

# ICP Forests

Концентрације озона се смањују али је изложеност и даље висока у шумама Европе

## КЉУЧНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ

1

Озон је гасовит загађивач ваздуха присутан у најудаљенијим областима у нивоима који изазивају видљиве симптоме на биљкама

2

Упркос значајним смањењима, ниво штетних утицаја озона на локалитетима ICP Forests Програма за шуме и даље прелази граничне вредности

3

Симптоми оштећења лишћа од озона се прате на дрвенастим врстама широм Европе

4

Дугорочно праћење и проучавање је неопходно наставити у правцу квантитативног одређивања везе између нивоа озона и реакције шумског дрвећа, као и могућих утицаја на раст шума

**Ова ICP Forests брошура даје опис тренутног стања концентрације приземног озона и његовог утицаја на шумску вегетацију широм Европе од 2000. године.**

Мерење загађења ваздуха у шумама је важно за процену ризика којем је изложена вегетација у подручјима која нису покривена конвенционалним мрежама за праћење квалитета ваздуха.

У оквиру ICP Forests Програма за шуме, мерења озона се врше на 233 локалитета за праћење стања шума у 18 земаља потписница Гетеборшког протокола о сузбијању ацидификације, еутрофикације и приземног озона. Прикупљају се и подаци о видљивим симптомима оштећења од озона, као и о другим карактеристикама екосистема као што су раст дрвећа, исхрана, биодиверзитет и клима. Због тога су резултати дугорочног праћења ICP Програма за шуме саставни део процена и праћења загађења ваздуха и пружају огромне могућности истраживања у различитим дисциплинама.

## Зашто је озон штетан за шумске екосистеме?

Озонски омотач је појас високе концентрације озона у стратосфери који штити живот на Земљи тако што апсорбује ултраљубичасто зрачења Сунца. С друге стране, високе концентрације приземног озона могу да буду штетне за људе, животиње, биљке и материјале. Приземни озон је нарочито штетан за пољопривредне усеве и шуме због тога што су концентрације овог гаса често веће у руралним/ удаљеним подручјима. Утицаји могу да буду реакције биохемијске, физиолошке и морфолошке природе - оштећења на лишћу и четинама осетљивих биљака, као и промене у расту биљака, обнављању, хидрологији и реакције на изворе стреса настале на овај начин. Док су директне последице изложености дрвенастих врста озону јасно видљиве кроз оштећење лишћа и четина, индиректни утицаји озона на раст и виталност дрвећа нису тако лако уочљиви и према подацима ICP Програма за шуме још увек је рано за доношење општих закључака. Улогу фактора који су у интеракцији са озоном (као што је таложење азота, клима, старост стабла, станишни услови и конкуренција) између појединачних стабала и врста такође треба размотрити.

## Мало али значајно смањење

Анализа података ICP Forests Програма за шуме указује на мало али значајно смањење концентрације озона током вегетације (април-септембар) у периоду од 2000. до 2014. године (0,63 ppb годишње).

Ове анализе су у складу са подацима Европске агенције за животну средину (ЕЕА), Европским програмом за мониторинг и евалуацију (ЕМЕП) и другим истраживањима трендова приземног озона у ваздуху која указују на пад максималних концентрација озона у комбинацији са благим повећањем или стабилизацијом годишњих концентрација озона.

## Значајан тренд повећања од севера ка југу

Средње вредности дугорочне концентрације озона у периоду вегетације (април-септембар) има тренд раста од севера ка југу у шумама широм Европе у периоду од 2000. до 2014. године (просечно: 36,2 ppb, у распону од 14,5 до 70,1ppb). Највеће концентрације су у Италији, на југу Швајцарске, Чешкој, Словачкој, Румунији и Грчкој.

### Концентрација озона, ppb

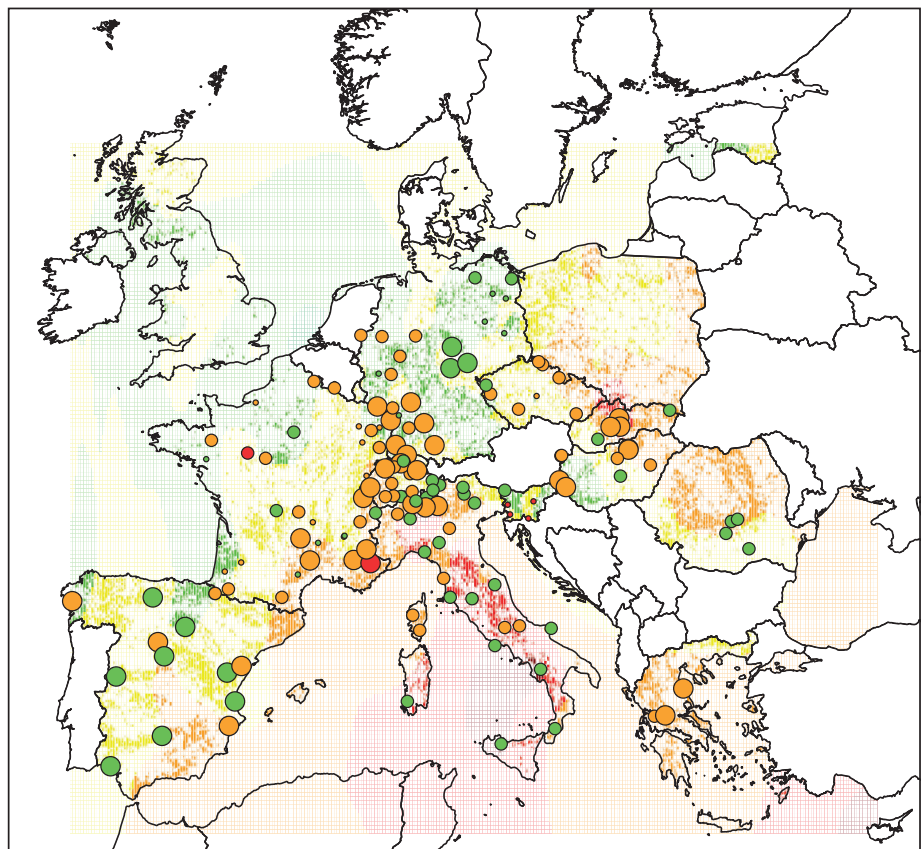
>60	30-40
50-60	20-30
40-50	<20
□	НА

### Доступност података за симптоме оштећења лишћа од озона

- 1 година
- 2-5 година
- >5 година

### Симптоми оштећења од озона на дрвећу

- без симптома оштећења
- До 50% са симптомима оштећења
- Преко 50% са симптомима оштећења



▲ Просторна дистрибуција средњих вредности концентрације озона за период април-септембар интерполираних из 18.464 пасивних колектора са 206 биоиндикацијских тачака у 15 земаља за период 2000-2014. (боја позадине) и појава симптома оштећења изазваних озonom на 155 биоиндикацијских тачака у 11 земаља за период 2002-2014 (обојене тачке).

## Изложеност и ризик

Подаци ICP Програма за шуме за период 2001-2014. откривају да се симптоми изазвани озonom јављају сваког лета на дрвенстим биљним врстама на многим биоиндикацијским тачкама и врстама широм Европе. Међутим, веза између изложености озону и видљивих симптома није директна. Симптоми оштећења од озона могу да се појаве на биоиндикацијским тачкама са ниским летњим концентрацијама (20-30 ppb) док на биоиндикацијским тачкама са високим концентрацијама (>50 ppb) симптоми могу да буду ретки или да их уопште нема. Ово указује на разлике у осетљивости одређених врста дрвећа на утицаје озона, као и на утицај еколошких фактора као што су исхрана, доступност воде или клима. Симптоми оштећења лишћа су једино дијагностичко средство којим се лако на терену могу утврдити последице утицаја озона. Она пружају могућност откривања и квалитативног одређивања потенцијалних утицаја озона на природну вегетацију. Квантитативне процене ризика (нпр. смањен раст дрвета - који се може појавити чак и ако нема видљивих симптома) захтевају сложене приступе у креирању модела, укључујући израчунавање дотока озона у листове/четине (нпр. фитотоксична доза озона, види стр. 4).

## Симптоми изазвани озоном на европским врстама дрвећа



▲ Европска буква (*Fagus sylvatica* L.)



▲ Бели јасен (*Fraxinus excelsior* L.)



▲ Топола (*Populus x berolinensis* Dippel)



▲ Калина (*Viburnum lantana* L.)



## Будући развој

Неопходне су додатне експерименталне и дугорочне студије праћења како би се продубило знање о утицају озона на шумске екосистеме и на раст стабала у реалним условима.

Ове резултате у будућности треба проширити тако да обухвате дуже временске периоде и шира географска подручја, а за то је неопходно да се развију одговарајући физиолошки и екосистемски алати за моделовање, како на нивоу појединачких стабала тако и на нивоу пејзажа.

### Предложена литература

Cailleret M et al., 2018: Ozone effects on European forest growth - towards an integrative approach. *Journal of Ecology*. doi:10.1111/1365-2745.12941.

Calatayud V, Schaub M, 2013: Methods for measuring gaseous air pollutants in forests. In: Ferretti M, Fischer R (eds), 2013: *Forest Monitoring: Methods for terrestrial investigations in Europe with an overview of North America and Asia*. pp. 375-384. Elsevier.

Ferretti M et al., 2018: Scarce evidence of ozone effect on recent health and productivity of Alpine forests – A case study in Trentino, N. Italy. *Environmental Science and Pollution Research*, 25. doi:10.1007/s11356-018-1195-z.

Mills G et al., 2017: Flux-based critical levels of ozone pollution for vegetation: Overview of new developments 2017. ICP Vegetation Programme Coordination Centre, CEH, UK, 8 pp.

Schaub M, Calatayud V, 2013: Assessment of visible foliar injury induced by ozone. In: Ferretti M, Fischer R (eds), 2013: *Forest Monitoring: Methods for terrestrial investigations in Europe with an overview of North America and Asia*. pp. 205-221. Elsevier.



Приземни озон се формира у ваздуху реакцијом УВ зрачења (сунчева светлост) и азотних оксида, угљен монооксида и испарљивих органских једињења.

Ово се може десити на стотине километара из извора емисије.

Средње концентрације озона су највише у касно пролеће/лето и кулминирају око поднева, а сезонски (април-септембер) просек износи око 30-100 $\mu\text{g m}^{-3}$  или 15-50 ppb.

Концентрације озона се прате у оквиру ICP Програма за шуме од 2000. године употребом пасивних колектора на биоиндикацијским тачкама за интензивни мониторинг. Пошто утицај приземног озона на биљке не зависи само од концентрације и изложености, него и од уноса биљака, тренутно се за описивање ризика од озона користе следећа мерења:

#### Концентрација приземног озона

Изражава се као запремина по запремини у деловима на милијарду (ppb) или као маса по запремини у  $\mu\text{g m}^{-3}$ ,  $1 \text{ ppb} = 1,96 \mu\text{g m}^{-3}$  у стандардним условима.

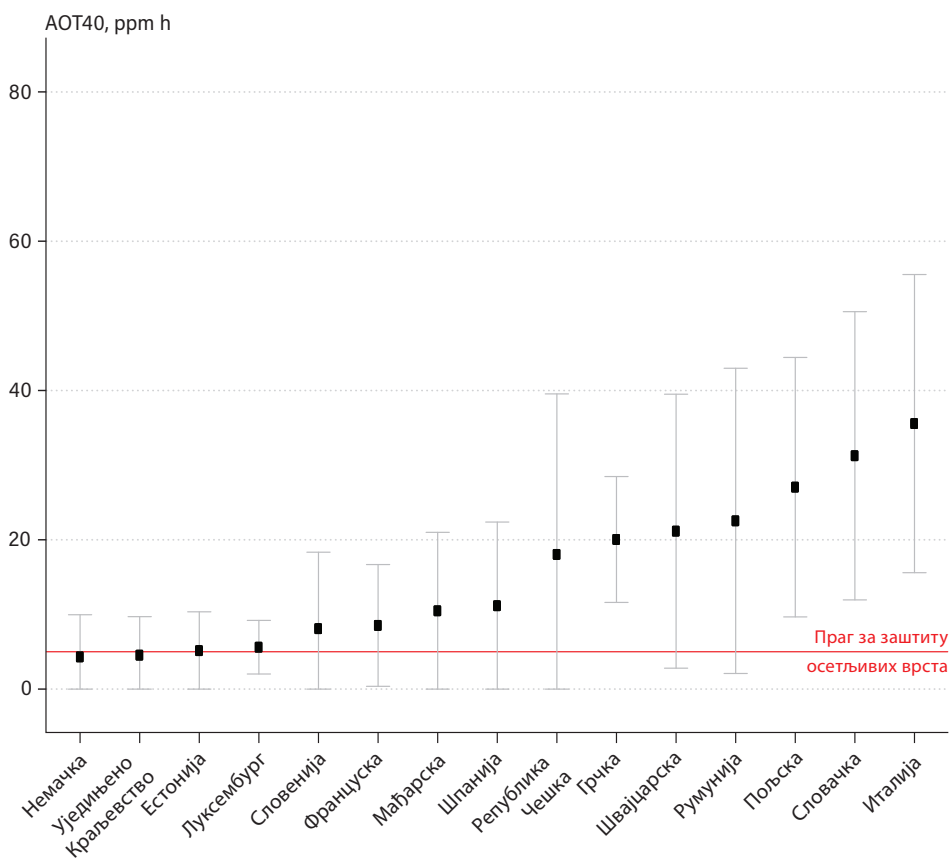
#### Изложеност озону

Изражава се као временски период и количина којом концентрација акумулираног озона прелази праг од 40ppb (AOT40), у ppb на h.

#### Фитотоксична доза озона (PDO)

Количина озона коју упије лишће/ четине изнад дозвољеног прага који се одређује за сваку врсту дрвећа посебно и изражава се у  $\text{nmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (PDOySPEC) у  $\text{mmol m}^{-2}$  по површини листа биљке.

## Велика изложеност озону у шумама широм Европе



Од 2000. до 2014. године, изложеност озону изнад граничне вредности од 40 ppb (у даљем тексту: 'AOT40') се кретала од 4,3 до 35,5 ppb h.

'AOT 40' праг од 5 ppb h, постављен са циљем да се осетљиве врсте дрвећа заштите од штетних утицаја озона, прекорачен је у 13 од 15 земаља.

◀ Средњи AOT40 за 15 земаља на основу концентрација озона у периоду од априла до септембра измерених помоћу пасивних колектора (n = 18 464 узорака) за период од 2000. до 2014. године на 206 биоиндикацијских тачака за интензивни мониторинг ICP Forests Програма за шуме.

# Економска Комисија УН за Европу (UNECE) Конвенција Уједињених Нација о прекограничном преносу ваздушних загађења (Конвенција о ваздуху) Међународни кооперативни програм за процену и праћење загађења ваздуха у шумама (ICP Forests)

Подаци коришћени у овој брошури прикупљени су у оквиру ICP Forests Програма за шуме. Биоиндикацијске тачке за мониторинг одржавају државе чланице ICP Forests Програма за шуме и редовно се оцењује велики број еколошких параметара и реакција екосистема. За више информација погледајте Брошуру #1 ICP Forests Програма за шуме.

## За више информација обратите се Центру за координацију Програма ICP Forests за шуме:

Programme Co-ordinating Centre of ICP Forests  
Dr Walter Seidling, Head  
Thünen Institute of Forest Ecosystems  
Alfred-Möller-Str. 1, Haus 41/42  
16225 Eberswalde, Germany  
Email: [pcc-icpforests@thuenen.de](mailto:pcc-icpforests@thuenen.de)  
<http://icp-forests.net>

## Брошура #3 ICP Forests Програма за шуме Новембар 2018.

**Аутори:** Marcus Schaub<sup>1,2</sup>, Matthias Haeni<sup>1,2</sup>, Vicent Calatayud<sup>3</sup>, Marco Ferretti<sup>1,2</sup>, Elena Gottardini<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Swiss Federal Research Institute WSL, Switzerland, <sup>2</sup>SwissForestLab, Switzerland, <sup>3</sup>Fundación CEAM, Spain, <sup>4</sup>Research and Innovation Centre, Fondazione Edmund Mach, Italy

**Уредници:** Alexa K Michel, Walter Seidling  
**Лектор:** Carolyn Symon, [carolyn.symon@btinternet.com](mailto:carolyn.symon@btinternet.com)  
**Превод:** Dragana Ilic  
**Дизајн:** Simon Duckworth, [Burnthebook.co.uk](http://Burnthebook.co.uk)  
**Штампа:** Mertinkat, Еберсвалд, Немачка  
**Фотографије:** Marcus Schaub  
**Мапа шума:** European Forest Institute

ISSN 2569-5657 (Print)  
ISSN 2625-0985 (Online)  
DOI 10.3220/ICP1525258743000

© Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde

**Захвалница:** Захваљујемо се свим земљама, њиховим запосленима и осталим научним радницима који су учествовали у пројекту ICP Forests. Ова сарадња је основа будућег успеха програма.

**Изјава о одрицању од одговорности:** Брошура ICP за шуме представља преглед сазнања до којих се дошло у оквиру Мрежа ICP Forests Програма за шуме у склопу UNECE Конвенције о ваздуху. Ставови изложени у овој публикацији су ставови аутора и не представљају нужно и ставове Центра за Координацију ICP Forests Програма за шуме или Конвенције о ваздуху и њених надлежних тела.

ICP FORESTS  
БРОШУРА #3  
2018

 ICP Forests

 **Climate neutral**  
Print product  
ClimatePartner.com/12280-1812-1003

 **FSC**  
 **FORESTS FOR ALL FOREVER**

[icp-forests.net](http://icp-forests.net)