

Supercela a tornádo u Letovic 31. 3. 2023

První letošní tornádo bylo zaznamenáno již 31. 3. pod supercelou u Letovic. Podle rozsahu škod v krajině zjištěných terénním průzkumem mohla být jeho dráha až 4 km dlouhá, a to od obce Rudka po Lhotu u Letovic. Většina škod se vyskytovala v lesních porostech, Lhotu ale zasáhlo tornádo i v zastavěné části, hlavně na zahradách. Posouzením škod podle metodiky Mezinárodní Fujitovy stupnice byla určena kategorie tornáda v jeho počátcích na IF0+, v druhé polovině dráhy až IF1+. Rychlost větru v těchto kategoriích může být v širokém intervalu, průměrně se však uvádí 170 km/h právě pro kategorii IF1+.

Meteorologická situace

V čerstvém západním proudění postupovala během pátku 31. 3. 2023 přes střední Evropu okluzní fronta. Kolem hluboké tlakové níže nad Velkou Británií byl v jejím týlu přes Německo urychlován postup chladnějšího vzduchu. V něm se nad západní Evropou již v dopoledních hodinách tvořily konvektivní bouře s liniovou strukturou, ojediněle se objevovaly i supercely. I nad Českou republikou bylo proudění vhodné pro tvorbu konvektivních bouří během odpoledních hodin. Zejména vertikální stříh větru mezi 0 a 6 km byl podle sondáže z Libuše téměř 30 m/s v 06:00 UTC, z Prostějova byl vypočten v 12:00 UTC na 25,5 m/s. V průběhu odpoledne ale zároveň od západu tento parametr zeslaboval. Pro vznik silných bouří podporovaných vertikálním stříhem větru do 6 km ale chybělo dostatečně labilní prostředí. Pražská sondáž v 12:00 UTC dokonce nenaměřila žádnou energii instability (CAPE).

Ve spodní části troposféry byl zároveň vhodný větrný profil pro případnou tvorbu tornád. Vertikální stříh větru do 1 km se pohyboval v 12:00 UTC kolem 12 m/s, relativní helicity do 1 km přesahovala 150 m²/s² a nízko byla také výstupná kondenzační hladina (LCL), která se udržovala kolem 1000 m. Hodnoty všech těchto parametrů v průběhu odpoledne a večera se podle numerických modelů postupně snižovaly a také tvary modelových hodografů byly postupně více nepříznivé pro vývoj supercel i tornád.

V době odpoledních sondáží vstupovala první linie bouří do západních Čech. Protrhaná oblačnost a sluneční záření za okluzní frontou pozměnila na našem území podmínky ve vertikálním profilu atmosféry více směrem k podpoře dynamických projevů konvekce. Takže s postupujícími liniemi konvektivních bouří jejich aktivita neslábla, což umocňoval vhodný vertikální stříh větru. Linie

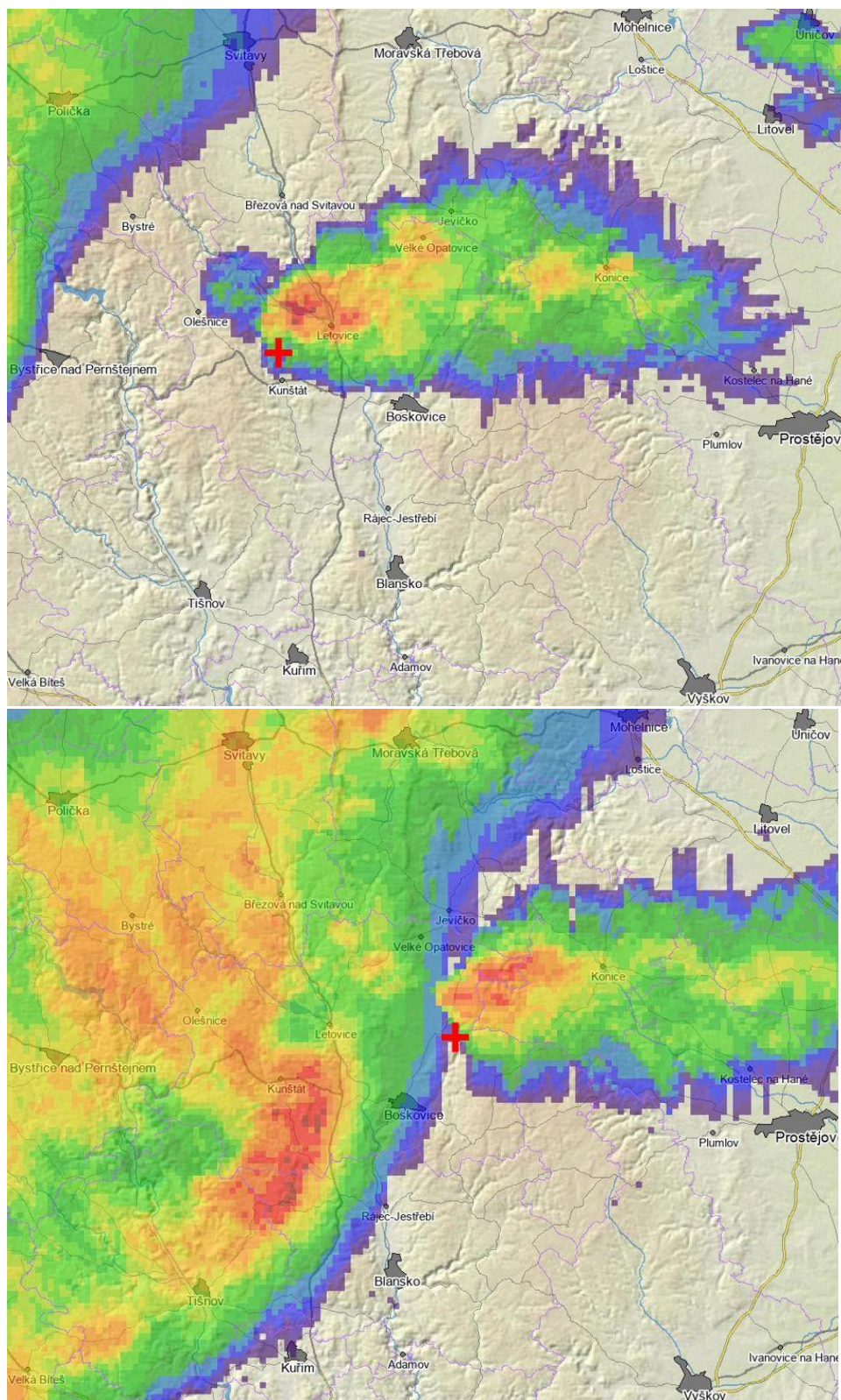
bouří přežila postup do méně příznivých atmosférických podmínek a rozpadala se až na východě Moravy kolem 21. hod SELČ. Nicméně ještě před linií bouří se ve východních Čechách a na Vysočině díky získané sluneční energii vytvořily konvektivní buňky, které se vyvinuly do nižších (cca 6 km) bouří.

Právě u bouře vznikající na Žďársku se postupně vyvinula mezocyklóna, díky níž se po dobu desítek minut udrželo silnější nasávání vzduchu přízemní vrstvy s vhodnými ostatními podmínkami, a mohlo tak vzniknout tornádo.

Radarová měření

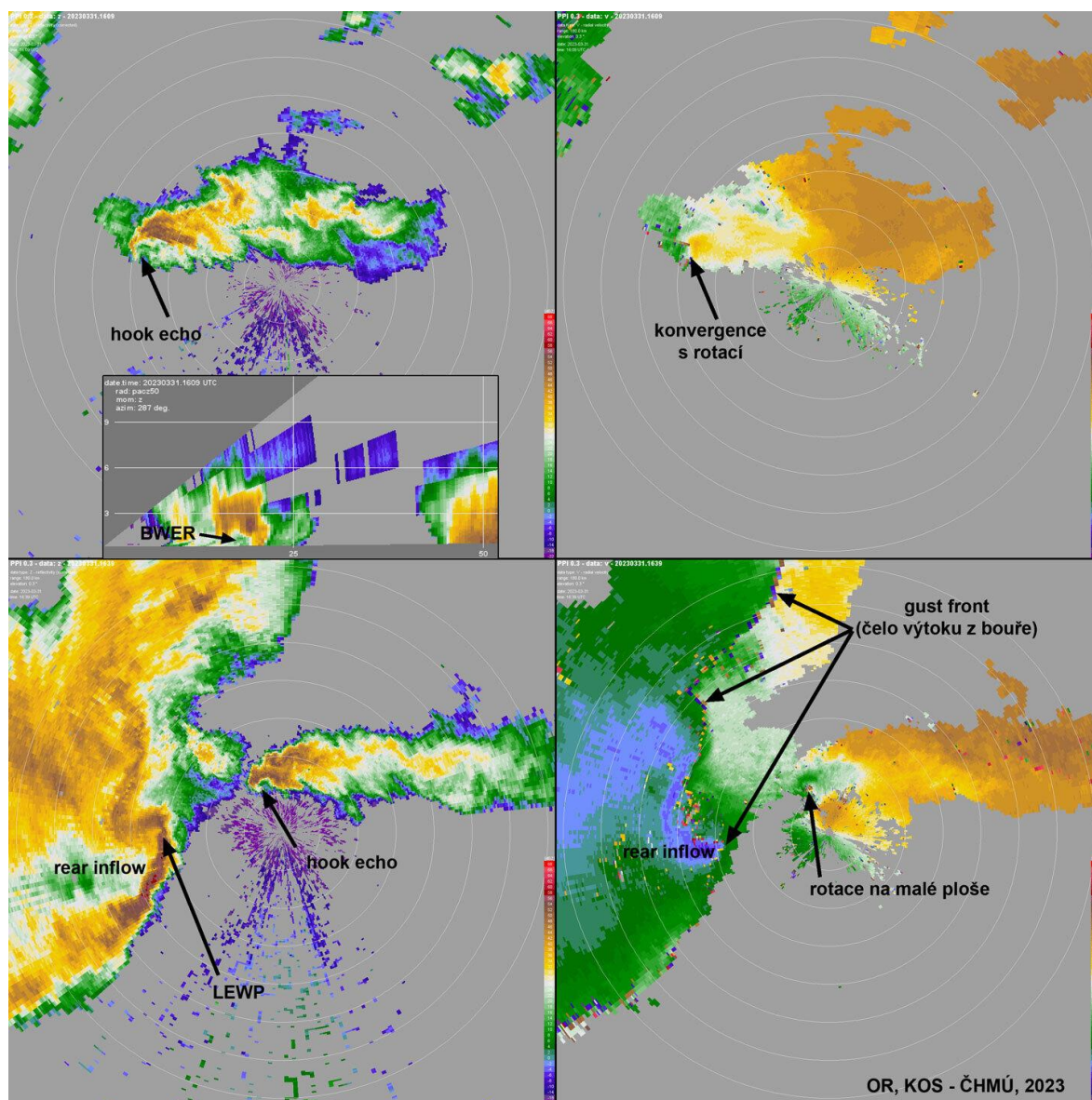
Sledovaná supercela z pohledu operativních radarových dat byla většinu doby poměrně nenápadná, protože nevykazovala typické odchylování od hlavního směru postupu. V několika momentech bylo možné pozorovat podle struktury největší radarové odrazivosti spirálovitý tvar severní části bouře s náznaky háčku na západní straně (hook echo). Znaky rotace ukazovala i operativně dostupná dopplerovská měření (srovnání rychlostí pohybu srážek směrem od radaru vs. k radaru), nicméně jistější potvrzení rotace bylo patrné až následně z fotografií na sociálních sítích. Některé další radarové parametry vykazovaly u této bouře své maximum až těsně před splynutím s rychleji postupující linií bouří, zhruba mezi Prostějovem a Olomoucí. Zde se zvyšovala maximální odrazivost, zároveň bouře narůstala až do výšky 9 km a také byly pravděpodobnější menší kroupy.

Na obrázku 1 je operativními radarovými daty ČHMÚ zachycena supercela v momentech, kdy se objevilo tornádo u Rudky a pravděpodobně také u Šebetova.



Obr. 1: Nahoře radarový snímek MAX-Z v čase 18:10 SELČ - supercela u Letovic, červený kříž značí místo vzniku tornáda u obce Rudka přibližně ve stejném čase. Dole radarový snímek MAX-Z v čase 18:40 SELČ - supercela před obcí Konice, červený kříž značí místo pravděpodobného vzniku druhého tornáda u obce Šebetov přibližně ve stejném čase. Zdroj: operativní data ČHMÚ.

Zpětným a podrobnějším zpracováním dat radarových odrazivostí a dopplerovských měření, jež nejsou meteorologům operativně k dispozici, lze hledané struktury odhalit mnohem lépe (viz obr. 2).



Obr. 2: Detailní zpracování radarové odrazivosti (vlevo) a dopplerovského měření (vpravo), obě na elevaci $0,3^\circ$ v termínech 31. 3. 2023 16:09 UTC u supercely v okolí Letovic (nahore) a v 16:40 UTC před obcí Konice spolu s linií bouří (dole). Ve výřezu vlevo nahore vertikální řez supercelou s vyznačeným BWER (oblast zeslabeného radarového echa typická pro supercely). Zdroj: radarové oddělení ČHMÚ, zpracoval: David Rýva.

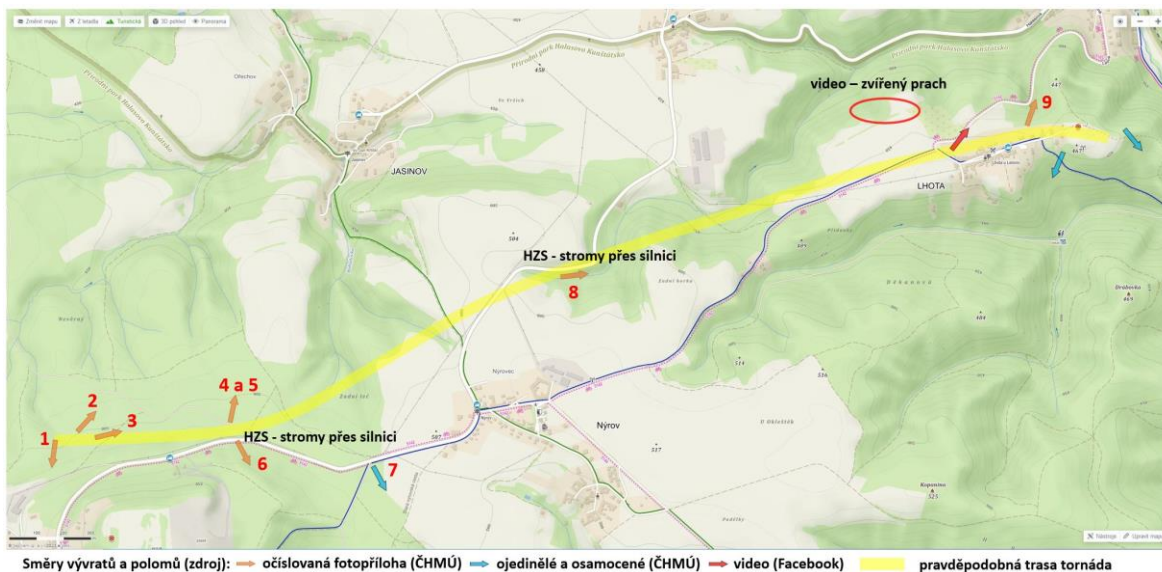
Na obrázku 2 vlevo dole je zvýrazněna linie bouří na čele fronty označovaná jako LEWP (Line echo wave pattern), kde se také často vyskytují výrazné větrné projevy, dokonce někdy i tornáda. Jako rear inflow je označena oblast vpádu suššího studenějšího vzduchu ze středních hladin troposféry, který právě podporuje vznik silných nárazů větru při zemi.

Pozorování

Během pátečního večera 31. 3. se na sociálních sítích začaly objevovat první fotografie a videa pozorované tromby s oblačnou sníženinou supercely nebo přímo studovaná supercela, která postupovala z okolí Letovic dále na východ. Na svém facebookovém účtu je sdíleli lovci bouří z Czech Thunderstorm Research Association (CTRA). Než byly během soboty 1. 4. na sociálních sítích zveřejněny další fotografie již přímých škod v krajině, nebylo jisté, zda se jednalo o tornádo. Přímým důkazem se stalo video z kamery na jednom z domů ve Lhotě u Letovic, na kterém je záznam zesíleného větru následovaného vírem tornáda, které mimo jiné převrací plechovou zahradní kůlnu. Podle ohnisek nejčteněji poškozených stromů a dále na základě videodokumentace, informací od místních zasahujících složek HZS a obyvatel byla členy CTRA prvotně určena dráha tornáda na území obcí Nýrov a Lhota u Letovic.

Terénní průzkum

Následný terénní průzkum ČHMÚ se soustředil na výseč území vedenou skrze oblast potvrzených škod po tornádu. A to jak proti směru postupu kvůli nalezení prvního dotyku tornáda s povrchem, tak ve směru postupu jižní části supercely do oblasti posledního pozorování tromby v okolí Horního Štěpánova. V pondělí 3. 4. byla prozkoumána oblast od silnice mezi obcemi Petrov a Rudka po údolí řeky Svitavy jižně od Letovic (viz obr. 3). První náznaky škod byly pozorovány na mýtině severně od obce Rudka. Kromě čerstvě vyvrácených stromů se zde vyskytovaly vývraty očividně staršího data, které by byly zavádějící pro závěry učiněné pouze na základě leteckého průzkumu. K odlišení starších a nových vývratů a polomů bylo třeba posoudit čerstvost vytrženého kořenového systému nebo i vlhkost vyzdvižené půdy. Pro odlišení škod způsobených tornádem a přímočarým větrem bylo důležité posoudit i směr padlých kmenů. Na mýtině a v okolí bylo vyvráceno jen pár solitérních borovic a bříza, přičemž půda byla poměrně mokrá. Směr jejich vývratu odpovídal rotaci víru, který právě zde mohl zesílit a působit první škody (fotografie 1, 2 a 3). Následně se podél dráhy tornáda skrze smrkový a borovicový les směrem k východu objevovaly čtenější vývraty a polomy (foto 4 a 5) - z velké části již zpracované či odklizené místní lesní správou. Přibližně po 700 m se dráha přiblížila k silnici mezi Rudkou a Nýrovem, kde stromy padlé přes silnici musely být odstraněny jednotkou HZS (nahlášená událost v čase 18:21 SELČ). Jednalo se o několik stromů padlých jižním až jihovýchodním směrem, tedy prouděním v zadní části tornáda, resp. silným prouděním vzduchu nasávaným do víru tornáda, které procházelo po severní straně vedle silnice. I zde (foto 6) byl zpracovaný a odklizený větší počet stromů, zřejmě poškozených pádem přes sebe. Z velké části zde docházelo k selekci nejspíše velmi vysokých stromů, případně hůře zakořeněných v mělké a mokré kamenité půdě. Poté se dráha tornáda stočila na severovýchod s postupujícím updraftem supercely, čímž se tornádo vyhnulo zastavěné oblasti obce Nýrov. Rozpoznání souvislé trasy tornáda bylo znemožněno ukončením lesního porostu. Až po křížení dráhy tornáda se silnicí mezi Nýrovem a Zábłudovem se na polích bez vysokého porostu neobjevovaly známky škod. Mohlo také dojít k přechodnému zeslábnutí tornáda nebo přerušení kontaktu s povrchem při pulsující intenzitě updraftu bouře.



Obr. 3: Odhad trasy tornáda mezi Rudkou a Lhotou u Letovic se zaznačením směru vývrátů a polomů stromů. Mapový podklad: mapy.cz, zakreslil: Petr Münster.

Další větší koncentrace polomů a vývrátů, převážně vzrostlých smrků (foto 8), se vyskytla u silnice do Zábłudova v údolí místního potůčku, kde byl zaznamenán výjezd HZS za účelem odklizení stromů přes silnici (ohlášeno 18:20 SELČ). V zalesněných svazích podél potoka pokračovala dráha tornáda směrem na Lhotu u Letovic. Podél cyklotrasy mezi poli na východě obce Lhota opět nebyly znatelné škody. Avšak na záběrech výše zmiňované kamery sledující zahradu ve východní části obce směrem na sever jsou patrné zvířené částice prachu, možná i pilin ze zpracování dřeva, z přibližně 250 m vzdáleného okraje lesa ještě před výskytem tornáda přímo na zahradě. Jedná se o zrychlené proudění vzduchu nasávaného do víru tornáda a demonstruje sílu proudění v širokém okolí samotného víru. Vír identifikovaný rotujícími předměty a prachem měl podle záběrů kamery odhadem 5 až 10 m v průměru. Právě na pozemku zahrady majitele kamerového záznamu byly vyvráceny některé vzrostlé ovocné stromy - opět z poměrně mokré a kypré půdy. Dráha tornáda pokračovala převážně po zahradách na severním okraji obce, kde převažovaly jen mírné škody po letících troskách. Poslední větší koncentrace škod na lesním porostu byla objevena v úpadu mezi zahradami a silnicí vedoucí do Letovic. Podle směru vývratu vysokých stromů (foto 9) se jednalo o přední stranu rotace, padající kmeny pravděpodobně jako domino poškodily níže stojící stromy, které již byly v době průzkumu zpracovány a odklizeny.

Na západním konci obce v okolí vysílače na kótě 467 bylo objeveno několik jehličnanů spadlých přes lesní pěšiny, které podle čerstvých řezů kmenů pro zprůchodnění mohly souviset s pádem po průchodu mizejícího tornáda. Nasvědčuje tomu hlavně rozbíhavé položení kmenů (viz obr. 3), i když příčiny mohly být i jiné. Dále ve strmém, zalesněném svahu padajícímu k řece Svitavě nebylo možné určit původ pádu některých stromů. Vzhledem k zároveň slábnoucí mateřské bouřce, u které nad Letovicemi nebyla pozorována kondenzační nálevka nebo tromba, lze usuzovat, že tornádo zaniklo již ve Lhotě. Délka jeho celkové dráhy byla odhadnuta na 4 km, šířka pásu, kde se projevovala rotace vzduchu, mohla dosahovat až 500 m. Doba trvání (i podle rychlosti postupu bouře) byla cca 8 minut.

V čase kolem 18:30 SELČ začala zesláblá supercela opět nabírat na síle. Jižní až jihozápadní část bouře se nacházela nad sníženým terénem v Boskovické brázdě před obcí Knínice. Další pozorovaná tromba pod základnou byla podle svědectví sdílených na sociálních sítích až v čase kolem 18:50 SELČ někde mezi obcemi Buková, Lipová a Horní Štěpánov. To je na ověření možných a pravděpodobně nevelkých škod v rozlehlých lesích velmi nepřesná informace. Záchytným bodem bylo odstranění stromu přes silnici jednotkou HZS v obci Šebetov u křižovatky na Kořenec a Horní Štěpánov. Terén je zde o 100 m výše oproti Boskovické brázdě a pro případný kontakt tornáda s povrchem, nebo vrcholky stromů, byly vhodnější právě výše položené lokality. Ve čtvrtek 6. 4. proto byla prozkoumána i oblast východní dráhy supercely před sledovaným zánikem tromby. V okolí zásahu HZS byly nalezeny pouze dva případy padlých kmenů stromů, které by mohly odpovídat zesílenému působení větru rotujícího kolem vertikální osy. Starý uschlý smrk padlý na silnici ležel severovýchodním směrem a 60 m vzdálený druhý strom byl ukroucen a nakloněn více východním směrem. Právě vícesměrné proudění na přední straně tornáda mohlo zachytit horní část zřejmě vysokého smrku, jemuž kroucením popraskal kmen (foto 10). Strom přes silnici byl na dispečink HZS nahlášen v 18:58 SELČ, což mohlo být cca 15 minut po události potenciálního tornáda (silnice není tak frekventovaná), nebo to mohlo souviset s následujícím přechodem linie bouří situací, která se právě v tu chvíli nacházela nad lokalitou. V blízkém okolí směrem na východ byly sice i další jednotky vyvrácených stromů, ale stáří jejich pádu nešlo jednoznačně přiřadit stejné události. Průzkum směrem k obci Kořenec nepřinesl žádné další objevy polomů nebo vývrátů, které by se daly spojit s událostí 31. 3. A to ani v lese v okolí kóty 631 severozápadně od obce Kořenec, která díky vyšší nadmořské výšce mohla být „další na ráně“. Zde byl terénní průzkum ukončen, jelikož za poli kolem obce Kořenec by bez přesnější znalosti trasy tornáda bylo velmi náročné na velké ploše lesů nalézt známky škod způsobených možným tornádem.

Na základě časové a prostorové shody s postupující supercelou a také díky výslednému směru padlých kmenů v lesním porostu se lze domnívat, že se pod znovu zesílenou supercelou mohlo vyskytnout velmi krátce slabé tornádo na svahu vrchu Mojetín na rozhraní obcí Knínice a Šebetov. Vzhledem k chybějícím svědectvím a velmi sporadickým škodám však nelze s jistotou tvrdit, že se skutečně o tornádo jednalo. Silné poryvy větru totiž lokalitu doprovázely jak při přechodu supercely, tak při následné linii bouří, která přecházela území jen pár minut poté. Později byla rotace vzduchu pod supercelou sledována pouze jako tromba.

Podle podrobné metodiky klasifikace tornáda, resp. dosažené rychlosti větru na základě zjištěných škod z Mezinárodní Fujitovy stupnice, byla na počátku dráhy tornáda určena kategorie IF0+, kde převažovaly vývraty vysokých stromů s mělkým kořenovým systémem v mokré půdě. Postupně intenzita přecházela až do IF1, zejména v lese mezi Nýrovem a Zábludovem, kde byly u zdravých stromů polámané kmeny. Krátce mohla intenzita vygradovat ve Lhotě u Letovic až do kategorie IF1+, které odpovídají vyvrácené nižší neolistěné stromy na zahradě a také převrácená plechová bouda. Průměrná rychlost větru určená v těchto kategoriích tak mohla dosáhnout 108 km/h (IF0+) až 170 km/h (IF1+). Kategorie však mají určenou poměrně velkou odchylku rychlostí větru a mohou tedy být o 30 až 50 km/h nižší, či naopak vyšší.

Nad obcemi Knínice a Šebetov sice nelze přímo potvrdit výskyt tornáda, ale zjištěné škody - jeden zlomený vysoký uschlý smrk a jeden nalomený - by odpovídaly rychlostem proudění nad lesem okolo 100 km/h (kategorie IF0+).



Foto 1: První zaznamenané vývraty borovic směrem doprava způsobila zadní část rotace tornáda, foto: Petr Münster.



Foto 2: Vývraty solitérních borovic po směru tornáda mírně doleva způsobila přední část rotace tornáda, foto: Petr Münster



Foto 3: Vývrát břízy po směru na přední straně vzniklého tornáda, foto: Petr Münster.



Foto 4 a 5: Vývrát smrku a zlomená borovice, oba případy směrem doleva na přední straně tornáda, foto: Petr Münster.



Foto 6 a 7: Zbytky stromů padlých vpravo od trasy tornáda, částečně přes silnici. Osamocený smrk zlomený směrem doprava asi 300 m od trasy tornáda, foto: Petr Münster.



Foto 8: Polámané a vyvrácené stromy kolem silnice mezi Nýrovem a Zábludovem – po směru trasy, foto: Petr Münster.



Foto 9: Vývraty na severním okraji zahrádek Lhoty u Letovic – a to směrem doleva na přední straně tornáda, foto: Petr Münster.



**Český
hydrometeorologický
ústav**

Kontakt:

Tiskové a informační oddělení (info@chmi.cz)

Monika Hrubalová

e-mail: monika.hrubalova@chmi.cz

tel.: 244 032 724 / 737 231 543

Jan Doležal

tel.: 724 342 542

e-mail: jan.dolezal2@chmi.cz

Aneta Beránková

e-mail: aneta.berankova@chmi.cz

tel.: 735 794 383

Odborný garant:

Petr Münster

e-mail: petr.munster@chmi.cz

Regionální předpovědní pracoviště P-Brno