

Zpráva k tornádu v Hraběticích dne 10. 9. 2022

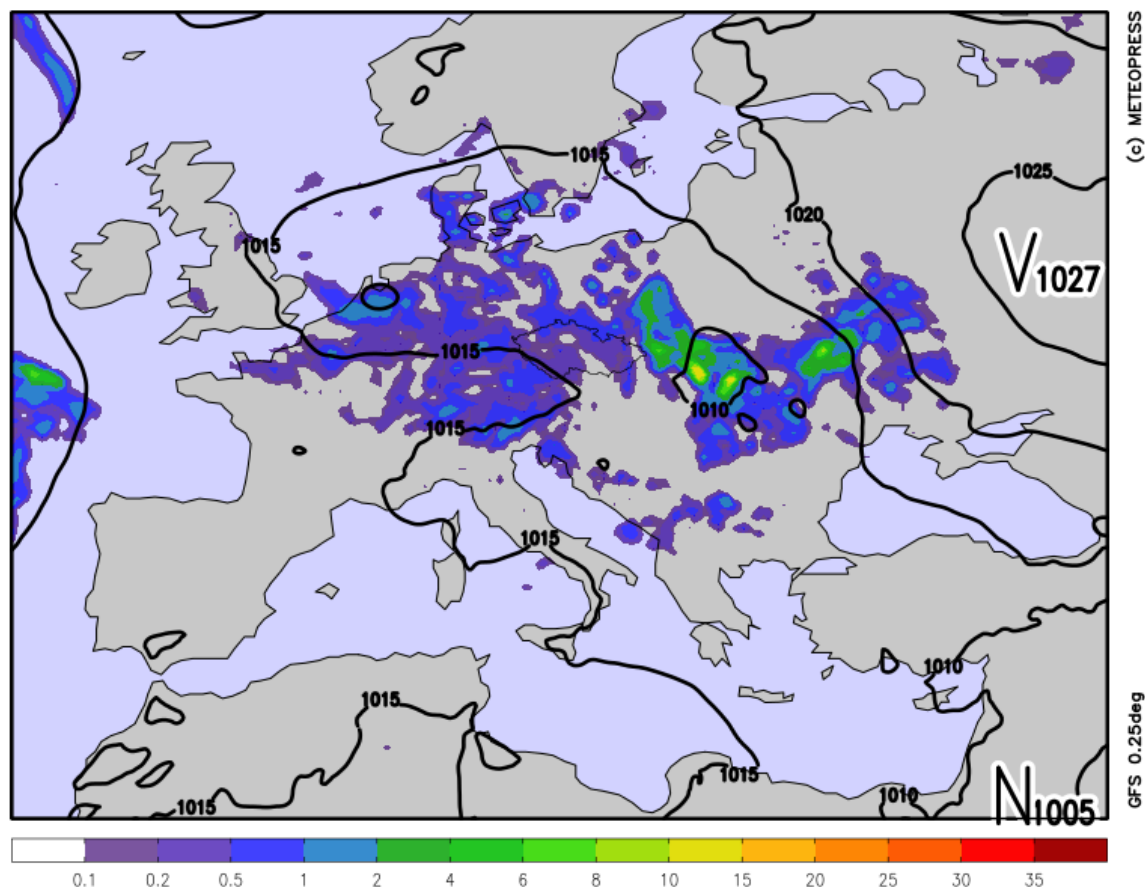
Miloslav Staněk, Matěj Grék

Tornádo v okolí Hrabětic vzniklo v 12:20 UTC (14:20 SELČ) a postupovalo přibližně od severozápadu až severu k jihu až jihovýchodu. V oblasti se začala vyvíjet přeháňka, později bouřka s přechodně výraznější bleskovou aktivitou v průběhu času výskytu tornáda a po jeho rozpadu. Konvektivní bouře pak dále směřovala k Novému Jičínu a do Pobeskydí. Nad Beskydy pak konvektivní bouře začala slábnout. Radarová odrazivost bezprostředně po výskytu tornáda činila více než 56 dBZ, avšak hodnota na poli radarové odrazivosti nebyla nikterak výjimečná. Tornádo v Hraběticích rovněž doprovázely kroupy o průměru 1,5 cm. V Novém Jičíně pak byly zaznamenány kroupy o průměru 2,5 cm. Z provedených průzkumů pak lze vyvodit, že tornádo dosáhlo intenzity IF1.

Podmínky vzniku tornáda a meteorologická situace

V týlu mělké tlakové níže nad Slovenskem a západní Ukrajinou k nám od severozápadu proudil chladný a vlhký vzduch, ve kterém vznikaly na většině území Česka přeháňky a místy také bouřky, a to zejména v severovýchodní polovině Česka (obr. 1). Tlaková níže se tvořila na přední straně výškové brázd.

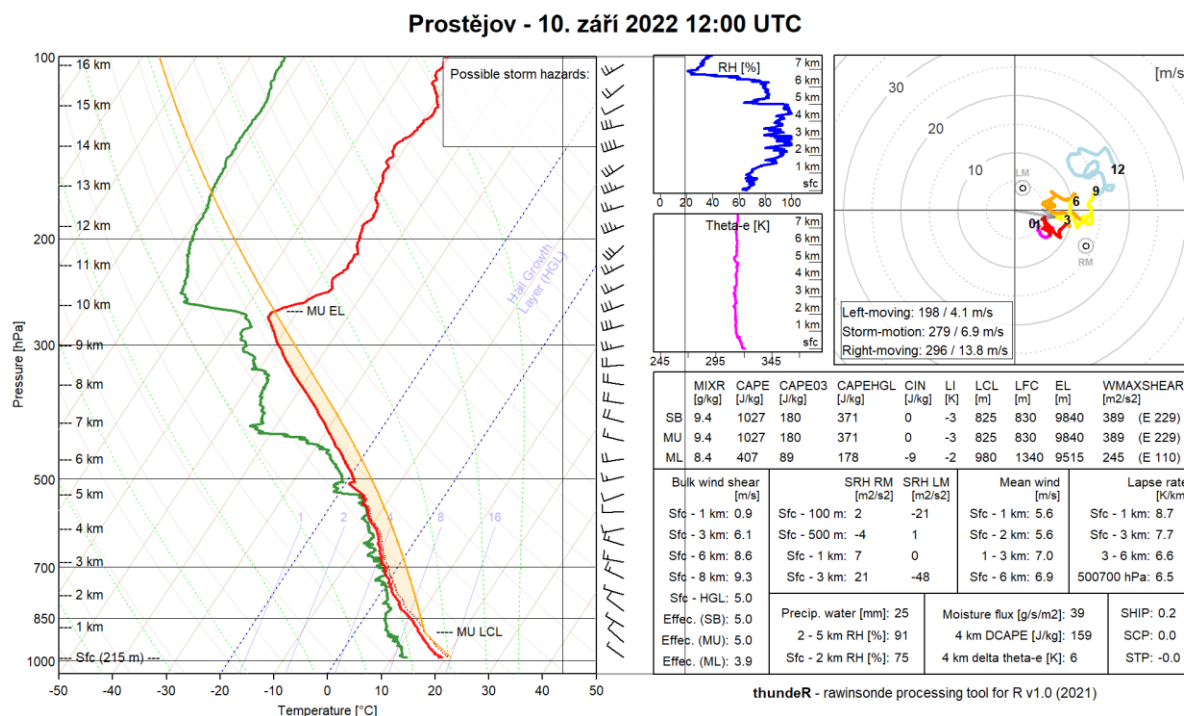
tlak vzduchu + srážky sobota 10.09.2022 12:00



Obr. 1: Tlakové pole a srážky nad Evropou.

Sondážní měření v Prostějově

Charakteristiky konvektivního prostředí byly charakteristické pro výskyt přeháněk nebo slabších bouřek v prostředí studené advekce vzduchu od severozápadu. Z hlediska stříhu větru nebyly hodnoty ze sondážního měření v Prostějově nikterak vysoké (obr. 2). Kilometrový vertikální stříh větru zde činil 1 m/s, tříkilometrový 6 m/s a šestikilometrový 9 m/s. Hodnoty MLCAPE pak dosahovaly v 12 UTC 500 J/kg, MUCAPE pak činila 1000 J/kg. Podobné hodnoty svědčí o výskytu spíše jednoduchých cel, případně multicel bez výraznějších doprovodných jevů.



Obr. 2: Vizualizace sondážního měření z Prostějova dne 10. 9. 2022. Vykresleno a spočítáno pomocí knihovny Thunder v R.

Pseudosondáže z WRF

Dle pseudosondáží z modelu WRF-ARW počítaným Meteopressem však vyplývá, že v Moravské bráně byly podmínky z hlediska stříhu větru odlišné (viz obr. 3). Zatímco model WRF předpokládal v Hornomoravském úvalu nižší hodnoty stříhu větru, v oblasti Moravské brány byl nízkohladinový (kilometrový) stříh větru vyšší. Fluktoval mezi 7 až 9 m/s. Vyšší stříh větru souvisí i s vyššími hodnotami helicity, vztažené k simulovanému vektoru supercely podle Bunkerse et al. (2014). Hodnoty byly vyšší v oblasti Moravské brány, avšak nevypovídaly zcela o možnosti vzniku tornáda.



Obr. 3: Vývoj charakteristik konvektivního prostředí pro Ostravu (nalevo) a pro Olomouc (napravo) dle modelu WRF-ARW. Zkratka RM znamená Right Moving supercell, zkratka LM pak Left Moving supercell. Čas uveden v UTC. Zdroj: Meteopress.

Ve 12:00 UTC však model WRF-ARW simuluje hodnoty helicity integrované s horní mezí 500 metrů výšky vztahené k vektoru RM supercel okolo $60 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$, což je nejvíce v rámci sledovaného období modelem (obr. 3 c.).

Rovněž CAPE byla vyšší. Zatímco v Hornomoravském úvalu byla modelem WRF simulována MUCAPE s maximy okolo 700 až 800 J/kg a MLCAPE jen okolo 200 až 300 J/kg, v Moravské bráně byla MUCAPE okolo 1000 J/kg a MLCAPE pak okolo 500 až 800 J/kg. V Moravské

bráně byla rovněž níže výstupná kondenzační hladina, a to přibližně o 200 až 300 metrů níže než v Hornomoravském úvalu.

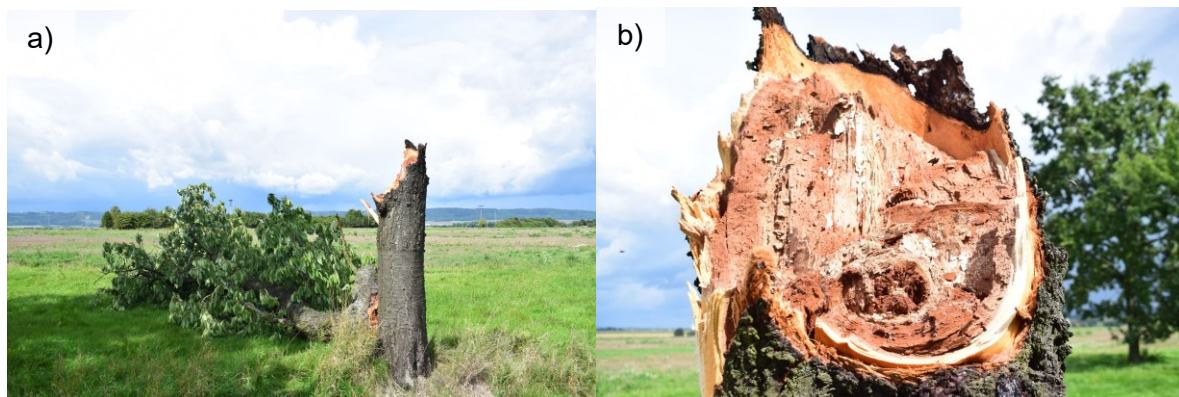
Z výstupů modelu WRF-ARW pro Ostravu je znatelné méně výrazné zvýšení helicity v termínu 12:00 UTC, kdy helicity integrovaná do 500 metrů vztažená k simulovanému vektoru levostáčivé i pravostáčivé supercely je nejvyšší v rámci sledovaného období. Rovněž pokles CAPE v termínu 13:00 UTC může souviset s blízkou konvekcí. Poté následuje pokles a opětovný vzestup hodnot v souvislosti s větším vertikálním střihem větru.

Průběh události

První konvekce se začala tvořit před polednem na západě Českomoravské vrchoviny a v jižních Čechách. Krátce po poledni se začala vyvíjet konvekce také v oblasti Nízkého Jeseníku. Konvektivní bouře, která měla za následek tornádo, vznikla ze shluku jednotlivých slabších konvektivních buněk východně až jihovýchodně od Vítkova. Nedaleko města Odry se pak vytvořila západně od shluku přeháněk výraznější konvektivní buňka, která vykazovala výraznější radarovou odrazivost a nevýrazné stáčení vpravo od směru proudění. Následně se začala projevovat bleskovou aktivitou. Plošná hustota blesků v oblasti okolo Nového Jičína byla v ten den největší v Česku. Ve 12:20 UTC (14:20 SELČ) pak bylo zaznamenáno v místní části Hrabětice, která spadá pod Jeseník nad Odrou, slabé tornádo. Tornádo nebylo spojeno se základnou oblačnosti kondenzačním chobotem, přičemž nálevka pod základnou oblačnosti byla pouze nepatrná. Při zemském povrchu však došlo k výraznější rotaci zvýrazněné do výšky prachem a zvířenými menšími troskami. Z dostupných videí je znatelná rovněž slabší rotace základny oblačnosti. Po výskytu tornáda pak bylo v Novém Jičíně zaznamenáno krupobití, kdy průměr krup dosahoval 2,5 cm.

Klasifikace škod

Na místě byly znatelné den po události škody zejména na vegetaci. V severní části obce byla zlomená třešeň, přičemž okolní třešně nebyly nikterak poškozeny. Třešeň byla zlomena proti směru postupu bouře (obr. 4., obr. 5.). Ačkoliv by zlom kmenu vyžadoval klasifikaci vyšším stupněm, vzhledem ke skutečnosti, že se ve stromořadí tří stromů jednalo o jediný poškozený strom, jehož koruna převyšovala výrazně výškou šířku a rovněž byl z části napaden dřevokaznými houbami, hodnotíme jej stupněm IF1. V oblasti byly nalezeny rovněž menší větve polomené v přilehlém stromořadí (IF0). Tato oblast byla zřejmě oblastí vzniku tornáda. Nedaleko nalezeného stromu byla částečně slehlá tráva ve směru, který tvořil přibližně pravý úhel se směrem postupu tornáda (obr. 6.). Tornádo se poté rozšířilo ke stavením v Hrabětících, kde několik menších dřevěných přístavků posunulo. Rovněž byla tornádem unesena trampolína, která byla odhozena o několik desítek metrů dál na střechu jednoho z domů.



Obr. 4: a) Polomená třešeň, b) Detail zlomu stromu. Foto: Miloslav Staněk.



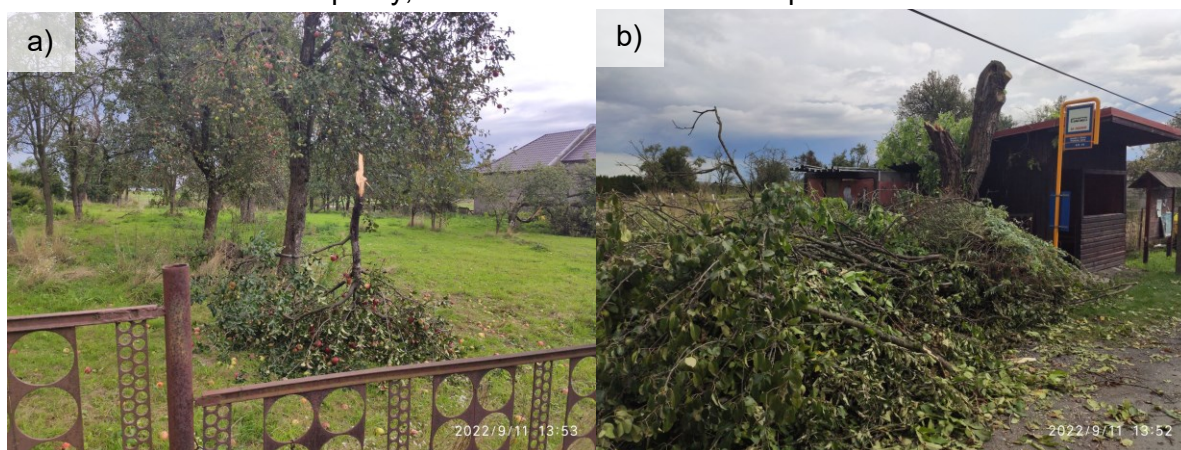
Obr. 5: Zjišťování, zda je strom napaden houbovými chorobami nebo hnilobou. Strom byl částečně napaden dřevokaznými houbami. Foto: Matěj Grék.

Sřechy domů při průzkumu byly již opraveny, a proto byly důležitým vodítkem svědectví místních obyvatel a jejich fotografie pořízené bezprostředně po tornádu. Tyto fotografie ukázaly poničení střech, kdy bylo poškozeno většinou přibližně $\frac{1}{4}$ kvalitní střešní krytiny (těžké střešní tašky). U dalších chatrnějších střech v rámci obce byla rovněž střešní krytina odnesena z přibližně 25 %. U jedné z plechových střech na rodinném domě bylo několik plechů tornádem vytaháno. Škody na střešních krytinách z pálených tašek lze klasifikovat stupněm IF1, čemuž odpovídají i škody na vegetaci, které byly zaznamenány v blízkosti těchto dotčených stavení na severním okraji místní části Hrabětice.



Obr. 6: Slehlá tráva východně od části obce. Napravo jsou viditelné stopy po vozidle nesouvisející s tornádem. Foto: Miloslav Staněk.

V jižní části Hrabětic pak byly škody na střešních krytinách spíše menší. Častokrát se jednalo o škody na spíše chatrnějších nebo starších střeších přístaveb a kůlen, jejichž krytiny byly většinou starší bobrovky. Tomuto typu poškození odpovídá stupeň IF0+. Škody na vegetaci v jižní části Hrabětic byly spíše méně výrazné (obr. 7 a, b), u silnice procházející Hraběticemi, došlo k polomu ovocného stromu. Polomené nebo poškozené ovocné stromy byly ojediněle i ve středu obce v okolí kapličky, kde tornádo zlomilo starou lípu.



Obr. 7: a) Polom větve jabloně nedaleko kapličky b) Polom u zastávky autobusu. Foto: Matěj Grék.

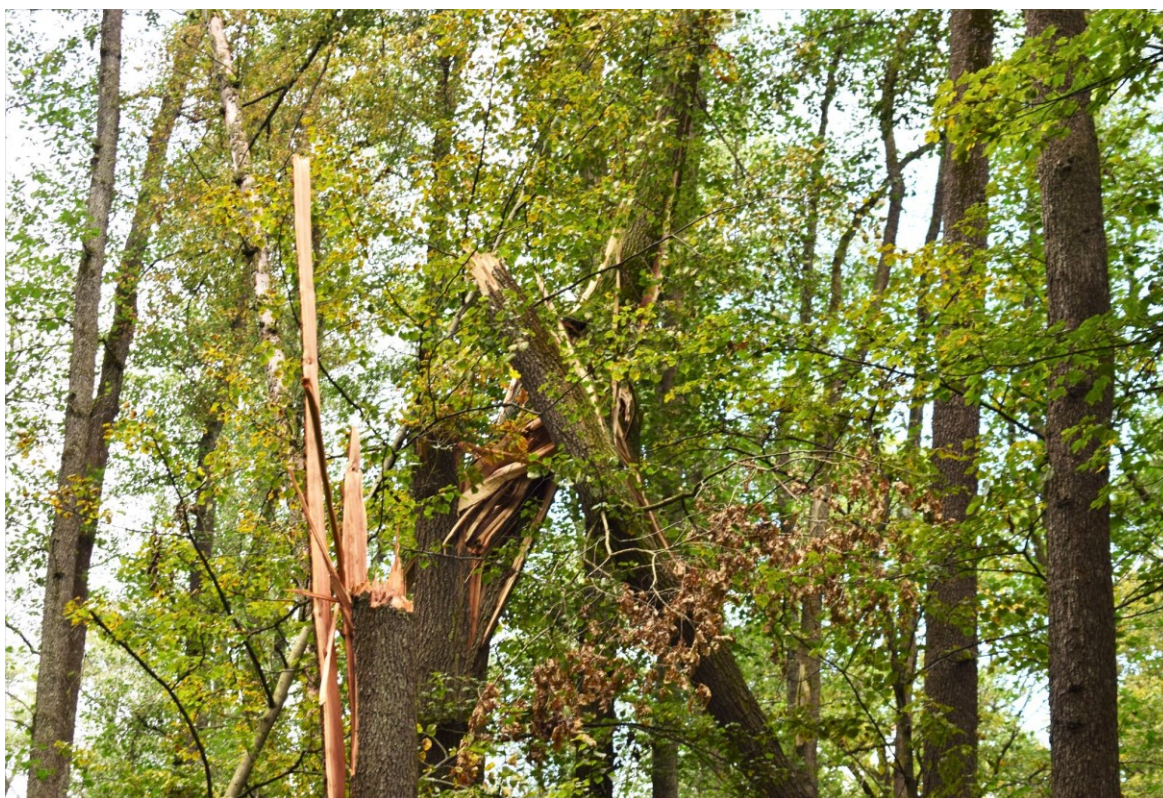


Obr. 8: Poškozená plechová střecha (již částečně opravena). Foto: Matěj Grék.

Další terénní šetření bylo provedeno v místním lese jižně od Hrabětic dne 2. 10. 2022. Na místě nebyly škody odklizeny a zůstaly v původním stavu v méně přístupném, částečně bažinatém, terénu. Na místě bylo nalezeno několik listnatých stromů, které byly ve vlhké půdě vyvráceny. Místo vývratu pak bylo zaplaveno v řadě případech vodou. Na svazích pak některé stromy byly zlomeny nebo tornádem vykrouceny. Některé ze stromů byly z části napadeny škůdci. Naopak některé stromy byly zdravé. U zdravých stromů došlo často k poškození velkých větví. Oblast polomených nebo vyvrácených stromů se táhla podél údolí jednoho z levostranných přítoků místního potoka. Vývraty stromů v této lokalitě lze klasifikovat vzhledem k podmáčené půdě kategorií IF0+ až IF1, rovněž některé polomené stromy pak lze klasifikovat kategorií IF1, kvůli jejich stavu (stromy částečně napadené hnilobou či houbovými chorobami).



Obr. 9: a), b): Vývraty stromů v lese jižně od Hrabětic. Foto: Miloslav Staněk.

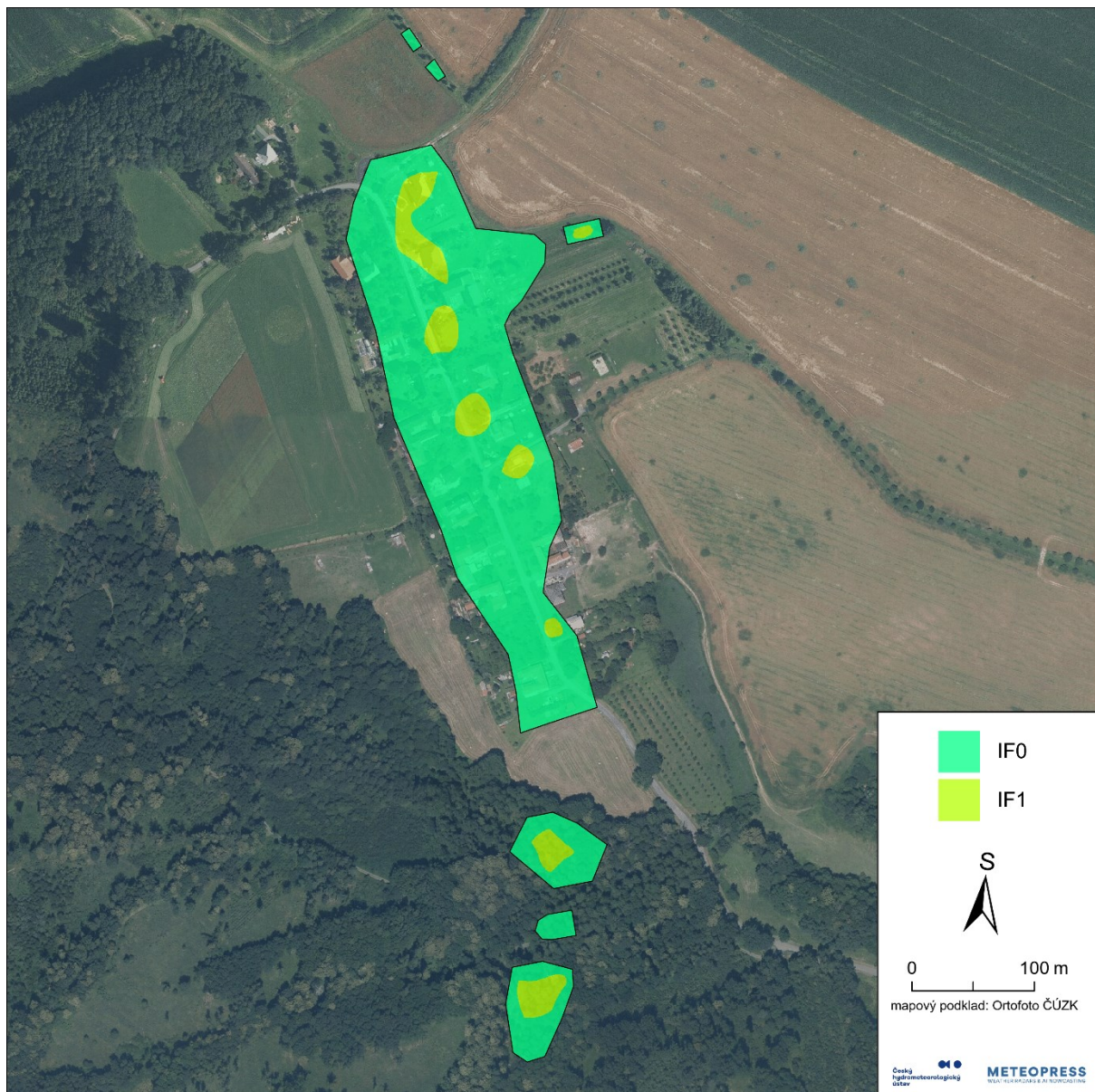


Obr. 10: Tornádem vykroucený kmen stromu v lese jižně od Hrabětic. Foto: Miloslav Staněk.



Obr. 11: Polomené větve jednoho z vyvrácených stromů s rozlomenými větvemi v lese jižně od Hrabětic. Foto: Miloslav Staněk.

Z uvedených škod lze klasifikovat tornádo jako IF1. Této intenzity dosáhlo v severní části Hrabětic (IF1- až IF1), dále škody odpovídaly stupni přibližně IF0+. V lese jižně od obce některé škody odpovídaly rovněž stupni IF1- až IF1. Maximální rychlost proudění se tak přibližně pohybovala mezi 130 až 150 km/h. Šířka dráhy škod dosahovala 50 až 100 metrů, v oblasti lesa jižně od Hrabětic zhruba 30 metrů. Maximální šířka dráhy škod dosáhla 200 metrů v severní části Hrabětic. Délka dráhy škod činila přibližně 1 km.



Obr. 12: Mapa zmapovaných škod oklasifikovaná dle IF stupnice.

Zdroje:

BUNKERS, M. J., BARBER, D. A., THOMPSON, R. L., EDWARDS, R., GARNER, J. (2014): Choosing a universal mean wind for supercell motion prediction, *Journal of Operational Meteorology*, 2, 11, 115–129.

Czernecki, B., Taszarek, M., Szuster, P. (2022). thundeR - Computation and Visualisation of Atmospheric Convective Parameters (Version 0.3.0) [Computer software].

GROENEMEIJER, P., HOLZER, A. M., HUBRIG, M., KÜHNE, T., BOCK, L., SORIANO, J. D., GUTIÉRREZ-RUBIO, D., KALTENBERGER, R., PLOEG, B., STROMMER, G. (2018): The International (IF) scale, tornado and wind damage assessment guide. https://www.essl.org/media/publications/IF-scale_v0.10.pdf [cit. 10. 10. 2022].

Miloslav Staněk, Meteopress
miloslav.stanek@meteopress.cz

Matěj Grék, Český hydrometeorologický ústav, odbor letecké meteorologie
matej.grek@chmi.cz