

A klímaváltozás hatása Skandinávia síturizmusára

Impact of climate change on ski tourism in Scandinavia

*Palancsa Attila*¹

Absztrakt: A 21. század turizmusának egyik nagy kihívása a klímaváltozás és annak rövid, illetve hosszú távú hatása. Ez különösen igaz a síturizmusra, mely turisztikai iparág fokozottan „érzékeny” az éghajlatváltozás jelenlegi folyamatára. A tanulmányban Svédország síturizmusának jövőbeli várható helyzetét vizsgálom, ami egyben a szabadban üzhető, egyéb téli sportokra is értelmezhető. A skandináv állam történetében kulturális jelentőséggel bírnak a téli sportok, éppen ezért tartják rendkívül fontosnak annak kutatását, hogy a klímaváltozás hogyan fogja befolyásolni az ország síiparának jövőjét. A tanulmány alapját az ún. „SkiSim” modell adja, mely az éghajlatváltozás hatását vizsgálja a síszezonokra lebontva, figyelve annak hosszára, a magassági változókra, a sínapok számának változására, a műhó-készítési kényszerre stb. A vizsgálat 23 svéd alpesi sítérületre vonatkozik, mely elméleti síkon elemzi a 21. század korai – közép – és késői időperiódusát.

A síszezon erőteljes csökkenése természetesen jelentős negatív gazdasági hatással van a középső és déli területek turisztikai forgalmára, mely síszezoni rövidülést a mesterséges hóágyúzással lehetne ellensúlyozni. Ez a síturisztikai desztinációkban veszélyeztetheti az üdülőhelyek működését, bezárásokat, munkanélküliséget eredményezhet, illetve a sítérületi desztinációban olyan gazdasági környezeti stresszt okozhat, amely a helyiek különböző mértékű életszínvonal csökkenéshez vezethet. A klímaváltozás hatására az európai sítérületek beszűkülnek, és az évezred második felétől Észak-Svédország jelentheti az európai síipar számára az „utolsó menedéket”.

Kulcsszavak: *klímaváltozás, síszezon, SkiSim-modell, Svédország*

JEL-kódok: *Q01, Q26, Q51, Q54, Z3, Z32*

¹ Dr. PALANCSA Attila PhD egyetemi docens [Associate Professor]
(<https://orcid.org/0009-0002-5444-9092>)
Soproni Egyetem Lámfalussy Sándor Közgazdaságtudományi Kar
[University of Sopron Alexandre Lamfalussy Faculty of Economics]
(palancsa.attila@uni-sopron.hu)

Abstract: One of the major challenges of tourism in the 21st century is climate change and its short-term and long-term effects. This is especially true for ski tourism, which is a tourism industry that is highly "sensitive" to the current process of climate change. In the study, I examine the situation of the future of skiing in Sweden, which can also be interpreted for other winter sports that can be practiced outdoors. Winter sports are of cultural importance in the history of the Scandinavian state, which is why research into how climate change will affect the future of the country's ski industry is considered extremely important. The study is based on the so-called It provides a "SkiSim" model that examines the impact of climate change broken down into ski seasons, paying attention to its length, altitude variables, changes in the number of ski days, the need to make artificial snow, etc. The study concerns 23 Swedish alpine ski areas, which theoretically analyzes the early, middle and late 21st century time periods.

The strong reduction of the ski season naturally has a significant negative economic impact on the tourist traffic of the central and southern areas, which shortening of the ski season could be offset by artificial snowmaking. In ski tourism destinations, this can endanger the operation of resorts, result in closures and unemployment, and in ski destinations, it can cause economic and environmental stress that can lead to a decrease in the standard of living of the locals. As a result of climate change, European ski areas are shrinking, and from the second half of the millennium, Northern Sweden may represent the "last refuge" for the European ski industry.

Keywords: *climate change, ski season, SkiSim model, Sweden*

JEL Codes: *Q01, Q26, Q51, Q54, Z3, Z32*

Bevezetés

A szakcikkek, tudományos publikációk többségének megírása általában személyes motivációjú indíttatás alapján íródnak meg. A svédországi sítérületek e századi lehetőségeinek vizsgálatát, elemzését is a személyes motiváció vezérelte. A szerző egy évtizedes svédországi tartózkodása alatt (2009–2019) drasztikus változás volt tapasztalható a síterepek hóbiztonsága tekintetében. Az első pár évben a svealandi területek síközpontjai, helyi sípályái viszonylag hóbiztosak voltak. Ugyanígy nem fenyegette semmiféle veszély a hagyományos és méltán világhírű Vasaloppet megszervezését sem. Azonban a 2015-öt követő években, a szerző lakóhelyének környezetében, hóhiány miatt bezártak a sípályák, és volt

olyan év, amikor a Vasaloppet lebonyolítása is a versenynaptárban kihirdetett időponthoz képest később került megrendezésre, vagy éppen a korábbi versenyútvonalat tették át más terepre és műhavat alkalmaztak a siker érdekében. Mindezek a személyes benyomások késztették a szerzőt arra, hogy – szekunder adatok alapján – megvizsgálja és elemezze a 21. század svédországi síszezonjainak változásait, jövőbeli működésének feltételeit. A tanulmány Svédországgal foglalkozik, de Skandinávia, mint egységes földrajzi fogalom Norvégia és Finnország nélkül nem értelmezhető. Így a tanulmányban többször történik említés a norvég és finn síterepekre is.

Svédország sípiaca sok szempontból alulkutatott. Az ország turizmusgazdasága évtizedeken keresztül „tudomásul vette”, hogy jól működik, évről-évre egyre magasabb bevételeket produkál, a síterepek látogatottsága a lakosság százalékos aránya tekintetében a világ 9. legnagyobb piacát jelenti (Vanat, 2020). A svéd síterepek forgalmát a liftbérletek bevételei jelzik a legjobban. Az alapszinten is stabilan magas látogatási számok növekedése a 2017/2018-as és a 2018/2019-es szezonban 1.709, illetve 1.738 milliárd svéd koronás rekordot érték el (Svenska Skidanlänningars Organization – Svéd Sílétesítmények Szervezete [SLAO], 2021). Mindezt úgy, hogy az Alpok országaiba évről-évre jelentős számú svéd turista utazik el síelni (magasabb hegyek, hosszabb pályák, jó ár-érték arány stb.). A 2019/2020-as téli síszezon piacát is megzavarta a COVID-19 világjárvány², és ennek folyamódványa, hogy a svéd sífelvonó bérletek értékesítése soha nem látott bevételt (1.519 milliárd korona) könyvelhetett el (SLAO, n. d.).

A 2020/2021-es szezonban sok svéd síkedvelő nem utazhatott külföldre (beutazási korlátok), ráadásul a Covid-19 ellenes svéd hatósági intézkedések lényegesen kedvezőbbek voltak, mint az európaiak általában. Így a hazai sípályák változatlanul üzemeltek és a felvonóbérletek eladásai 21%-kal, 1.842 milliárdos korona rekordszintre emelkedtek (SLAO). Mindezt elősegítették azok az állami beruházások és támogatások is, amelyek jelentős mértékben hozzájárultak az üdülőhelyek szállás- és vendéglátó-kapacitásának bővítéséhez, új felvonórendszerek építéséhez, az elavultak megújításához. Új elemként pedig a síterepekhez való könnyebb eljutás érdekében megépítették a Scandinavian Mountains Airport-ot

² A 2019-es svédországi Covid-19 járvány megjelenését is az Ausztriából hazaérkező síturisták esetében diagnosztizálták első alkalommal.

(SMA)³. Ezzel Dániából, Egyesült Királyságból, Németországból és Oroszországból is légi úton könnyebben és közvetlenül elérhetőkké váltak a magashegyi svéd síparadicsomok. A 2020/2021-es szezon volt az SMA első teljes szezonja, de a COVID-19 okán bevezetett nemzetközi kiutazási korlátozások miatt azonban ekkor szinte csak a belföldi turistákra számíthattak.

Azt azért érdemes megemlíteni, hogy Svédország az éghajlatváltozás, a klímahelyzet értékelésének, a klímaküzdelem éharcosának számít nemzetközi kitekintésben. Ennek ellenére a svéd síipar jövőjével kapcsolatos átfogó jellegű kutatások csak az elmúlt öt évben indultak el. Alapját természetesen az adja, hogy komoly, érzékelhető változások következtek be a Föld éghajlati viszonyaiban, és ezek a változások, negatív előrejelzések a svédországi 61° szélességi fok fölötti területre is előre láthatólag érvényesek lesznek, lehetnek (Intergovernmental Panel on Climate Change – Éghajlatváltozással foglalkozó kormányközi testület [IPCC], 2014).

Egy 2015-ben készült kutatás azt erősítette meg (*1. ábra*), hogy Észak-Svédország közép és hosszú távon versenyelőnyben lehet a többi európai síturisztikai régióval (pl. az Alpok országaival, Dél-Svédországgal, Norvégiával, Finnországgal) szemben. Ez potenciális versenyelőnyt jelent a következő évtizedekre, mivel a síturisták a megbízható, havas, jól síelhető pályákat kedvelik. Eszerint Svédország, azon belül is Észak-Svédország lehet az európai síelés „*utolsó mentsvára*” a gyorsuló éghajlatváltozás időszakában (Demiroglu & Sahin, 2015). Ezzel párhuzamosan csökken a „*műhó*” kedvelése, mely jelentős mértékben beszűkíti a sípályás lehetőségeket, a téli környezeti „*deja vu*” érzés szinte teljes elmaradását jelenti, és a látogatószám erőteljes csökkenését. A kutatásokat az a téli síszezonban tapasztalható, szokatlan jelenségek sorozata kényszerítette ki, minthogy a karácsony, az újév, valamint a húsvét körüli főszezoni hetek egyre többször váltak „*zöldekké*”, hónélkülivé. Jellemző, hogy a Vasaloppet⁴ lebonyolítása is egyre nagyobb hóhiány mellett történik. Mindezek előre vetítik azoknak a kutatásoknak a megállapításait, melyek

³ A Scandinavian Mountains Airport (SMA) 2019 decemberében nyílt meg Dalarnában, és négy járat egyidejű fogadására képes. Az SMA repülőtér megépítését, üzemeltetését helyi turisztikai érdekeltségű gazdasági befektetőcsoport kezdeményezte és önkormányzati, valamint jelentős állami támogatás segítségével valósult meg.

⁴ A Vasa-futás (Vasaloppet) évenként megrendezett klasszikus sífutó verseny Svédországban. A Dalarna megyei Sälen és Mora között rendezik meg minden március első vasárnapján. A táv 90 km. Az első versenyt 1922-ben tartották.

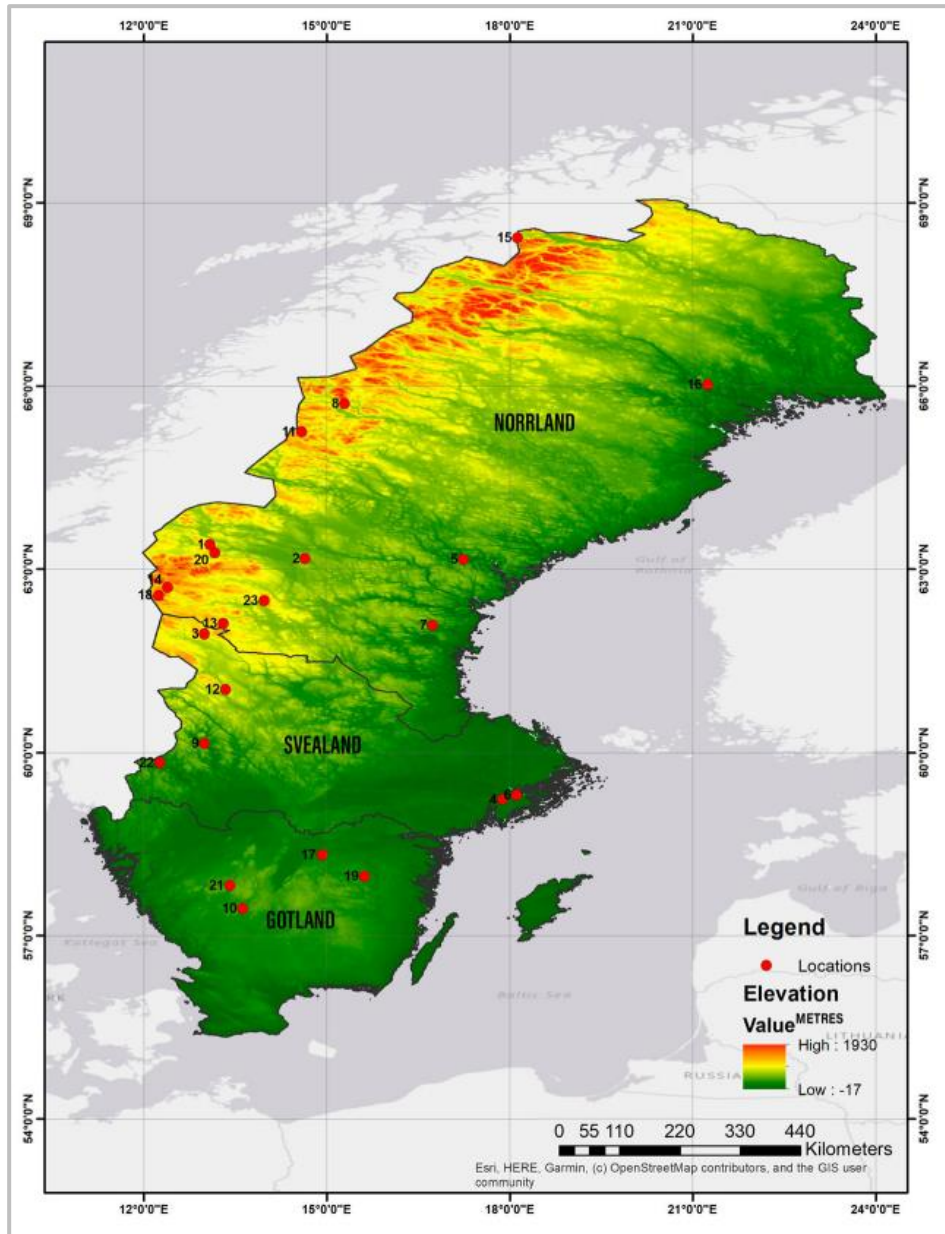
szerint már a század közepére a téli turizmus szerkezeti eltolódása várható az ország legészakibb területei felé (Andersson et al., 2015; Sjökvist et al., 2015).

Ugyanakkor felmerültek olyan technikai kérdések is, miszerint előreláthatóan konfliktus keletkezik a középső és délebben fekvő svéd sícentrumok és az északi üzemeltetők között. Míg az északiak a természetes hó birtokában jelentős versenyelőnyhöz jutnak a mesterséges havat (műhó) előállítókkal szemben, ha csak a víz és az elektromos áram felhasználási mutatókat nézzük és eltekintünk a látogatószám csökkenésétől. Mindez a belső síturisták helyszínválasztását is jelentős mértékben fogja befolyásolni. Törekednek a minél hóbiztosabb területek felé, még annak felvállalásával is, hogy az utazás megdrágítja a síelést.

Kiemelném Moen és Fredman (2007) tanulmányát Svédország síiparával foglalkozó versenyképesség vizsgálatok közül. Habár a témában korai tanulmánynak tekinthető, mely azonban már az éghajlatváltozás lehetséges hatását vizsgálta Közép-Svédországban található Sälen⁵ síparadicsomaira vonatkoztatva. Azt jósolták, hogy a 1990–2001 közti időszak átlag 162 napos síelhető szezonja 2070–2100-re 64-96 napra fog csökkenni. Ezeket az eredményeket aztán az egész Svédországban található síterületekre kivetítették, és két forgatókönyvük szerint B2 (alacsony rizikójú éghajlatváltozás esetén) és A2 (magas rizikójú éghajlatváltozás esetén) alapján a síbevételek veszteségét 946,5-1755,3 milliárd svéd koronára⁶ becsülték a 21. század utolsó harmadára vonatkoztatva. Azt azonban nem vették figyelembe, hogy a Dél- és Közép-Svédország déli sípályáin (Gotland és Svealand) a síelhető napok száma már a vizsgált időszakban (nem 2070-90 között) alig érte el a 30 napot. Igaz, hogy ahol lehetséges volt, ott hóágyúkat használtak a szezon bővítéséhez.

⁵ Sälen 842 lakosú település Dalarna megyében. Kis lakossága ellenére Sälen telente százezres nagyságrendben fogad síturistákat.

⁶ 1 SEK = 32,8891 HUF (Letöltve: 2023.04.17., forrás: <https://hu.exchange-rates.org/Rate/SEK/HUF>)



1. ábra: A tanulmányban szereplő svédországi sítérületek elhelyezkedése

Forrás: Rice et al. (2022:2807)

A svéd síiparra való extrapoláció a teljes észak-nyugati hegyvidékre kiterjedően (É. sz. 61-68°) az ország változatos éghajlati és domborzati viszonyai ismeretében nehezen jósolható meg, számítható ki. A gyorsuló éghajlatváltozás korszakában a svéd síipar jövőjére vonatkozó, egyelőre még korlátozott előrejelzések mellett a tanulmány célja, hogy bemutassa:

- A 23 svéd síterületen az éghajlatváltozás hatásait a korai (2030-as évek), a közép (2050-es évek) és a század (2080-as évek) időszakában, alacsony, közepes és magas kockázatú forgatókönyvek alapján (RCP2.6, 4.5 és 8.5).
- Az éghajlatváltozás következményeként elterjedő, a síelést továbbra is biztosító műhóképzítést és annak hatásait.
- Betekintést nyújtson a klímaváltozás okozta regionális sípiaci hatásokra, megvizsgálva azt az állítást, hogy a svéd síipar egyes részei kevésbé vannak kitéve a kockázatnak, és akár profitálhatnak is a síturizmus iránti keresletből, az európai síelés Alpokból való átrendeződéséből.
- Ismertesse, mintegy kitekintésként és ismert hatásvizsgálatok nélkül, a magyarországi síterek lehetséges megoldásait, válaszait.

Módszertan

A síterek jellemzői

A tanulmány alapjául szolgáló síterek helyszíneinek kiválasztása a Svenska Skidanlanlågningars Organization (SLAO) által legfontosabbnak tartott síterületeket tartalmazza. A vizsgálatból több száz sípálya kimaradt, mert egyrészt jelentőségük provinciális (települési, intézményi sípályák), adathiányosak, azaz semmiféle hosszútávú mérési eredményeket nem tudnak felmutatni, vagy egyáltalán nem történik mérés. További megállapítás, hogy ezek a sípályák nem tartoznak a síturizmus fősodorba, így sem a nagyszámú belföldi, sem a mérsékelt jelenlétet mutató külföldi síturisták hóhiány miatti elmaradása nem befolyásolja a statisztikai adatainkat. Az *1. ábrán* feltüntetett helyszínek, az *1. táblázat* sípályái által megadott adatok szerint, a 23 síterület a svédországi számottevő síelhető területek 42%-át, a pályák 37%-át és a felvonók 26-át fedik le.

A szimulációs modell

A globális síparra vonatkoztatott klímaváltozások okán megfogalmazott sebezhetőségi mutatókat, a negatív változások gyorsaságát minden felmérés túlbecsülte. Ennek okát jelenleg abban látják, hogy a viszonylag behatárolt műszaki tartalmú, drágán üzemeltetett, nagy vízigényű, ám alacsony hatásfokkal működtetett hóágyúk használata nem volt olyannyira elterjedt, hogy mindezeket a mutatókat ellensúlyozni tudja. Ugyanakkor az 1990-2000 közti időszakban a klímaváltozások hatását, a folyamat gyorsaságát legitim szám adatok hiányában sem lehetett megfelelő megfontoltsággal és alapossággal előre jelezni.

A klímaváltozás hatásainak pontosítására, mérésére fejlesztették ki (Scott et al., 2003) a *SkiSim*⁷ modellt, melyet Kanadában (2007), majd az Egyesült Államokban (2013) teszteltek először. A modell kiválóan alkalmas volt a megfigyelt, síelésre definiált hónapok hossz- változásának szimulálására. Továbbá, már a tesztelési időszakában bebizonyosodott, hogy a hókészítés lehetőségének figyelmen kívül hagyásával jelentősen befolyásolható a síszezonok és a klímaváltozás okozta síelésre alkalmas időszak elemzésének értékelése. Eszerint szükséges megkülönböztetni a természetes hótakaróval és hómennyiséggel, és a természetes és hozzáadott mesterséges hótakaróval és hómennyiséggel rendelkező sítérületekre, a klímaváltozás okozta változásokat (*1. táblázat*).

Scott és munkatársai 2017-ben, már egy átdolgozott modell vizsgálati eredményeire támaszkodva megerősítették, hogy azok a tanulmányok, amelyek nem veszik figyelembe az egyes sírégiókban hókészítés lehetőségeit, azok a síturizmus, sípar éghajlatváltozás adta kockázatát, néhány desztinációban a megszűnését már a 2050-es évekre teszik.

A *SkiSim2* finomított, átdolgozott verziója pl. figyelembe veszi a sítérületek magassági tartományait, mégpedig 100 méteres szintkülönbségekkel mérve. Ez alapján dolgozták ki az Alpokra, Észak-Amerikára, Norvégiára, Kínára vonatkozó hóágyúzás szabályrendszerét és operatív lehetőségeit.

⁷ *SkiSim*: Semi-distributed ski season simulation model – Félig megosztott síszezon szimulációs modell.

1. táblázat: Svédország síterepeinek jellemző adatai

Síterület sorszáma	Régió	Szélességi fok	Hosszúsági fok	Síterület nagysága (ha)	Sípályák magassága (m)	Hóképzítés (%-os terep-fedettség aránya)	Liftek száma	Sípályák hossza (km)	Síszezon vége
1.	Norrland	É 63.40	K 13.08	1361	380-1274	60	31	91	05.05.
2.	Norrland	É 63.17	K 14.64	307	590-1010	18	17	25	04.07.
3.	Svealand	É 61.94	K 12.99	82	675-985	30	3	20	04.21.
4.	Svealand	É 59.23	K 17.88	14	3-103	100	3	2,7	04.07.
5.	Norrland	É 63.16	K 17.24	35	71-319	100	5	5	05.05.
6.	Svealand	É 59.30	K 18.11	11	10-95	80	2	2	04.07.
7.	Norrland	É 62.08	K 16.73	90	160-450	100	7	16	04.21.
8.	Norrland	É 65.71	K 15.29	289	439-789	7	10	30	05.05.
9.	Svealand	É 60.15	K 12.99	31	403-452	100	6	11	04.07.
10.	Gotaland	É 57.44	K 13.62	32	159-309	100	8	6	04.07.
11.	Norrland	É 65.25	K 14.59	33	545-950	0	4	18	05.05.
12.	Svealand	É 61.03	K 13.34	161	420-665	98	19	32	04.21.
13.	Norrland	É 62.11	K 13.30	193	633-1125	64	8	27	04.07.
14.	Norrland	É 62.70	K 12.39	153	700-1000	17	9	25	04.21.
15.	Norrland	É 68.43	K 18.13	299	522-909	0	6	21	05.05.
16.	Norrland	É 66.02	K 21.25	46	60-240	33	4	7	04.21.
17.	Svealand	É 58.32	K 14.92	17	177-276	100	6	3	04.07.
18.	Norrland	É 62.57	K 12.24	172	743-1038	11	16	38	05.05.
19.	Gotaland	É 57.97	K 15.62	25	115-245	100	4	4,5	04.07.
20.	Norrland	É 63.27	K 13.16	83	673-990	14	8	22	04.21.
21.	Gotaland	É 57.82	K 13.41	18	179-288	100	7	2,6	04.07.
22.	Svealand	É 59.83	K 12.26	16	100-320	38	5	8,4	04.07.
23.	Norrland	É 62.48	K 13.97	546	448-946	12	10	18	05.05.

Forrás: Saját szerkesztés.

Az adatok a Ski Resort Infóból (2021), a síterületméret adatok Demiroglu és szerzőtársai (2015) tanulmányából, és a szezon befejezési dátumai az üdülőközpontok a síterep információiból (2021) származnak.

A SkiSim2 sem alkalmazható automatikusan minden desztinációra egyforma tartalommal. A modell állandóságát egy természetes hótakaró, egy hóképzítő (hóagyú) és egy a síterület üzemeltetési szabályait meghatározó modul jelenti. A természetes hótakaró modell vizsgálata kiterjed a napi minimum és maximum hőmérsékletek mérésére, illetve az 1980 és

2019 között gyűjtött csapadékadatok változásának elemzésére. A meteorológiai állomások a legalacsonyabb és a legmagasabb hőmérsékleti adatok mellett rögzítik a csapadék mennyiségét és halmazállapotát (eső, hó, vegyes csapadék stb.). Emellett a napi hőmérsékleti adatokat is figyelembe veszik, mely alapján a középhőmérsékletre vetített, napi hó/víz arányát is meg tudják határozni. Így a mérési eredmények a szezonra vetített teljes havazás, és a hószézon hosszát használják fel a kalibrálás meghatározására. Ez természetesen csak bizonyos időtávlatban jelent megbízható, konzekvenciákat adó eredményt.

A mérésekhez használt hószükséglet mérőszáma a december 15-től (síterülettől függően) április 7-ig, április 21-ig vagy május 5-ig, még északibb és hegyvidéki (Norvégiával határos hegyekben) területeken akár júniusig tartó síszezon fenntartásához szükséges hómennyiségre vonatkozik. Ugyanakkor a mérési eredmények alapfeltételeként elfogadták, hogy természetes hó esetében az alap hóvastagságnak, egységesen el kell érnie a 30 cm-t a kedvelt síterepeken (Kanadától kezdve az Alpokon át Japánig). A nem természetes hótakaró esetében pedig az egységes állapotnak a 10 cm/nap hógyártási kapacitás tekinthető mérési alapnak. A 10 cm/nap mérési alapérték a síterületek üzemeltetőinek egységesített álláspontja után került elfogadásra.

Klimatológiai adatok és klímaváltozási forgatókönyvek

Az 1981–2010 közötti alapidőszakra vonatkozó meteorológiai adatokat az Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (Svéd Meteorológiai és Hidrológiai Intézet [SMHI])⁸ klímamegfigyelő állomásainak közzétett adatbázisából (SMHI, 2020a) származnak. A meteorológiai állomások kiválasztásának kritériumai között feltételként szerepelt annak közelsége a síterülethez, az adatfelvétel teljessége és az állomás tengerszint feletti magassága, amely a síterület magassági tartományán belül vagy ahhoz közel kell, hogy legyen. Abban az esetben, ha a fenti feltételek valamelyikének hiánya miatt nem álltak a rendelkezésre helyi adatbázisok, úgy a legközelebbi állomás adatait kell felhasználni (amely akár több száz km-es távolságot is jelenthet).

⁸ 1919-ben alapított svéd állami intézmény. Központja: Norrköping.

Ahol lehetséges, ott a síterület középső felvonóállomási magasságát használják, azonban számos kisebb üdülőhelynek nincs felvonói középállomás (pl. egytagú felvonó), így ez esetben a legelső/legalsó alpmagasság számít a kritikus magasságnak. A 2020-ban befejezett éghajlatra vonatkoztatott vizsgálatok kilenc (2. táblázat), globális modellen alapuló vizsgálati foratókönyvet vettek alapul, melyek célja a lehetséges éghajlati jövőök reprezentálása (SMHI, 2020b). Három vállalt és lehetséges kibocsátási rátát vettek számításba:

1. RCP2.6 (a szén-dioxid-kibocsátás csúcspontja 2020 körül jár, és 2100-ra eléri a nettó nullát);
2. RCP4.5 (a párizsi klímaváltozási megállapodás során vállalt kibocsátás csökkentés);
3. RCP8.5 (ha a kibocsátás a jelenlegi pályákon folytatódik) (IPCC, 2014).

RCP: Representative Concentration Pathway – A „reprezentatív koncentrációs útvonal” – az üvegházhatású gázok koncentrációjának (nem kibocsátásának) az IPCC által elfogadott pályája. Az IPCC 2014-es jelentéséhez négy utat használtak az éghajlatmodellezés- és kutatás során. Az útvonalak különböző éghajlati jövőket írnak le, amelyek mindegyike lehetségesnek tekinthető az elkövetkező években kibocsátott üvegházhatású gázok (ÜHG) mennyiségétől függően.

Az éghajlati referenciaidőszak négyes periódusra bontható, melyből az 1981–2010 (múlt) időszak egyfajta kiindulási időszakot jelent. A modellértékelésben nem játszik szerepet, de mint tapasztalati adatsorok figyelembe veendőek. A kutatás három időintervallumra koncentrál:

1. a 2030-as évek (2021–2050) – jelenlegi időszak;
2. a 2050-es évek (2041–2070) – jövőbeni időszak (közeli jövő);
3. a 2080-as évek (2071–2100) – jövőbeni időszak (távoli jövő).

Eredmények

Mivel a vizsgált síterületek 92%-a rendelkezik különböző minőségű, kapacitású hókészítési eljárással, ami a természetes havas területeket és a műhókészítést is magában foglalja. A természetes hóval rendelkező területek szerint az átlagos síszezon hossza az alapidőszakban (tél) 181 nap Norrlandban, 57 nap Svealandban és 40 nap Gotlandon.

A természetes hóviszonyok között jelentős regionális különbségek mutatkoznak meg a klímaváltozás hatásában, amelyben, természetes földrajzi adottságok miatt, Gotland és Norrland közötti különbségek tűnnek a legélesebbnek. Az összes éghajlatváltozási forgatókönyv szerint, a mindenkori alaphelyzetéhez képest legalább 83%-kal csökkent a síelhető napok száma Gotlandon, míg Norrland területén a csökkentés 31%-nál kisebb. Ez alól az RCP8.5 képez kivételt a 2080-as évek legmelegebb éghajlatváltozási előrejelzése szerint.

A síelésre alkalmas napok számának legdrasztikusabb csökkenése Gotlandon várható, mivel alacsonyabb szélességi körön található, ahol magasabb a hőmérséklet, mint az ettől északabbra található területeken, és az összes síterülete közelebb van ahhoz a kritikus küszöbhez, ahol ritkább a havazás. Gotland átlagos tengerszint feletti magassága 184 m, ez rendkívül nagy hátrányt jelentett még azokban az időszakokban is, amikor a globális klímaváltozás nem volt ilyen jelentős mértékű. Ezzel szemben Norrland és Svealand síterületeinek éghajlati előnye a magasabb tengerszint feletti magasságban rejlik, ami 584 m és 460 m közötti értékben van.

Az RCP2.6-ban a 2050–2080-as évek közötti szezonhossz csökkenés viszonylagos enyhülése azzal magyarázható, hogy a légkör CO₂-koncentrációja várhatóan a század közepe után kezd stabilizálódni (elméleti feltételezés).

2. táblázat: Síszezon hossza (napok és százalékos csökkenés az alapvonalhoz képest) csak természetes hóval

Tartomány	Alapnapok száma		RCP2.6			RCP4.5			RCP8.5		
			2030	2050	2080	2030	2050	2080	2030	2050	2080
Norrland	181	nap	150	148	149	148	139	127	144	126	87
		%	-17	-18	-18	-18	-23	-30	-20	-30	-52
Svealand	57	nap	44	46	42	42	40	30	42	35	4
		%	-23	-19	-26	-26	-30	-47	-26	-39	-93
Gotland	40	nap	7	3	3	2	1	0	1	0	0
		%	-83	-93	-93	-95	-98	-100	-98	-100	-100
Svédország	125	nap	99	98	98	97	91	81	94	82	51
		%	-21	-22	-22	-22	-27	-35	-25	-34	-59

Forrás: Saját szerkesztés Rice és szerzőtársai (2022) tanulmánya adatainak felhasználásával

Több, egybehangzó kutatás is bizonyítja (Dawson és Scott, 2013; Scott és Steiger, 2013; Steiger és Stötter, 2013; Scott et al., 2014, 2017, 2020; Abegg et al., 2015; Steiger és Abegg, 2013, 2018;), hogy a síszezonok hossza növelhető akkor és úgy, ha a jelenleg alkalmazott, legfejlettebbnek nevezhető hókészítési technológia csökkenteni tudja az alapvonal értékét. Az alapvonal értékének csökkentése, a hóhatár értékének meghatározása, egy adott sípályának a tengerszinti mértékhez való legközelebbi pontját jelenti. Az alacsony/legmélyebb értékű alapvonal jelentős mértékben képes korlátozni a szezonális veszteségeket és az egyes régiókra eltérő módon ható éghajlatváltozás okozta eltérések is befolyásolhatók.

A síszezonok hosszának regionális csökkenése közötti különbség a század végére még szembetűnőbbé válik, különösen a magasabb károsanyag kibocsátással számoló forgatókönyvek esetében, ahol Gotlandon lesz a legrövidebb a síszezon, míg Norrland, több mint 150 működő sínappal számolhat.

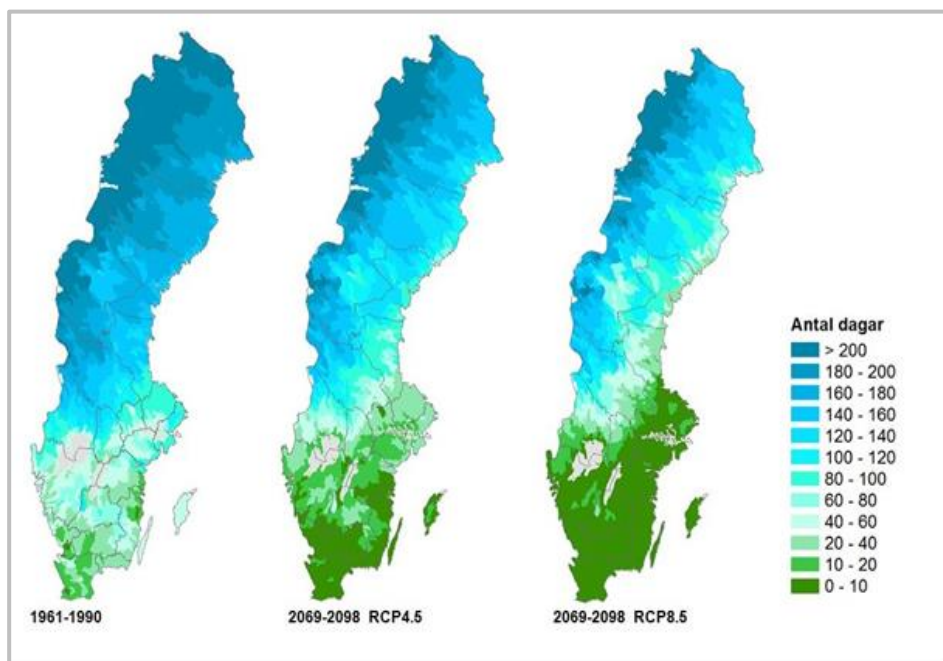
3. táblázat: Szezon hossza (napok és százalékos csökkenés az alapvonalhoz képest) hókészítéssel

Tartomány	Alapnapok száma		RCP2.6			RCP4.5			RCP8.5		
			2030	2050	2080	2030	2050	2080	2030	2050	2080
Norrland	219	nap	205	201	204	202	197	190	201	190	159
		%	-6	-8	-7	-8	-10	-13	-8	-13	-27
Svealand	156	nap	114	106	106	101	85	67	98	66	44
		%	-27	-32	-32	-35	-46	-57	-37	-58	-72
Gotland	140	nap	14	101	101	95	69	48	89	27	1
		%	-19	-28	-28	-32	-51	-66	-36	-81	-99
Svédország	189	nap	166	159	160	157	146	134	155	131	104
		%	-12	-16	-15	-17	-23	-29	-18	-31	-45

Forrás: Saját szerkesztés Rice és szerzőtársai (2022) tanulmánya adatainak felhasználásával

A svédországi sítérületek többsége jelenleg nem rendelkezik fejlett, víz- és energiaszükségletet hatékonyan, fenntarthatóságnak megfelelően felhasználó hókészítési technológiával és kapacitással (a fejlesztések finanszírozása pedig jelentős állami támogatást, és magán, illetve önkormányzati tőkebefektetéseket igényelne. Mindemellett azt is figyelembe kell venni, hogy a hókészítés, mint a sítérek éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodásának technikai feltétele, kevésbé nevezhető hatékonynak,

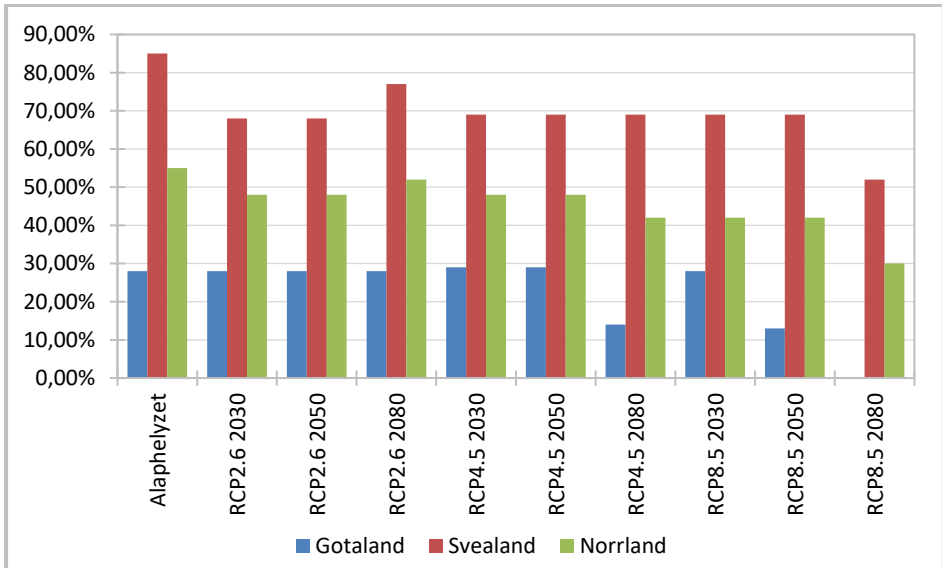
ha nem elég alacsony és tartós az ehhez szükséges hőmérséklet. A folyamatosan növekvő hőmérsékletemelkedés csökkenti a hőtermelés szempontjából hatékonynak ítélt napok számát, és növeli a szükséges hókészítés költségeit. Ez természetesen nem azt jelenti, hogy teljesen ki kell zárni egy jelentősnek ítélt előrelépést a hógyártási technológiák terén. Ahhoz, hogy egy síüdülőhelyet hóbiztosnak lehessen tekinteni (2. ábra), 100 üzemnapnak (>30 cm hó) kell rendelkeznie az évszakok 70%-ában az elmúlt 30 év távlatában (Abegg et al., 2015; Morin et al., 2021).



2. ábra: A hóhatárok visszahúzódása

Forrás: Nya analyser visar hur klimatet kan förändras i Sveriges län, 2015.

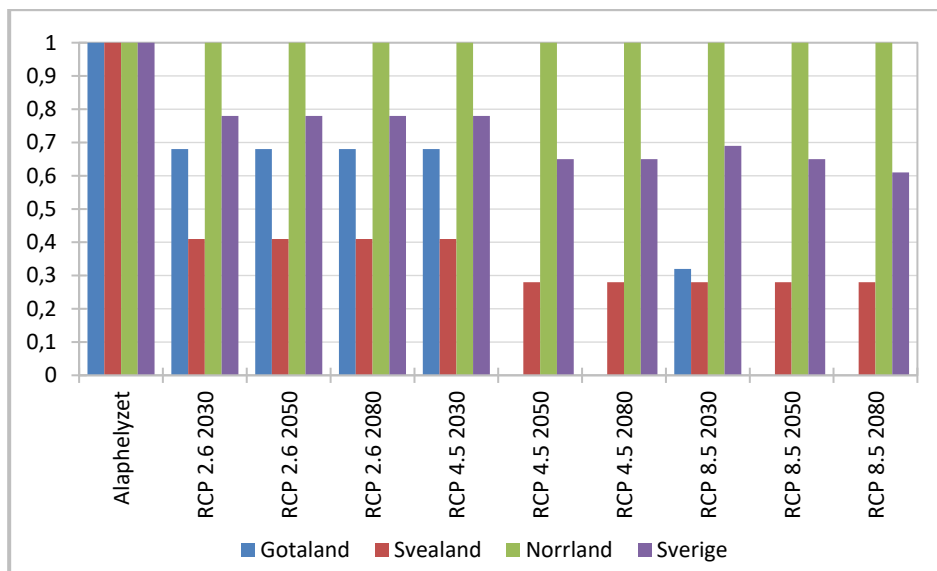
A fenti adatok alapján, ma csak Norrland síterületeinek 85%-a tekinthető hóbiztosnak. A természetes hóviszonyok mellett Norrland síterepeinek többsége (magasabb alapvonallal rendelkezők esetében) megőrzi természetes hóbiztonságát, a síüdülőhelyek legalább 69%-a minden forgatókönyvben hóbiztos marad, kivéve a legpesszimistább RCP8.5, 2080-ra mutató adataiban. Viszont Svealandban és Gotlandban a természetes hóbiztos síüdülőhelyek aránya nem éri el a 29%-ot, rosszabb esetben, de 2080-ra mindenképpen a 0% feletti eredményt (3. ábra).



3. ábra: A hóbiztos síterületek aránya természetes hóviszonyok között

Forrás: Saját szerkesztés Rice és szerzőtársai (2022) tanulmánya adatainak felhasználásával

Amint már említésre került a síterületek 92%-a rendelkezik valamilyen, ám különböző kapacitást produkáló hókészítő technológiával, képességgel. Ezért legitim az a feltételezés is, hogy a hókészítéssel kapcsolatosan megvizsgáljuk annak megbízhatóságát. Az összes norrlandi síterület hóbiztosnak nevezhető megfelelő kapacitású, fejlett technológiát felvontató hókészítéssel az RCP8.5-ös modellben, egészen 2080-ig, amikor is 92%-ra csökken a síelhető területek aránya (3. ábra). Ez jelenlegi rálátással nem tűnik rossz aránynak. Svealand és Gotaland esetében az alapidőszakban minden terület hóbiztos, ezt követően Svealand síterületeinek maximum 43%-a hóbiztos, Gotaland síterületeinek pedig csak 67%-a hóbiztos az RCP4.5-ös modell alapján, 2050-ig (4. ábra).



4. ábra: Hóbiztos sítérületek aránya fejlett hókészítéssel

Forrás: Saját szerkesztés Rice és szerzőtársai (2022) tanulmánya adatainak felhasználásával

Az már most egyértelművé vált, hogy a síszezon védelme és meghosszabbítása érdekében növelni kell a hótermelést, különösen Közép- és Dél-Svédországban, amelynek térbeli és időbeli mintázata azonosnak tekinthető, az évszak hosszának változásai is – általánosságban – megegyezőnek tekinthetők. A hótermelési követelmények, ahogy közeledünk a 2080-as végdátumhoz, folyamatosan növekednek, és a hótermelés legnagyobb növekedésének szükségessége a 2080-as évekre prognosztizálható (4. táblázat).

Bár Norrland bizonyos sítérületein is nagyobb százalékban fog növekedni a hótermelésre való igény, de ez még mindig azt jelenti, hogy a síelési alapidőszakban, a többi svédországi sítérülethez képest, mérhetően alacsonyabb mesterséges hóra lesz szükség. Ha pedig figyelembe vesszük a biztonságos és élvezhető síeléshez szükséges hó mélységét, akkor hópótlásra sokkal nagyobb szükség lesz a svealandi és gotalandi sípályáknak.

4. táblázat: A hőtermelés növelésének mértéke

Tartomány	Alapvo- nal (cm)		RCP2.6			RCP4.5			RCP8.5		
			2030	2050	2080	2030	2050	2080	2030	2050	2080
Norrland	16	cm	36	39	39	37	50	64	41	61	151
		%	125	144	144	131	212	300	156	181	844
Svealand	129	cm	198	206	218	215	260	297	225	299	451
		%	54	60	69	67	102	130	74	132	250
Gotaland	70	cm	137	154	161	163	207	237	169	257	396
		%	96	120	130	133	196	239	141	267	466
Svédország	58	cm	8	105	109	107	134	157	114	159	263
		%	69	81	88	85	131	171	97	174	353

Forrás: Saját szerkesztés Rice és szerzőtársai (2022) tanulmánya adatainak felhasználásával

A síszezonok időhosszának összehasonlító eredményei (mesterséges hó nélkül), azt mutatják, hogy jelenleg (2022) 14 síterület hóbiztos, és ezek közül a táblázatban a 3. és 12. helyen található síterület található Norrlandon kívül (*1. táblázat*). Az alapidőszakban a táblázat 12. helyétől lefelé található (É. sz.: 61.03) síterületek egyike sem tekinthető hóbiztosnak.

A 2080-as évekre, a magas rizikó (RCP8.5) mellett, már csak hét üdülőhely maradt hóbiztos, és ezek mindegyike Norrlandban található. Ez a hét hóbiztos terület mindegyikének az alapmagassága 400 m felett, három terület pedig az északi sarkkörön túli területen, vagy azzal határos szélességi fokon található. Azonban az most prognosztizálható, hogy fejlett hókészítési technológiákkal az alapidőszakban mind a 23 terület „hómegebízhatóknak” számít a későbbiekben is.

Érdeemes figyelni a 2030-as évek 4-es, 6-os, 9-es és 19-es tengerszintközeli síterepek adataira, ami az alacsony modellértéknek tekintett RCP2.6 forgatókönyv alapján már nem nevezhető hóbiztosnak. Ez azt jelenti, hogy míg a múlt században hagyományosan népszerű síturisztikai helyszíneként tartották számon ezeket a területeket, a jelzett időszakra a síelés periferiás lehetőséggé válik, vagy teljesen megszűnik.

2080-ra Svédországban mindössze 15 síterületet lehet majd valamilyen szinten hóbiztosnak nevezni (természetes és mesterséges hó együttese), ezek közül kettő kivételével (3. és 12.) mind Norrlandban található. A 13 legnagyobb síterület több mint 100 napos síévszakot képes fenntartani (természetes és mesterséges hó együttese), az alacsonyabban fekvő

területeken pedig az éghajlatváltozásnak súlyosabb következményeként megközelítő számmal sem találkozunk.

A különböző síterek kapacitása okán fontos megjegyezni, hogy az összesített 4 014 hektárnyi svédországi sípályák legalább 94%-a még a legmelegebb klíma esetén is működőképes maradhat, abban az esetben, ha elegendő hókészítési kapacitással fog rendelkezni. Azt sem kikerülendő tényező, hogy egy-egy síterület behavazottsága nem egyezik meg a síelhető területtel. A síterület minden esetben nagyobb területet jelöl, mint a sípálya, többek között olyanokat is, amelyek nem síelhetők a nem megfelelő terepviszonyok, pályahiány, biztonsági rizikó stb. miatt (még fekete pályaként sem használható).

Eredmények

Moen és Fredman (2007) az egyik legnépszerűbb svédországi síparadicsom, a dalarnai Sälen, síelhető napjainak mintegy 40%-ának elvesztését prognosztizálták. Ez a 162 napos szezont 98 napra csökkentené 2071 és 2100 közötti időszakban, alacsony rizikójú klímaváltozás következményeként. Ha mindezt magas rizikójú klímaváltozásra emelik, akkor ezek a számok meglehetősen drasztikusan megváltoznak, hisz 57%-os csökkenés mindössze 66 napos síszezont jelentene. Ennek jobb megértéséhez és az előre vetített katasztrófa érzékeléséhez érdemes a <https://salenfjallen.se/fajlt> tanulmányozni, ahol a 2022-es forgalmi adatok tükrében értelmezhetjük a számadatokat. Ez a két klímaváltozást előre vetítő forgatókönyv nagyjából megegyezik a jelenlegi tanulmányban használt számadatokkal (Pedersen et al., 2020).

Ennél mindenképpen megdöbbentőbb a 12. helyen álló svelandi síterek sorsa, ahol az induló 173 síelhető nap csökken le 2071-2100 közötti évekre mérsékelt megközelítésben 90 napra, míg a pesszimista megközelítés szerint pedig 11 (!) használható sín napra. Abban az esetben, ha hókészítést is figyelembe veszünk, akkor az alapszezon 210 napra növekedne (síidőszak kitolása), de ez a század végére lecsökkenne 154 napra, ám a pesszimistább számítás ez tovább csökken 124 napra.

Bár a Moen és Fredman (2007) összehasonlíthatósági vizsgálati eredményeit korlátozottan kell tekintenünk, mivel fizikailag nem tesztelték a természetes hótakaró minőségét egyetlen helyszínen sem (ehelyett bármilyen mennyiségben, hóvastagságban fellelhető havas napokkal számoltak,

és ezt tekintették a ma használatos 30 cm-es, vagy annál nagyobb hóvastagsággal működő sínapok helyettesítésére), továbbá nem számoltak a hókészítés lehetőségeivel sem. Ezek a módszertani hiányosság, valamint az a tény, hogy a kutatás esettanulmányként értelmezendő eredményeit extrapolálták Svédország síipari gazdasági veszteségeinek egészére, arra a hamis következtetésre vezetett, hogy a svéd síipar pénzügyi lehetőségeit, rugalmasságát eddig alábecsülték, szűkebb korlátok között gondolták működni.

2019-ben, hét észak-svédországi régió kért hóviszonyokra vonatkoztatott vizsgálatot az RCP4.5 és RCP8.5 éghajlati forgatókönyvekre (SMHI, 2021). A vizsgálati eredmények rámutattak arra a tényre, hogy a műhó készítése lényegesen meg tudja változtatni, ki tudja egyensúlyozni az éghajlat okozta változások negatív hatásait. Azt is bizonyították, hogy azokon a helyszíneken, ahol 50 cm-nél magasabb a hóvastagságot tudnak produkálni, ott a 23 síterepből 16 helyen síelésre, sportolásra alkalmas pályákat kapunk, beleértve a táblázatunk 8. helyén található síterepet is (SMHI, 2021). A további eredményként látható, hogy az RCP4.5 és RCP8.5 forgatókönyvek esetében meredeken csökkent az alapidőszak 170 síelésre alkalmas napjáról (1963–1992) a század közepére (2021–2050) kb.145-140 napra és a század végére (2070–2100) kb. 135-110 napra (SMHI, 2021).

A táblázat 8. helyén levő sítérép alapvonala 211 napra kalibrált, mely a szezon minden napjára 30 cm-es havat feltételez, és ennek a síszezonnak hossza fokozatosan csökkenő tendenciát mutat az RCP4.5 forgatókönyv alapján. Így 2030-ra 198, 2050-re 180 és 2080-ra 173 síelhető napra lehet számítani.

Egyértelmű a folyamat, mely alapján kijelenthető, hogy az európai síterepeken általában hasonló intenzitású folyamatokra lehet számítani. Ezt a tényt támasztja alá az Alpok térségében végzett vizsgálatok eredményei (Steiger és Abegg, 2018), és a Svédországgal szomszédos – ez alapján a közvélemény számára relevánsabb tényként kezelhető – Norvégia esete is (Scott et al., 2020). Scott eredményeit megerősítik a svéd adatok is, azaz a két ország síterepeinek időjárás okozta változásai párhuzamosan zajlanak. Az RCP8.5 forgatókönyv szerint a 2030-as években a Norrland síszezon hosszának csökkenése várhatóan 8%-os, ami belefér a norvég régiókra előrejelzett tartományok 6–15%-os csökkenést mutató adataiba. Ez a párhuzam egészen a század végéig nyomon követhető. Így a 2050-es

évekre jellemző norrlandi 13%-os szezonhossznak a csökkenése a norvégiai csökkenések 12–27%-ának alsó határán található.

Ugyanakkor minden ismertetett forgatókönyv és időkeret előrejelzései alapján, Svealand és Gotland síterepein a szezonhosszi csökkenése lényegesen magasabb.

A téli sísportok terepeinek vizsgált földrajzi elhelyezkedését, és vele párhuzamosan versenyhelyezetüket is vizsgáljuk, akkor a svédországi és norvégiai síterepek között, figyelembe véve az időkereteket is, a 2050 utáni időszakban csak a svédországi Norrland régió hatalmas, nagy magasságú, hóbiztos terepei jöhetnek számításba. Ez a térség lesz alkalmas alpesi síturizmusra. Az észak-norvégiai síterepek versenyképessége jelenleg még meghatározónak számít, ám a vizsgált időkeretben pontosan maga a földrajzi elhelyezkedése fogja ezt a versenyképességet meghatározni. Az Észak-Norvég síterepek relatív versenyképességi mutatóit az alacsonyabb tengerszint feletti magasság és a Golf-áramlat fogja befolyásolni. Ezek a tényezők viszont a norrlandi síterületekre nem hatnak.

Steiger és Abegg (2018) azt is kimutatta, hogy az RCP8.5 forgatókönyv szerint a század közepétől az éghajlatváltozás kockázata olyan, mint az Alpok sok síterületén. Az európai Alpokban az előrejelzések szerint a síterületek 96%-a hóbiztos 1°C-os emelkedés mellett (2030-as évek), 85%-a pedig 2°C-os emelkedés esetén (kb. 2050-es évek). Ugyanezeket a tényezőket figyelembe véve Norrland esetében a síterepek 100%-a hóbiztos lesz a 1°C és 2°C hőmérséklet emelkedése esetében is. Abban az esetben, ha a hosszútávú prognózist a 2080-as évekre vetítjük, és 4 °C hőmérséklet emelkedéssel számolunk, akkor az alpesi területek sielhető terepeinek lefedettsége 42%-ra zsugorodik, a norrlandi 92%-kal szemben. A 92%, mint az európai síipar számszerűsített „utolsó mentsvára”, ekkor jelent erős versenyelőnyt. Ebben az időszakban csak Észak-Norvégia jelentkezhet csökkentett mértékű versenytársként Norrland számára.

A klímaváltozás síturizmusra ható egyéb következményei

A bizonytalan minőségű, hóbiztonságú európai sípályák mellett, nagy valószínűséggel számolni kell a síturisták elbizonytalanodott keresleti magatartásával is. Kutatások azt mutatták, hogy a turisták kevésbé lojálisak az üdülőhelyekhez (általában), és inkább hóbiztosabb üdülőhelyeket keresnek (Behringer et al., 2000; Unbehaun et al., 2008; Rutty et al. 2015; Steiger et al., 2020).

Bizonytalanság esetében a turisták késleltethetik a döntést-előkészítést-foglalást hármasságát addig, amíg a hóviszonyok elfogadhatókká válnak, vagy csak azok aktivizálódnak, akiknek lakóhelyükhöz közel, vagy viszonylag közel fekszenek sípályák. Így rövid távolságokat kell megtenniük, vagy akár napi szinten ingázhatnak lakóhelyük és a sípálya között. A síturisták attitűdjeiben jelenleg az sem világos, hogy milyen mértékben tesznek különbséget a természetes és a műhó között. Steiger et al. (2020) ausztriai egynapos sítúrázók között végzett kutatása szerint a természetes hó hiánya 19%-os keresletkiesést jelent.

A svéd üdülőhelyek jellemzően kisebbek, mint az európai Alpok legnépszerűbb úti céljai. Franciaországban, Olaszországban, Ausztriában és Svájcban az átlagos felvonók száma, akár üdülőhelyenként is több lehet, mint egyes, egész svéd üdülő régióban. Franciaországban, Ausztriában és Olaszországban több mint duplája a négy vagy több felvonóval rendelkező üdülőhelyek száma, mint Svédországban (Vanat, 2020).

Az olyan területeken, mint a táblázat 15 helye, amely egyben a legészakibb svéd síüdülőhelyet is jelenti, december közepétől január elejéig 24 órás sötétség van, februárig pedig továbbra is nagyon kevés, habár növekvő óraszámban a nappali, természetes fény. Bár a síszezon hosszabb (késő tavaszig, Norrland egyes részein májusig tart), mint Európa többi részén, mégis felveti azt a kérdést, hogy a turisták lecserélnék-e nyaralásukat egy hidegebbnek, sötétebbnek, így barátságталannak tűnő Észak-Svédországgal.

A nem belföldi turisták számára Svédország látogatása Franciaországhoz, Németországhoz vagy Ausztriához képest lényegesen drágább, az utazás bonyolultabb, összetettebb. A turizmus fontos, együtt értelmezendő alkotóeleme a vendéglátás, és azon belül is az ételek és az alkoholtartalmú italok költsége. Az élelmiszerek fogyasztói árindexe Svédországban 121, míg Ausztriában 126, Olaszországban 111 és Franciaországban 116 (Eurostat, 2020)⁹. Az alkoholtartalmú italok árindexe Svédországban 166, szemben az osztrák 107, az olaszországi 104 és a franciaországi 101 értékkel szemben (Eurostat, 2020). A jelentős az árkülönbség (vendéglátás és utazás) lényegesen megdrágítja az ott tartózkodás költségeit. Norvégiai viszonylatban, ugyanezen termékek és szolgáltatások árindexe már 151, illetve 251 (Eurostat, 2020). Az ilyen árkülönbség a svéd területek

⁹ Háború előtti adatok. 2023-as adatok nem álltak rendelkezésemre.

számára egyértelmű versenyelőnyt jelent a hasonló éghajlati előnyökkel rendelkező norvég sítérületekkel szemben.

Az is kérdéses, hogy a fenntarthatóság/klímavédelem tekintetében, hogy az eddig jól megközelíthető alpesi sítérületekről, a síturisták hajlandók lennének-e egy nulla káros kibocsátás felé törekvő országba utazni, ha alacsony/nulla szén-dioxid-kibocsátású közlekedési lehetőségek nem állnak rendelkezésre, vagy használatuk nagyon költséges. Mindezeket figyelembe véve, nehezen feltételezhető, hogy óriási tömegű síturista fogja felkeresni az észak-svédországi sítérületeket az alpi sítérületek kiesése után. Még abban az esetben sem, ha jobban preferálják a természetes hó-takarót, mint a műhavas sípályákat.

További kérdések merülnek fel a helyi őslakosok (sámik) gazdálkodásának, megélhetési területeinek turisták általi „előzönlése” kapcsán. Ezek a rénszarvastenyésztő, legeltető gazdálkodás a nemzeti parkok területén folyik, melyek bővítése folyamatosan napirenden van, és e területek infrastrukturális fejlettsége/nem fejlettsége nem feltétlenül lesz megfelelő színvonalú a síturisták számára.¹⁰

A helyi sámik viszont erőteljesen és hangosan védik ősi területeiket, amely a rénszarvastenyésztéshez biztosítják számukra a legeltetéshez szükséges területeket. Úgy gondolják, ha egy újabb turisztika szegmens erősödése, tömegek megjelenése várható, akkor előtte mindenképpen szükséges egy intenzív tárgyalási szakaszt beiktatni (kárpótlások igénye). Mindemellett másik érve a helyieknek, hogy már létezik, egy számukra is elfogadható természetalapú turizmus, így a síelési lehetőségek fejlesztését vagy bővítését célzó területhasználati változtatások összeütközésbe kerülhetnek a meglévő turisztikai ágazatokkal (ökoturizmus, geoturizmus, vadászat, horgászat stb.).

Tekintettel arra, hogy a jövőbeni síipar egyre inkább a műhókészítésre fog támaszkodni, mérlegelni kell, hogy az ebből következő jelentős energiafogyasztás-növekedés és a potenciális üvegházhatású gázok (ÜHG)-kibocsátás elfogadható-e egyfajta alternatív megoldásként. Ennek megválaszolása inkább turisztikai megközelítésűnek kell lennie, semmint süüzemelési vagy célállomási érdekek melletti álláspontnak.

¹⁰ Laponia: UNESCO Világörökség részét képezik, és ökológiai egyediségük és a hagyományos megélhetési lehetőségek védelme érdekében őrzik őket.

Svédország három legnagyobb városából, Stockholmból (1 500 000), Göteborgból (600 000) és Malmöből (300 000) a hóbiztos területek eléréséhez szükséges utazási távolságok megnövekednek az éghajlatváltozás hatására, ez leginkább majd az RCP8.5 klímaváltozási előrejelzéseknél válik mérvadóvá. Ami ennél is meghatározóbb, hogy az említett, keresletet generáló, nagyvárosok Svealand és Gotland területén (kimondottan hőszegény) fekszenek. Ez a távolsági növekedés figyelemre méltó, jelentős, mivel jelenleg a svéd síterületek látogatóinak 85%-a belföldi (Vanat, 2020). Az említett nagyvárosok, illetve a svédországi kis és közepes nagyságú városainak környékén található sípályák kis kapacitásúak. Fontosak, hisz az egynapos síelőknél és a kezdőknél megfelelő bázist tudnak nyújtani, de a már taglalt éghajlati változások miatt egyáltalán nem tekinthetők hóbiztos területeknek.

Ha ezek a síterületek életképtelenné válnának, bezárnának, az ezekről a területekről elutazó síelőknél meg kell növelniük az utazási távolságot autóval, vonattal vagy repülővel, hogy hóbiztos sítérelpet találjanak. Ezért teljes mértékben elfogadható az a feltételezés, hogy svéd síturisták tömege, a megnövekedett utazási távolságok miatt, teljesen felhagy a síeléssel (Rutty et al., 2015; Steiger et al., 2021; Unbehau et al., 2008). A még műhóval gazdaságosan üzemeltethető kisebb sípályák, egyfajta „feeder”¹¹ üdülőhelyként funkcionálnának, ahol valóban a síelés alapjait lehet elsajátítani, az egynapos síeléseket lehet lebonyolítani. Mindez azt is előrevetíti, hogy az északi részek hóbiztos területeire egyre kevesebb síturista érkezik, mert az eddig biztos háttérként működő, hóbiztos közép-és dél svédországi síterületek biztosították, generálták az ellátási láncba az új síelőket.

Hamilton et al. (2007) állapította meg, hogy a kialakuló hóhiányos helyszíneken kialakul az ún. „hátsó udvari hatás”, amely szerint a hóesés és hótakaró csökkenése a városi területeken élő, régebben a síelést kedvelő és aktívan üző emberekben csökkenti az érdeklődést és a motivációt a síelés iránt.

Eltekintve attól a kérdéstől, hogy a turisták elfogadnák-e a hosszabb utazási időt a síelésre, az utazási távolságok növekedését potenciálisan károsnak kell tekinteni az éghajlatváltozási célok szempontjából, mivel az utazások jelenleg elsősorban a fosszilis tüzelőanyag-alapú közlekedésre

¹¹ Kisegítő, mellék, másodlagos jelentőségű turisztikai terület.

támaszkodnak. Fontos megjegyezni, hogy ez gyorsan változhat: 2021-re az újonnan regisztrált elektromos személyautók 38,2%-os piaci részesedését érték el Svédországban (Bil Sweden, 2021). Mivel az elektromos járművek piaci részesedése várhatóan tovább növekszik, ennek következtében az üdülőhelyek töltési infrastruktúrája is bővül, előfordulhat, hogy a kisebb, könnyebben megközelíthető üdülőhelyek várható veszteségei nem befolyásolják érdemben az utazással kapcsolatos ÜHG-kibocsátást.

Valójában, ha a hókészítés nyitva tartja a regionális síterületeket (Közép- és Dél Svédország), és megakadályozza, hogy távolabbi úti célokra kelljen utazni, az alacsony szén-dioxid-kibocsátású elektromos hálózatból történő hókészítés csökkentheti a téli turizmus nettó ÜHG kibocsátását Svédországban.

Következtetés

A tanulmány a svédországi síipar jövőjének, nehezen bizonyítható jövőképpel, teoretikus éghajlatváltozási forgatókönyvek alapján történő lehetséges mozzanatait vizsgálta és ezek alapján teszi fel azt a kérdést, hogy valóban az északi tájak jelentik-e az „utolsó menedéket” az európai síipar, és a síelés szerelmeseinek.

A végső eredmények azt mutatják, hogy Svealand és Gotland síszezonja jelentősen lerövidül, vagy megszűnik, már a következő évtizedben, és maga a műhó készítése is kihívás elé állítja e desztinációkat. Ezzel szemben Norrland a 2080-as évekre is megőrzi hóbiztonságát, sokkal nagyobb mértékben, mint azt a korábbi SkiSim adatai szerint modellezték. Sőt, még a norvégiai és az Alpok síterületeinél is magasabb fokú hóbiztonságot, és hosszabb hőszezont prognosztizálnak. Így ez a modellezés megalapozhatja annak a kijelentésnek az igazságtartalmát, hogy ezek a területek valóban „utolsó menedéket” értelmezhetők az ezred végének évtizedeiben.

Nem eldöntött az a feltételezés sem, továbbra is tisztázatlan, hogyan fog viselkedni, milyen reakciói lesznek a síelők gazdaságilag és kulturálisan akadály mentesített tömegének a síterepék napfénydeficitje, mennyire lesz helyettesíthető más térrel, pl. napfényes desztinációkkal. A svéd síipar, kiszolgálva a keresletet, hókészítési infrastruktúráját folyamatosan bővíti, és ez a stratégiai tervek szerint a közeljövőben is folytatódni fog. Folytatódni fog, legalábbis addig, ameddig az a fenntarthatóság és/illetve

a gazdaságosság mértékébe belefér. Addig, ameddig a síelők tömege megérti azt a vizuális környezetet, amit egy műhavas pálya képes nyújtani.

Előfordulhat olyan helyzet, amikor a délebbre eső területeknek, főként Gotlandnak, meg kell fontolniuk, hogy fenntartható-e a folyamatosan melegedő éghajlat esetén a sípályák további üzemeltetése. Figyelve azt, hogy az alkalmazkodás milyen mértékű, milyen költségekkel rendelkezik, hogy időben meddig nevezhető jól megtervezett, fenntartható és gazdaságilag kiegyensúlyozott alkalmazkodásnak. A jövő időszak tényeként kezelendő az is, hogy a sípályák méretgazdaságossága egyenlőtlen versenyelőnybe juttatja a nagyobb kapacitású, sokfelvonós, hosszúpályás, esetleg egyéb szolgáltatásokkal bíró sípályákat a kisebbekkel szembe (pl. városi sípályák). A kisebb sípályák nemcsak a gazdasági versenyt nem bírják, hanem a pályák modernizálási, újabb technológiákkal való ellátását sem.

Arról nem is beszélve, hogy a hőtermelés várható növekedése csökkentheti a síterület esztétikai értékét és ezáltal vonzerejét a látogatók számára. Mint minden jövőre vonatkoztatott kutatásnak vagy modellezésnek léteznek korlátai. Jelen esetünkben nem vehető figyelembe, nehezen modellezhető a hőmérséklettől függő hókészítési kapacitás, amely következményeként a hőmérséklet csökkenésével a hatékonyságot szükséges növelni. Ha a szükségessé vált hókészítési kapacitás növekedése évről – évre, és előre tudható lenne, az megkönnyítené, előre kiszámíthatóvá tenné a potenciálisan szükséges hőmennyiség mellett, az energia- és vízszükségletet és a légszennyeződési mértékének ismeretét is. A légszennyeződés becsült mértéke, jelen ismereteink szerint, a meglévő és használatos hókészítési kapacitások, a hőmérséklet emelkedése és a feltételezett síelők száma mellett növekedést kell, hogy mutasson.

Az ma is tudott, hogy a hókészítés optimális hatékonysága +10°C-os hőmérsékleten a legideálisabb, azaz a fagyponthoz közeli környéken készülő műhó mennyiségi/térfogati nagysága kevesebb, mert jobban tömörül a hó.

A kutatás teljessége a meteorológiai állomások naprakész, folyamatos adatainak hiányosságai miatt korlátozott. A korlátozásnak az az egyszerű oka, hogy Svédország nem minden síterülete rendelkezik jelenleg önálló meteorológiai mérőállomással. A meglévő mérőállomások sem a síterületek megfigyelésére koncentrálnak, hanem nagyobb földrajzi térségekre (Észak-Skandinávia). Az adatok gyűjtése és összefoglalása pedig a hagyományos időjárás jelenségekre gyűjt megfigyeléseket. Hiányt pótló a szükséges egyéb, idevonatkozó paraméterek, idősorok gyűjtése, illetve

nem szabad üres periodusokat hagyni. Ehhez kapcsolódó korlát, hogy a hókészítési potenciált csak a környezeti levegő hőmérséklete alapján számítják ki, figyelmen kívül hagyva pl. a levegő páratartalmának fontosságát (Hartl et al., 2018). A levegő páratartalmának gyűjtése azonban tovább növelné a megfelelő időjárási állomások adatigényét.

Korlátként értékelhetjük azt a feltételezést is, hogy minden sítérületen a pályák 100%-a a legfejlettebb hókészítő rendszerrel van felszerelve. Ezzel szemben a valóságban a sítérületek 92%-ára kimondható, hogy rendelkezhet, alkalmassá válhat hókészítésre, de valójában a hókészítés csupán 56%-át érinti fizikálisan (elérhető sípályák) ezeknek. A jövőben, ha több információ válik elérhetővé az egyes sítérületek tényleges hőtermelési kapacitásairól, hogy jobban tükrözze a vizsgált üdülőhelyek jelenlegi és alkalmazkodóképességét.

A következő évtizedekben valószínűleg növekedni fog a síiparban érdekelt felekben a síipar éghajlatváltozási kockázataival kapcsolatos részletesebb információk iránti igény. A döntéshozók, így a befektetők, a hitelvezők, a sítérületkezelők, az ingatlanfejlesztők, a biztosítótársaságok, valamint a hókészítő és felvonófelszerelés-gyártók egyre gyakrabban kérnek adatokat a klímaváltozás következményeiről regionális és egyéni sítérületek léptékében egyaránt. Az ilyen kutatások segíteni fogják a síturizmus értékelését a regionális fejlesztés érdekében Svédország azon területein, ahol a legnagyobb hóbiztosság a jövőbeli éghajlatváltozás miatt.

Továbbá nem szabad figyelmen kívül hagynunk azt a ma még teljesen ismeretlen tényezőt, amit a század végére a hókészítési technológiák fognak majd jelenteni. Kérdés, hogy tudják-e a vizet más, környezetbarát és fenntartható, anyaggal helyettesíteni. Kérdés, hogy a turizmusban továbbra is emelkedő trendként lesz-e jelen a téli sportok között a síelés, a sífutás, vagy az e sportot űzők a bonyolult, hosszú utazások, az összezsugorodott síterepeken jelen levő nagyszámú téli sportokat kedvelők jelenléte elriasztja őket, és helyettesítő termékekre cserélik azt.

Bár úgy tűnik, hogy Észak-Svédország éghajlati előnyt élvezhet az európai Alpok nagy részével szemben, továbbra is Norvégia versenyével kell szembenéznie, és a jövőbeli kutatásoknak a helyettesítési valószínűség és a potenciális ügyfelek svéd síparral kapcsolatos elképzeléseinek felmérésére kell összpontosítaniuk.

Ezek a felvetések azonban további kutatásokat igényelnek.

Irodalomjegyzék

- Abegg, B., Steiger, R., & Walser, R. (2015): Aktuelle und zukünftige Schneesicherheit der Skigebiete in Graubünden. In T. Bieger, P. Beritelli & C. Laeser (Eds.), *Schweizer Jahrbuch für Tourismus 2014-15. St. Galler Schriften für Tourismus und Verkehr, Band 6*:1–16. ESV, Berlin.
- Andersson, L., Bohman, A., van Well, L., Jonsson, A., Persson, G. & Farelus, J. (2015). Underlag till kontrollstation 2015 för anpassning till ett förändrat klimat. SMHI.
- Behringer, J., Büerki, R., & Fuhrer, J. (2000). Participatory integrated assessment of adaptation to climate change in Alpine tourism and mountain agriculture. *Integrated Assessment, 1*(4):331–338.
DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1018940901744>.
- Bil Sweden. (8 januari 2021). Definitiva nyregistreringar under 2020. Retrieved: 15-02-2023, from https://www.bilsweden.se/statistik/Nyregistreringar_per_manad_1/nyregistreringar-2020/definitiva-nyregistreringar-under-2020.
- Dawson, J., & Scott, D. (2013). Managing for climate change in the alpine ski sector. *Tourism Management, 35*:244–254.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2012.07.009>.
- Demiroglu, O. C., & Sahin, U. (2015). *Ski community activism on the mitigation of climate change*. Istanbul Policy Center. 5. p.
- Eurostat. (2020). Comparative price levels for food, alcohol and tobacco. Retrieved: 11-01-2023, from https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Comparative_price_levels_for_food,_beverages_and_tobacco.
- Hamilton, L. C., Brown, B. C., & Kelm, B. D. (2007). Ski areas, weather and climate: Time series models for integrated research. *International Journal of Climatology, 27*(15):2113–2124. DOI: <https://doi.org/10.1002/joc.1502>.
- Hartl, L., Fischer, A., Olefs, M. (2018). Analysis of past changes in wet bulb temperature in relation to snow making conditions based on long term observations Austria and Germany. *Global and Planetary Change, 167*:123–136.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2018.05.011>.
- IPCC. (2014). Climate change 2014: Synthesis report. Contribution of working groups I, II and III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change.
- Klimawandel und Alpentourismus. Retrieved: 15-02-2023, from <https://bzt.bayern/vitalpin-klimawandel-alpentourismus/>.
- Moen, J., & Fredman, P. (2007). Effects of climate change on alpine skiing in Sweden. *Journal of Sustainable Tourism, 15*(4):418–437.
DOI: <https://doi.org/10.2167/jost624.0>
- Morin, S., Samacoïts, R., François, H., Carmagnola, C. M., Abegg, B., Demiroglu, O. C., Pons, M., Soubeyroux, J. M., Lafaysse, M., Franklin, S., Griffiths, G, Kite, D., Hoppler, A. A., George, E., Buontempo, C., Almond, S., Dubois, G. & Cauchy, A. (2021). Pan-European meteorological and snow indicators of climate

- change impact on ski tourism. *Climate Services*, 22:100215.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2021.100215>.
- Pedersen, J. S. T., Van Vuuren, D. P., Aparício, B. A., Swart, R., Gupta, J. & Santos, F. D. (2020). Variability in historical emissions trends suggests a need for a wide range of global scenarios and regional analyses. *Communications Earth & Environment*, 1(1):1–7. DOI: <https://doi.org/10.1038/s43247-020-0001-2>.
- Rice, H., Cohen, S., Scott, D., & Steiger, R. (2022). Climate change risk in the Swedish ski industry. *Current Issues in Tourism*, 25(17):2805–2820.
DOI: <https://doi.org/10.1080/13683500.2021.1995338>.
- Rutty, M., Scott, D., Johnson, P., Jover, E., Pons, M. & Steiger, R. (2015). Behavioural adaptation of skiers to climatic variability and change in Ontario, Canada. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 11:13–21.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jort.2015.07.002>.
- Salenfjällen. Retrieved: 11-01-2023, from <https://salenfjallen.se/>.
- Scott, D., McBoyle, G., & Mills, B. (2003). Climate change and the skiing industry in southern Ontario (Canada): Exploring the importance of snowmaking as a technical adaptation. *Climate Research*, 23:171–181.
DOI: <https://doi.org/10.3354/cr023171>.
- Scott, D., Steiger, R., Rutty, M., Pons, M. & Johnson, P. (2017). The differential futures of ski tourism in Ontario (Canada) under climate change: The limits of snowmaking adaptation. *Current Issues in Tourism*, 22(1):1–16.
DOI: <https://doi.org/10.1080/13683500.2017.1401984>.
- Scott, D., & Steiger, R. (2013): Vulnerability of the Ski industry. In R. A. Pielke (Ed.), *Climate vulnerability: Understanding and addressing threats to essential resources*, 305–313. Elsevier.
- Scott, D., Steiger, R., Dannevig, H., & Aall, C. (2020). Climate change and the future of the Norwegian alpine ski industry. *Current Issues in Tourism*, 23(19), 2396–2409. DOI: <https://doi.org/10.1080/13683500.2019.1608919>.
- Scott, D., Steiger, R., Rutty, M., & Johnson, P. (2014). The future of the Olympic winter games in an era of climate change. *Current Issues in Tourism*, 18(10):913–930. DOI: <https://doi.org/10.1080/13683500.2014.887664>.
- Sjökvist, E., Mårtensson, J. A., Dahné, J., Köplin, N., Björck, E., Nylén, L., Berglöv, G., Tengdelius Brunell, J., Nordborg, D., Hallberg, K., Södling, J. & Berggreen Clausen, S. (2015). *Klimatscenarioer för Sverige: Bearbetning av RCP-scenarioer för meteorologiska och hydrologiska effektstudier*. SMHI.
- Ski Resort Info. (2021). Ski resorts Sweden. <https://www.skiresort.info/ski-resorts/sweden/>.
- SLAO (2021). SLAO Skidanläggningar. Retrieved: 09-01-2023, from <https://www.slao.se/medlem/skidanlaggningar/>.
- SLAO Skidanläggningar (n.d.). Branschrapport, 2022/2023. Retrieved: 09-01-2023, from <https://www.slao.se/fakta/branschrapport/>.

- SMHI Nya analyser visar hur klimatet kan förändras i Sveriges län. Retrieved: 18-02-2023, from <https://www.smhi.se/nyhetsarkiv/nya-analyser-visar-hur-klimatet-kan-forandras-i-sveriges-lan-1.95467>.
- SMHI. Retrieved: 27-03-2023, from <https://www.smhi.se>.
- Steiger, R., & Abegg B. (2013). The sensitivity of Austrian Ski areas to climate change. *Tourism Planning & Development*, 10(4):480–493.
DOI: <https://doi.org/10.1080/21568316.2013.804431>.
- Steiger, R., Posch, E., Tappeiner, G., & Walde, J. (2021). *Seasonality matters: Simulating economic impacts of climate change on winter tourism*. Tourism Management.
- Steiger, R., & Abegg, B. (2018). Ski areas' competitiveness in the light of climate change: Comparative analysis in the Eastern Alps. In D. Müller & M. Więckowski (Eds.), *Tourism in transition, recovering from decline and managing change*, 187–199. Springer.
- Steiger, R., Posch, E., Tappeiner, G., & Walde, J. (2020). The impact of climate change on demand of ski tourism – A simulation study based on stated preferences. *Eco-logical Economics*, 170(106589).
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106589>.
- Steiger, R., & Stötter, J. (2013). Climate change impact assessment of ski tourism in Tyrol. *Tourism Geographies*, 15(4):577–600.
DOI: <https://doi.org/10.1080/14616688.2012.762539>.
- Sweden's Seventh National Communication on Climate Change.
- Swedish Meteorology and Hydrology Institute. (2020a). Historical Observations. <https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer#param=airtemperatureInstant,stations=all>.
- Swedish Meteorology and Hydrology Institute. (2020b). Climate Scenarios. <https://www.smhi.se/en/climate/futureclimate/climate-scenarios/>
- Swedish Meteorology and Hydrology Institute. (2021). Snö i ett framtida klimat i Västerbottens län.
- Tjernström, S. (2015). Ny larmrapport: Snön är borta om 60 år.
- Tonnvik, E. (2013). Skidturism och Klimatförändringar: Hur påverkar klimatförändringar förutsättningarna för skidturism i ett svenskt landsbygdssamhälle. Karlstad University, Faculty of Arts and Social Sciences (starting 2013), Department of Geography, Media and Communication (from 2013).
- Unbehaun, W., Pröbstl, U., & Haider, W. (2008). Trends in winter sport tourism: Challenges for the future. *Tourism Review*, 63(1):36–7.
DOI: <https://doi.org/10.1108/16605370810861035>.
- Vanat, L. (2020). 2020 International report on snow and mountain tourism. <https://vanat.ch/RM-world-report-2020.pdf>
- Wintersport Statistiken und Trends (2021-2022). Retrieved: 17-04-2023, from https://www.beyondsurfing.com/wintersport-statistik-trends/#die_top_20_laender_nach_anzahl_der_skigebiete_weltweit.

Wintersport, der Klimawandel und das Ökosystem der Alpen. Retrieved: 05-02-2023, from <https://www.umwelt-im-unterricht.de/hintergrund/wintersport-der-klimawandel-und-das-oekosystem-der-alpen>.