

Předpověď teploty a stavu povrchu silnic v zimním období



P. Zacharov, Z. Sokol, P. Pešice, P. Sedlák, V. Bližňák
M. Škuthan, J. Sulan, M. Tomáš

Model FORTE

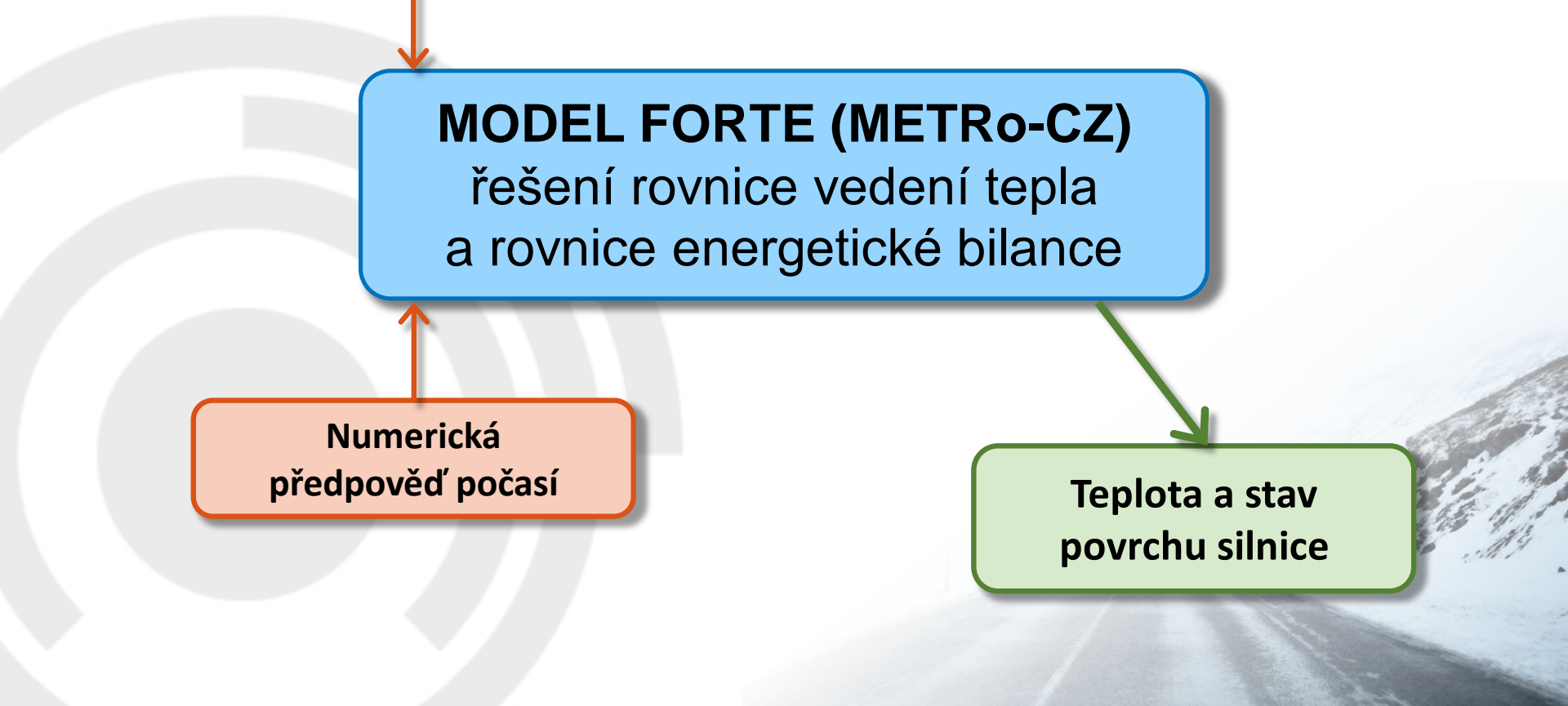
A jeho aplikace ve výpočtech stavu a teploty povrchu silnic

Měření na silniční
meteorologické stanici

MODEL FORTE (METRo-CZ)
řešení rovnice vedení tepla
a rovnice energetické bilance

Numerická
předpověď počasí

Teplota a stav
povrchu silnice



Model FORTE

A jeho aplikace ve výpočtech stavu a teploty povrchu silnic

Měření na silniční meteorologické stanici

BUFR - Binary Universal Form for the Representation of meteorological data

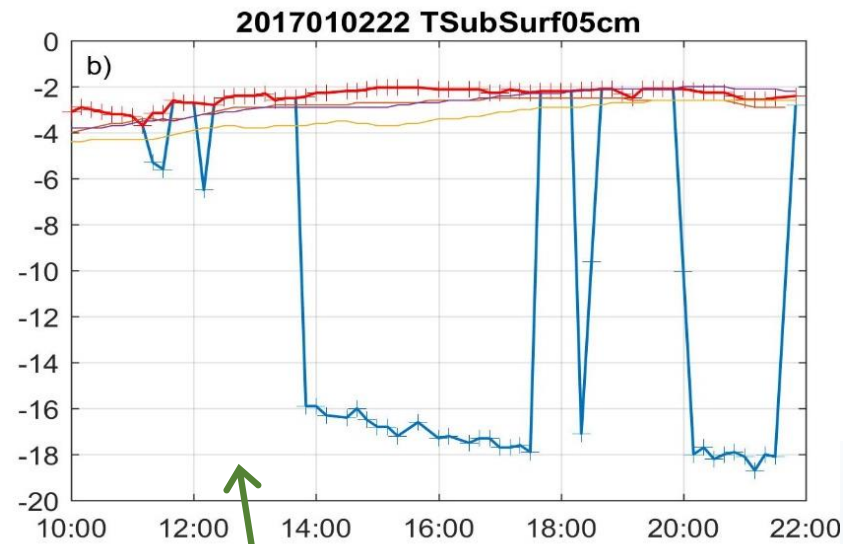
Kontrola dat, opravy, doplnění chybějících hodnot z blízkých stanic

ŘSD ČR

ICEWARN

Interpolace do pozice stanic

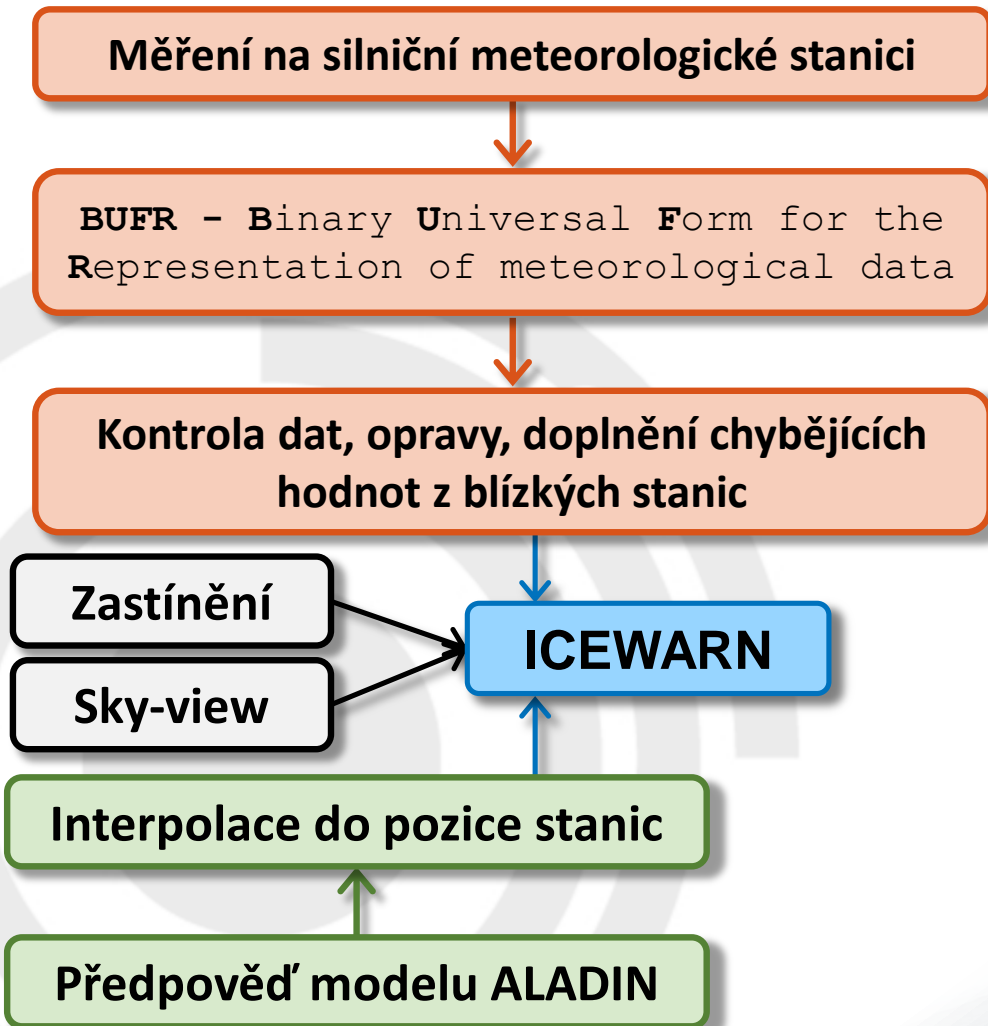
Předpověď modelu ALADIN



zakázka pro ŘSD ČR
kontrola a filtrace dat

System ICEWARN

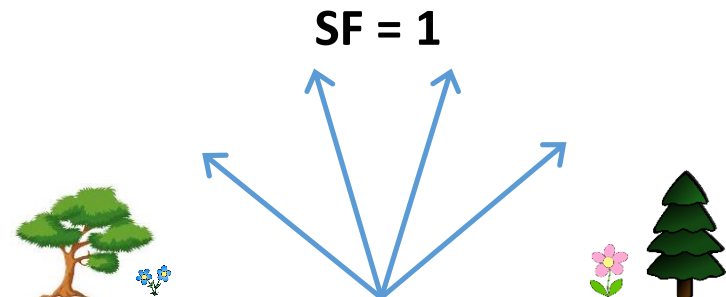
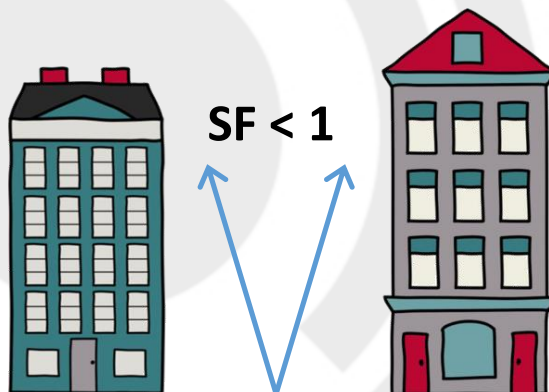
Schéma vytváření silničních předpovědí systémem ICEWARN



ICEWARN

Předpověď teploty a stavu povrchu silnic na území Prahy pro zimní období

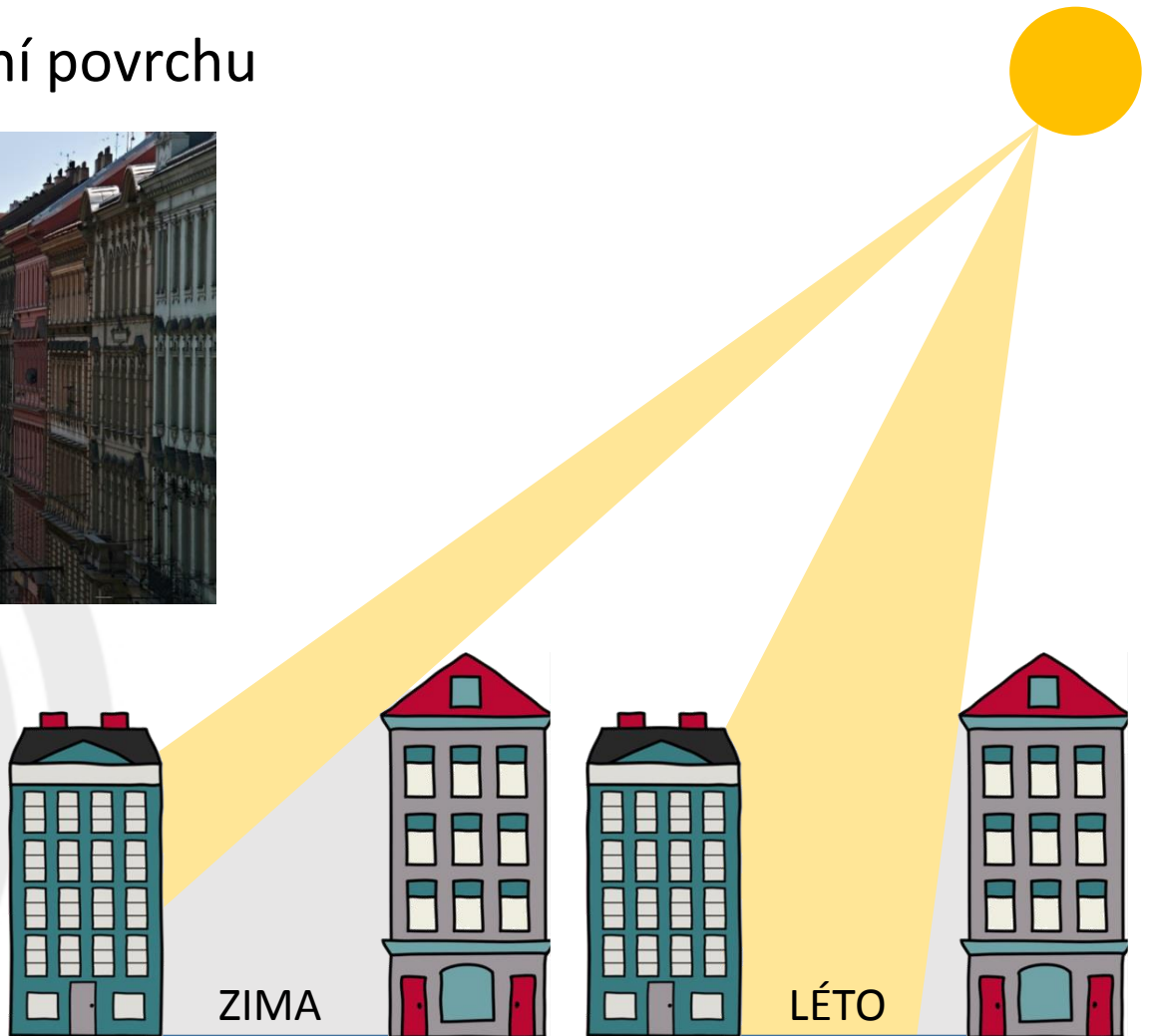
- sky-view faktor – radiační ochlazování



ICEWARN

Předpověď teploty a stavu povrchu silnic na území Prahy pro zimní období

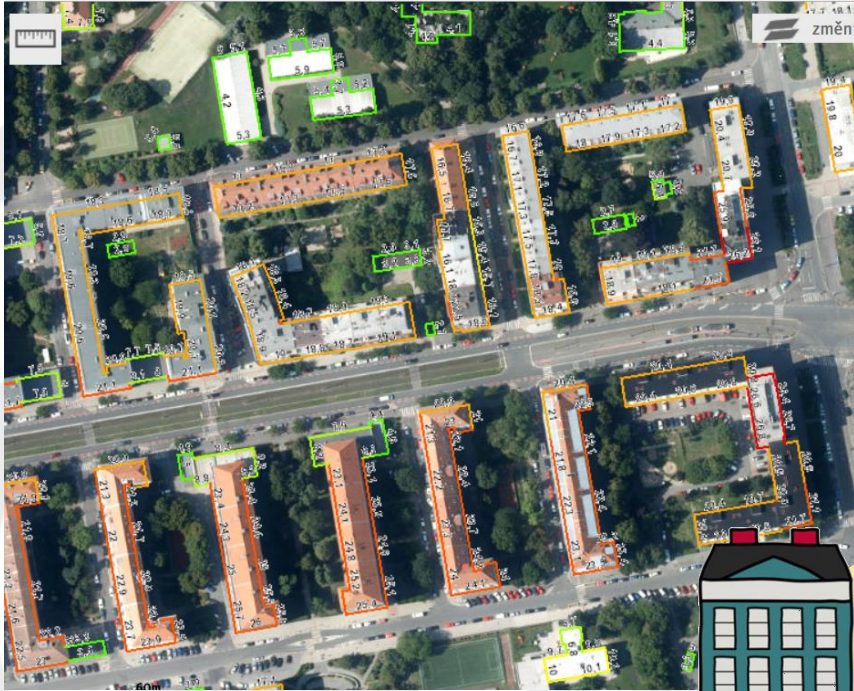
- zastínění – zahřívání povrchu



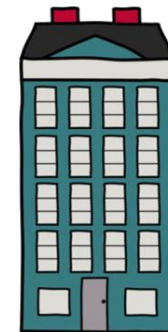
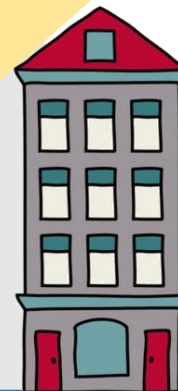
ICEWARN

Předpověď teploty a stavu povrchu silnic na území Prahy pro zimní období

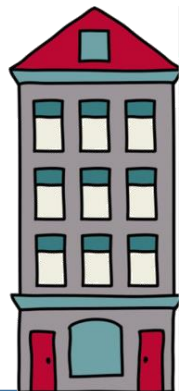
- sky-view faktor a zastínění
 - výpočet z podrobné mapy Prahy



ZIMA



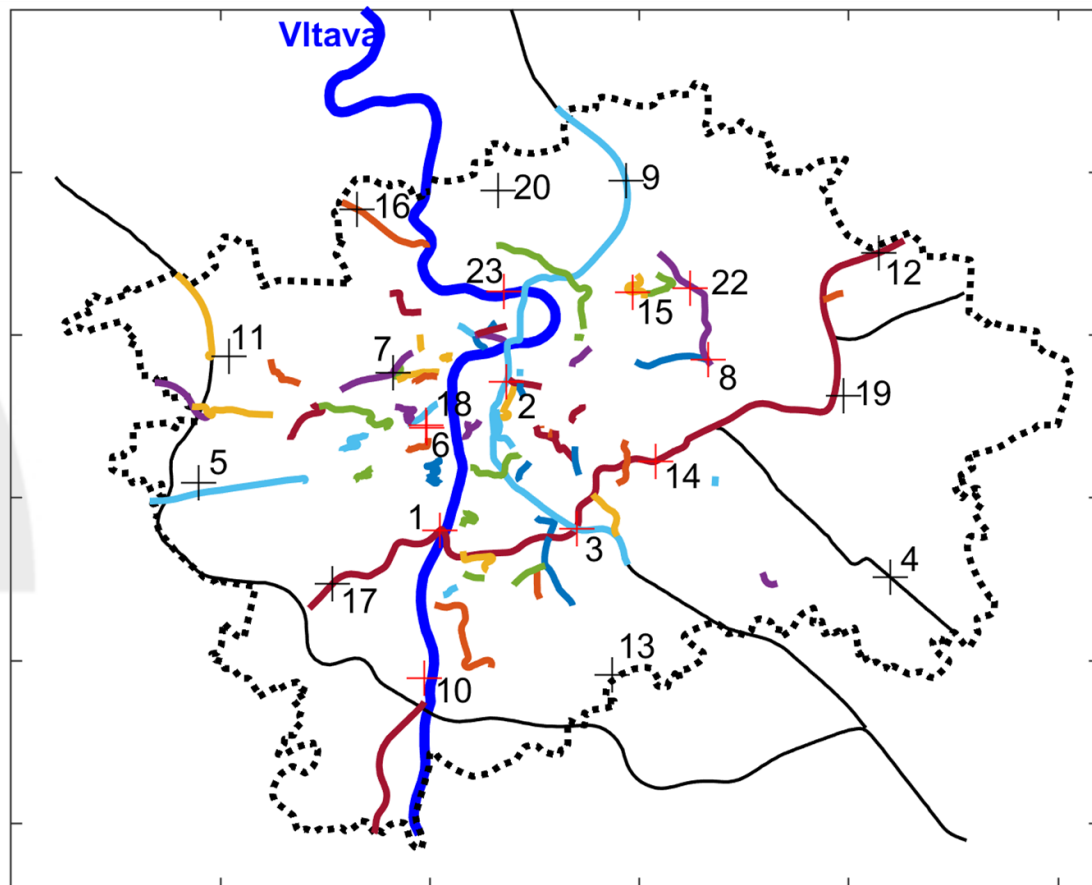
SF < 1



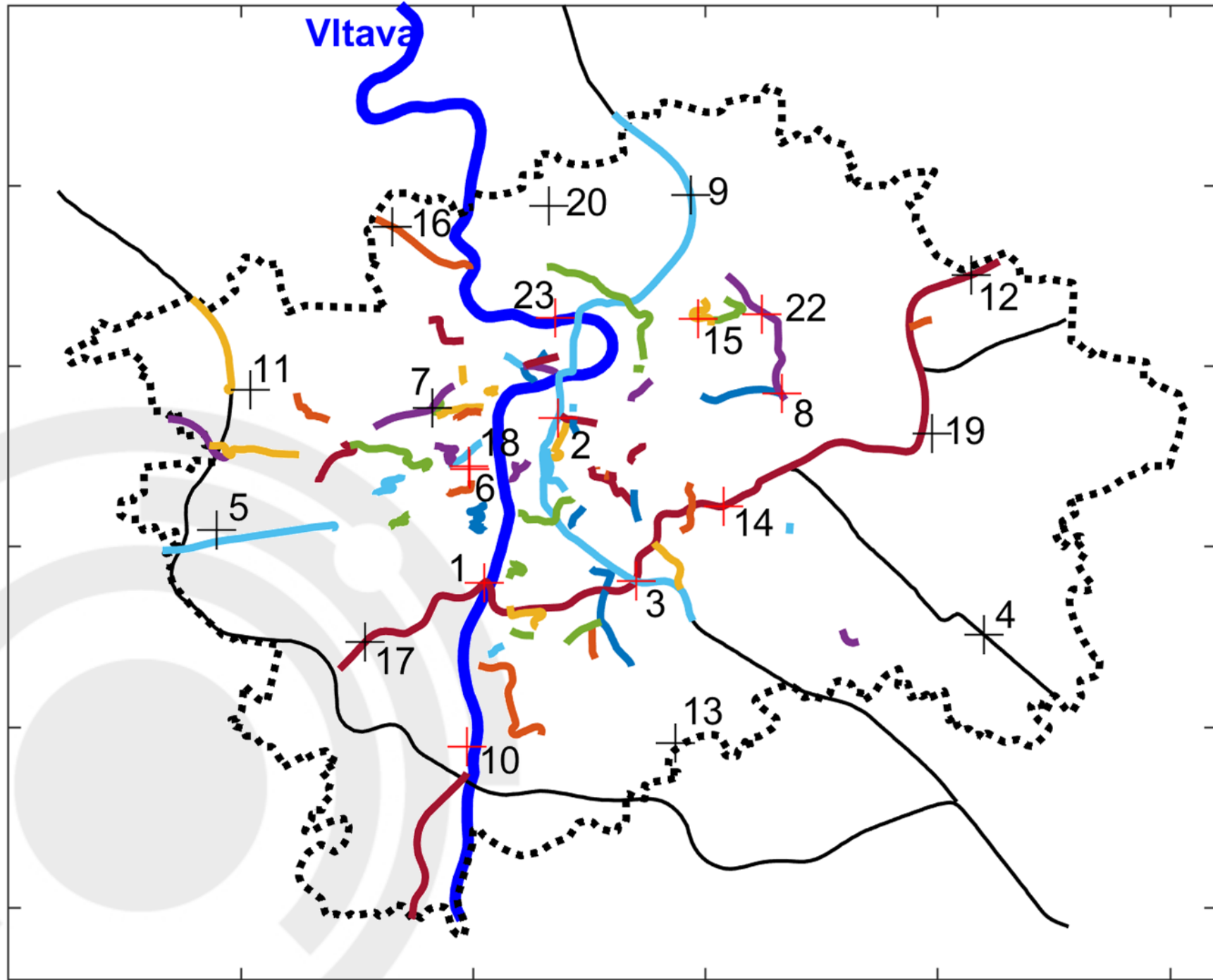
ICEWARN

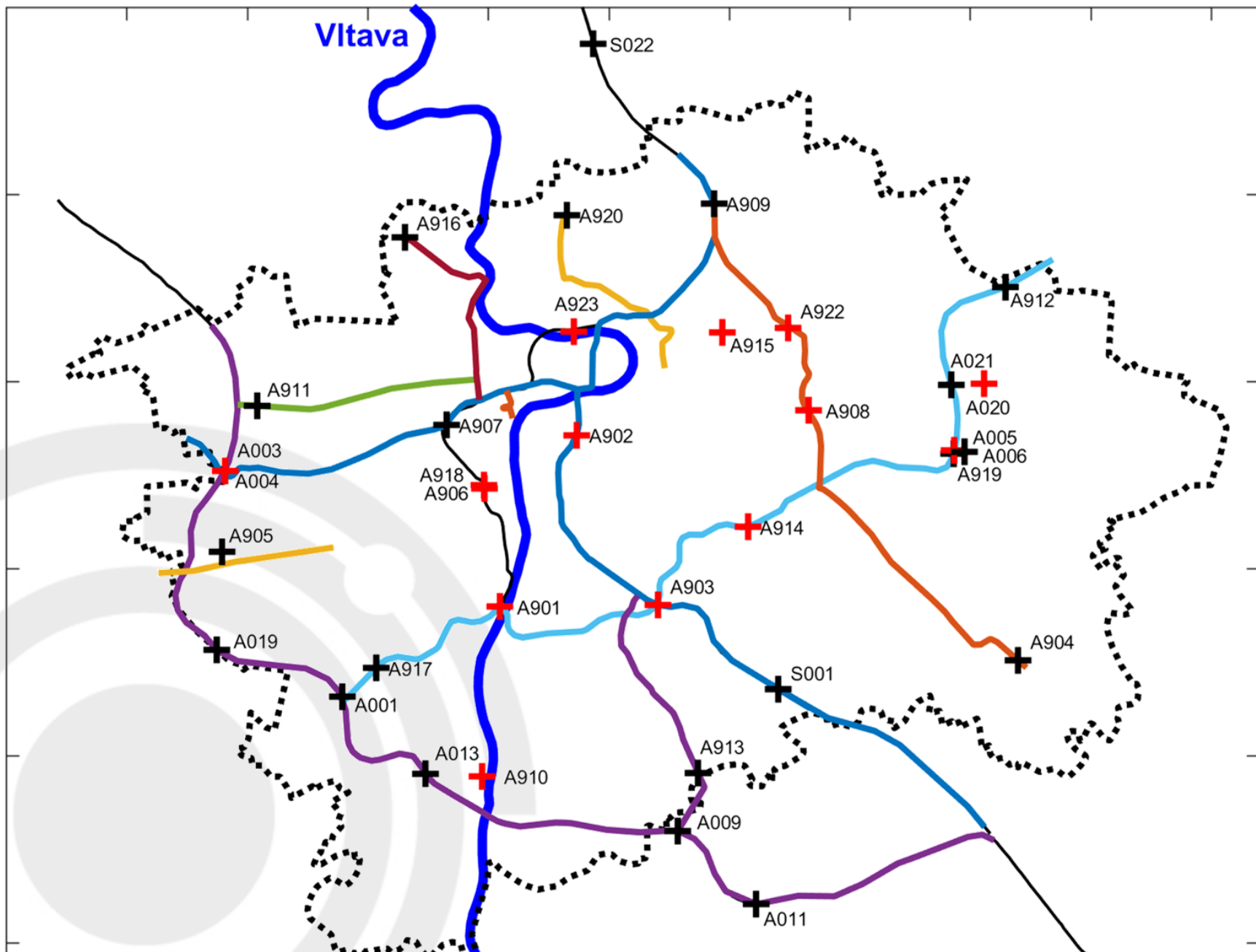
Předpověď teploty a stavu povrchu silnic na území Prahy pro zimní období

- spojitá předpověď stavu a teploty povrchu pražských silnic na vybraných úsecích s vysokou prioritou zimní údržby
- **79 úseků silnic**
 - nejvyšší prioritita údržby
 - většina nepokryta měřením
- **23 meteostanic TSK**
 - 12 stanic most
 - 11 stanic ložených
- **28 meteostanic ŘSD**
- **předpověď na úseku**
 - měření/“měření“
 - body úseku
 - celkem skoro 2000 bodů

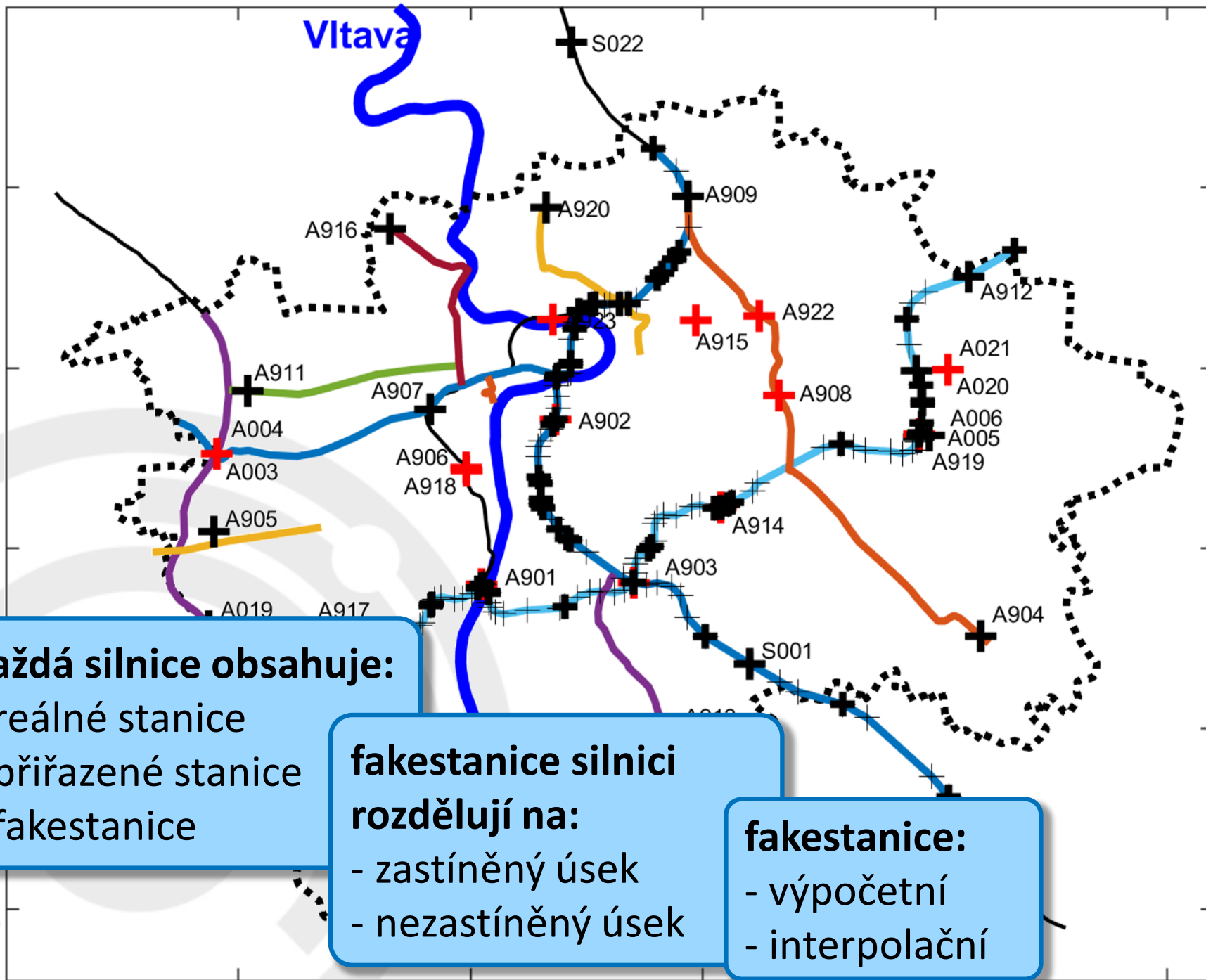


Vltava





všechny měřicí stanice a počítané silnice



Vltava

S022

A916

A920

A909

A912

A021

A020

A006

A005

A919

A911

A907

A004

A003

A902

A906

A918

A914

A903

S001

A904

A019

A917

A901

každá silnice obsahuje:

- reálné stanice
- přiřazené stanice
- fakestanice

fakestanice silnici rozdělují na:

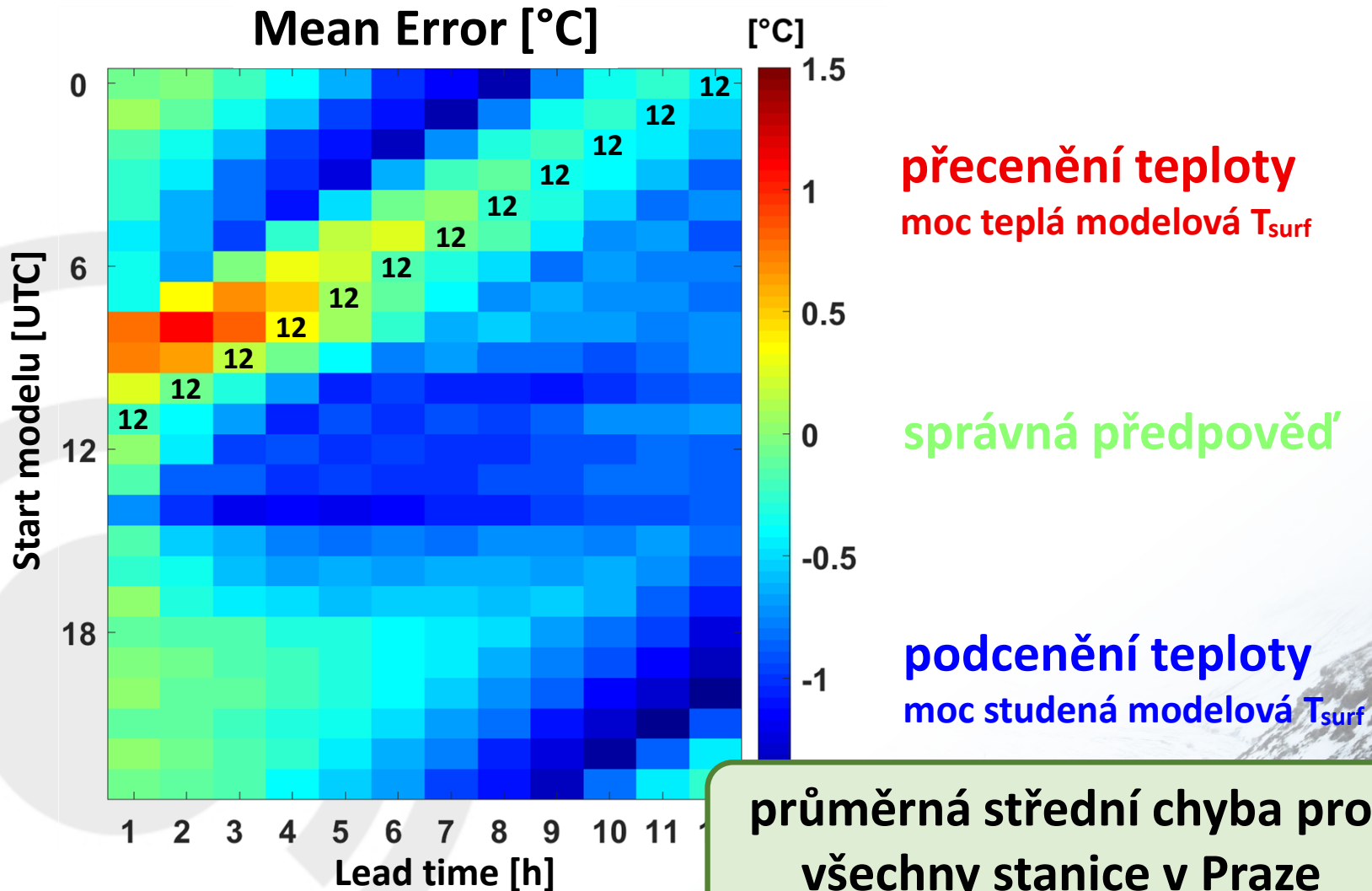
- zastíněný úsek
- nezastíněný úsek

fakestanice:

- výpočetní
- interpolační

Verifikace předpovědi

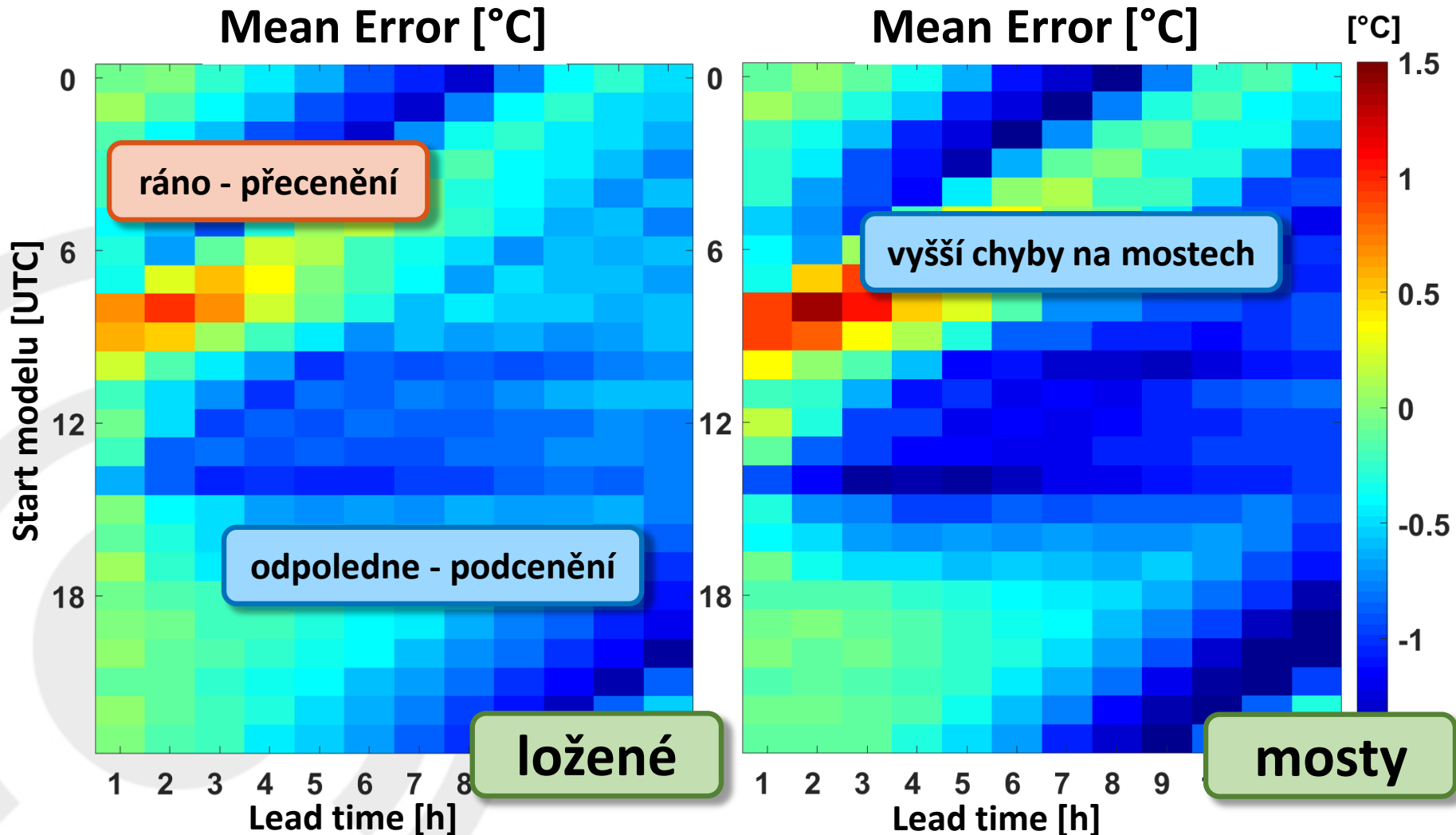
1. 1. 2019 – 31. 1. 2019. všechny předpovídání úseky v Praze



Mean Error = model - měření

Verifikace předpovědi

1. 1. 2019 – 31. 1. 2019, všechny předpovídáné úseky v Praze



Mean Error = model - měření

Případová studie 30. 1. 2019

teplota povrchu překračuje 0°C

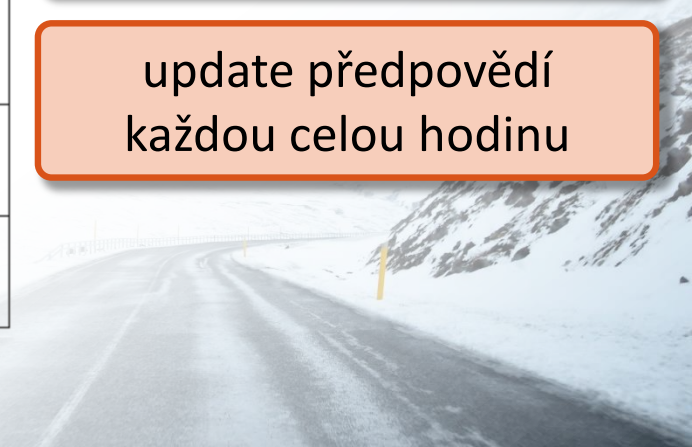
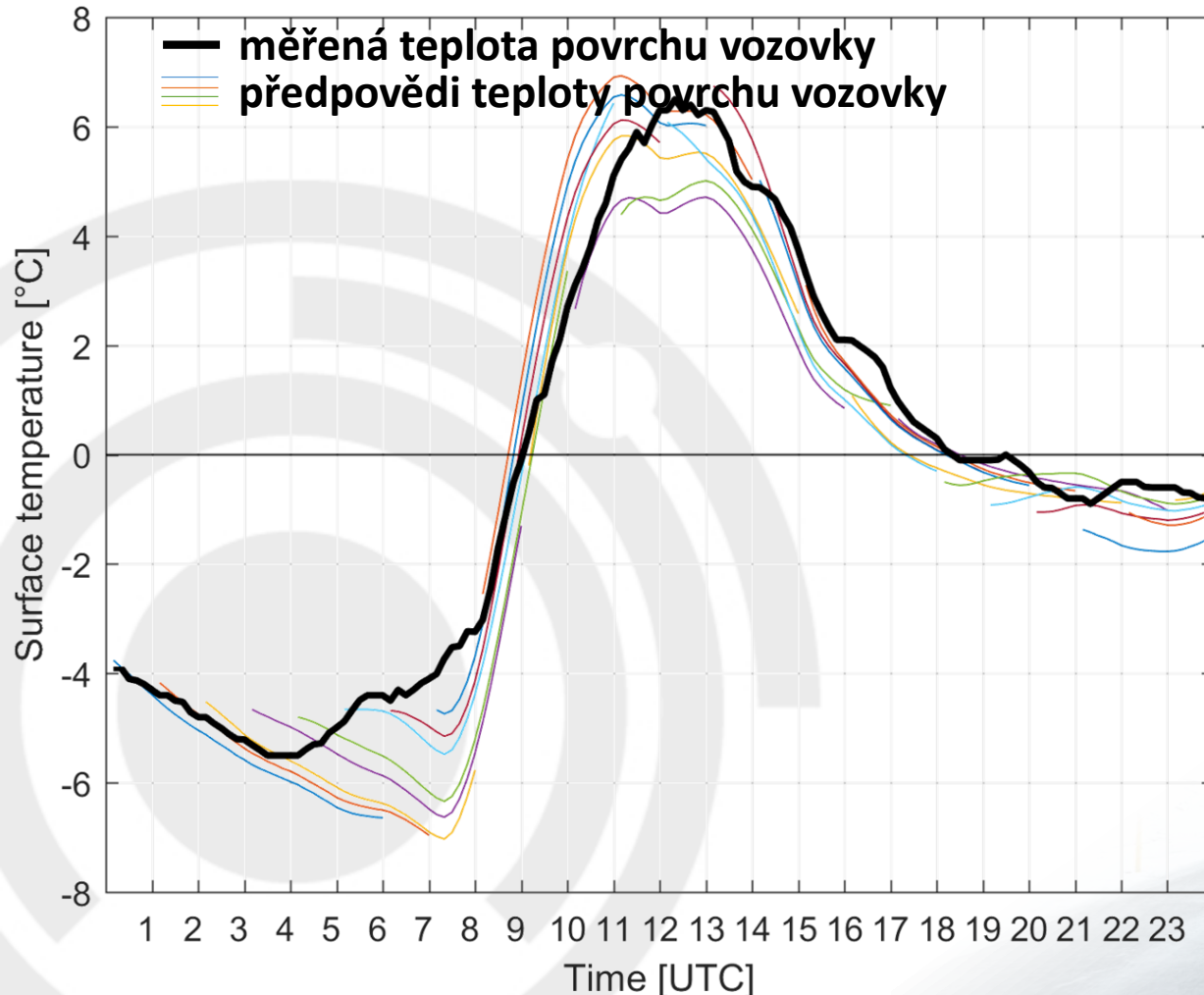
A901 K Barrandovu
most

dobrá předpověď teploty
povrchu vozovky

zachycení ranního ohřátí
povrchu (východ Slunce)

zachycení večerního
ochlazení

update předpovědí
každou celou hodinu



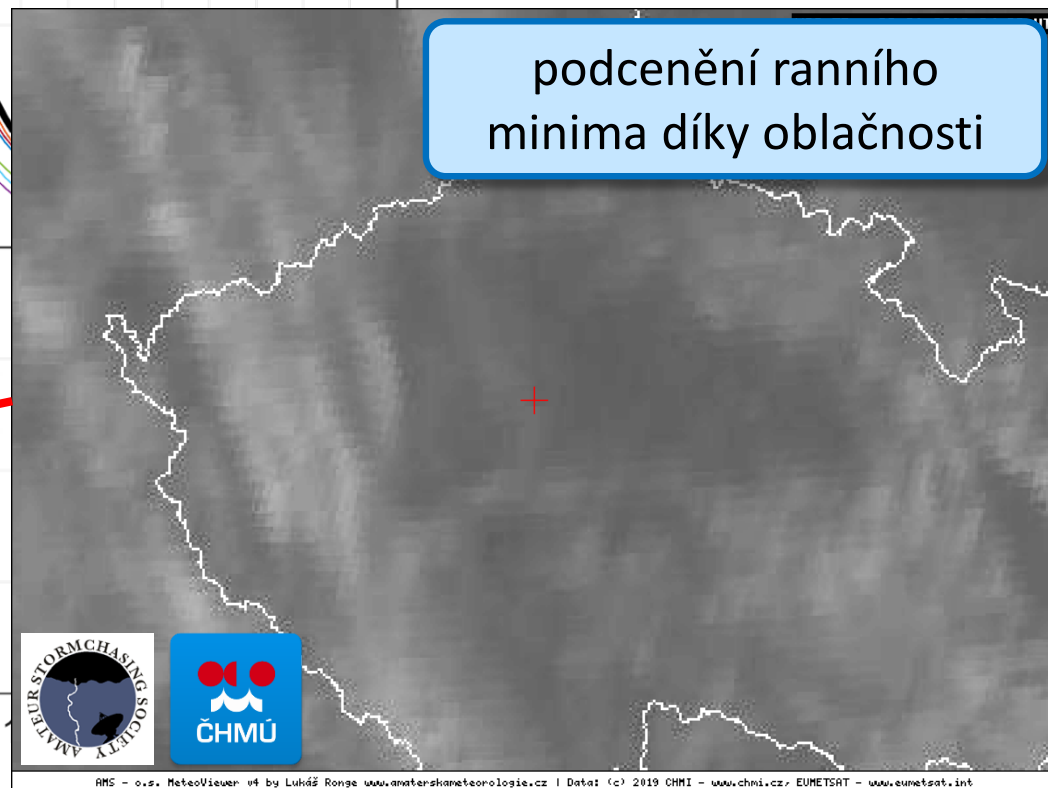
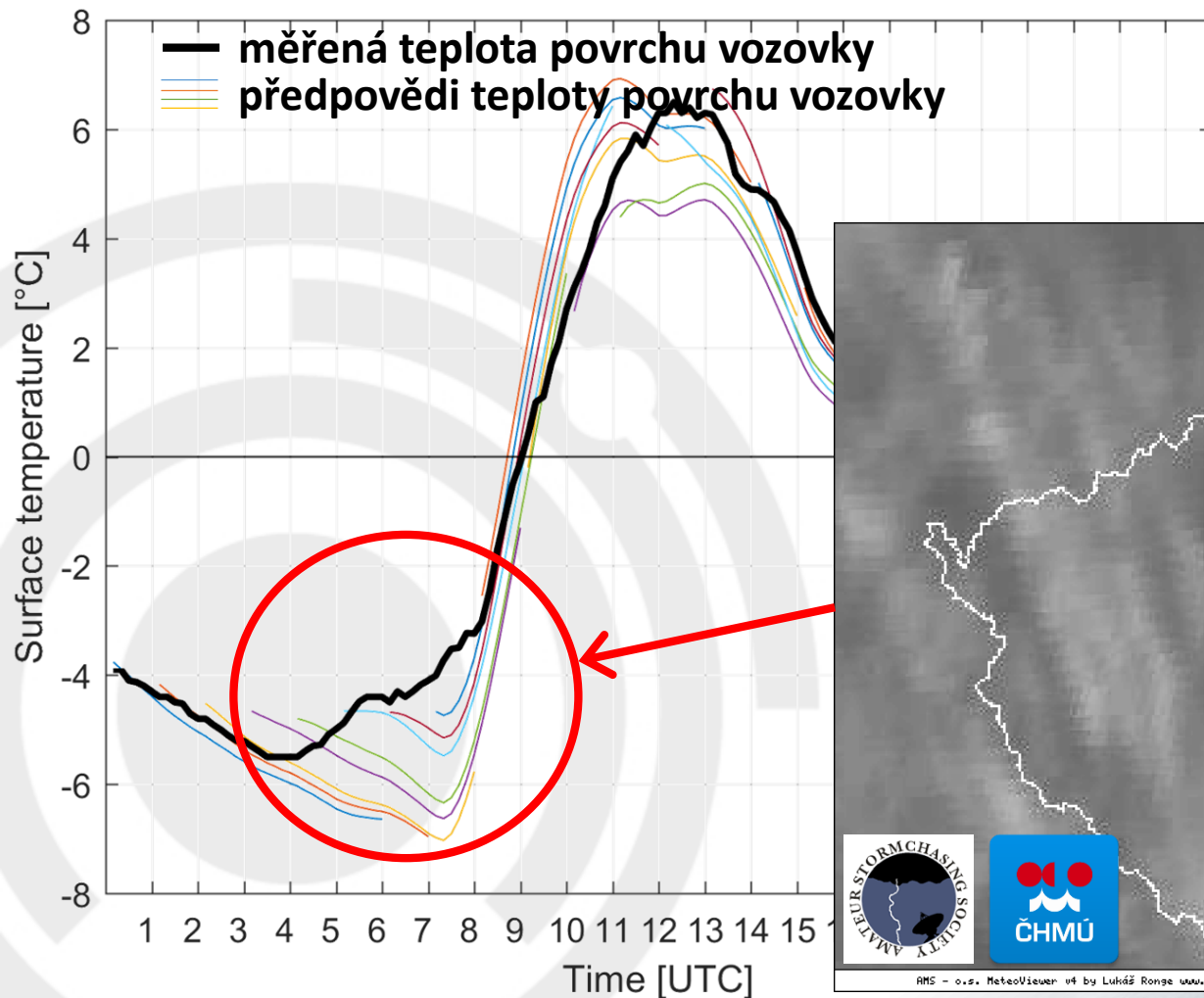
Případová studie 30. 1. 2019

teplota povrchu překračuje 0°C

A901 K Barrandovu
most

dobrá předpověď teploty
povrchu vozovky

podcenění ranního
minima díky oblačnosti



Případová studie 30. 1. 2019

teplota povrchu překračuje 0°C

+1h

+2h

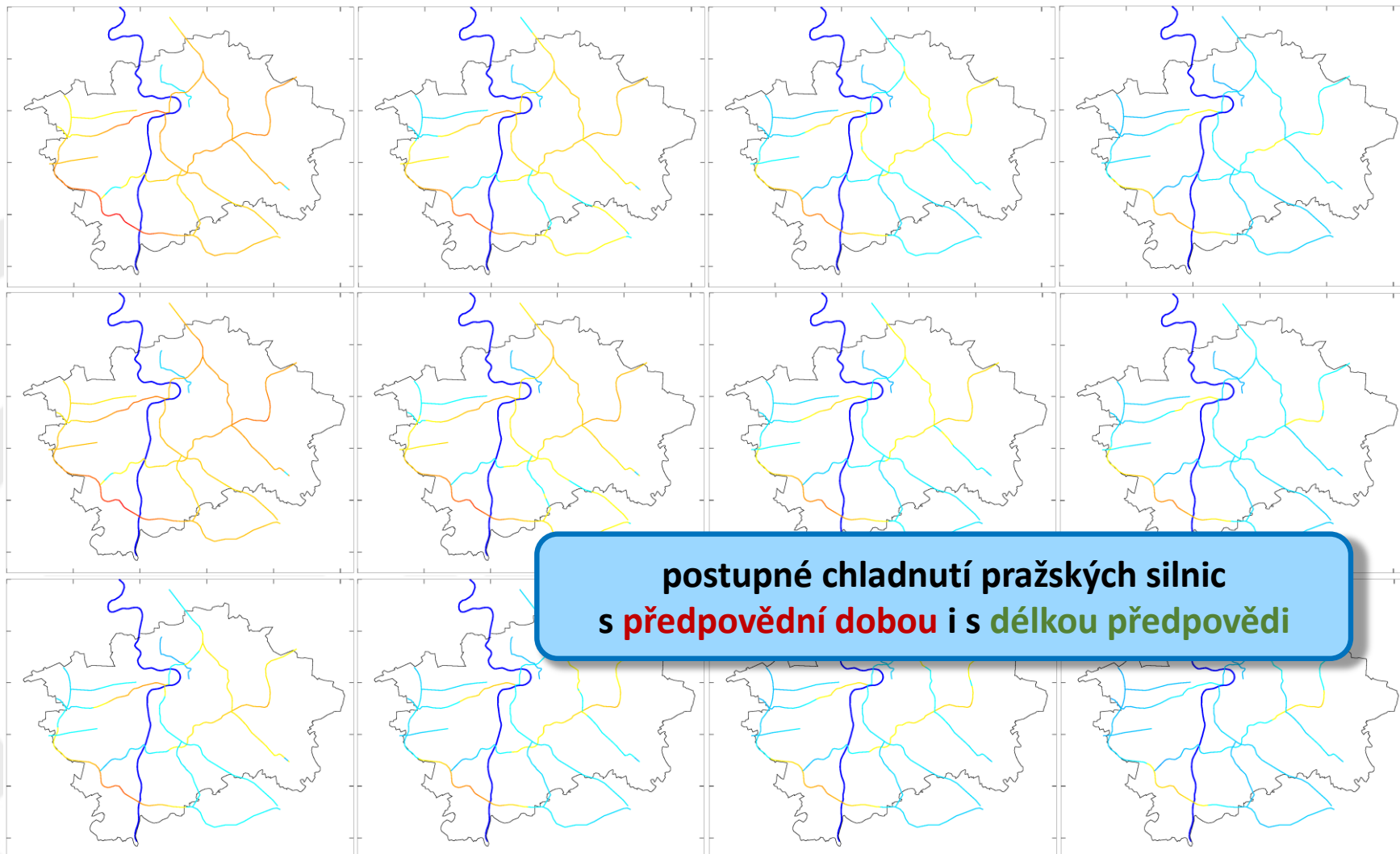
+3h

+4h

START 1600 UTC

START 1700 UTC

START 1800 UTC



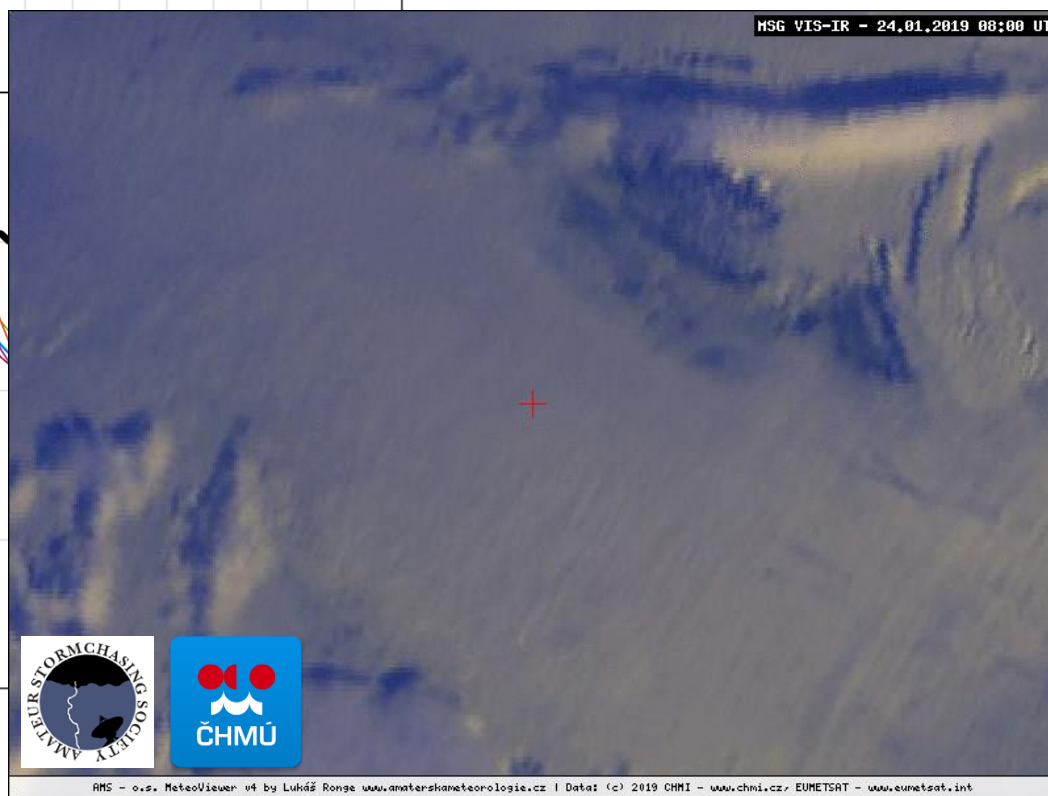
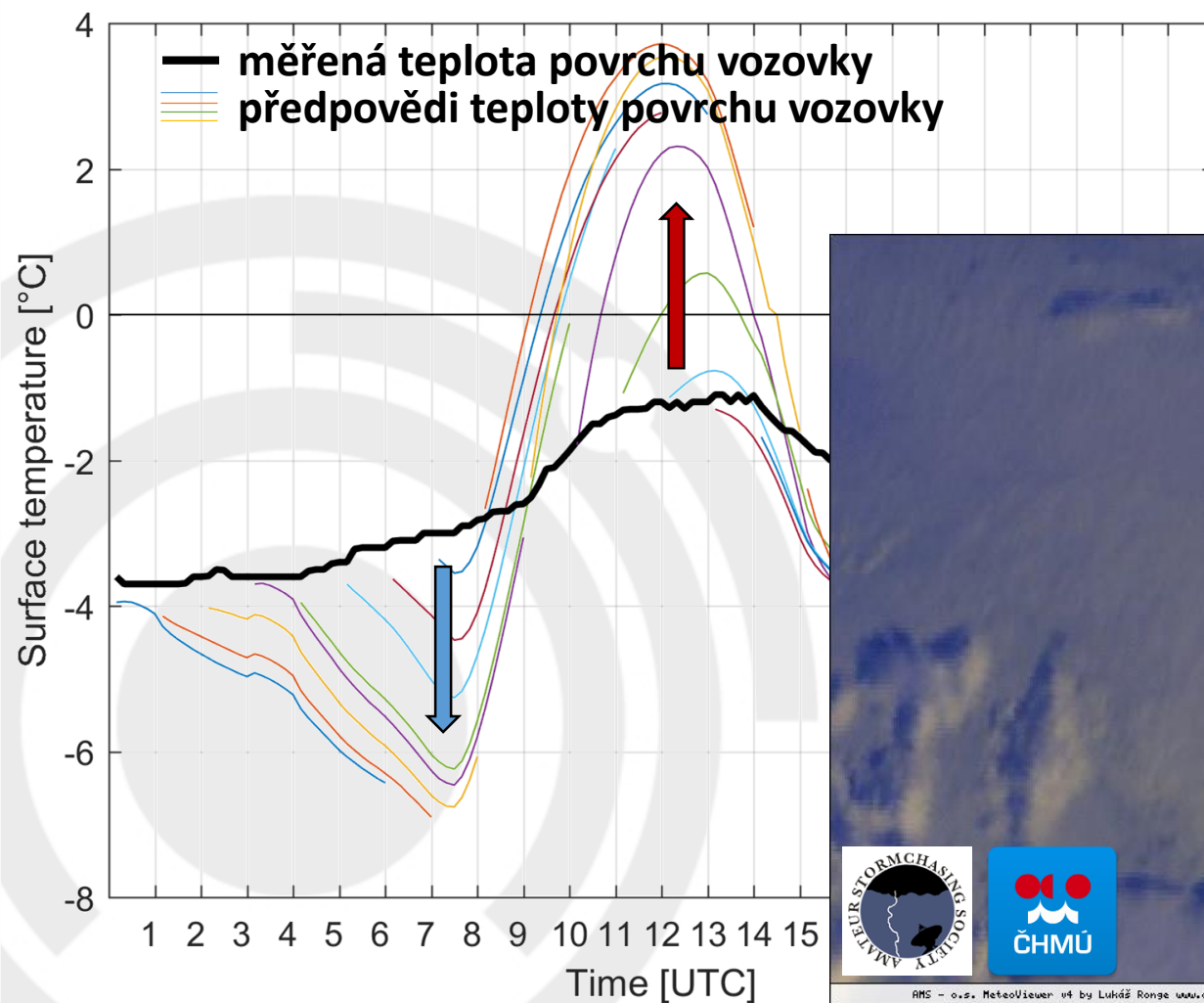
postupné chladnutí pražských silnic
s předpovědní dobou i s délkou předpovědi

Případová studie 24. 1. 2019

problém s předpovědí oblačnosti

A901 K Barrandovu
most

ALADIN předpovídá ubývání
a protrhávání oblačnosti

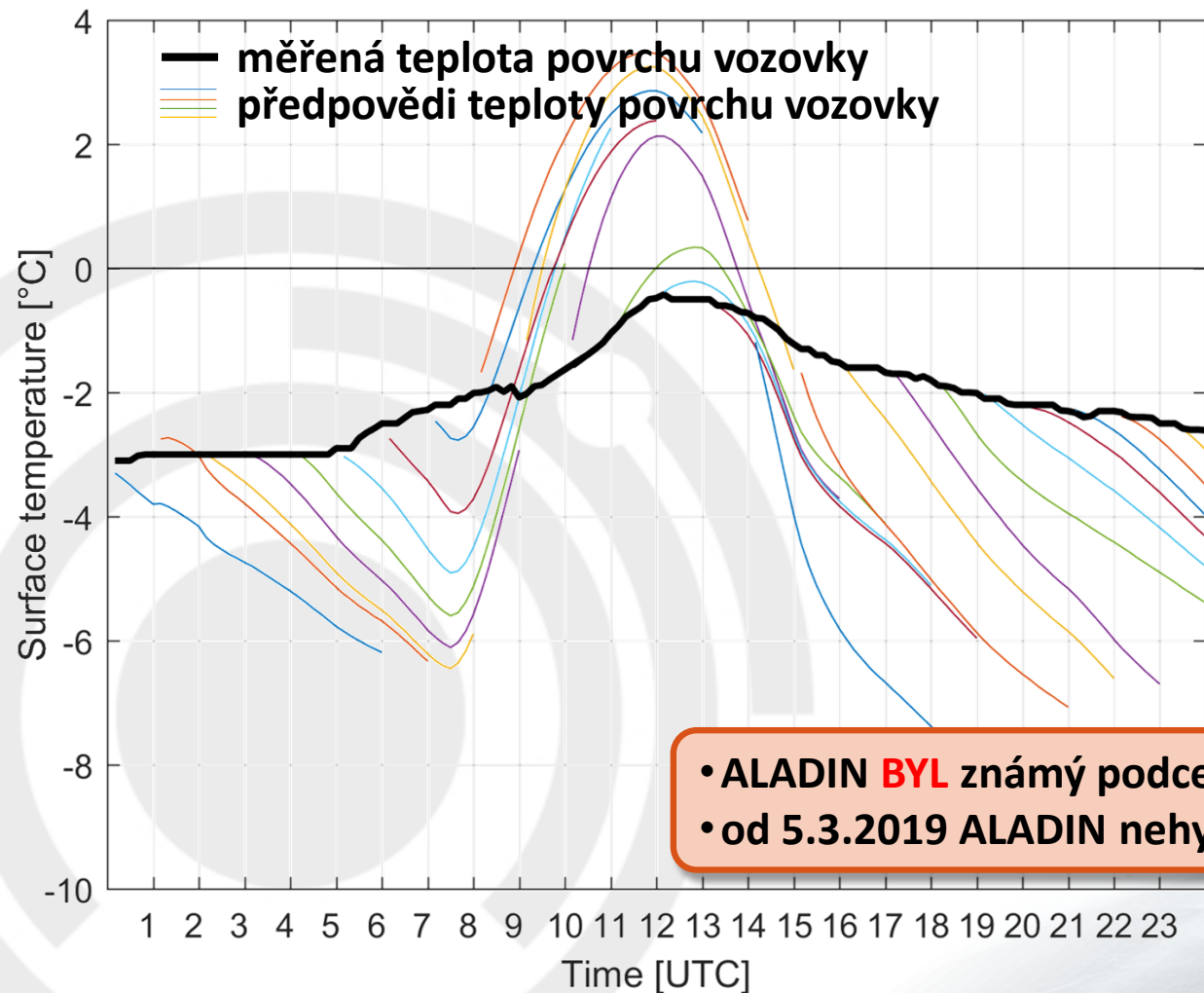


Případová studie 24. 1. 2019

problém s předpovědí oblačnosti

A907 Strahov sever
ložená stanice

ALADIN předpovídá ubývání
a protrhávání oblačnosti



- ALADIN **BYL** známý podceňováním nízké oblačnosti.
- od 5.3.2019 ALADIN nehydrostatický 2.3 km hor.res.

Úsek Mezitunely

Příklad stanice ovlivněné zastíněním



Úsek Mezitunely

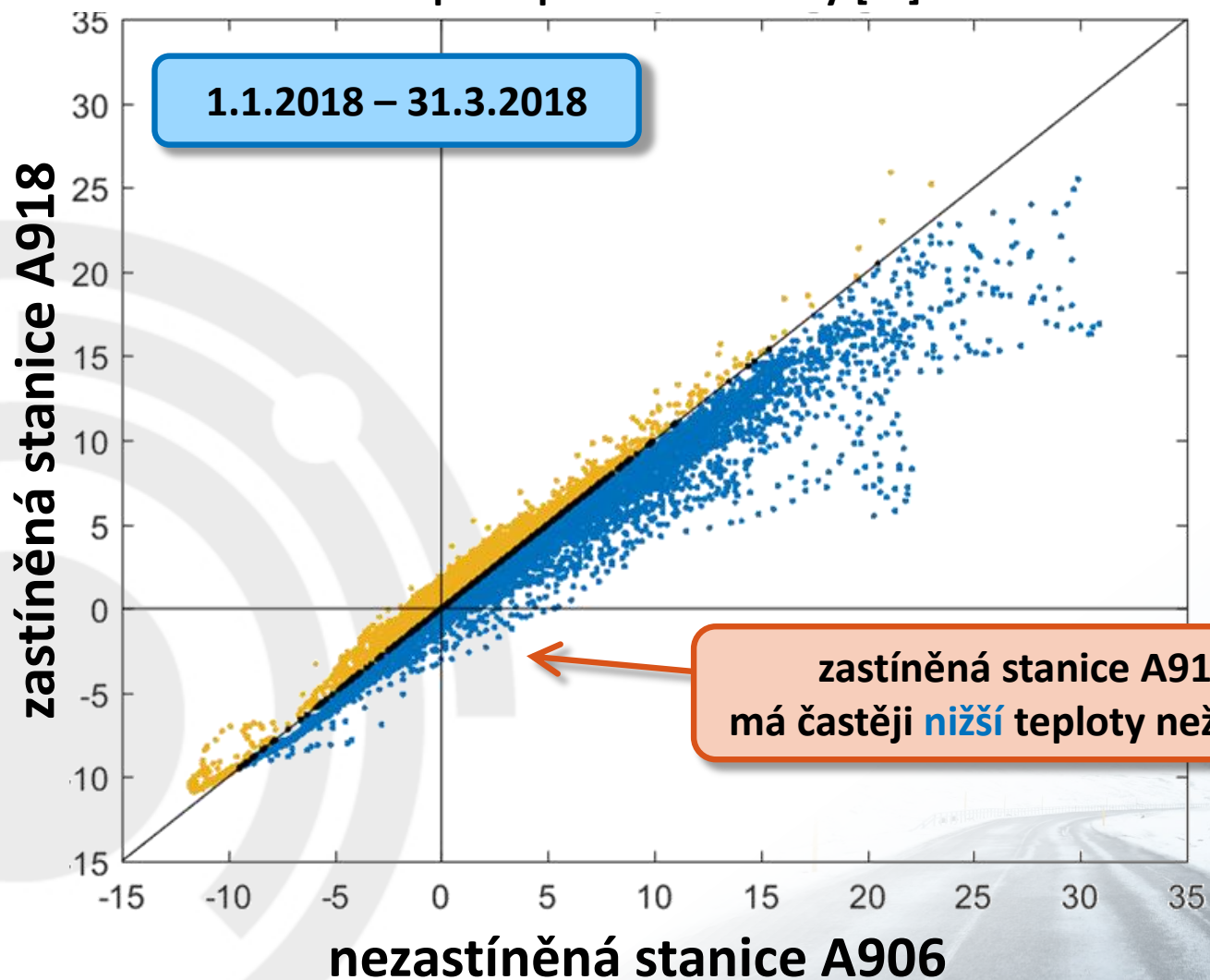
Příklad stanice ovlivněné zastíněním



Úsek Mezitunely

Příklad stanice ovlivněné zastíněním

Teplota povrchu vozovky [°C]



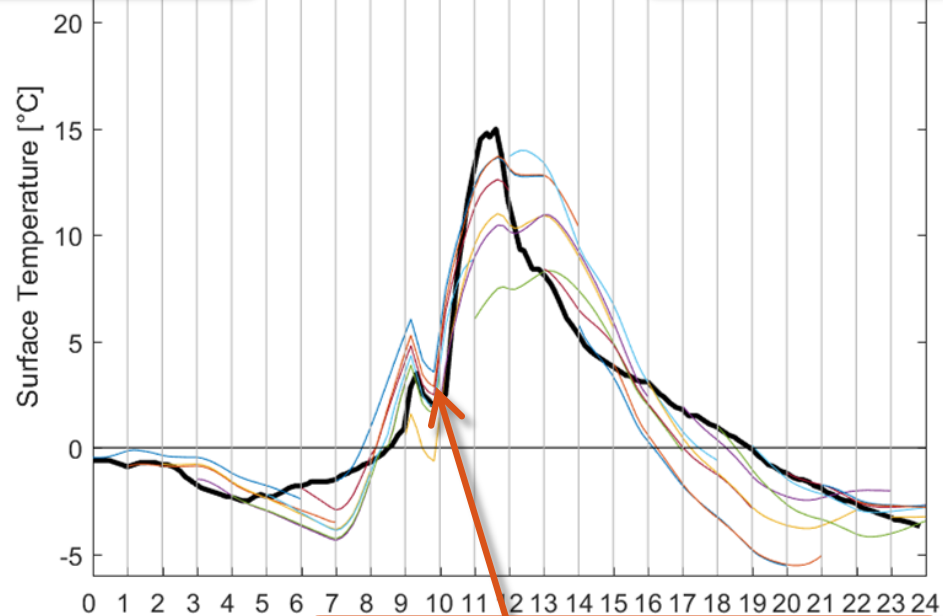
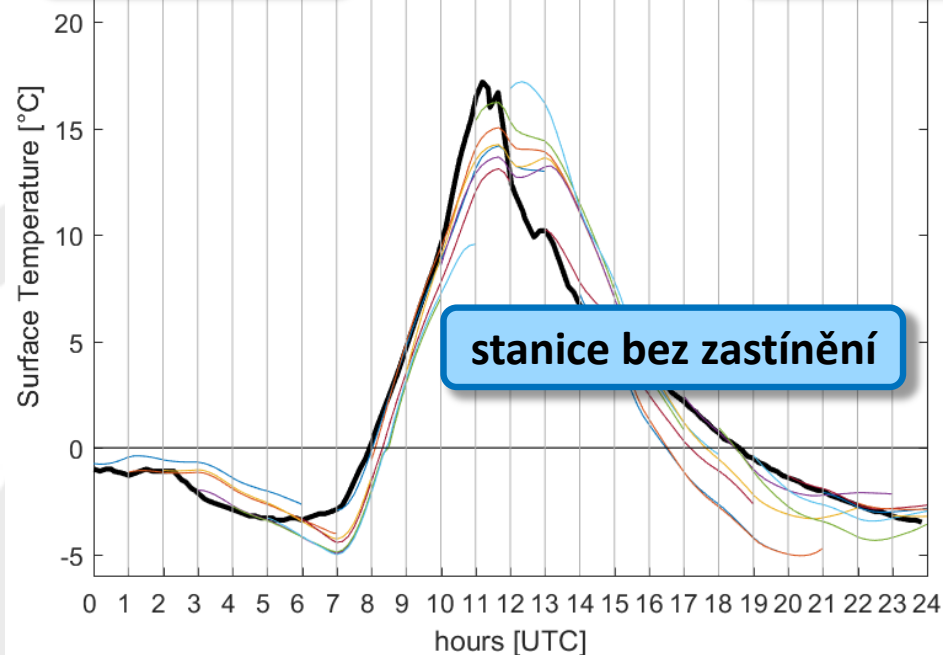
Úsek Mezitunely

Příklad stanice ovlivněné zastíněním

A906

13. 2. 2018

A918



- měřená teplota povrchu vozovky
- předpovědi teploty povrchu vozovky

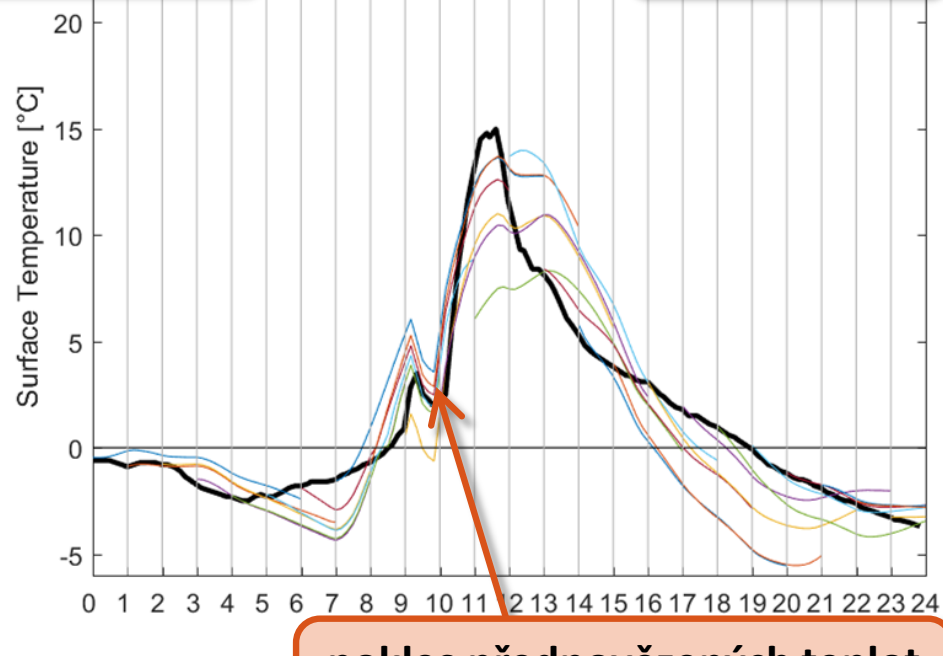
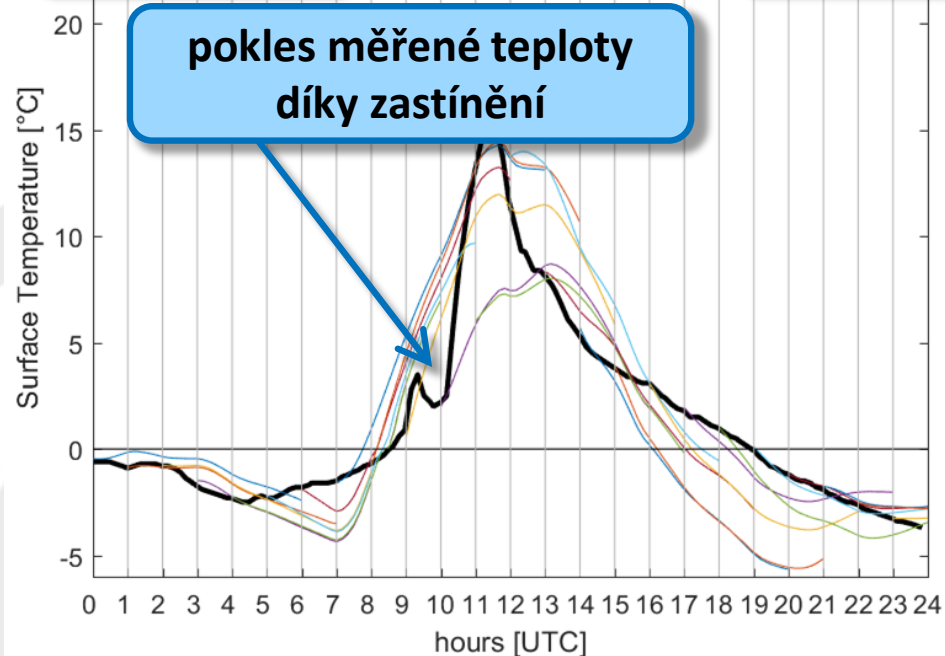
Úsek Mezitunely

Příklad stanice ovlivněné zastíněním

A918

13. 2. 2018

A918



**pokles předpovězených teplot
díky zastínění**

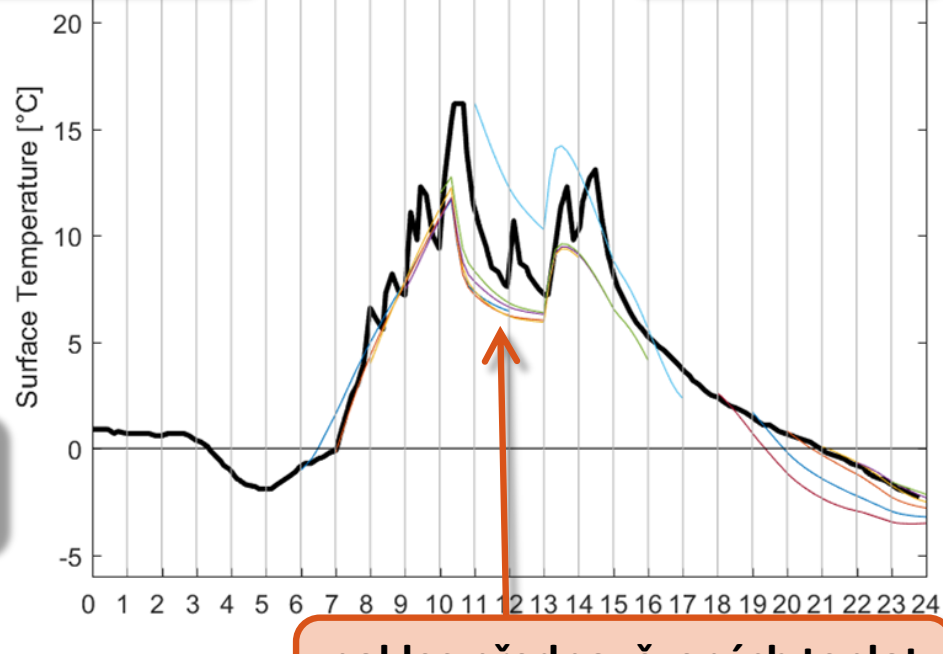
Úsek Mezitunely

Příklad stanice ovlivněné zastíněním

A918

31. 3. 2018

A918



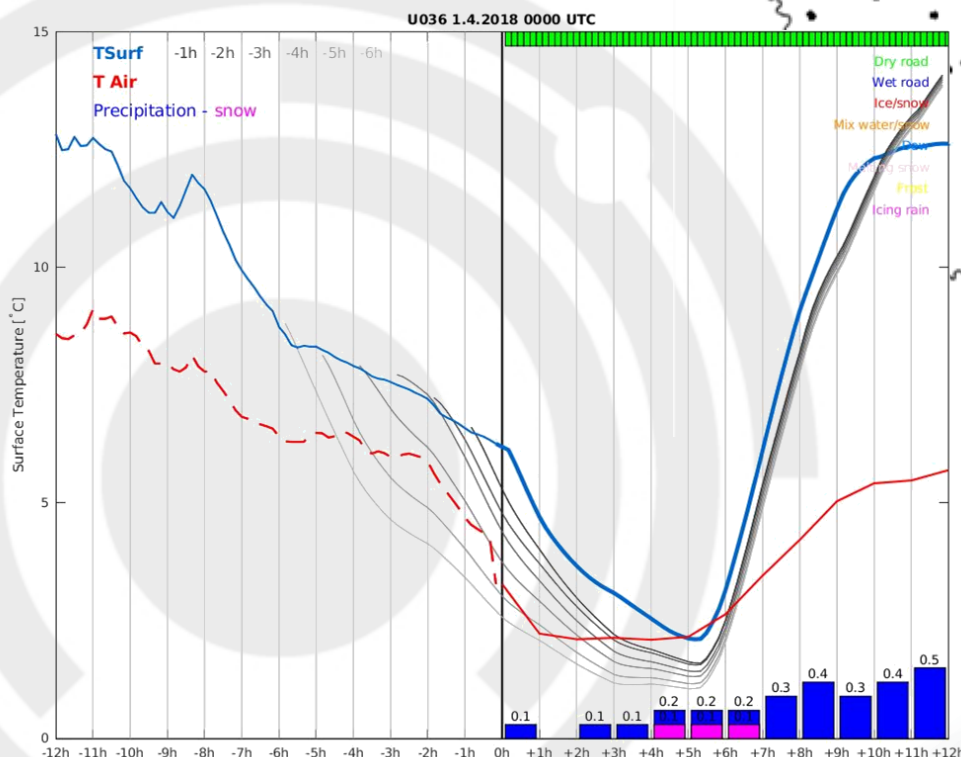
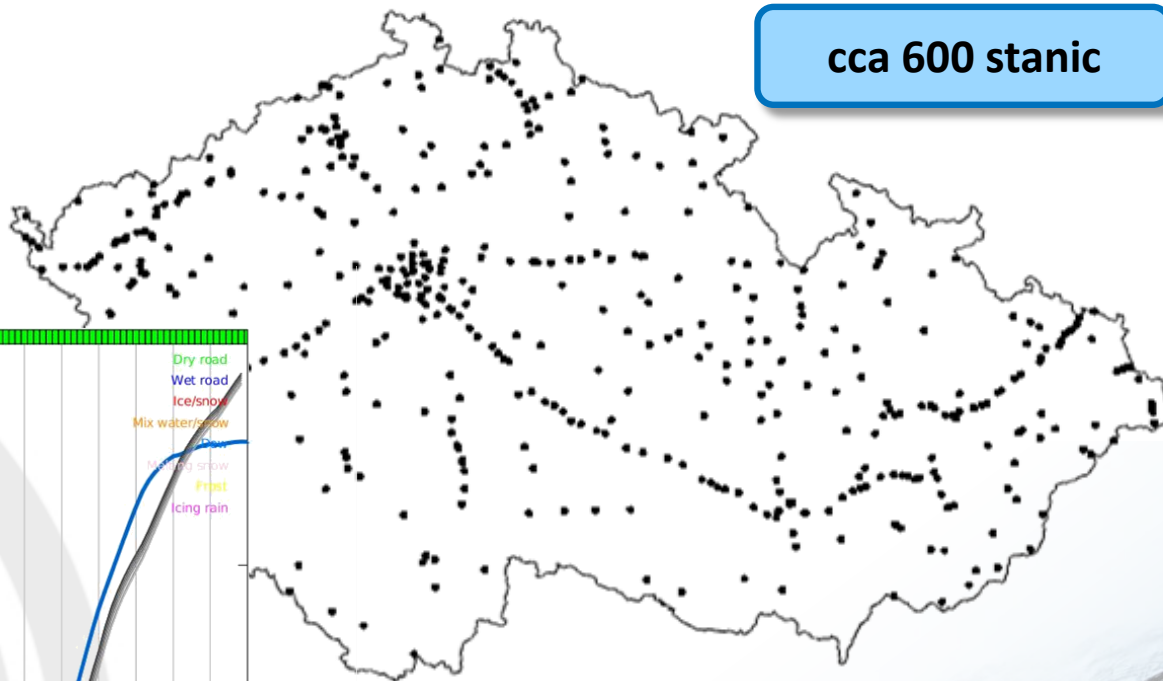




Stanice ŘSD ČR

Bodová předpověď stavu a teploty povrchu silnic

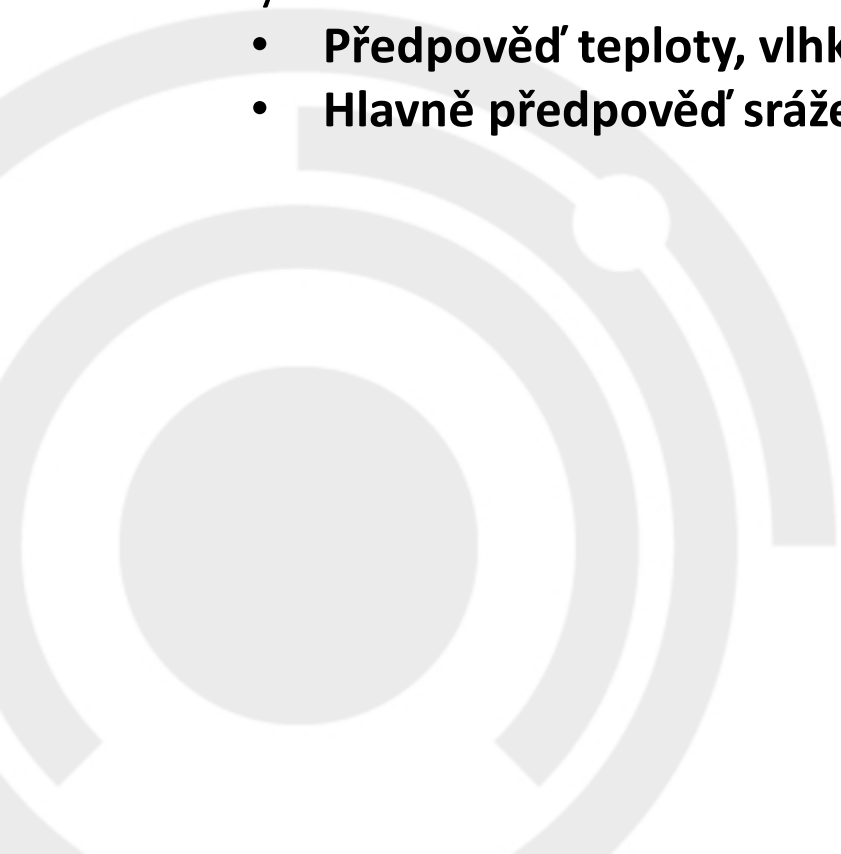
cca 600 stanic



Ensemblová předpověď

Kvantifikace nejistoty předpovědi stavu a teploty povrchu silnice

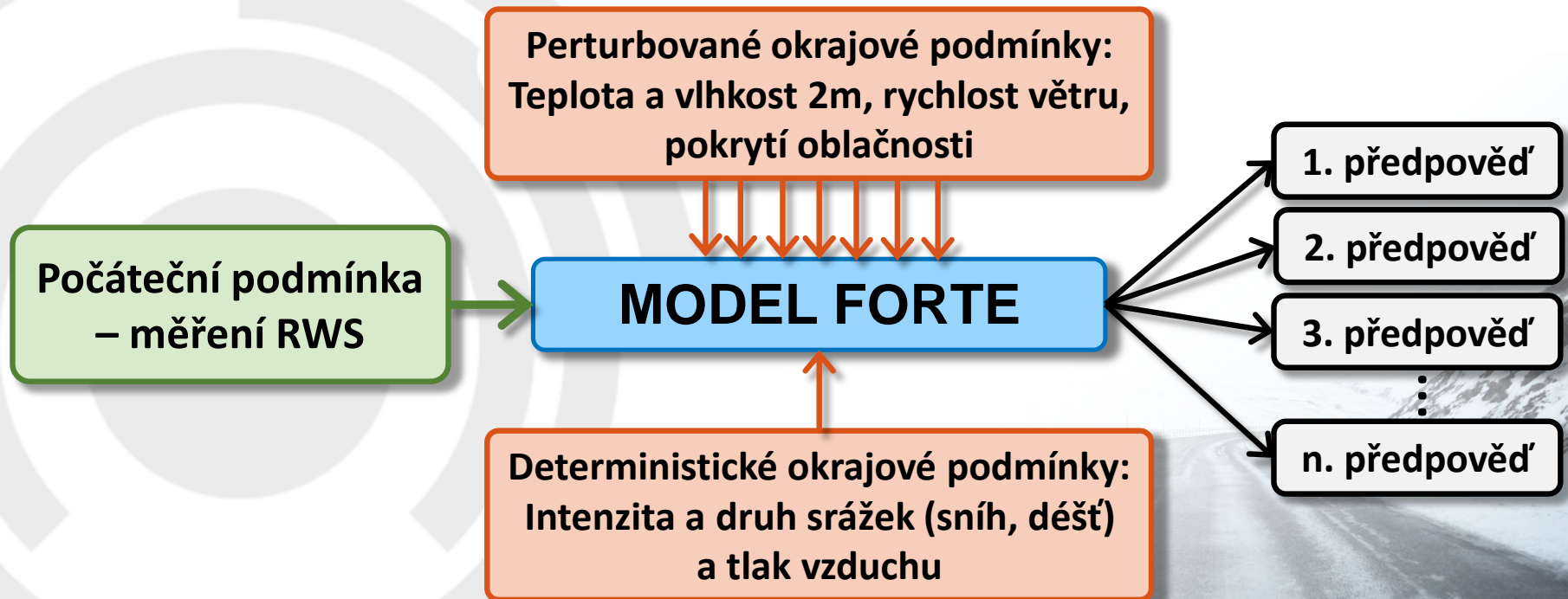
- Statistický popis nejistoty deterministické předpovědi
- Nejistota pramení **z modelu** a/nebo **z určení okrajových podmínek**
- Vysoká citlivost modelu FORTE na **okrajové podmínky**
 - **Předpověď teploty, vlhkosti, větru**
 - **Hlavně předpověď srážek a radiačních toků – oblačnosti!**



Ensemblová předpověď

Kvantifikace nejistoty předpovědi stavu a teploty povrchu silnice

- Statistický popis nejistoty deterministické předpovědi (základní předpovědi)
- Nejistota pramení **z modelu** a/nebo **z určení okrajových podmínek**
- Vysoká citlivost modelu FORTE na **okrajové podmínky**
 - Předpověď **teploty, vlhkosti, větru**
 - Hlavně předpověď srážek a radiačních toků – **oblačnosti!**



Silniční předpovědi

Předpověď teploty a stavu povrchu silnic pro Prahu a pro stanice ŘSD ČR

Aplikace:

- model FORTE úspěšně vyvinut a aplikován pro účely bodové i liniové předpovědi teploty a stavu povrchu vozovek
- od roku 2015 nové zkušenosti s byrokracií ČR
- od roku 2016 a úředníky magistrátu v oblasti Prahy
 - obě předpovědi na **CHM0**, paralelně na **UTA**

Výzkum:

- ensembleový přístup – první aplikace v rámci předpovědí teploty povrchu (Sokol et al., 2017)
- využití ensambleu předpovědí (COSMO-LEPS, COSMO-CZ-EPS)
- vliv zastínění, sky-view faktor
- do budoucna – zapojení družicových dat – **velký vliv oblačnosti**

Předpověď teploty a stavu povrchu silnic v zimním období

