

Ako vieme, ako bude?

Lucia Dlhošová, OMPaV CPV SHMÚ

lucia.dlhosova@shmu.sk



...vieme? ...bude...? ☺

- **Edward Norton Lorenz (1917-2008)**
 - meteorológ USA počas II. svetovej vojny
 - 1963: „Deterministic Nonperiodic Flow“ v JAS
 - „Dva stavy, ktoré sa líšia len nepatrne, sa môžu nakoniec vyvinúť do dvoch podstatne odlišných stavov... Ak je teda nejaká chyba pri pozorovaní súčasného stavu – a v akomkoľvek reálnom systéme sú také chyby nevyhnutne prítomné – je solídna a prijateľná predpoveď stavu vo vzdialenej budúcnosti nemožná... Vzhľadom na nepresnosť a neúplnosť pozorovaní počasie sa zdá, že presné prognózy na veľmi dlhý čas dopredu nebudú nikdy existovať.“
 - **motýlí efekt (1969)**

Deterministický chaos

- motýlí efekt
 - v teórii chaosu ide o citlivosť nelineárneho deterministického systému na počiatkové podmienky: malá zmena v jednom (v počiatkovom) stave môže mať za následok veľké rozdiely v neskoršom stave

Deterministický chaos

© Jozef Vivoda, SHMÚ



24. 1. 2019



Predpovede počasia

- zmysluplnosť „presného“ predpovedania počasia:

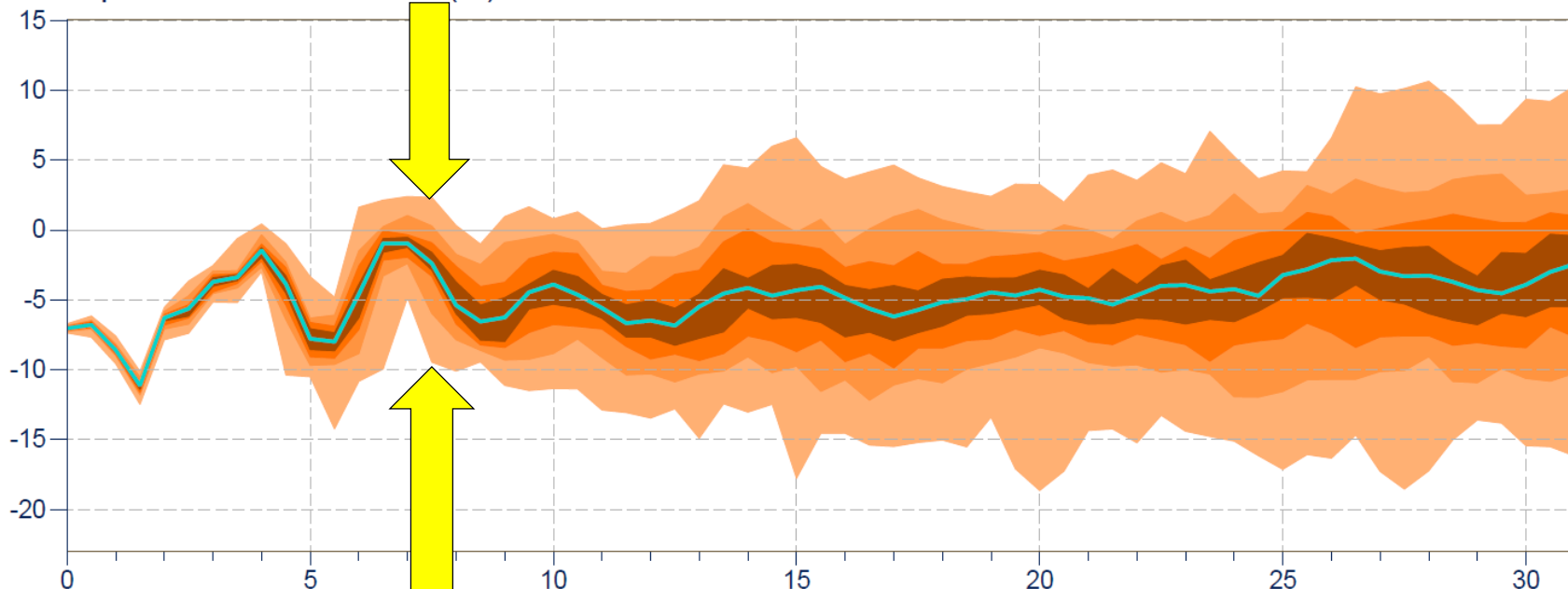
ECMWF Ensemble forecasts for SLOVAKIA - BRATISLAVA

Location: 48.1°N 17.3°E

Base Time: Thursday 10 January 2019 00 UTC

Extremes 12.5-87.5% 25-75% 37.5-62.5%
Median

Temperature at 850 hPa (C) - Ensemble distribution



cca 7 dní dopredu

24. 1. 2019



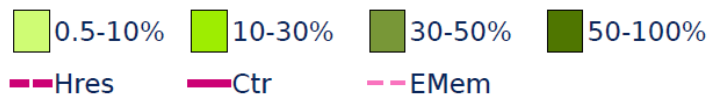
Predpovede počasia

- zmysluplnosť „presného“ predpovedania počasia:

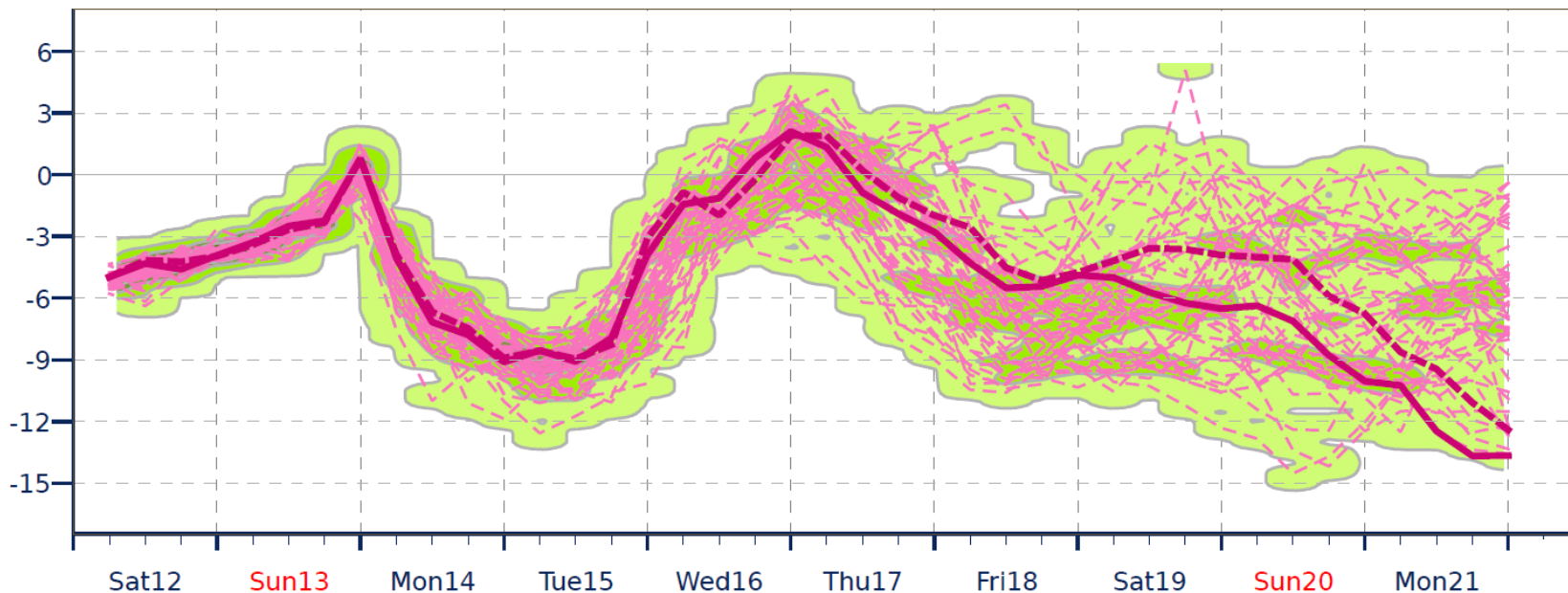
Bratislava, Slovakia 48.15°N 16.99°E (ENS land point) 132 m

High Resolution Forecast and ENS Distribution

Saturday 12 January 2019 00 UTC



Temperature at 850 hPa - Probability for 1°C intervals



24. 1. 2019



Základné piliere PP

- I. merania a pozorovania počasia
 - II. znalosť fyzikálnych zákonov
 - III. numerická simulácia vývoja v atmosfére
 - IV. vyhodnotenie a interpretácia výstupov
-
- verifikácia PP – spätná kontrola úspešnosti

I. Merania a pozorovania

Meteorologické stanice



Aké JE počasie?



Bóje

24. 1. 2019



I. Merania a pozorovania

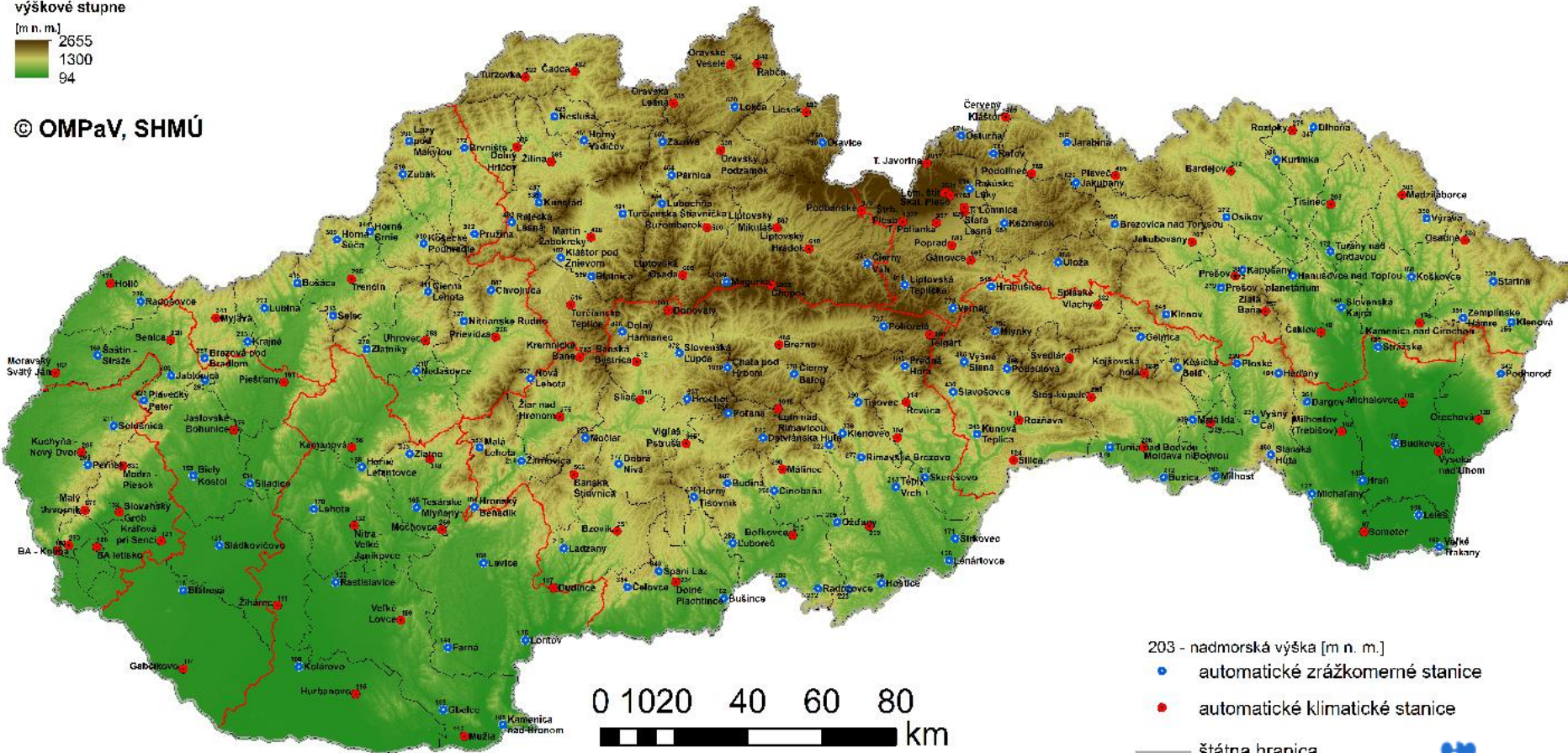


automatické klimatické (AS) a zrážkomerné (AZ) stanice

výškové stupne



© OMPaV, SHMÚ



- 203 - nadmorská výška [m n. m.]
- automatické zrážkomerné stanice
- automatické klimatické stanice
- štátna hranica
- hranica krajov

24. 1. 2019



I. Merania a pozorovania

Aké JE počasie?



Lode a lietadlá



24. 1. 2019

Aerologické merania

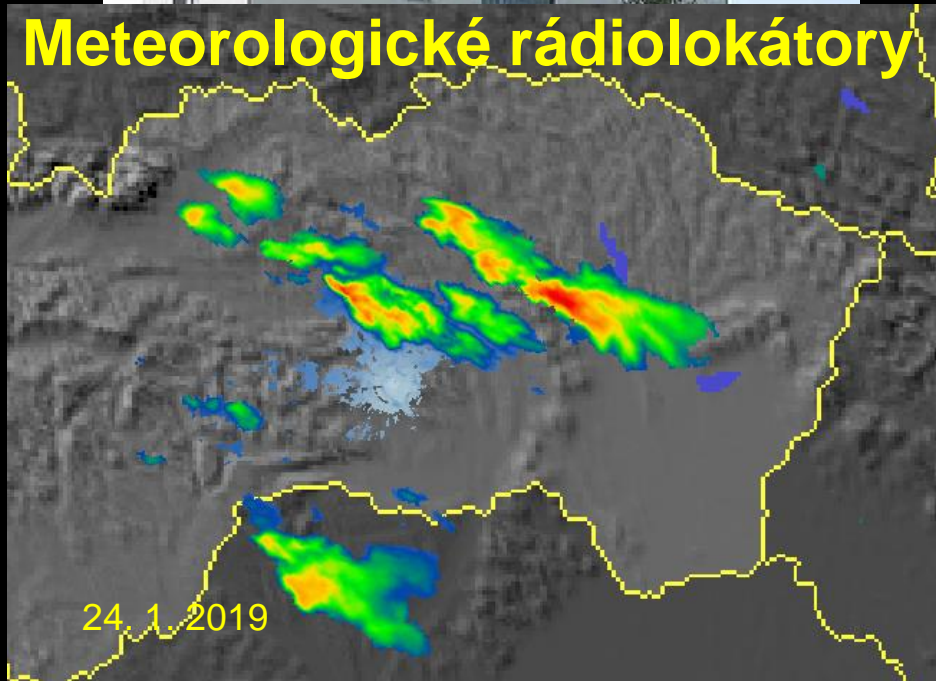


I. Merania a pozorovania

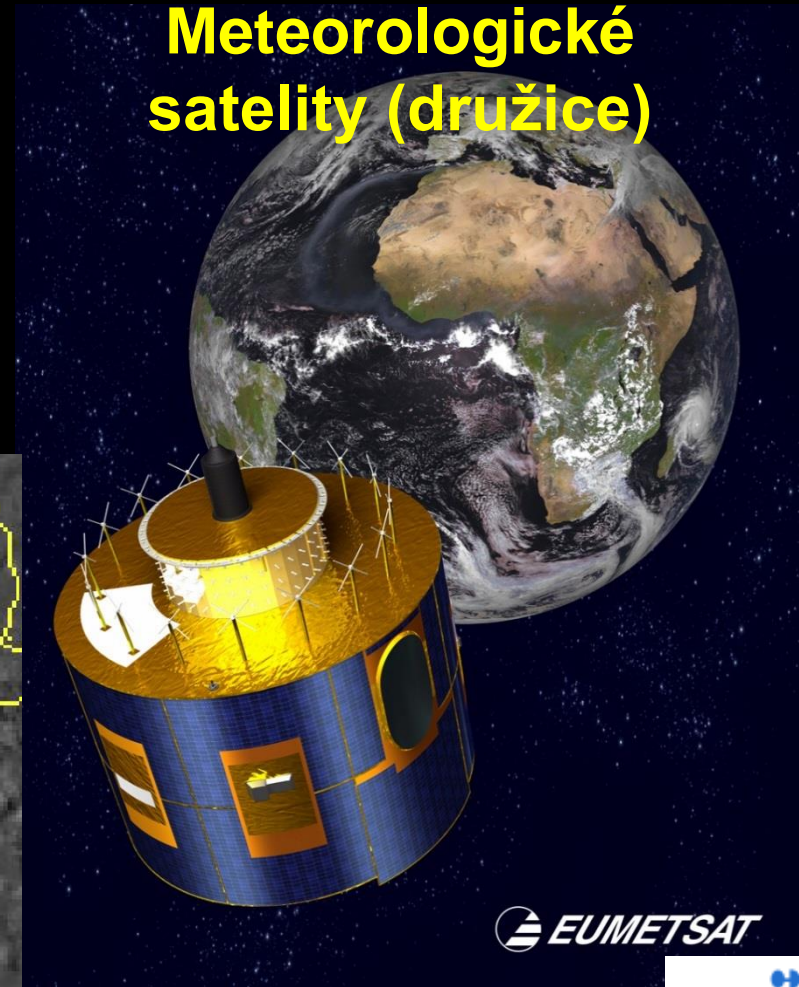
Aké JE počasie?



Meteorologické rádiolokátory



Meteorologické satelity (družice)



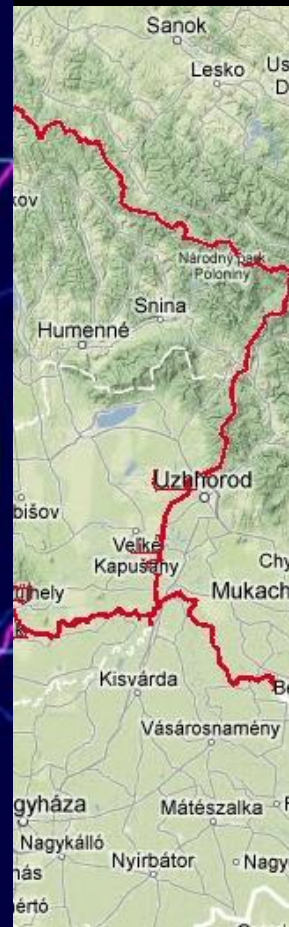
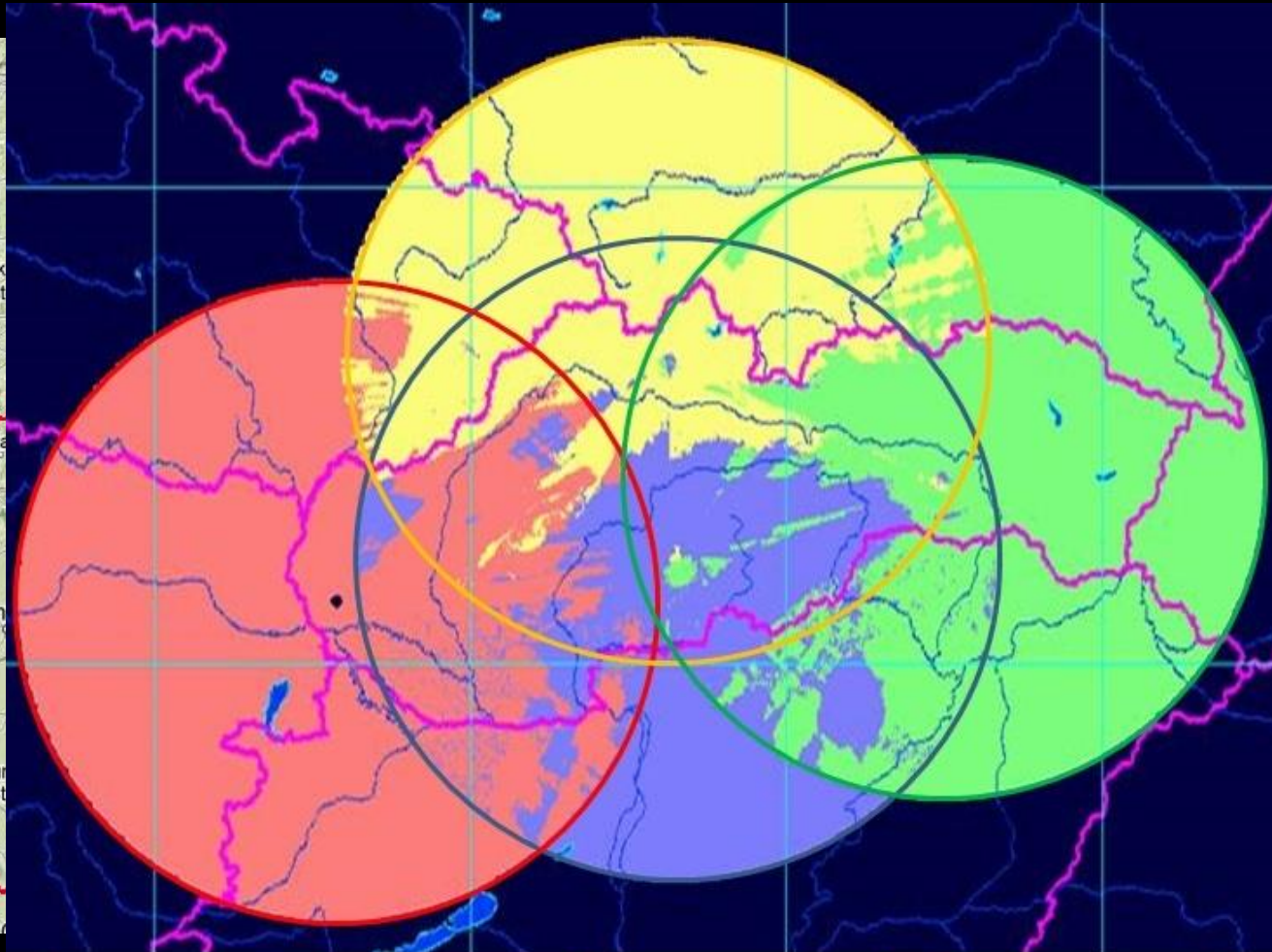
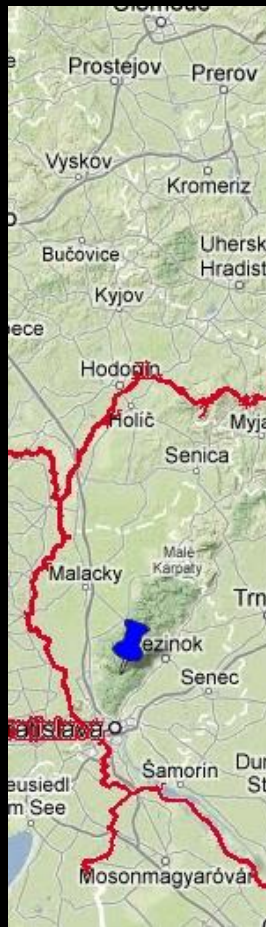
I. Merania a pozorovania



24. 1. 2019



I. Merania a pozorovania



Malý Javorník

Španí laz

Kubínska hoľa

Kojšovská hoľa



24. 1. 2019

II. Znalosť fyzikálnych zákonov

- atmosféra je zmes plynov:
 N_2 (78 %), O_2/O_3 (21 %), CO_2 + vzácne plyny (1 %)
- fyzikálne deje v plynach: ZZE, ZZ hybnosti (pohybové rovnice), ZZ hmoty (rovnica kontinuity)
- parciálne **NELINEÁRNE** diferenciálne rovnice
 - analyticky neriešiteľné → výpočtová technika:
- numerický predpovedný model počasia (NWP):
 - počítačový program, ktorý simuluje vývoj v atmosfére (na základe známych fyzikálnych zákonov, s využitím matematiky a jej metód) ☺

II. Znalosť fyzikálnych zákonov

$$\frac{Du}{Dt} - fv = -\frac{\partial\phi}{\partial x}$$

$$\frac{Dv}{Dt} + fu = -\frac{\partial\phi}{\partial y}$$

$$0 = -\frac{\partial\phi}{\partial p} - \frac{RT}{p}$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial p} = 0$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} + u\frac{\partial T}{\partial x} + v\frac{\partial T}{\partial y} + \omega\left(\frac{\partial T}{\partial p} + \frac{RT}{pc_p}\right) = \frac{J}{c_p}$$

Legenda:

- u je zonálna rýchlosť
(rýchlosť na dotyčnici k Zemi v smere západ-východ)
- v je meridionálna rýchlosť
(rýchlosť na dotyčnici k Zemi v smere juh-sever)
- ω je vertikálna rýchlosť
(rýchlosť na kolmici k Zemi v smere nahor)
- T je teplota
- ϕ je geopotenciál
- f je Coriolisov parameter
($2\Omega\sin(\varphi)$, kde Ω je uhlová rýchlosť rotácie Zeme a φ je zemepisná šírka)
- R je plynová konštanta
- p je tlak
- c_p je merné teplo pri konštantnom/stálom tlaku
- J je tok tepla jednotkou hmoty za jednotku času

III. Numerická simulácia vývoja

superpočítače



photo (c) mbell

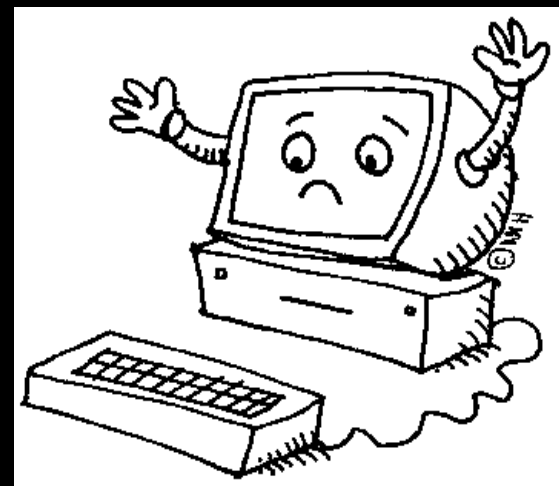


One of ECMWF's IBM Power5+ super-computer clusters

III. Numerická simulácia vývoja

Merania a pozorovania

Predpovedný model

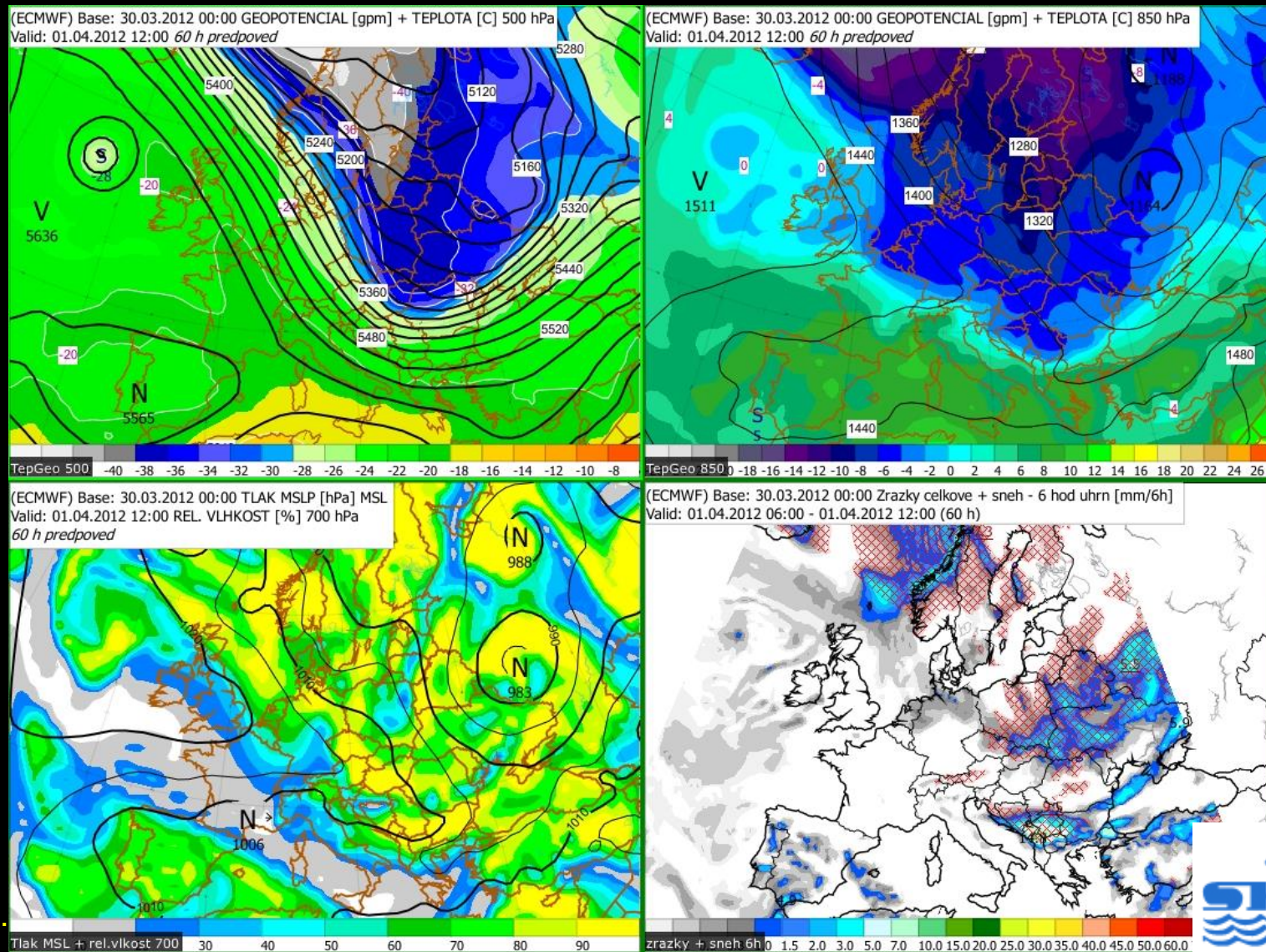


Modelové výstupy

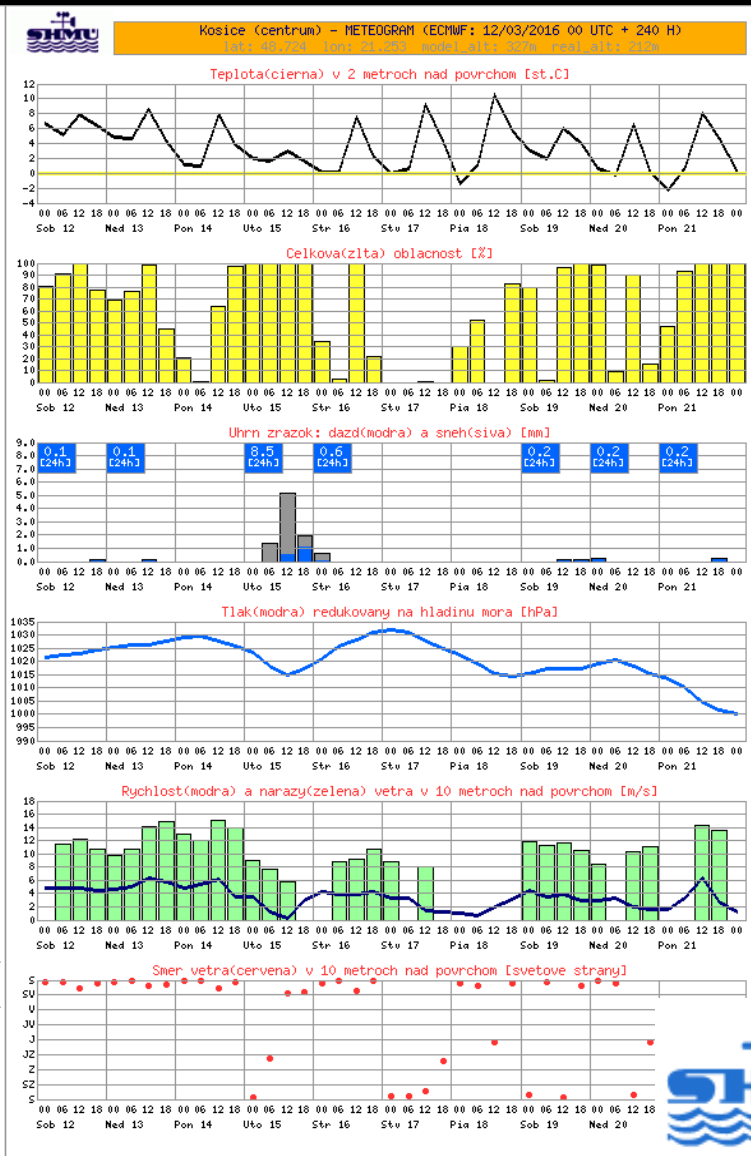
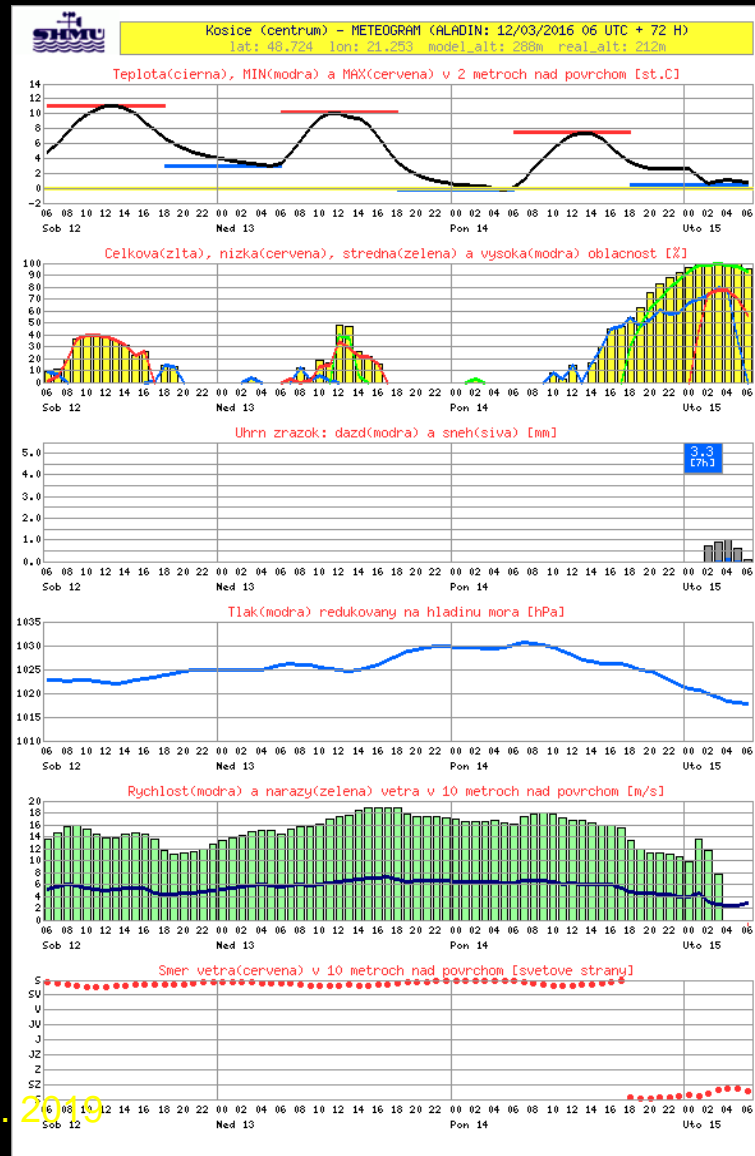
24. 1. 2019



IV. Interpretácia výstupov



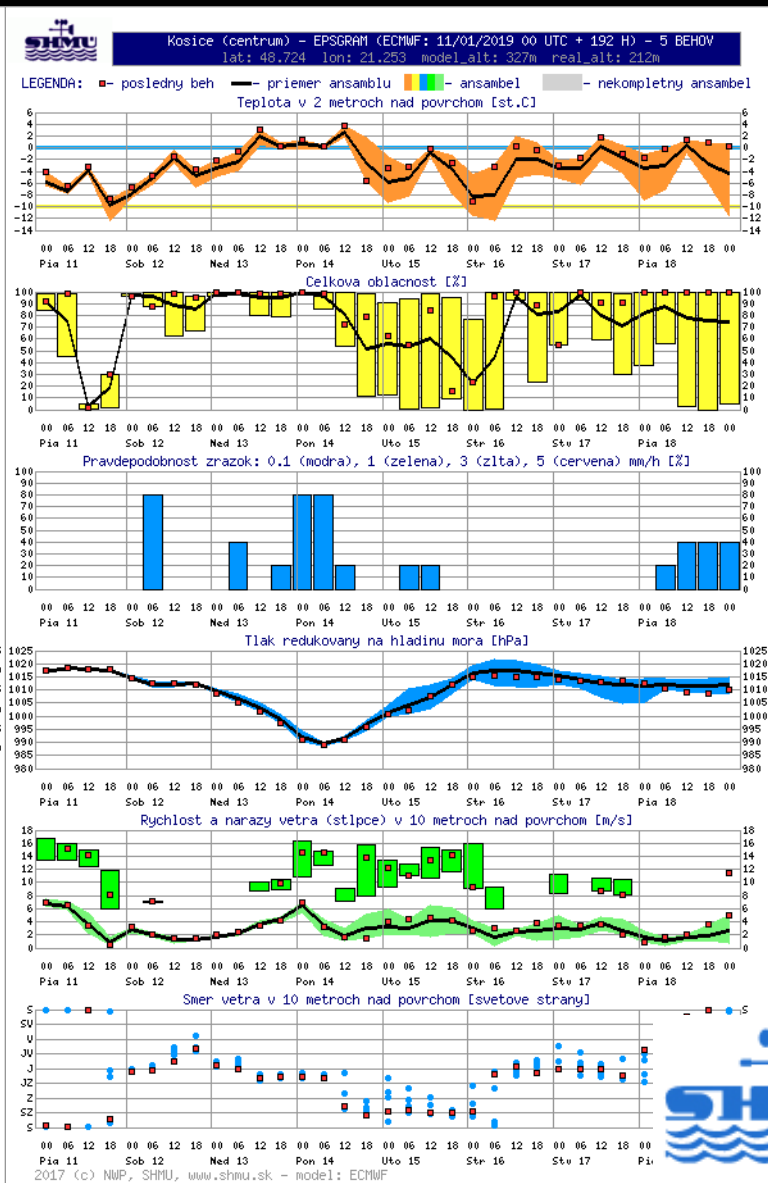
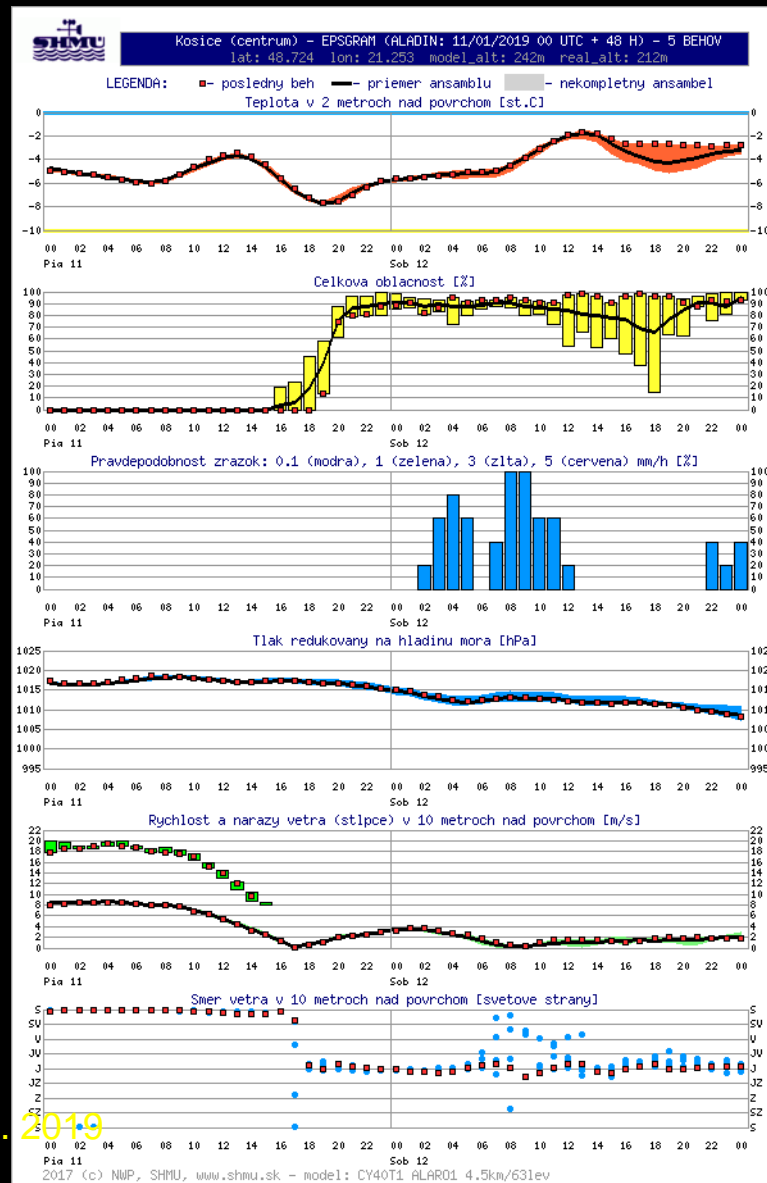
IV. Interpretácia výstupov



24. 1. 2019



IV. Interpretácia výstupov

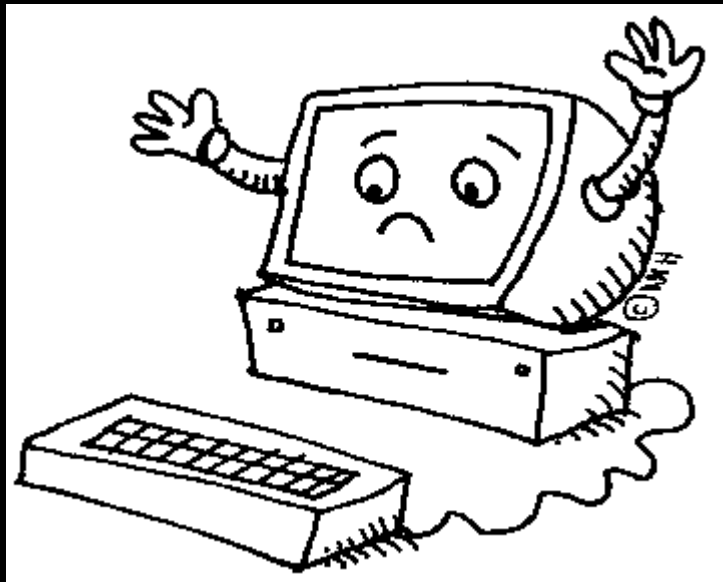


24. 1. 2019



IV. Interpretácia výstupov

Predpovedný model



Modelové výstupy
+ Meteorológ



Predpoved'
počasí

CPV SHMÚ

- **Centrum predpovedí a výstrah (CPV)**
 - ONPMaM: numerické predpovede/simulácie (BA)
 - OMPaV: meteorologické predpovede (BA)
 - OHPaV: hydrologické predpovede (BA, ZA, BB, KE)
- **OMPaV CPV**
 - nepretržitá prevádzka
 - cca 11-12 meteorológov
 - predpovede rôzneho druhu
 - spolupráca s RTVS



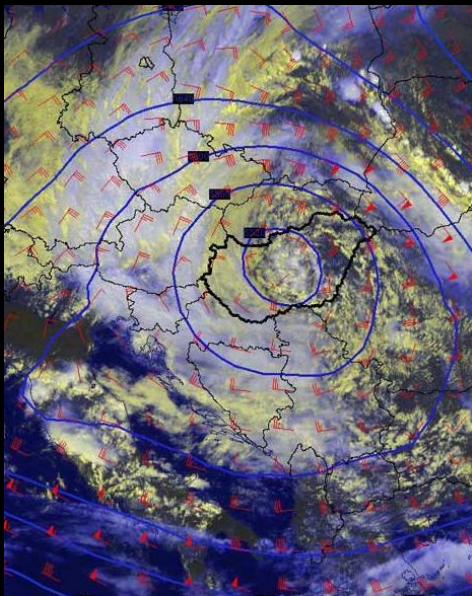
Predpovede počasia

- podľa časového kritéria:
 - veľmi krátkodobé – 0 až 12 h (nowcasting do 2 h)
 - krátkodobé – 12 až 72 h
 - strednodobé – 72 až 240 h
 - dlhodobé – na viac ako 10 dní dopredu (mesiac, sezóna) – úplne iná forma, a aj priemerná úspešnosť 😊
- podľa priestorového kritéria:
 - plošné alebo bodové
- podľa účelu:
 - všeobecné alebo špeciálne

Predpovede počasia

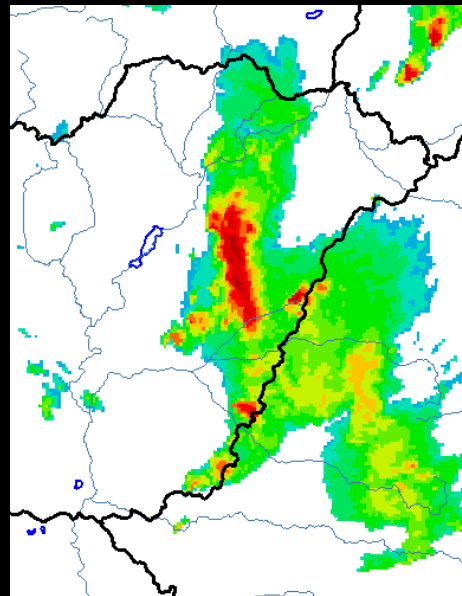
- predpovedanie počasia v rôznych škálach:

Tlakové níše, fronty



100 - 1000 km
~ niekoľko dní

Búrkové systémy



10-100 km
~ niekoľko hodín

Lokálne oblaky, búrky



1-10 km
~ 10 minút - 1 hodina

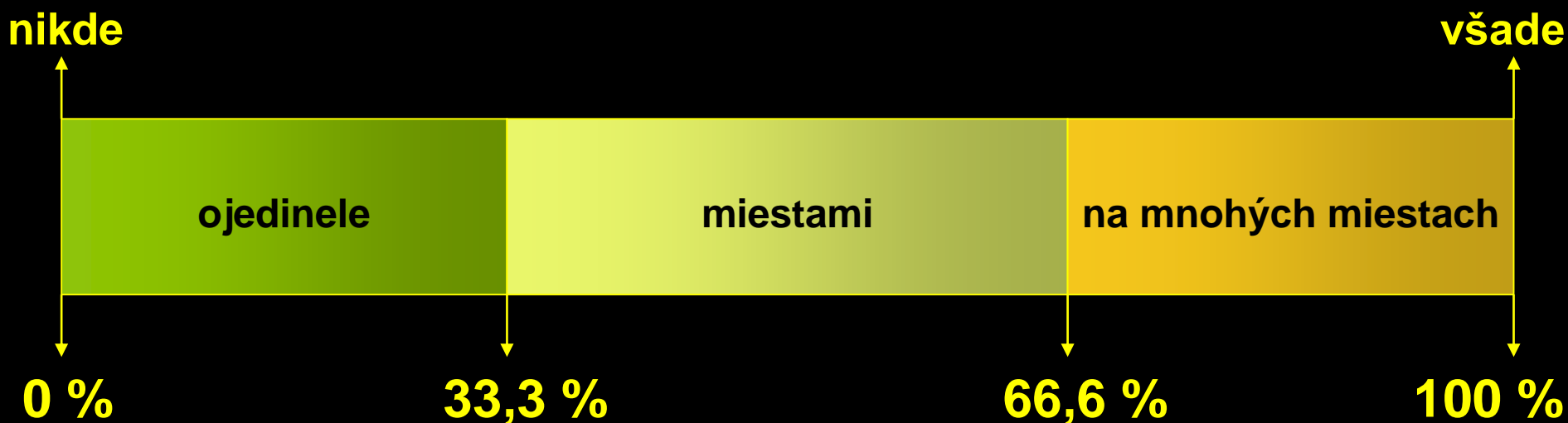
Malé víry, turbulencia



1-100 m
~ sekundy

Predpovede počasia

- formulácie v plošných predpovediach počasia:



- meteorologické VÝSTRAHY =
= predpovede počasia
v prípade predpokladaného výskytu
nebezpečných poveternostných javov

Meteorologické výstrahy



SLOVENSKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV

Legenda meteorologických výstrah

Zavrieť



Výstraha 1. stupňa - Predpokladaná intenzita a výskyt nebezpečného javu sú v danej ročnej dobe a oblasti bežné, ale môžu spôsobiť škody menšieho rozsahu. Tento jav predstavuje potencionálne nebezpečenstvo pre ľudské aktivity.



Výstraha 2. stupňa - Výskyt nebezpečného javu je v danej ročnej dobe a oblasti zriedkavý. Predpokladaná intenzita nebezpečného javu je v danej ročnej dobe a oblasti nadpriemerná a pravdepodobnosť spôsobenia škôd je vysoká. Jav predstavuje veľké nebezpečenstvo pre ľudské aktivity.



Výstraha 3. stupňa - Výskyt nebezpečného javu je v danej ročnej dobe a oblasti veľmi zriedkavý. Predpokladaná intenzita nebezpečného javu je v danej ročnej dobe a oblasti extrémne vysoká a predpokladá sa, že spôsobí veľké škody a ohrozí ľudské životy. Tento jav predstavuje všeobecné ohrozenie ľudských aktivít.

										
Búrka	Dážď	Hmla	Poľadovica	Prízemný mráz	Sneženie	Teploty nízke	Teploty vysoké	Vietor	Záveje	Vietor na

Meteorologické výstrahy

SHMÚ vydal meteorologické výstrahy na  » [Zobrazit' výstrahy](#)

[Hlavná stránka](#) > [Meteorológia](#) > [Meteorologické výstrahy](#)

[návrat späť](#) »

Meteorologické výstrahy

Všetky



Legenda



Streda - 5.9.2012



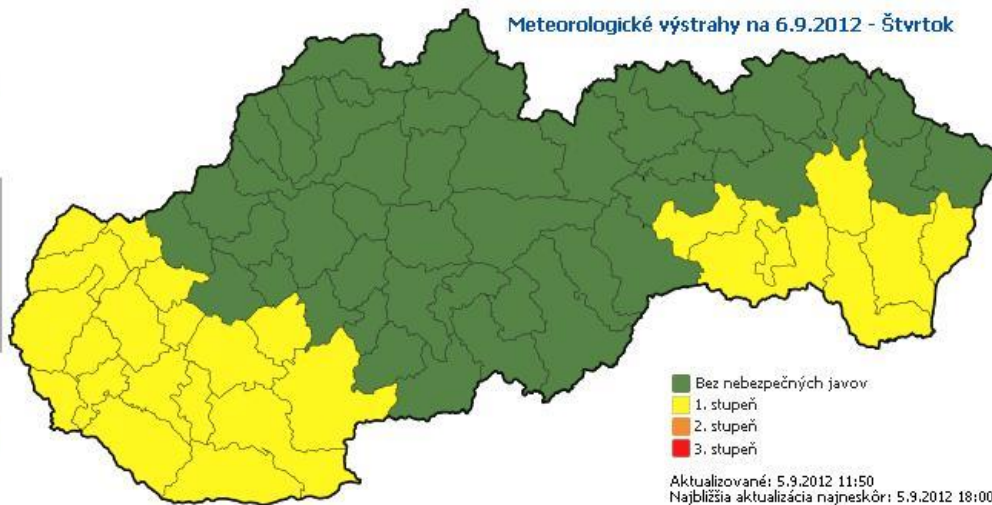
Štvrtok - 6.9.2012



Piatok - 7.9.2012



Meteorologické výstrahy na 6.9.2012 - Štvrtok



- Bez nebezpečných javov
- 1. stupeň
- 2. stupeň
- 3. stupeň

Aktualizované: 5.9.2012 11:50
Najbližšia aktualizácia najneskôr: 5.9.2012 18:00

Región	Jav	Stupne v hodinových krokoch																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Bratislavský kraj																									
Banskobystrický kraj																									
Trenčiansky kraj																									
Košický kraj																									
Nitriansky kraj																									
Trnavský kraj																									
Prešovský kraj																									
Žilinský kraj																									

24. 1. 2019



Meteorologické výstrahy

SHMÚ vydal meteorologické výstrahy na  » [Zobrazit' výstrahy](#)

[Hlavná stránka](#) > [Meteorológia](#) > [Meteorologické výstrahy](#)

[návrät späť](#) »

Meteorologické výstrahy

Všetky



Legenda

meteoalarm

Streda - 5.9.2012



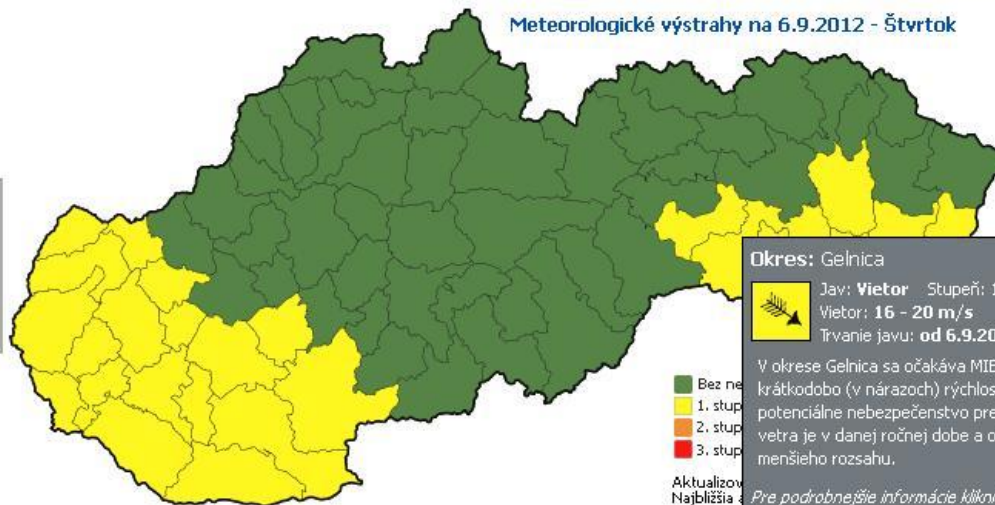
Štvrtok - 6.9.2012



Piatok - 7.9.2012



Meteorologické výstrahy na 6.9.2012 - Štvrtok



Okres: Gelnica



Jav: **Vietor** - Stupeň: 1.

Vietor: 16 - 20 m/s

Trvanie javu: od 6.9.2012 09:00 do 6.9.2012 20:00

V okrese Gelnica sa očakáva MIESTAMI výskyt vetra, ktorý dosiahne krátkodobo (v nárazoch) rýchlosť 16 - 20 m/s. Táto rýchlosť predstavuje potenciálne nebezpečenstvo pre ľudské aktivity. Predpokladaná rýchlosť vetra je v danej ročnej dobe a oblasti bežná, ale môže spôsobiť škody menšieho rozsahu.

Aktualizov
Najbližšia

Pre podrobnejšie informácie kliknite na okres

Región	Jav	Stupne v hodinových krokoch																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Bratislavský kraj																									
Banskobystrický kraj																									
Trenčiansky kraj																									
Košický kraj																									
Nitriansky kraj																									
Trnavský kraj																									
Prešovský kraj																									
Žilinský kraj																									

24. 1. 2019



Meteorologické výstrahy

SHMÚ vydal meteorologické výstrahy na Zobraziť výstrahu

Hlavná stránka > Meteorológia > Meteorologické výstrahy

Meteorologické výstrahy

Všetky

Streda - 5.9.2012

Štvrtok - 6.9.2012

Piatok - 7.9.2012

Región	Jav	0	1
		0	1
Bratislavský kraj			
Banskobystrický kraj			
Trenčiansky kraj			
Košický kraj			
Nitriansky kraj			
Trnavský kraj			
Prešovský kraj			
Žilinský kraj			

Meteorologické výstrahy - Mozilla Firefox

www.shmu.sk/dynamic/meteo/vystrahy/v2/vystrahy_popup.php?region=GL&page=987&flush=df8e490a452

SLOVENSKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV

Výstrahy pre okres Gelnica

Zavrieť

Popis výstrahy

Jav: Vietor
Stupeň: 1. stupeň

Trvanie javu: 6.9.2012 od 09:00 do 20:00

Výstraha:
V okrese Gelnica sa očakáva MIESTAMI výskyt vetra, ktorý dosiahne krátkodobo (v nárazoch) rýchlosť 16 - 20 m/s. Táto rýchlosť predstavuje potenciálne nebezpečenstvo pre ľudské aktivity. Predpokladaná rýchlosť vetra je v danej ročnej dobe a oblasti bežná, ale môže spôsobiť škody menšieho rozsahu.

Vietor: 16 - 20 m/s

Tlačť

Meteorologické výstrahy

SHMÚ vydal meteorologické výstrahy na



» [Zobrazit' výstrahy](#)

Smogová situácia PM₁₀ - Upozornenie - Ješava a okolie » [Zobrazit'](#)

[Hlavná stránka](#) > [Meteorológia](#) > [Meteorologické výstrahy](#)

[návrät späť](#) »

Meteorologické výstrahy

Všetky



Legenda



Pondelok - 14.1.2019



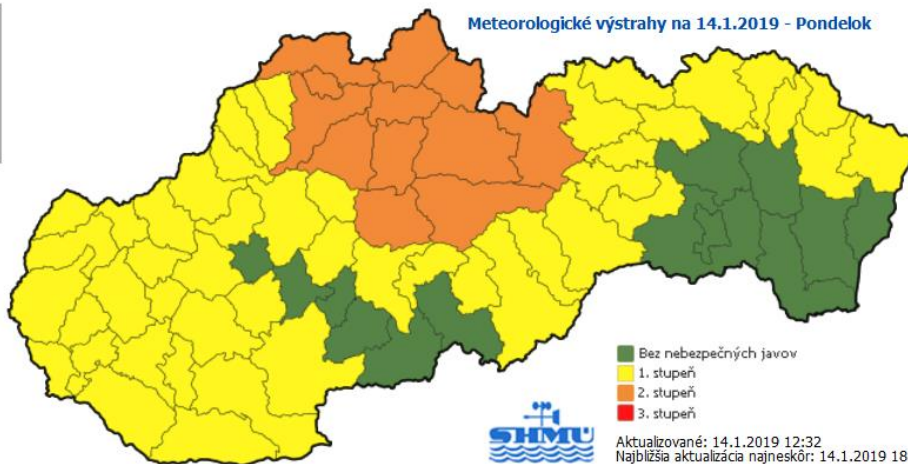
Utorok - 15.1.2019



Streda - 16.1.2019



Meteorologické výstrahy na 14.1.2019 - Pondelok



- Bez nebezpečných javov
- 1. stupeň
- 2. stupeň
- 3. stupeň



Aktualizované: 14.1.2019 12:32
Najbližšia aktualizácia najneskôr: 14.1.2019 18:00

Región	Jav	Stupne v hodinových krokoch																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Bratislavský kraj																									
Banskobystrický kraj																									
Trenčiansky kraj																									

24. 1. 2019



Meteorologické výstrahy

Hlavná stránka > Meteorológia > Meteorologické výstrahy

[návrat späť »](#)

Meteorologické výstrahy

Všetky



Legenda

meteoalarm

Pondelok - 14.1.2019



Utorok - 15.1.2019



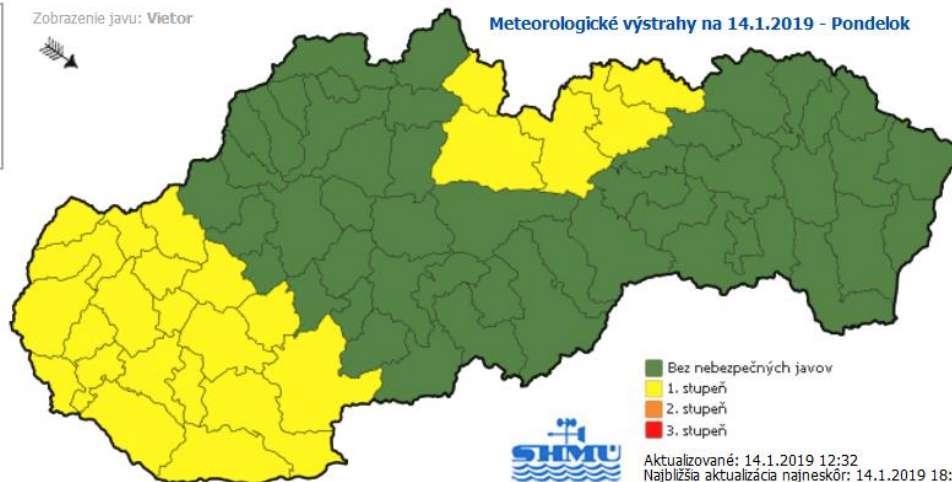
Streda - 16.1.2019



Zobrazenie javu: Vietor



Meteorologické výstrahy na 14.1.2019 - Pondelok



- Bez nebezpečných javov
- 1. stupeň
- 2. stupeň
- 3. stupeň



Aktualizované: 14.1.2019 12:32
Najbližšia aktualizácia najneskôr: 14.1.2019 18:00

Región	Jav	Stupne v hodinových krokoch																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
+ - Bratislavský kraj	🌪																								
+ Banskobystrický kraj																									
+ Trenčiansky kraj	🌪																								
+ Košický kraj																									
+ Nitriansky kraj	🌪																								
+ Trnavský kraj	🌪																								
+ Prešovský kraj	🌪																								
+ Žilinský kraj	🌪																								

24. 1. 2019



Meteorologické výstrahy

Hlavná stránka > Meteorológia > Meteorologické výstrahy

[návrat späť »](#)

Meteorologické výstrahy

Všetky



Legenda

meteoalarm

Pondelok - 14.1.2019



Utorok - 15.1.2019



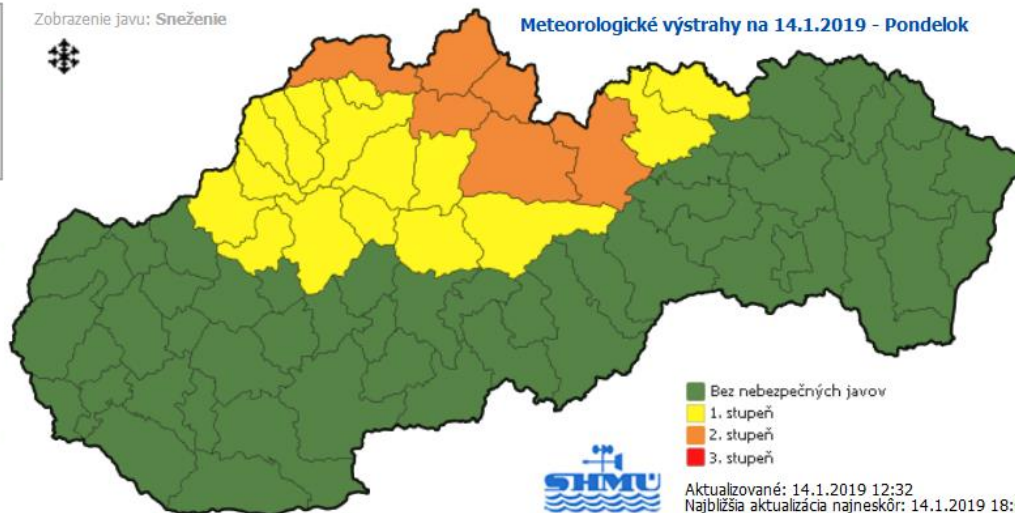
Streda - 16.1.2019



Zobrazenie javu: Sneženie



Meteorologické výstrahy na 14.1.2019 - Pondelok



- Bez nebezpečných javov
- 1. stupeň
- 2. stupeň
- 3. stupeň



Aktualizované: 14.1.2019 12:32
Najbližšia aktualizácia najneskôr: 14.1.2019 18:00

Región	Jav	Stupne v hodinových krokoch																								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
Bratislavský kraj																										
Banskobystrický kraj																										
Trenčiansky kraj																										
Košický kraj																										
Nitriansky kraj																										
Trnavský kraj																										
Prešovský kraj																										
Žilinský kraj																										

24. 1. 2019



Meteorologické výstrahy

Hlavná stránka > Meteorológia > Meteorologické výstrahy

[návrat späť »](#)

Meteorologické výstrahy

[Všetky](#)





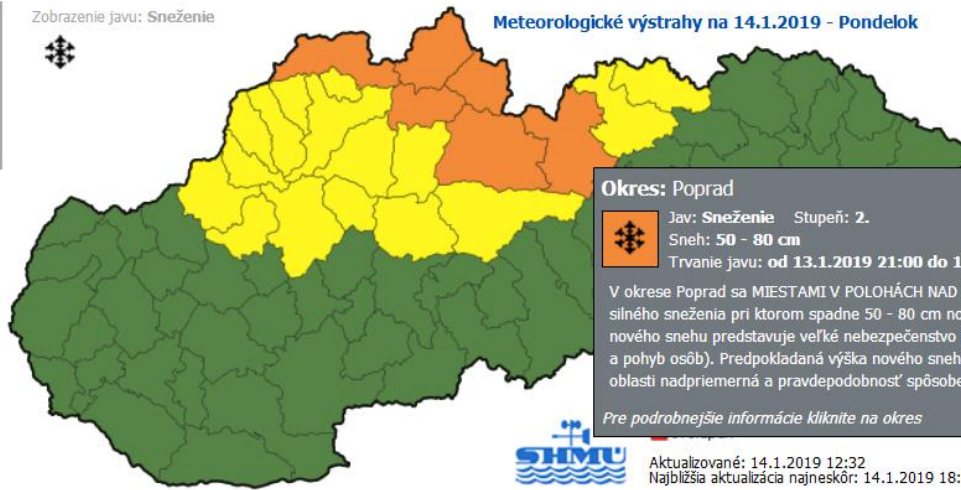

[Legenda](#)





Zobrazenie javu: Sneženie



Meteorologické výstrahy na 14.1.2019 - Pondelok



Okres: Poprad


Jav: Sneženie **Stupeň: 2.**
Sneh: 50 - 80 cm
Trvanie javu: od 13.1.2019 21:00 do 16.1.2019 08:00

V okrese Poprad sa MIESTAMI V POLOHÁCH NAD CCA 900 M očakáva výskyt silného sneženia pri ktorom spadne 50 - 80 cm nového snehu. Uvedená výška nového snehu predstavuje veľké nebezpečenstvo pre ľudské aktivity (dopravu a pohyb osôb). Predpokladaná výška nového snehu je v danej ročnej dobe a oblasti nadpriemerná a pravdepodobnosť spôsobenia škôd je vysoká.

Pre podrobnejšie informácie kliknite na okres



Aktualizované: 14.1.2019 12:32
 Najbližšia aktualizácia najneskôr: 14.1.2019 18:00

Región	Jav	Stupne v hodinových krokoch																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Bratislavský kraj																									
Banskobystrický kraj																									
Trenčiansky kraj																									
Košický kraj																									
Nitriansky kraj																									
Trnavský kraj																									
Prešovský kraj																									
Žilinský kraj																									

24. 1. 2019



Meteorologické výstrahy

Hlavná stránka > Meteorológia > Meteorologické výstrahy

[návrät späť »](#)

Meteorologické výstrahy

Všetky



Legenda



Pondelok - 14.1.2019



Utorok - 15.1.2019



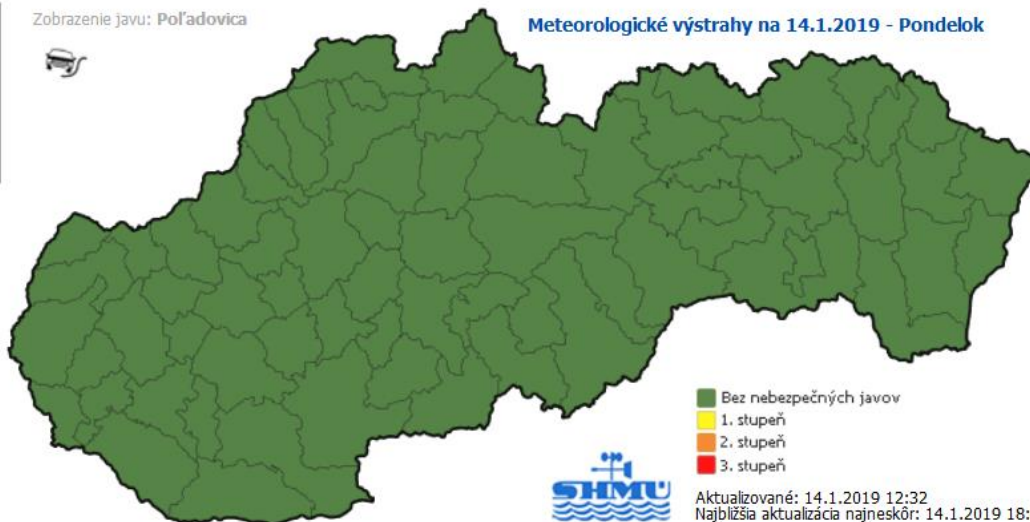
Streda - 16.1.2019



Zobrazenie javu: Poľadovica



Meteorologické výstrahy na 14.1.2019 - Pondelok



- Bez nebezpečných javov
- 1. stupeň
- 2. stupeň
- 3. stupeň



Aktualizované: 14.1.2019 12:32
Najbližšia aktualizácia najneskôr: 14.1.2019 18:00

Región	Jav	Stupne v hodinových krokoch																								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
+ Bratislavský kraj																										
+ Banskobystrický kraj																										
+ Trenčiansky kraj																										
+ Košický kraj																										
+ Nitriansky kraj																										
+ Trnavský kraj																										
+ Prešovský kraj																										
+ Žilinský kraj																										

24. 1. 2019



Meteorologické výstrahy

SHMÚ vydal meteorologické výstrahy na



» [Zobrazit' výstrahy](#)

Smogová situácia PM₁₀ - Upozornenie - Jeľava a okolie » [Zobrazit'](#)

[Hlavná stránka](#) > [Meteorológia](#) > Meteorologické výstrahy

[návrat späť](#) »

Meteorologické výstrahy

Všetky



Legenda

meteoalarm

Pondelok - 14.1.2019



Utorok - 15.1.2019



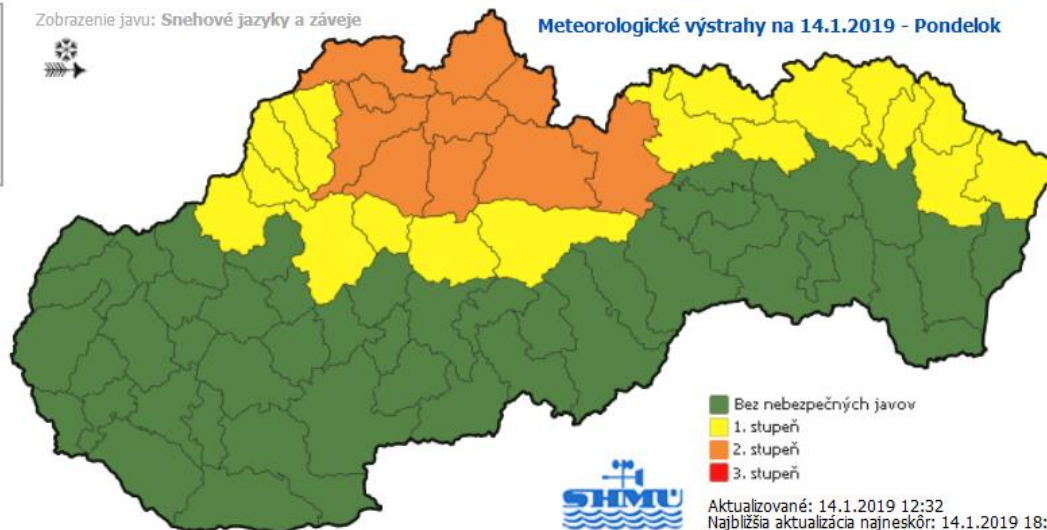
Streda - 16.1.2019



Zobrazenie javu: Snehové jazyky a záveje



Meteorologické výstrahy na 14.1.2019 - Pondelok



- Bez nebezpečných javov
- 1. stupeň
- 2. stupeň
- 3. stupeň



Aktualizované: 14.1.2019 12:32
Najbližšia aktualizácia najneskôr: 14.1.2019 18:00

Región	Jav	Stupne v hodinových krokoch																						
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
+	-																							
+	-	Bratislavský kraj																						

24. 1. 2019



Meteorologické výstrahy

[Hlavná stránka](#) > [Meteorológia](#) > Meteorologické výstrahy

[návrat späť](#) »

Meteorologické výstrahy

Všetky



Legenda

meteoalarm

Pondelok - 14.1.2019



Utorok - 15.1.2019



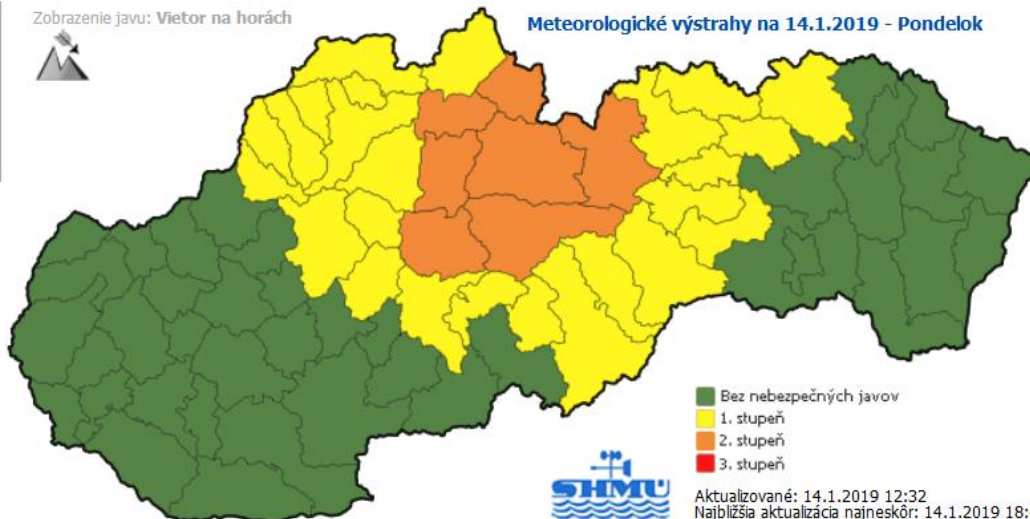
Streda - 16.1.2019



Zobrazenie javu: Vietor na horách



Meteorologické výstrahy na 14.1.2019 - Pondelok



- Bez nebezpečných javov
- 1. stupeň
- 2. stupeň
- 3. stupeň



Aktualizované: 14.1.2019 12:32
Najbližšia aktualizácia najneskôr: 14.1.2019 18:00

Región		Jav	Stupne v hodinových krokoch																							
+ -			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
+	Bratislavský kraj																									
+	Banskobystrický kraj																									
+	Trenčiansky kraj																									
+	Košický kraj																									
+	Nitriansky kraj																									
+	Trnavský kraj																									
+	Prešovský kraj																									
+	Žilinský kraj																									

24. 1. 2019



Predpovedanie počasia – z chaosu (deterministického)

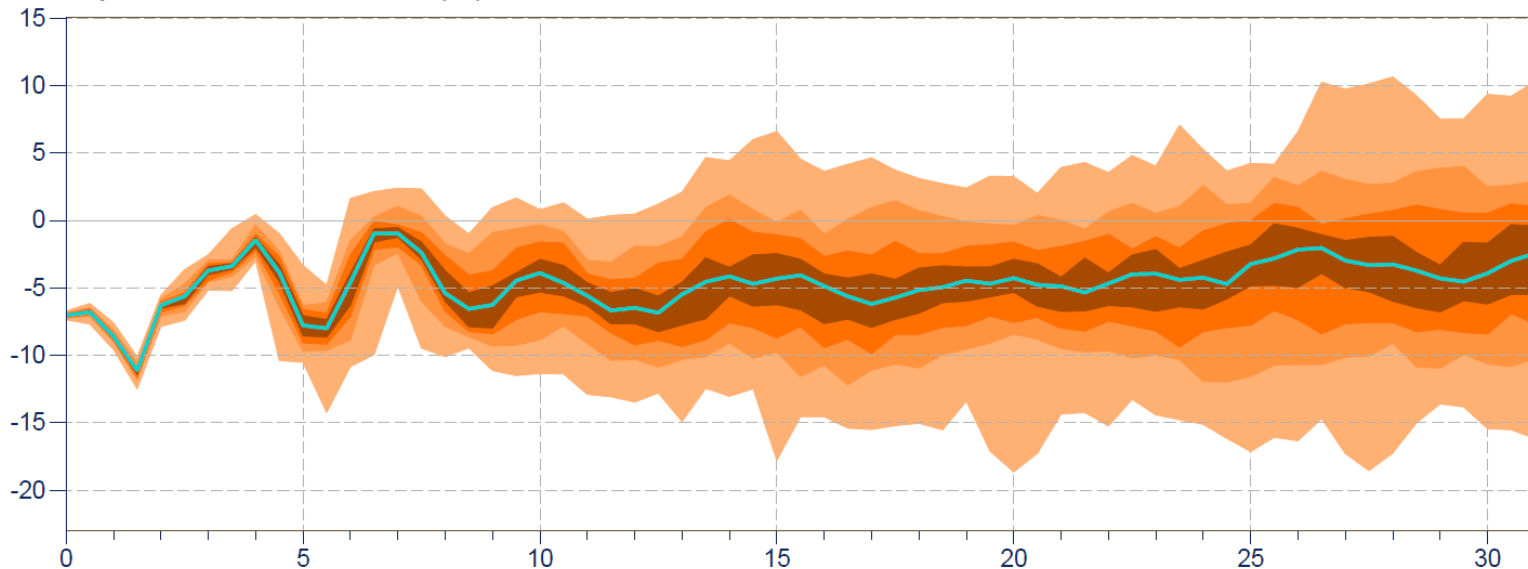
ECMWF Ensemble forecasts for SLOVAKIA - BRATISLAVA

Location: 48.1°N 17.3°E

Base Time: Thursday 10 January 2019 00 UTC

Extremes 12.5-87.5% 25-75% 37.5-62.5%
Median

Temperature at 850 hPa (C) - Ensemble distribution



Predpovedanie počasia – z chaosu (deterministického)

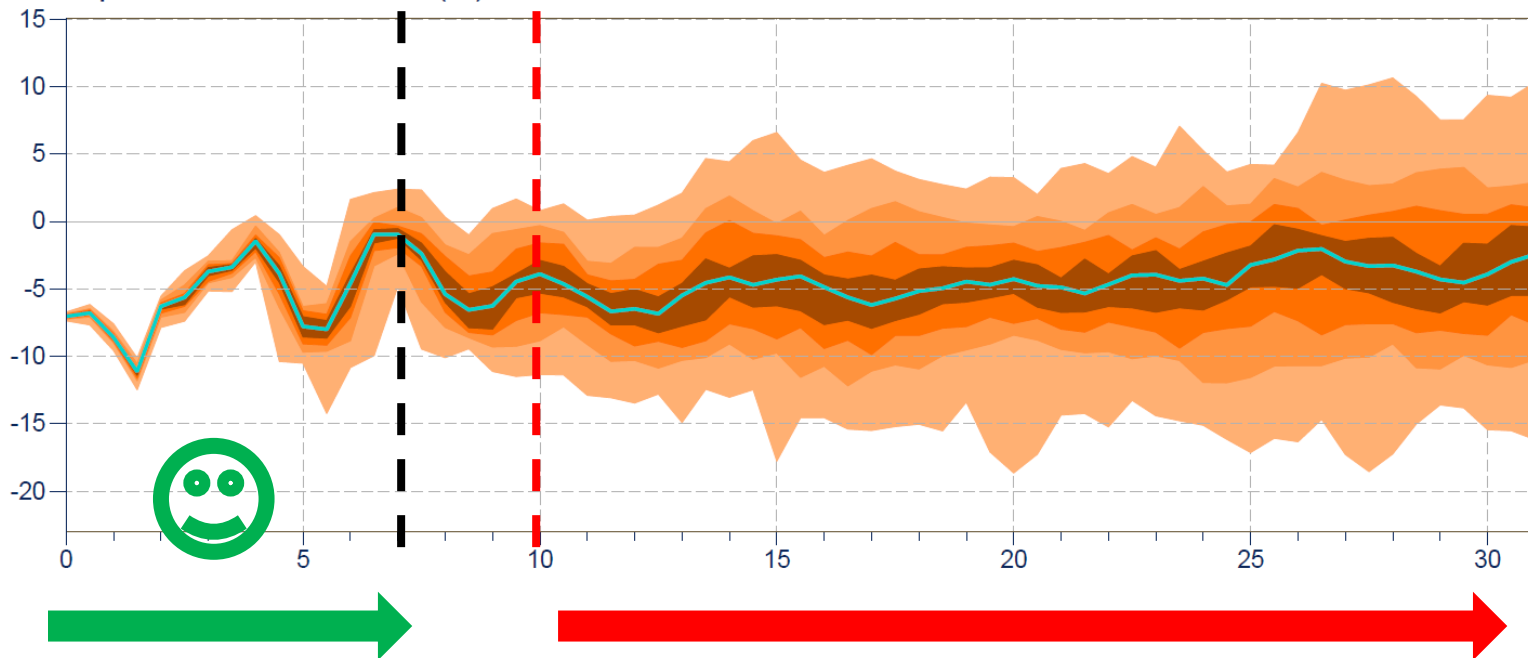
ECMWF Ensemble forecasts for SLOVAKIA - BRATISLAVA

Location: 48.1°N 17.3°E

Base Time: Thursday 10 January 2019 00 UTC

Extremes 12.5-87.5% 25-75% 37.5-62.5%
Median

Temperature at 850 hPa (C) - Ensemble distribution



24. 1. 2019



Ďakujem za pozornosť! 😊

