



A Kárpát-medence térségének jellegzetes helyi szelei

Kurcsics Máté, Horváth Ákos, Geresdi István

HungaroMet Nonprofit Zrt., Siófoki Viharjelző Obszervatórium, kurcsics.m@met.hu

DOI: 10.56474/legkor.2025.2.2

A Kárpát-medence térségében számos helyi széllel találkozhatunk, amelyek különböző neveken váltak ismertté. Az adriai partvidéken fújó bóra vagy az Alpok fön szele jól ismert, míg az olyan szelek, mint a nemere vagy a kossava kevésbé vannak benne a köztudatban. Ezen szelek közös tulajdonsága, hogy egy nagytérségű időjárási helyzet és a domborzat kölcsönhatásaként jönnek létre. Meghatározott irányból fújnak és gyakran elérik a viharos fokozatot. A helyi szelek gyakran a hőmérsékleti, légnedvességi mezőben és a felhőzet szerkezetében is megnyilvánulnak. Jelen tanulmányban áttekintjük, milyen módon képes a domborzat helyi szélviharokat kialakítani, majd a Kárpát-medencét körbejárva külön-külön bemutatjuk ezeket a sajátos légmozgásokat.

Typical local winds in the Carpathian Basin region

There are many local winds in the area of the Carpathian Basin, which have different names. The Bora wind blowing at the Adriatic coast or the Foehn wind in the Alps are local winds, while winds such as Nemere or Kosava are less known. The common feature of these winds is that they are formed as a result of the interaction of a large-scale weather situation and the orography. They blow from a specific direction and often reach the gale force strength. Local winds influence often temperature, humidity and cloud structure, too. This study gives a review of orography-induced local windstorms and presents the features of them in the region.

Domborzat hatására kialakuló helyi szelek

A Kárpát-medence egyes szeleinek bemutatása előtt röviden áttekintjük, hogy a domborzat miért és hogyan befolyásolhatja a szélviszonyok alakulását. A domborzathoz kötődő helyi szeleket élesen el kell különítenünk az alapján, hogy kialakulásuk hátterében nagytérségű időjárási folyamatok állnak-e vagy sem. Amennyiben nem, akkor **hegy-völgyi szélről** vagy **lejtőszélről** beszélünk. Ezek napi szabályossággal váltakozó irányú szelek és

a hegyoldal eltérő sugárzási adottságai miatt alakulnak ki. Napnyugtát követően a levegő lefelé áramlik a lejtőn. A hidegebb, ezáltal sűrűbb levegő gravitáció hatására történő leáramlását a hegyoldalon **katabatikus szélnek** nevezzük. A hegy-völgyi szél lefelé irányuló komponense tehát szintén katabatikus-szél. A lejtőn felfelé áramló szél az **anabatikus szél**. Értelmszerűen a katabatikus szelek lehetnek erősebbek, azonban ezek ereje is korlátozott.

Az eddig említett domborzati hatások csupán mérsékelt erősségű szeleket okozhatnak. Szélviharok kialakulásához már a nagytérségű folyamatok hozzá-

járulására is szükség van. Ciklonok vagy azok frontjai, illetve anticiklonok pereme lehet alkalmas bukószelek, lejtőviharok vagy becsatornázott szelek kialakítására. A nagytérségű folyamatok és a domborzat kölcsönhatásaként két jellegzetes szélerősítő hatást kell kiemelnünk, amelyek gyakran nem függetlenek egymástól:

- a hegyek közötti völgyekben, csatornában felgyorsuló áramlás (amelynek eredményeként keletkezik a **becsatornázott szél**)
- a hegyen átbukva megerősödő szél (innen ered a **bukószél** kifejezés)

A hegyek közötti csatornában felerősödő szelekre (gap wind) a magyar szakirodalomban nincs megfelelő kifejezés, a tanulmányban a **becsatornázott szél** kifejezést használjuk. Kialakulási mechanizmusa könnyen megérthető: ha az áramlás számára rendelkezésre álló keresztmetszet beszűkül, akkor ott a szél szükségszerűen felgyorsul. Akkor tud igazán erős lenni ez a hatás, ha a levegő domborzat feletti átáramlása is akadályozva van, amit egy stabil légréteg biztosíthat (1. ábra).



1. ábra. Helyi domborzat és nagytérségű folyamatok hatására kialakuló szelek. A kettő közös halmazában találhatók a bukószelek és a becsatornázott szelek, amelyekkel jelen tanulmány foglalkozik. A hegy-völgyi szél és a lejtőszél kialakulása mögött nem áll nagytérségű folyamat.

A **bukószélet** a magyar nyelvű meteorológiai szakirodalomban egy gyűjtőfogalomnak tekinthetjük a hegységek széliránnyal ellentétes oldalán bekövetkező szélerősödéssre. Kialakulása minden helyen egy nagytérségű időjárási helyzethez kötött. Amikor a szél egy nagyobb kiterjedésű légörvény hatására merőlegesen fúj egy domborzati akadályra, akkor annak széliránnyal ellentétes oldalán jelentősen megerősödhet. Ehhez szükség van arra is, hogy legyen a hegy felett egy stabil réteg, amiben a hőmérséklet a magassággal felfelé haladva csak lassan vagy egyáltalán nem csökken. Ez ugyanis gátat szab a domborzat keltette feláramlásnak, így a levegő az egyre keskenyedő csatornába szorulva felgyorsul, a folyamat pedig a leáramlási oldalon is folytatódik. Ennek **hátterében nagy amplitúdójú hegyi hullámok állnak**. Fontos különbség a hegy-völgyi

szélhez képest, hogy a bukószél iránya állandó, mindig a hegyoldalon lefelé fúj. Napi menete ugyan van, de közel sem olyan meghatározó, mint a hegy-völgyi szélénél. Jellegzetes felhőstruktúrák és a leáramlási oldalon a levegő kiszáradása társulhat hozzá. Felvelegedéssel is jár, amennyiben azt nem kompenzálja hideg levegő érkezése. A bukószelek viharos, szélsőséges megnyilvánulását **lejtővihar**nak nevezzük. Megjegyezzük, hogy a nemzetközi szakirodalomban a bukószél (fall wind) kifejezés már alig használatos, helyette lejtőszélnek (downslope wind) nevezik ezt a szélet is, ebből következik a lejtővihar (downslope windstorm) elnevezés is.

A bukószelek és a becsatornázott szelek nem egymástól függetlenül jelennek meg. Általában mindkét hatás jelen van, csak hol az egyik, hol a másik hatás az erősebb a stabil réteg magasságától és erősségétől függően.

A Kárpát-medence térségében előforduló helyi szelek többségéről elmondható, hogy kialakulásában meghatározó tényező a domborzat. Így a legtöbb ilyen szélet a medencét körülölelő hegyekhez kapcsolódóan találjuk (2. ábra). Bár a bukószeleket a magasabb hegységekhez szokás kötni, és ott valóban erőteljesebb formában jelentkeznek, a tanulmányban bemutatjuk, hogy a belső területek alacsonyabb domborzata is kialakíthatja őket.



2. ábra. Bukószelek és becsatornázott szelek a Kárpát-medencében. A piros színek a többnyire meleg, a kék színek az általában hideg szeleket jelölik.

A bukószeleket igen gyakran szokás csoportosítani meleg és hideg, vagy éppen főn típusú és bóra típusú szelekre. Ezen osztályozás szükségessége azonban több szempontból is problémás. A csoportosítást az eltérő kialakulási mechanizmussal magyarázzák, azonban mai ismereteinkkel már tudjuk, hogy a bóra és a főn lényegében ugyanaz a jelenség. Mindegyik bukószél, erősebb formájában lejtővihar, amelynek hátterében a hegységek keltette légköri hullámok állnak. Az, hogy végül hűlést vagy melegedést eredményeznek, attól függ, hogy a leáramlás során minden esetben bekövetkező melegedést felülmúlja-e a hidegebb levegő beáramlása.

A fenti alapfogalmak áttekintését követően a Kárpát-medencét körbejárva bemutatjuk az egyes jellegzetes szeleket. Ehhez a HungaroMet Zrt. Siófoki Viharjelző Observatóriumában futtatott WRF időjárás-kutató és előrejelző modell számításait is felhasználjuk. A modell a nagy térbeli felbontásának köszönhetően alkalmas arra, hogy nagy pontossággal szimulálja ezeket a légmozgásokat.

Bóra az Adrián

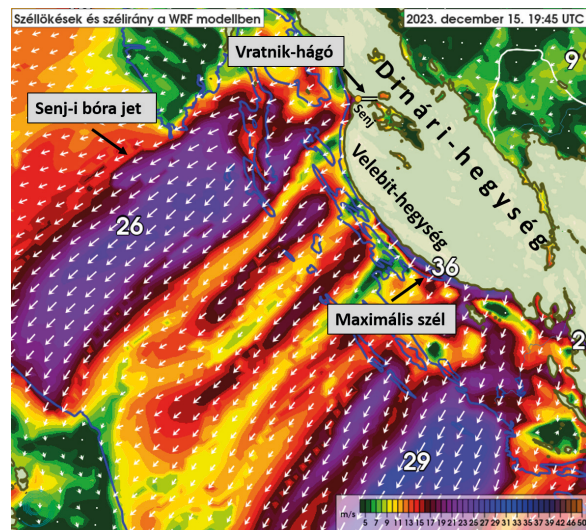
A Kárpát-medence körüljárását délnyugaton, a Dinári-hegység vonulatánál kezdjük, ahol az adriai partvidék jellegzetes szele, a bórá fúj [1]. A bórá történelmi okokból, illetve erejéből adódóan hazánkban is ismert jelenség. Északkeleti irányú szél, amely a Dinári-hegységből csap le az Adriai-tenger térségére. A Trieszt körüli olasz és szlovén területektől az Isztriai-félszigeten, a horvát és montenegrói tengerparton át egészen Albániáig kialakul. Hevesebb bórá idején a legerősebb szélhőkészek többször elérik a 150 km/h-t, miközben az átlagos szélsébség is meghaladja a 70 km/h-t. Az eddigi legnagyobb bórához kötődő szélhőkés 250 km/h-s volt. Ezt 1996 januárjában regisztrálták a horvátországi Makarskánál. Bóra egész évben kialakulhat, azonban sokkal gyakoribb, erősebb és hosszabb ideig tart a téli félévben, mint nyáron (Poje, 1992). Télen napokig, esetleg egy hétig is fennmaradhat, míg nyáron általában csak pár óráig fúj. Tipikusan északkeleti szél, minél merőlegesebb az áramlás iránya a part menti hegyvonulatra, annál erősebb lehet. Bóra általában egy Európa középső vagy északi része felett elhelyezkedő anticiklon vagy/és egy nyugat felől az Adriai-tenger térségébe helyeződő mediterrán ciklon hatására alakul ki (Dorman et al., 2007). Ezek olyan áramlási rendszerek, amelyek a szárazföld felől a Dinári-hegységen átbukva a tenger irányába szállítják a levegőt a légkör alsó szintjein. Sok esetben a mediterrán ciklon és a kontinens feletti magasnyomás közös áramlási rendszere eredményezi a bórá kialakulását. Rövidebb ideig és gyengébb formában hidegfront áthaladását követően is előfordulhat.

A bórá a köztudatban úgy él, mint a dalmát és az isztriai tengerparton felhőmentes időben lecsapó, hideg, heves szélroham. Ez sokszor valóban így is van, de általánosan egyik sem feltétlenül igaz! Bóra idején a Dinári-hegység szél felőli oldalán sokszor jellegzetes gomolyos felhőzet, a bórapad alakul ki, miközben a tenger felett felhőmentes az ég (3. ábra). Mediterrán ciklon által kialakított bórá esetében azonban a hegyen átbukó szél kiszáritó hatása nem feltétlenül érvényesül,



3. ábra. Jellegzetes bórá felhőkép az Adria térségében. A Dinári-hegység felett, a feláramlási oldalon felhős az ég, míg a leáramlási oldalon, a partvidéken és a tenger felett alig van felhő [2].

többször felhőzet és csapadék is társul hozzá az Adria felett. Egyáltalán nem tekinthető általánosnak az sem, hogy a bórá hideg szél. Sőt, a bórá – mint minden lejtővihar – melegebb szél, csak többnyire relatíve hidegebb levegőt hoz magával a meleg tengerpartra, így ott végül lehűlést okoz. A bórá nem mindig heves formában jelentkezik. A gyengébb bórá katabatikus-szél,



4. ábra. Jellegzetes bórá szélstruktúra az Adriai-tenger északi részén 2023 decemberében a WRF modellben. Az ábrán az 500 méteres tengerszint feletti magasságot meghaladó domborzat került megjelenítésre. A legerősebb szél a meredek lejtője Velebit-hegység lábánál alakult ki (36 m/s-os szélhőkés). A Velebit-hegység északi határán, a Vratnik-hágó kijáratából kiinduló bórá jet az olasz partokat is elérte, benne a legnagyobb szélhőkés 26 m/s volt.

melyet a hegység és a tengerpart közötti nagy hőmérséklet-különbség alakíthat ki. Erősebb, szélsőséges típusai – az újabb ismeretek alapján – azonban hegyi hullámok hatására kialakuló lejtőviharok, amelyek mögött mindig nagytérségű folyamatok (ciklonok, anticiklonok) állnak (*Grisogono and Belussic, 2009*).

A bóra megjelenési formája nagyban függ a domborzati akadály meredekségétől és a partvonal típusától. Tagolatlan partvonalnál, meredek hegyoldalnál, így például a Dinári-hegység északi részét képező Velebit-hegység lábánál a bóra igen heves szélrohamokkal csap le, majd a tenger felé gyorsan gyengül. A fől szigetekkel, szigetekkel sűrűbben tagolt területeken változatos a megjelenése. A hágók, szorosok kijáratából indulva az Adriai-tengeren keresztül egészen az olasz partokig átnyúló hosszú szélszatórnák, úgynevezett jetek alakulnak ki, amelyek a tenger felett meanderezve változtatják helyzetüket. Ennek egy tipikus példája a Vratnik-hágó kijáratában, Senj térségéből kiinduló bóra jet (*4. ábra*).

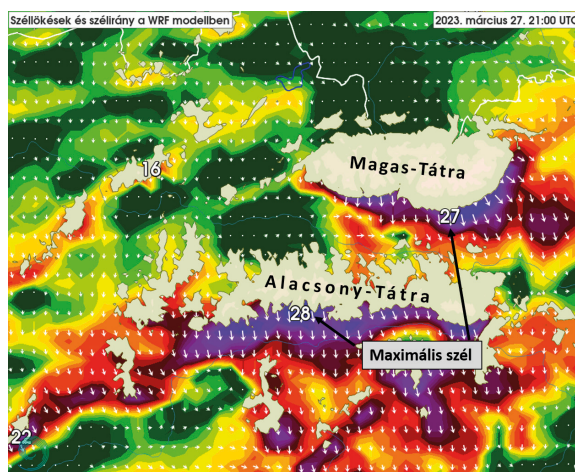
Főn az Alpokban

Az Alpok lábánál kialakuló főn szél széles körben ismert jelenség, ez a legjobban tanulmányozott bukószelek [3]. Délies alapáramlás esetén, például ciklonok előoldali áramlási rendszerében a levegő átbukik az Alpok vonulatán, és annak északi oldalán szélvihart okozhat. A déli, szél felőli oldalon csapadékképződés, az északi oldalon kiszáradás és igen jelentős felmelegedés is jelentkezhet. A főn esetén dél felől már alpból meleg levegő érkezik, amihez még hozzájárul a kiszáradás és a leáramlás hatására bekövetkező felmelegedés. Így nem véletlen, hogy hófalónak is nevezik ezt a szelet, hiszen igen gyors hóolvadást eredményezhet. Főn az Alpok déli oldalán is kialakul, ehhez azonban észak felől hidegebb levegő beáramlása, vagy egy Közép-Európa felett elhelyezkedő anticiklon peremén kialakuló nagy észak-déli irányú légnyomás-különbség szükséges. Az érkező hidegebb levegőt nem mindig kompenzálja a leáramlás következtében bekövetkező felmelegedés, így ez hideg szélként is jelentkezhet. Nem is nevezik mindenhol főnnek, olasz területen például tramontana a neve.

A Magas-Tátra lejtőviharai: a halny és a lengyel szél

A Dinári-hegységet és az Alpokat követően a Kárpátok vonulata mentén folytatjuk a bukószelek bemutatását. Bukószelek ugyanis arrafele is többször kialakulnak, bár jóval ritkábban fordulnak elő, mint a bóra az Adrián.

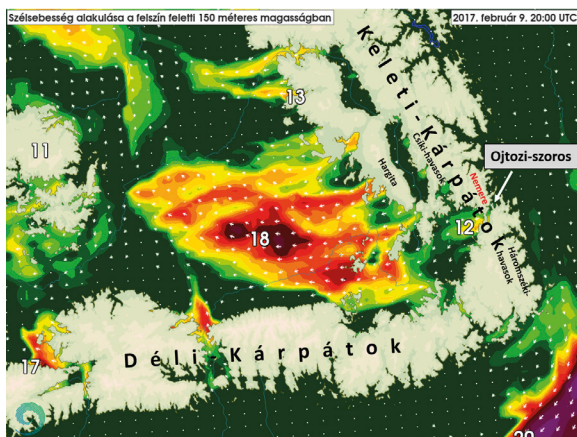
Az Északnyugati-Kárpátok legmagasabb része a Magas-Tátra a lengyel-szlovák határon, így elsősorban ott alakulhatnak ki lejtőviharok, de az Alacsony-Tátrában is előfordulnak erősebb bukószelek (*5. ábra*). A Magas-Tátra térségében északi irányból, Lengyelország felől, és déli irányból Szlovákia felől is ki tud alakulni bukószelek. A hegyvonulaton déli irányból átbukó, főn jellegű, melegedéssel járó szelet halny-nak, míg észak felől fújó párját lengyel szélnek nevezik. A halny egy, a Tátrától nyugatra elhelyezkedő ciklon előoldali áramlási rendszerében, míg a lengyel szél a hegységtől középpontjával keletebbre elhelyezkedő ciklon hátoldalán alakul ki. Leggyakrabban a november és április közötti időszakban fordulnak elő. Mivel az erős lejtőviharok nem túl gyakoriak a Tátrában, így amikor lecsapnak, jóval nagyobb károkat okozhatnak: rendre fakidölésekkel, jelentős erdőpusztulással járnak, amik különösen a telepített erdőket sújtják. A Tátra északi oldalán a legerősebb halny 1968. május 6-án csapott le 288 km/h-s maximális széllökéssel, ami máig abszolút rekord, így nem véletlenül nevezik ezt Dél-Lengyelországban az évszázad viharának (*Śliwinska and Ciaranek, 2015*). A lengyel szél legnagyobb pusztítását 2004. november 19-én végezte a Magas-Tátra déli oldalán (*Horváth, 2004; Simon et al., 2006*). Az ekkor mért legerősebb széllökés 209 km/h volt, a lejtővihar pedig nagy kiterjedésű erdős és lakott területeket érintett.



5. ábra. Bukószelek (lengyel szél) a Magas- és az Alacsony-Tátra térségében 2023 márciusában. Az ábrán az 1000 méteres tengerszint feletti magasságot meghaladó domborzat került megjelenítésre. Az északias alapáramlás a hegyvonulatok déli oldalán igen jelentősen felerősödött (lilas színek). Miközben a hegyvonulatok déli oldalán 27-28 m/s-os széllökések alakultak ki, az északi oldalon többfelé közel szélcsend volt. Ezek a 100 km/h körüli széllökések nem számítanak rendkívülinek a Tátrában, a legerősebb lejtőviharok maximális széllökései meghaladták a 200 km/h-t is.

Székelyföld szele: a nemere

A nemere az Erdélyi-medence keleti részének bukószele, ami az északkelet felől érkező hideg levegő Keleti-Kárpátokon történő átkelése során alakul ki (Péczely, 1976). Hazai vizsgálata az 1920-as évektől lényegében megszűnt, így napjainkban – azon túl, hogy létezik ilyen szél – lényegében semmilyen információ nincs róla a köztudatban. A múlt századforduló körül azonban ez a hideg és igen száraz, északkeleti, keleti irányú szél még magyar bóraként vagy székely bóraként élt a köztudatban. Nevét a Nemere-hegységről kapta, mert annak az irányából fúj. Azonban nem csak a Nemere-hegység környezetében, hanem jóval nagyobb területen is kialakul (6. ábra). A nemere esetében elsősorban a bukószél hatás érvényesül és általában jelentős lehűlést okoz. Esetében is igaz azonban, hogy különösen erős lehet a hegyek közötti szorosokban. Ennek egy jellegzetes megnyilvánulási helye az Ojtozi-szoros kijáratánál Kézdivásárhely, Sepsiszentgyörgy térsége. Nemere előfordul a Gyergyói-, Csíki-, és Háromszéki-medencékben, illetve a Kárpátok belső vonulatától nyugatra, az Erdélyi-medencében is. A magasabb hegyek környezetében csapadék, hóiharok társulhatnak hozzá, míg Marosvásárhely, Segesvár térségében már általában napos időjárást eredményez.

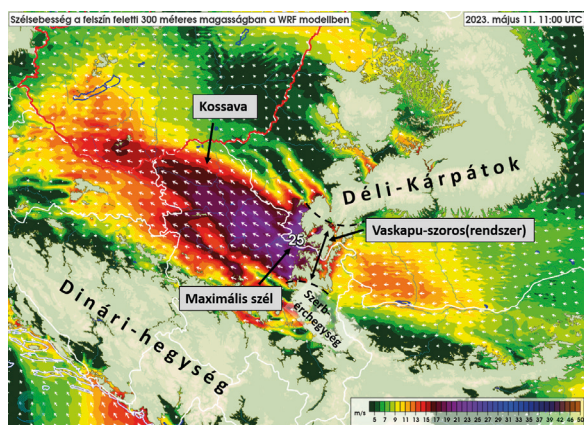


6. ábra. Nemere az Erdélyi-medencében 2017 februárjában. Az ábrán a 800 méteres tengerszint feletti magasságot meghaladó domborzat került megjelenítésre. Miközben a Kárpátok vonulatán kívül közel szélcsend volt, a belső területen egy gyengébb nemere alakult ki (pirosas színek). Ebben az esetben a szél maximumát nyugatabbra, az Erdélyi-medence keleti részén érte el. Más esetekben azonban közvetlenül a hegyvonulatok lábánál, vagy az Ojtozi-szoros kijáratában, Kézdivásárhely, Sepsiszentgyörgy térségében alakul ki a legnagyobb szél. A szoros kijáratánál ebben az esetben is megfigyelhető egy kisebb szélmaximum (12 m/s).

A nemere elsősorban a téli és a kora tavaszi hónapokban alakul ki, különösen gyakori lehet márciusban és áprilisban. A nemere általában napokig, de tavasszal akár hetekig is fújhat. Létrejöttéhez egy Kelet-Európa felett elhelyezkedő anticiklon vagy egy kelet felé mozgó mediterrán ciklon szükséges (Farnos, 1899). Akkor tud igazán megerősödni, amikor a mediterrán ciklon a Fekete-tenger fölé ér. Mivel az északkelet felől, Szibéria irányából érkező légtömegek általában szárazak, nemere esetén a hegyvonulatok nyugati oldalán igen erős lehet a levegő kiszáradása, 10% közelébe süllyedhet a relatív páratartalom. Amennyiben azonban mediterrán ciklon okozza a nemerét és a középpontja megközelíti a térséget, akár hóiharok is társulhatnak hozzá. Bár a nemerét hideg szélként tartjuk számon, ez egyáltalán nem törvényszerű, ahogy a bóra esetében sem. Ez a szél is ugyanúgy melegedést okoz az áramlás irányával ellentétes oldalon, mint a fön, csak általában a melegedésnél sokkal markánsabb a betörő hideg levegő hatása.

A Vaskapu-szorosból fújó szél: a kossava

A kossava Szerbia délkeleti irányú, hideg, helyi szele, de Románia, Horvátország és Magyarország egyes részein is érezteti hatását. Akkor alakul ki, amikor az északkelet felől érkező hideg levegő nem csak átbukik a Keleti-Kárpátokon (nemere), hanem körül is folyja a hegységet és a Havasalföld felől, az Al-Duna mentén, délkeleti irányból érkezik meg a Kárpát-medencébe (Péczely, 1976). Télen és tavasszal a leggyakoribb, elsősorban február és április között, és akár 10 napnál tovább is eltarthat. A hegyvonulatok délkeleti oldalán kellő nedvességtartalom esetén nagyobb csapadékot is okozhat, rajtuk átkelve azonban kiszárad. Kialakulásában a hegyek közötti csatorna-hatás az elsődleges, a bukószél-hatás a másodlagos, de mindkettő meghatározó. Az erősebb kossava is szinoptikus skálájú folyamatok eredményeként alakul ki. Egy Kelet-Európa felett elhelyezkedő anticiklon vagy egy kelet felé mozgó mediterrán ciklon szükséges a létrejöttéhez (Romanic et al., 2016). A kossava szél egyik legjellegzetesebb megnyilvánulási területe a több szorosból álló, több mint 100 km széles Vaskapu-szoros térsége a Déli-Kárpátok és a Szerb-érchegység vonulatai között (7. ábra). Az Al-Duna mentén fújó szél erejét Jókai Mór Az arany ember című regényéből is ismerhetjük. A kossava gyakran Magyarország déli területeit, elsősorban Szeged környékét is eléri. Akár a Balamonnál is kifejezheti hatását, ahol különleges formában



7. ábra. Kossava szél 2023 májusában a WRF modellben. Az ábrán az 500 méteres tengerszint feletti magasságot meghaladó domborzat került megjelenítésre. A lilás színek jelzik a legnagyobb szélereősséget. A Havasalföld irányából érkező áramlás a Déli-Kárpátok és a Szerb-érchegység közötti szorosokban (Vaskapu-szoros) jelentősen felgyorsult. A szélesebbség a szorosoktól nyugatra több, mint a duplájára nőtt. Magyarországon ebben az esetben Pécs és a Balaton környékén éreztette hatását a kossava, máskor inkább Szeged környéke az érintett.

jelentkezik: a Balaton feletti hideg levegő a délkeleti szelet északkeleti irányba fordítja és a Balaton nyugati medencéjében akár szélerősödést is okozhat.

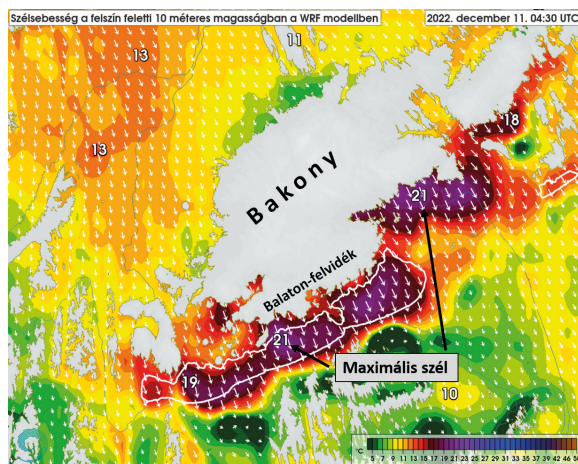
A balatoni viharok kevésbé ismert okozója: a bakonyi főszeél

A Balatonnál kialakuló, északnyugat felől érkező szélviharokat már a 19. század végén a „bakonyi főszeél” elnevezéssel illették a helyiek (*Cholnoky*, 1936), majd a 20. század során sokáig elterjedt volt a „Balaton bórája” név is (*Zách*, 1953). Már több, mint 100 évvel ezelőtt is a Bakonyt sejtették a balatoni viharok hátterében. Erre utal a bakonyi „főszeél” elnevezés is, amiben a „fő” nem egy kiemelés, hanem a „földről jövő” rövidítése. A Balaton felett azonban a domborzat szélerősítő hatása sokáig mégsem volt egyértelmű, hiszen a tónál számos hatás együttese alakítja a szélviszonyokat. A Balatonnál fújó – a környezeténél gyakran jóval erősebb – szél nem tudható be egyértelműen a Bakonyra. Három fő tényezőt érdemes kiemelni:

- bakonyi bukószeél
- kisebb súrlódás a vízfelszín felett
- a víztömeg és a szárazföldi területek eltérő hőmérséklete

Hogy ezen tényezők közül melyik érvényesül jobban, az erősen függ az időjárási helyzettől, a légkör állapotától. A bakonyi főszeél akkor alakulhat ki, ha egy nagyobb kiterjedésű légörvény a Bakony vonulatára

merőleges irányú (északnyugati, északi) szelet indukál. Szükség van még arra is, hogy a Bakony északi oldalán a levegő ne tudjon akadálytalanul feláramlani (ne legyen labilis a légrétegződés), hanem „beszoruljon” egy stabil légréteg alá, ezáltal felgyorsuljon a Balaton felőli oldalra érve (8. ábra).



8. ábra. Bakonyi főszeél 2022 decemberében a WRF modellben. Az ábrán a 200 méteres tengerszint feletti magasságot meghaladó domborzat került megjelenítésre. A lilás színek jelzik a legerősebb szelet, a számok a maximális erősséget m/s-ban. Az erős (13 m/s) északnyugati alapáramlás a Bakonyon átkelve a Balaton felett viharossá fokozódott (21 m/s), majd tőle távolodva gyorsan gyengült.

A bakonyi főszeél számára a legkedvezőbb időjárási helyzetet a ciklon hátoldali helyzetek jelentik, így középpontjukkal a Kárpát-medence keleti felében elhelyezkedő ciklonok különösen kedvezőek lehetnek [4]. Ezek legtöbbször mediterrán ciklonok, ritkábban a térségben kialakuló, vagy az óceán felől érkező ciklonok. Kisebb mértékben anticiklon peremen, illetve hidegfrontokhoz kötődően is érvényesülhet a Bakony szélerősítő hatása. Hideg levegő markáns beáramlása esetén azonban sokkal inkább a Balaton „tesz rá még egy lapáttal” a már alaphoz is erős szélre. Éves eloszlását tekintve a bakonyi főszeél elsősorban a késő őszi, téli hónapokban alakulhat ki. Ekkor kedvező a légrétegződés és a mediterrán ciklonoknak is ez a szezonja. Ilyenkor fordulnak elő a legerősebb bakonyi bukószelek, a legnagyobb szélhőkésések többször meghaladják a 80-90 km/h-s sebességet. A főszeél másodmaximuma a nyári éjszakákon, reggeleken van. Az ekkor kialakuló bakonyi bukószelek előrejelzése igen összetett feladat. Egyrészt nyáron ezek a szelek gyengébbek, sokszor éppen a viharjelzés kiadási határok körül mozognak a legerősebb szélhőkésések. Másrészt sokkal nagyobb szerepe van a Balatonnak, mint télen. A Bakony hatására bekövetkező szélerősödésekkel a következő tanulmány foglalkozik részletesen: [5].

A bakonyi főszél nemcsak a jellegzetes szélmező alapján ismerhető fel, hanem egyes esetekben az égkép alapján is. Gyakori, hogy a Balaton felett kialakul egy ún. álló lég hullám. Ezt a hullámot a Bakony váltja ki, és lényegében megfesti a már korábban részletezett bukószél hatást. A Bakony déli lábánál, a Balaton északi részén létrejön egy tartósan felhőmentes terület a lecsapó szél felhőoszlató hatására. A Balaton felett, a déli part felé közeledve a leáramlás feláramlásba vált át, ami egy tartós felhőképződési zóna létrejöttét eredményezi, megmutatva az állóhullám tengelyét.

További helyi szelek

A bakonyi főszéllel a jellegzetes helyi szelek bemutatásának a végére értünk, ez azonban nem jelenti azt, hogy nincs a Kárpát-medence térségében több, hasonló szél. Sőt, bukószelek a hegyvonulatok bármely másik részénél is előfordulhatnak, ha a nagytérségű időjárási helyzet a hegyre merőleges irányú szelet eredményez és megfelelő a légrétegződés. Így például a tanulmányban nem részletezett Északkeleti- vagy Déli-Kárpátokban is vannak bukószelek, lejtőviharok. Az alacsonyabb hegyek környezetében a szél erősítő hatás általában nem jelentős. Ott sokkal jellegzetesebb a bukószeleket általában jellemző kiszáradás, felhőoszlató hatás és felmelegedés a széllel ellentétes oldalon. Az ilyen gyengébb szeleket főn-szerű szeleknek szokás nevezni és bármely hazai dombvidéknél is előfordulhatnak. Becsatornázódás hatására megerősödő további szeleket is könnyen találunk a Kárpát-medencében, elég csak a Fertő-tó környékének északnyugati vagy a Bodrogekész északkeleti szélére gondolnunk.

Összefoglalás

Összefoglalásként megállapítható, hogy a domborzat a nagytérségű folyamatok által kialakított szélviszonyokat igen jelentősen felerősítheti. Ilyen szél erősödés a Kárpát-medence térségben az Adriai-tenger partjánál fújó **bóra**, az Alpok lábánál kialakuló **főn**, a Tátrában a **lengyel szél** és a **halny**, az Erdélyi-medence keleti részén a **nemere**, a Vaskapu-szoros térségében a **kossava**, illetve a Balatonnál a **bakonyi főszél**. A főn és a halny általában felmelegedéssel jár, míg a többi szél esetében inkább lehűlés jelentkezik. A bóra és a főn gyakran előforduló szelek, míg például a halny és a lengyel szél ritkábbak. Jellegzetes, szél erősődéssel járó bukószél, lejtővihar a Bakony hatására is kialakul, ami nagyban befolyásolja a balatoni szélviszonyokat, ezáltal fontos tényező a balatoni viharjelzésben.

Irodalomjegyzék

- Cholnoky, J., 1936: Balaton. kiadó: Franklin Társulat, A Magyar Földrajzi Társaság Könyvtára sorozat 137 pp.
- Dorman, C. E., Carniel, S., Cavaleri, L., Sclavo, M., Chiggiato, J., and J. Chiggiato, J. Doyle, T. Haack, J. Pullen, B. Grbec, I. Vilibić, I. Janeković, C. Lee, V. Malačić, M. Orlić, E. Paschini, A. Russo, R. P. Signell., 2007: February 2003 marine atmospheric conditions and the bora over the northern Adriatic. *J. Geophys. Res.* 112. <https://doi.org/10.1029/2005JC003134>
- Farnos, D., 1899: Háromszék vármegye időjárásáról., Albert Kiadó (Sepsiszentgyörgy)
- Grisogono, B., Belussic, D., 2009: A review of recent advances in understanding the meso and microscale properties of the severe Bora wind, *Tellus A: Dynamic Meteorology and Oceanography*, 61, 1-16. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0870.2008.00369.x>
- Horváth, Á., 2004: A 2004. november 19-ei nagy vihar. *Légekör*, 49. (4) 6-9.
- Péczy, Gy., 1976: Helyi szelek. *Légekör*, 21. (4) 81-86.
- Poje, D., 1992: Wind persistence in Croatia. *Int. J. Clim.* 12, 569-586. <https://doi.org/10.1002/joc.3370120604>
- Romanić, D., Ćurić, M., Lompar, M., Jovičić, I., 2016: Contributing factors to Koshava wind characteristics. *International Journal of Climatology* 36, 956-973. <https://doi.org/10.1002/joc.4397>
- Simon A., Horváth Á. and Vivoda J., 2006: Case study and numerical simulations of the November 19, 2004 severe windstorm in Central Europe, *Időjárás*, 110. 91-123.
- Sliwinska, M., Ciaranek, D., 2015: Very strong foehn winds in the Tatra Mountains (Polish Carpathian Mountains) - causes, course and consequences. *Aerul si Apa: Componente ale Mediului*. 109-116.
- Zách, A., 1953: Balatoni szél. Az Országos Meteorológiai Intézet kis népszerű kiadványa. 64 pp.

Internetes hivatkozások

- [1] https://met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3157&hir=Az_adriai_boratol_a_bakonyi_lejtoviharig
- [2] <https://worldview.earthdata.nasa.gov/>
- [3] https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=410
- [4] https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=2920
- [5] - https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3365&hir=A_Balaton_boraja