



TRANSADAPT

Průvodní zpráva k aktivitě 3.3: Dokončení
modelu plošného výpočtu vlhkosti paliva
pro riziko přírodních požárů v ČR

Forma výstupu: Mapy
Závěrečnou zprávu zpracovala: Markéta Poděbradská
Na aktivitě se podíleli: Markéta Poděbradská, Miroslav Trnka, Lucie Kudláčková,
Jan Balek, Jana Beranová

Obsah

1. ÚVOD DO PROBLEMATIKY A CÍLE AKTIVITY	1
2. PLNĚNÍ AKTIVITY A3.3	2
I.) POUŽITÁ METODIKA PLOŠNÉHO MODELU VLHKOSTI PALIVA	2
II.) MAPOVÉ VÝSTUPY	3
III.) IMPLEMENTACE VRSTEV DO PORTÁLU FIRERISK.CZ	6
3. ZÁVĚR	6
4. POUŽITÁ LITERATURA:.....	7

1. Úvod do problematiky a cíle aktivity

Současný svět čelí rychlým přírodním a společenským změnám, které zásadně ovlivňují podobu krajiny. Aby bylo možné nadále využívat přínosy, které krajina poskytuje, je potřeba vyvíjet nové metody analýz a predikcí, které budou snadno aplikovatelné v praxi. Program TransAdapt se zaměřuje na podporu produkčních i neprodukčních funkcí krajiny a na zlepšování její schopnosti poskytovat ekosystémové služby. Účinné zvládnání výzev spojených s klimatickými změnami a úbytkem biodiverzity vyžaduje komplexní přístup. Ten spojuje inovativní přístupy k adaptaci a zmírňování dopadů těchto změn s vývojem nástrojů, jako jsou monitorovací a varovné systémy, které pomáhají snižovat environmentální rizika a podporují kvalifikované rozhodování.

Přírodní požáry dosud nepředstavovaly výrazné riziko pro střední Evropu, avšak v souvislosti s klimatickou změnou a očekávaným nárůstem výskytu podmínek příznivých pro jejich vznik se stávají významnou hrozbou do budoucna. V roce 2022 zažila Česká republika nejrozsáhlejší přírodní požár ve své moderní historii, který zasáhl více než 1000 hektarů v oblasti Českosaského Švýcarska na hranici s Německem. Portál FireRisk.cz, zaměřený na včasné varování, pro tuto oblast a dny požáru předpovídal vysoké riziko vzniku a šíření ohně. Měřicí stanice vlhkosti mrtvé biomasy umístěné v NP České Švýcarsko detekovaly extrémně nízké hodnoty, což zvýšilo nebezpečí vzplanutí suchem postižené biomasy. Po požáru tým FireRisk intenzivně pracoval na vývoji a testování nástrojů pro lepší předpověď rizik a modelování šíření požárů v přírodě. Na tyto zkušenosti navazuje projekt TransAdapt, jehož cílem (v rámci aktivit v pracovním balíku 3) je vyvinout efektivní systém ke snížení rizika přírodních požárů, zejména ve velkoplošně chráněných oblastech.

Jednou z aktivit tohoto pracovního balíku je i aktivita A3.3: Dokončení modelu plošného výpočtu vlhkosti paliva pro riziko přírodních požárů v ČR. Ta má za cíl vytvořit plošný model vlhkosti paliva v jednotlivých velikostních třídách paliva a na jeho základě operativně poskytovat mapové podklady pro zobrazení ve varovném systému FireRisk.cz

2. Plnění aktivity A3.3

i.) Použitá metodika plošného modelu vlhkosti paliva

Ve světě se pro výpočet vlhkosti mrtvého paliva využívají standardizované modely, které zohledňují různé velikostní třídy paliva. Tyto třídy jsou definovány na základě průměru částic: nejjemnější palivo (< 0,6 cm), jemné palivo (0,6–2,5 cm), střední palivo (2,5–7,6 cm) a hrubé palivo (7,6–20 cm). Každá velikostní třída paliva má odlišnou rychlost reakce na změny vlhkosti okolního prostředí, což je klíčové pro předpověď vzniku a chování požárů. Nejčastěji používaný přístup zahrnuje matematické modely, jako jsou rovnice časové konstanty vlhkosti (time lag), které zohledňují odpařování vody, absorpci vlhkosti a vliv teploty, relativní vlhkosti vzduchu a větru. Pro validaci modelů a zlepšení predikcí se využívají také terénní měření a experimenty, což umožňuje přesnější odhad rizik spojených s přírodními požáry.

Pro operativní použití ve varovném systému FireRisk.cz, který čtyřikrát denně vypočítává vlhkost paliva ve všech velikostních třídách na základě dat z pěti předpovědních modelů a v prostorovém rozlišení 500 m, je nezbytné využívat modely vlhkosti paliva, které jsou nejen dostatečně přesné, ale také umožňují rychlé výpočty a aktualizace v systému. Pro tento účel byly použity modely z Národního systému hodnocení požárního nebezpečí USA (National Fire Danger Rating System, Cohen a Deeming 1985), které splňují výše zmíněné předpoklady. Veškerá dokumentace pro výpočty vlhkosti jemného, středního a hrubého paliva jsou uvedeny ve výše zmíněné publikaci. Pro výpočet vlhkosti mrtvého paliva existují i další přístupy např. Nelson 2005 nebo Jolly et al. 2024, jejichž aplikaci jsme testovali pro operativní použití v systému FireRisk.cz. Tyto přístupy ale v tuto chvíli neumožňují dostatečně rychlý a efektivní výpočet pro plošné operativní použití. Aplikací těchto novějších přístupů se projektový tým nadále bude zabývat v rámci projektu TransAdapt.

Jako vstupní vrstvy do modelů vlhkosti paliva v jednotlivých palivových třídách jsou v operativním přístupu použity meteorologické proměnné z kombinace pěti předpovědních modelů. Model IFS Evropského centra pro střednědobou předpověď Integrated Forecasting System (ECMWF) s prostorovým rozlišením 12 km, v 3h časových intervalech a na 10 dní dopředu. Použity jsou tyto modely:

- Model ARPÈGE francouzské meteorologické služby Centre National de Recherches Météorologiques/ Météo France (zkratka z Action de Recherche Petite Echelle Grande Echelle) s prostorovým rozlišením v Evropě ~10km, v 1h časových intervalech na 4 dny dopředu.
- Model Unified Model (GLOBAL UM) britské meteorologické služby United Kingdom Meteorological Office (UKMO) s prostorovým rozlišením ~10km, v 1h časových intervalech na 6 dní dopředu.
- Model Global Forecasting System (GFS) meteorologické služby Spojených států National Office for Ocean and Atmosphere (NOAA) v prostorovém rozlišení 25km, v časových intervalech 3h a na 16 dní dopředu,

- Model Global Earth Model (GEM) kanadské meteorologické služby Canadian Meteorological Centre (CMC) v prostorovém rozlišení 25km, v 3h časových intervalech a na 10 dní dopředu.

Použité proměnné z předpovědních modelů zahrnují teplotu, relativní vlhkost vzduchu, množství a délku trvání srážek, informace o sněhové pokrývce, délku dne, a informace o předchozích hodnotách vlhkosti mrtvého paliva. Celý seznam proměnných pro výpočet vlhkosti jemného paliva je obsažen v Obr. 1.

```
// DFM10H - dead fuel moisture
double EMC(double temp, double rh);
double EMC_corr(double temp, double rh, double rain, double snowCover);
double EMC_corr_hourly(double tempH, double rhH, double rainH, double snowCover);
double EMC_24(double dayLength, double emcMax, double emcMin);
double EMC_24(double emcMax, double emcMin);
double EMC_24(double* hourEmc);
int Pdur_24(double rain);
int Pdur_24(double* hourRain);
double D24_100H(double emc24, int pDur24);
double D24_1000H(double emc24, int pDur24);
double D24_1000H_7Davg(double* d24_1000H);
double DFM1H(double emc, double rain, double snowCover);
double DFM1H_hourly(double dfm1hPrev, double emcH, double rainH, double snowCover);
double DFM10H(double emc, double rain, double snowCover);
double DFM10H_hourly(double dfm10hPrev, double emcH, double rainH, double snowCover);
double DFM100H(double dfm100hPrev, double d24);
double DFM100H_hourly(double dfm100hPrev, double d24H);
double DFM100H_hourly(double dfm100hPrev15h, double d24H, int hoursFromPrev15h);
double HourCoef100H(int hoursFromPrev15h);
double DFM100H_hourly(double dfm100hPrev15h, double d24H, double hourCoef);
double DFM1000H(double dfm1000hPrev7, double d24Avg7);
double DFM1000H_simple(double dfm1000hPrev, double d24);
double DFM1000H_hourly(double dfm1000hPrev7, double d24Avg7H);
double DFM1000H_simple_hourly(double dfm1000hPrev, double d24H);
double DFM1000H_simple_hourly(double dfm1000hPrev15h, double d24H, int hoursFromPrev15h);
double HourCoef1000H(int hoursFromPrev15h);
double DFM1000H_simple_hourly(double dfm1000hPrev15h, double d24H, double hourCoef);
char DFM_Cat(double dfm);
```

Obr. 1: Seznam proměnných použitých pro výpočet vlhkosti jemného paliva.

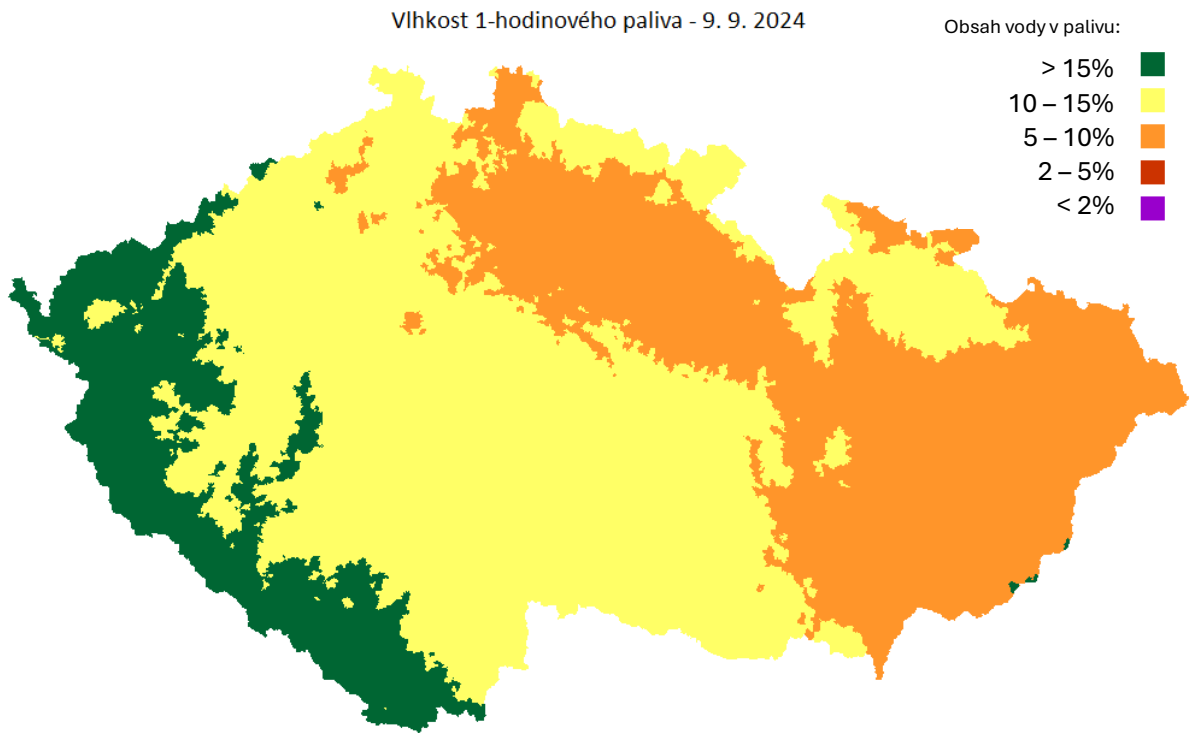
ii.) Mapové výstupy

Výstupem modelů jsou mapy denních hodnot vlhkosti nejjemnějšího, jemného, středního a hrubého paliva s prostorovým rozlišením 500m. Tyto výstupy jsou ukládány na server CzechGlobe ve formě obrázků (.png), rasterů (.tif) a textových souborů (.txt).

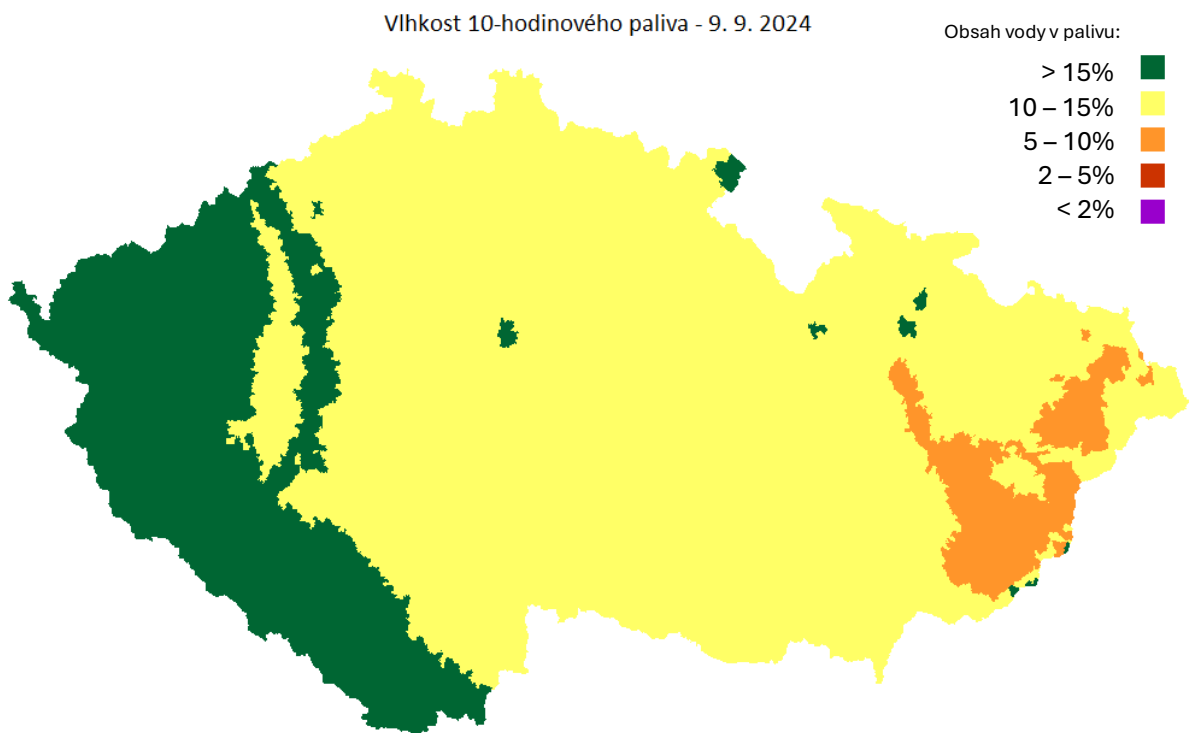
Konkrétní umístění souborů je:

smb://monospace.local.czechglobe.cz/ISSS/FireRisk/Monitoring/YYYY/YYYY_DD_MM.

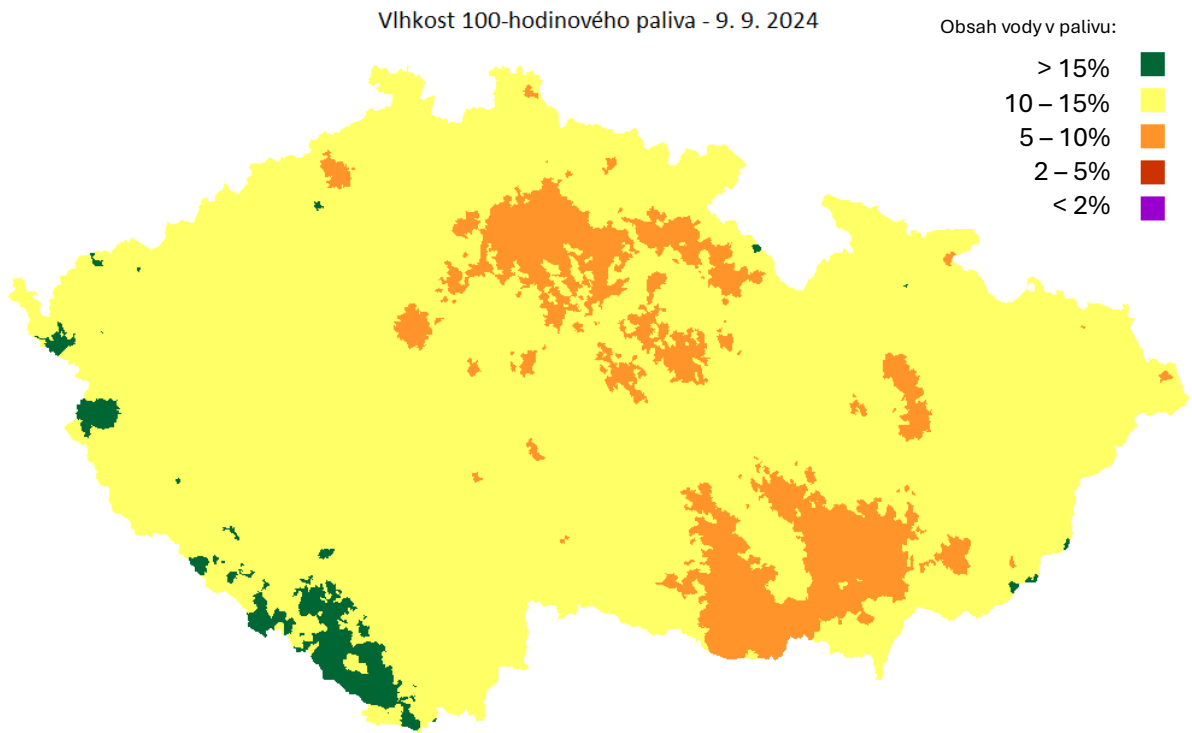
Příklady těchto výstupů jsou uvedeny v Obr. 2-5.



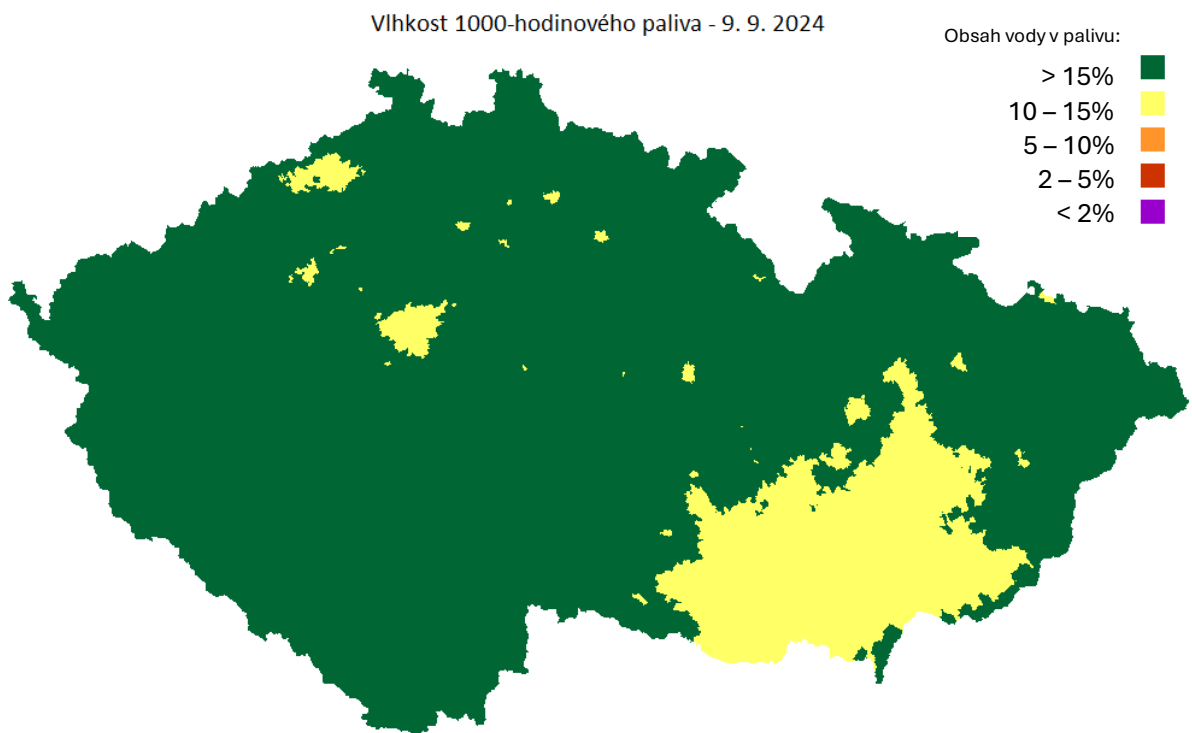
Obr. 2: Mapa ČR se zobrazením vlhkosti nejjemnějšího paliva (1h) pro 9.9.2024.



Obr. 3: Mapa ČR se zobrazením vlhkosti jemného paliva (10h) pro 9.9.2024.



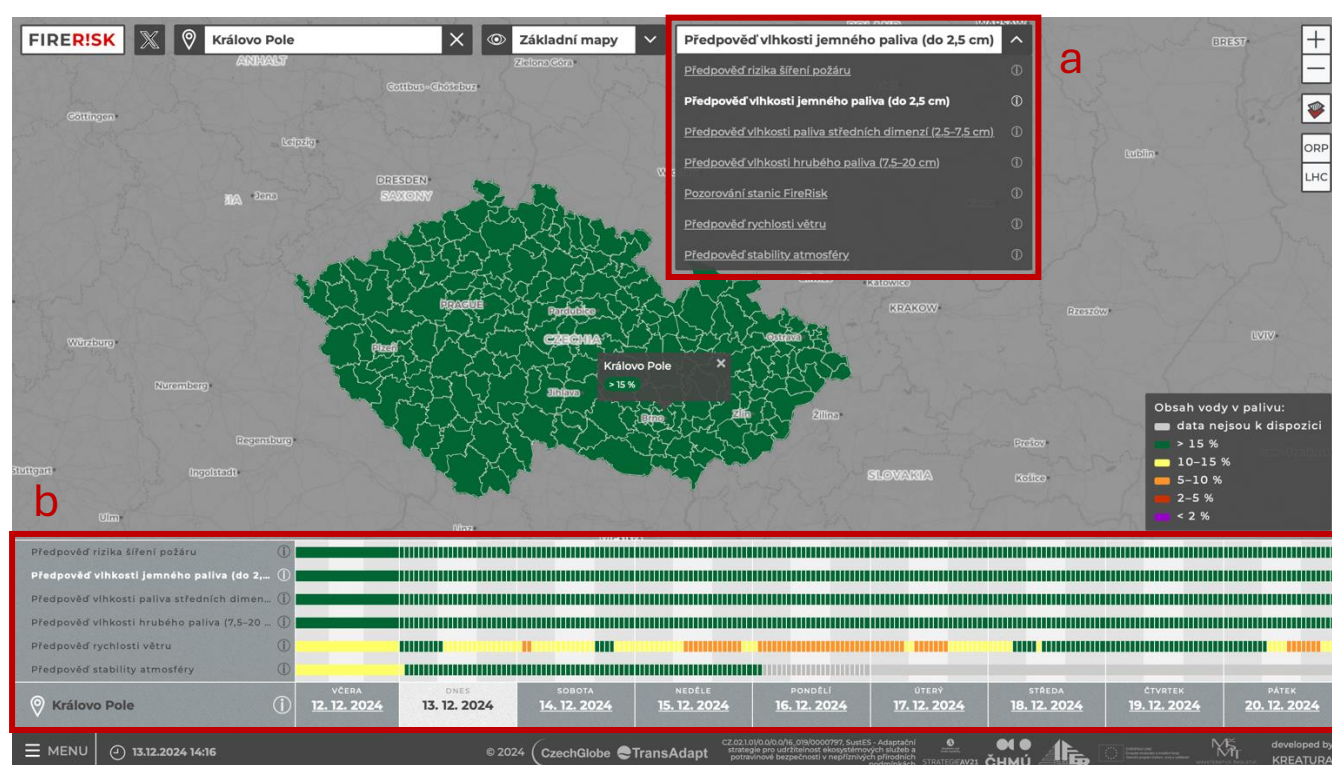
Obr. 4: Mapa ČR se zobrazením vlhkosti středního paliva (100h) pro 9.9.2024.



Obr. 5: Mapa ČR se zobrazením vlhkosti hrubého paliva (1000h) pro 9.9.2024.

iii.) Implementace vrstev do portálu FireRisk.cz

Pro potřeby portálu FireRisk.cz se data v 500m prostorovém rozlišení agregují do jednotlivých katastrů, kdy pro daný katastr uvažujeme nejnižší hodnotu každého gridu obsaženého v daném katastru. Mapové vrstvy pro předchozí den, daný den, a následujících 7 dní pro jemné, střední a hrubé palivo jsou operativně vytvářeny čtyřikrát denně a posílány na portál FireRisk.cz. Uživatelé mohou jednotlivé vrstvy najít po rozbalení horní lišty (Obr. 6a). Po vybrání daného katastru se rozbalí dolní lišta, která specifikuje včerejší hodnoty a hodinovou předpověď pro daný den a příštích 7 dní (Obr. 6b).



Obr. 6: Okno portálu FireRisk.cz se zobrazením vrstvy vlhkosti jemného paliva, která se zobrazí po vybrání vrstvy z horního menu (a). Po kliknutí do katastru se zobrazí hodnoty pro předchozí den a hodinová předpověď pro daný den a následujících 7 dní.

3. Závěr

V rámci aktivity A3.3 jsme úspěšně aplikovali model plošného výpočtu vlhkosti paliva v jednotlivých velikostních třídách od nejjemnějšího po hrubé palivo za použití vstupních dat z kombinovaných předpovědních modelů. Model je operativně aplikován na předpovědní data a výstupy jsou implementovány ve výstražném systému FireRisk.cz. Vytvořená data budou dále využita v dalších aktivitách programu TransAdapt (např. A3.4 – A3.6).

4. Použitá literatura:

Cohen, J. D., a Deeming, J. E. (1985). The National Fire Danger Rating System: Basic Equations (General Technical Report PSW-GTR-82). US Department of Agriculture, Forest Service: Berkeley, CA, USA.

Nelson Jr, R. M. (2000). Prediction of diurnal change in 10-h fuel stick moisture content. Canadian Journal of Forest Research, 30(7), 1071-1087.

Jolly, W. M., Freeborn, P. H., Bradshaw, L. S., Wallace, J., & Brittain, S. (2024). Modernizing the US National Fire Danger Rating System (version 4): Simplified fuel models and improved live and dead fuel moisture calculations. Environmental Modelling & Software, 181, 106181.