

Ljubljana, 20. 2. 2012

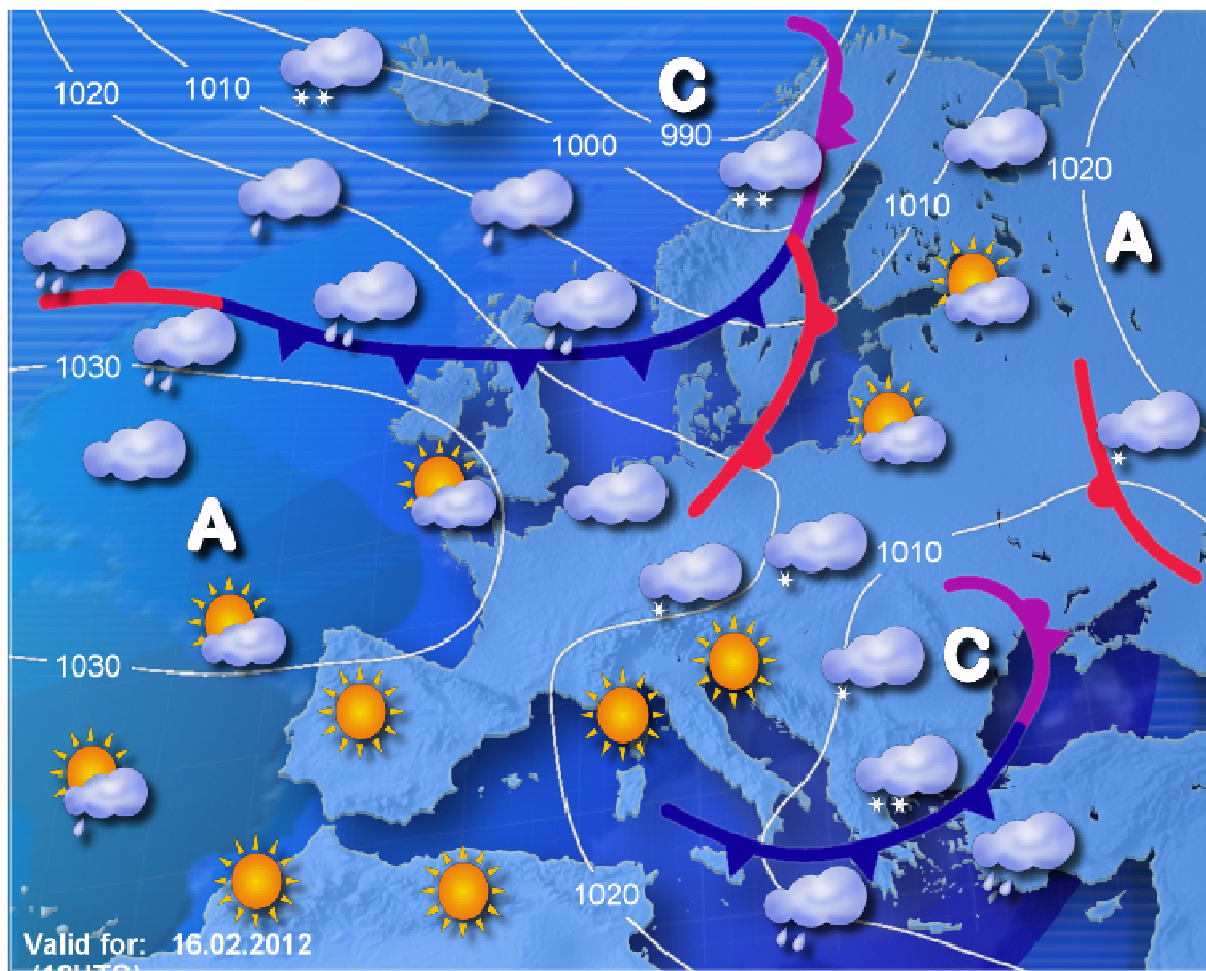
## **Močan karavanški fen 16. februarja 2012**

### **Uvod**

Po prehodu vremenske fronte 15. februarja zvečer je naslednje jutro ponekod na Gorenjskem zapihal močan karavanški fen, ki je povzročil kar nekaj gmotne škode. Najmočnejše je pihalo na širšem kranjskem in kamniškem območju, na severu Ljubljanske kotline pa je bil veter znatno šibkejši kot ob fenu 6. januarja letos.

### **Opis sinoptične situacije**

V noči na 15. februar se je nad Skandinavijo poglobilo ciklonsko območje, ki se je nato prek Poljske in Slovaške s svojim središčem pomikalo proti vzhodni Madžarski in Romuniji, kjer je bilo 16. februarja zjutraj. Vremenska fronta, vezana na omenjeno ciklonsko območje, je Slovenijo prešla 15. februarja v večernih urah. Pred njenim prehodom je pihal lokalno okrepljen jugozahodni veter, po njenem prehodu pa se je veter tako v višinah kot pri tleh obrnil na severno smer. Ker se je na območju jugovzhodnih Alp v noči na 16. februar krepilo območje visokega zračnega tlaka, istočasno pa se je središče ciklonskega območja pomikalo prek južne Poljske in Slovaške proti vzhodni Madžarski, se je gradient v zračnem tlaku med Panonsko nižino in jugovzhodnimi Alpami povečal. Severni veter se je v višinah okrepil, ozračje je bilo labilno in okrepljen veter je zapihal tudi po nižinah. Ciklonsko območje se je dopoldne pričelo polniti, hkrati se je pomikalo še naprej proti vzhodu, veter pri nas je pričel slabeti (slika 1).



Slika 1. Vremenska slika nad Evropo 16. februarja ob 13. uri

## Modelske napovedi in opozorilo

Meteorološki model ALADIN je že nekaj dni pred dogodkom kazal na močnejši fen na Gorenjskem (slike 2–4). Uspešnost napovedovanja karavanškega fena z meteorološkimi modeli je zaradi razgibanega reliefa Kamniško–Savinjskih Alp in Karavank precejšen izziv. Modeli zato včasih znatno podcenijo, spet drugič precenijo njegovo moč.

Skladno z izmerjeno hitrostjo vetra v zgodnjih jutranjih urah in modelsko napovedjo, ki je napovedovala krepitve vetra v dopoldanske ure, je ARSO zjutraj izdal naslednje opozorilo o močnem severniku:

*Na Gorenjskem bodo sunki severnega vetra dosegali hitrosti od 70 km/h do 90km/h. Veter bo zgodaj popoldne oslabel.*

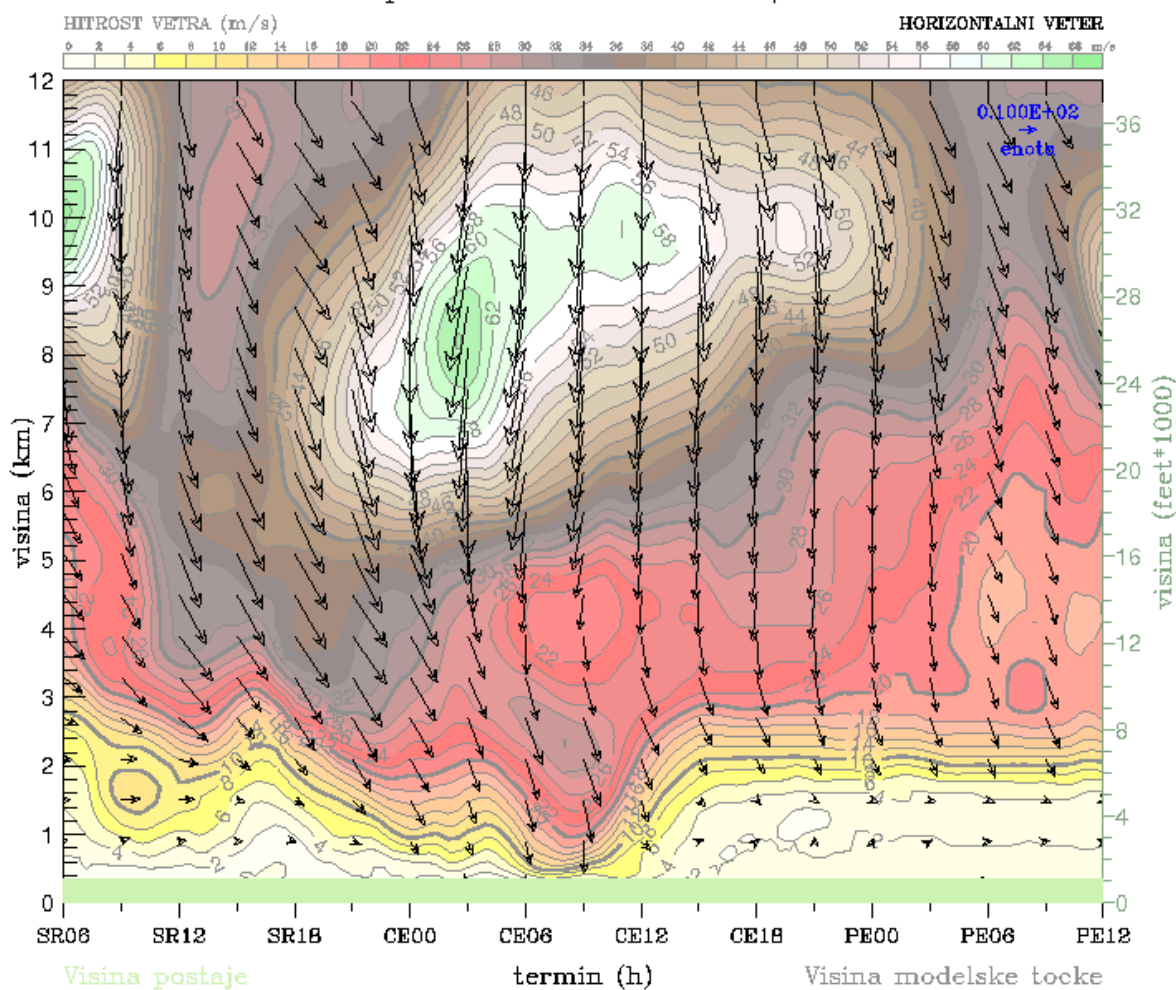
V sistemu Meteoalarm je bila za severozahodno Slovenijo razglašena 2. najvišja stopnja vremenske ogroženosti.



# HRID VERTIKALNI CASOVNI PRESEK

**Brnik** 15.02.2012 06 UTC+054h

Napoved modela ALADIN/SI

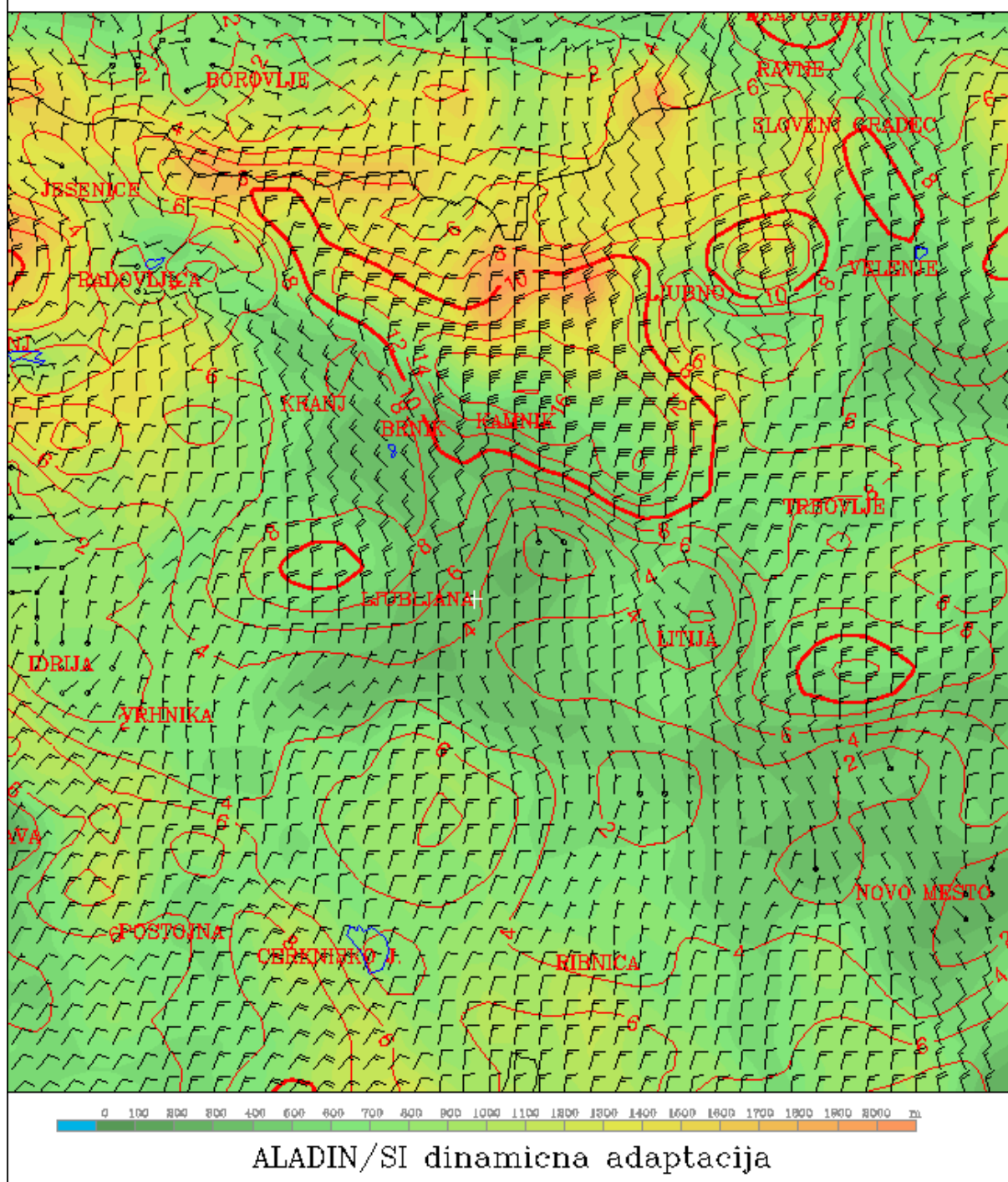


Slika 2. Časovni potek navpičnega profila smeri in hitrosti vetra modela ALADIN-SI/DA za območje Letališča JP Ljubljana in obdobje od 15. do 17. februarja (modelska napoved 15. februarja ob 7. uri). Barvna lestvica predstavlja povprečno hitrost vetra, puščice pa njegovo smer (navzdol usmerjena kaže severni veter). Na vodoravni osi je čas (UTC), na navpični nadmorska višina v km. S slike lahko za četrtkovo dopoldne 16. februarja razberemo močan severni veter od tal do 12 km višine.

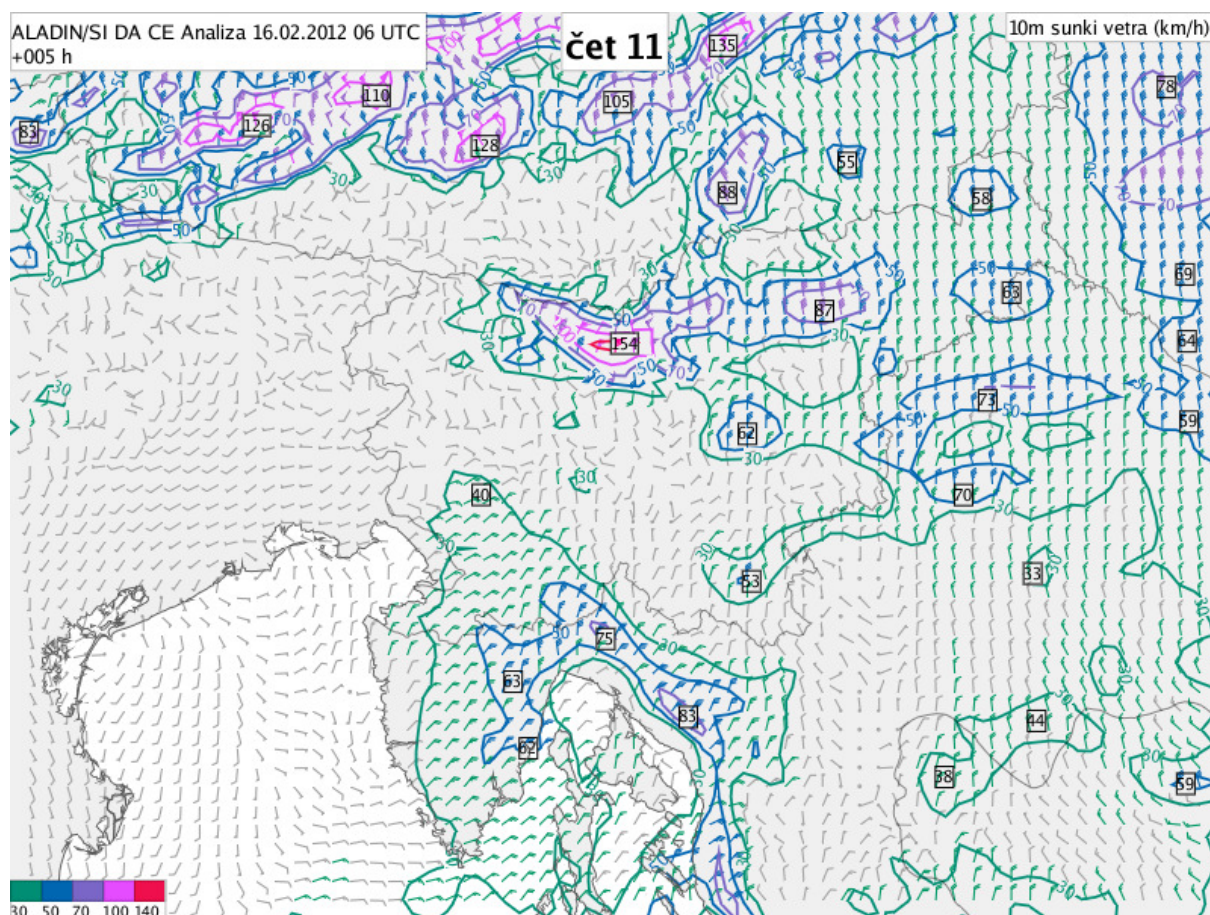
Analiza 16.02.2012 00 UTC  
+009h

CE 09

VISINA RELIEFA (m)  
HITROST VETRA (m/s)  
HORIZONTALNI VETER (m/s)



Slika 3. Napoved povprečne hitrosti 10 m nad tlemi z modelom ALADIN/SI in dinamičnim prilagajanjem na relief za 16. februar ob 10. uri dopoldne. Barvna podlaga prikazuje nadmorsko višino reliefa, rdeče krivulje pa so črte z enako hitrostjo vetra (m/s). Puščice prikazujejo smer in hitrost vetra. Na karti se območje močnega severnega do severozahodnega vetra razteza vzdolž severnega roba Ljubljanske kotline in dela Kamniško-Savinjskih Alp.



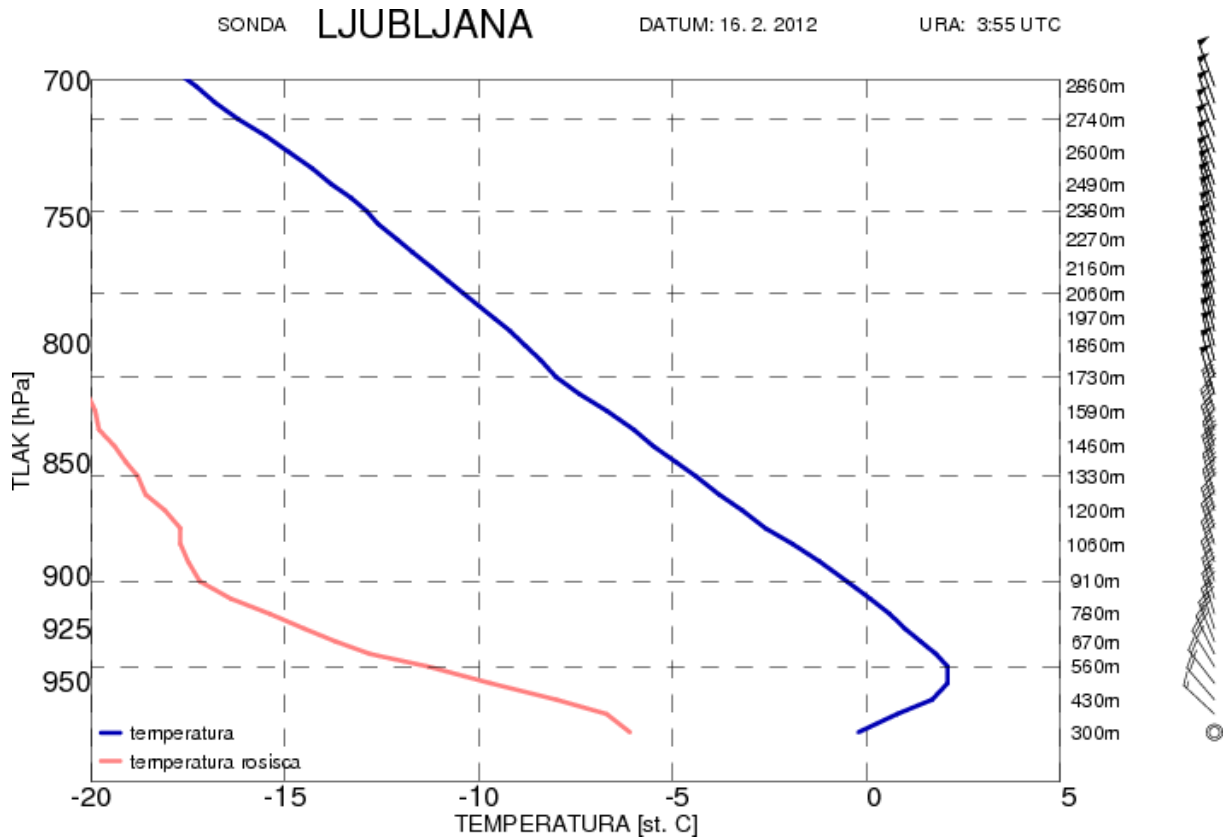
Slika 4. Napoved največje hitrosti sunkov vetra 10 m nad tlemi z modelom ALADIN/SI DA za Slovenijo in okolico v četrtek, 16. februarja, ob 11. uri (5 ur od zagona modela). Z barvno lestvico je prikazana hitrost najmočnejšega sunka. Na območju Kamniško–Savinjskih Alp je viden maksimum s 154 km/h, območje močnejših sunkov pa sega tudi v Ljubljansko kotlino.

## Časovni potek temperature in vlažnosti zraka

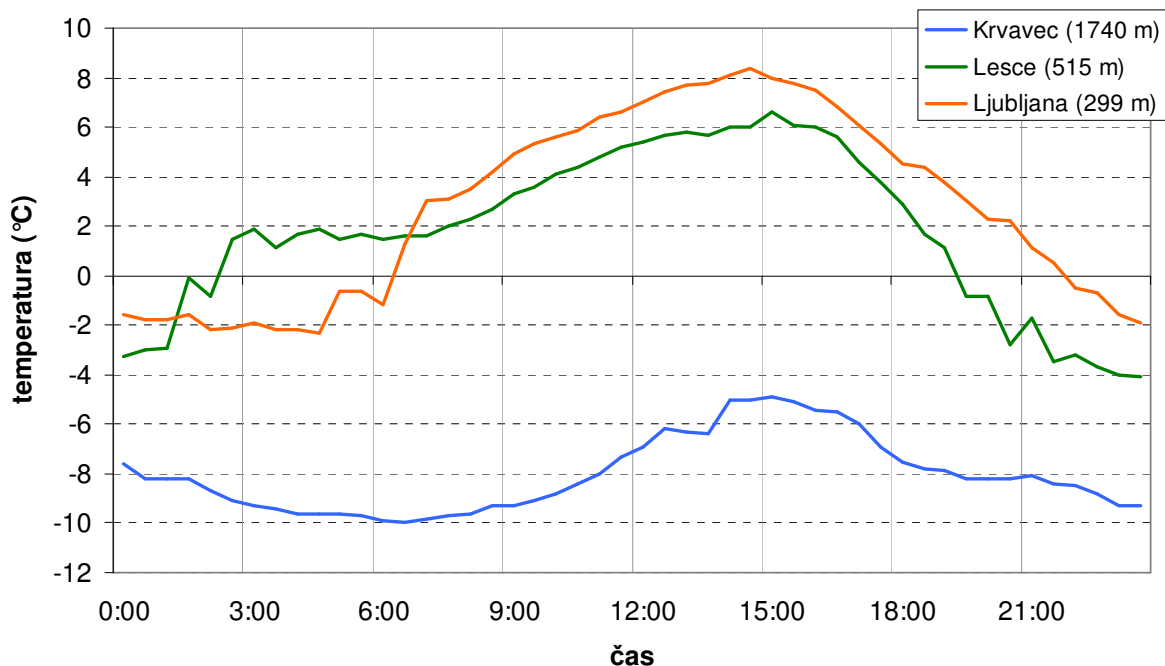
Karavanški fen je padajoč in sunkovit veter severne do severozahodne smeri, ki se pojavi ob pretakanju zraka prek Karavank in deloma Kamniško–Savinjskih Alp v Ljubljansko kotlino. Zračna masa se ob spuščanju za približno poldrugi kilometer ogreje za okoli 15 °C. Vsebnost vodne pare oziroma absolutna vlažnost zraka v tem procesu ostane enaka, se pa zato močno zmanjša relativna vlažnost. Ob karavanškem fenu je greben Karavank in najvišji del Kamniško–Savinjskih Alp (Grintovci) običajno zaviti v slojast, lečast oblak ali pa je oblačnost tik nad vrhovi. V Ljubljanski kotlini je zaradi spuščanja zračne mase praviloma lepo, sončno vreme.

Karavanški fen je dne 16. februarja v zgodnjih jutranjih urah dosegel del Ljubljanske kotline in razpihal jezero hladnega zraka, ki je nastalo ob ohlajanju v jasni in mirni noči (sliki 5 in 6). V Lescah je fen zapihal malo po drugi uri zjutraj, Letališče JP Ljubljana je dosegel malo po peti uri in Ljubljano eno uro kasneje (sliki 6 in 7). Sredi noči je bil v Ljubljanski kotlini še znatno bolj vlažen zrak kot na Krvavcu, zjutraj in čez dan pa so se vrednosti zblížale (delež vodne pare glede na maso suhega zraka se ob spuščanju ne spreminja). V Ljubljani je ob polnoči zrak vseboval 2,8 grama vodne pare na kilogram suhega zraka, opoldne pa le še 1,3 g/kg. Na Krvavcu se je mešalno razmerje v tem času znižalo z 2,2 g/kg na 1,6 g/kg. Pozno

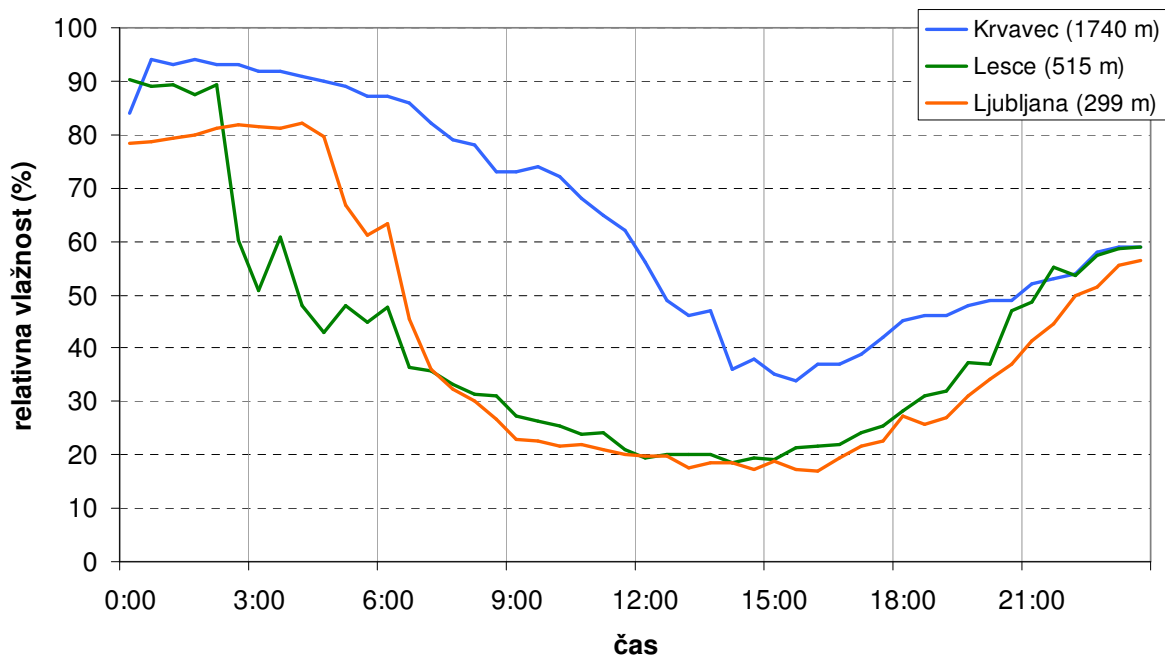
popoldne je bil zrak najbolj suh, v Ljubljani in na Krvavcu je mešalno razmerje znašalo le 1,1 g/kg. Zvečer je vlažnost zopet narasla, ob 23. uri je bilo v Ljubljani mešalno razmerje že 1,9 g/kg, na Krvavcu pa 1,4 g/kg.



Slika 5. Radiosondažna meritev nad Ljubljano 16. februarja zgodaj zjutraj. Modra krivulja prikazuje potek temperature zraka z višino in rdeča potek temperature rosišča. Vetrovne razmere so predstavljene na desnem robu. Veter piha v smeri od repkov proti začetku puščice. Vsak dolg repek na puščici pomeni 10 vozlov (5,1 m/s), kratek repek 5 vozlov (2,6 m/s) in krogec brezvetrje. Pri tleh je bilo v Ljubljani ob 5. uri zjutraj še mirno, že 100 m višje pa je pihal šibek severozahodnik. Višje je pihal zmeren do močan severozahodni do severni veter. Velik navpični temperaturni gradient (padec z 2 °C na 600 m na -17 °C na 2800 m) in nizka relativna vlažnost zraka (velik razmik med potekoma temperature in temperature rosišča) sta skupaj s smerjo vetra dokaz o fenizaciji zračni mase pri prehodu čez Karavanke.



Slika 6. Časovni potek temperature zraka 2 m nad tlemi na treh meteoroloških postajah na območju karavanškega fena 16. februarja. Nenadni dvig temperature v Lescah in Ljubljani je posledica razbitja nočnega jezera hladnega zraka. V dnevnem času je pihal fen, ki je vzdrževal veliko temperaturno razliko med gorskim svetom in Ljubljansko kotlino (na Krvavcu je bilo 13–14 °C hladneje kot v Ljubljani).

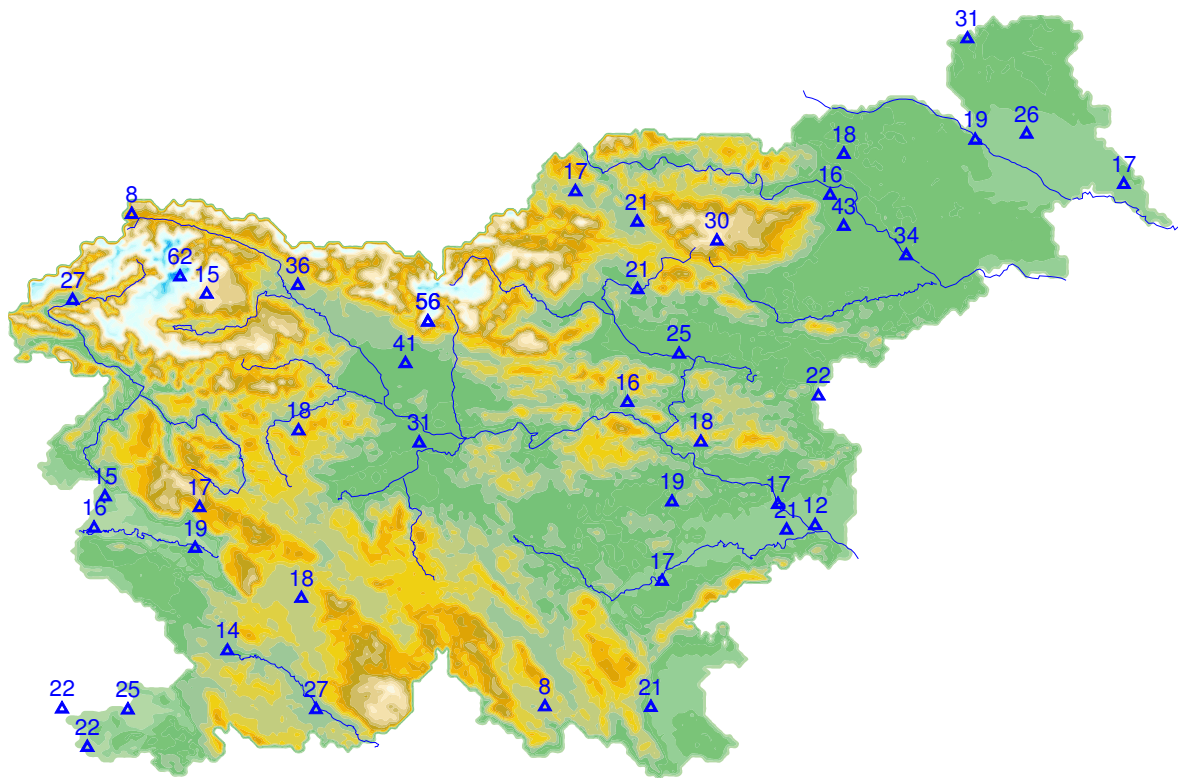


Slika 7. Časovni potek relativne vlažnosti zraka 2 m nad tlemi na treh meteoroloških postajah na območju karavanškega fena 16. februarja. Skladno z dvigom temperature na sliki 6 je zjutraj relativna vlažnost v Ljubljanski kotlini nenadno padla. Relativna vlažnost zraka se je čez dan zaradi dotoka bolj suhe zračne mase v gorah zmanjševala. V Ljubljanski kotlini je relativna vlažnost sredi dneva zaradi fenizacije padla na zelo nizko vrednost, okoli 20 %.

## Meritve hitrosti vetra

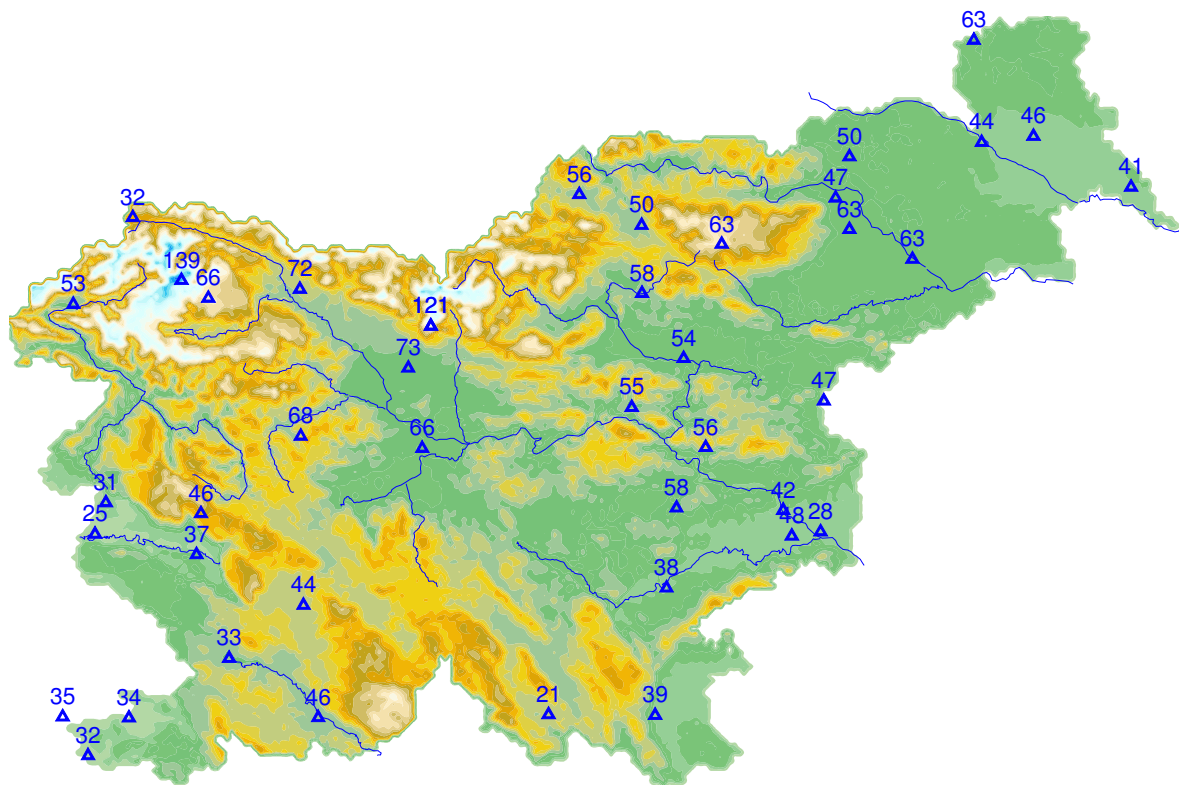
Merilna mesta Agencije RS za okolje so namenjena spremljanju vremena za širšo javnost, zato so velikokrat nameščena v bližini naselij in v naseljih. Ker tok vetra v naseljih močno upočasni različne vetrne ovire (drevje, stavbe ...), ponavadi ne izmerimo najmočnejšega vetra, ki ob izjemnem vremenskem dogodku nastane na izpostavljenih legah. Hitrost vetra merimo z elektronskimi anemometri, ponavadi na drogovih višine 10 m. Podatki se vzorčijo neprestano, shranjujemo pa jih na pol ure ali ponekod vsako uro. Sunek vetra določimo kot trisekundno povprečno hitrost vetra.

Na merilnih mestih Agencije RS za okolje in na merilnih mestih, s katerih podatki agencija razpolaga, so v času karavanškega fena 16. februarja izmerili najmočnejši veter v višinah, pod Karavankami, v Škofjeloškem in Polhograjskem hribovju in tudi na nekaterih postajah v severovzhodni Sloveniji in na Dravsko-Ptujskem polju. Sliki 8 in 9 prikazujeta največjo izmerjeno polurno povprečno hitrost in največji izmerjeni sunek vetra v km/h 16. februarja v Sloveniji.



Slika 8. Največja izmerjena polurna povprečna hitrost vetra v km/h na merilnih mestih ARSO in merilnih mestih, s katerih podatki razpolaga ARSO, 16. februarja 2012





Slika 9. Največji izmerjeni sunki vetra v km/h na merilnih mestih ARSO in merilnih mestih, s katerih podatki razpolaga ARSO, 16. februarja 2012

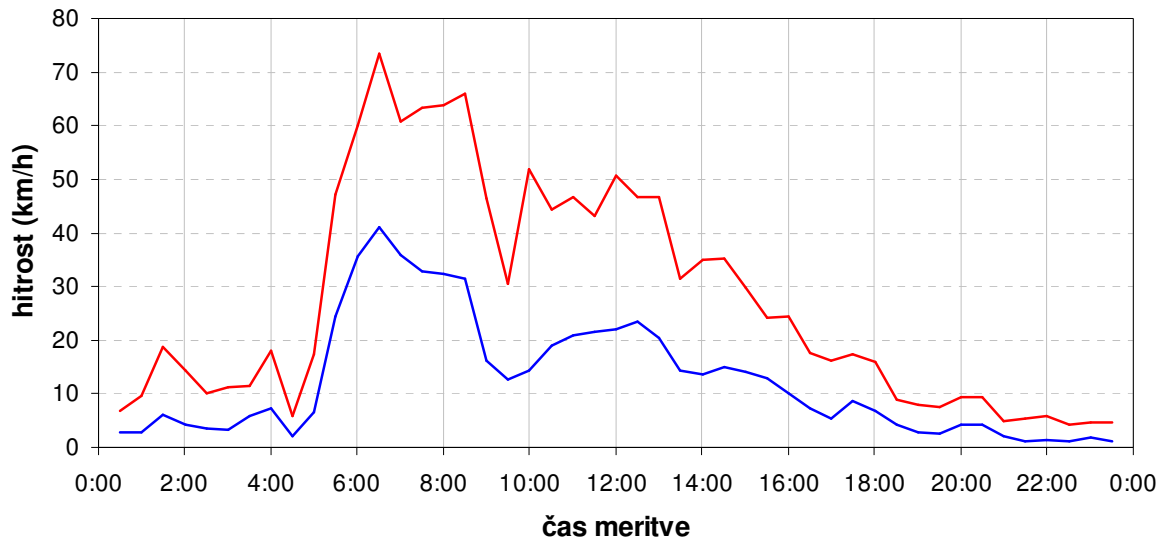
Najmočnejši veter smo 16. februarja izmerili na Kredarici in Krvavcu, v nižinah pa pod Karavankami (merilni mesti Brnik in Lesce, slika 16). Tudi v Ljubljani smo izmerili relativno gledano precej močan veter (najmočnejši sunek 66 km/h, ki sodi po moči med viharne sunke). Viharne sunke smo izmerili še v Borštu pri Gorenji vasi (68 km/h), na Rudnem polju (66 km/h) in tudi v severovzhodni Sloveniji (na Rogli, Ptuj, letališču Maribor in tudi na skrajnem severu države, na Sotinskem bregu). Podatki o vetru za 20 merilnih mest ARSO, kjer so izmerili najmočnejše sunke vetra, so zbrani v preglednici 1. Podana je največja izmerjena polurna povprečna hitrost v tem obdobju, največji sunek vetra in čas, ko je nastopil ter največja izmerjena terminska hitrost. Terminska hitrost je 10-minutna povprečna hitrost vetra, izmerjena ob koncu polurnega intervala. Zanimiva je za gradbenike, ker jo lahko primerjajo s projektno hitrostjo, ki jo potrebujejo kot vhodni podatek v svojih izračunih vetrne obremenitve na objekte. Projektna hitrost znaša za večino Slovenije 20 m/s (72 km/h), v višinah pa je višja, tudi do 40 m/s (144 km/h) za npr. Kredarico. Na omenjenih merilnih mestih terminska hitrost nikjer ni dosegla ali celo preseгла projektne hitrosti vetra.

Preglednica 1. Podatki o najmočnejšem vetru 16. februarja 2012 za 20 merilnih postaj ARSO z najmočnejšimi sunki vetra (največja povprečna polurna hitrost vetra, največji sunek vetra, čas največjega sunka in največja termimska hitrost)

| merilno mesto              | največja polurna povprečna hitrost (km/h) | najmočnejši sunek (km/h) | čas najmočnejšega sunka | največja termimska hitrost (km/h) |
|----------------------------|---|--------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Kredarica                  | 62  | 139                      | 6:54:00                 | 69                                |
| Krvavec                    | 56  | 121                      | 8:54:00                 | 58                                |
| Brnik, letališče           | 41  | 73                       | 6:18:00                 | 41                                |
| Lesce                      | 36  | 72                       | 11:26:00                | 38                                |
| Boršt pri Gorenji vasi     | 18  | 68                       | 7:20:00                 | 19                                |
| Rudno Polje                | 15  | 66                       | 9:18:00                 | 16                                |
| Ljubljana Bežigrad         | 31  | 66                       | 9:05:00                 | 29                                |
| Rogla                      | 30  | 63                       | 14:12:00                | 31                                |
| Ptuj                       | 34  | 63                       | 13:33:00                | 38                                |
| Sotinski Breg              | 31  | 63                       | 11:14:00                | 32                                |
| Maribor, letališče         | 43  | 63                       | 12:59:00                | 42                                |
| Malkovec                   | 19  | 58                       | 11:06:00                | 19                                |
| Velenje                    | 21  | 58                       | 12:03:00                | 21                                |
| Ravne na Koroškem          | 17  | 56                       | 11:16:00                | 17                                |
| Lisca                      | 18  | 56                       | 11:21:00                | 19                                |
| Hrastnik                   | 16  | 55                       | 11:05:00                | 17                                |
| Celje Medlog               | 25  | 54                       | 14:13:00                | 25                                |
| Bovec                      | 27  | 53                       | 10:49:00                | 26                                |
| Trbovlje                   | 23  | 52                       | 11:50:00                | 23                                |
| Zagorje                    | 13  | 51                       | 9:41:00                 | 18                                |
| Šmartno pri Slovenj Gradcu | 21  | 50                       | 13:14:00                | 20                                |

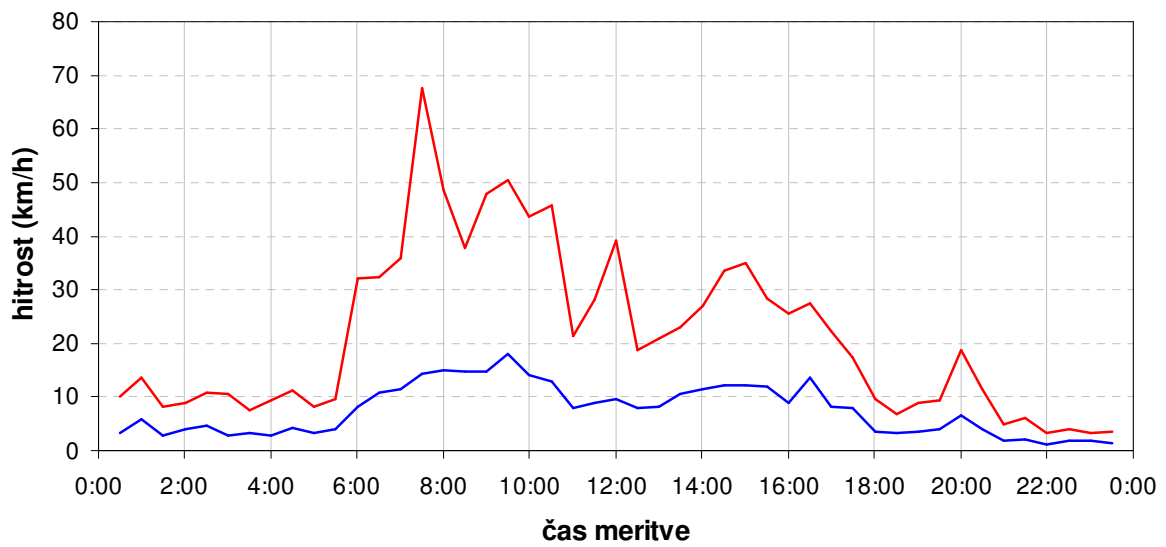
Časovni potek povprečne hitrosti vetra in najmočnejših sunkov za merilne postaje Brnik, Boršt pri Gorenji vasi, Krvavec, Lesce in Ljubljano Bežigrad je prikazan na slikah 10–14. Na letališču Brnik so izmerili najmočnejši sunek že zjutraj po 6. uri, močni sunki so trajali do približno 9. ure. V Borštu pri Gorenji vasi so izmerili najmočnejši sunek okrog 7.20. V Lescah so izmerili dva vrha hitrosti sunkov vetra, prvega okrog 5. ure, drugega, še nekoliko močnejšega, pa okrog pol dvanajstih. Na Krvavcu in v Ljubljani Bežigradu so izmerili najmočnejša sunka okrog 9. ure. Po 14. uri se je veter umiril, sunki niso presegali 40 km/h.

## Brnik



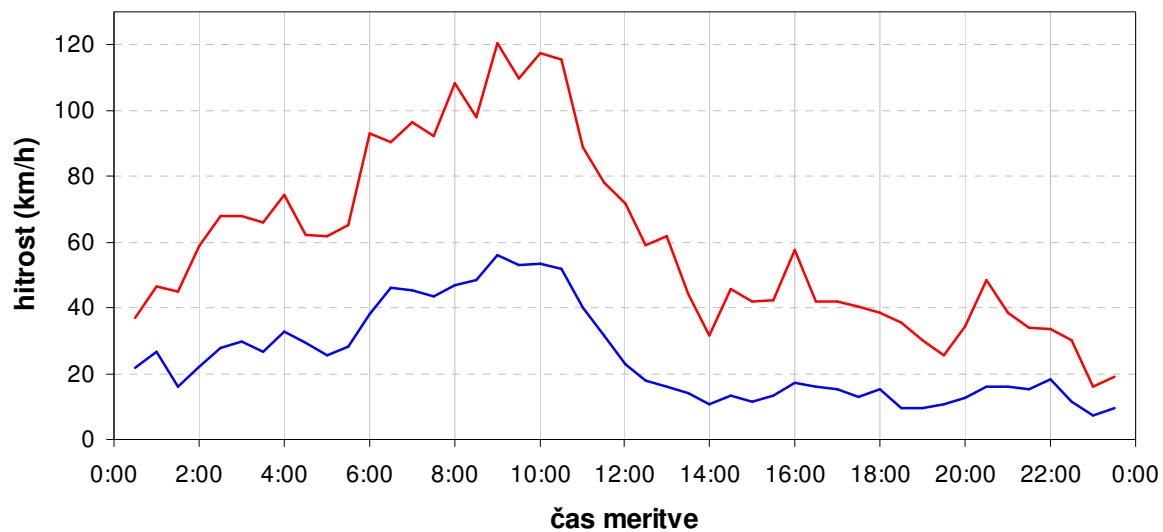
Slika 10. Časovni potek povprečne hitrosti vetra (modra) in njegovih najmočnejših sunkov (rdeča) 16. februarja na merilnem mestu letališča Brnik

## Boršt pri Gorenji vasi



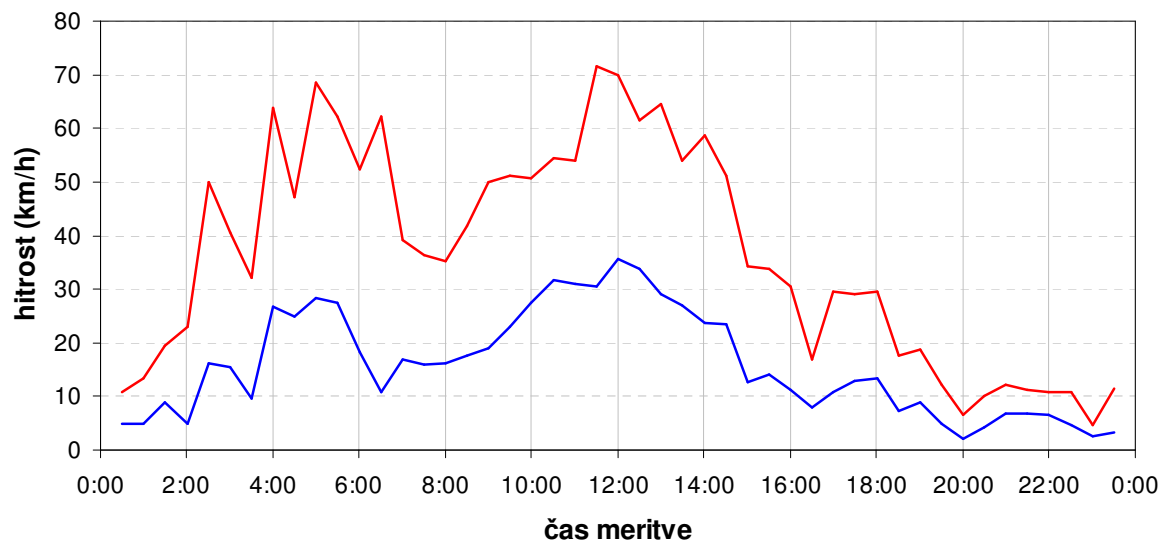
Slika 11. Časovni potek povprečne hitrosti vetra (modra) in njegovih najmočnejših sunkov (rdeča) 16. februarja na merilnem mestu Boršt Gorenji vasi

## Krvavec



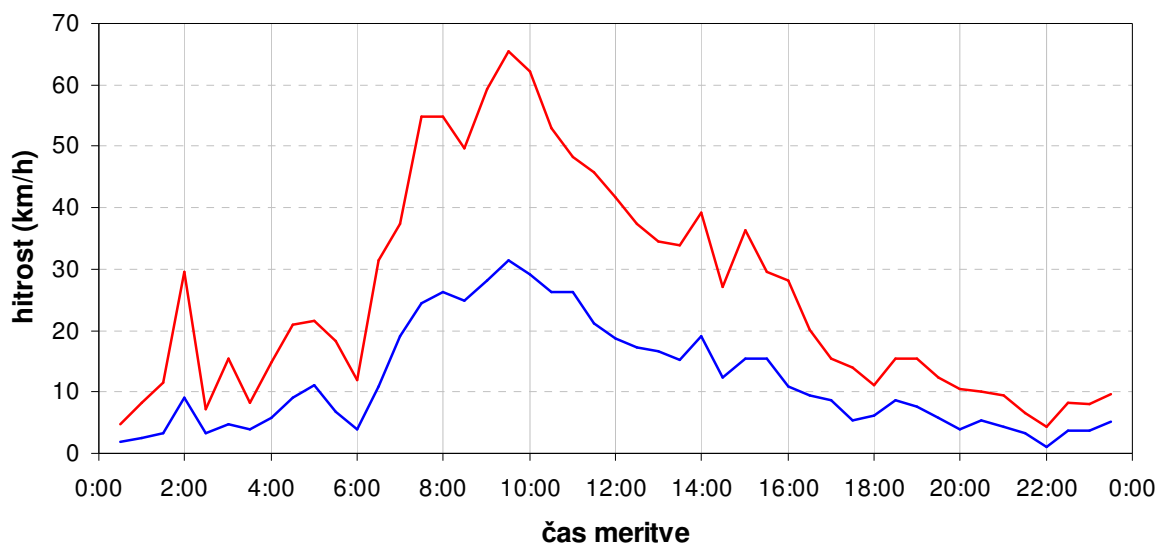
Slika 12. Časovni potek povprečne hitrosti vetra (modra) in njegovih najmočnejših sunkov (rdeča) 16. februarja na merilnem mestu Krvavec

## Lesce



Slika 13. Časovni potek povprečne hitrosti vetra (modra) in njegovih najmočnejših sunkov (rdeča) 16. februarja na merilnem mestu Lesce

## Ljubljana Bežigrad



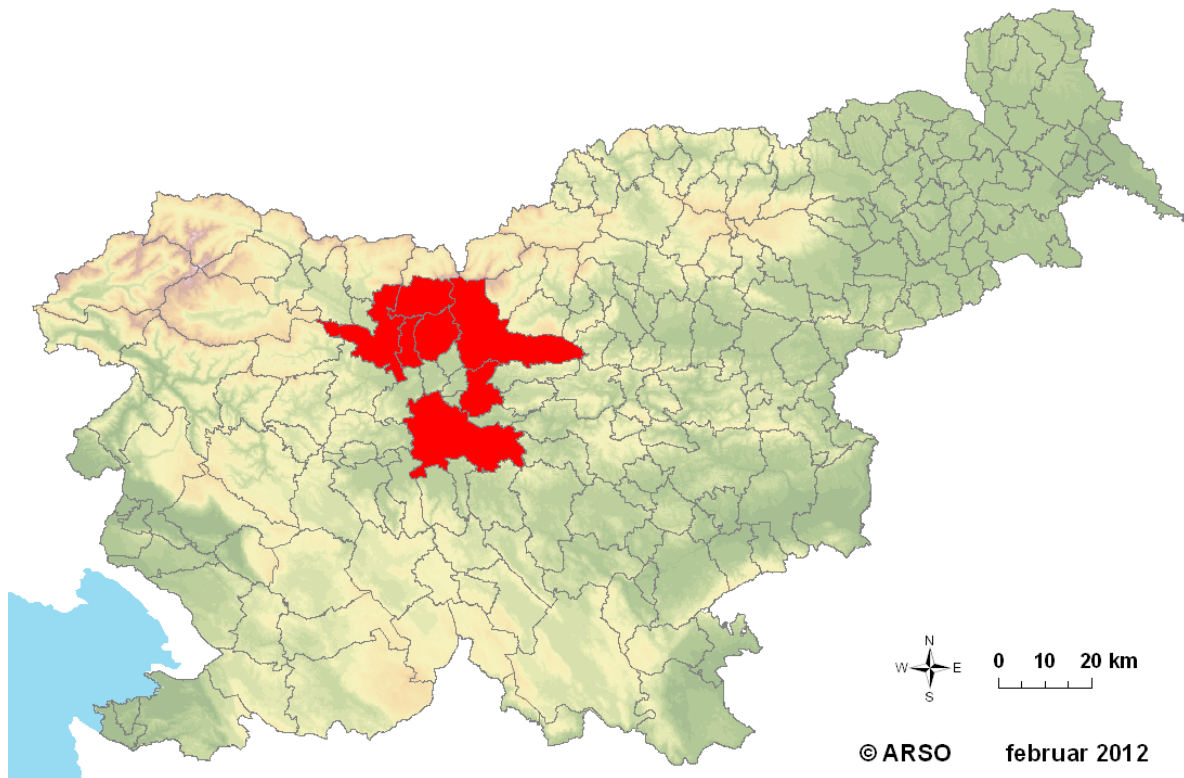
Slika 14. Časovni potek povprečne hitrosti vetra (modra) in njegovih najmočnejših sunkov (rdeča) 16. februarja na merilnem mestu Ljubljana Bežigrad

Na nobeni merilni postaji ARSO niso 16. februarja izmerili rekordnih vrednosti hitrosti vetra. Za izbrana merilna mesta prikazuje preglednica 2 največjo polurno povprečno hitrost in največjo hitrost sunkov vetra 16. februarja ter absolutno največjo izmerjeno polurno povprečno hitrost in hitrost sunka pred opisanim dogodkom. Relativno gledano so hitrosti vetra na izbranih merilnih postajah v primerjavi s preteklim obdobjem visoke.

Preglednica 2. Največja polurna povprečna hitrost in najmočnejši sunek vetra, izmerjen 16. februarja in najvišje izmerjene vrednosti za pet izbranih merilnih mest

| merilno mesto          | največja polurna povprečna hitrost (km/h) | absolutno največja izmerjena polurna povprečna hitrost pred 28. januarjem 2012 (km/h) | največji sunek (km/h) | absolutno največji izmerjeni sunek pred 28. januarjem 2012 (km/h) |
|------------------------|---|---|-----------------------|---|
| Krvavec                | 56  | 69  | 121                   | 150   |
| Brnik, letališče       | 41  | 48  | 73                    | 102   |
| Lesce                  | 36  | 45  | 72                    | 113   |
| Boršt pri Gorenji vasi | 18  | 30  | 68                    | 80  |
| Ljubljana Bežigrad     | 31  | 36  | 66                    | 79  |

Občine, kjer je močan fen 16. februarja povzročil gmotno škodo po poročanju Uprave RS za zaščito in reševanje, prikazuje slika 15.



Slika 15. Občine, kjer je močan fen 16. februarja povzročil gmotno škodo (vir podatkov: Uprava RS za zaščito in reševanje)



Slika 16. Na Kranjsko-Sorškem polju je fen povzročal vejavico in zamete (Foto: Blaž Šter)

## Viri

1. Dnevno-informativni bilten Uprave RS za zaščito in reševanje za 16. februar 2012
2. Meteorološki arhiv Agencije RS za okolje
3. Meteoalarm, [www.meteoalarm.eu](http://www.meteoalarm.eu)
4. Kalkulator za mešalno razmerje vodne pare v zraku:  
[http://www.srh.noaa.gov/epz/?n=wxcalc\\_mixingratio](http://www.srh.noaa.gov/epz/?n=wxcalc_mixingratio)

Pripravil: Urad za meteorologijo