



Tatranská Javorina  
Podmuráň

# MAPOVANIE FYTOTOXICKÝCH OZÓNOVÝCH DÁVOK V LESNOM PROSTREDÍ VYSOKÝCH TATIER

## MAPPING OF PHYTOTOXIC OZONE DOSES IN THE FOREST ENVIRONMENT OF HIGH TATRA MTS.



AGENTÚRA  
NA PODPORU  
VÝSKUMU A VÝVOJA

APVV 0429-12

**Hana Pavlendová – NLC Zvolen**  
**Svetlana BIČÁROVÁ – ÚVZ SAV**  
**Zuzana Sitková – NLC Zvolen**

**Hlavný riešiteľ**  
**Národné lesnícke centrum**  
**Lesnícky výskumný ústav**



**Spoluriešiteľ**  
**Ústav vied o Zemi**  
**Geofyzikálny odbor**



Monitoring a modelovanie prízemného ozónu - výskum interakcií v lesných ekosystémoch  
7. - 9. 10. 2015, KC Academia Stará Lesná

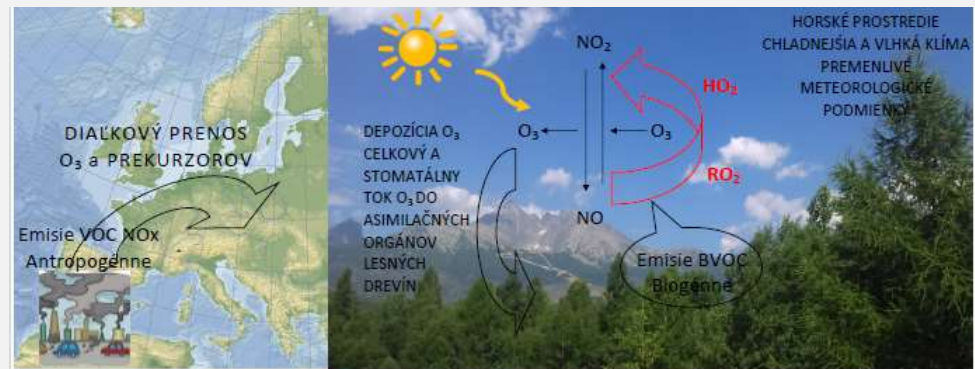


# MAPOVANIE FYTOTOXICKÝCH OZÓNOVÝCH DÁVOK V LESNOM PROSTREDÍ VYSOKÝCH TATIER

## MAPPING OF PHYTOTOXIC OZONE DOSES IN THE FOREST ENVIRONMENT OF HIGH TATRA MTS.

### ZAMERANIE

- hodnotenie možného rizika ozónového znečistenia pre horské lesné ekosystémy SR
- kvantifikácia fytotoxických ozónových dávok (POD)
- modelovanie depozičných tokov  $O_3$  do lesného prostredia
- modelový odhad celkového a stomatálneho toku  $O_3$ , t.j. toku  $O_3$  cez otvorené prieduchy buniek v asimilačných orgánoch lesných drevín
- prekročenie kritickej úrovne



Monitoring a modelovanie prízemného ozónu - výskum interakcií v lesných ekosystémoch  
7. - 9. 10. 2015, KC Academia Stará Lesná

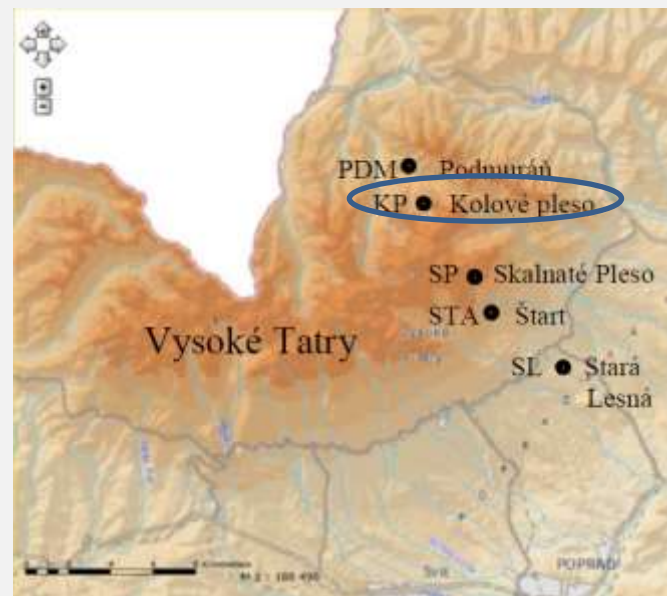
## MAPOVANIE FYTOTOXICKÝCH OZÓNOVÝCH DÁVOK V LESNOM PROSTREDÍ VYSOKÝCH TATIER

### MAPPING OF PHYTOTOXIC OZONE DOSES IN THE FOREST ENVIRONMENT OF HIGH TATRA MTS.

DOBA RIEŠENIA: 10/2013 - 03/2017

2013 – 2014

- zabezpečenie prístrojového vybavenia na vybraných experimentálnych plochách <http://www.emsbrno.cz/>





## MAPOVANIE FYTOTOXICKÝCH OZÓNOVÝCH DÁVOK V LESNOM PROSTREDÍ VYSOKÝCH TATIER

### MAPPING OF PHYTOTOXIC OZONE DOSES IN THE FOREST ENVIRONMENT OF HIGH TATRA MTS.

**DOBA RIEŠENIA: 10/2013 - 03/2017**

2013 – 2014

- zabezpečenie prístrojového vybavenia na vybraných experimentálnych plochách <http://www.emsbrno.cz/>





## MAPOVANIE FYTOTOXICKÝCH OZÓNOVÝCH DÁVOK V LESNOM PROSTREDÍ VYSOKÝCH TATIER

### MAPPING OF PHYTOTOXIC OZONE DOSES IN THE FOREST ENVIRONMENT OF HIGH TATRA MTS.

**DOBA RIEŠENIA: 10/2013 - 03/2017**

2013 – 2014

- zabezpečenie prístrojového vybavenia na vybraných experimentálnych plochách <http://test.physicus.eu/>



# MAPOVANIE FYTOTOXICKÝCH OZÓNOVÝCH DÁVOK V LESNOM PROSTREDÍ VYSOKÝCH TATIER

## MAPPING OF PHYTOTOXIC OZONE DOSES IN THE FOREST ENVIRONMENT OF HIGH TATRA MTS.

**DOBA RIEŠENIA: 10/2013 - 03/2017**

2013 – 2014

- zabezpečenie prístrojového vybavenia na vybraných experimentálnych plochách <http://test.physicus.eu/>





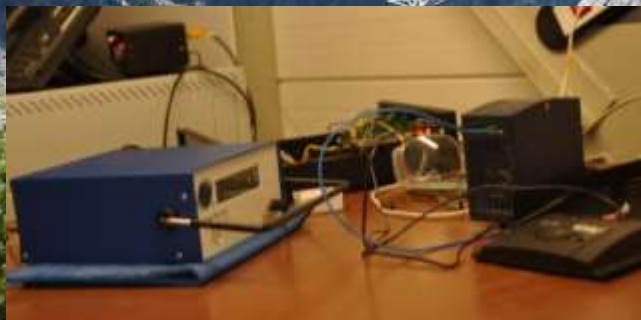
# MAPOVANIE FYTOTOXICKÝCH OZÓNOVÝCH DÁVOK V LESNOM PROSTREDÍ VYSOKÝCH TATIER

## MAPPING OF PHYTOTOXIC OZONE DOSES IN THE FOREST ENVIRONMENT OF HIGH TATRA MTS.

**DOBA RIEŠENIA: 10/2013 - 03/2017**

2013 – 2014

- Lomnický štít spolupráca s ÚEF SAV  
<http://data2.space.saske.sk/>



Devices

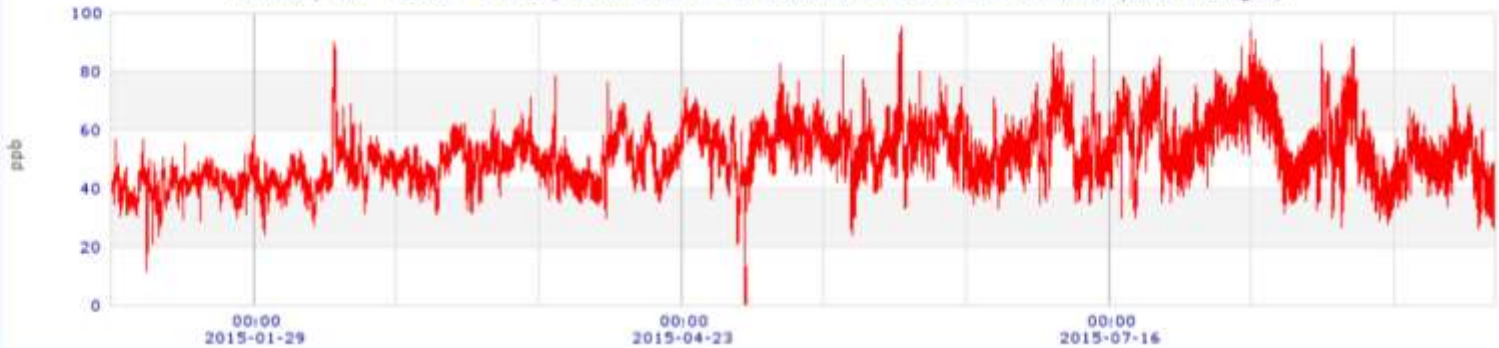
Device Ozone monitor ([online](#))

[Lomnický štít](#) [49.19525° N, 20.21336° E, altitude 2635 m]

Display data from  to , or display data for  days

Averaging minimum  seconds, averaging maximum  seconds, running average

Lomnický stit - Ozone - 272 days from 2015-01-01 00:00:00 to 2015-09-29 23:50:00 (600s averages)



Space physics database centre

Devices

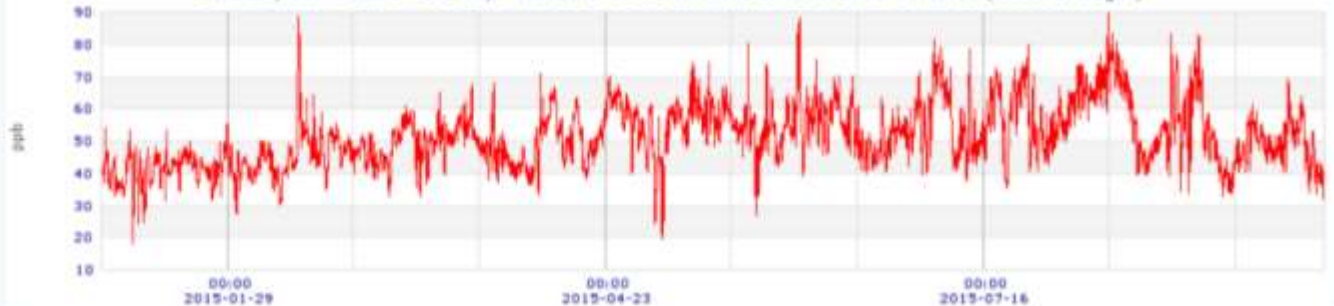
Device Ozone monitor ([online](#))

[Lomnický štít](#) [49.19525° N, 20.21336° E, altitude 2635 m]

Display data from  to , or display data for  days

Averaging minimum  seconds, averaging maximum  seconds, running average

Lomnický stit - Ozone - 272 days from 2015-01-01 00:00:00 to 2015-09-29 23:00:00 (3600s averages)





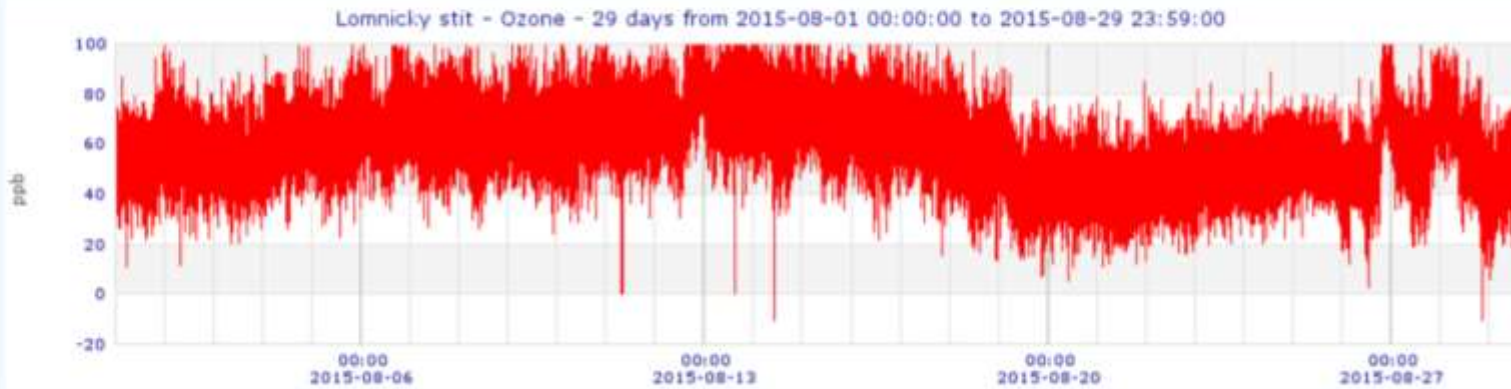
Devices

Device Ozone monitor (online)

Lomnický štít [49.19525° N, 20.21336° E, altitude 2635

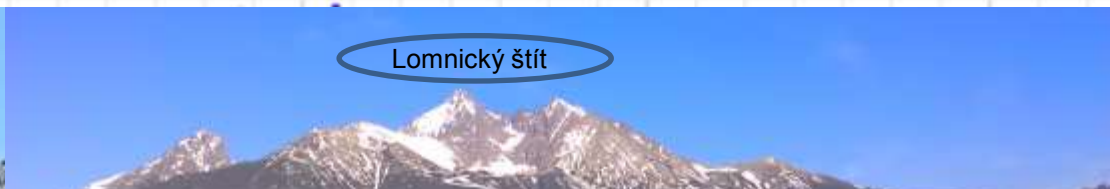
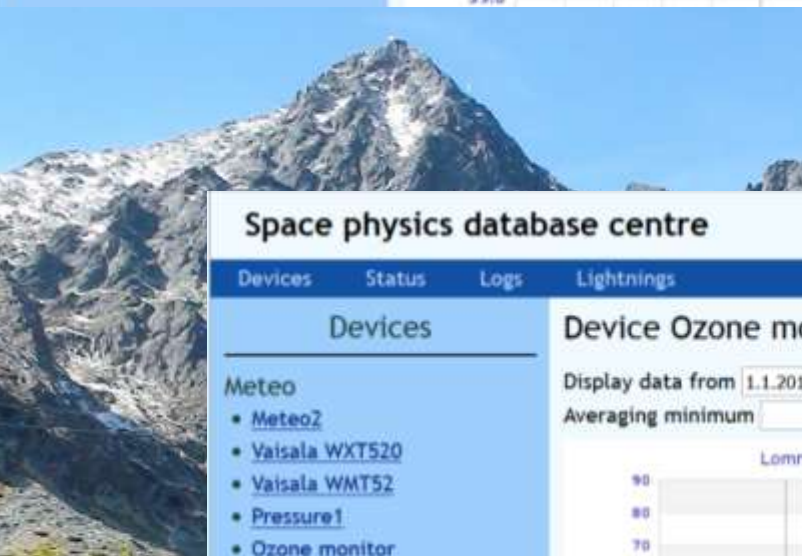
Display data from 1.8.2015 to 30.8.2015, or display data for days Render

Averaging minimum seconds, averaging maximum 60 seconds, running average



Lomnický štít - Cell temperature - 29 days from 2015-08-01 00:00:00 to 2015-08-29 23:59:00

39.0



Space physics database centre

Devices Status Logs Lightnings

Logged in as GfU [user] [Log out]

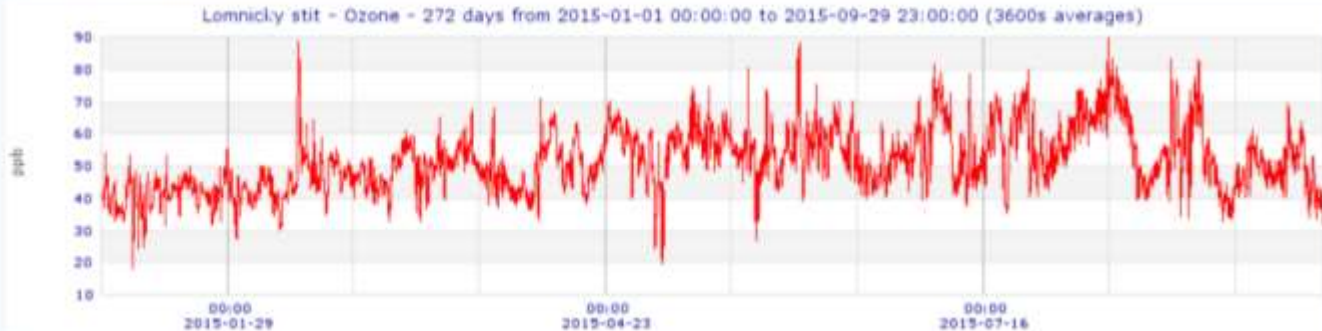
Devices

Device Ozone monitor (online)

Lomnický štít [49.19525° N, 20.21336° E, altitude 2635 m]

Display data from 1.1.2015 to 30.9.2015, or display data for days Render

Averaging minimum seconds, averaging maximum 3600 seconds, running average



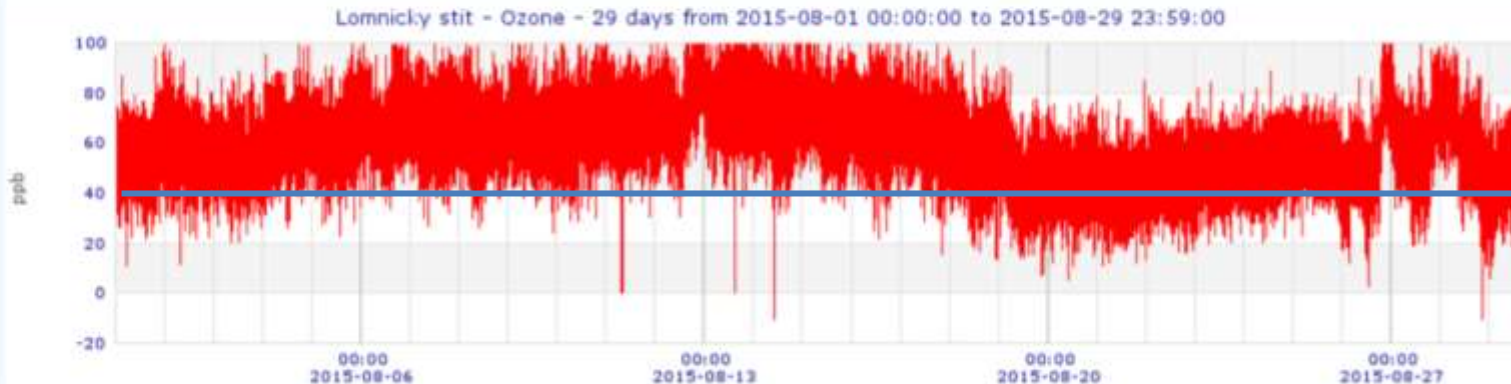
Devices

Device Ozone monitor (online)

Lomnický štít [49.19525° N, 20.21336° E, altitude 2635

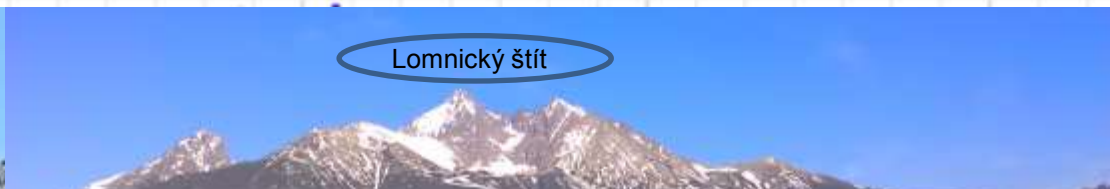
Display data from 1.8.2015 to 30.8.2015, or display data for days Render

Averaging minimum seconds, averaging maximum 60 seconds, running average



Lomnicky stit - Cell temperature - 29 days from 2015-08-01 00:00:00 to 2015-08-29 23:59:00

39.0



Space physics database centre

Devices Status Logs Lightnings

Logged in as GfU [user] [Log out]

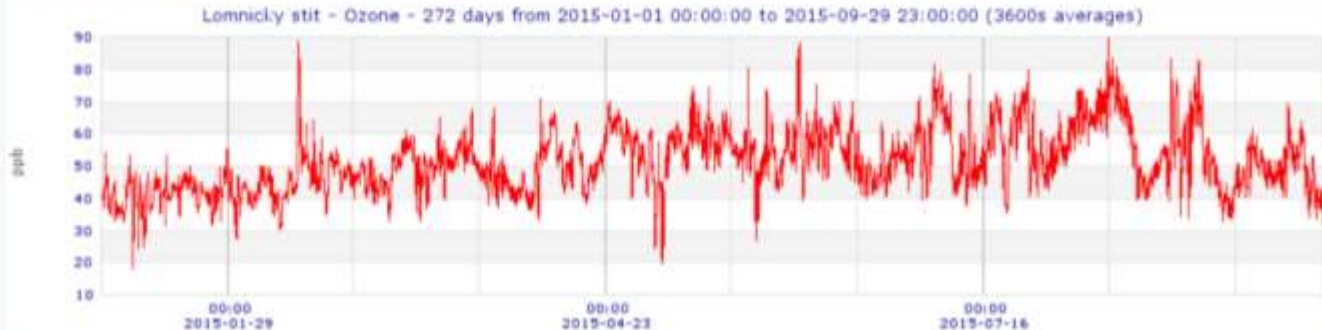
Devices

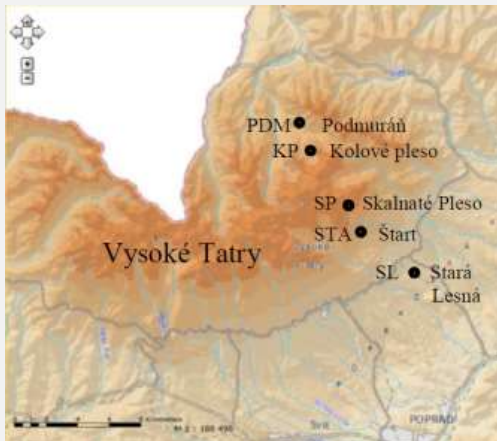
Device Ozone monitor (online)

Lomnický štít [49.19525° N, 20.21336° E, altitude 2635 m]

Display data from 1.1.2015 to 30.9.2015, or display data for days Render

Averaging minimum seconds, averaging maximum 3600 seconds, running average

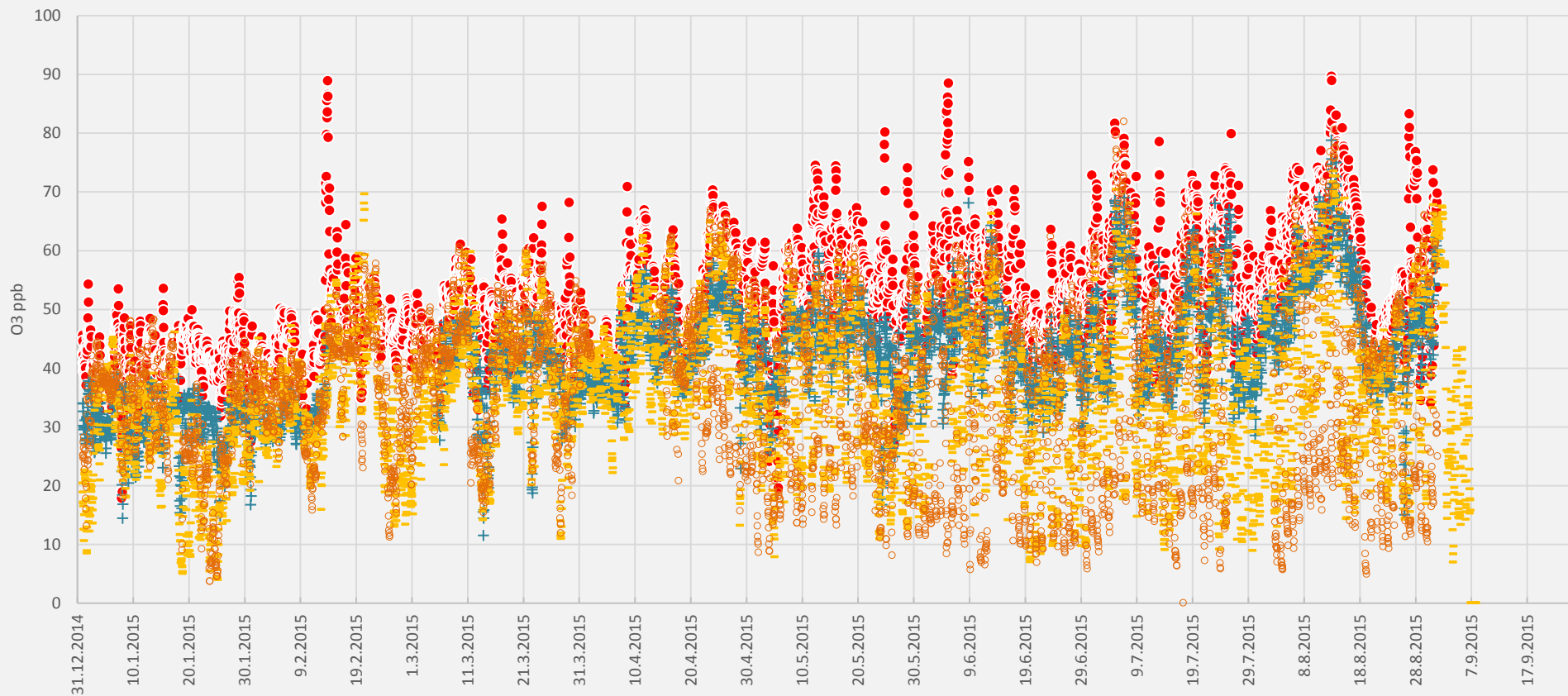




## 2015

### Koncentrácie O<sub>3</sub> na experimentálnych plochách MapPOD *Priemerné hodinové hodnoty 1.1. – 30.9.2015*

● Ls\_ppb      + SP\_ppb      - SL\_ppb      ○ TJ\_ppb





## MAPOVANIE FYTOTOXICKÝCH OZÓNOVÝCH DÁVOK V LESNOM PROSTREDÍ VYSOKÝCH TATIER

### MAPPING OF PHYTOTOXIC OZONE DOSES IN THE FOREST ENVIRONMENT OF HIGH TATRA MTS.

#### Riešiteľský tím

Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen

Ing. Hana Pavlendová, PhD. – koordinátor projektu

Ing. Zuzana Sitková, PhD.

Ing. Pavel Pavlenda, PhD.

Ing. Ivan Barka, PhD.

Ing. Tibor Priwitzer, PhD.

Bc. Milan Konôpka

Ing. Miroslava Slivková, Milan Meňuš, Ján Šulko

Ing. Adriana Leštianska, PhD. (TU Zvolen)

ÚVZ SAV, pracovisko Stará Lesná, Skalnaté Pleso

Ing. Svetlana Bičárová, PhD.

Mgr. Anna Buchholcerová

Dušan Božík, Ivan Bohuš, J. Krasuľa



**Monitoring a modelovanie prízemného ozónu  
- výskum interakcií v lesných ekosystémoch  
7. - 9. 10. 2015, KC Academia Stará Lesná**



## EXCEEDANCE OF CRITICAL LEVELS OF OZONE ALONG VERTICAL PROFILE IN HIGH TATRA MTS.

Hana Pavlendová <sup>(1)</sup>, Svetlana Bičárová <sup>(2)</sup>, Zuzana Sitková <sup>(1)</sup>, Pavel Pavlenda <sup>(1)</sup>, Milan Konôpka <sup>(1)</sup>, Adriana Leštianska <sup>(3)</sup>

### Introduction

Tropospheric ozone is the most important air pollutant to forest trees. Critical levels of ozone set for forest protection are widely exceeded across whole Europe.

The poster presents preliminary results of the measurement during the first vegetation season 2014 of ongoing project Mapping of phytotoxic ozone doses in the forest area of High Tatra Mts (MapPOD). Ozone concentrations and other environmental parameters related to ozone flux are measured at six research plots with altitudes from 810 to 2634 m a.s.l. along vertical and spatial profile in High Tatra Mts (picture 1).

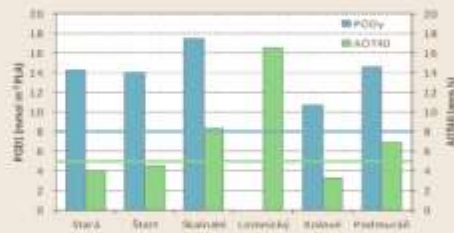
The aim of the project is to design the sustainable system of assessment of POD in area of High Tatras that would allow long-term evaluation of potential adverse effects of tropospheric ozone on forest ecosystems even after the close of the project. The main tree species of interest are Norway spruce (*Picea abies* L.), mainly for its economic relevance in model area and especially Mountain pine (*Pinus mugo* Turra), creating a timberline in High Tatras.

### Preliminary results

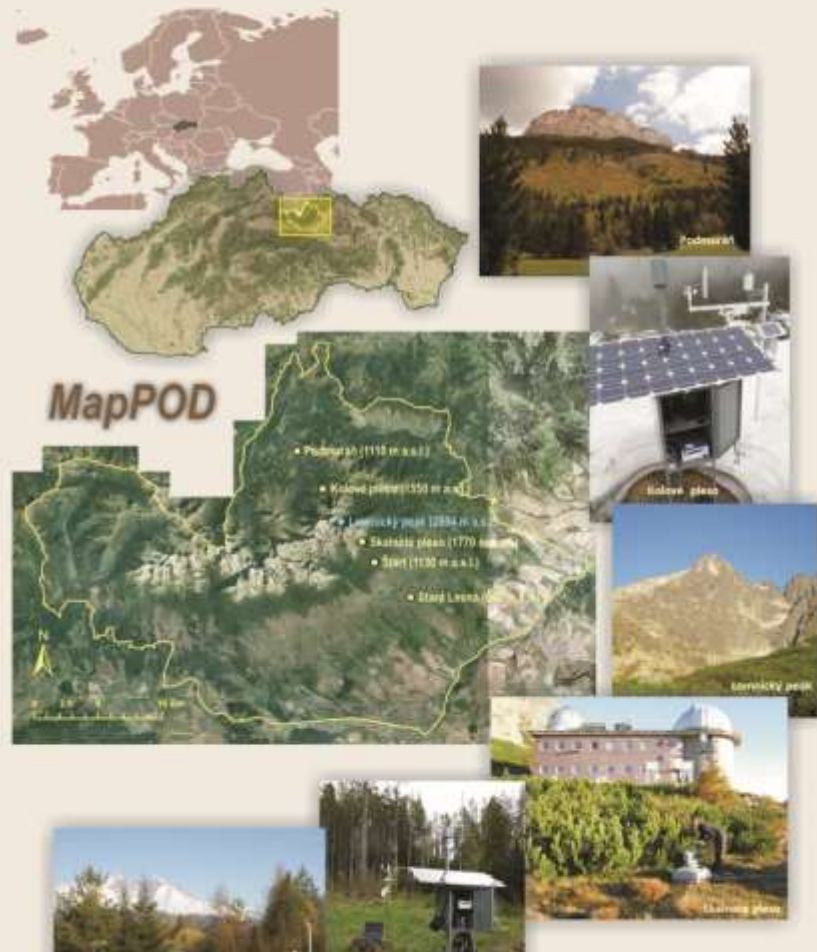
Warm and extremely humid vegetation season 2014 with low amount of solar radiation resulted in low ozone concentrations under long-term average. We used the DO<sub>2</sub>SE model (Deposition of O<sub>2</sub> for Stomatal Exchange) to calculate accumulative exposure index AOT40 and phytotoxic ozone dose POD, for Norway spruce (*Picea abies* L.) Karstl.

Both ozone concentrations and AOT40 values were below the long-term average in 2014 (picture 2). AOT40 increased with altitude and reached values from 3.97 ppm h in Stará Ľubovňa (810 m a.s.l.) to 8.35 ppm h at Skalná pleso near the timber line (1770 m a.s.l.) and 16.5 ppm h in Lomnický Peak above the timber line (2634 m a.s.l.). The critical level set for forest protection 5 ppm h was exceeded only at half of research plots.

POD, reached values from 10.68 mmol m<sup>-2</sup> PLA in Kolové pleso (1550 m a.s.l.) to 17.42 mmol m<sup>-2</sup> PLA in Skalná pleso (1770 m a.s.l.). Critical level 8 mmol m<sup>-2</sup> PLA recommended for spruce protection was exceeded at all research plots even in year with low ozone concentrations.



Picture 2 Phytotoxic ozone dose over a threshold of 1 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> PLA (POD1) and Accumulated ozone exposure over a threshold of 40 ppb (AOT40) during vegetation season 2014 calculated using DO<sub>2</sub>SE model





Session 6: Forest ecosystems, atmospheric deposition and the water cycle

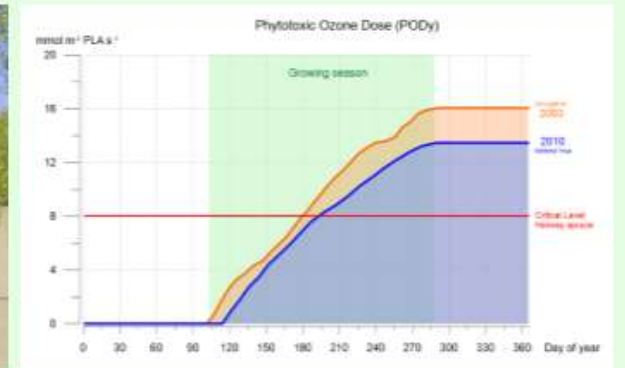
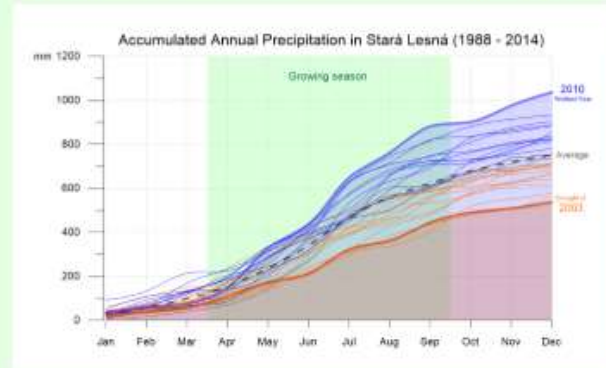
## DEPOSITION OF OZONE TO NORWAY SPRUCE FOREST FOR EXTREME DRY AND WET RAINFALL SEASONS

Svetlana Bičárová - Slovak Academy of Sciences, Geophysical Institute, High Tatras, Slovakia  
Hana Pavlendová - National Forest Centre, Forest Research Institute, Zvolen, Slovakia



### Abstract

Sensitivity of temperate coniferous forests to ozone ( $O_3$ ) air pollution in relation to weather and climate extremes in mountain environment of the High Tatras, Slovakia was analyzed. Deposition velocity ( $v_d$ ) and  $O_3$  fluxes to Norway spruce forest calculated by model  $DO_3SE$  (Deposition of Ozone for Stomatal Exchange) indicate phytotoxic effect of  $O_3$  on mountain forest vegetation both for extreme dry (2003) and wet rainfall (2010) seasons. In addition, substantially higher Phytotoxic Ozone Dose ( $POD_{1.6}$ ) under heat and water stress conditions than for rainfall abundance was identified. Model results show that Vapour Pressure Deficit (VPD) as well as Soil Moisture Deficit (SMD) in 2003 was not crucial for Mean Stomatal Conductance ( $G_{st0}$ ), Soil Water Potential (SWP), Leaf Water Potential (LWP), and accumulated stomatal  $O_3$  fluxes ( $F_{st}$ ) in forests of the High Tatra Mts. region. Relevant input parameter for model calculation of  $O_3$  fluxes is  $O_3$  concentration. At EMEP site Stará Lesná (SK04) mean annual  $O_3$  concentrations in 2003 ( $67 \mu g m^{-3}$ ) and 2010 ( $68 \mu g m^{-3}$ ) were quite similar and slightly above long-term average ( $64 \mu g m^{-3}$ ). Accumulated  $O_3$  flux above a threshold value of  $1.6 \text{ nmol m}^{-2} s^{-1}$  ( $POD_{1.6}$ ) exceeded critical level of  $8 \text{ mmol m}^{-2}$  at the end of June 2003 and in early July 2010, respectively. Excessive exposure of  $O_3$  reduces photosynthesis, growth, and has adverse effects on whole tree biomass.





Národné lesnícke centrum  
Lesnícky výskumný ústav Zvolen  
Ústav vied o Zemi SAV - Geofyzikálny odbor



Program odborného seminára

## Monitoring a modelovanie prízemného ozónu - výskum interakcií v lesných ekosystémoch -

Kongresové centrum SAV Academia, Stará Lesná, Slovensko



7. - 9. október 2015



Seminár je organizovaný s finančnou podporou projektu Agentúry na podporu výskumu a vývoja APVV-0429-12  
"Mapovanie fyto toxických ozónových dávok v lesnom prostredí Vysokých Tatier"



Foto: M. Tobis

# Program

## Streda 7. október 2015

- 12:00 - 14:00 Registrácia účastníkov
- 14:00 - 14:15 Otvorenie seminára a informácie o projekte MapPOD  
• *Sitková Z* • *Bičárová S* • *Pavlendová H* •

### Prednášky I. blok

- 14:15 - 14:30 Prízemný ozón na Slovensku v období 2008 - 2014  
• *Kremler M* • *Fögelová B* •
- 14:30 - 14:45 Regionálne znečistenie ovzdušia a kvalita zrážkových vôd v SR - program EMEP  
• *Mitošňková M* •
- 14:45 - 15:00 Emisie prekursorov prízemného ozónu  
• *Burda C* •
- 15:00 - 15:15 Meranie emisií prekursorov ozónu (VOC) na SIŽP  
• *Juško M* • *Verčimák A* •
- 15:15 - 15:30 Činnosť inšpekcie pri povolovaní a kontrole prevádzok emitujúcich prekursorov ozónu  
• *Galovičová I* • *Martinčeková M* • *Patúšková A* •
- 15:30 - 15:45 Kalibrácia O<sub>3</sub> analyzátorov aj s ukážkou  
• *Lengyel J* •
- 15:45 - 17:00 Prestávka - Kalibračné meranie O<sub>3</sub> na AMS Stará Lesná

### Prednášky II. blok

- 17:00 - 17:20 Vliv depozičního toku ozonu na čistou ekosystémovou produkci smrkového porostu  
• *Zapletal M a kolektiv* •
- 17:20 - 17:40 Prízemní ozon v jizerských horách  
• *Hřnová I* •
- 17:40 - 18:00 Modelovanie stomatálneho toku ozónu a odhad fytotoxických ozónových dávok  
• *Bičárová S* • *Pavlendová H* •
- 18:00 - 18:20 Predpoklady pre využitie prístroja LiCor za účelom sledovania vplyvu ozónu na stomatálnu vodivosť borovice horskej  
• *Leštianska A* • *Fleischer P Jr* •

- 18:30 - 19:30 Večera
- 19:30 - 22:00 Filmový dokument "Tatranské decénium" • *Kráľ P* •  
Projekcia fotografií z T. Javoriny - Podmuráňa • *Tobis M* •





FILMOVÝ DOKUMENT O STAVE PŘÍRODNÉHO PROSTŘEDÍ  
10 ROKOV PO NIČIVEJ VÍCHRICI (19. 11. 2004)  
VO VYSOKÝCH TATRÁCH

Ing. Pavol Kráľ

vedúci ochranného obvodu Štrbské Pleso ŠL TANAP

Tatranské decénium 2014  
© Štátne lesy TANAPu, 2014





Foto: M. Tobis

## Štvrtok 8. október 2015

- 08:00 - 13:00 Exkurzia na výskumné plochy • Skalnaté Pleso • Lomnický štít • Štart  
13:00 - 14:00 Obed - Kongresové centrum Academiá, Stará Lesná

### Prednášky III. blok

- 14:00 - 14:20 Koncentrace přzemního ozonu jako funkce parametrů prostředí  
• *Bednářová E • Kučera J* •  
14:20 - 14:40 Monitoring přzemního ozónu pomocou pasívnych senzorov – Wernerova metóda  
• *Kellerová D • Janík R • Bičárová S* •  
14:40 - 15:00 Časová a priestorová variabilita koncentrácie prízemného ozónu v Tatrách v kontexte návštevnosti tatranského vysokohorského prostredia  
• *Čákovská L • Fleischer P jr* •  
15:00 - 15:20 Tvorba Atlasu Tatier – teplota vzduchu  
• *Nejedlík P • Mikulová K • Buchholczerová A* •  
15:20 - 16:00 Prestávka

### Prednášky IV. blok

- 16:00 - 16:20 Variabilita nástupu fenologickej fázy prvé májové výhonky borovice lesnej (*Pinus sylvestris* L.) na Slovensku za obdobie 1996 - 2015  
• *Šnopsková Z • Pavlendová H • Šitková Z • Hrušková K* •  
16:20 - 16:40 Výmena CO<sub>2</sub> ako indikátor stavu lesných ekosystémov postihnutých prírodnými distúrbanciami • *doc. Fleischer P • Fleischer P jr* •  
16:40 - 17:00 Prírodné distúrbancie a zmeny v lesnom ekosystéme v oblasti T. Javoriny  
• *Šivinský J* •  
17:00 - 17:20 Diskusia a záver  
18:00 Večera so spoločenským posedením

## Piatok 9. október 2015

- 09:00 - 15:00 Exkurzia na výskumné plochy • T. Javorina • Podmuráň • Kolové pleso





Foto: M. Tobis

# Program

## Streda 7. október 2015

- 12:00 - 14:00 Registrácia účastníkov
- 14:00 - 14:15 Otvorenie seminára a informácie o projekte MapPOD  
• *Sitková Z* • *Bičárová S* • *Pavlendová H* •

### **Prednášky I. blok**

- 14:15 - 14:30 Prízemný ozón na Slovensku v období 2008 - 2014  
• *Kremler M* • *Fögelová B* •
- 14:30 - 14:45 Regionálne znečistenie ovzdušia a kvalita zrážkových vôd v SR - program EMEP  
• *Mitošňková M* •
- 14:45 - 15:00 Emisie prekursorov prízemného ozónu  
• *Burda C* •
- 15:00 - 15:15 Meranie emisií prekursorov ozónu (VOC) na SIŽP  
• *Juško M* • *Verčimák A* •
- 15:15 - 15:30 Činnosť inšpekcie pri povolovaní a kontrole prevádzok emitujúcich prekursorov ozónu  
• *Galovičová I* • *Martinčeková M* • *Patúšková A* •
- 15:30 - 15:45 Kalibrácia O<sub>3</sub> analyzátorov aj s ukážkou  
• *Lengyel J* •
- 15:45 - 17:00 Prestávka - Kalibračné meranie O<sub>3</sub> na AMS Stará Lesná

### **Prednášky II. blok**

- 17:00 - 17:20 Vliv depozičního toku ozonu na čistou ekosystémovou produkci smrkového porostu  
• *Zapletal M a kolektiv* •
- 17:20 - 17:40 Prízemní ozon v jizerských horách  
• *Hřnová I* •
- 17:40 - 18:00 Modelovanie stomatálneho toku ozónu a odhad fytotoxických ozónových dávok  
• *Bičárová S* • *Pavlendová H* •
- 18:00 - 18:20 Predpoklady pre využitie prístroja LiCor za účelom sledovania vplyvu ozónu na stomatálnu vodivosť borovice horskej  
• *Leštianska A* • *Fleischer P Jr* •

- 18:30 - 19:30 Večera
- 19:30 - 22:00 Filmový dokument "Tatranské decénium" • *Kráľ P* •  
Projekcia fotografií z T. Javoriny - Podmuráňa • *Tobis M* •

