

ROZBOR MOŽNÝCH PŘÍČIN VÝSKYTU ŠPIČKOVÝCH KONCENTRACÍ ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK V PODKRUŠNOHOŘÍ V RANNÍCH HODINÁCH

Josef Keder, Petra Bauerová, Adriana Šindelářová

*ČHMÚ, Observatoř Tušimice, Tušimice 6, 432 01 Kadaň
josef.keder@chmi.cz*

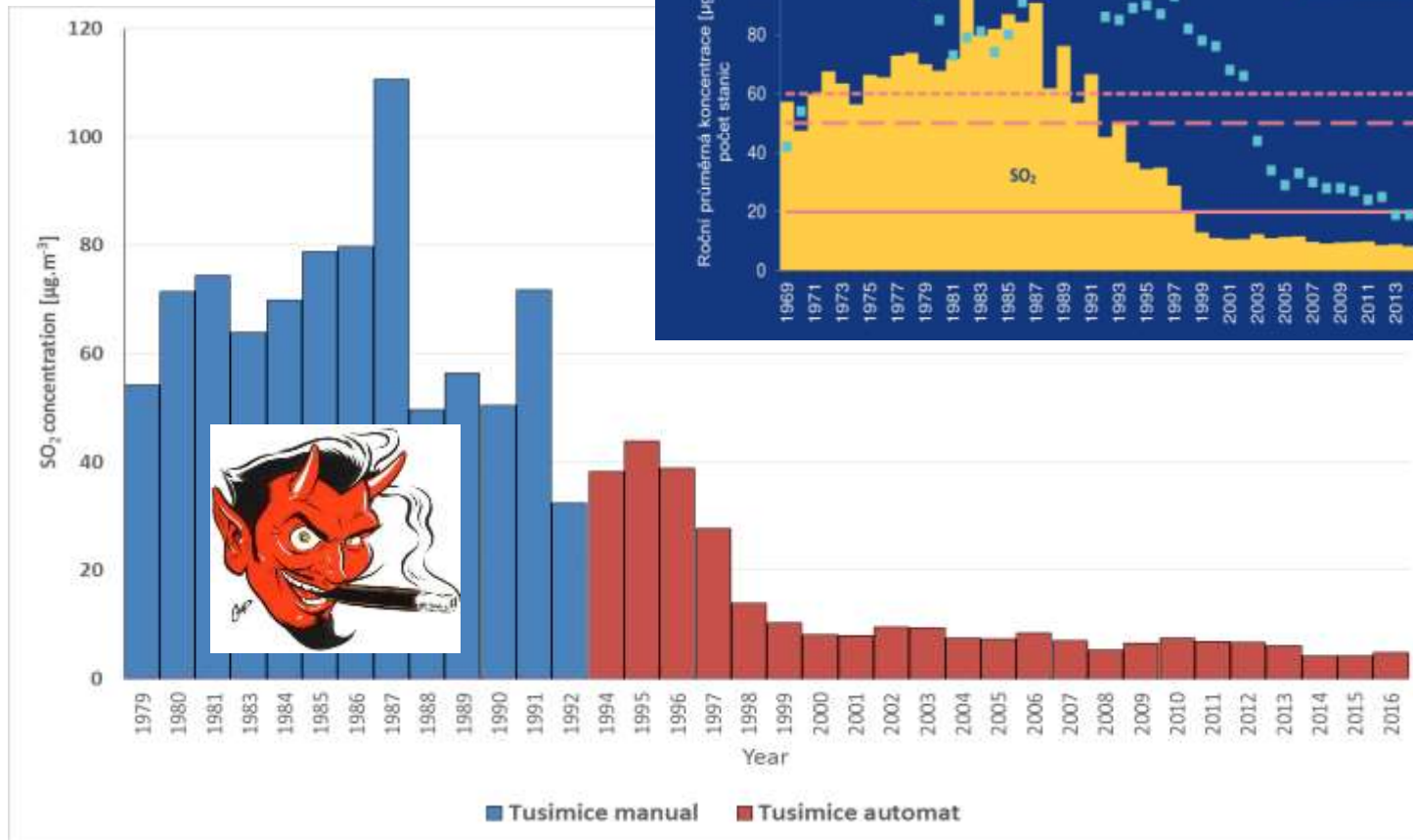
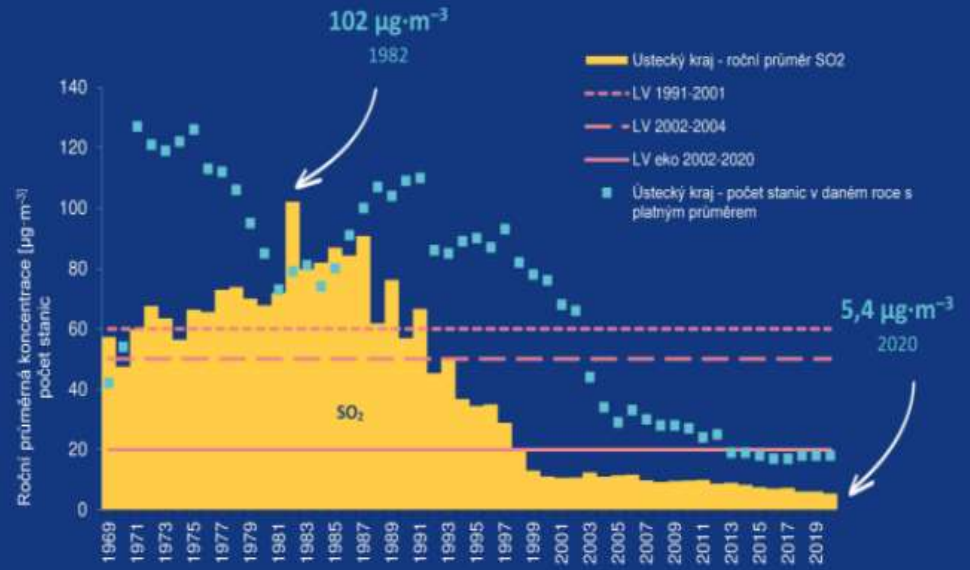
Motivace

- Masivní pokles koncentrací SO_2 , který býval v minulosti dominantně sledovanou znečišťující látkou
- Nicméně na monitorovacích stanicích v podkrušnohorské oblasti často pozorovány izolované špičky v časových řadách koncentrací tohoto plynu
- V roce 2015 tento již téměř pozapomenutý „starý ďábel“ způsobil po 20 letech smogovou situaci, spojenou právě s tímto jevem



Český hydrometeorologický ústav

Ústecký kraj - roční průměrná koncentrace SO₂





Prach nahradil oxid siřičitý. Smog opět trápí sever

Cesta: [Titulní stránka](#) > [Média](#)

Vyhlášení smogové situace z důvodu vysokých koncentrací oxidu siřičitého

[Sdílet na Facebooku](#) [Sdílet na Google+](#) [Sdílet na Twitteru](#)



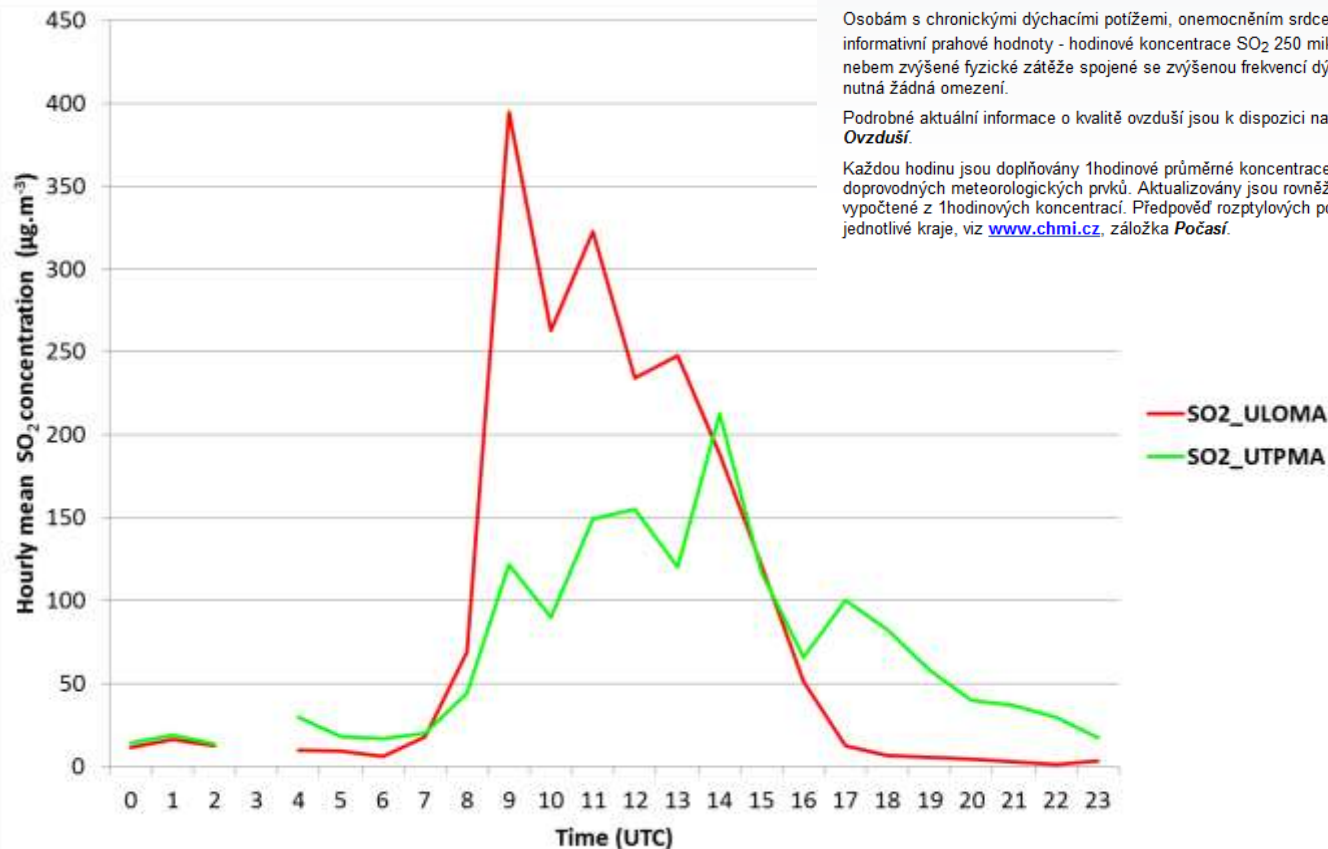
Na některých stanicích reprezentativních pro Ústecký kraj došlo ve třech po sobě následujících hodinách k překročení informativní prahové hodnoty - hodinové koncentrace oxidu siřičitého SO₂ 250 mikrogramů na metr krychlový. Smogová situace nastala 5. 11. 2015 v 14:23 hodin.

Informace pro veřejnost:

Osobám s chronickými dýchacími potížemi, onemocněním srdce, starším lidem a malým dětem se při překročení informativní prahové hodnoty - hodinové koncentrace SO₂ 250 mikrogramů/m³ doporučuje zdržet se při pobytu pod širým nebem zvýšené fyzické zátěže spojené se zvýšenou frekvencí dýchání. U dospělých osob bez zdravotních potíží nejsou nutná žádná omezení.

Drobné aktuální informace o kvalitě ovzduší jsou k dispozici na internetových stránkách ČHMÚ www.chmi.cz, záložka **Ovzduší**.

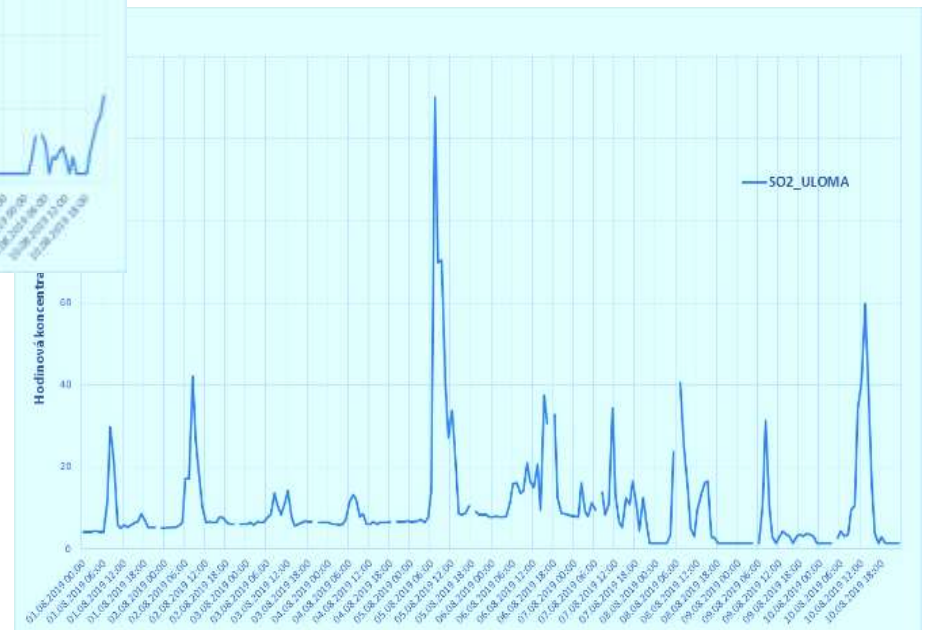
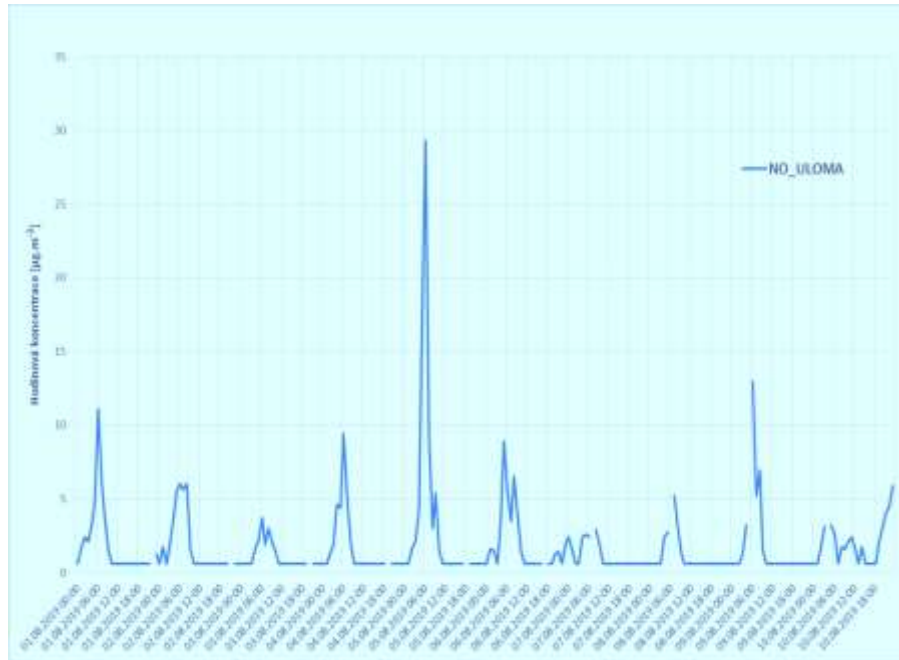
Každou hodinu jsou doplňovány 1hodinové průměrné koncentrace automaticky měřených škodlivin a hodnoty doprovodných meteorologických prvků. Aktualizovány jsou rovněž vícehodinové průměrné koncentrace škodlivin, vypočtené z 1hodinových koncentrací. Předpověď rozptylových podmínek je součástí předpovědi počasí pro ČR a jednotlivé kraje, viz www.chmi.cz, záložka **Počasí**.



Pravidelné špičkové koncentrace

- Izolované špičkové koncentrace jsou markantní zejména v ranních hodinách letních dnů
- Vyskytují se s pozoruhodnou pravidelností
- Těžko lze připisovat jejich původ lokálnímu vytápění
- Byly pozorovány i pro jiné polutanty, např. oxid dusnatý

Špičkové koncentrace SO₂ a NO v ranních hodinách na lokalitě Lom 1. – 10.8.2019

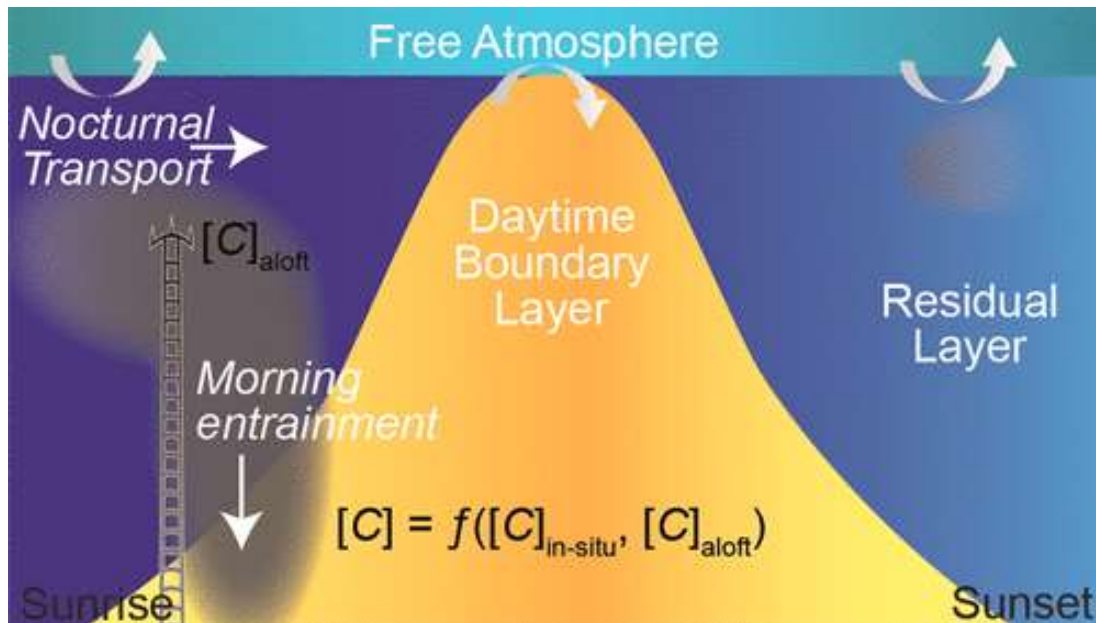
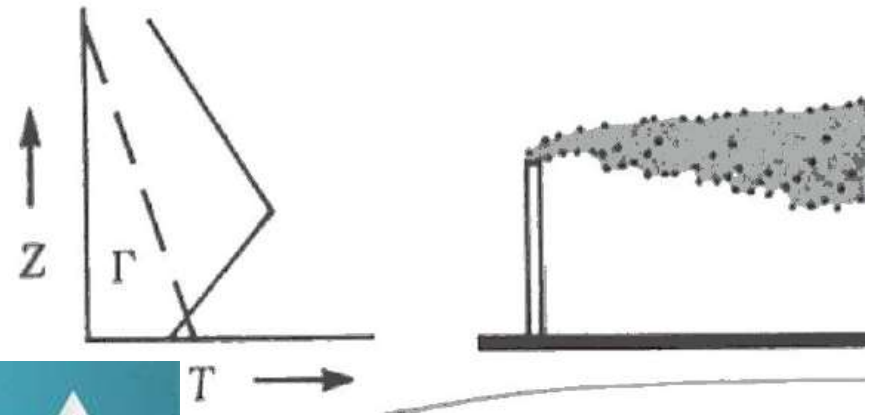


Pracovní hypotéza

- Tento jev souvisí s transformací mezní vrstvy ovzduší v průběhu letního dne
- Po západu slunce se u povrchu formuje noční radiační inverze, nad níž se nalézá tzv. reziduální vrstva (RV)
- Do RV mohou být emitovány ZL z vysokých zdrojů, které jsou transportovány nočním neturbulentním prouděním a vytvářejí vrstvu zvýšených koncentrací
- Ráno po východu slunce a postupném ohřevu zemského povrchu vznikají vertikální turbulentní proudy, které zdola postupně erodují vrstvu inverze.
- V okamžiku, kdy turbulentní vrstva dosáhne hladiny zvýšené koncentrace, jsou ZL turbulentními víry přenášeny k povrchu, kde může vzniknout krátkodobá špička zvýšeného znečištění
- Postupně se přízemní vrstva promíchá a koncentrace opět poklesne
- Děj se může opakovat příští ráno, pokud jsou zachovány podmínky radiačního typu počasí

Schematický náčrt vertikálního přenosu polutantu z reziduální vrstvy nad noční inverzí teploty

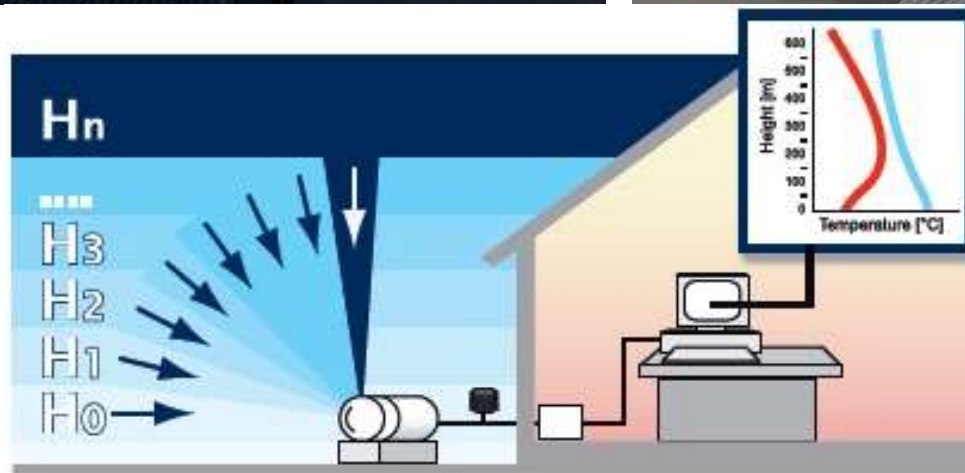
Wind →



OBS Tušimice – analýza jevu

- Observatoř Tušimice, kterou ČHMÚ dlouhodobě v podkrušnohorské oblasti provozuje, byla nedávno vybavena unikátní měřicí technikou
- Umožňuje uvedenou pracovní hypotézu potvrdit
- SODAR/RASS, detekující výškové profily proudění na základě zpětného rozptylu akustických vln
- Pasivní mikrovlnný teplotní profiler (MTP)
- MTP měří vertikální profil teploty vzduchu na základě detekce intenzity mikrovlnného vyzařování atmosféry v pásmu 60 GHz ve vysokém časovém a prostorovém rozlišení

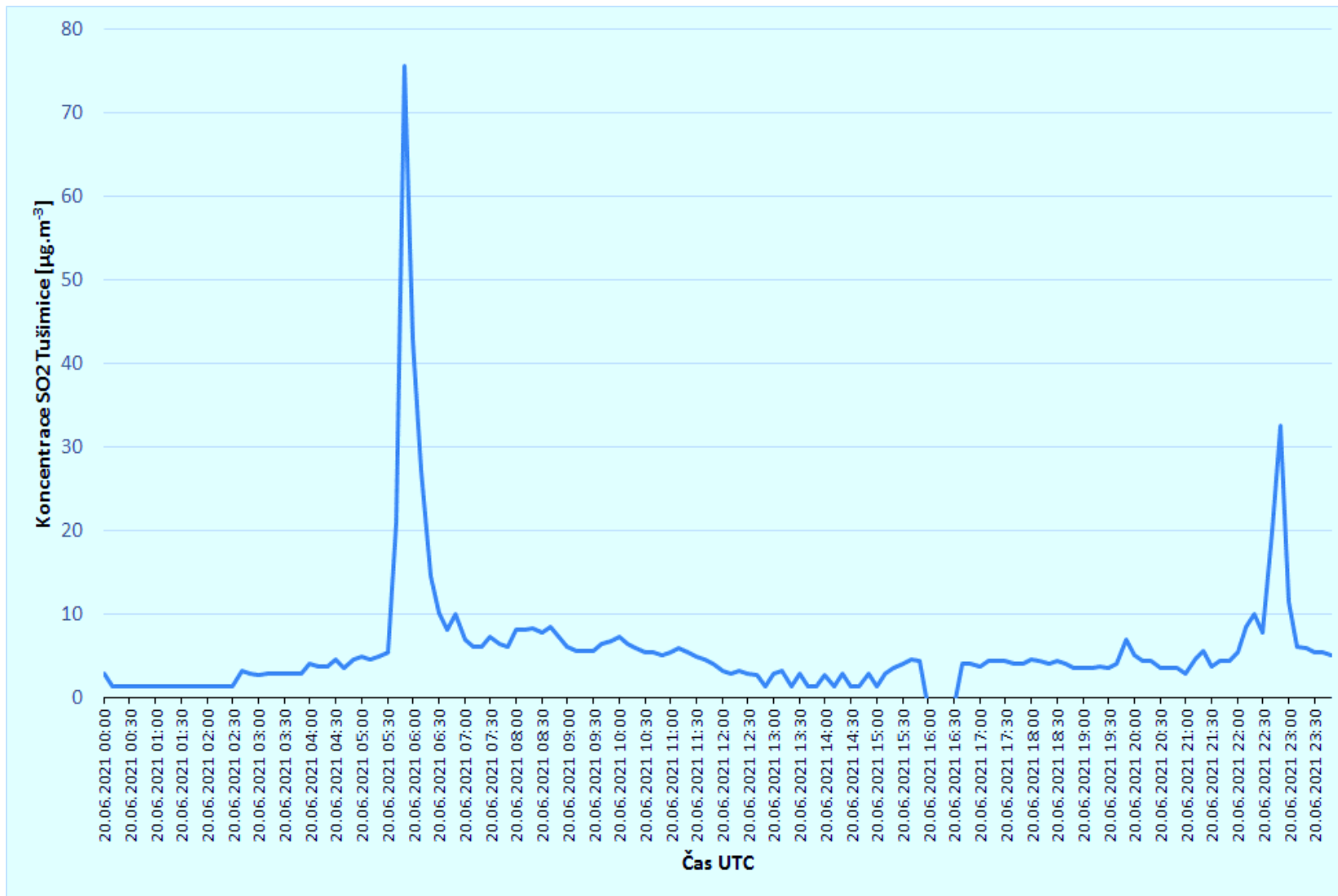
System SODAR/RASS a MTP na střeše OBS Tušimice



OBS Tušimice – analýza jevu

- Popsaná zařízení byla využita při analýze výskytu špičkové koncentrace SO_2 , detekované na OBS Tušimice dne 20.6.2021
- Koncentrační špička se objevila mezi 05:30 a 06:30 UTC, kdy se koncentrace z hodnot cca $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ rychle zvýšila na $76 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
- Následně opět poklesla pod úroveň $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (desetiminutové průměry).

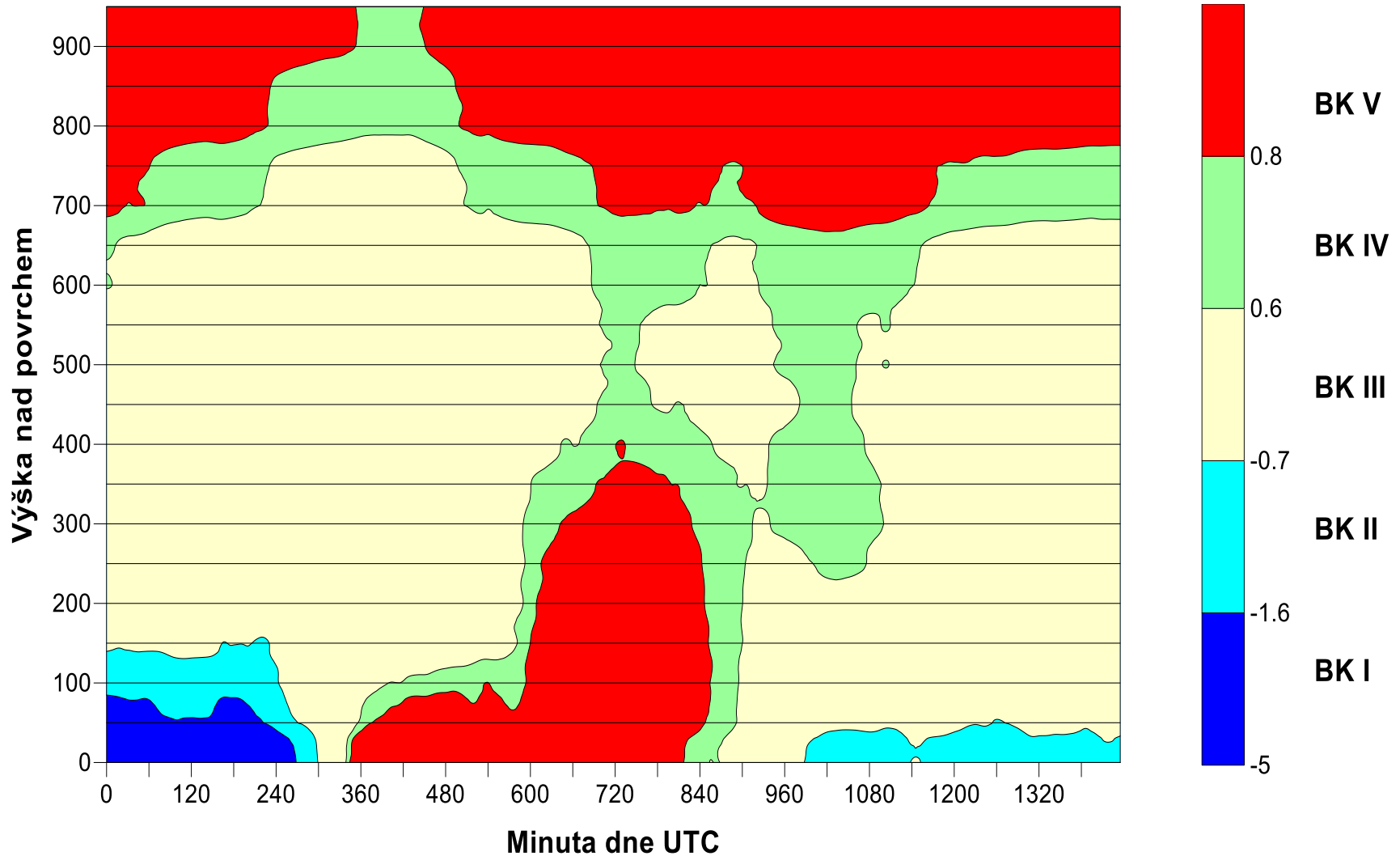
Časové změny koncentrace SO₂ dne 20.6.2021 (desetiminutové průměry)



OBS Tušimice – analýza jevu

- Byl sestrojen časový průběh změn tříd stability podle známé klasifikace Bubníka-Koldovského (BK) pro den 20.6.2021
- Čas je vyznačen v minutách UTC, takže např. údaj 360 odpovídá 06:00 UTC.
- Stabilitní třídy jsou klasifikovány podle vertikálního gradientu teploty vzduchu, který byl měřen MTP
- Časové rozlišení po 5 minutách, výškové po 25 m do výšky 100 m a dále po 50 m nad touto hladinou.
- Třída BK I odpovídá silným inverzím, BK III mírně stabilnímu zvrstvení, BK IV je třída neutrální stratifikace a BK V instabilní konvektivní

Časové změny vertikálního profilu tříd stability podle klasifikace BK, odvozené z měření MTP

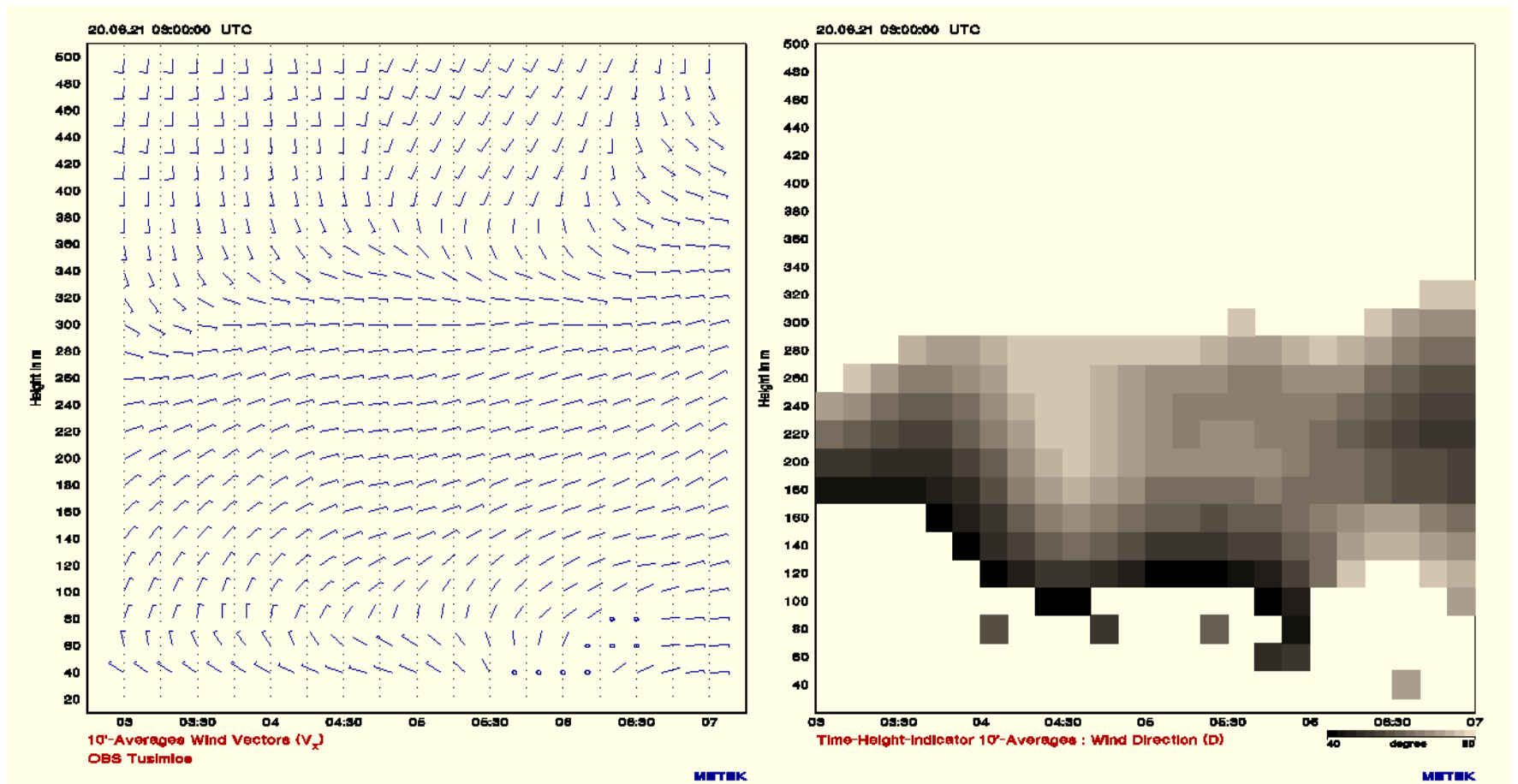




Rozbor záznamu

- V noci se vytvořila přízemní inverze teploty do hladiny zhruba 150 m nad povrchem
- Reziduální vrstva nad inverzí s izotermním zvrstvením podle BK klasifikace sahala do 600 až 700 m
- Slunce v oblasti měření vyšlo v 03:00 UTC (180. minuta dne), podle záznamu MTP po 04:00 UTC (240. minuta) začala přestavba teplotního profilu, inverze se rozpadla v 05:00 UTC
- Zvrstvení krátce přešlo do třídy BK III ve vrstvě od země do 750 m
- Před 06:00 UTC se se zvrstvení počalo labilizovat a tloušťka vrstvy s dobrými rozptylovými podmínkami (BK IV a BK V) před 10:00 UTC dosáhla 150 m
- Po 10:00 vertikální rozsah vrstvy s intenzivním turbulentním mísením rychle narostl a kolem 12:00 zahrnoval celý rozsah měření profileru
- Nárůst koncentrace začal po 05:30 UTC a maxima bylo dosaženo v 06:00 UTC (360. minuta dne)
- V tomto čase dosáhla vrstva s dobrým promícháváním tloušťky zhruba 100 m. Z této hladiny bylo tedy možné očekávat turbulentní transport ZL k zemskému povrchu.

Záznam sodaru





Záznam sodaru - rozbor

- Od 04:00 do 07:00 UTC převládalo ve vrstvě mezi hladinami 100 až 300 m nad povrchem proudění ve směru mezi 40° až 80°
- V tomto sektoru směrů větru leží severovýchodně od observatoře elektrárna Tušimice, z jejíchž 100 m vysokých chladicích věží jsou emitovány odsířené spaliny
- Nabízí se závěr, že vrstva znečištěného vzduchu mohla být vytvořena tímto zdrojem
- V úvahu je však třeba vzít i možný příspěvek dalších zdrojů, ležících ve vyznačeném sektoru ve větší vzdálenosti proti směru proudění.


Sektor směrů větru pro možné ovlivnění OBS Tušimice emisemi z chladicích věží ETU



Děkujeme za pozornost

RNDr.. Josef Keder, CSc.

✉ *josef.keder@chmi.cz*


Český
hydrometeorologický
ústav