

# Stable Diffusion Playground

robotic frog weather forecast

Generate image



Jan Hrach

<https://jenda.hrach.eu/>

METEOPRESS

# C-BAND SOLID-STATE RADAR



Meteopress is proud to introduce a fully solid-state GaN C-Band radar product line. It features **Dual-Polarisation**, **Doppler**, and **3D volumetric scanning**.

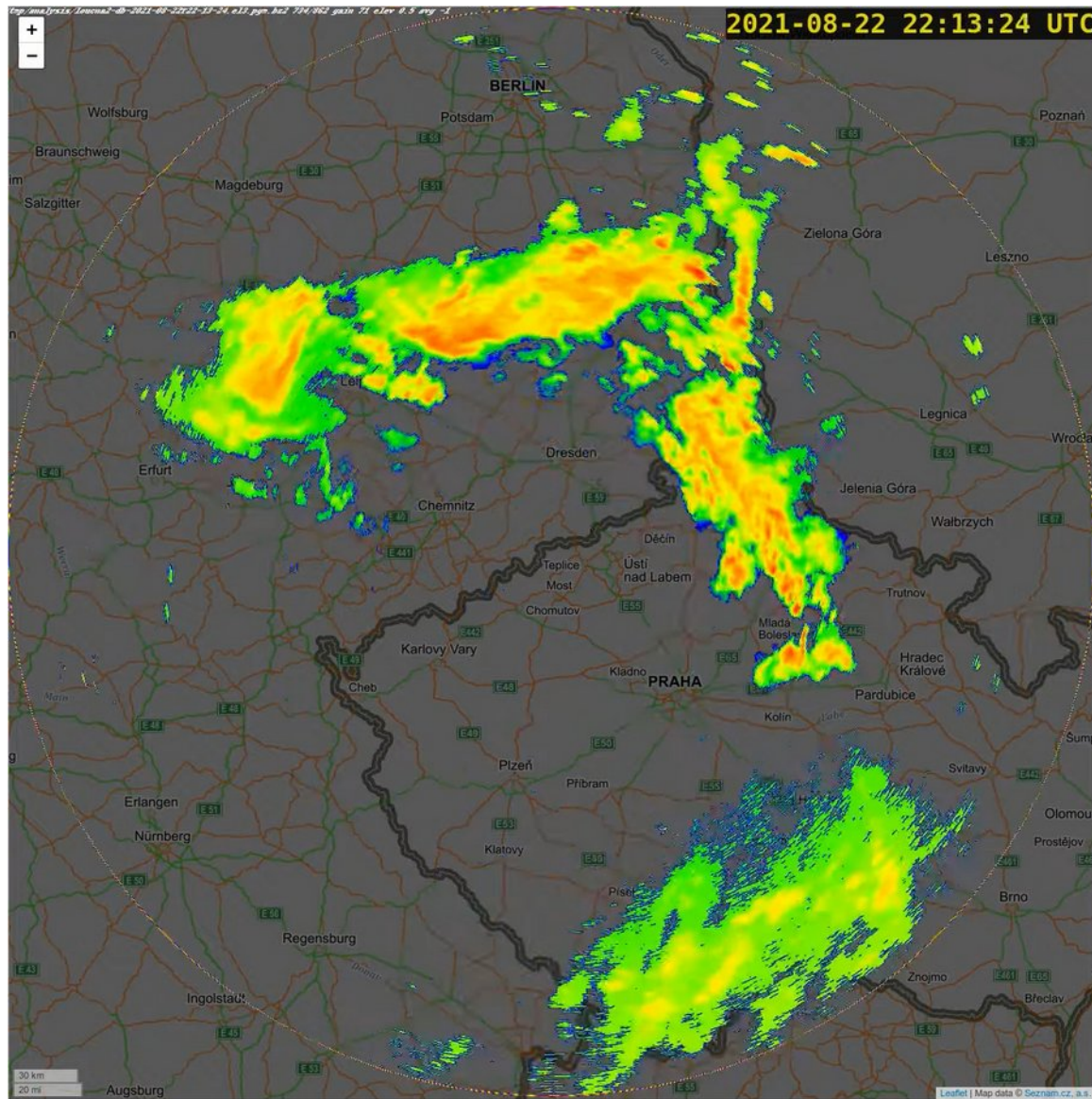
SW Based Radar

Solid-State GaN

Dual-Polarisation & Doppler

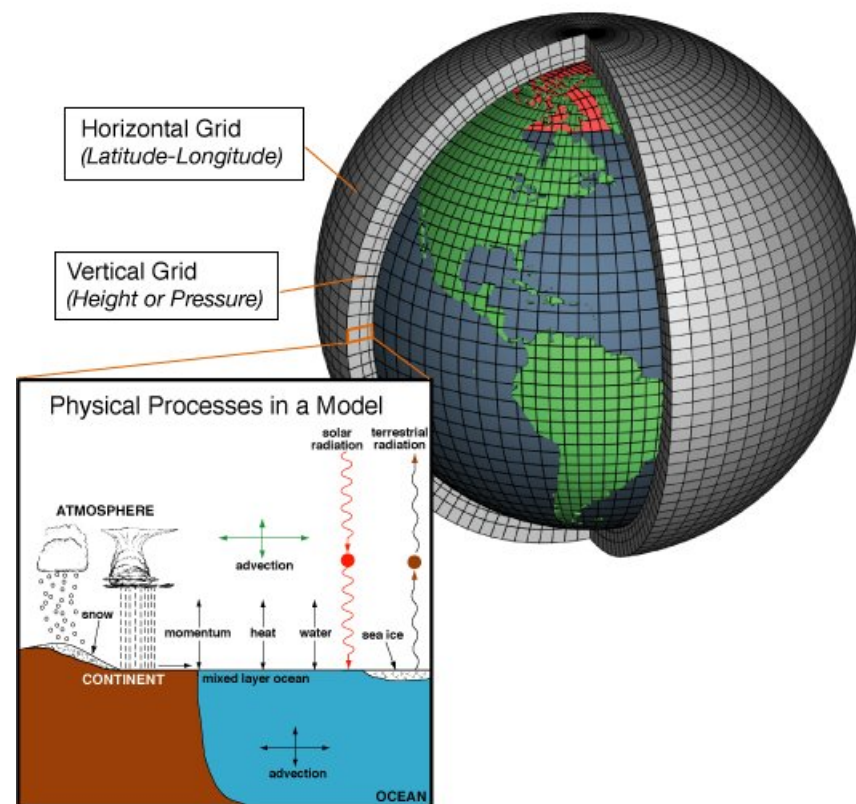
3D Scanning

Easy to install, light and rigid structure, ultra low life-cycle costs thanks to advanced GaN solid-state power amplifiers operating in C-Band frequency range, COTS components and fully remote autonomous operation.



# Numerický model

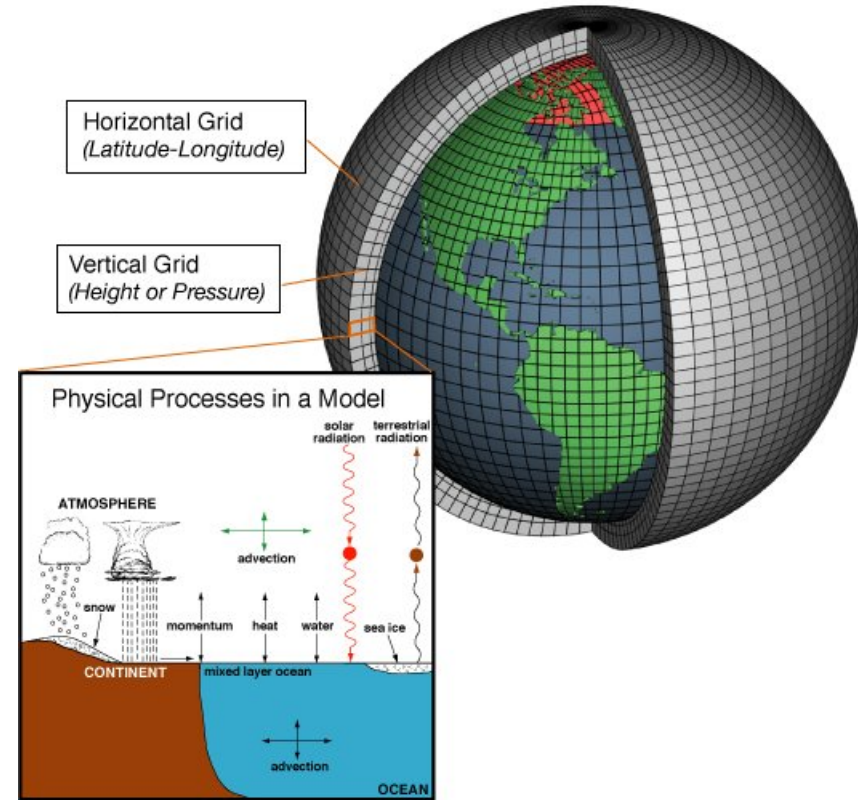
- NWP, Numerical weather prediction
- „Fyzikální simulátor“
- Diskretizace prostoru (kostičky, n-stěny)
  - doména modelu (globální, regionální)
- Inicializace aktuálním stavem
- Evoluce stavu (simulace) metodou konečných prvků (FEM/FDM)



[https://en.wikipedia.org/wiki/Numerical\\_weather\\_prediction](https://en.wikipedia.org/wiki/Numerical_weather_prediction)

# Hodnoty v kostičkách

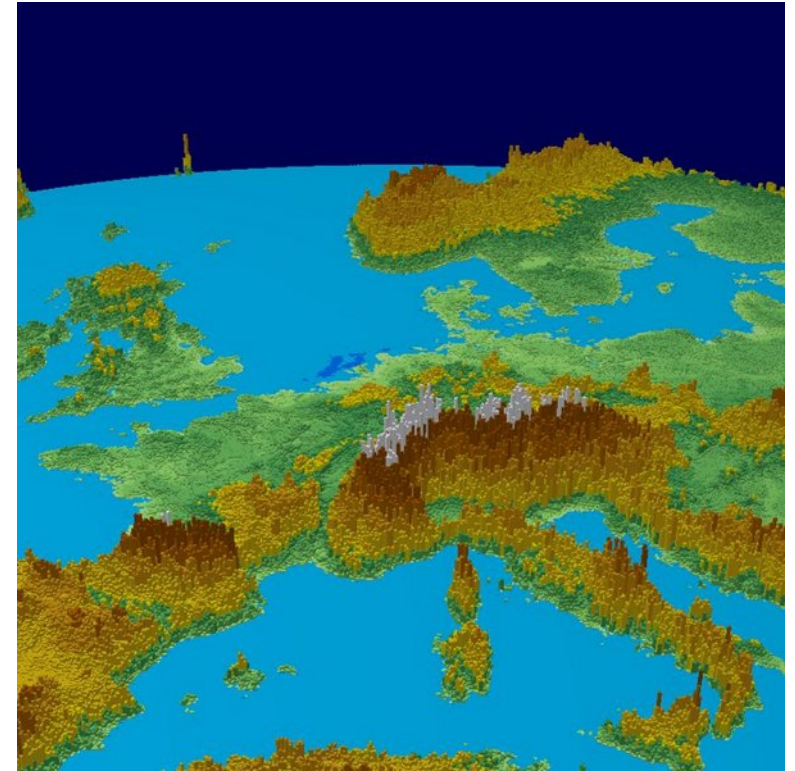
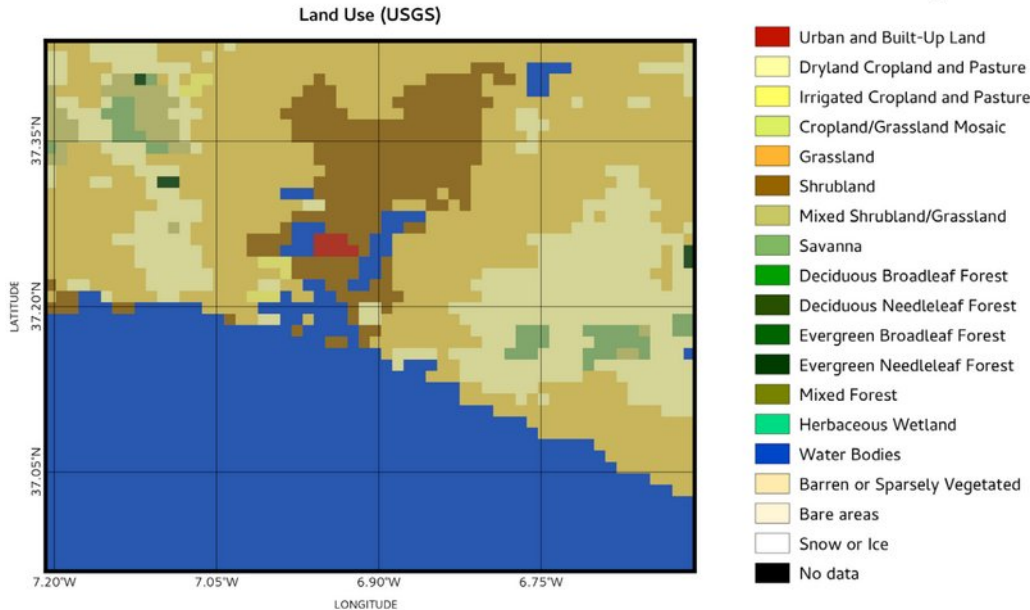
- Teplota, vlhkost vzduchu, směr a rychlost větru
- Kondenzace, podchlazení (supercooled liquid)
- Půdní vlhkost, dostupný výpar
- Parametrizace: věci co jsou menší než buňka
  - bouřkové mraky
  - tornáda



[https://en.wikipedia.org/wiki/Numerical\\_weather\\_prediction](https://en.wikipedia.org/wiki/Numerical_weather_prediction)

# Další parametry

- Land use, orografie (nadmořská výška/hory)



- Nemusí být reálné!
  - alternativní předpověď „jak by ovlivnilo počasí kdyby“
    - se udělala přehrada (<https://prehrada.hrach.eu/>)
    - se postavila elektrárna
    - se vypustilo do atmosféry X gigatun CO<sub>2</sub>

[https://file.scirp.org/pdf/ACS\\_2016042911473822.pdf](https://file.scirp.org/pdf/ACS_2016042911473822.pdf)

[https://www.dwd.de/EN/research/weatherforecasting/num\\_modelling/01\\_num\\_weather\\_prediction\\_modells/icon\\_description.html](https://www.dwd.de/EN/research/weatherforecasting/num_modelling/01_num_weather_prediction_modells/icon_description.html)

# Provoz simulace

- Časový krok (timestep)
- Pro každou buňku a její sousedy:
- Fouká vítr → parametry buněk se odlijí ve směru větru
- Vítr přes hory → jde nahoru/do boku/zarazí se
- Ohřívání povrchu:
  - spočítej polohu Slunce na obloze
  - ověř: nad buňkou nejsou mraky → Slunce svítí
  - zvyš teplotu vzduchu v buňce nad povrchem
  - aktualizuj buňky ve sloupci nad ní (ohřátý vzduch stoupá)
- a spousta dalších fyzikálních procesů (déšť, odpařování vody, tání sněhu)
- timestep++



Richardson's Forecast factory

# Kritéria konvergence (stability)

- Časový krok vs. velikost buňky vs. rychlost větru
- Rozlišení 2x2 km, max. rychlost větru 200 km/h → limit 36 sekund
- Kvalita simulace → nutnost jemnějšího kroku
- Adaptivní timestep
  - ale předpověď má někdy deadline (tisk novin, vysílání v televizi)



# Výpočetní náročnost

- Bounding box ČR: 600 x 300 km x 20 výškových hladin
- 2km rozlišení
- 1 M voxelů
- 100 parametrů na voxel
- Timestep 10 sekund
- Předpověď na 2 dny = 20k timestepů
- 10 operací na update parametru
- $1M * 100 * 20k * 10 = 20 T$  operací
- 3 hodiny @ 2GHz
- Více jader, ale bottleneck: propustnost paměti, nelokální operace, model se nejvejde do L2 cache

# Výpočetní složitost

- 2km nepodchytí osamocené kopce, úzká údolí kde se drží mlha
- Rozlišení na povrchu:  $O(n^2)$
- Nutnost jemnějších výškových hladin cca.  $O(\sqrt{n})$
- Nutnost jemnějšího timestepu:  $O(n)$
  
- →  $O(n^3)$  až  $O(n^4)$  v rozlišení!
- limit regionálních modelů 1-2 km
- limit globálních modelů 20 km

# Asimilace dat

- Jak získat „počáteční stav“
  - teploměry, radary, satelity, balóny
- Jak držet model v souladu s realitou
  - lokální diskontinuita
- 3D a 4D (back in time) asimilace, nudging
- model spin up time

# Využití modelů

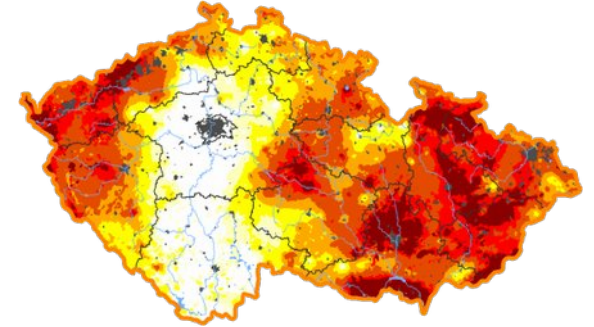
- Počasí i tam kde není naměřeno (vč. výšek – routování letadel, šíření znečištění, šíření jaderného spadu)
- Historické reanalýzy <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/reanalysis-datasets/era5>

# Showcase

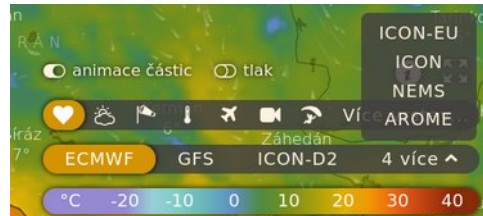
- Predikce letu balónu <https://github.com/jonsowman/cusf-standalone-predictor>
  - predikce jaderného spadu



- Intersucho <https://www.intersucho.cz/>



- Windy



# Modely

- Globální:
  - GFS
  - ECMWF (IFS)
  - ICON
  - ARPEGE
- Regionální:
  - Aladin (ČHMÚ)
  - <http://flymet.meteopress.cz/>

# Vlastní model

- WRF <https://github.com/wrf-model/WRF>
  - Fortran ;)
- UEMS <https://strc.comet.ucar.edu/software/uems/>
- Stažení GFS/ICON
- Naplnění vlastního simulátoru s vyšším rozlišením

# Ensemble

- Přesnost a stabilita předpovědi
- Drobné změny počátečního stavu a fyzikálních rovnic
- Efekt motýlích křídel
- Řádově desítky běhů



# Nowcasting

- Modely: velké objekty („tlaková výše nad Azory“), předpověď na 1-14 dní
- Nowcasting: teď (interpolace beam blockage) až +5 hodin
  - objekty 1 km
- Dynamické jevy (bouřky)
- Model má spin-up time
- Optické metody, neuronové sítě
  - naivně nad obrázkem z radaru, lépe s extra daty (orografie, model, satelit)
- Nowcasting deště
- Nowcasting nebezpečných jevů (kroupy)
  - MeteoAlert
- Nowcasting satelitu (oblačnost)
  - solární elektrárny

# Vyhodnocování předpovědi

- Byznysová rozhodnutí
  - Model globální free, model koupený, nowcasting, trénování nowcastingu
  - Editace živým meteorologem, výběr modelu na dnešek meteorologem/programem
- „Jednoduchá teplota“
  - (-1°C vs. 1°C) vs. (13°C vs. 15°C)
  - „studená fronta přišla o 3 hodiny později“ (typický výsledek modelu)
- Gold data
  - teploměry přeměřují, radary nevidí za horizont, fitování modelu na data nebo reanalýzy
  - kroupy... scraping sociálních sítí
- Farmář, cyklista, důl, větrná elektrárna, pilot – úplně jiné požadavky
- Meteoindexy
  - index schnutí prádla =  $f(\text{srážky, teplota, vítr})$
- Cena false positive/false negative
- Metodika, bodový systém
- „it's complicated“

# Reklama

*Pauza na večeři*

**19:30  
až  
21:00**

Biologie očima programátora  
*Kiki Prokopová*

Parametrizované algoritmy  
*Martin Koreček*

Zpracování rádiových  
signálů na počítači  
*Jan Hrach*