, mely az elmúlt években egyre nagyobb fejlődésnek indult. E fejlődésben fontos szerepet játszott a politikai stabilitás, illetve a feltörekvő gazdaság, valamint számos technikai megújulásnak köszönhetően vált fellendülő ágazattá. Gondolhatunk ekkor akár a közlekedési eszközök fejlődésére, mely nagy szerepet játszik a távolságok megtétele szempontjából. Sok terület bevétele származik az idegenforgalomból, ezért fontos számukra, hogy a turizmus egyre sokrétűbb, egyre elterjedtebb legyen. Néhány ilyen terület például a légitársaságok, az utazási irodák, rendezvényszervezők (*de Freitas, 2003*).

Az idegenforgalom és az éghajlat kapcsolata már a XX. század elején felkeltette az emberek érdeklődését. Ezekben az időkben kezdték el vizsgálni a kettő közötti kapcsolatot. Tág értelemben ez a két tudományág tartalmazza az összes információt, amit az utazás során az utazók az időjárással kapcsolatban tudni szeretnének.

A turisztikai klimatológiának köszönhetően számos kérdésre választ kaphatunk, ami egy kirándulóban felmerülhet (*de Freitas, 2003*). Például, hogy mikor lesz a lehető legjobb idő az adott tevékenységhez, kikapcsolódáshoz? Milyen felszerelések legyenek nálunk, amikor elutazunk? Milyen időjárási szélsőségekre, esetlegesen veszélyekre számíthatunk? Bár egy nagyon képlékeny, egyelőre kevés tájékoztatást nyújtó szakterületről van szó, mégis találhatunk olyan elemzéseket, melyek foglalkoznak a turizmus és időjárás kapcsolatával.

A legtöbb ember számára miközben kikapcsolódását tölti, meglehetősen fontos szerepet játszik az időjárás, hiszen meghatározó lehet mind pozitív, mind negatív értelemben. A légkör pillanatnyi állapotát vagy egy rövidebb időintervallumot vizsgálva, adott helyre jellemző fizikai paraméterek leírásának jelentése az időjárás, mely az idegenforgalomra nagymértékű befolyást gyakorol (*Perry, 1997*).

Érdeemes konkretizálni a jelentésüket, hogy átfogó képet kapjunk a síturizmus és az éghajlat kapcsolatáról. Az éghajlat a légkör individuális állapotainak sokasága, mely a külső kényszerekkel egyensúlyt tart és hosszabb időskálán vizsgálendő, mint az időjárás (*Matzarakis, 2006*). A síturizmus pedig az aktív turizmusnak egy formája, mely szerint egy turista utazásának célja egyfajta fizikai sporttevékenység, szabadidős aktivitás (*1 – Magyar Turisztikai Ügynökség*). Statisztikák alapján évente az egész világra kivetítve körülbelül 300–350 millió ember fordul meg a sípiacon (*Steiger et al., 2017*).

Ha az éghajlati viszonyokra gondolunk, rögtön eszünkbe jut, hogy a síturizmus az egyik legjobban időjárásfüggő turisztikai ág. Az éghajlatváltozás, a globális felmelegedés rendkívül negatív hatással van rá, mivel az egyik fő probléma az évszakok eltolódása (Béki, 2017). Decemberben aligha lehetséges hó formájában hulló csapadék, míg például márciusban, tavasszal hóesés figyelhető meg. Következésképpen, a hóviszonyok jelentős megváltozására lehet számítani. A természetes hótakarót felválthatja a hóágyúzás általi mesterséges hó, illetve egyre több jelenleg működő sípálya bezárásához vezet az éghajlatváltozás (Béki, 2017).

Szakdolgozatomban a síturizmus éghajlati feltételeit vizsgálom a Kárpát-medencében. Ennek keretében kitérek hazánkra, Magyarországra, s mellette Szlovákia és Románia egy-egy síterepét is megvizsgálom éghajlat, időjárás szempontjából. A 2. fejezetben a síturizmus és a klíma kapcsolatát tanulmányozom, a kettő közötti összefüggéseket, speciális feltételeket tekintem át. A globális felmelegedés okozta változásokat, ezáltal a hóágyúzás lehetőségét is elemzem. A 3. fejezetben leírásra kerül a Kárpát-medencében elhelyezkedő országok közül néhány kiválasztott régió. Ebben a fejezetben mutatom be saját számításaimat, melyeket CarpatClim adatok felhasználásával végeztem. A kiválasztott sípályákhoz legközelebb eső rácspontokat vizsgáltam, melyeket Kékestető esetében összehasonlítottam az ott lévő állomáson mért adatokkal diagramok segítségével. Végül dolgozatomat egy jövőbe kitekintő összegzéssel zárom.

## 2. Szakirodalmi áttekintés

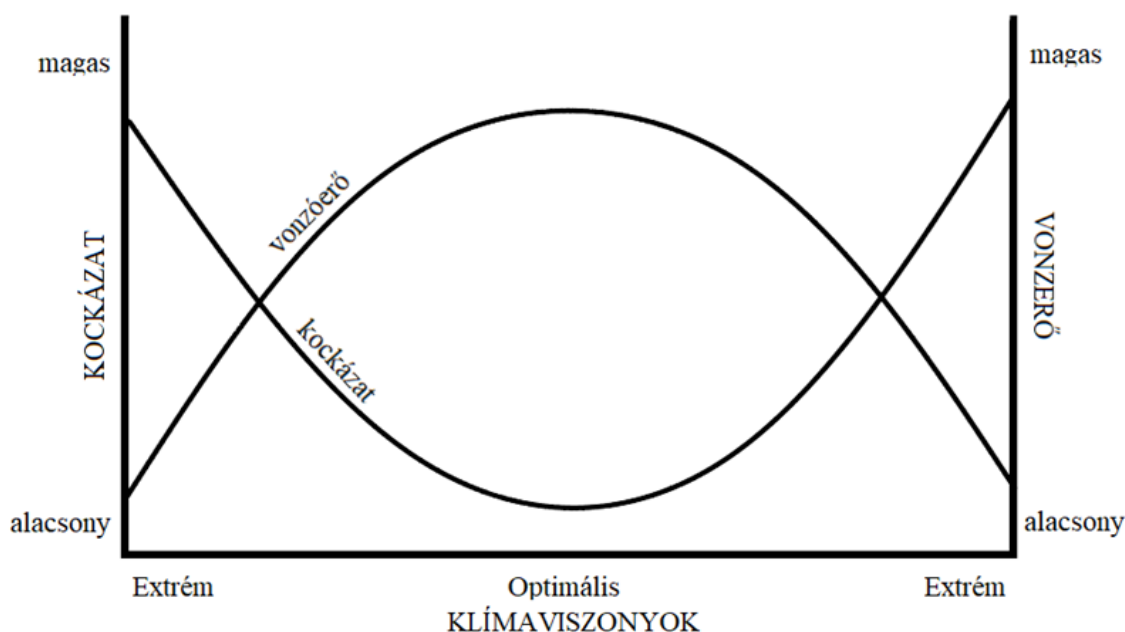
### 2.1. Síturizmus és az éghajlat kapcsolata

Az idegenforgalom szoros kölcsönhatásban áll környezetével, például technikai, gazdasági, politikai és társadalmi változásokkal. Pontos definícióját, mely a mai napig érvényben van, 1989. április 10–14. között a Turisztikai Világszervezet (WTO) fogalmazta meg a Hágai Nyilatkozatban. Eszerint „a turizmus magában foglalja a személyek lakó- és munkahelyen kívüli minden szabad helyváltoztatását, valamint az azokból eredő szükségletek kielégítésére létrehozott szolgáltatásokat” (*Lasztovicza és Béki, 2016*). A turizmus alfajait (egyéni és társas turizmust) csoportosították az utazás célja szerint. Ez alapján két nagy csoportba lehet sorolni őket: hivatás- és szabadidő-turizmus (*Michalkó, 2004*). Már a nevükben is benne van, hogy az előbbi inkább szakmai, munkavégzéshez kapcsolódó tevékenység révén kivitelezhető, míg utóbbi a kikapcsolódás, pihenés révén, melyet a változatosság igénye inspirál. A síturizmus a szabadidő-turizmus csoportjába tartozik.

Ahogy az már a bevezetésben is említettem, az 1900-as évek eleje óta beszélhetünk turisztikai klimatológiáról. Egy turisztikai célpont kiválasztásánál különböző szempontokat vehetünk figyelembe, amik meghatározhatják üdülési végcélunkat. A legmeghatározóbb aspektus lehet a tájkép, illetve az éghajlat. Az utazással, szállással kapcsolatos költségek, a biztonság, a történelmi érdeklődés, a környezet és a természet figyelembe vétele is fontos tényezők (2 – *Turisztikai Klimatológia*). Ezek a szempontok befolyásolják a síturisták úti céljait. Meteorológiai értelemben, ha az időjárási paramétereket, komponenseket vizsgáljuk, akkor a téli turizmus elsődleges kritériuma a hótakaró. Közrejátszik a célpont kiválasztásánál a hulló csapadék, a nappalok hossza, a levegő hőmérséklete, a hó albedója (fényvisszaverő képessége), valamint a szélesebség és a szélirány is (*Matzarakis, 2006*).

Hibbs (1966) meghatározta a turizmusklimatológia fogalmát, melyhez felhasználta egy adott terület természetes erőforrásait (földrajzi elhelyezkedést, topográfiát, növény- és állatvilágot). Ebből kiindulva azt állapította meg, hogy helytől és időtől függően lehet kedvező, avagy kedvezőtlen a kettő közötti kapcsolat (*de Freitas, 2003*). Ezt az összefüggést az 1. ábra mutatja be. Látható, hogy az éghajlat egyértelműen befolyásoló

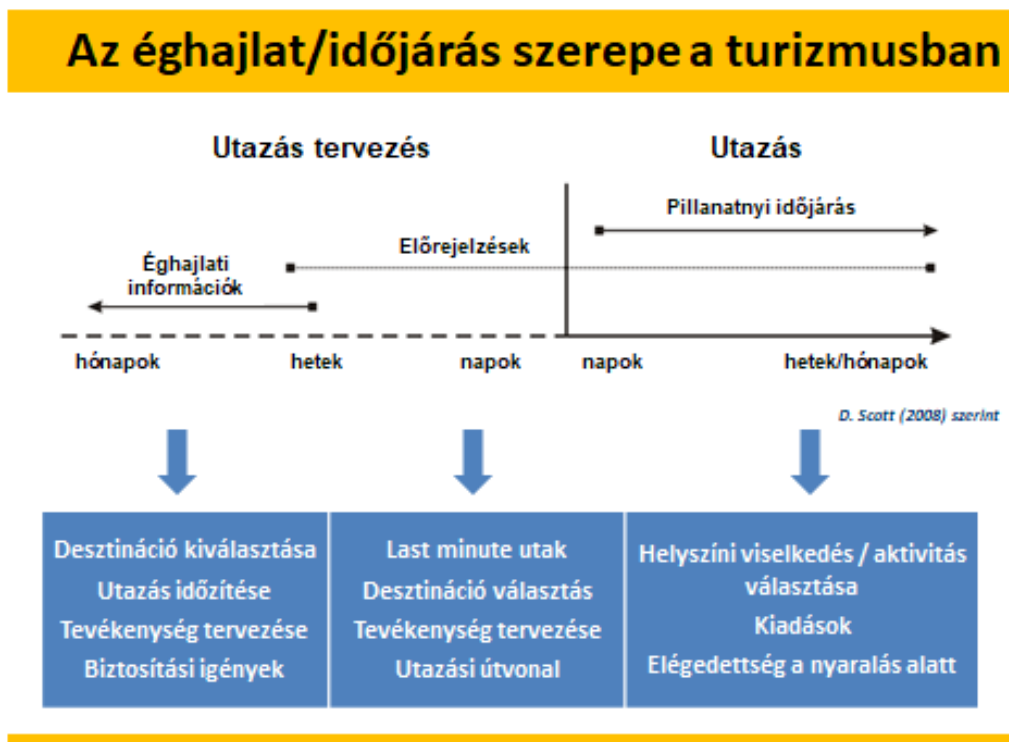
tényező az idegenforgalom szempontjából, mivel az időjárás függvényében változhat adott terület keresettsége. Ennek értelmében a látogatottság az extrém, szélsőséges időjárási körülményektől is függ. Ha például a hó vastagsága csekély vagy esetleg eső formájában hulló csapadék várható, akkor nem lesz annyi látogató, mint amennyi egy átlagos, kedvező napon. Ekkor a vonzóerő parabolához hasonlító görbe esésén látszik is, hogy közelít a klímaviszonyok tengelyen az extrém részhez. Ebben az esetben a kockázat is nyilvánvalóan magas, hiszen ha kevés a látogató, akkor kevés a bevétel is. Ellenkező esetben, ha kedvező feltételek érvényesülnek az időjárás terén, akkor a kockázat is alacsony lesz, a vonzóerő magas. Ez az optimális, nyereséges egy üzemeltető számára, ugyanis ekkor a legmagasabb a bevétel.



1. ábra: A turizmus és klíma kapcsolata de Freitas (2003) szerint,  
Perry (1997) alapján

Rengeteg turista érdeklődik az időjárás, éghajlat iránt, mielőtt úti célt választ (Didaskalou et al., 2005). Nagyobb valószínűséggel a szélsőséges időjárási események keltik fel figyelmüket, melyek javarészt befolyásolhatják utazási körülményeiket. Ilyen lehet például a téli turizmusban a vártnál melegebb (vagy jóval hidegebb) hőmérséklet, a csapadékos időszak vagy a szélsébség, szélirány megváltozása, melyek mind hatást gyakorolnak egy programra vagy akár egy úti célra (de Freitas, 2005). Mindezek egészségügyi vagy biztonsági kockázatot jelenthetnek az utazók számára. Egy útiterv

elkészítésének vannak különböző szakaszai, melyeket a 2. ábra mutat be. Ezek alapján a legfontosabb információt az aktuális időjárás előrejelzések jelentik, mintsem a klimatikus, éghajlati tájékoztatások. A desztináció kiválasztása, szállás lefoglalása általában a „vakáció” előtt jó néhány hónappal vagy héttel megtörténik. Ekkor még csak az éghajlati vonatkozásokra tudunk támaszkodni, mert az előrejelzések pontossága ez idő tájt bizonytalan. Pár nappal utazásunk megkezdése előtt már az előrejelzésekre összpontosítunk, és reménykedünk, hogy a nekünk megfelelő időjárás következzen be. Gyakran a „last minute” utak foglalásakor is befolyásolhat az aktuális időjárás előrejelzés sok embert, illetve ekkor tud változni a végcélunk is. Az előrejelzés megbízhatóságának határa néhány nap, tehát a távelőrejelzések már pontatlanabbak, nehezebb a kiszámításuk és legtöbbször nem numerikus modellek alapján készülnek, hanem statisztikai eljárásokkal vagy éghajlati modellek segítségével (Bartholy et al., 2013). Az ember egészségét pozitívan befolyásolhatja az időjárás és ezt az üdülés során a mindennapokban is ki lehet használni (Schuh, 2009).



2. ábra: A turisták döntéshozatalát segítő tényezők  
időjárás/klíma szempontjából  
Scott (2008) alapján

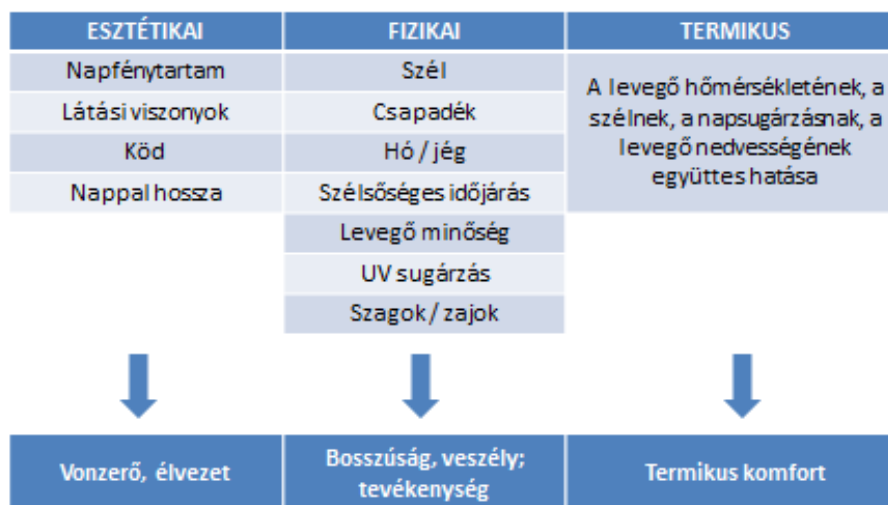
Az utazás alatt az aktuális, pillanatnyi időjárás lehet hatással a turisták viselkedésére vagy az adott aktivitásra. A szíves örömet több tényező is befolyásolhatja. Példaképpen gyakran a hegyek között, a hegyeket elválasztó völgyekben sokkal alacsonyabb hőmérséklet tapasztalható, mint a hegycsúcson (*Béki és Faragó, 2017*). Ezt nevezik inverz hatásnak.

Az egyén többféleképpen tud reagálni, alkalmazkodni az időjárás által okozott hatásokra (pl.: *de Freitas, 2003*). Az egyik, hogy elkerüli a kedvezőtlen időjárási területeket és más úti célt választ. A másik, hogy módosítja a tevékenységét, programját, amit előre megtervezett. A harmadikféle reakció, hogy különböző segédeszközöket használ (pl.: esernyőt). Alkalmazkodni tud még úgy, hogy ruházatát (pl.: esőkabát, kalap) megváltoztatja vagy teljes beletörődéssel ugyanazt a tevékenységet folytatja, amit egyébként is tervezett. Turizmus szempontjából természetesen az a legkedvezőbb, ha ugyanazt a tevékenységet választja, amit eredetileg kigondolt.

A kiadásokban is jelentős szerepe van az időjárásnak. Ha egy szabadtéri programot szervezünk, az akkor fennálló meteorológiai paraméterek megváltozása (pl.: csapadék) miatt az addig tervezett tevékenységünk, programunk elmaradhat, ezért is érdemes az előrejelzéseket nyomon követni. Tehát ideális programokat tudunk szervezni kedvező időjárási feltételek mellett és egy alapvető elégedettséggel fogunk távozni.

A turistákra és tevékenységeikre nagy hatással lehet a klíma, amelyeket éghajlati paraméterekkel szemléltetve tudunk elemezni. Ezek a paraméterek három nagy csoportba sorolhatók *de Freitas* (2003) tanulmánya alapján. A három csoport az esztétikai, a fizikai és a termikus kategória (*3. ábra*), amelyek alapján az időjárási viszonyok osztályozása lehetséges. Az **esztétikai szempont** egy olyan csoport, mely magában hordozza az aktuális időjárási helyzet leírását, tulajdonképpen a szinoptikus meteorológiai komponenseket. Éppen ezért pszichológiai csoportnak is szokták nevezni, hiszen a természeti környezetet írja le. Példaképpen, ha az ember azt mondja, hogy „szép, napsütéses nap”, akkor egy esztétikai értékelést fogalmazott meg, melyben szerepel a saját véleménye az aznapi időjárásról. Emiatt ebbe a kategóriába tartozik a napfénytartam, a látási viszonyok, a köd és a nappalok hossza is, mert ezek mind befolyásolják a vonzerőt, a jóllétet az adott napra kivetítve.

## A turisztikai klíma különböző tényezői



3. ábra: A turisztikai klíma tényezői de Freitas (2003) alapján

A **fizikai faktor** már egy összetettebb tényező, hiszen ezek a paraméterek határozzák meg egy turista adott napi tevékenységét, hogy mennyire korlátozódjon vagy éppen mennyire kelljen megváltoztatni. Ezáltal az alapvető elégedettséget is megszabja. Lényegében ez az összetevő írja le a meteorológiai szempontokat (szél, csapadék, hó vagy jég, levegőminőség, UV sugárzás, szagok/zajok, szélsőséges időjárás helyzetek). Mindez az elfoglaltságot tekintve lehet pozitív vagy negatív hatású. Ha a síelést vesszük alapul, akkor mondhatjuk, hogy például a szél negatív hatással, míg a hó maximálisan pozitív hatással lehet a síelőre. Továbbá, ha egy szélsőséges időjárás helyzetet vizsgálunk, például ha egy alacsonyabb nyomású ciklon halad át a térség felett, melyben a nyomásváltozás üteme intenzívebb, akkor ez hatással lehet az egyén reakcióidejére, ezáltal sérüléseket is szerezhet, melyek kikapcsolódása egész időtartamát elronthatják. A látási viszonyok romlása is hasonló negatív történéseket okozhat. Pont emiatt a síturizmusban néhány nélkülözhetetlen „szabályt” vezettek be, hogy megőrizzék az emberek biztonságát. Ilyen lényeges előírást *Abegg* (1996) fogalmazott meg: ez az ún. „100 napos szabály”, ami kimondja, hogy a sípályák síelhetőnek tekinthetők és ideálisnak, ha 10 év telén 7-ben, legalább 30–50 cm-es elegendő hótakaró áll rendelkezésre, minimum 100 napon keresztül december 1. és április 15. között (*Steiger és Mayer*, 2008). Az a magasság, ahol ez a

szabály teljesül a hó megbízhatóságának határaként definiálható. Egy másik fontos szabály alapján a síterepek rendszerint akkor működhetnek, ha a hó vastagsága meghaladja a 30 cm-t, illetve ha a hőmérséklet két egymást követő napon nem haladja meg a 10 °C-ot (Scott, 2006).

Végül a harmadik csoport, a **termikus tényező** egy olyan hatás, mely a levegő hőmérsékletének, a szélnek, a napsugárzásnak és a levegő nedvességének együttesén alapszik. Maga az emberi reakció az éghajlati komponensekre teljesen egyénfüggő, mivel valakit kellemetlenebbül, valakit pedig kedvezőbben érintenek az időjárással bekövetkező változások. Ez a szempont jellemzi az egyén hőérzetét, ami sok mindentől függhet (biológiai adottságtól, időjárástól, az adott illetőtől) és problémát is jelenthet, hiszen ez az a faktor, mely időről időre leginkább változhat. Szemléltetésül: a központi fűtés általi komfortérzet vagy az egyre lengőbb öltözködés elég nagy változáson ment keresztül az évszázadok során.

Összességében tehát a fentebb részletezett három csoportosítási tényező leírja az időjárás hatását az emberek reakcióira. Röviden az esztétikai faktor jelenti a turista elégedettségét bizonyos éghajlati paramétereket figyelembe véve. A fizikai faktor meghatározza a meteorológiai szempontokat, és leírja, hogy ezek hogyan befolyásolhatják a megtervezett programunkat. Végül a termikus szempont az egyén hőérzetét, komfortját vizsgálja.

Az előbbieken említett éghajlati elemek hatással vannak a turistákra, mely hatást az éghajlati adatoknak tartalmaznia kell. Az éghajlati adatok információkat szolgáltatnak a klimatikus vagy időjárási események előfordulásának valószínűségéről. Az adatok típusa lehet történelmi (archivált), valós, illetve előrejelzési adat (de Freitas, 2003). A turisztikai klímakutatásban az éghajlati adatok felhasználhatósága különböző. Az adatokat a turisztikai tervező, a szolgáltató vagy éppen maga a turista veheti igénybe. Példának okáért egy síközpontot tervező személy számára fontos információt nyújt a síszezon hosszára vonatkozó adat, míg egy síelő inkább a konkrét napi eseményekre lesz kíváncsi: az adott helyen tartózkodásakor vajon lesz-e hóágyúzás, vagy hullhat-e hó, stb. Különböző célokra lehet hasznosítani az adatokat:

- döntéshozatalban,
- kockázatértékelésben,
- beruházási döntésekben,
- turisztikai fejlesztések elhelyezésében,
- tervezés terén.

A síturizmus esetén döntést hozhatnak az üzemeltetők például arról, hogy mikor kezdjék el hóágyúzni az adott területet. A veszélyes időjárási jelenségek, természeti katasztrófák előrejelzésében vagy a szállás kiválasztásában (tájkép) szerepet játszhatnak az adatok.

## 2.2. Síturizmus alapvető feltételei

A leendő, sőt már a mai síterepekre is befolyással van az éghajlatváltozás. Egy ún. „sípálya-régió” a gazdasági sikere sok tulajdonságot, feltételt tartalmaz, amiknek, ha nem is tökéletesen, de nagy arányban teljesülniük kell. Ilyen feltétel a nyitvatartási idő, hogy egy idényben összesen hány napot és ettől meddig képes az adott napon megfelelő feltételek mellett üzemelni egy síesiklopálya. A jól felszerelt, nagyobb tengerszint feletti magasságban elhelyezkedő terepek általában sokkal megbízhatóbbak, sikeresebbek, mint az alacsonyabb területen lévők, hiszen a havazás is rendszerint jelentősebb az előbbi térségekben. Tehát lényegében az éghajlati tényezők határozzák meg, hogy egy sípálya az adott napon megnyitható-e.

Egy üzemeltető akkor lehet minél eredményesebb, ha bizonyos szabályok megvalósulnak az időjárás terén. A 2.1. alfejezetben már utaltam ilyesfajta szabályokra, mint például a 100 napos szabály vagy éppen a hőmérsékletre utaló előírás. A következőkben az ezekhez hasonló, síturizmusban alkalmazott alapelveket mutatom be.

Egy síeléshez optimális napon a csapadékmennyiségnek egyenlőnek kell lennie nullával (sem eső, sem hó nem hullhat). Ugyanis a csapadék balesetveszélyes lehet a látásviszonyok rontása révén. Az eső elmosza a mesterséges vagy természetes hótakarót és a minimum 30 cm vastagságú szabály nem teljesül. Mindezek mellett fontos tényező, hogy a környező tájat is hó borítsa, mert az kellemes érzetet nyújt a látogatóknak, és miután haza utazik, akár a vidék látványa miatt is visszatér a későbbiekben az adott régióba (*Schmude*, 2013). Kutatások (pl.: *Tang és Jang*, 2012) kimutatták, hogy az is fontos szempont lehet a kereslet terén, ha a szezon kezdetén hóesés tapasztalható. Ez ugyanis nagyban növeli a síelni vágyók számát.

A téli turizmus fő jellemzője minden esetben a hó. Az 1980-as évek közepétől negatív hóval kapcsolatos trendeket figyeltek meg az Alpokban, mely főleg az 1300 m-nél alacsonyabban fekvő síterületeket érinti. *Steiger* (2010) szerint 1 °C-os felmelegedés hatással lehet a síszezonra és akár egy hónappal is megrövidítheti azt. Számításai alapján az 1000 m tengerszint feletti magasságban lévő hóhatár 100–200 m-rel feljebb fog tolódni

(a sítérp kerületétől függően). Ennek kiküszöbölése érdekében hóágyúkat használnak, melyről külön fejezetben (2.3.1.) ejtek szót.

A humán bioklimatológiában használatos egy index, mely a síturizmusban is szerepet játszik. Ez az index a PET (Physiologically Equivalent Temperature), mely magyarul fiziológiailag ekvivalens hőmérséklet. Ennek °C-ban kifejezett értékével, az emberek termikus komfortérzetét adhatjuk meg. A definíció azon a feltevésen alapul, hogy az aktuális termikus környezetet összevetjük egy több paraméterben standardizált környezettel, ahol az ott tartózkodóknak a hőérzete megegyezik a valós környezettel (3 – PET, Szeged). A kutatók, szakértők a síeléshez optimális nap esetében, interjúk alapján –5 °C és +5 °C közötti értéket állapítottak meg a PET indexre. Kiválasztottak ebben a témában érdekelt feleket, többek között sífelvonó-üzemeltetőket, síklubok elnökeit, síoktatókat, turisztikai egyesületek képviselőit és természetesen látogatókat is, akiket megkérdeztek egyéni beszélgetések során. A kapott –5 °C és +5 °C közötti érték alacsonyabb, mint amit e kutatást megelőzően vártak. Az eltérés annak tudható be, hogy az érzékelt hőmérséklet többek között függ a napsütés időtartamától (*Schmude*, 2013).

A síturizmus alapvető feltételei közé tartozik még, hogy egy átlagos napon a napsütés időtartama legalább 5 óra legyen, illetve a maximális szélesebbesség ne legyen nagyobb, mint 10 m/s (*Schmude*, 2013). A napsütés időtartama az öltözködés szempontjából is lényeges. Mind pozitív, mind negatív értelemben vizsgálható. Negatív szempont lehet, ha például süt a nap, akkor szemünknek fokozottabb védelmet kell biztosítani, éppen ezért szükségünk lehet síszemüvegre, mivel a napsugarak visszaverődése a hófehér hóról kellemetlenséget tud okozni; vagy éppen bőrünk könnyebben leég, és érdemes ilyen esetekben naptejjel kenni magunkat. Másrészt viszont pozitív hatása is van, hiszen a többréteges öltözetre – mely mozgásunkban korlátozhat minket – nem lesz szükség. Nagy szélesebbesség (> 10 m/s) esetén arcunk, kezünk kiszáradhat, mozgásunk ebben az esetben szintén nehezebb, vontatottabb lehet, így a síelés élménye már nem biztos, hogy egy tökéletes élmény marad, inkább egy fáradt, meggyötört időöltéssé válik.

Interjúk során azt is megállapították, hogy a síeléshez legkedvezőbb „naptípus” a szabad-, és munkaszüneti nap (*Schmude*, 2013). Általában a legtöbb síelni vágyó ember főleg hétvégéken és ünnepnapokon élvezi a síelés örömét, ugyanis ezeken a napokon teljesülnek leginkább a fent említett feltételek, továbbá ekkor az emberek zömének pihenőnapja van. Ezeket az alapfeltételeket az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat: A sízéshez optimális napon figyelembe vett változók és annak értékei  
Schmude (2013) alapján

Változó	Érték
Csapadék	0 mm
(Mesterséges) hórétegvastagság	$\geq 30$ cm
Környező hótakaró	$> 0$ cm
Érzékelt hőmérséklet (PET)	$-5$ °C és $+5$ °C között
Napsütés időtartama	$\geq 5$ h/nap
Szélsébség	$\leq 10$ m/s
Naptípus	hétvége / ünnepnap

### 2.3. Éghajlatváltozás következményei

A tengerszint feletti magasság befolyásoló tényező lehet a síturizmus szempontjából. Régen a hegyekben található meteorológiai állomások szolgáltatták az egyetlen rendelkezésre álló adatforrást, melyek segítségével tudtak időjárás-előrejelzéseket előállítani (Zaninovic et al., 2006). Manapság már jóval több állomás létezik, melyek mérési adatait éghajlatváltozási trendek becslésére is használják. Az alacsonyabban fekvő állomások, sípályák fokozottabban állnak lokális antropogén hatások alatt, mint a magasabban lévők. Az urbanizáció, és az ennek következményeképpen megjelenő helyi városi hősziget hatás nagymértékben hozzájárul egy sípálya megszűnéséhez, főleg ha az egy városközponti rész közelében helyezkedik el (Zaninovic et al., 2006). Ezek a sítérek speciális mikroklimájuknak köszönhetően tarthatók fent. A legmegbízhatóbb pályák északi fekvésűek és nincsenek hatással rájuk különböző szélsőséges időjárási jelenségek (Béki és Faragó, 2017). Sok esetben úgy próbálják kiküszöbölni a felmelegedés okozta problémákat, hogy a sípályákat magasabb régiókba telepítik, mely Európában az 1500 m tengerszint feletti magasságot jelenti (Varga, 2014).

A nyitvatartási időintervallumban is megjelenik a klímaváltozás hatása. A Nemzeti Síterep Szövetsége (National Ski Area Association, NSAA) az Amerikai Egyesült Államokban működő szerv. Az utóbbi néhány évben a szövetség felmérései alapján a sípályák zömét az átlagosnál később lehetett igénybe venni, és a zárás is korábban történt, mint azelőtt (Varga, 2014).

A felmelegedés hatására az Alpokban a működő sípályák 60%-a hó szempontjából megbízható (Schmidt *et al.*, 2012). Az Északi-Alpokban ez a szabály 1050 m-nél magasabban teljesül, az Alpok középső területein 1200 m felett, és a déli részeken 1500 m felett (Steiger, 2010).

A magashegységekben közismert egy helyi szélfajta, a főn, melyet száraz, meleg bukószélként definiálunk. A hegy egyik oldaláról érkezik, ahol erős széllel jár, majd a hegyen átbukva meleg, napos idő a velejárója. Melegítő hatása elérhet 10, vagy akár 100 km-re is, ezért sok esetben hóolvadást is okozhat (4 – *met.hu*).

Az időjárás változékonyságának és az ezzel járó kockázatoknak a turizmusra gyakorolt hatása a jövőbeli tervezés szempontjából kulcsfontosságú. A várható klímaváltozás rövidebb síszezontokat, csökkent számú látogatót és mindezek miatt egyre nehezedő fenntarthatóságot eredményez (Rutty *et al.*, 2017). A hórétegvastagság csökkenésével kapcsolatos hatásokhoz való alkalmazkodás egyik legkézenfekvőbb megoldása a mesterséges hó előállítás.

### **2.3.1. A hóágyúzás**

A jelenlegi éghajlati trendek miatt kulcskérdés, hogy az egyre melegebb bolygónk mekkora hatással lehet a síterepre, valamint hogy a hóágyúzás képes-e működőképes alkalmazkodási stratégiát biztosítani.

Az 1990-es évek óta használnak rendszeresen a sípálya üzemelők hóágyúkat, melyet először az 1970-es években helyeztek üzembe Ausztriában (5 – Stánicz, 2010). Manapság egy jól működő, sok síelőt befogadó síparadicsom elképzelhetetlen hóágyúk nélkül, hiszen egyre több térségben csökken a havas napok száma, ezáltal a hóágyúzás lehetősége egyre nagyobb jelentőséggel bír (Schmidt *et al.*, 2012). Általában egy síterep kiadási költségeit nagy részben meghatározza a megnövekedő vagy éppen egyre csökkenő hóviszonyok alakulása. Ez befolyással lehet a munkaerőre, az energiafelhasználásra és a vízigényre is (Dawson *et al.*, 2009). Ebből következik, hogy értelemszerűen minél alacsonyabban helyezkedik el egy sípálya, annál többször kell alkalmazni a hóágyúkat, mely végső soron

magasabb költségekkel, kiadásokkal jár. Tehát a magasabb hegycsúcsok a síelők és az üzemeltetők számára egyaránt kedvezőbbek.

Többféle szempont (magasság, intenzitás, felület, időtartam) szerint lehet a hóágyúzás módozatait megkülönböztetni (*Steiger és Mayer, 2008*). A síterület minél előbbi megnyitása érdekében elkezdődik az alapréteges hóágyúzás november közepén vagy december elején. Egy síparadicsom sípályáit egyszerre vagy egymás után szokás hóágyúzni. A gleccsereken lehetőség van a kora szeptemberi, sőt még a nyári sízésre is, azonban a globális felmelegedés hatására az 1980-as évek eleje óta visszahúzódás figyelhető meg (*Vaughan et al., 2013*) és kisebb mértékű a hóesés. Ezért ezeken a területeken szintén elterjedt a mesterséges hó lövellése.

Az emberek hozzáállása a hóágyúzás kérdéséhez változó. Interjúk során megállapították, hogy a legalább évente síelő emberek többsége a hóágyúzást részesíti előnyben. A hóágyúk mellett szóló leggyakoribb érvek az éghajlati indokok vagy a sípályák minőségére vonatkozó okok voltak (*Pütz et al., 2011*).

A hóágyúk működése egy összetett folyamat, melyhez szükség van vízre, levegőre és elektromos áramra (*5 – Stánicz, 2010*). Kétféle berendezés létezik, melyek a műhó előállításában vesznek részt. Az egyik fajtája az ún. lándzsás rendszer, másik típus a ventilátor rendszer: mindkettőre látható egy-egy példa a *4. ábrán*.



*4. ábra: Bal oldali képen a lándzsás berendezés, jobb oldalon a ventilátor berendezés látható (6 – Hóágyú)*

A lándzsás rendszereket hegységek meredekebb lejtőire szokták telepíteni, mivel ezek több méter magas berendezések (éppen ezért fix telepítésűek, nem hordozhatók). Ebből megállapítható, hogy inkább a magashegységekben elterjedtebb a használata, például az Alpokban. Működése levegővel történik, amit egy központi kompresszorállomáson préselnek össze, így válik belőle sűrített levegő. Egy

vezetékrendszer köti össze az összes rendszert, melyben magas nyomású víz és az előbb említett levegő van. Amikor a szórófejből kilép a víz és szétporlad, levegőt fújnak bele, ezáltal a sűrített levegő kitágul és lehűl. Ennek következtében a levegő alacsony hőmérséklete miatt jéggócok válnak belőlük, majd hókristályokká tapadnak össze (5 – Stánicz, 2010).

A ventilátoros berendezések kisebb rendszerek, szállításuk helikopterrel, ratrakkal (pályakarbantartó-gép) végrehajtható. Lankás területeken szokták alkalmazni, például Magyarországon, a Kékestetőn. Alapvetően hasonlóképpen működnek, mint a lándzsás rendszerek. Míg az előző esetben kompresszorállomásokon történik a sűrített levegő előállítása, ebben az esetben saját kompresszorokkal. Ennek okán a vezetékrendszerben már sűrített levegőre nincs szükség, csak magas nyomású vízre és elektromos áramra (a ventilátor működtetéséhez). Az ún. nukleátorszórófej összekeveri a vizet és a sűrített levegőt, majd kilövelléskor ez a keverék lehűl, és kristálygócok képződnek. Azért, hogy a kristálygócok hókristályokká váljanak, szükséges egy vízkarika a nukleátorszórófej köré, melyből a kiáramló vizet szétporlasztják (5 – Stánicz, 2010). E két rendszer jellemzőit és lényegbeli különbségeit a 2. táblázat összegzi.

Mind a két rendszer esetében a keverék kilövellése felfelé történik, hogy legyen ideje hóvá alakulni a felszínre érkezésig. A vízigényük elég magas, 1 m<sup>3</sup> hó előállításához 0,5 m<sup>3</sup> víz szükséges.

2. táblázat: A hóágúk típusai közötti lényegbeli különbségek

<b>Hóágúk típusai</b>		
	<b>Lándzsás rendszerek</b>	<b>Ventilátor rendszerek</b>
<b>elhelyezés</b>	meredekebb lejtőn	lankásabb lejtőn
<b>használatba helyezés</b>	Ausztria	Magyarország, Szlovákia
<b>méret</b>	magas (akár 10 m)	alacsony (néhány m)
<b>szállíthatóság</b>	fix telepítésű	ratrakkal, helikopterrel
<b>működési alapelv</b>	sűrített levegővel	elektromos árammal

A legtöbb esetben, ha egy sílesiklopálya 2000 m vagy annál magasabb, akkor a hóágyúzás lehetősége nem (vagy csak ritkán) merül fel, hiszen ezeken a vidékeken a természetes hótakaró dominál (*Steiger és Mayer, 2008*). Itt garantált a turisztikai kapacitás kihasználtsága látogatottság szempontjából, valamint gyakran rendeznek nemzetközi síversenyekeket is. Az üzemeltetők jelentőségteljes feladatai közé tartozik az, hogy megállapítsák, vajon indokolt-e mesterséges havat alkalmazni a jövőben. Ehhez a döntéshez éghajlati scenáriókat, modellszimulációs eredményeket vesznek figyelembe. A klímascenáriók másodfajú előrejelzések, azaz éghajlati forgatókönyvek, melyek különböző alapfeltételek bekövetkezéséhez kapcsolódnak – ha ezek másként alakulnak a jövőben, akkor a valószínűsíthető éghajlati viszonyok is egészen mások lehetnek (*Steiger és Mayer, 2008*).

A hóviszonyokat a hőmérséklet és a páratartalom befolyásolja. Jelenlegi technikával a hó előállítható  $-4\text{ °C}$  és  $-3\text{ °C}$  közötti hőmérsékleten, 60%-os átlagos páratartalom mellett. Hóágyúzás szempontjából azok a napok optimálisak, amikor a napi átlaghőmérséklet  $-2\text{ °C}$  körül alakul (*Steiger és Mayer, 2008*). A hóágyúzás akkor tekinthető ésszerűnek ezen az értéken túlmenően, ha bármilyen éghajlati elem miatt hóolvadás következik be és a pillanatnyi időjárás megköveteli a létesítmény használatát.

Tehát csak abban az esetben érdemes hóágyúkat használni, ha az alkalmazáshoz kapcsolódó költségek meg is térülnek. A síszezon kinyújtásával, megfelelő számú vendég érkezésével lehet kiegyenlíteni a kiadási és bevételi költségeket.

*Abegg (1996)* egyik szabálya alapján a minimális hóvastagság a gyepen 30 cm, a gyenge növényzetű köves területeken 50 cm. Mivel a mesterségesen előállított hó sűrűsége nagyobb, mint a természetes hóé, ezért 20 cm-rel több mesterséges hó kell ahhoz, hogy megfelelően vastag hótakaró legyen a síelhető lejtőkön. Az átlagos ágyú rendszerek képesek ezt a mennyiséget 5 napon belül előállítani (*Steiger és Mayer, 2008*).

Különböző számításokat végeznek a mesterséges hó előállításához. Ehhez figyelembe veszik a meteorológiai állomásokon mért adatokat a havas napok számáról (*SD*) és a hóágyú használatáról napi szinten. A havas nap a sízéshez minimális hórétgvastagságot ( $\geq 30\text{ cm}$ ) veszi alapul, míg a várható hóágyúzási nap (*D<sub>PB</sub>*)  $24\text{ °C}$ -os harmatpont vagy annál alacsonyabb hőmérséklet esetén definiálható (*Rixen et al., 2011*). Napi átlagértékeket használnak a hőmérsékletről (*T*), a relatív páratartalomról (*RH*) és a hórétgvastagságról (*HS*) egy megadott referencia időszakra.

A havas napok számát az alábbi lineáris regressziós egyenlet alapján állapítják meg különböző magasságokban:

$$SD_i = \beta_{i1} \cdot h + \beta_{i2}, \quad (1)$$

ahol  $h$  a meteorológiai állomás magassága egy  $i$  településen,  $\beta_{i1}$  és  $\beta_{i2}$  regressziós együtthatók.

A havas napok érzékenységét a hőmérséklet változására szintén kiszámolják:

$$SD_i = \beta_{i3} \cdot T_{\text{szezonális}} + \beta_{i4}, \quad (2)$$

ahol  $T_{\text{szezonális}}$  a levegő átlagos hőmérséklete az adott időszakban,  $\beta_{i3}$  és  $\beta_{i4}$  regressziós együtthatók.

Az (1) és (2) egyenlet alapján a havas napok várható értékét az alábbi formulával határozzák meg:

$$SD_i = \beta_{i1} \cdot h + \beta_{i2} - \beta_{i3} \cdot \Delta T, \quad (3)$$

ahol a  $\Delta T$  a hőmérséklet várható változása.

A várható hóagyúzási napok számát ( $D_{PB}$ ) minden állomásra külön számolják, majd az egyes állomásokra lineáris regressziót ( $\beta_{i5}$  és  $\beta_{i6}$  együtthatókkal) alkalmazzák:

$$D_{PB} = \beta_{i5} \cdot h + \beta_{i6}. \quad (4)$$

Ezek a számítások a meteorológiai állomások múltbeli éghajlati adataira épülnek, és egy statisztikai alapú becslést adnak a jövőbeli változásokra a hótakaró és a hóagyúzás tekintetében. Az alábbi feltételezéseket veszik alapul

- a hórétegvastagságot nagyrészt a hőmérséklet befolyásolja,
- a különböző magasságokban az éghajlatváltozás eltérő,
- melegedés esetén a relatív páratartalom változatlan marad.

A hóagyúzásnak kedvezőtlen környezeti hatásai is vannak, illetve a fenntartás költségei is jelentősek. A szezon kinyújtása érdekében erdőket vágnak ki, rendkívül sok vizet használnak fel (1 m<sup>2</sup> nagyságú terület 200–600 l vizet igényel). Az ágyúkat általában csapvízzel vagy a közelben lévő folyóból, patakából töltik fel. Ezek viszont idegen ásványi anyagokat tartalmazhatnak, ezáltal veszélyesek lehetnek az élővilágra. A „bepermetezett” pályákon tavasszal később olvad el a hó, így a hóréteg alatt megbújó növények csak később kezdenek virágozni, ha egyáltalán tudnak. Ugyan a hóagyúzás a hóolvadást

késlelteti, de a lefolyó nagy mennyiségű víz a termőtalajban is kárt tehet. Egy egész szezont figyelembe véve az energiafogyasztás is problémákat jelent, mivel átlagosan egy nagyobb sípálya hóágúzása 500 ezer kWh energiát igényel (5 – *Stánicz, 2010*).

Ugyanakkor a legtöbb üzemeltető igyekszik minél környezettudatosabban fenntartani saját pályáit. Mára nagyon sok európai síközpont van, melyek energiaellátásukat megújuló energiaforrásból próbálják megoldani. Például Ausztriában több szabályozást adtak ki, amik alapján meghatározzák, hogy mikor és hol vehetik igénybe a hóágúkat (*Varga, 2014*).

A sípályák számos vízvédelmi intézkedést vezetnek be. Vízhűtőket telepítenek a környező levegő hőmérsékletének és a víz felhasználásának csökkentése érdekében. A hóágúgba fogyasztásmérő eszközöket helyeznek el, melyek pontosan mérik, hogy mennyi vizet használtak el, illetve arra törekszenek, hogy minél tisztább, jobb minőségű vizet használjanak fel (7 – *nsaa.org*).

Az energiafogyasztás csökkentésére is figyelmet fordítanak. Olyan intézkedéseket tesznek, melyek az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának minimalizálásában is segítségül szolgálnak. Például olyan kompresszorokat használnak, melyek nem igényelnek olajat; vagy oszcilláló motoros gépeket fejlesztenek, mely által az üzemanyag fogyasztás is jelentősen csökken (7 – *nsaa.org*).

Mindent összevetve megállapítható, hogy a természeti környezet szoros kölcsönhatásban áll a turizmus alfajaival, ezért ezeket a helyi és regionális éghajlati viszonyok befolyásolják. A klímaváltozás a turisztikai célpont egyes jellemzőit, eddigi értékes sajátosságait megváltoztatja. A nyári üdülések mellett a hóborította hegyvidékeket is érinti az éghajlatváltozás a Kárpát-medencében, mivel a hóhatár várhatóan egyre feljebb fog tolódni (*Béki és Faragó, 2017*), és a hórétegvastagság csökkenése miatt egyre kevesebb hegy lesz síelhető az elkövetkezendő években, évtizedekben.

### 3. Síturizmus a Kárpát-medencében

A Közép-Európában elhelyezkedő Kárpát-medence Európa legnagyobb hegységközi medencéje, mely az oligocén végén, miocén elején a Kárpátok kiemelkedésével, belső területek lesüllyedésével jött létre (Gábris *et al.*, 2014). A Kárpátok szerkezetét tekintve (a magyar szakirodalom szerint) négy részre osztható: Északnyugati-, Északkeleti-, Keleti-, és Déli-Kárpátok. Az Északnyugati-Kárpátok külső vonulatai legfőképpen Szlovákia területén helyezkednek el, de a belső vonulatok Magyarországot is érintik (Északi-középhegység). Az Északkeleti-Kárpátok Ukrajnán áthúzódva, Románia térségében, a Keleti- és Déli-Kárpátok pedig csak és kizárólag Romániában találhatók.

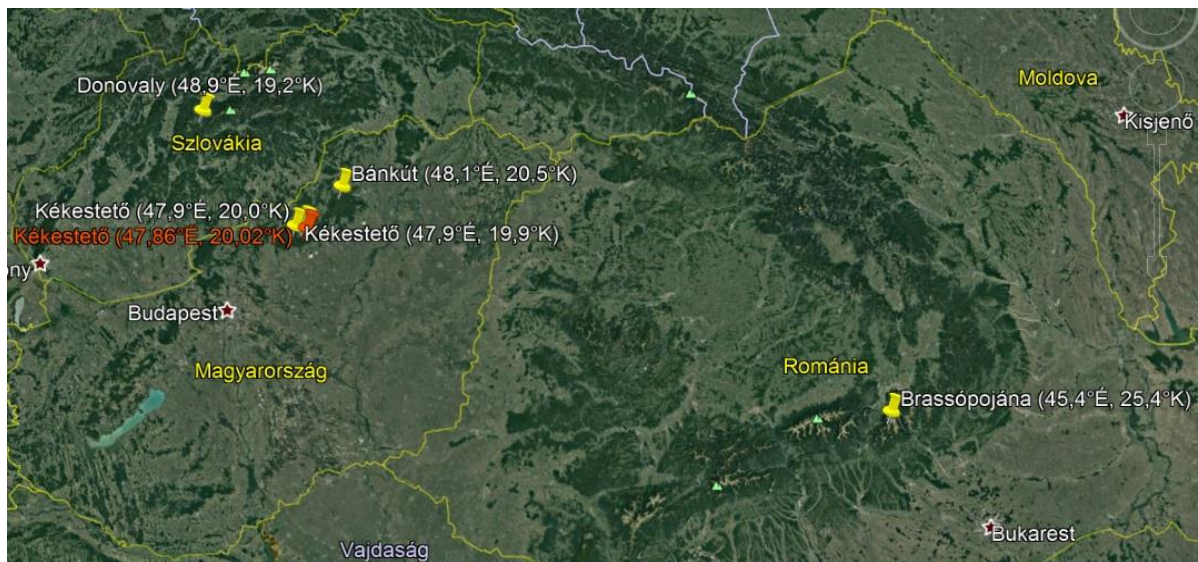
Térségünk valódi mérsékelt éghajlati övben fekszik (szoláris éghajlati felosztás szerint) és hatással van az óceáni, kontinentális és mediterrán éghajlat a klímájára. Az óceáni klíma megfigyelhető a nyugati peremvidéken, mivel ott észlelhető csapadékosabb időjárás és kiegyenlítettebb hőmérsékleti menet. A kontinentális éghajlat jellemzője a zordabb tél és melegebb, forróbb nyár. A délnyugati térségekben jelentkező őszi csapadékmaximum pedig a mediterrán éghajlat velejárója. A domborzatból, a medencejellegből és a három éghajlati jelleg találkozásából adódik az időjárásbeli változékonyság, a négy évszak kialakulása (Gábris *et al.*, 2014). A Trewartha-féle éghajlat-osztályozás szerint a Kárpátok-régió klímája a „hűvös éghajlatok” csoporton belül, a „kontinentális éghajlat hosszabb meleg évszakkal” csoportba (D.1) esik. A Köppen-féle éghajlat-osztályozás a „meleg-mérsékelt klíma egyenletes évi csapadékeloszlással” kategóriába (Cf) sorolja (Péczely, 1998).

A csapadék területi eloszlásában is szerepet játszik az elhelyezkedés. Mivel a Kárpátok Európa szívében húzódik, ezért érdemes a csapadékösszeggel kapcsolatos feltételeket megvizsgálni, hiszen az északi és a déli területeken egymással ellentétes (északon nedves, délen szárazabb körülmények) tendenciák észlelhetők (Bartholy és Pongrácz, 2007). A hegyvidékeken, a medence nyugati részén a legbőségebb a csapadék (800–1400 mm/év). A legszárazabb területek pedig a központi részek, ahol a csapadék mindössze 500–600 mm/év (Gábris *et al.*, 2014).

Az éghajlatváltozás megfigyelhető a Kárpát-medence térségében is. Az 1980-as évektől kezdődően változási trendeket figyelhetünk meg, ami például az évi középhőmérsékletek, a szélsőséges hőmérsékleti értékek, az éves és évszagos csapadékösszegek, a csapadék szélsőségek átalakulásában mutatkozott meg (8 – *met.hu*). A

jövőre vonatkozóan készültek éghajlati elemzések (szcenáriók), melyek alapján a jövőbeni éghajlatra következtethetünk. Modellbecslések kimutatták, hogy egyértelműen melegedés várható a XXI. század végére a Kárpát-medencében (*Bartholy et al., 2008*). Téli viszonylatban pedig a hótakaró vastagságának várható csökkenése is komoly problémákat jelenthet. A hó mennyiségének további csökkenése negatív korrelációban áll a felszínközeli légrétegek hőmérsékletének emelkedésével (*Demiroglu, 2015*).

A következő alfejezetekben a téli turizmus éghajlati feltételeit ismertetem Magyarországon, Szlovákiában és Romániában kiválasztott síelhető térségekben. A leglátogatottabb sípályákat jellemzem a különböző országokban, melyek koordinátái az 5. ábrán látható. Magyarországon Kékestetőt és Bánkútot, Romániában Brassópojánát és Szlovákiában Donovalyt választottam az elemzéshez. Állomási adatsorokat hasonlítottam össze rácsponti adatokkal (CarpatClim) annak érdekében, hogy a sípályához legközelebbi, legpontosabb értékeket kapjam eredményként, melyhez Fortran program segítségével végeztem számításokat. Vizsgálataim során meghatároztam az átlagos havi maximum- és minimumhőmérsékleteket, illetve a hórétegvastagság változását az 1981–2010 időszakban. Diagramokon szemléltetve ismertetem mindezt, valamint az 1961–2010 idősorokra illeszték lineáris trendet. Az elemzésekben a síelés szempontjából kiemelhető októbertől áprilisig tartó közel féléves időszakot vizsgáltam, amikor térségünkben hóesés előfordulhat.



5. ábra: A vizsgált rácspontok (sárga jelöléssel) koordinátái. Narancssárga szín jelöli a meteorológiai állomás helyét (9 – Google Earth)

A meteorológiai állomáson mért adatok Kékestető esetében az Országos Meteorológiai Szolgálat Éghajlati adatbázisából, a rácsponti adatok a CarpatClim adatbázisból (Szalai *et al.*, 2013) származnak. A 2013-ban zárult CarpatClim projekt fő célja az volt, hogy az éghajlati adatok pontosságát javítsa a regionális klimatológiai vizsgálatokhoz. Ez az adatbázis napi adatokat tartalmaz egy közel 10 km-es felbontású rácson, melyeket megfelelő homogenizációs és interpolációs módszerekkel állítottak elő állomási megfigyelésekből (10 – CarpatClim). Az alkalmazott rácshálózat lefedi a 44° és 50° északi szélességi fokok, s a 17° és 27° keleti hosszúsági körök közötti térséget, azaz Magyarországot (kivéve a 17°K-tól nyugatra eső régiót) és egyben a Kárpát-medencét is. Homogenizálás alatt értjük a mérésekre ható, zavaró környezeti hatások korrigálását, míg az interpoláció jelenti azt, hogy azokra a helyekre is megbízható adatokat tudjunk származtatni, ahol nem végeztek meteorológiai megfigyeléseket. Az adatbázis térbeli felbontása a szélességi és a hosszúsági körök mentén egyaránt 0,1°. Ennek okán több rácspontot is figyelembe vettem az összehasonlításkor, és azt választottam ki, amelyik a legközelebb található az adott síterephez. A rácsponti adatsorok az 1961–2010 időszakra állnak rendelkezésre, és a lehető legtöbb állomási adatsor felhasználásával készültek (Szalai *et al.*, 2013). Spinoni *et al.* (2015) részletesen leírja, bemutatja az adatbázis különböző elemeit.

### 3.1. Magyarország

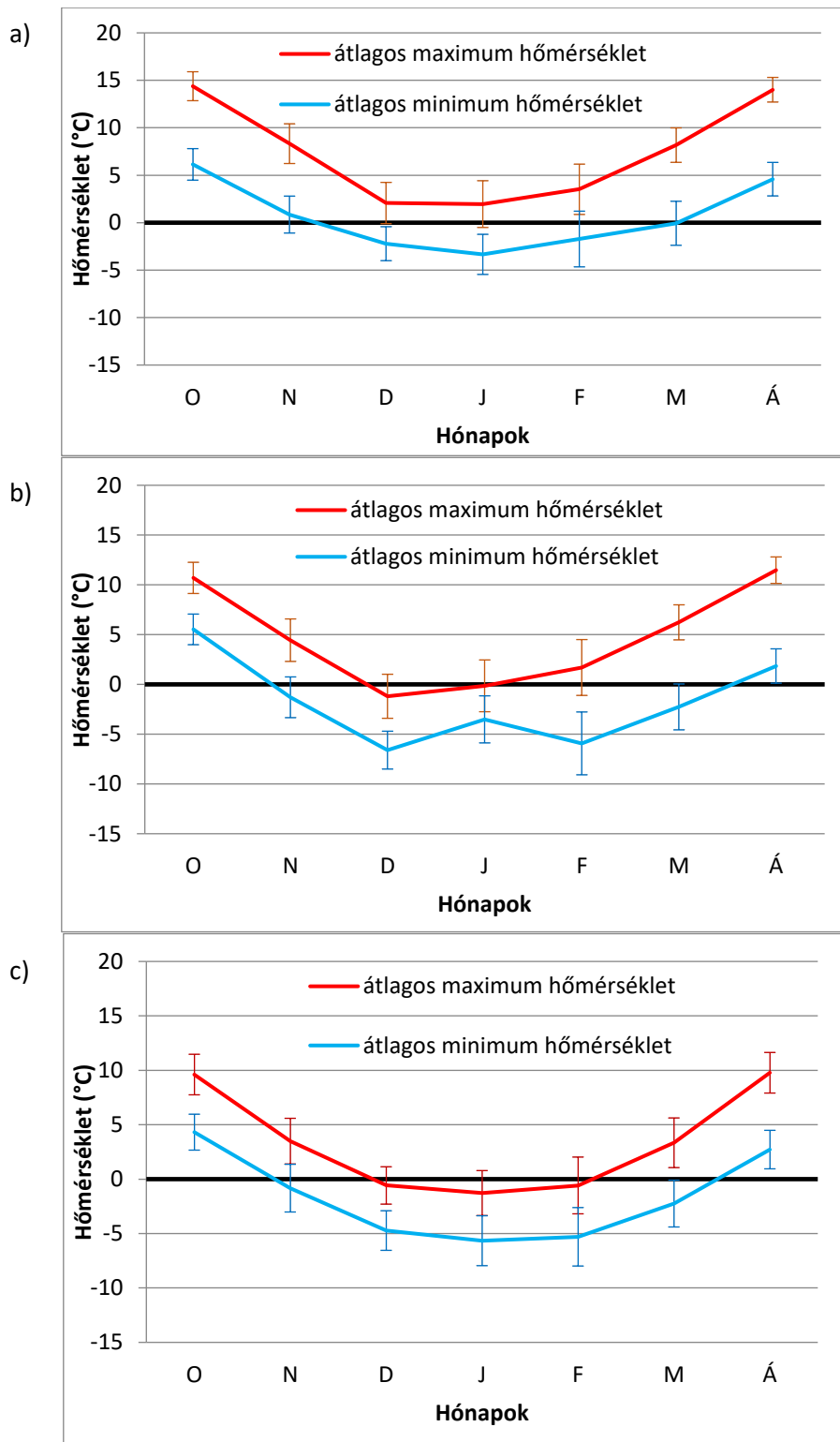
Hazánk síterepei kevésbé népszerűek a külföldi síközpontokhoz képest, azonban az utóbbi években fellendülésnek indultak, mely köszönhető a szolgáltatások bővülésének, valamint az infrastruktúrának (Béki, 2017). Több turista választja Magyarország 13 jelenleg működő sílesiklopályáját a környező országokból, hiszen a költségvonzatok is alacsonyabbak. A lakosság kb. 5%-a kapcsolódik be a hazai síelésbe, és ez idővel valószínűsíthetően emelkedni fog, hiszen hazai viszonyok között is egyre többfelé próbálják megteremteni a sízés lehetőségét (ahol a klímaváltozás ezt lehetővé teszi). A leglátogatottabb sípályák közé tartozik Kékestető és Bánkút, ezért szakdolgozatomban ezek éghajlati viszonyait elemzem.

### 3.1.1. Kékestető

Magyarország legmagasabb pontja a Mátrában elhelyezkedő Kékestető (1014 m), ahol a sípálya szintkülönbsége 180–200 m körüli (11. a) – *sielok.hu, sítérep adatok*). A sítérep pontos koordinátái: 47,87°É, 20,01°K. Vizsgálataim során a meteorológiai állomáson mért és a CarpatClim adatbázisban szereplő rácsponti adatsorokat dolgoztam fel. A CarpatClim adatok 0,1°-os felbontása miatt a kékestetői állomás két rácspont között helyezkedik el, melyek földrajzi koordinátaikban és tengerszint feletti magasságukban is különböznek. Az egyik rácspont koordinátái: 47,9°É, 19,9°K (672 m magasan található, az állomáshoz képest kissé északkeletre), a másik koordinátái: 47,9°É, 20,0°K (410 m a magassága, s az állomáshoz képest kissé északabbra esik). Az állomáshoz az utóbbi koordinátájú rácspont van közelebb, amely azonban alacsonyabban található, mint az előbbi. (Az állomás földrajzi koordinátái: 47,86°É, 20,02°K, illetve 1011 m-en helyezkedik el.)

Ebben az alfejezetben diagramokon szemléltetem az átlagos minimum- és maximumhőmérsékletek, valamint az átlagos hórétegvastagság közel féléves menetét az 1981–2010-es időintervallumban. A hőmérsékletek alapján (6. ábra) látszik, hogy az állomáson mért adatok (6. c) *diagram*) a 672 m-es rácsponttól kis mértékben térnek el. Nagyobb különbség látható az alacsonyabban elhelyezkedő rácspont és az állomás adatai között. Az átlagos napi minimumhőmérséklet a 47,9°É, 19,9°K koordinátájú rácspont esetén december és február hónapban  $-5\text{ °C}$  alá esik. A 47,9°É, 20,0°K koordinátájú rácspontban decemberben, januárban és februárban, míg az állomáson csak januárban figyelhető meg  $-5\text{ °C}$  alatti havi átlagos napi minimumhőmérséklet. Az átlagos napi maximumhőmérsékleteket tekintve a 6. a) *ábrán* egyszer sincs  $0\text{ °C}$  alatt a hőmérséklet, viszont a 6. b) *ábra* alapján decemberben fagypont alatti és januárban  $0\text{ °C}$  körüli a napi maximumhőmérséklet éghajlati átlagértéke. A 6. c) *ábra* szerint december, január és február átlagos napi maximumhőmérséklete is fagypont alá kerül. A 47,9°É, 19,9°K koordinátájú rácspont és az állomás közötti hasonlóság valószínűleg a tengerszint feletti magasságból eredhet, valamint abból, hogy a rácsponti adatok előállításához feltehetően felhasználták az állomáson mért adatsort.

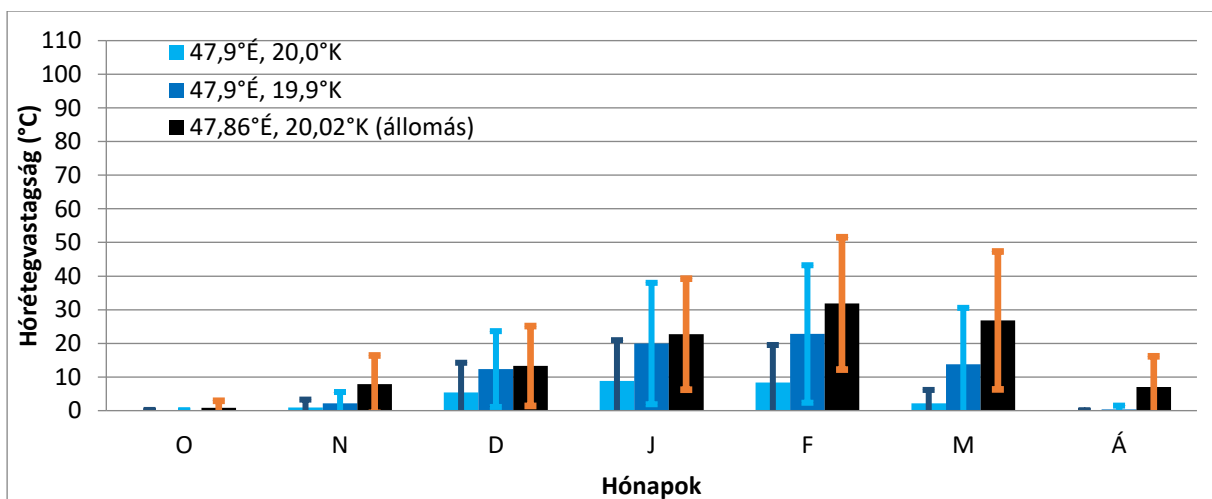
Az éghajlati átlagok mellett meghatároztam a szórások értékeit is, melyek az egyes évek közötti változékonyságot jelzik. A napi maximum- és minimumhőmérsékletek szórásai a rácspontok és az állomás esetén is februárban ( $2\text{--}3\text{ °C}$ ) a legnagyobbak.



6. ábra: A napi maximum- és minimumhőmérsékletek közel féléves menete Kékestetőn: a) 47,9°É, 20,0°K (410 m) b) 47,9°É, 19,9°K (672 m), c) 47,86°É, 20,02°K (1011 m), ahol a függőleges szakaszok a szórásokat reprezentálják (1981–2010)

A hórétegvastagság átlagos közel féléves menetén is különbségek figyelhetők meg a rácspontok között (7. ábra). A 47,9°É, 19,9°K koordinátájú pontban magasabb hóréteg figyelhető meg, mint a 47,9°É, 20,0°K koordinátájú rácspontban. Ezek alapján a február hónap a legkiemelkedőbb hó és a sielés szempontjából. Az állomás és az egyes rácspontok magassága nagymértékben befolyásolja a hó mennyiségét, ezért különülnek el egymástól az értékek a vizsgált helyszínek esetén. Az állomáson mért adatok (1011 m) azt mutatják, hogy februárban átlagosan 30 cm-nél is több hó hullott az 1981–2010 időszak téli féléves éghajlati menete szerint, januárban és márciusban átlagosan 30 cm alatti, míg áprilisban és decemberben rendszerint 20 cm alatti hóréteget figyeltek meg. A hóágyúzás szükségessége szinte az összes síelhető hónapban fennáll, hiszen a 47,9°É, 19,9°K (672 m) rácspont szerint mindössze a februári hónap haladta meg a 20 cm-t, az összes többi hónapban ennél is csekélyebb mennyiségű hó esett. A legkevesebb hó a 47,9°É, 20,0°K (410 m) rácspont esetén jellemző.

A hórétegvastagság szórásainak nagysága az állomáson mért adatok alapján februárban a legnagyobb (20 cm). A 47,9°É, 19,9°K koordinátájú rácspont februárban szintén 20 cm-es, míg a 47,9°É, 20,0°K koordinátájú rácspont csak 11 cm-es átlagos eltérést mutat az átlagtól (mely elsődlegesen a kisebb átlagérték miatt jelentkezett).



7. ábra: Átlagos hórétegvastagság közel féléves menete Kékestetőn 1981–2010 időszakra, ahol a szórásokat a függőleges szakaszok reprezentálják

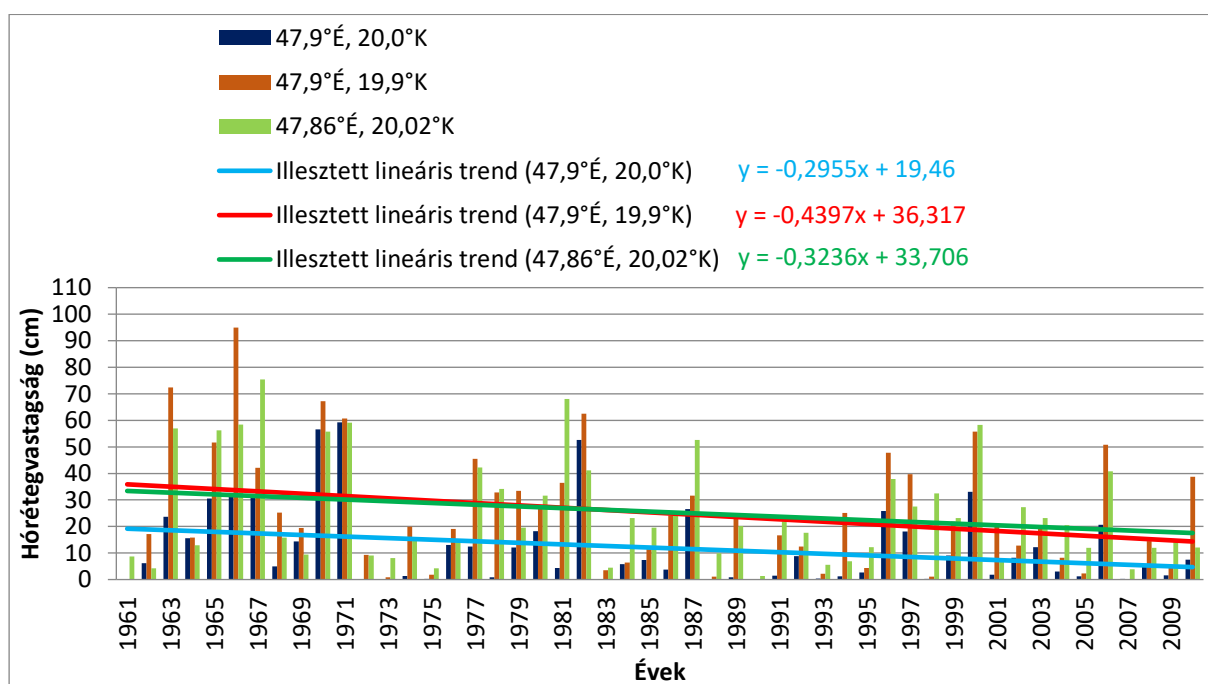
3. táblázat: Az illesztett lineáris trendek együtthatóinak értéke a vizsgált rácspontokra és az állomásra. (A) hórétegvastagság (cm/évtized), B) napi maximumhőmérséklet (°C/évtized), C) napi minimumhőmérséklet (°C/évtized)). A sötétpiros szín jelöli azt a trendegyütthatót, ami 0,05 szinten szignifikáns, a narancssárga azt, ami 0,1 szinten

A)	November	December	Január	Február	Március
47,9°É, 19,9°K (672 m)					
1961-2010	-0,18	-2,41	-4,40	-4,82	-3,8
1981-2010	0,09	-0,47	-1,11	-2,59	-0,92
47,9°É, 20,0°K (410 m)					
1961-2010	0,13	-0,93	-2,96	-1,65	-1,43
1981-2010	0,16	-0,94	-1,77	-1,21	0,61
47,86°É, 20,02°K (1011 m)					
1961-2010	0,07	-1,91	-3,24	-1,91	-1,8
1981-2010	1,31	-2,19	-4,4	-3,82	-1,11

B)	November	December	Január	Február	Március
47,9°É, 19,9°K (672 m)					
1961-2010	0,12	0,14	0,56	0,36	0,33
1981-2010	1,00	-0,19	0,34	0,90	0,19
47,9°É, 20,0°K (410 m)					
1961-2010	0,15	0,10	0,50	0,33	0,33
1981-2010	0,99	-0,20	0,40	0,83	0,19
47,86°É, 20,02°K (1011 m)					
1961-2010	0,02	0,16	0,40	0,26	0,19
1981-2010	0,67	-0,22	0,01	0,62	-0,04

C)	November	December	Január	Február	Március
47,9°É, 19,9°K (672 m)					
1961-2010	0,01	0,12	0,55	0,02	0,19
1981-2010	1,04	-0,15	0,38	0,56	0,06
47,9°É, 20,0,°K (410 m)					
1961-2010	0,01	0,13	0,57	0,06	0,16
1981-2010	0,98	-0,17	0,34	0,57	-0,01
47,86°É, 20,02°K (1011 m)					
1961-2010	0,11	0,27	0,52	0,25	0,15
1981-2010	0,93	-0,04	0,36	0,82	-0,03

A 3. táblázat összefoglalja az idősorokra illesztett lineáris trend évtizedenkénti mértékét az 1961–2010, illetve az 1981–2010 időszakra november, december, január, február és március hónapokban. A hórétegvastagság esetén a legkisebb trendegyütthatók (nagyraoszt pozitívák) novemberben jelennek meg, ám ezek nem szignifikánsak az alkalmazott t-próba alapján. (Az értékek 20 cm alattiak és évről évre nagy változékonyság jellemző az idősorra.) Decemberben ugyan a legtöbb esetben már negatívak a hórétegvastagság idősorokra illeszthető lineáris trendek, de a t-próba alapján ezek sem szignifikánsak. Februárban csak a 47,9°É, 19,9°K koordinátájú rácspont hóvastagságára kaptam szignifikáns trendet (a teljes 1961–2010 időszakra): 4,82 cm/évtized mértékű csökkenést, ami jelentős mennyiségnek számít. Márciusban már kisebb a detektált változás üteme, s nagyrészt nem szignifikáns a kapott trendegyüttható. A leginkább érzékelhető változás – szignifikáns csökkenő tendencia – a januári hóvastagság esetén jelentkezett, ezért ennek idősorait külön diagramon mutatom be (8. ábra). A maximum- és minimumhőmérsékleteknél (3. táblázat B) és C) része) ugyancsak januárban detektálhatók szignifikáns melegedő trendek (melyek 0,40–0,57 °C/évtized mértékűek).



8. ábra: Januári átlagos hórétegvastagság idősorai és illesztett lineáris trendjei, 1961–2010

Meghatároztam a havi átlagértékek 50 éves idősorai közötti lineáris korrelációs együtthatókat, és azt is megvizsgáltam, hogy ezek a t-próba alapján szignifikánsak-e. A maximum- és minimumhőmérsékletek alapján egy-egy hónapra vonatkozóan egymástól csak minimálisan eltérő korrelációs együtthatókat kaptam (47,9°É, 20,0°K: 0,77–0,98, 47,9°É, 19,9°K: 0,76–0,97). Az átlagos hórétegvastagság esetén a 47,9°É, 19,9°K koordinátájú rácspontban egyértelműen nagyobb értékek jöttek ki eredményként (0,57–0,85), mint a 47,9°É, 20,0°K koordinátájú pontban. Mindkét rácspont korrelációs együtthatója szignifikáns 0,05 szinten a t-próba alapján.

A bemutatott vizsgálataim szerint feltételezhető, hogy az állomáson és rácspontokon mért adatsor közti hasonlóság a magassággal van összefüggésben. Az állomáson mért adatokhoz legnagyobb mértékben a hozzá magasságban közelebbi rácspont (47,9°É, 19,9°K) közelít.

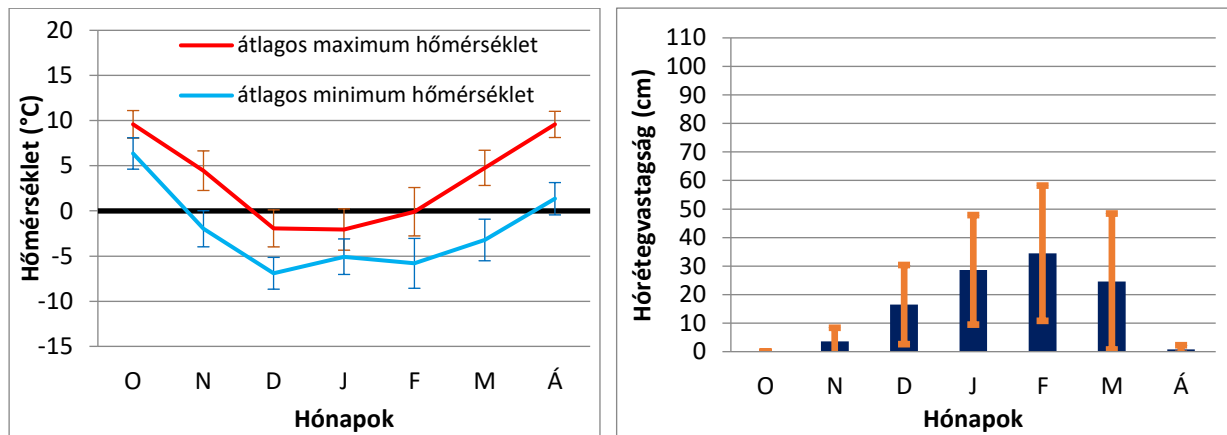
### **3.1.2. Bánkút**

A Bükk-fennsík északi részén található Bánkút 770–935 m magasan fekszik (11. b) – *sielok.hu, sítérep adatok*). E sítérep pontos koordinátái: 48,10°É, 20,48°K, mely esetében meteorológiai állomáson mért adatsor nem állt rendelkezésemre (hőmérsékletmérés itt nincs, hórétegvastagság adatok pedig csak a 2000-es évek elejétől 2010-ig van). Ezért a sítérep koordinátájához legközelebbi CarpatClim rácspont éghajlati viszonyait elemzem ebben az alfejezetben. A vizsgált rácspont koordinátái: 48,1°É, 20,5°K, magassága 866 m, mely a sípályára jellemző magassági szintek között található.

A 9. ábrán látható diagramok segítségével bemutatom az átlagos napi maximum- és minimumhőmérsékletek, valamint az átlagos hórétegvastagság alakulását Bánkúton az 1981–2010 időszakban. A hőmérsékleti vonaldiagram szerint az átlagos minimumhőmérséklet novembertől március végéig 0 °C alatti. Az átlagos maximumhőmérséklet viszont csak a téli három hónapban esik fagypont alá. Tehát ez utóbbi egy erősebb feltétel a sielés szempontjából. Ezekben a hónapokban várható havazás, illetve vélhetően a hó nem olvad el, megmarad a felszínen. Kékestetőhöz hasonlóan a február hónap szórása mutatja a legmagasabb értéket Bánkúton is.

A hórétegvastagságot vizsgálva (jobb oldali diagram a 9. ábrán) szintén megállapítható, hogy január, február és esetleg március a legalkalmasabb hónapok a sízésre. Januárban 28 cm körüli az átlagos hóréteg vastagsága, februárban 30 cm felett van

és márciusban 24,6 cm átlagosan. Ebből következik, hogy Abegg (1996) szabálya alapján csak a február tekinthető ideálisnak a síelés szempontjából. A nagy szórás (> 23 cm) miatt még ebben a hónapban is évről évre előfordultak síelésre kevésbé alkalmas időszakok.



9. ábra: A napi maximum- és minimumhőmérsékletek (balra) és a hórétegvastagság (jobbra) közel féléves menete Bánkúton az 1981–2010 időszakban. A függőleges szakaszok reprezentálják a szórásokat

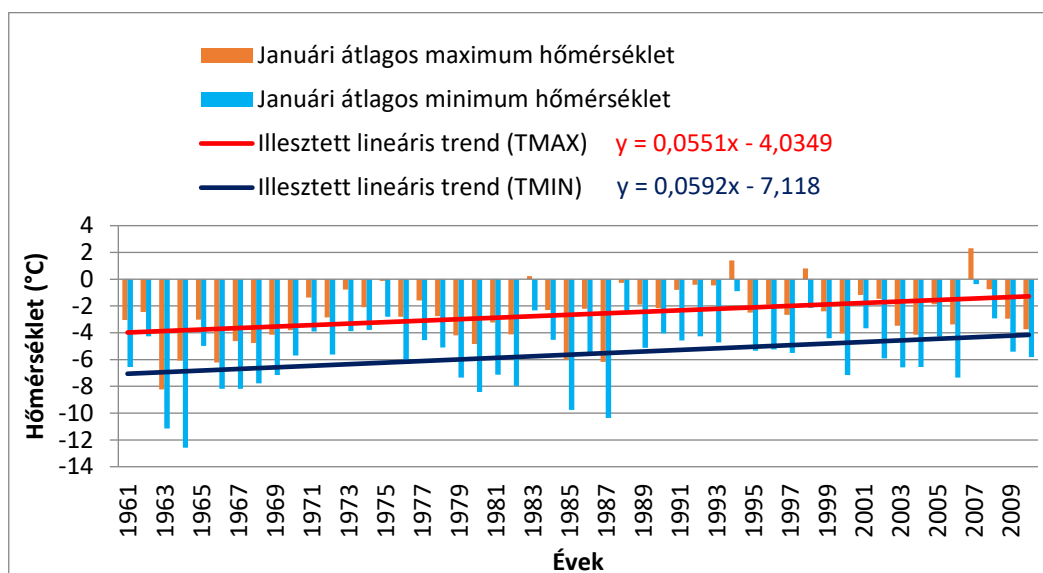
Az 1961–2010, illetve az 1981–2010 időszakra a 4. táblázat összegzi az idősorokra illesztett lineáris trendek évtizedenkénti mértékét. Az évtizedenkénti trendek alapján (hasonlóképpen, mint Kékestetőnél) a hóréteg esetében általában csökkenő tendencia figyelhető meg, míg a hőmérséklet terén növekvő. A napi átlagos minimum- és maximumhőmérséklet (1961–2010) 0,14–0,55 °C/évtized mértékben növekedett, melyek közül a januári idősorokra illesztett trend szignifikáns 0,05 szinten. Szemléltetésül a 10. ábrán látható illesztett lineáris trend mutatja ezt a növekvő tendenciát. Az 1981–2010 időintervallumban ugyanez a változó novemberben és februárban mutat magasabb mértékű növekedő trendet, a többi vizsgált hónap esetén kisebb a növekedés mértéke, sőt decemberben kismértékű (nem szignifikáns) csökkenés is előfordult. A harmadik változó, a hórétegvastagság Kékestetőhöz hasonlóan Bánkúton is általában csökkent a regionális felmelegedés hatására, ám szignifikáns csökkenés (0,1 szinten) az 1961–2010 időszakban itt is csak januárban és februárban figyelhető meg.

4. táblázat: Az illesztett lineáris trendek együttthatóinak értéke a vizsgált rácspontra.

A sötétpiros szín jelöli azt a trendegyütthatót, ami 0,05 szinten szignifikáns,

a narancssárga azt, ami 0,1 szinten

48,1°É, 20,5°K	November	December	Január	Február	Március
Hóvastagság (cm/évtized)					
1961-2010	-0,54	-2,67	-3,80	-4,31	-4,01
1981-2010	-0,63	-1,67	-4,64	-5,21	-3,19
T <sub>MAX</sub> (°C/évtized)					
1961-2010	0,16	0,14	0,55	0,31	0,33
1981-2010	1,01	-0,21	0,25	0,58	0,12
T <sub>MIN</sub> (°C/évtized)					
1961-2010	0,18	0,21	0,59	0,14	0,24
1981-2010	1,10	0,09	0,52	0,72	0,11



10. ábra: Januári átlagos napi maximum- és minimumhőmérséklet idősorai és illesztett lineáris trendjei Bánkúton, 1961–2010

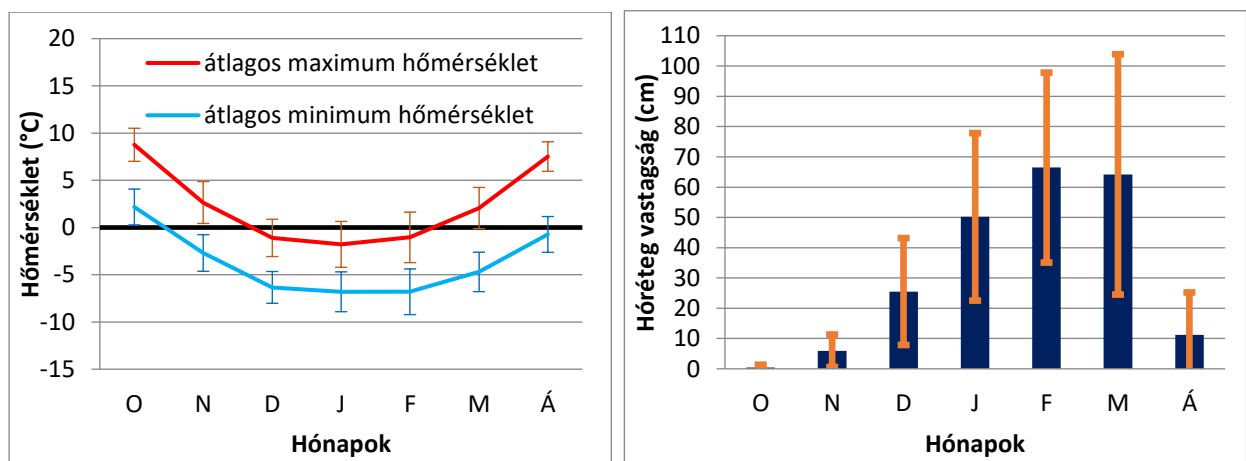
### 3.2. Szlovákia

Az Északnyugati-Kárpátokban található szlovák síközpontok az éghajlatváltozást komoly ellenségüknek tartják. A síterep 76%-a 1000 m körüli tengerszint feletti magasságnál alacsonyabban fekszik (Demiroglu, 2015). Éppen ezért több sípálya is minőség-ellenőrzés alá került. Ilyenkor megvizsgálják az infrastruktúrát, a lejtők kapacitását, használhatóságát és a szolgáltatásokat.

A XIX. század közepén a Kárpát-medence térségében először a mai Szlovákia területén vált szabadidős sporttá a sielés. Ekkor még csak két lesiklópályát tudtak használni a síelők a Magas-Tátrában. Mára viszont több mint 100 található az országban, melyek közül a leghosszabb 44,5 km hosszú (Demiroglu, 2015).

### 3.2.1. Donovaly (Dóval)

Az egyik legismertebb, leglátogatottabb síparadicsom Donovaly (magyarul Dóval), mely az Alacsony-Tátra nyugati részén terül el. Ez a sípálya 914–1361 m magasan fekszik két nagyváros, Besztercebánya és Rózsahegy között (11. c) – *sielok.hu, sítérep adatok*). A sítérep koordinátái: 48,88°É, 19,23°K. Donovaly esetében sem állt rendelkezésemre állomási adatsor, ezért a legközelebbi rácspontot vizsgáltam, mely a 48,9°É, 19,2°K (1273 m) koordinátákkal adható meg (magassága a sípályára megadott magassági intervallumba esik).



11. ábra: A napi maximum- és minimumhőmérsékletek (balra) és a hórétegvastagság (jobbra) közel féléves menete Donovalyban az 1981–2010 időszakban. A függőleges szakaszok reprezentálják a szórásokat

A kiválasztott rácspontra meghatározott havi átlagos napi maximum- és minimumhőmérséklet, valamint a havi átlagos hórétegvastagság alakulását (1981–2010 között) a 11. ábrán mutatom be. A magyarországi viszonyokhoz képest alacsonyabb az átlagos maximum- és minimumhőmérséklet Donovalyban, mely a magasságbeli különbségekből is adódik. Látható, hogy a hóréteg februárban és márciusban is 60 cm körül alakul. A magyarországi sítérekkel összehasonlítva megállapítható, hogy

Donovaly térségében mintegy kétszer több hó esik, valamint, hogy a február és a március a legkedvezőbb hónapok sízés szempontjából. A havi szórások alapján a hőmérséklet februárban a legváltozékonyabb (2,4 °C a szórás értéke), míg a hóvastagság esetén márciusban jellemző a legnagyobb szórás (39,6 cm).

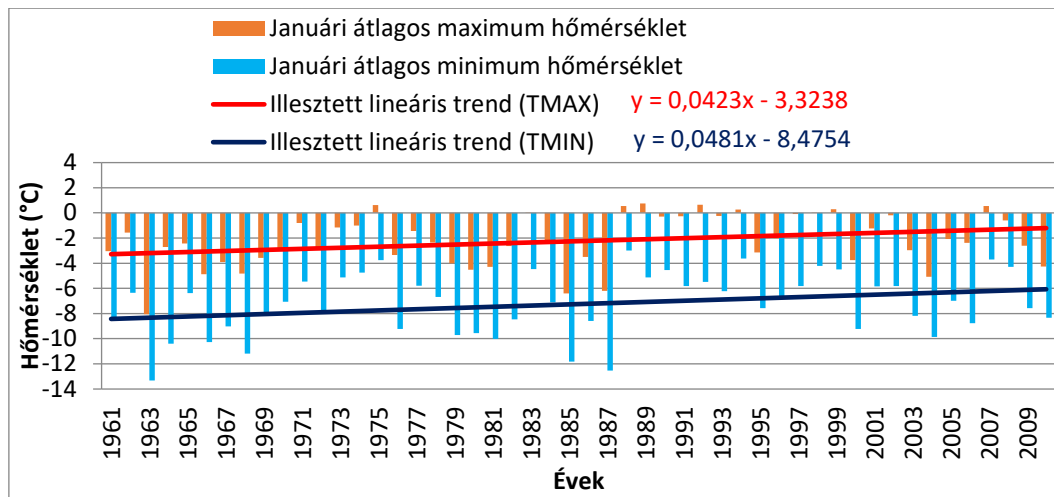
A trendegyütthatók Donovaly esetében valamelyest eltérnek a magyarországi helyszínekre kapottaktól. A hóvastagság kisebb mértékben csökkent évtizedenként, sőt az egyes hónapokban növekedés történt 1981–2010 során (5. táblázat), ám semelyik trendegyüttható nem szignifikáns az alkalmazott t-próba alapján. Hasonlóság viszont, hogy a maximum- és minimumhőmérsékletek esetén általában pozitívak a trendek. Ez esetben is a január havi hőmérsékleti értékekre illesztett lineáris trendek szignifikánsak 0,05 szinten, továbbá a novemberi trend (1981–2010) is (és a decemberi maximumhőmérsékleti trend) szignifikáns 0,1 szinten. Az egyes hónapok közül a legnagyobb mértékű változást mutató januárt kiválasztva a 12. ábrán láthatók a havi átlagos napi maximum- és minimumhőmérsékletek idősorai és az ezekre illesztett trendek a teljes 1961–2010 időszakban. Bánkút és Donovaly hőmérsékleti idősorai egyaránt melegedést jeleznek, azonban mértékük eltérő: Donovalyban (0,42–0,48 °C/évtized) kisebb mértékű melegedés következett be a vizsgált 50 év során, mint Bánkúton (0,55–0,59 °C/évtized).

5. táblázat: Az illesztett lineáris trendek együtthatóinak értéke a vizsgált rácspontra.

A sötétpiros szín jelöli azt a trendegyütthatót, ami 0,05 szinten szignifikáns,

a narancssárga azt, ami 0,1 szinten

48,9°É, 19,2°K	November	December	Január	Február	Március
Hóvastagság (cm/évtized)					
1961-2010	0,03	-1,50	-0,02	-1,40	-1,15
1981-2010	1,13	1,68	1,59	0,29	3,06
T <sub>MAX</sub> (°C/évtized)					
1961-2010	0,17	0,29	0,42	0,20	0,23
1981-2010	0,78	-0,05	0,17	0,51	-0,04
T <sub>MIN</sub> (°C/évtized)					
1961-2010	0,03	0,28	0,48	0,27	0,17
1981-2010	0,84	-0,05	0,39	0,68	-0,21



12. ábra: Januári átlagos napi maximum-és minimumhőmérséklet idősorai és illesztett lineáris trendjei Donovalyban, 1961–2010

### 3.3. Románia

Az éghajlatváltozás és turizmus kapcsolata Romániában is megjelenik. Az idegenforgalom ebben a térségben is érzékeny a meteorológiai paraméterekre. A hőmérséklet, hótakaró vastagsága változni fog a XXI. század során, nevezetesen a levegő hőmérsékletének várható növekedése negatívan befolyásolja a turisztikai paramétereket (Surugiu et al., 2011). Nagy eltérés lehet a síparadicsomok között abban, hogy az éghajlatváltozás hogyan fog rájuk hatni. Néhány nagyobb és magasabban fekvő síterület sikeresen fog működni, mivel az alacsonyabban fekvő sípályák nagy valószínűséggel be fognak zárni a klímaváltozás hatására, így a vendégek száma a megmaradó síterepen növekedésnek indulhat.

Románia területén összesen 45 lesiklópálya üzemel jelenleg. Az elemzéshez választott térség Brassópojána. Ez az egyik leglátogatottabb síterep Romániában, hiszen az ország területi kiterjedéséhez viszonyítva a fővároshoz is relatíve közel (kb. 180 km-re) helyezkedik el.

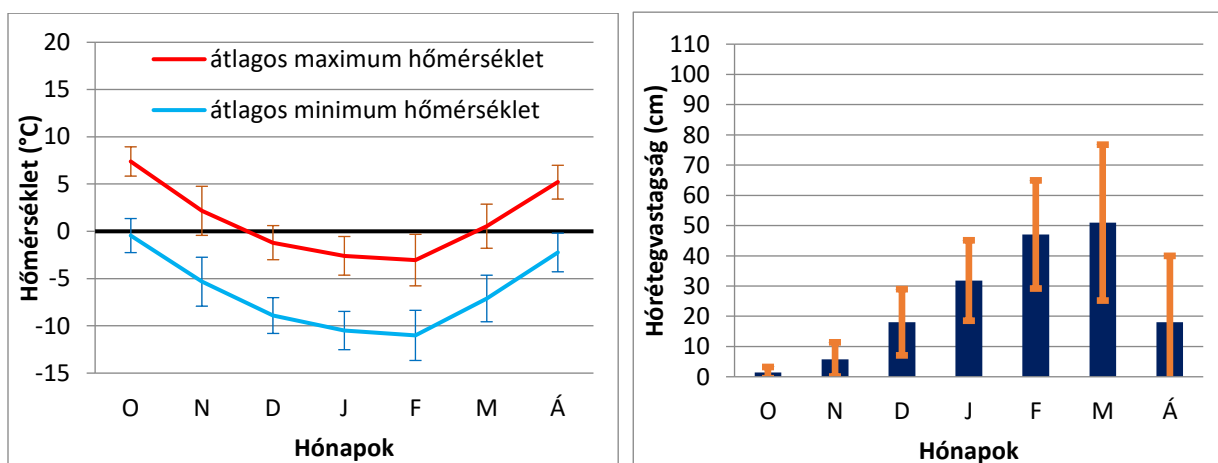
#### 3.3.1. Brassópojána

1021–1799 m magasan található a síterep (11. d) – *sielok.hu, síterep adatok*), pontos földrajzi koordinátái: 45,59°É, 25,55°K. Mivel külföldi állomási adatsorok nem álltak rendelkezésemre, ezért ebben az esetben a sípálya felső részének tengerszint feletti

magasság szerint legközelebb fekvő CarpatClim adatbázisbeli rácspontot vizsgáltam, ami a 45,4°É, 25,4°K koordinátájú pont (magassága: 1794 m).

A 13. ábrán az átlagos maximumhőmérsékletekben megfigyelhető némi különbség a magyarországi viszonyokhoz képest. Ugyanis egyértelműen alacsonyabbak a hőmérsékletek, s a téli hónapok mellett márciusban is sokszor fagypont alatt marad a hőmérséklet egész napon át, tehát a sielés lehetősége szempontjából több hónapon keresztül kedvezőek az éghajlati feltételek. A hóréteg Donovalyhoz képest átlagosan néhány cm-rel kevesebb, továbbá nem februárban, hanem márciusban volt a legnagyobb – kb. 50 cm – a hóvastagság éghajlati normálértéke.

A hőmérsékletek szórásértéke Brassópojánában is februárban volt a legmagasabb (2,6–2,7 °C), mint minden eddig vizsgált rácspont esetén. A hóréteget tekintve szintén fennáll a hasonlóság a többi rácsponti idősorral, mivel itt is március tekinthető a legváltozékonyabbnak (25,8 cm havi szórásértékkel).



13. ábra: A napi maximum- és minimumhőmérsékletek (balra) és a hóvastagság (jobbra) féléves menete Brassópojánán 1981–2010 időszakban. A függőleges szakaszok a szórásokat reprezentálják

A teljes idősorra (1961–2010) illesztett lineáris trendek együtthatói alapján látható, hogy az előbbieken kapott trendekhez képest kisebb mértékű változás ment végbe Brassópojánán, ami nagy valószínűséggel a tengerszint feletti nagyobb magasságnak köszönhető. Az 1980-as évektől kezdődött egyfajta felmelegedés, mely szerint a november hónap hőmérsékleti értékei szignifikánsan növekedtek. A hóvastagság esetén 1961-től indulva általában megfigyelhető a csökkenő tendencia, de egyrészt kisebb mértékű, mint a vizsgált hazai idősorokban; másrészt egyedül februárban szignifikáns a detektált csökkenés

0,1 szinten, a trendegyüttható értéke  $-3,19$  cm/évtized (6. táblázat). Az 1981–2010 időszakot külön tekintve a vizsgált szlovákiai rácsponthoz hasonlóan ez a romániai rácspont is általában növekvő trendeket mutat a téli félév hónapjaiban, ám ezek a pozitív trendek sem szignifikánsak 0,1 szinten az alkalmazott t-próba alapján.

6. táblázat: Az illesztett lineáris trendek együtthatóinak értéke a vizsgált rácspontra.

A sötétpiros szín jelöli azt a trendegyütthatót, ami 0,05 szinten szignifikáns,  
a narancssárga azt, ami 0,1 szinten

45,4°É, 25,4°K	November	December	Január	Február	Március
Hóvastagság (cm/évtized)					
1961-2010	0,12	-0,45	-1,12	-3,19	-2,63
1981-2010	-0,09	1,01	0,22	0,67	4,91
T <sub>MAX</sub> (°C/évtized)					
1961-2010	0,38	0,05	0,29	0,27	0,05
1981-2010	1,09	0,00	0,03	0,74	-0,08
T <sub>MIN</sub> (°C/évtized)					
1961-2010	0,00	0,11	0,38	0,14	0,05
1981-2010	1,24	0,23	0,37	0,93	0,09

## 4. Összefoglalás

Szakedolgozatom a síturizmus és az éghajlat kapcsolatát tekintette át általánosságban, illetve a Kárpát-medencére fókuszálva. A szakirodalmi összefoglalást tartalmazó fejezetben hangsúlyoztam a szoros összefüggéseket, mely azon a tényen alapul, hogy az éghajlati, időjárási sajátosságok nagyban befolyásolják egy terület turisztikai vonzerejét.

A turisták döntéshozatalára nagy befolyással van az aktuális, pillanatnyi időjárás, miszerint egy desztinációt, egy utazási útvonalat vagy egy tervezett tevékenységet a kirándulók bármikor megváltoztathatnak az időjárás hatására. *De Freitas* (2003) három csoportosítási tényezőt különböztet meg (esztétikai, fizikai, termikus faktorok) az éghajlati elemek alapján, melyek az egyének reakcióira, érzéseire lehetnek hatással, miközben kikapcsolódásukat töltik.

Az éghajlatváltozás a turizmus alfajai közül a síturizmusra van a legkedvezőtlenebb (negatív) hatással. A hórétegvastagság csökkenése, a hóhatár magasabb szintre tolódása mind hatást gyakorol a síszezonok rövidülésére, a látogatók számának csökkenésére és az egyre nehezedő fenntarthatóságra. A jövőben a sípályák feljebb költözése várható. Mindezek miatt megvizsgálom a hóágyúzás lehetőségeit, melyre az előbb említett következmények miatt egyre nagyobb szükség van.

Összességében a vizsgálataim alapján elmondható, hogy a szakdolgozatban bemutatott, Kárpát-medencében elhelyezkedő síterek üzemeltetési lehetőségei nagymértékben függenek az adott terület tengerszint feletti magasságától. Ebből következik, hogy a három vizsgált ország közül hazánk, Magyarország éghajlati és domborzati viszonyai kevésbé alkalmasak a síelésre a másik két országhoz képest.

Az 1961–2010 időszakban a globális felmelegedés hatására a hóréteg átlagos vastagságának csökkenése és a napi maximum- és minimumhőmérsékletek havi átlagainak növekedése figyelhető meg, főként az alacsonyabban fekvő síterek esetén. Mivel a legmagasabban a romániai sílesiklopályát reprezentáló rácspont található, ezért az illetett trendek alapján ezen a síterületen kaptam a legkisebb változást a vizsgált teljes 50 éves időszakra és a legnagyobb változást pedig Magyarország területén észlelhető.

Mind a négy terület esetén január hónapra vonatkozóan figyelhetők meg melegebb szignifikáns trendek, illetve a hóvastagság csökkenése legfőképpen az alacsonyabb tengerszint feletti magasságú hegyekben számottevő. Brassópojánán a vizsgált rácspont szerint március hónap a legmegfelelőbb, míg hazánkban egyértelműen a február a legalkalmasabb sízés szempontjából. Donovaly éghajlati viszonyai köztes állapotnak

mondható, hiszen nem láthatók akkora különbségek az egyes hónapok hórétegei között. A középhőmérséklet terén a legkiegyensúlyozottabb területről van szó, hiszen a hőmérséklet a téli hónapokban volt a legalacsonyabb. A Donovaly-t reprezentáló rácspont 1273 m magasan fekszik, ezért a hőmérséklet és a hórétegvastagság terén is ideálisnak tekinthető a sízésre. A globális klímaváltozás hatása érződik ezen a területen is, és nagy valószínűséggel ezek a detektált trendek a jövőben is folytatódni fognak (sőt, esetleg erősödhetnek is). A jövőre vonatkozóan eredmények Felföldi Anita (2019) diplomamunkájában található, illetve korábban Bata Judit (2017) végzett részletesebb elemzéseket ebben a témakörben.

## **Köszönetnyilvánítás**

Köszönettel tartozom témavezetőmnek, Németh Ákosnak, hogy segítséget nyújtott ezen dolgozat elkészítése során. Számos kapcsolódó anyagot kaptam tőle, emellett az adatok előkészítésében is hozzájárult munkámhoz.

Óriási hálával tartozom belső konzulensemnek, Dr. Pongrácz Ritának, hogy a munkám során felmerülő bármilyen problémával fordulhattam hozzá. A programozási feladatokban mindig számíthattam a támogatására és a dolgozat javításában, felülvizsgálatában is a segítségemre volt.

Végül szeretnék köszönetet mondani családomnak, hogy a szakdolgozat elkészítése közben végig megteremtették a nyugodt légkört és eddigi tanulmányaim során támogattak.

A dolgozatban felhasznált rácsponti adatsorok a CarpatClim adatbázisból származnak, melyek összeállítását az Európai Bizottság támogatta a JRC közreműködésével.

A meteorológiai állomás által mért adatsort az Országos Meteorológiai Szolgálat Éghajlati adatbázisa biztosította.

## Irodalomjegyzék

- Abegg, B.*, 1996: Klimaänderung und Tourismus: Klimafolgenforschung am Beispiel des Wintertourismus in den Schweizer Alpen. vdf Hochschulverlag AG., 215p.
- Bartholy, J., Pongrácz, R.*, 2007: Regional analysis of extreme temperature and precipitation indices for the Carpathian Basin from 1946 to 2001. *Global and Planetary Change*, 57 (1-2), 83–95.
- Bartholy, J., Pongrácz, R., Gelybó, Gy.*, 2008: Milyen mértékű éghajlatváltozás várható a Kárpát-medencében?, *Légekör*, 53 (3), 19–23.
- Bartholy, J., Mészáros, R., Geresdi, I., Matyasovszki, I., Pongrácz, R., Weidinger, T.*, 2013: Meteorológiai alapismeretek (Szerk.: Bartholy J., Mészáros R.). Egyetemi jegyzet. Eötvös Loránd Tudományegyetem, 258p.  
(<http://elte.prompt.hu/sites/default/files/tananyagok/MeteorologiaAlapismeretek/book.pdf>, utoljára megnyitva: 2019.03.03.)
- Bata, J.*, 2017: Hegyvidéki sport és turizmus az éghajlatváltozás tükrében. (Témavezető: Soósné Dezső Zsuzsanna és Pieczka Ildikó), MSc diplomamunka. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest. 45p.
- Béki, P.*, 2017: Climate change effects on ski tourism. *Applied Studies in Agribusiness and Commerce*, 19–26., DOI: 10.19041/APSTRACT/2017/3-4/3
- Béki, P.*, 2017: Sítalpakon Magyarországon, Egyesület A Marketing Oktatásért És Kutatásért (EMOK) Pécsi Tudományegyetem, Közgazdaságtudományi Kar, 23–33.
- Béki, P., Faragó, B.*, 2017: Klímaváltozás hatásai a téli turizmusra, fókuszban a kisebb osztrák sítérek, 11p.  
([https://kgk.sze.hu/images/dokumentumok/kautzkiadvany2017/Beki\\_Farago\\_Kautz\\_2017.pdf](https://kgk.sze.hu/images/dokumentumok/kautzkiadvany2017/Beki_Farago_Kautz_2017.pdf), utoljára megnyitva: 2019.04.18.)
- Dawson, J., Scott, D., McBoyle, G.*, 2009: Climate change analogue analysis of ski tourism in the northeastern USA, *Climate Research*, 39 (1), 1–9.
- de Freitas, C.R.*, 2003: Tourism climatology: evaluating environmental information for decision making and business planning in the recreation and tourism sector. *International Journal of Biometeorology*, 48 (1), 45–54.
- de Freitas, C.R.*, 2005: The climate-tourism relationship and its relevance to climate change impact assessment. In: *Tourism, Recreation and Climate Change: International Perspectives*. (Eds.: Hall, C.M., Higham, J.) Channelview Press, UK. 29–43.
- Demiroglu, O.C., Kucerová J., Ozcelebi O.*, 2015: Snow reliability and climate elasticity: case of a Slovak ski resort, *Tourism Review*, 70 (1), 1–12.
- Didaskalou, E.A., Nasto, P.Th., Matzarakis, A.*, 2005: The developments prospects of Greek health tourism and the role of the bioclimate regime of Greece. In: *Advances in Tourism Climatology*. (Eds.: Matzarakis, A., de Freitas C.R., Scott D.), Druckerei der Albert-LudwigsUniversität, Freiburg. 149–157.
- Felföldi, A.*, 2019: A síturizmus éghajlati feltételeinek megfigyelt és prognosztizált változásai. (Témavezető: Németh Ákos), MSc diplomamunka. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest. 48p.
- Gábris, Gy., Horváth, E., Horváth, G., Kéri, A., Móga, J., Nagy, B., Nemerkenyi, A., Pavlics, K., Simon, D., Telbisz, T.*, 2014: Európa regionális földrajza: Természetföldrajz. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest. 190p.
- Hibbs, J.R.*, 1966: Evaluation of weather and climate by socio-economic sensitivity indices. In: *Human Dimensions of Weather Modification*. (Ed.: Sewell, W.R.D.). Research paper no 105. University of Chicago, Department of Geography, Chicago. 91–110.

- Lasztovicza, D., Béki, P., 2016: A sport és a turizmus kapcsolata, a sportturizmus fogalmi rendszere, Testnevelés, Sport, Tudomány, 1 (1), 39–50., DOI: 10.21846/TST.2016.1.4*
- Matzarakis, A., 2006: Weather and climate-related information for tourism. Tourism and Hospitality Planning & Development, 3 (2), 99–11.*
- Michalkó, G., 2004: A turizmuselmélet alapjai. Kodolányi János Főiskola, Székesfehérvár. 218p.*
- Péczely, Gy., 1998: Éghajlattan. Nemzetközi Tankönyvkiadó Rt., Budapest. 336p.*
- Perry, A.H., 1997: Recreation and tourism. In: Applied climatology: principles and practice. (Eds.: Thompson, R.D., Perry, A.). Routledge, London, 240–248.*
- Pütz, M., Gallati, D., Kytzia, S., Elsasser, H., Lardelli, C., Teich, M., Waltert, F., Rixen, C., 2011: Winter Tourism, Climate Change, and Snowmaking in the Swiss Alps: Tourists' Attitudes and Regional Economic Impacts. International Mountain Society, 31 (4), 357–362.*
- Rixen, C., Teich, M., Lardelli, C., Gallati, D., Pohl, M., Pütz, M., Bebi, P., 2011: Winter Tourism and Climate Change in the Alps: An Assessment of Resource Consumption, Snow Reliability, and Future Snowmaking Potential. International Mountain Society, 31 (3), 229–236.*
- Rutty, M., Scott, D., Johnson, P., Pons, M., Steiger, R., Vilella, M., 2017: Using ski industry response to climatic variability to assess climate change risk: An analogue study in Eastern Canada. Tourism Management (58), 196–204.*
- Schmidt, P., Steiger, R., Matzarakis, A., 2012: Artificial snowmaking possibilities and climate change based on regional climate modeling in the Southern Black Forest. Meteorologische Zeitschrift, 21 (2), 167–172.*
- Schmude, J., 2013: The 'Optimal Skiing Day': The future of ski resorts under climate change conditions. Ludwig-Maximilians University Munich, Germany, 1220–1225.*
- Schuh, A., 2009: Bioklíma: az időjárás hatása az ember egészségére. Corvina, Budapest. 138p.*
- Scott, D., McBoyle, G., Minogue, A., Mills, B., 2006: Climate change and the sustainability of ski-based tourism in eastern North America: A reassessment. Journal of Sustainable Tourism, 14 (4), 376–398.*
- Scott, D., Amelung, B., Becken, S., Ceron, J. P., Dubois, G., Gossling, S., Peeters, P., Simpson, M. C., 2008: Climate change and tourism: Responding to global challenges. World Tourism Organization, Madrid. 230p.*
- Spinoni, J. and the CARPATCLIM project team (39 authors), 2015: Climate of the Carpathian Region in the period 1961–2010: climatologies and trends of 10 variables. International Journal of Climatology., 35: 1322–1341. DOI:10.1002/joc.4059*
- Steiger, R., Mayer, M., 2008: Snowmaking and Climate Change. International Mountain Society, 28 (3), 292–298. DOI:10.1659/mrd.0978*
- Steiger, R., 2010: The impact of climate change on ski season length and snowmaking requirements in Tyrol, Austria. Climate Research, 43: 251–262. DOI: 10.3354/cr00941*
- Steiger, R., Scott, D., Abegg, B., Pons, M., Aall, C., 2017: A critical review of climate change risk for ski tourism, Current Issues in Tourism., 37p, DOI: 10.1080/13683500.2017.1410110*
- Surugiu, C., Surugiu, M.-R., Frent, C., Breda, Z., 2011: Effects of climate change on romanian mountain tourism: are they positive or mostly negative? European Journal of Tourism, Hospitality and Recreation, 2 (1), 42–71.*
- Szalai, S., Auer, I., Hiebl, J., Milkovich, J., Radim, T., Stepanek, P., Zahradnicek, P., Bihari, Z., Lakatos, M., Szentimrey, T., Limanowka, D., Kilar, P., Cheval, S., Deak, Gy., Mihic, D., Antolovic, I., Mihajlovic, V., Nejedlik, P., Stastny, P., Mikulova, K., Nabyvanets, I., Skyryk, O., Krakovskaya, S., Vogt, J., Antofie, T., Spinoni, J., 2013: Climate of the Greater Carpathian Region. Final Technical Report. [www.carpatclim-eu.org](http://www.carpatclim-eu.org) (utoljára megnyitva: 2019.04.14.)*

- Tang, C.-H., Jang, S., 2012: Hedging weather risk in nature-based tourism business: An example of ski resorts. *Journal of Hospitality & Tourism Research*, 36 (2), 143–163.
- Varga, B., 2014: Az éghajlatváltozás hatása a desztinációsintű termékfejlesztésre. Diplomamunka, Pannon Egyetem, Veszprém (Témavezetők: Lőrincz, K., Raffay, Á.). 17p.
- Vaughan, D.G., Comiso, J.C., Allison, I., Carrasco, J., Kaser, G., Kwok, R., Mote, P., Murray, T., Paul, F., Ren, J., Rignot, E., Solomina, O., Steffen, K., Zhang, T., 2013: Observations: Cryosphere. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Eds.: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M. Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley P.M.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 317–382.
- Zaninovic, K., Matzarakis, A., Cegnar, T., 2006: Thermal comfort trends and variability in the Croatian and Slovenian mountains. *Meteorologische Zeitschrift*, 15 (2), 243–251.

## Internetes források

- [1 – Magyar Turisztikai Ügynökség]  
<https://mtu.gov.hu/cikkek/aktiv-turizmus>
- [2 – Turisztikai klimatológia]  
<http://docplayer.hu/1588627-Turisztikai-klimatologia-az-idojaras-es-az-eghajlat-mint-a-turizmus-kulcstenyezoje.html>
- [3 – PET, Szeged]  
<http://adatok.geo.u-szeged.hu/humankomfort/indexek.htm>
- [4 – met.hu]  
[https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekesssegek\\_tanulmanyok/index.php?id=410](https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekesssegek_tanulmanyok/index.php?id=410)
- [5 – Stánicz, 2010]  
<https://sielok.hu/rovat/sitechnika/cikk/hoagyuzas/>
- [6 – Hóagyú]  
<https://hu.wikipedia.org/wiki/H%C3%B3agy%C3%A1gy%C3%BA>
- [7 – nsaa.org]  
<http://www.nsaa.org/media/248986/snowmaking.pdf>
- [8 – met.hu]  
[https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/megfigyelt\\_valtozasok/Magyarorszag/](https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/megfigyelt_valtozasok/Magyarorszag/)
- [9 – Google Earth]  
<https://earth.google.com/web/>
- [10 – CarpatClim]  
<https://www.met.hu/omsz/tevekenysegek/klimamodellezes/modellkiserletek/>
- [11 – sielok.hu, sítérep adatok]  
 a) <https://sielok.hu/siterep/kekesteto/>  
 b) <https://sielok.hu/siterep/bankut/>  
 c) <https://sielok.hu/siterep/donovaly/>  
 d) <https://sielok.hu/siterep/poiana/>