

**Měření kvality ovzduší v Orlických horách
a zhodnocení naměřených koncentrací
s ohledem na možné poškozující efekty na
lesní ekosystémy v Orlických horách
pro jednotlivé sloučeniny a jejich vzájemné
působení**

Shrnutí



**Český hydrometeorologický ústav
Praha
Listopad 2004**

Účel a doba měření

Na základě smlouvy o dílo, jejímž předmětem bylo měření kvality ovzduší v Orlických horách a zhodnocení naměřených koncentrací s ohledem na možné poškozující efekty na lesní ekosystémy v Orlických horách pro jednotlivé sloučeniny a jejich vzájemné působení, uzavřenou mezi Českým hydrometeorologickým ústavem a Ministerstvem životního prostředí, bylo provedeno měření znečišťujících látek, depozic a doprovodných meteorologických prvků v oblasti Orlických hor, kde byly indikovány škody na lesních porostech, přičítané působení imisí. Měření se uskutečnila ve třech obdobích, pokrývajících chladnou i teplou polovinu roku: od 16.10. do 13.11.2003, mezi 4.5. a 14.6.2004 a dále mezi 16.7. a 31.8.2004.

Měřicí místa a měřené veličiny

Bylo realizováno měření koncentrací těchto znečišťujících látek:

SO_2 , NO , NO_2 , NO_x , CO , O_3 , PM_{10} .

Současně byly měřeny tyto doprovodné meteorologické prvky:

tlak, teplota a relativní vlhkost vzduchu, směr a rychlost větru a intenzita globálního záření.

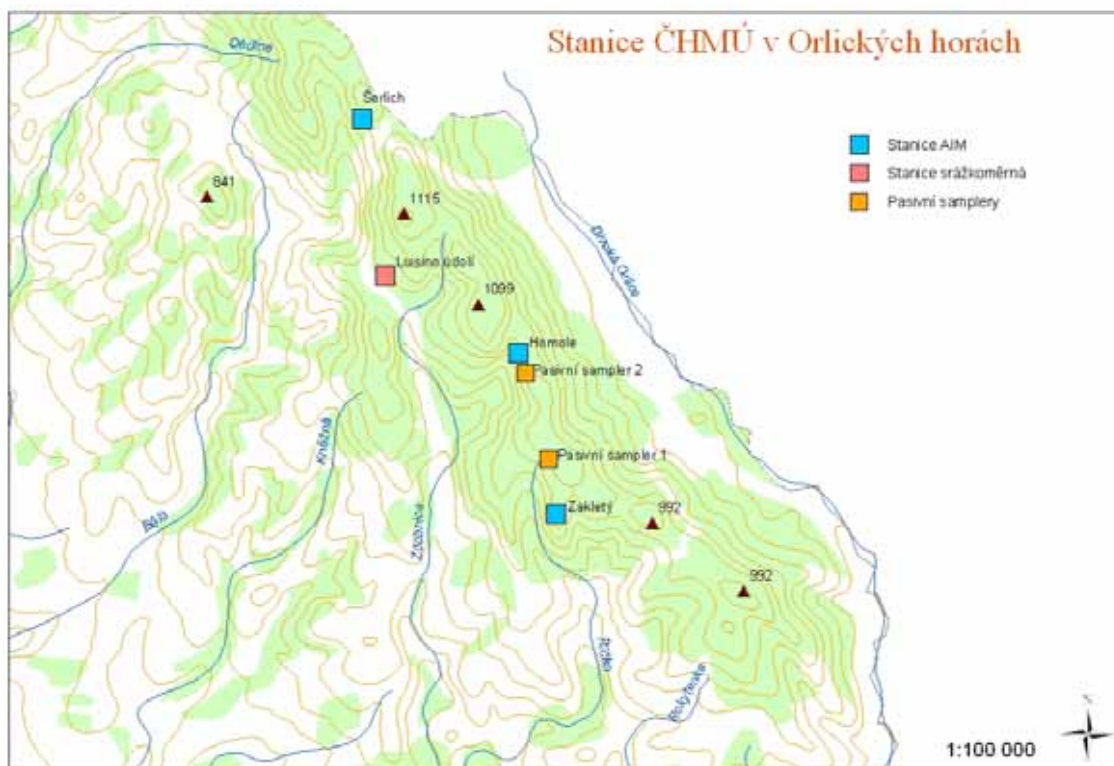
Z odebraných vzorků byla stanovena depozice následujících látek:

NO_3^- v aerosolu, SO_4^{2-} v aerosolu, HNO_3 plynná, SO_2 plynný, suma NO_3^- , NH_4^+ v aerosolu, NH_3 plynný a suma NH_4^+ .

Měření koncentrací znečišťujících látek v ovzduší bylo prováděno na AMS Šerlich, která je součástí státní monitorovací sítě, a na lokalitách Homole a Zakletý, kde jsou po dobu měření umístěny mobilní měřicí jednotky ČHMÚ, rovněž vybavené automatickými analyzátory.

Na obou posledně zmíněných měřicích bodech se rovněž odebírají denní vzorky pro stanovení depozice.

Měřicí místa rozšířena o dvě stanoviště, na nichž se provádělo měření pasivními vzorkovači.



Mapa záměrné oblasti s vyznačenými místy měření

Za každou dílčí etapu byla vypracována a zadavateli předána dílčí průběžná zpráva.

Tyto zprávy byly doplněny analýzou znečištění Orlických hor přízemním ozonem za pětileté období 1999 – 2003.

Dílčí zprávy a naměřená data byly předány Výzkumnému ústavu lesního hospodářství a myslivosti (VÚLHM), který je doplnil vlastními podklady a provedl vyhodnocení vlivu imisní zátěže na poškození lesních porostů v Orlických horách, které je předmětem samostatné zprávy.

Závěry

Analýzy provedené v ČHMÚ a VÚLHM vyústily v následující závěry:

- Koncentrace oxidu siřičitého a oxidů dusíku byly v průběhu sledovaného období nízké, maximální hodnoty nepřekročily 35, respektive 18 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
- Rozložení četností datových souborů pro oxid siřičitý je na všech třech lokalitách podobné, úroveň imisní zátěže se výrazně neliší
- Imisní zátěž oxidy dusíku je ve srovnání se zbývajícími lokalitami, které vykazují podobné hodnoty, vyšší na stanici Šerlich
- Nepotvrdila se domněnka, že stanice Šerlich není reprezentativní pro ty oblasti Orlických hor, kde jsou největší škody na lesních porostech a kde se očekávaly vyšší koncentrace oxidů dusíku a oxidu siřičitého
- Pro koncentrace oxidu siřičitého a oxidů dusíku byla zjištěna výrazná závislost na směru proudění; nejvyšší koncentrace se na měřených lokalitách vyskytují při proudění z jihozápadního a severovýchodního směru. Na lokalitě Zakletý se jako další význačný směr ukazuje jihovýchod. Směrová závislost je na lokalitě Zakletý méně markantní, zejména pro NO_x .
- Významnou imisní zátěž v letním období představuje ozon, jehož koncentrace dlouhodobě překračují prahové hodnoty pro ochranu vegetace. Měření koncentrací přízemního ozonu automatickými analyzátory a pasivními vzorkovači ukázala, že hřebenové partie Orlických hor, kde bylo zjištěno nejhorší poškození lesních porostů, jsou v letním období dlouhodobě exponovány působení zvýšených koncentrací ozonu. Imisní zátěž ozonem v údolních polohách je poněkud nižší. Nejvyšší koncentrace v průběhu sledovaného období byly zjištěny na lokalitě Zakletý.
- Koncentrace oxidu siřičitého jsou v současné době natolik nízké, že nemohou působit poškození lesních porostů. Nelze vyloučit jejich částečné spolupůsobení na vzniku škod v roce 1999 a 2000, oxid siřičitý při nich však nehrál rozhodující roli.
- Relativně nízké koncentrace oxidů dusíku. samy o sobě nemohou působit poškození lesních porostů v Orlických horách. Kritické koncentrace nejsou krátkodobě ani dlouhodobě překračovány.
- V hřebenových polohách Orlických hor dochází již nejméně od roku 1999 k častému překračování limitních hodnot koncentrace O_3 pro ochranu ekosystémů. K překračování limitních hodnot dochází v podstatné části vegetačního období, přičemž výskyt a trvání nadlimitních koncentrací poměrně úzce souvisí s průběhem počasí v dané vegetační periodě. Tuto situaci potvrzují měření ČHMÚ i VÚLHM a to jak při měření automatickými stanicemi, tak i pomocí pasivních filtrů umístěných ve vybraných porostech. Nejvyšší koncentrace ozonu byly naměřeny v letech 2002 a 2003, kdy byla zjištěna také největší četnost překročení imisního limitu pro 24hod koncentrace ($65\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) a nejvyšší hodnoty indexu AOT40.
- Zátěž lesních ekosystémů přízemním ozonem a jeho negativní vliv na asimilační aparát dřevin indikují i mírně zvýšené koncentrace MDA v jehličí smrkových mlazin. Určitým (nespecifickým) indikátorem je také narušení epikutikulárních vosků. V roce 2003 je

patrný nárůst obsahu MDA v jehlicích, což může indikovat zvýšený oxidační stres během suchého a teplého vegetačního období tohoto roku. Zvýšený oxidační stres vyjádřený koncentracemi MDA se projevil i přes velmi suché počasí, kdy dřeviny regulují ztrátu vody uzavíráním průduchů a možnosti pro vstup ozonu do listů jsou omezeny. Nelze vyloučit, že po předchozí dlouholeté zátěži těchto horských ekosystémů kyselými imisemi došlo narušení ochranné vrstvy epikutikulárních vosků natolik, že ozon může částečně pronikat do listů a jehlic dřevin i mimo průduchy. Stejně jako u epikutikulárních vosků existuje také závislost mezi obsahem MDA a nadmořskou výškou porostů, ze kterých je odebíráno jehličí k chemickým analýzám. Porosty ve vyšších nadmořských výškách s J nebo JZ expozicí jsou poškozovány více, než porosty v nižších polohách a v podhůří.

- I přes prokazatelné negativní působení ozonu v Orlických horách nevysvětlují koncentrace této škodliviny rozsáhlá poškození, ke kterým došlo v letech 2000 a 2003.
- Depozice kyselých látek do lesních porostů jsou v současné době výrazně nižší, než v období před deseti lety. Přesto však neumožňují regeneraci lesních půd.
- Kromě acidifikace jsou v současném problému depozice dusíku, které způsobují eutrofizaci a nevyváženost výživy lesních porostů. Kritický je zejména nepoměr dusíku a špatně přístupného draslíku, který může vést až k nevyzrání letorostů a mrazovým škodám.
- V nižších polohách (do 850 m n.m.) vedly dlouhodobé depozice k vyplavování hořčíku, který je v současné výživě lesních porostů často na hranici deficience.
- Porosty poškozené žloutnutím jsou primárně postiženy nedostatkem hořčíku v půdách dlouhodobě zatěžovaných imisemi. K vizualizaci a akceleraci poškození přispívají meteorologické faktory (sucho zabraňuje příjem živin z půdy), určitou roli zde mohou hrát také zvýšené koncentrace ozonu, které podporují oxidační procesy v buňkách, včetně rozkladu chlorofylu. Uvedené škody lze zmírňovat realizací biologických a lesopěstebních opatření v kombinaci s citlivě a nikoliv celoplošně realizovanými chemickými melioracemi.
- U poškození vrchních a okrajových částí koruny zčervenáním jehličí v jarních měsících je primární příčinou zřejmě narušení výživy porostů. Přístupné zásoby bazických kationtů byly v období dlouhodobé imisní zátěže značně ztenčeny. Současná úroveň depozic neumožňuje regeneraci lesních půd. Navíc depozice dusíku je stále relativně vysoká. Tento základní biogenní prvek je tak v nepoměru k ostatním prvkům – v případě tohoto typu poškození draslíku. V důsledku této nerovnováhy nedochází k dostatečnému vyzrání letorostů, ani k vybudování dostatečné mrazové odolnosti u nově vytvořených ročníků jehličí. Spoušťovým faktorem tohoto typu poškození je průběh meteorologických podmínek – zejména při prudkém střídání teplotních podmínek na konci zimního období. I u tohoto poškození mohou hrát významnou přispívající roli zvýšené koncentrace ozonu, které narušují metabolismus nejmladších ročníků jehličí s méně vyvinutou kutikulou. Způsoby zabránění tomuto typu škod nejsou ověřeny. V odůvodněných případech lze dodat do porostů draslík formou speciálních hnojiv (aplikace Silvamixu K v Orlických horách v roce 2002). Důležitým faktem je, že poškození se týká téměř výhradně posledních ročníků jehličí (viz obrázek). Ohrožuje tedy existenci pouze mladých smrkových porostů (cca do 20 let), kde poslední ročník jehličí představuje významnou část asimilačního aparátu.



Při zimním poškození smrku jsou poškozeny zpravidla pouze poslední ročníky jehličí

- Odumírání spodních částí mladých smrkových porostů pravděpodobně také souvisí s nadlepšenou výživou dusíkem. Evidentně se vyskytovalo v jarních obdobích po zimách s vysokou a dlouhodobou sněhovou pokrývkou a výška poškození zhruba odpovídá výšce sněhové pokrývky. Dostatečná saturace jehličí dusíkem a příznivé teplotní a vlhkostní podmínky pod sněhovou pokrývkou pravděpodobně umožnily neobvyklý rozvoj houbového patogenu *Ascovalix abietina*. V roce 2000 byl zaznamenán neobvykle silný až kalamitní výskyt této houby v poškozených smrkových porostech ve vrcholových partiích Orlických hor. V roce 2001 nebylo zjištěno nové rozsáhlejší napadení smrků touto houbou, čerstvé plodničky byly v roce 2001 nalézány pouze výjimečně; situaci bylo možné proto považovat za stabilizovanou, rovněž to opravňovalo k názoru, že tato houba je saproparazit. Intenzita napadení porostů v jednotlivých letech odpovídala také intenzitě poškození porostů. Proti tomuto patogenu nelze zasahovat. Poškozeny mohou být především mladé porosty, dospělé stromy nejsou ohroženy. K tomuto typu poškození zvýšené koncentrace ozonu přímo nepřispívají.

Doporučení

Český hydrometeorologický ústav ponechal po ukončení poslední měřicí kampaně automatickou monitorovací stanici na lokalitě Homole v provozu. Vzhledem k závažnosti problematiky ČHMÚ doporučuje pokračovat v měření na této lokalitě a získat tak reprezentativní soubory dat ze dvou lokalit na hřebeni Orlických hor (Šerlich a Homole) pro další analýzu, zejména působení koncentrací ozonu v letním období.