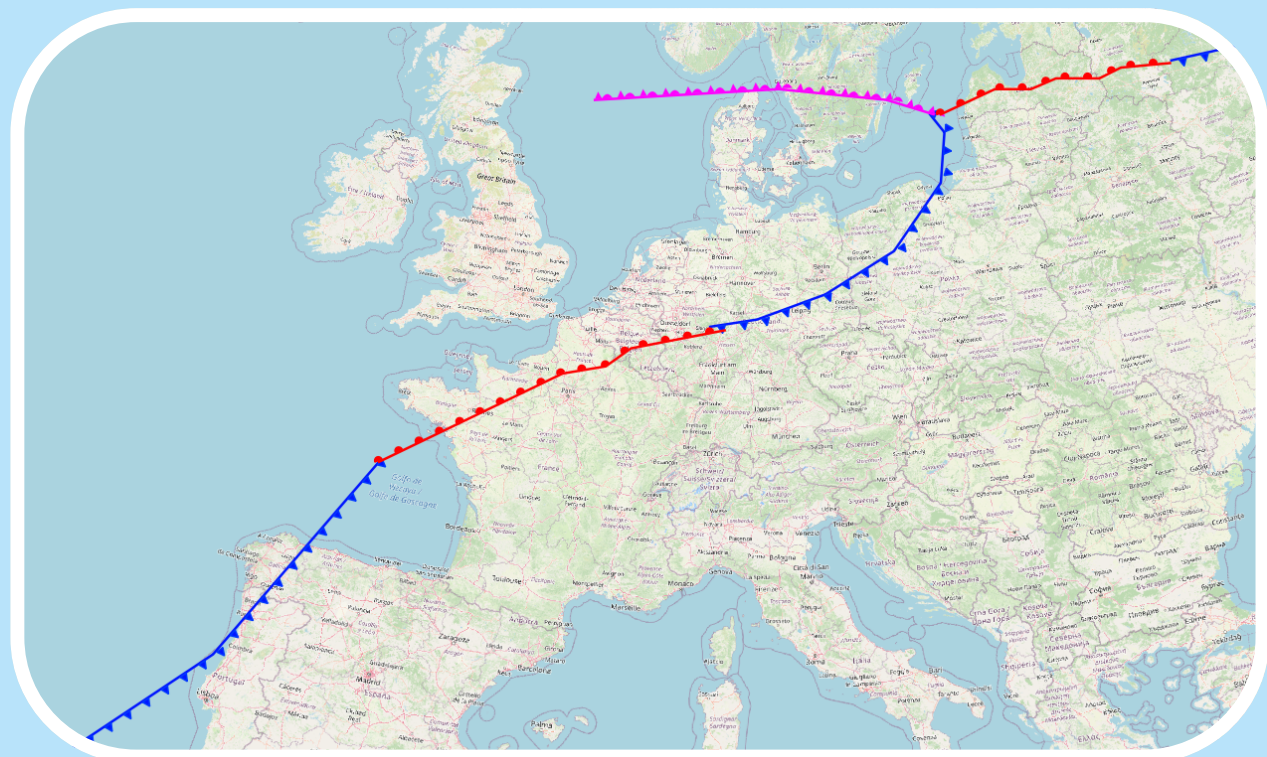


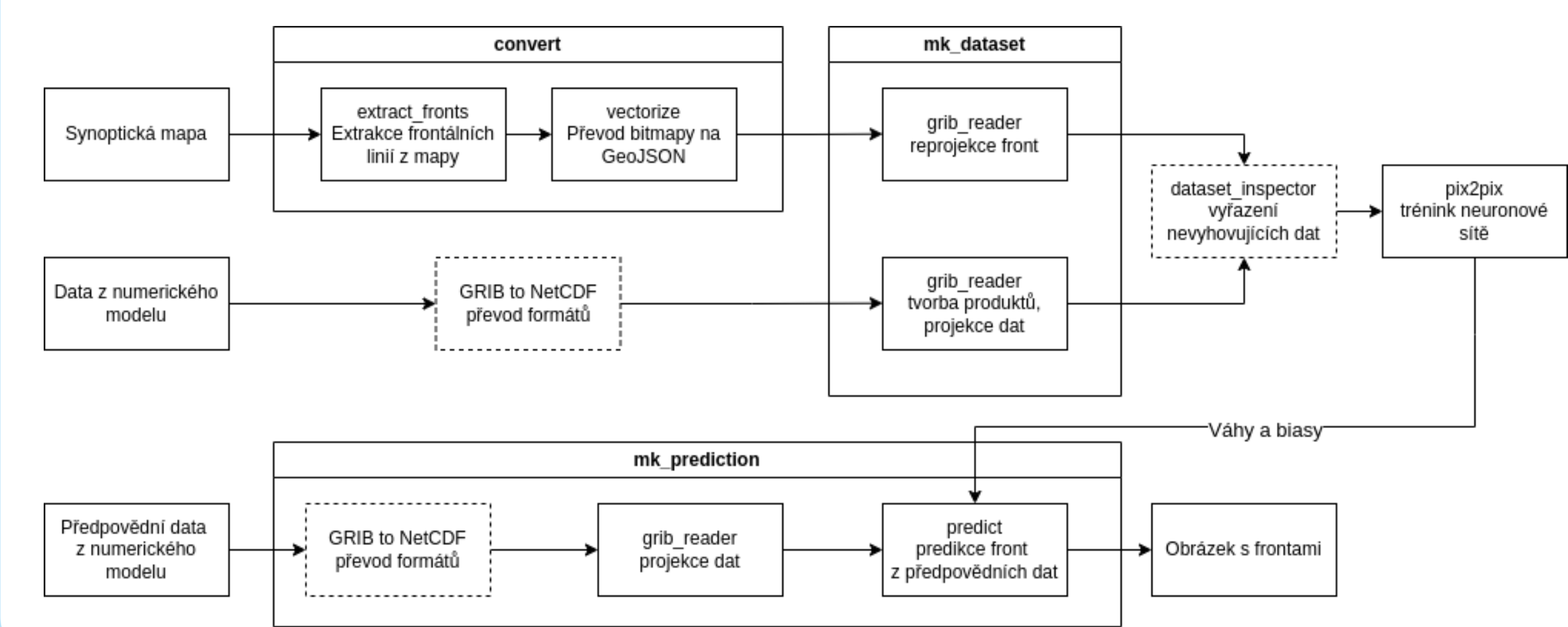
Frontanim – otevřený systém pro predikci atmosférických front

Pavel Pernička



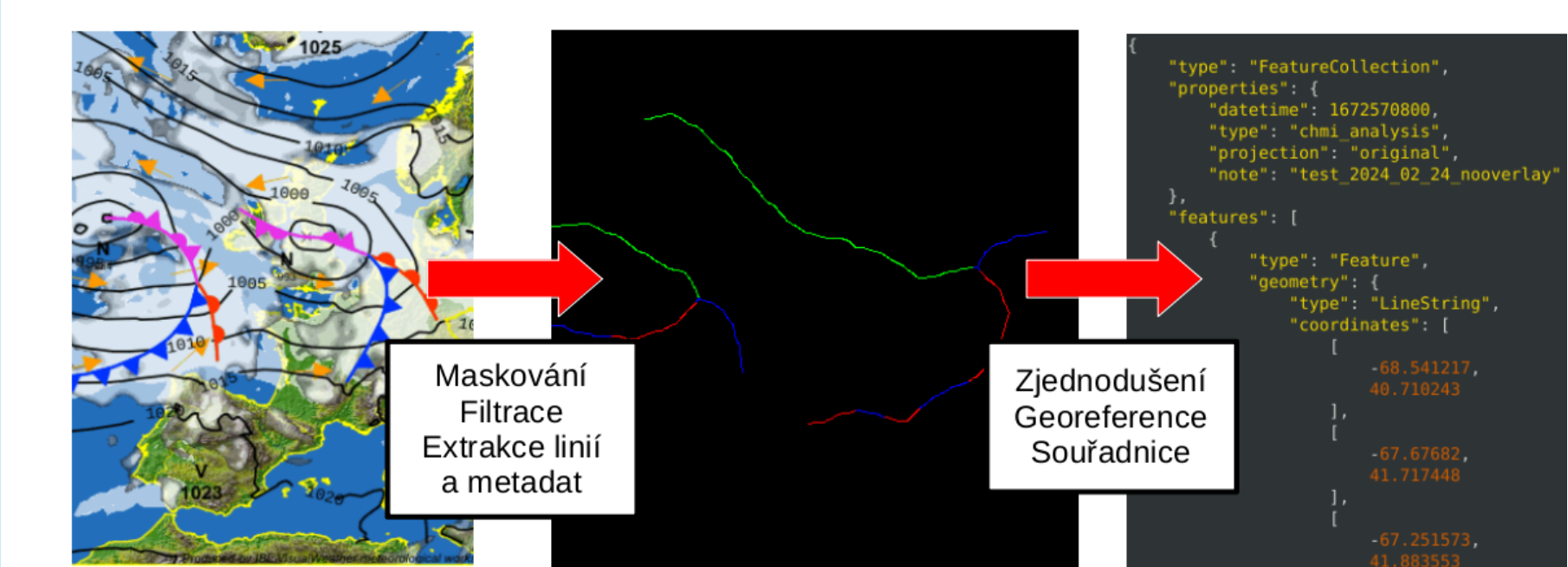
Tento projekt slouží k automatickému stanovení místa výskytu linie atmosférických front, které v meteorologii značí místa na rozmezí rozdílných vzduchových hmot a mohou se zde vyskytovat nebezpečné jevy. Cílem je, aby software z libovolného vstupu dat z numerických předpovědních modelů (např. ECMWF, ICON a GFS) vytvořil znázornění těchto synoptických útvarů. K tomuto účelu byly použity metody strojového vidění, zpracování meteorologických dat a strojového učení.

Schéma řetězce softwarových komponent



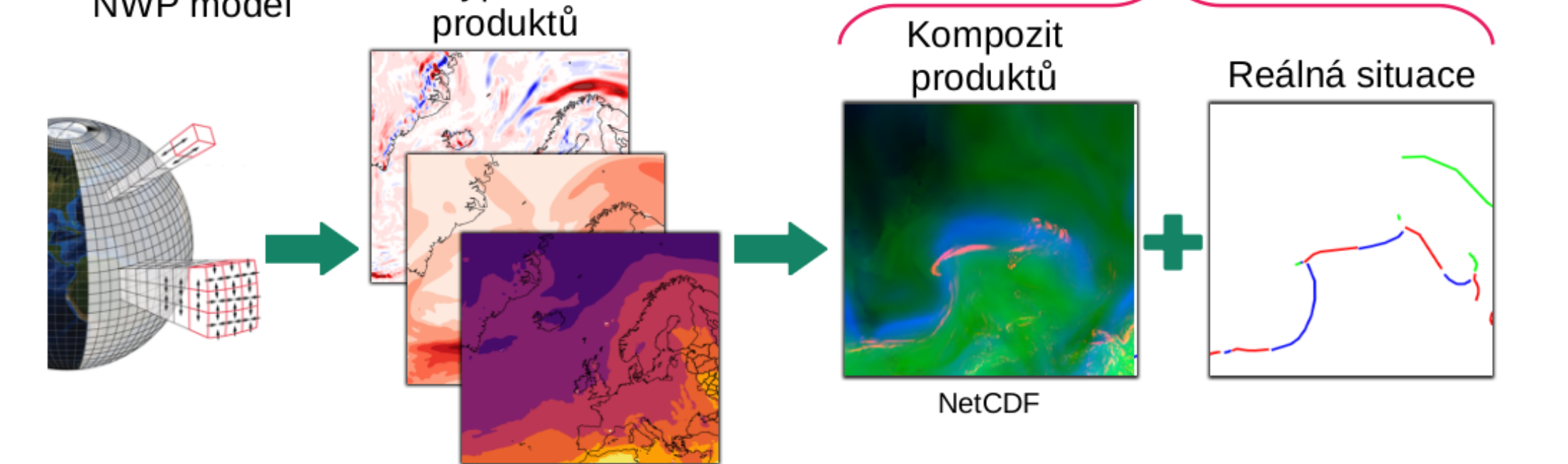
Software je inspirován filozofií systému UNIX, proto je složen z většího množství samostatně funkčních utilit. Systém pracuje ve dvou fázích – trénovací a produkční. V trénovací jde o zpracování meteorologických dat a situací za účelem vytvoření datasetu pro následný trénink neuronové sítě. V produkční fázi je využit vytrénovaný model pro predikci na základě aktuálních dat.

Vstup reálné situace – analýza syn. situace



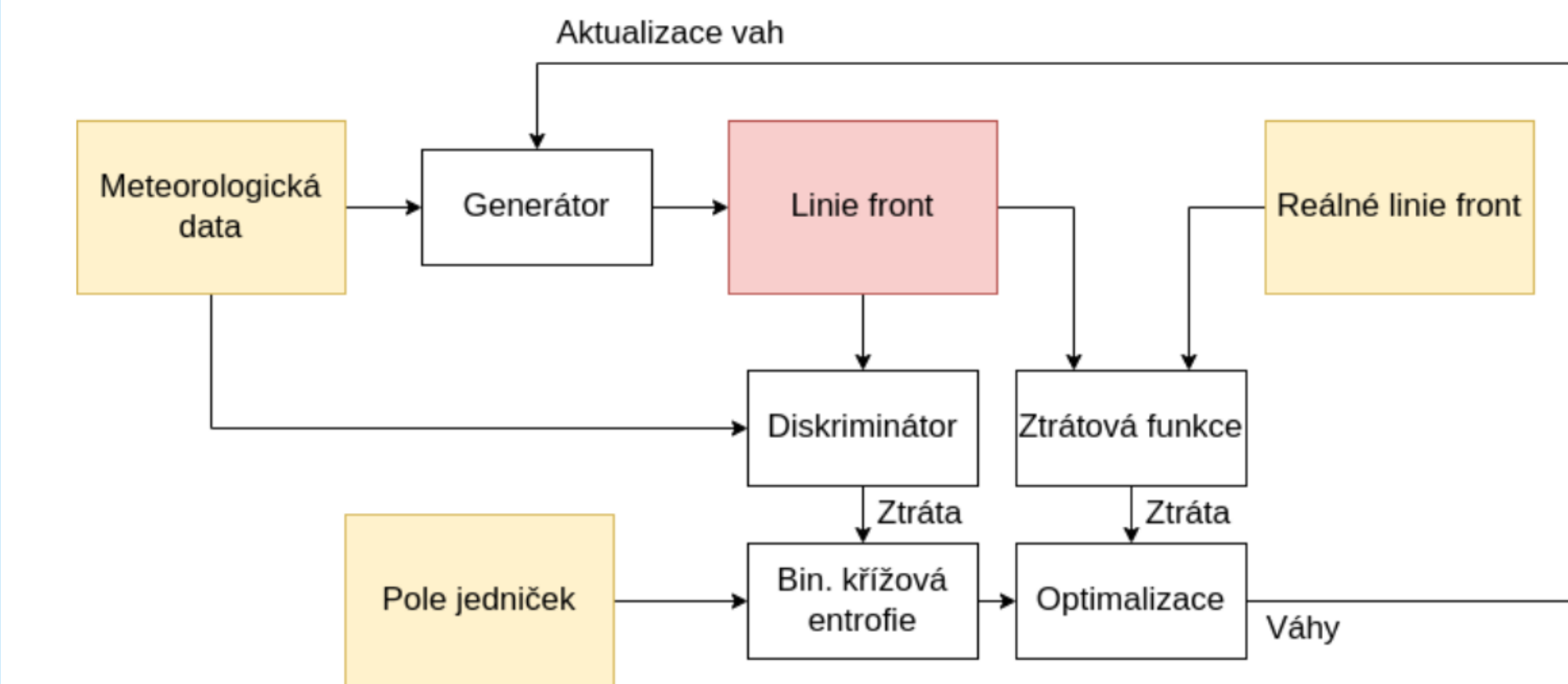
Vstup pozemní pravdy je extrahován z obrázků synoptické situace, které nejsou strojově čitelné

Vstup meteorologických dat



Data o počasí jsou získána z velkých numerických modelů a jsou zpracována do produktů, které indikují výskyt front. Tato data jsou následně spárována s nejbližší manuálně vyhodnocenou situací.

pix2pix GAN



V práci je použit koncept neuronové sítě pix2pix. Jedná se o generativní adversariální neuronovou síť složenou ze dvou konvolučních neuronových sítí – generátoru a diskriminátoru, které se snaží při tréninku navzájem překonávat.

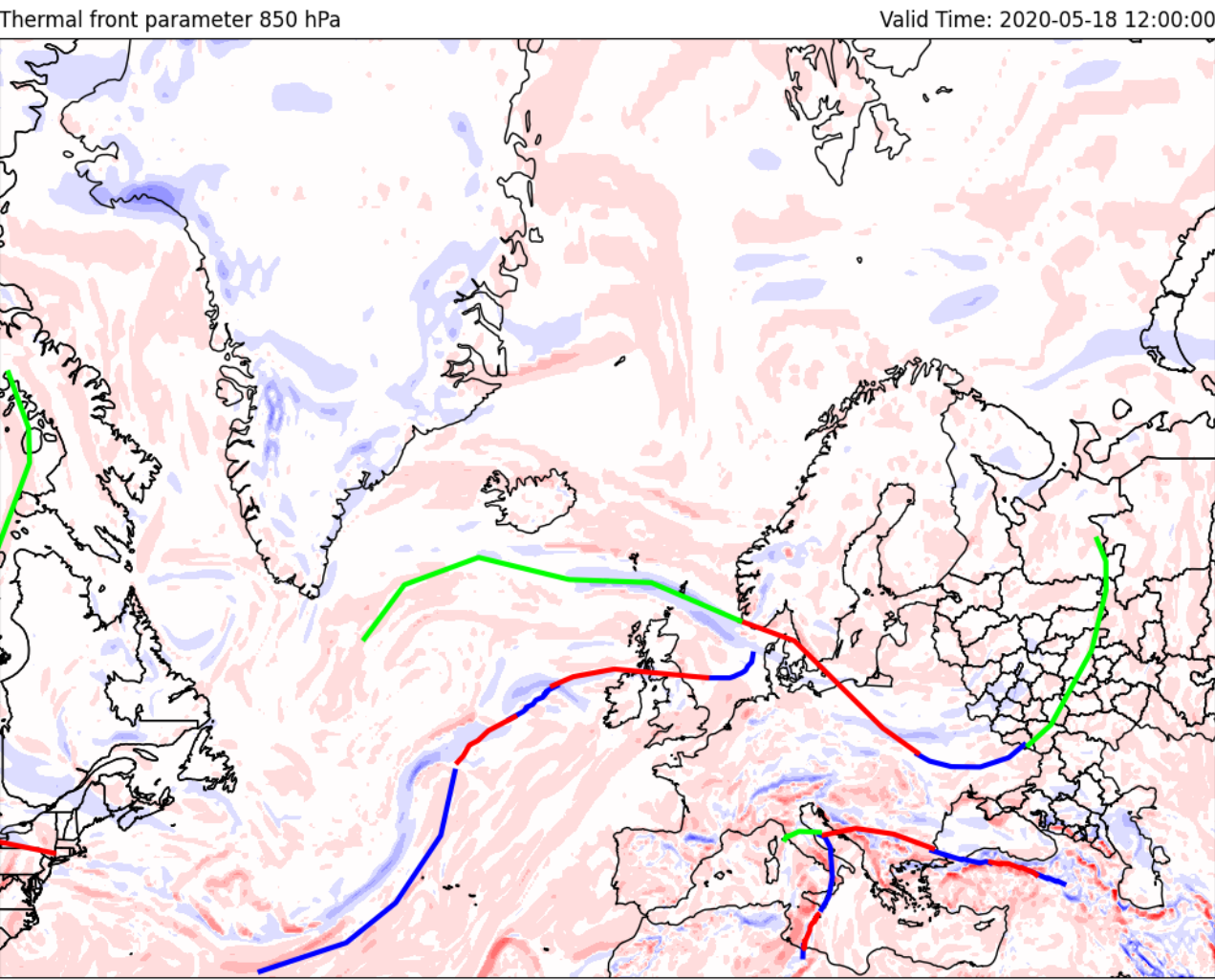
Úspěšnost

Prvek	BIAS	POD	FAR
Studená fronta	0,88	0,60	0,33
Teplá fronta	0,92	0,62	0,33
Okluzní fronta	0,89	0,69	0,22
Všechny typy	0,90	0,65	0,28

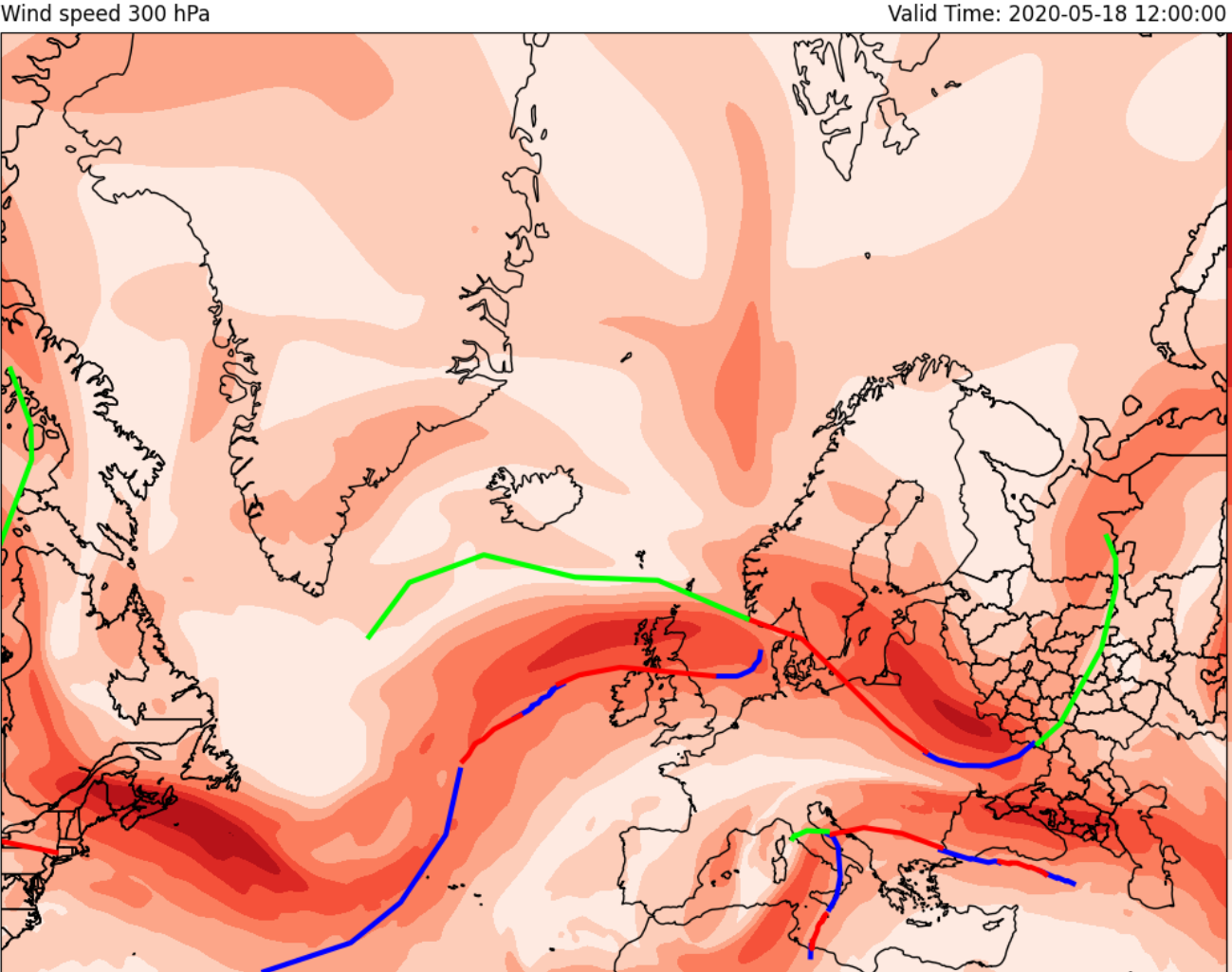
Pro vyhodnocení úspěšnosti natrénovaného modelu se používá oddělený balík vybraných situací. Z těchto dat se produkují frontální linie, které se podle hausdorffovy vzdálenosti dělí na kategorie HIT, MISS a FALSE ALARM. Dle těchto kategorií jsou vypočítána verifikační kritéria.

Ukazatele výskytu atmosférických front

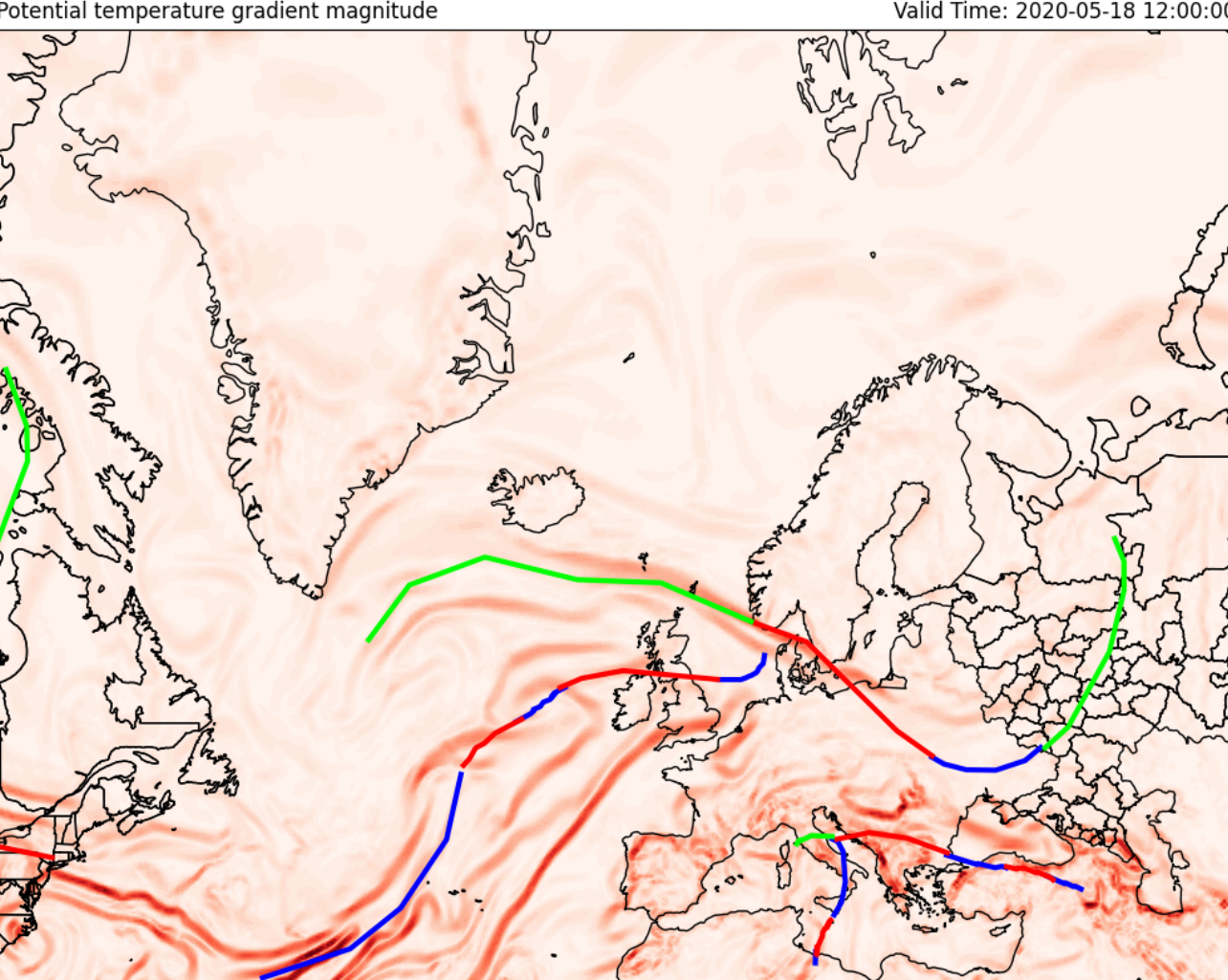
Termální frontální parametr – TFP



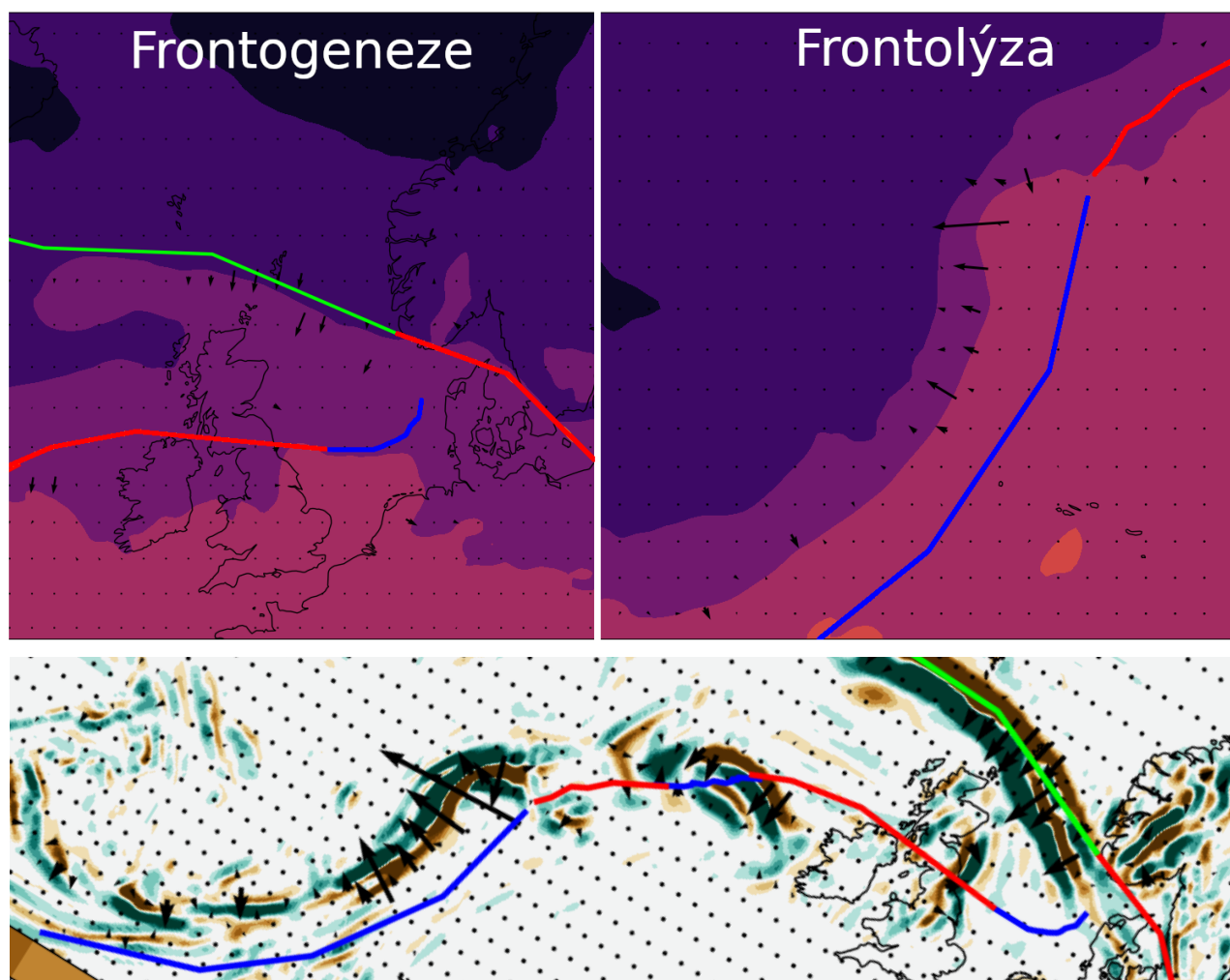
Jet stream – proudění ve výšce 300 hPa



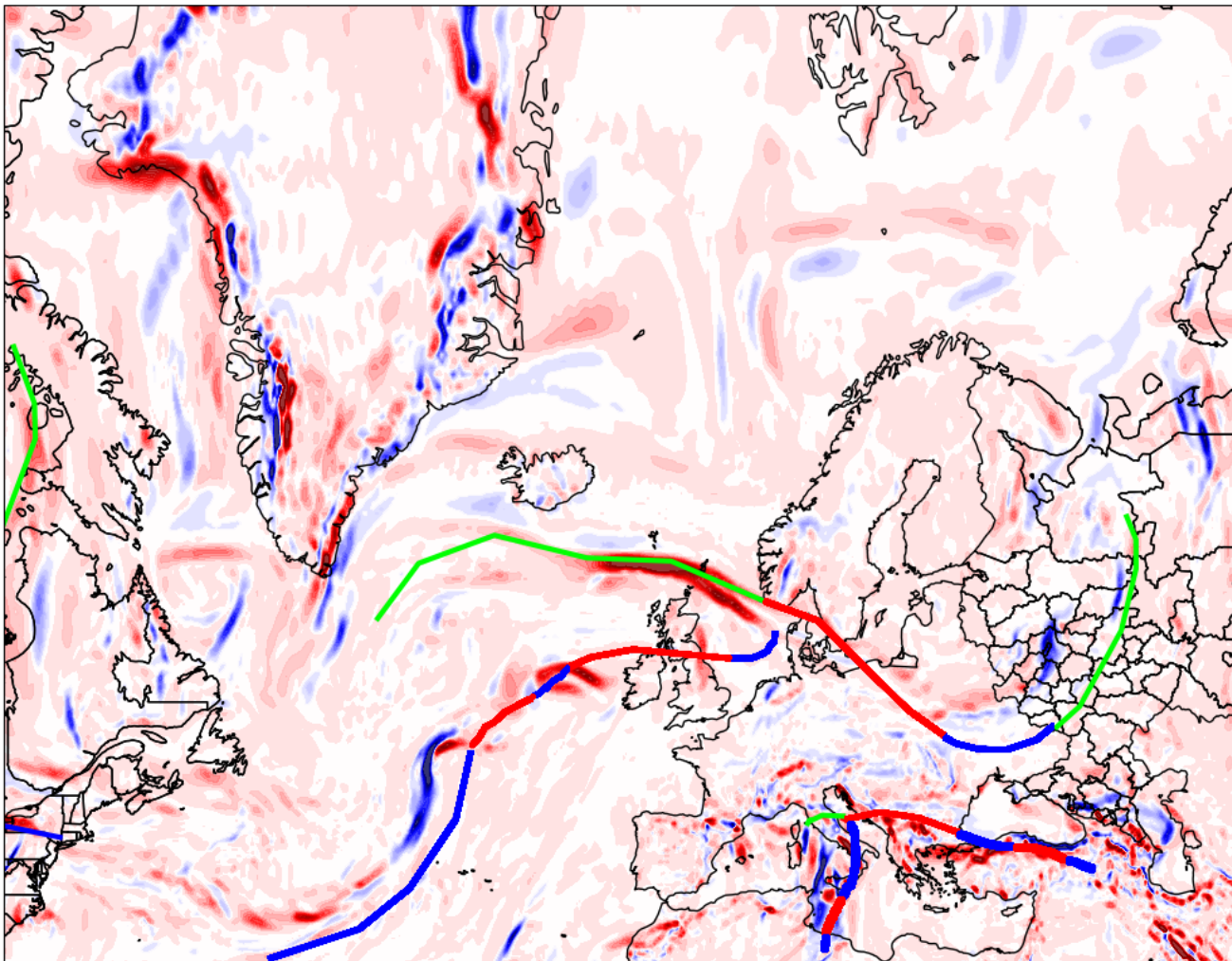
Gradient potenciální teploty



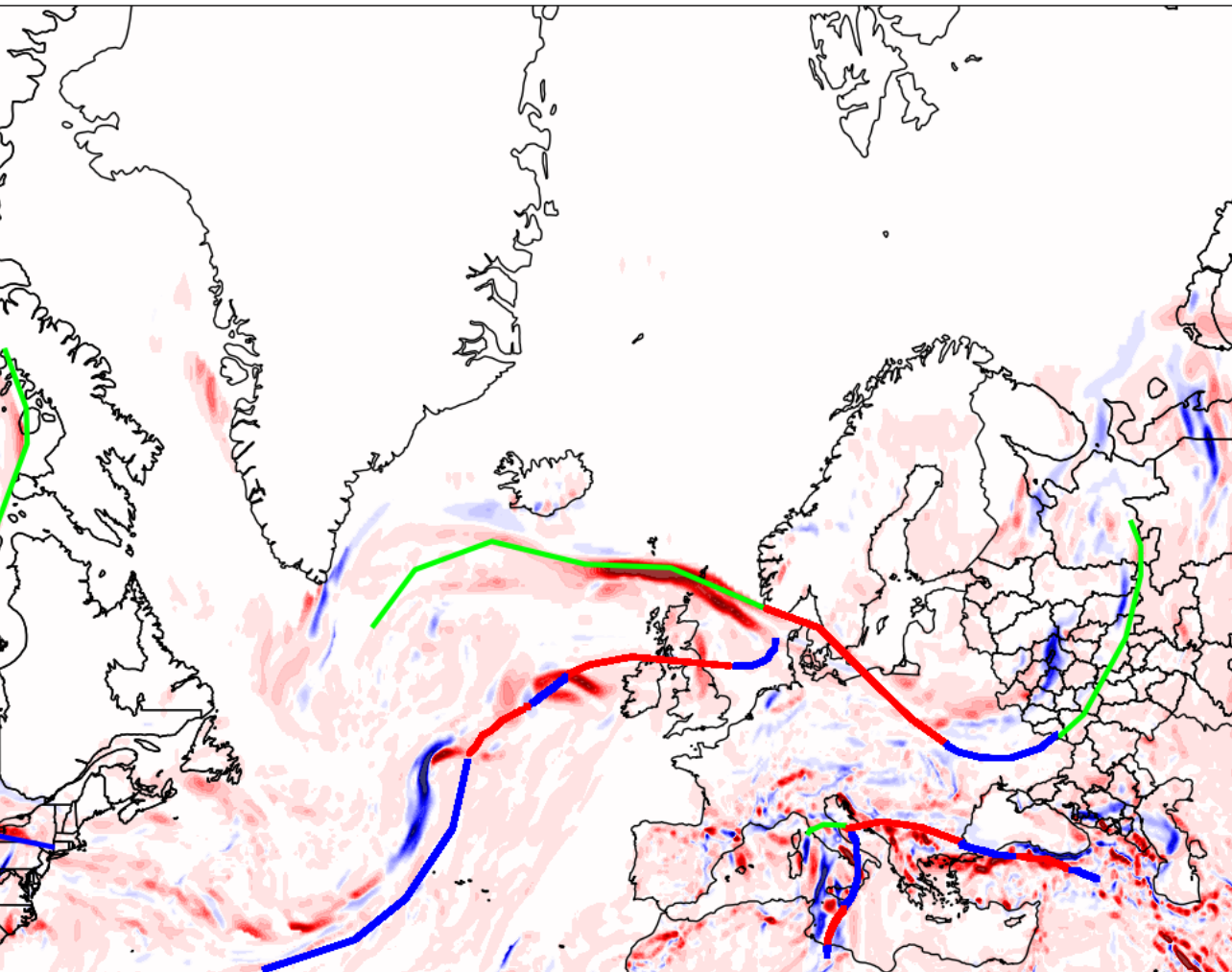
Q-vektory



Frontogenetická funkce

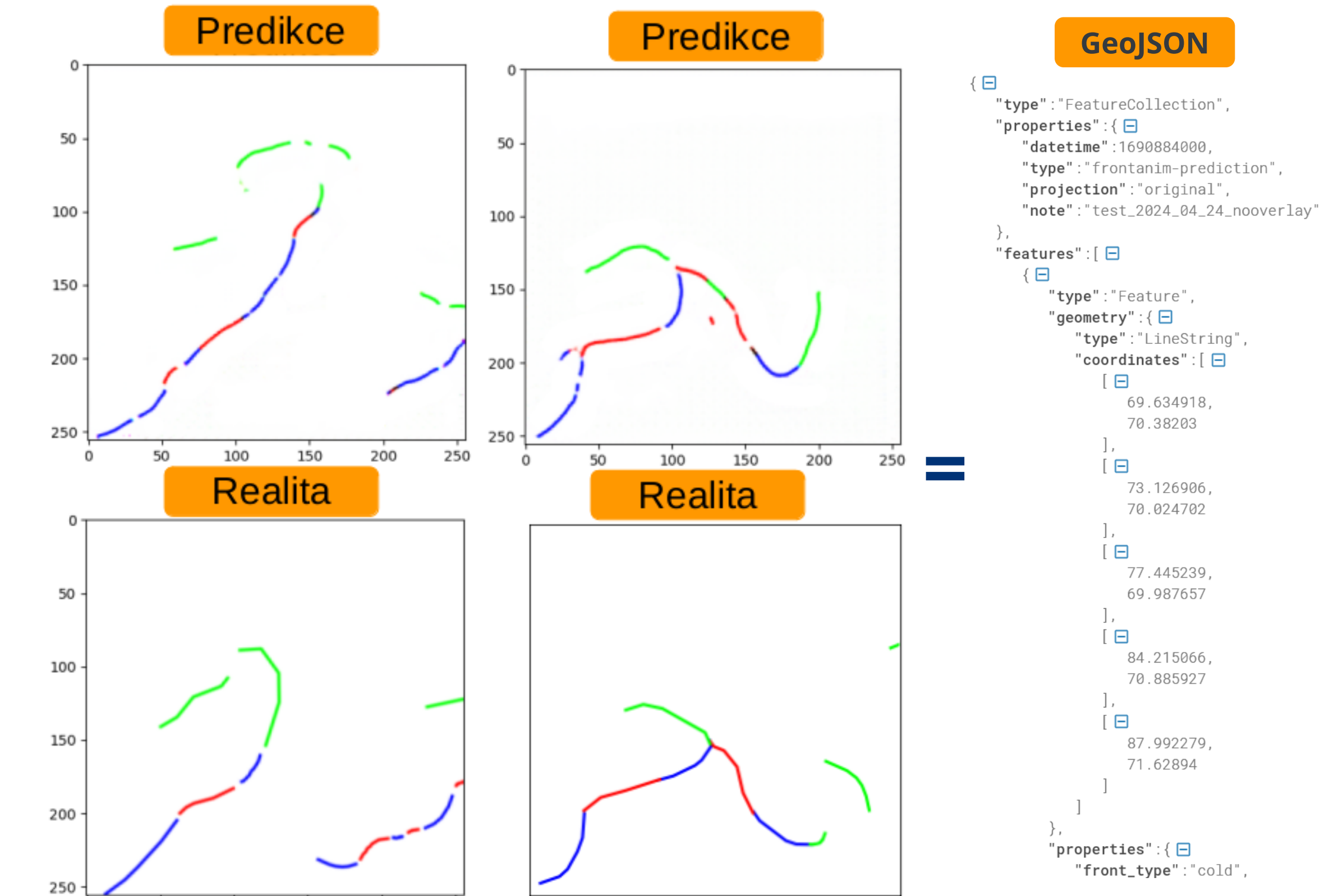


Frontogenetická funkce s vlhkostní maskou



Z výstupů NWP modelů se při přípravě trénovacího datasetu počítají i produkty, které nejsou standardně součástí gribů. Tato kombinace byla vybrána, jelikož některé produkty sledují meteorologové v praxi a zároveň tato kombinace vykazuje nejlepší výsledky.

Výsledné linie front



Výsledkem celého procesu je raster se znázorněním linií, který je po georeferenci převeden do obecně používaného formátu GeoJSON. Ten umožňuje snadné použití v jiných systémech, např. GIS.

Praktické využití

Predikce nebezpečných jevů

Na okrajích front se mohou vyskytovat nebezpečné jevy, např. silné srážky a bouřky, příp. v případě většího frontálního systému vytrvalé srážky s rizikem povodní.

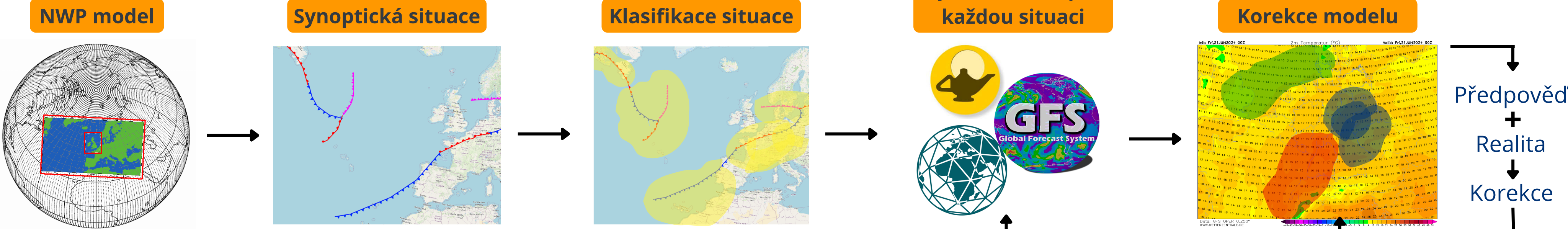
Systém umožňuje detekci front v jakémkoliv časovém bodě, tudíž má potenciální využití v systému tohoto typu.

Tvorba a animace synoptických map

Původní záměr projektu byla tvorba animací pohybu front pro videospoty s předpovědí počasí. V současném stavu systém umožňuje tvorbu synoptických map, které jsou užitečné pro rychlou orientaci v atmosférických podmínkách jak pro profesionály, tak i pro veřejnost.

[Aplikace MeteorAtlas](#)

Vylepšení střednědobé předpovědi



Znalost poloh a typů front umožňuje klasifikovat typ synoptické situace pro různá místa. Díky tomu lze vést statistiky úspěšností jednotlivých numerických modelů v různých podmínkách a na základě toho chytrě přepínat mezi modely v polygony označených plochách. Zároveň by bylo možné i korigovat nadhodnocování/podhodnocování meteorologických prvků ve specifických případech.