

Nový superpočítač a model ALADIN v číslech

- V květnu 2018 byla v ČHMÚ zprovozněna plná konfigurace nového superpočítače NEC série LX s architekturou x86 a operačním systémem Linux.
- Celý počítač je spravován řídícím serverem, který je z důvodu vysoké dostupnosti a bezpečnosti zdvojen;
- Pro náročné výpočty je k dispozici 320 výpočetních uzlů. Tyto uzly jsou integrovány po čtyřech do šasi typu NEC HPC1812Rg-2;
- Jeden výpočetní uzel obsahuje dvě centrální procesorové jednotky (CPU), které mají přístup ke sdílené paměti uzlu o kapacitě 64 Gbytes. Každá CPU obsahuje 12 jader;
- Výpočetní uzly jsou propojeny vysokorychlostní sítí Infiniband EDR o kapacitě 100 Gb/s;
- Pro doplňkové výpočty, správu zdrojových kódů a další drobnější úlohy slouží další 2 podpůrné servery;
- Vysokorychlostní diskové úložiště má kapacitu 1 144 Tbytes, je sdíleno všemi uzly/servery počítače a umožňuje paralelní čtení a zápis o rychlosti 30 Gbytes za sekundu.

Výkon počítače

Teoretický špičkový výkon se určuje jako součin:

$P = N * S * C * FI * SW * F$
N = počet uzlů
S = počet patic (CPU)
C = počet jader
FI = flops (počet operací v plovoucí čárce)
na cyklus (skalární)
SW = šířka SIMD
F = frekvence

Systém ČHMÚ s dvoupaticovými uzly s čipy E5-2680v4 má výkon:

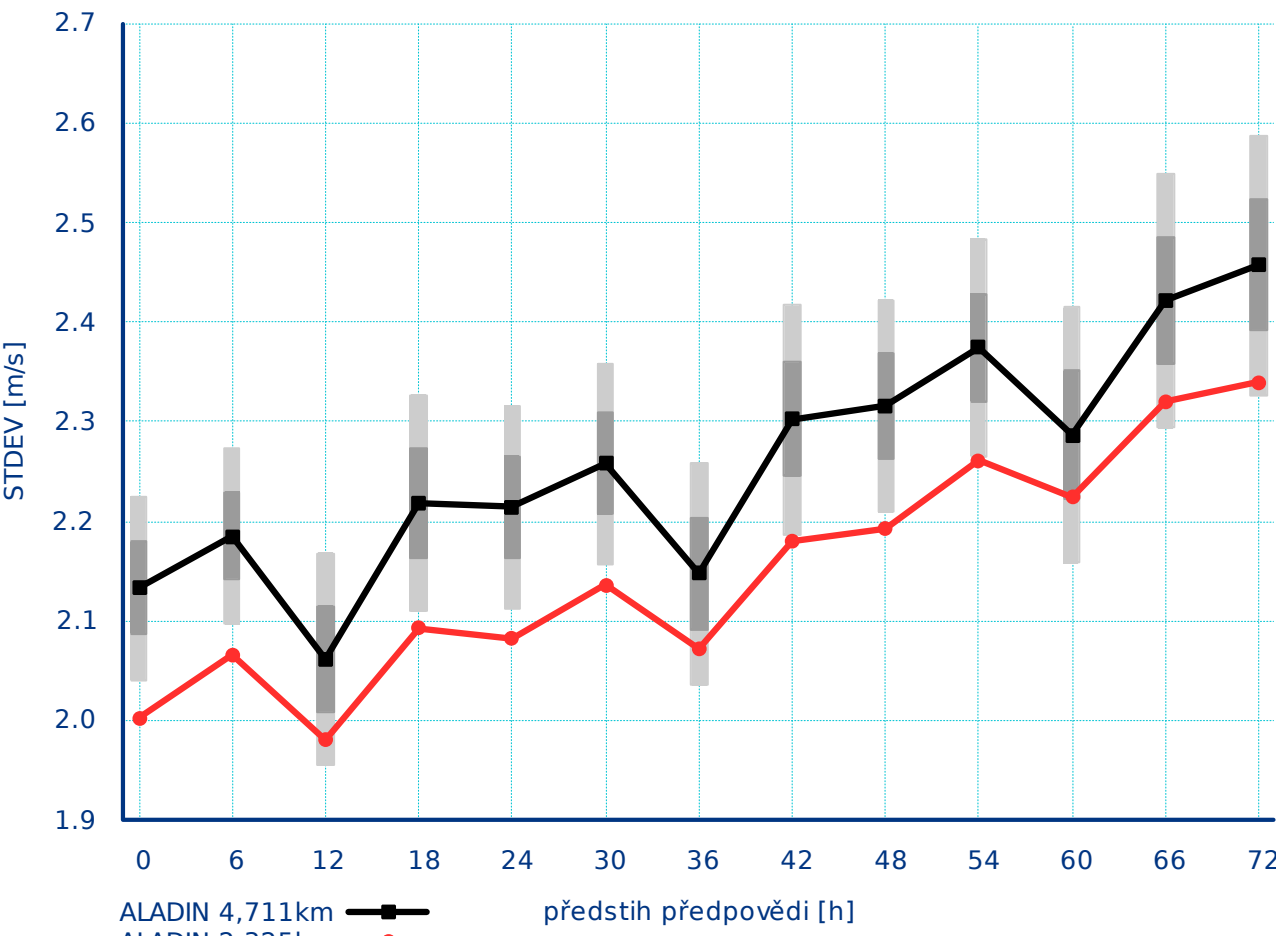
P = 270,3 Teraflops
N = 320
S = 2
C = 12
FI = 4
SW = 4 (vektorové rozšíření AVX2)
F = 2,2 GHz

Pohled na zadní stranu uspořádání šasi s výpočetními uzly při instalaci a prvních technických testech.

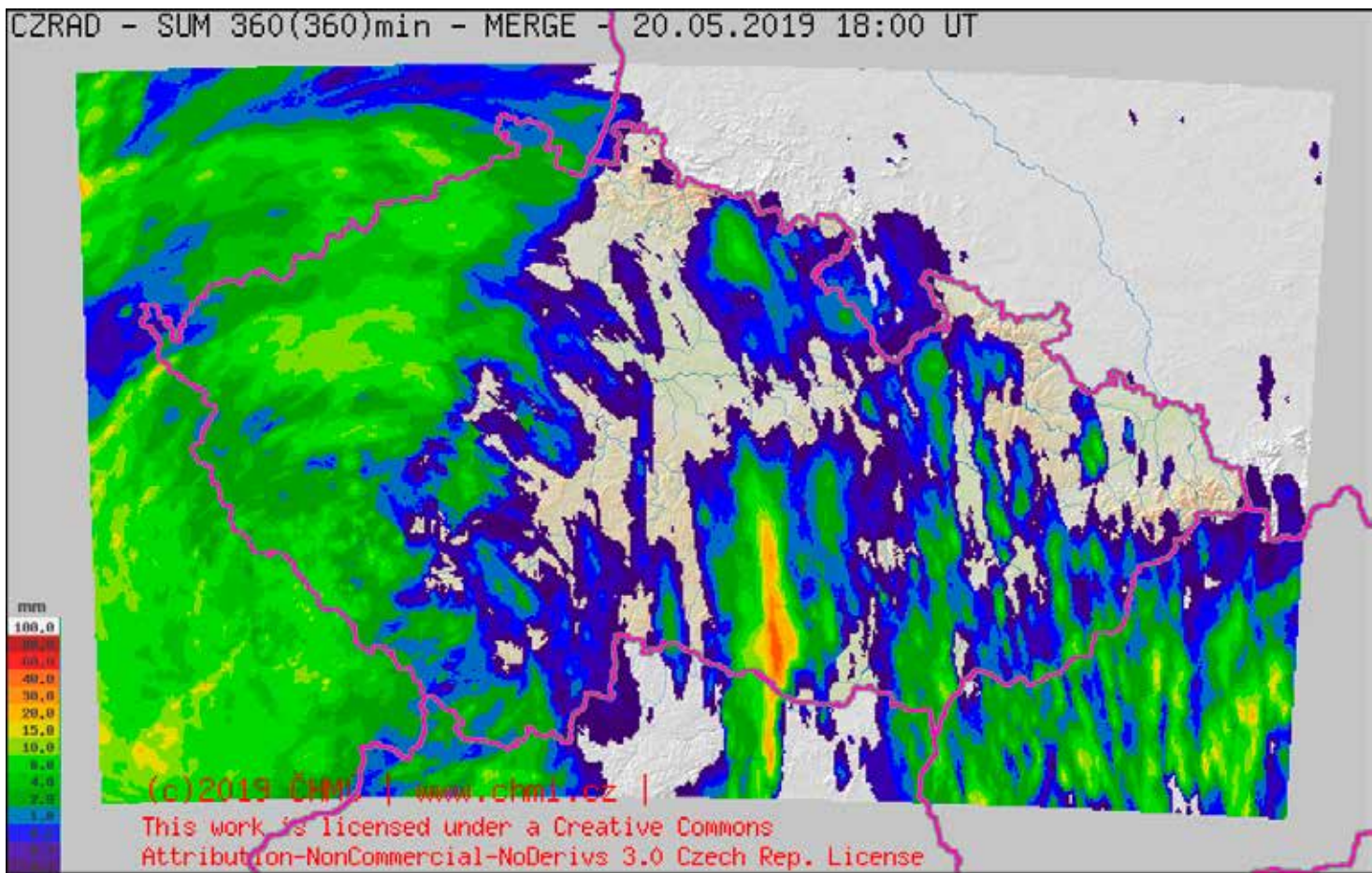


ALADIN ve vysokém rozlišení – početní nároky a ukázky výsledků

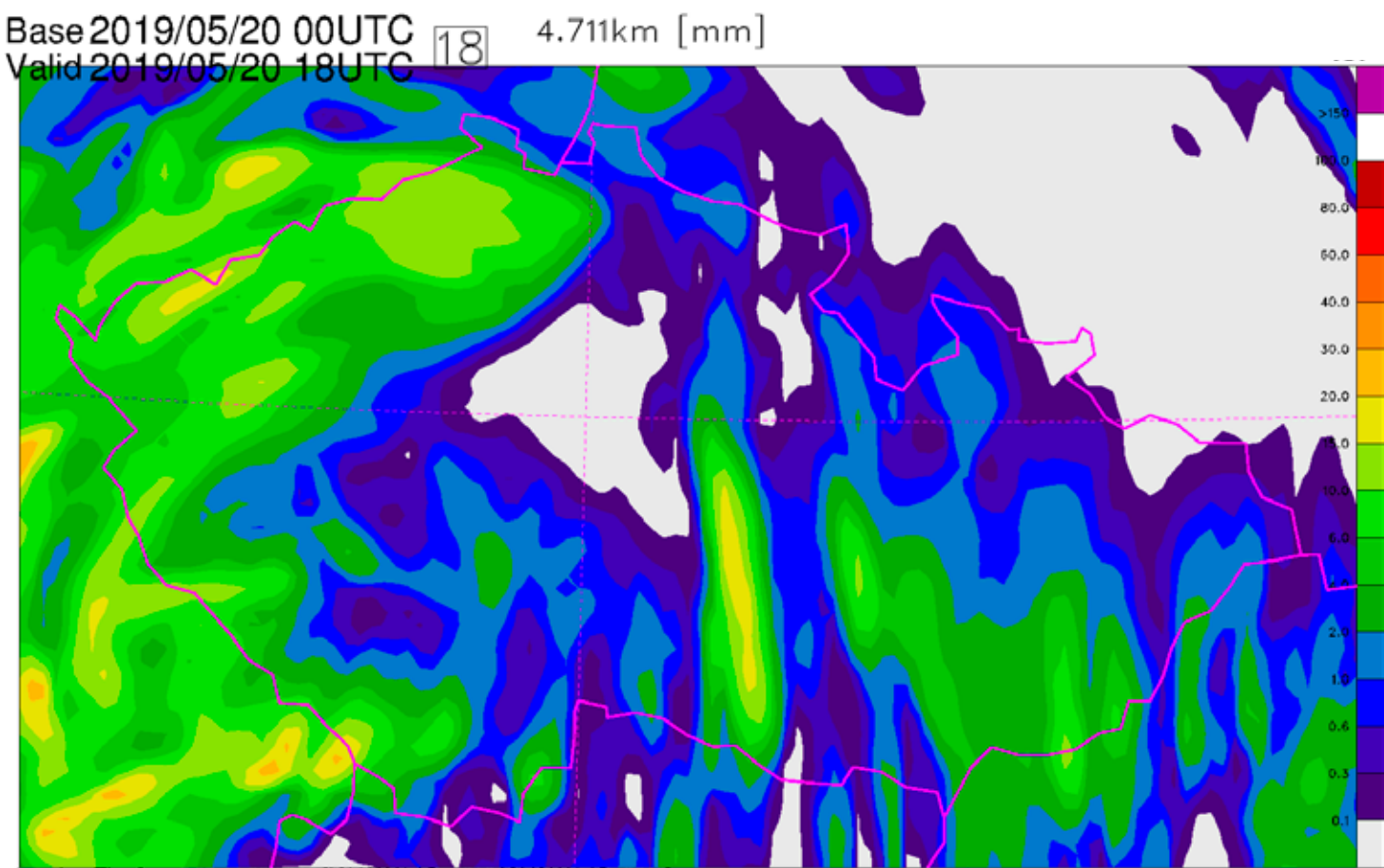
- Pro provoz modelu je důležitý udržení výkon počítače, měřený pomocí tzv. benchmarku. Udržení výkon počítače je pro meteorologickou úlohu obecně mnohem nižší než teoretický, u skalárních architektur jde o jednotky procent.
- Ve vysokém rozlišení 2,3 km má výpočetní síť modelu v horizontále 1 069 x 853 bodů. Spolu s 87 vertikálními hladinami je ve výpočetní oblasti téměř **80 milionů bodů**.
- Časový krok modelu musí být z důvodu numerické stability výpočtu proporcionálně zkrácen vůči horizontálnímu rozlišení. Činí 90 sekund. Pro uskutečnění předpovědi na 72 hodin je tak potřeba spočítat **2 880 integračních kroků**.
- Při přechodu na vysoké rozlišení došlo též ke kvalitativnímu posunu modelu. ALADIN explicitně popisuje nehydrostatickou dynamiku atmosféry. Tím se zvýšil počet operací a nároky na rychlost počítače.



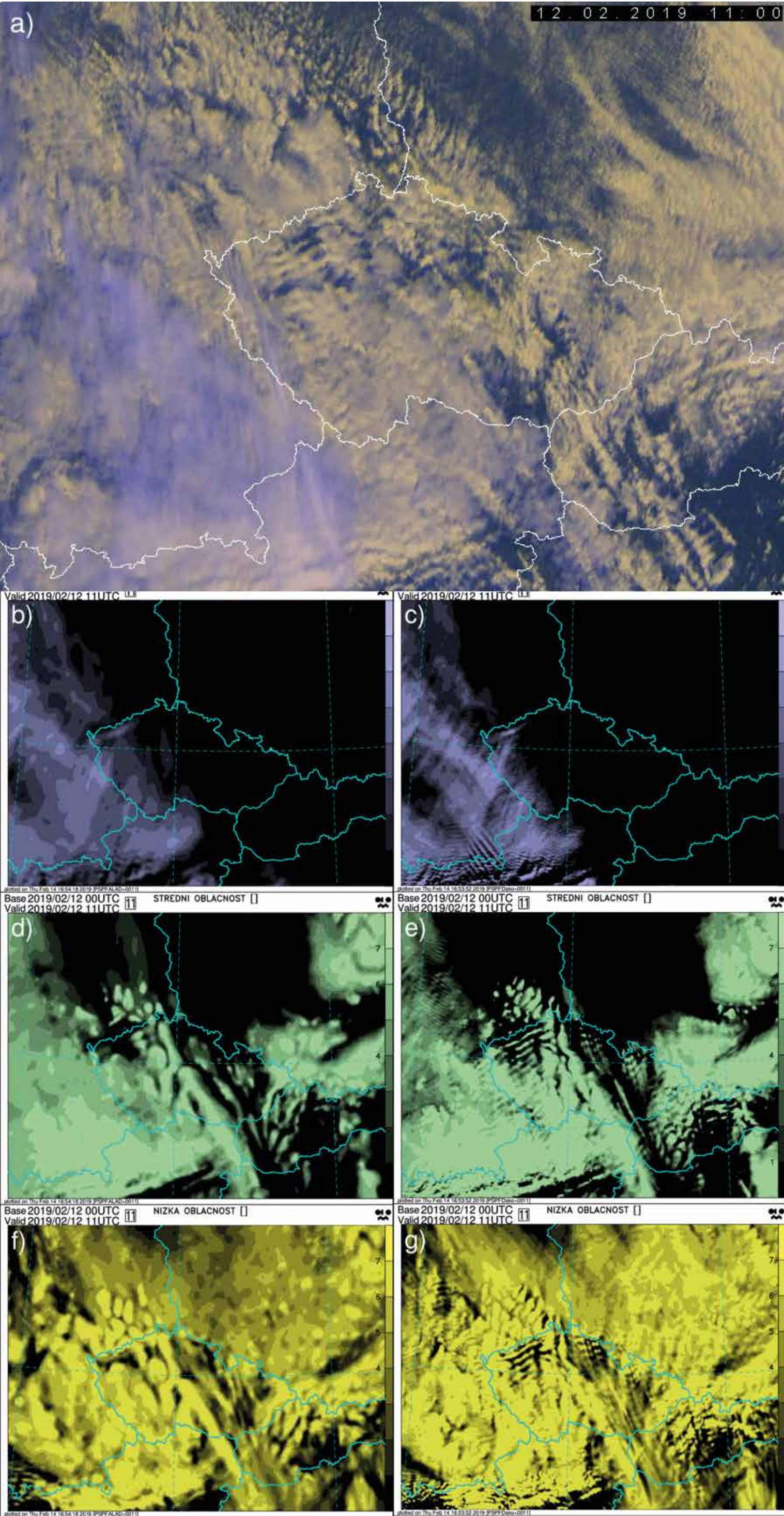
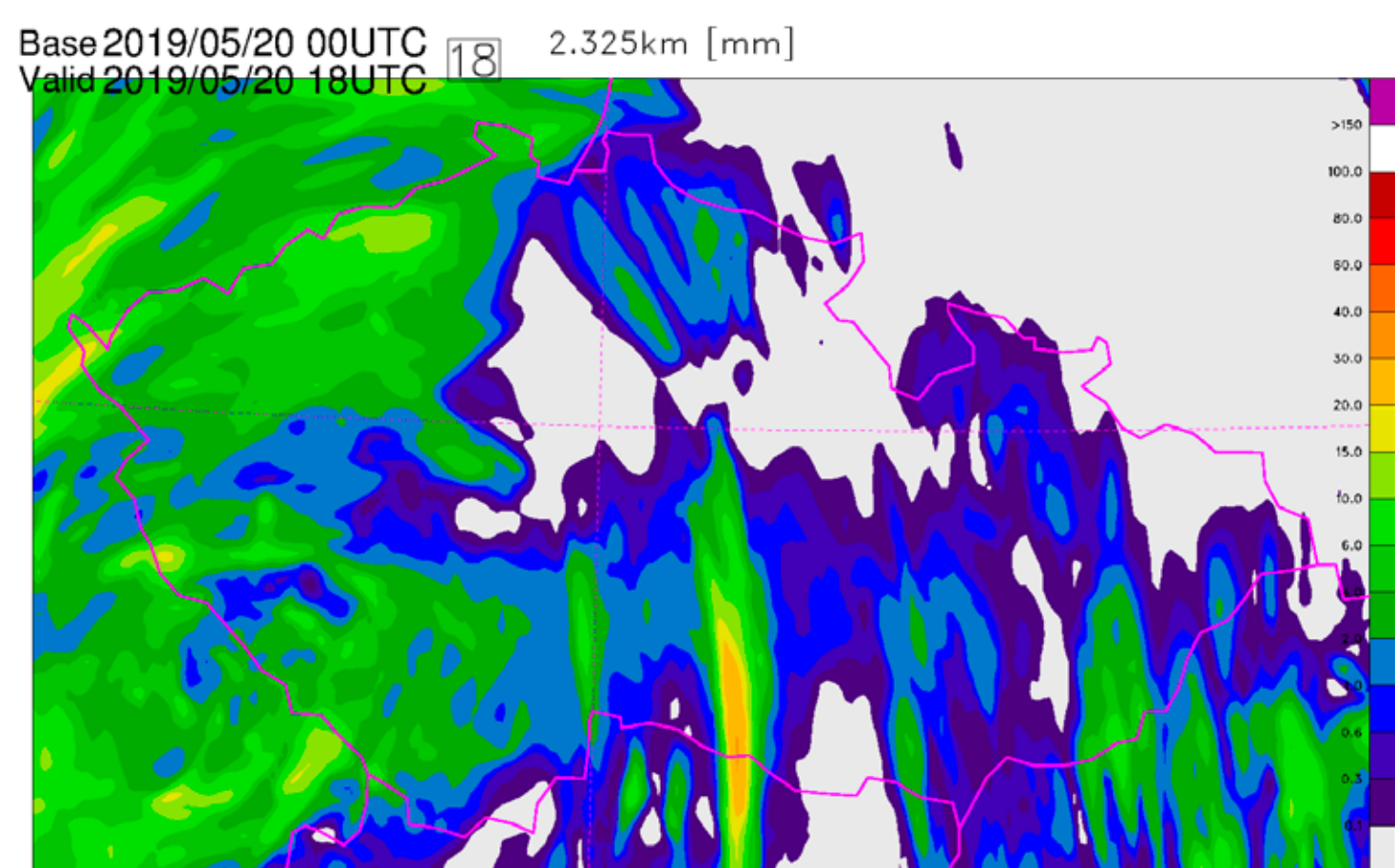
Ukázka verifikace předpovědi: náhodná chyba předpovědi rychlosti větru. Černé jsou výsledky modelu v rozlišení 4,7 km a červené jsou výsledky nové verze modelu v rozlišení 2,3 km. Statistický význam zlepšení modelu dokládají též intervaly spolehlivosti 68% (tmavé obdélníky) a 95% (světlé obdélníky).



Naměřený úhrn srážek získaný kombinací radarových a staničních pozorování.



Předpověď 6h-úhrnu srážek modelem ALADIN dne 20. 5. 2019 z 0 h UTC na odpoledne od 12 h do 18 h UTC v rozlišení 4,7 km (vlevo) a 2,3 km (vpravo).



Ukázka nehydrostatických vln na oblačnosti – a) satelitní snímek; b), d) a f) předpověď vysoké, střední a nízké oblačnosti modelem v rozlišení 4,7 km; c), e) a g) předpověď vysoké, střední a nízké oblačnosti modelem v rozlišení 2,3 km.