

# Fenološki model RITY za osmerozobega smrekovega lubadarja in fenološki model CHAPY za šesterezobega smrekovega lubadarja – rezultati DS4

Nikica Ogris

Zaključna konferenca CRP podlubniki, 9. 10. 2019, Ljubljana



# Cilja DS4

- V DS4 smo uresničili naslednja dva projektna cilja:
  - razviti in validirati model razvoja smrekovih podlubnikov v Sloveniji ter razvoj sistema za samodejni izračun predvidenega začetka rojenja spomladi in datuma konca razvoja prve generacije, do katerega se spremlja ulov za osmerozobega (*Ips typographus* L.) in šesterezobega (*Pityogenes chalcographus* L.) smrekovega lubadarja;
  - vzpostaviti sistem obveščanja krajevnih in območnih enot Zavoda za gozdove Slovenije o pričetku rojenja in konca razvoja prve generacije osmerozobega in šesterezobega smrekovega lubadarja.
- **Izvedba > 6 aktivnosti v DS4**



## **Aktivnost 4.1: Plan postavitve in spremljanja kontrolnih pasti in kontrolno-lovnih debel**

- 4 kontrolne pasti in 4 kontrolne nastave v 2017
- 4 kontrolne pasti in 4 kontrolne nastave + 4 KP iz GGO Bled v 2018
- Malo sredstev > majhen vzorec
- Postavitev KP dovolj zgodaj, da smo ujeli prvo rojenje
- Položitev KN dovolj zgodaj, da smo ujeli prvi napad



# Aktivnost 4.1: Plan postavitve in spremljanja kontrolnih pasti in kontrolno-lovnih debel

## Leto 2017





# Aktivnost 4.1: Plan postavitve in spremljanja kontrolnih pasti in kontrolno-lovnih debel

## Leto 2018 – vetrolom > nove lokacije



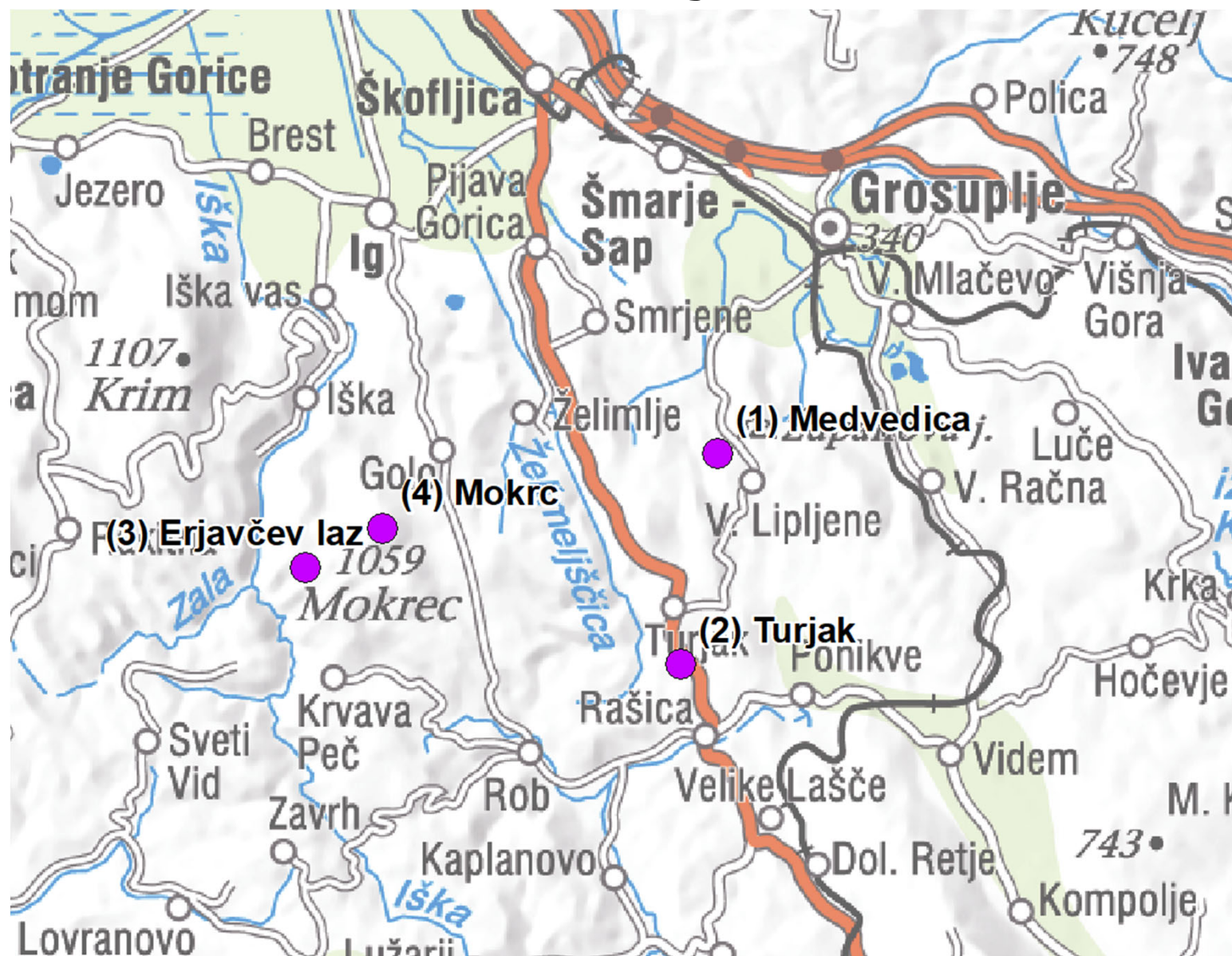


# Vetrolom v GGO Kočevje v 2018





## Aktivnost 4.1: Plan postavitve in spremljanja kontrolnih pasti in kontrolno-lovnih debel Leto 2018 – končne lokacije



## **Aktivnost 4.2: Spremljanje ulova smrekovih podlubnikov v kontrolnih pasteh**

- Cilj spremljanja ulova smrekovih podlubnikov v kontrolnih pasteh je bil ujeti datum prvega rojenja.
- Izvajalci aktivnosti 4.2 so bili ZGS, BF in GIS.
- Na vsaki lokaciji dve KP:
  - prva opremljena z vabo Pheroprax® za IT
  - druga opremljena z vabo Chalcoprax® za PC
- Spremljali 3 krat na teden (pon, sre, pet)
- Samo do prvega rojenja (zadnji ulov > 100 osebkov)





# Zgodna postavitev pasti



## Pričetek spomladanskega rojenja IT in PC

Lokacija	Rojenje IT	Rojenje PC
Vodice	16.03.2017	24.03.2017
Kamnik	20.03.2017	20.03.2017
Brode	20.03.2017	20.03.2017
Prevala	31.03.2017	12.04.2017
Medvedica	02.04.2018	02.04.2018
Turjak	09.04.2018	13.04.2018
Erjavčev laz	08.04.2018	08.04.2018
Mokrc	19.04.2018	19.04.2018



## Aktivnost 4.3: Spremljanje kontrolnih debel

- Cilj spremljanja kontrolno-lovnih debel je bil spremljati razvoj osmerozobega in šesterozobega smrekovega lubadarja:
  - pridobili smo datum prvega napada podlubnikov in
  - temperaturno vsoto efektivnih temperatur potrebnih za razvoj od jajčeca do odrasle žuželke (IT in PC)
- Izvajalca aktivnosti 4.3 sta bila BF in GIS
- KLD smo spremljali vsakih 7 dni.





# Označevanje vhodnih





## Preverjanje in beleženje razvojne faze IT





# Preverjanje in beleženje razvojne faze PC



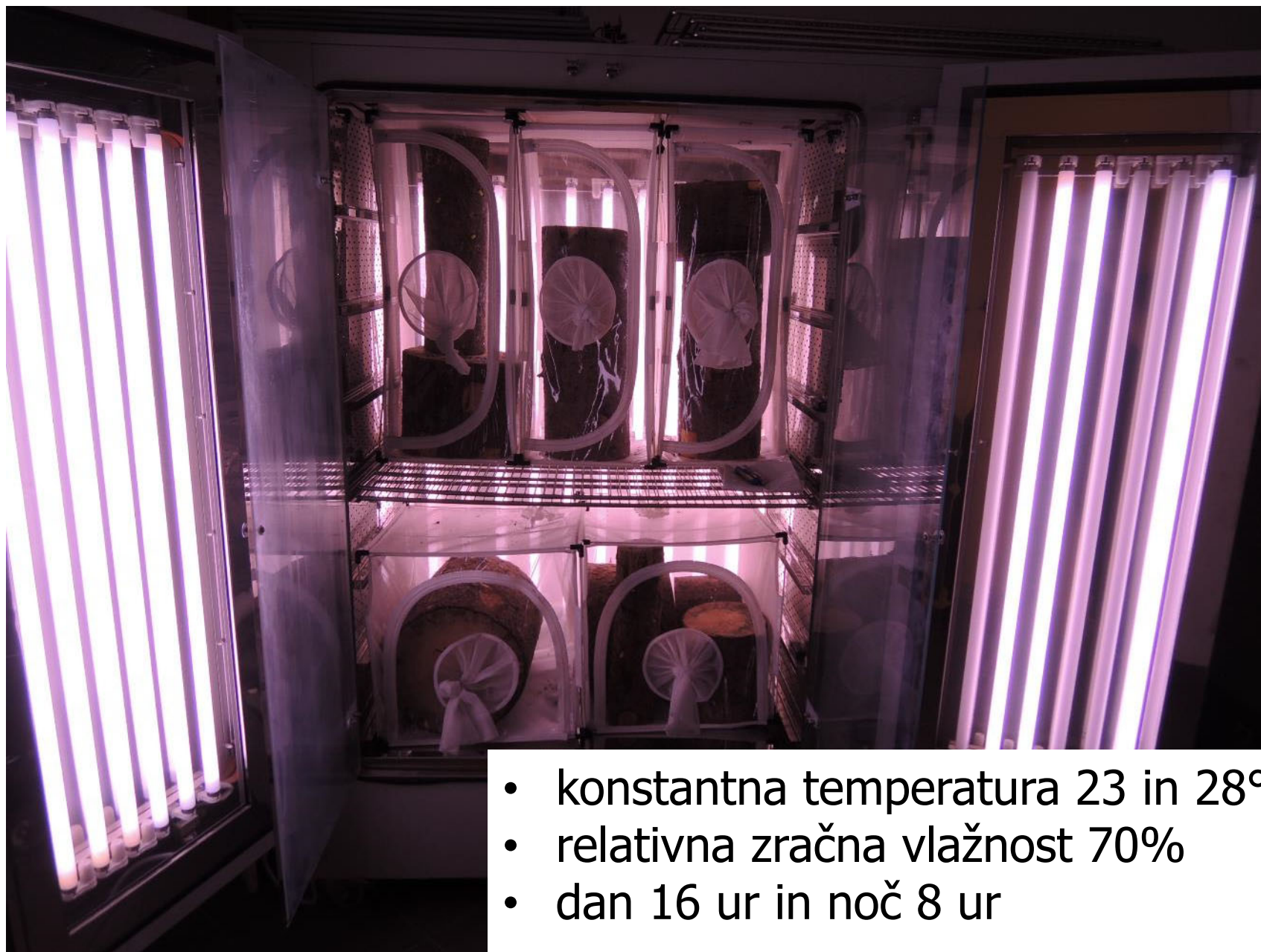


# Spremljanje razvoja v rastni komori

## 13 čokov za IT in 18 čokov za PC



## Spremljanje razvoja v dveh rastnih komorah (BF in GIS)



- konstantna temperatura 23 in 28°C
- relativna zračna vlažnost 70%
- dan 16 ur in noč 8 ur



# Dnevno beleženje izhodnih odprtin





# Prvi napad KD

Lokacija	Napad IT	Napad PC
Vodice	27.03.2017	03.04.2017
Kamnik	27.03.2017	03.04.2017
Brode	03.04.2017	03.04.2017
Prevala	22.05.2017	22.05.2017
Medvedica <sup>a</sup>		25.04.2018
Turjak <sup>a</sup>		25.04.2018
Erjavčev laz	25.04.2018	25.04.2018
Mokrc	02.05.2018	25.04.2018



## Izmerjena temperaturna vsota efektivnih temperatur za pričetek rojenja in napada

Lokacija	Temperaturna vsota IT (°dni)		Temperaturna vsota PC (°dni)	
	Rojenje	Napad	Rojenje	Napad
	Vodice	37,4	120,5	77,4
Kamnik	58,2	106,2	42,2	169,4
Brode	29,6	114,8	24,8	113,9
Prevala	52,5	239,5	120,4	255,2
Medvedica <sup>a</sup>	50,8		40,6	270,4
Turjak <sup>a</sup>	64,5		81,4	213,8
Erjavčev laz	27,0	169,0	29,6	176,7
Mokrc	60,9	183,6	66,3	131,8
Vorenčkojca <sup>b</sup>	34,2		76,6	
Blejski grad <sup>b</sup>	81,7			
Višce <sup>b</sup>	81,0			
Drajžnik <sup>b</sup>	57,6			
<b>Povprečno</b>	<b>53,0</b>	<b>155,6</b>	<b>62,1</b>	<b>188,5</b>
<b>Int. zaup. (95%)</b>	<b>11,6</b>	<b>54,2</b>	<b>23,6</b>	<b>46,0</b>



# Aktivnost 4.4: Spremljanje temperature zraka in temperature skorje

- Odgovorna oseba: Mitja Ferlan
- Izvajalec aktivnosti 4.4 je bil GIS.



# Spremljanje temperature zraka



GOZDARSKI INŠTITUT SLOV  
SLOVENIAN FORESTRY INSTITUT



# Spremljanje temperature skorje



Več v naslednji predstavitvi

M. Ferlan:

Mikrometeorološka postaja in avtomatsko  
zbiranje podatkov za DS4



**GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE**  
*SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE*



## Aktivnost 4.5: Razvoj, validacija in kalibracija fenološkega modela smrekovih podlubnikov

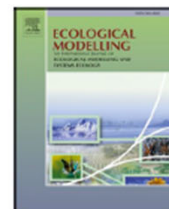
- Cilj je bil razviti, validirati in kalibrirati fenološki model za IT in fenološki model za PC.
  - Fenološki model za IT smo poimenovali RITY = **R**azvoj **I**ps **T**Ypographus
  - Fenološki model za PC smo poimenovali CHAPY = **CH**alcographus **P**it**Y**ogenes





Contents lists available at ScienceDirect

## Ecological Modelling

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ecolmodel](http://www.elsevier.com/locate/ecolmodel)

## RITY – A phenology model of *Ips typographus* as a tool for optimization of its monitoring



Nikica Ogris<sup>a,\*</sup>, Mitja Ferlan<sup>a</sup>, Tine Hauptman<sup>b</sup>, Roman Pavlin<sup>b</sup>, Andreja Kavčič<sup>a</sup>, Maja Jurc<sup>b</sup>, Maarten de Groot<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Slovenian Forestry Institute, Večna pot 2, 1000, Ljubljana, Slovenia

<sup>b</sup> Department of Forestry and Renewable Forest Resources, Biotechnical Faculty, University of Ljubljana, Večna pot 83, 1000, Ljubljana, Slovenia

### ARTICLE INFO

#### Keywords:

European spruce bark beetle  
Ecological modelling  
Trapping  
INCA  
Voltinism  
Population dynamics

### ABSTRACT

We developed the RITY-2 phenology model for the spatial and temporal simulation of the seasonal development of *Ips typographus* based on the PHENIPS model and the data of Integrated Nowcasting through Comprehensive Analysis (INCA). Many parts of PHENIPS were improved with innovative approaches and a new model was developed. European spruce bark beetle phenology was monitored at eight study sites in 2017 and 2018, along with air and bark temperature measurements. RITY-2 predictions are based on air temperature from the INCA system, which is used to calculate the effective bark temperature for beetle development. An innovative procedure was introduced which finds most appropriate spring threshold from which calculation of the phenological model initiates. The onset of Norway spruce infestation in spring was estimated using a lower threshold of 14.5 °C for flight activity and a mean thermal sum of 53.0 degree-days (dd) from 7<sup>th</sup> March onward. The rate of brood development was calculated from the cumulative effective thermal sum of 30-min temperature data using upper and lower temperature thresholds of 38.9 and 8.3 °C, respectively, and a nonlinear function. For validation, we compared the timing of phenological events in the field with predicted events using both 30-minute recorded data from trap logs in the field and hourly data from INCA. The onset of spring swarming was estimated with a mean absolute error of 2.4 days. The onset of infestation was predicted with a mean absolute error of 4.7 days. The observed onset of emergence of filial beetles was estimated with a mean error of 0.5 dd. The model is calculated according to three scenarios that simulate different stand conditions. RITY-2 explicitly considers the strong effects of regional topography and can be used for precise monitoring of the actual state of bark beetle development at the specific model cell with a spatial resolution of 1 km × 1 km. Additionally, RITY-2 simulates the number of generations, which is necessary to assess the potential impact of bark beetle outbreaks at the regional scale. The model was successfully incorporated into two web applications that serve as tools for the timely deployment of pheromone traps and trap trees for European spruce bark beetle monitoring. The possible application of the RITY-2 model for the whole of Central Europe using data from the INCA system is discussed.



# Biologija

- Razvoj IT od jajčeca do odrasle žuželke traja **557 °dni**
- Razvoj PC od jajčeca do odrasle žuželke traja **591 °dni**
- Razvojne faze:

	<b>IT</b>	<b>PC</b>
– Jajčece	10 %	10 %
– Ličinka	40 %	50 %
– Buba	10 %	10 %
– Mladi hrošč	40 %	30 %



# Temperatura zraka v gozdu

## Izračun iz temperature zraka iz sistema INCA

- $AT_{min}(xi) = 1.44 + 0.82 \times I_{min}(xi)$
- $AT_{mean}(xi) = 0.50 + 0.81 \times I_{mean}(xi)$
- $AT_{max}(xi) = 1.03 + 0.86 \times I_{max}(xi)$





# Temperatura skorje

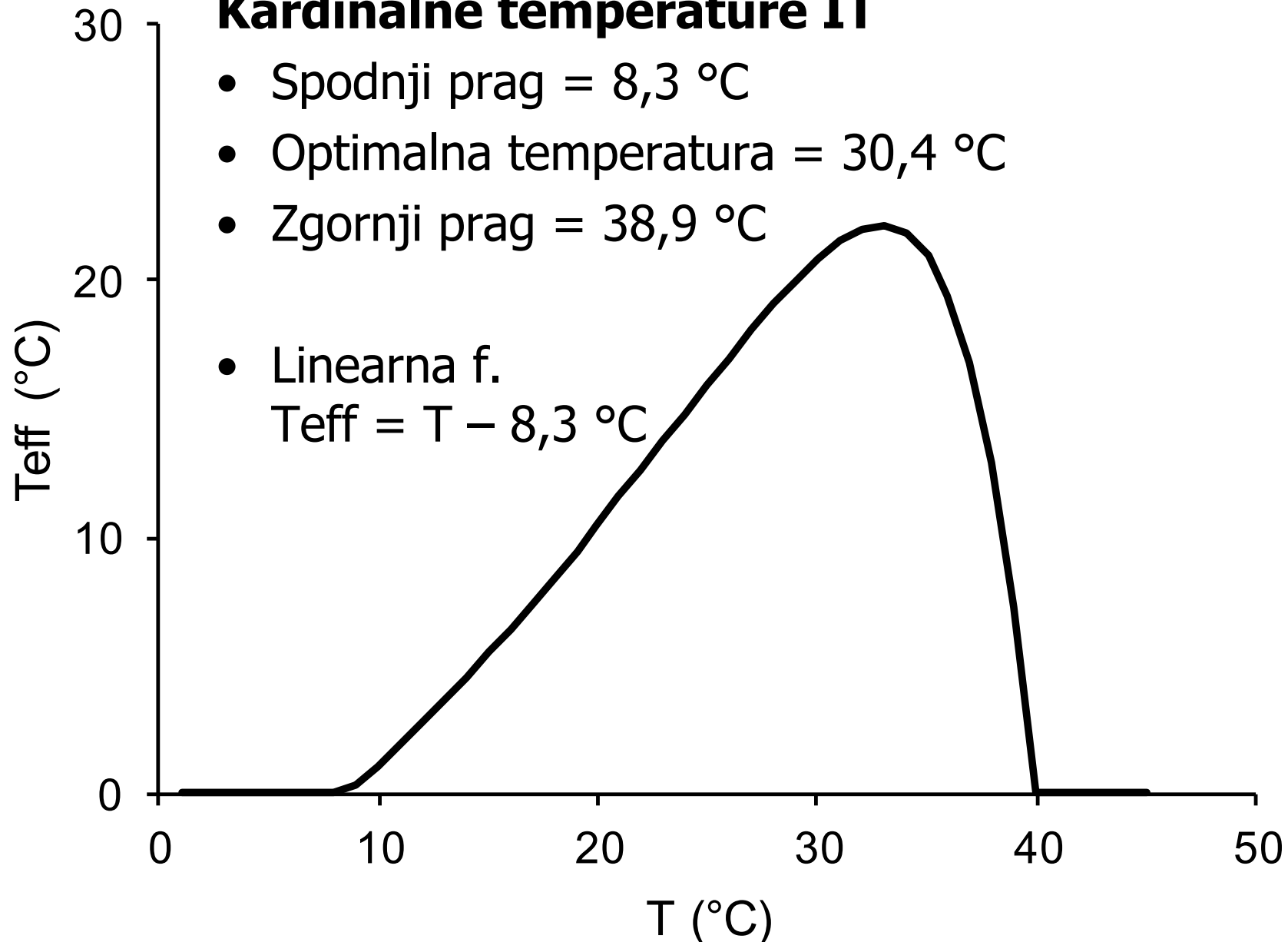
## Izračun iz temperature zraka v gozdu

- $BT_{\min}(x_i) = 0.56 + 0.99 \times AT_{\min}(x_i)$
- $BT_{\text{mean}}(x_i) = -0.48 + 1.03 \times AT_{\text{mean}}(x_i)$
- $BT_{\max}(x_i) = 0.03 + 0.99 \times AT_{\max}(x_i)$



## Kardinalne temperature IT

- Spodnji prag = 8,3 °C
- Optimalna temperatura = 30,4 °C
- Zgornji prag = 38,9 °C
- Linearna f.  
 $T_{eff} = T - 8,3 \text{ °C}$



$$T_{eff} = (T_0 - DT_L) \times \frac{T \text{ (°C)}}{\exp(a \times T) - \exp(a \times T_{max} - (T_{max} - T)/\beta) - \gamma}$$



## Kardinalne temperature PC

- Spodnji prag = 8,0 °C
- Optimalna temperatura = 36,0 °C (predpostavka)
- Zgornji prag = 39,4 °C (predpostavka)

- Linearna f. (spodnji prag do optimalne temperature)

$$T_{eff} = T - 8,0 \text{ °C}$$

- Nelinearna f. (optimalna temperatura do zgornji prag)

$$T_{eff} = (T_0 - DT_L) \times (\exp(a \times T) - \exp(a \times T_{max} - (T_{max} - T)/\beta) - \gamma)$$

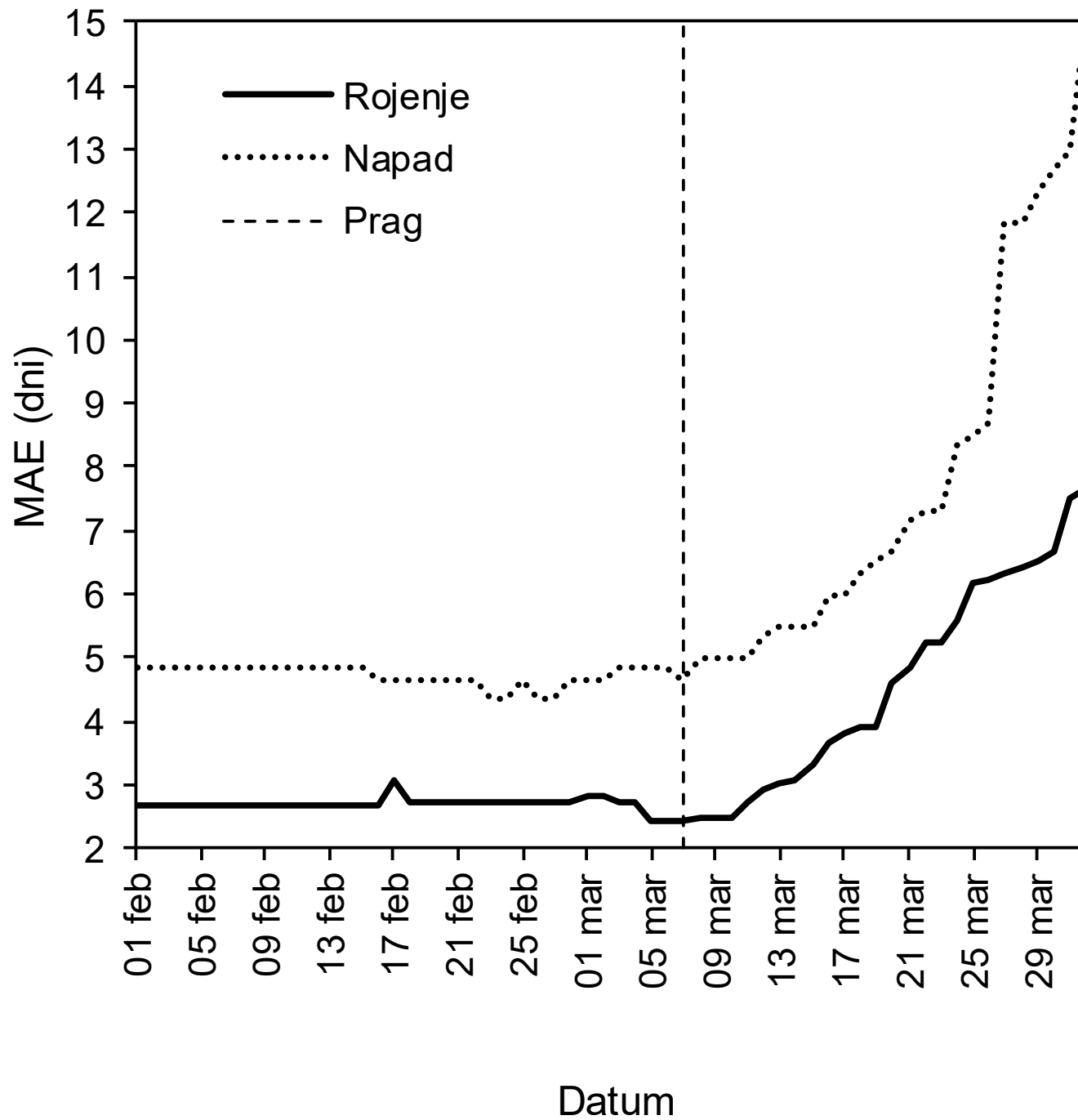


# Osnova fenološkega modela RITY

- Model PHENIPS iz Avstrija
  - preverba
  - kalibracija za Slovenijo
  - sprememba nekaterih postopkov in parametrov  
nov model RITY

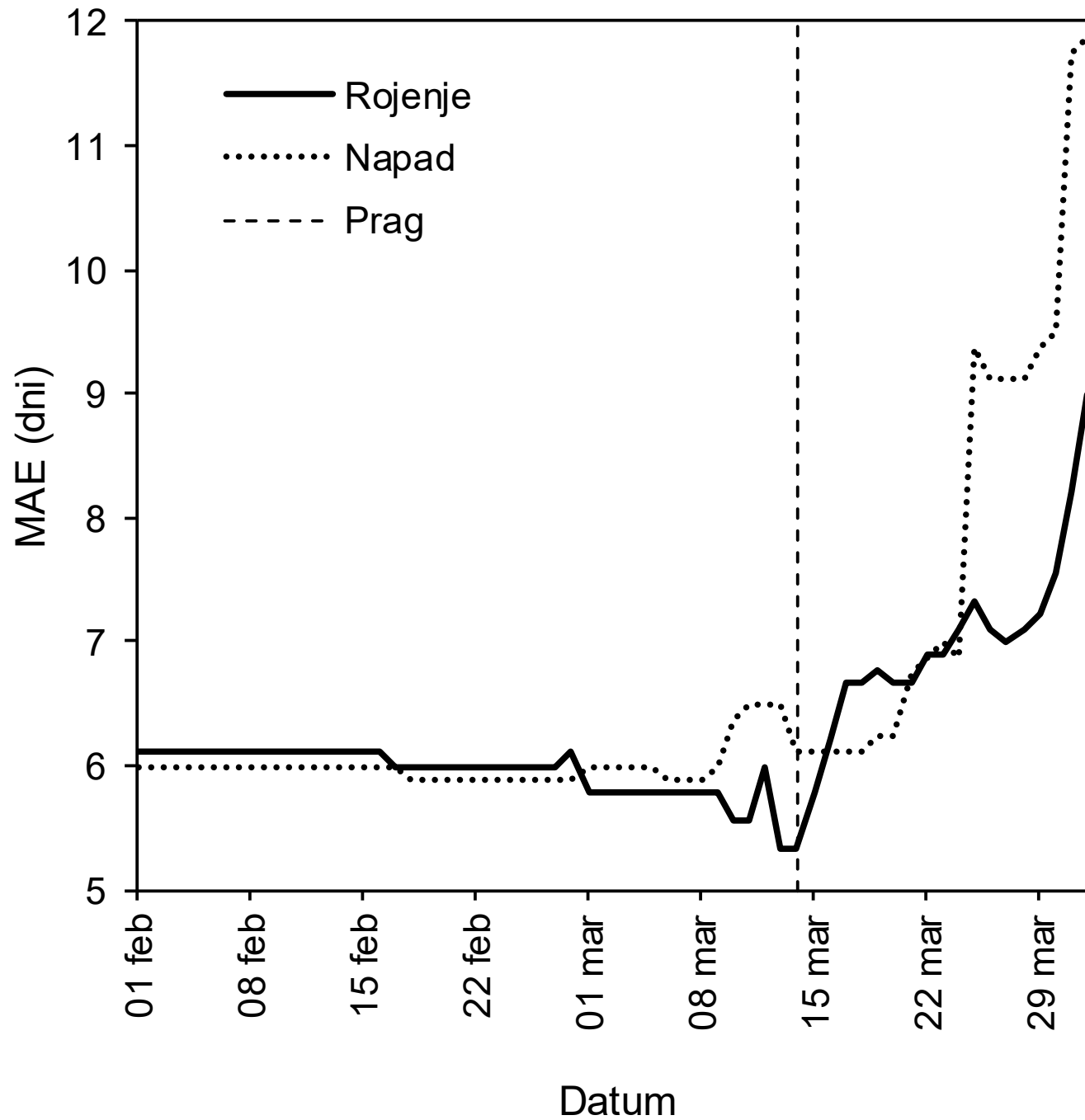






**Pričetek  
izračuna  
RITY**

**7. marec**



**Pričetek  
izračuna  
CHAPY**

**14. marec**



# Pričetek rojenja

- IT

$I_{\max} > 14,5 \text{ °C}$  in  $\sum(I_{\max} - 8,3) \geq 53,0 \text{ dd}$

- PC

$AT_{\max} > 15,6 \text{ °C}$  in  $\sum(AT_{\max} - 8,0) \geq 62,1 \text{ dd}$



# Prvi napad

- IT

$$I_{\max} > 14,5^{\circ}\text{C in } \Sigma(I_{\max} - 8,3) \geq 155,6 \text{ dd}$$

- PC

$$AT_{\max} > 15,6^{\circ}\text{C in } \Sigma(AT_{\max} - 8,0) \geq 188,5 \text{ dd}$$





# Razvoj generacij

Izračun relativne temperaturne vsote efektivnih temperatur skorje:

$$Tsum_{F1} = K^{-1} \times \sum Bteff$$

K za IT = 557 dd

K za PC = 591 dd

Druga generacija se zaleže le če

$Tsum_{F1} > 1$  in  $I_{max} > 14,5^{\circ}\text{C}$  in dolžina dneva  $\geq 14,5$  h



# Zanesljivost modela (MAE)

	IT	PC
Pričetek rojenja	2,4 dni	5,3 dni
Prvi napad	4,7 dni	6,1 dni
Trajanje razvoja	0,5 °dni	6,9 °dni



# Čas izračuna modela

- Model se samodejno izračuna vsak dan med
  - IT: 7. 3. in 31. 10.
  - PC: 14. 3. in 31. 10.
- Napoved za 7 dni v naprej
- Pri izračunu št. generacij na koncu sezone upošteva razvojno fazo:
  - Če se je na lokaciji razvil do bube, le ta preživi zimo in je vključena v št. potencialnih generacij.
  - Če se je razvil le do ličinke, ličinka propade med zimo in ni vključena v skupno št. generacij na koncu sezone.





## Rezultati aktivnost 4.5

- kalibriran in validiran fenološki model za IT - RITY
- kalibriran in validiran fenološki model za PC - CHAPY
- informacijski sistem za samodejni izračun predvidenega začetka rojenja spomladi in datuma konca razvoja prve generacije, do katerega se spremlja ulov v kontrolnih pasteh za osmerozobega in šestrozobega smrekovega lubadarja



## Aktivnost 4.6: Vzpostavitev sistema samodejnega obveščanja KE in OE ZGS

- Cilj aktivnosti 4.6 je bil vzpostaviti sistem samodejnega obveščanja krajevnih in območnih enot Zavoda za gozdove Slovenije o
  - **pričetku rojenja** in
  - **koncu prve generacije**  
osmerozobega in šesterozobega smrekovega lubadarja
- Neposredna integracija v informacijski sistem varstvo gozdov



# Samodejno obveščanje KE in OE ZGS

- Dva krat na teden (v nedeljo in torek)
- Sporočilo vsebuje podatke o:
  - predvidenem datumu prvega rojenja smrekovih lubadarjev in
  - predvidenem datumu zaključku prve generacije
- Tabelaričen del in grafičen del (4 karte)
- Uporaba za pravočasno:
  - postavitve pasti
  - pospravo pasti





# Obvestilo – tabelaričen del

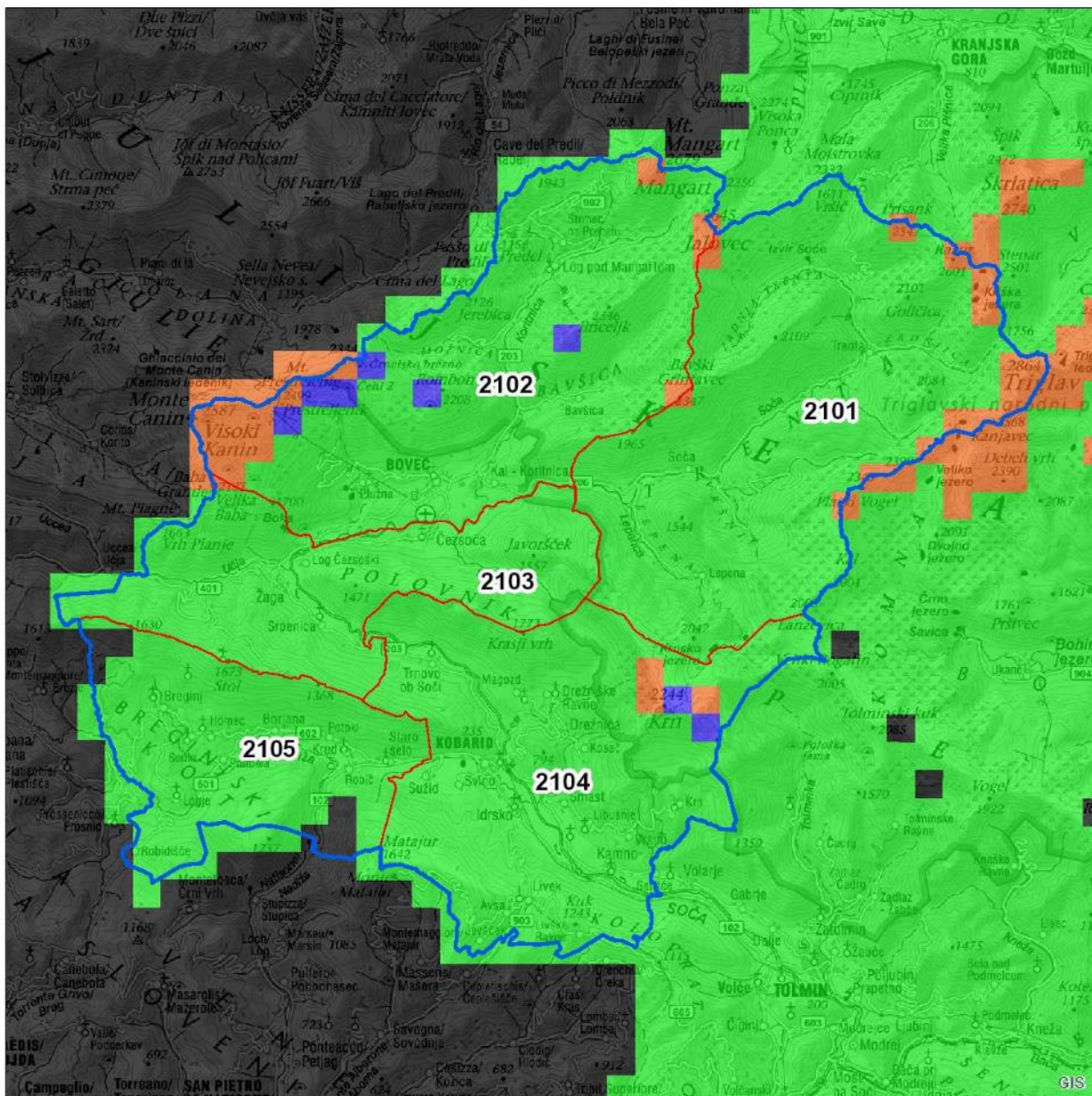
Primer za napoved pričetka rojenja in zaključka prve generacije za *Ips typographus*, 09.06.2018

KE: Bovec (0121)

IDREVIR	Revir	Rojenje (MIN)	Prva generacija (MIN)	Rojil (%)	Zaključil prvo generacijo (%)
012101	SOČA-TRENTA	01.06.2018	05.06.2018	93.6	3.8
012102	BOVEC	01.06.2018	04.06.2018	91.4	12.1
012103	ČEZSOČA	01.06.2018	05.06.2018	100	22.5
012104	KOBARID	29.05.2018	05.06.2018	97.7	35.7
012105	BREGINJSKI KOT	23.04.2018	04.06.2018	100	46.8



# Obvestilo – grafični del



*Ips typographus*

Datum: 09.06.2018

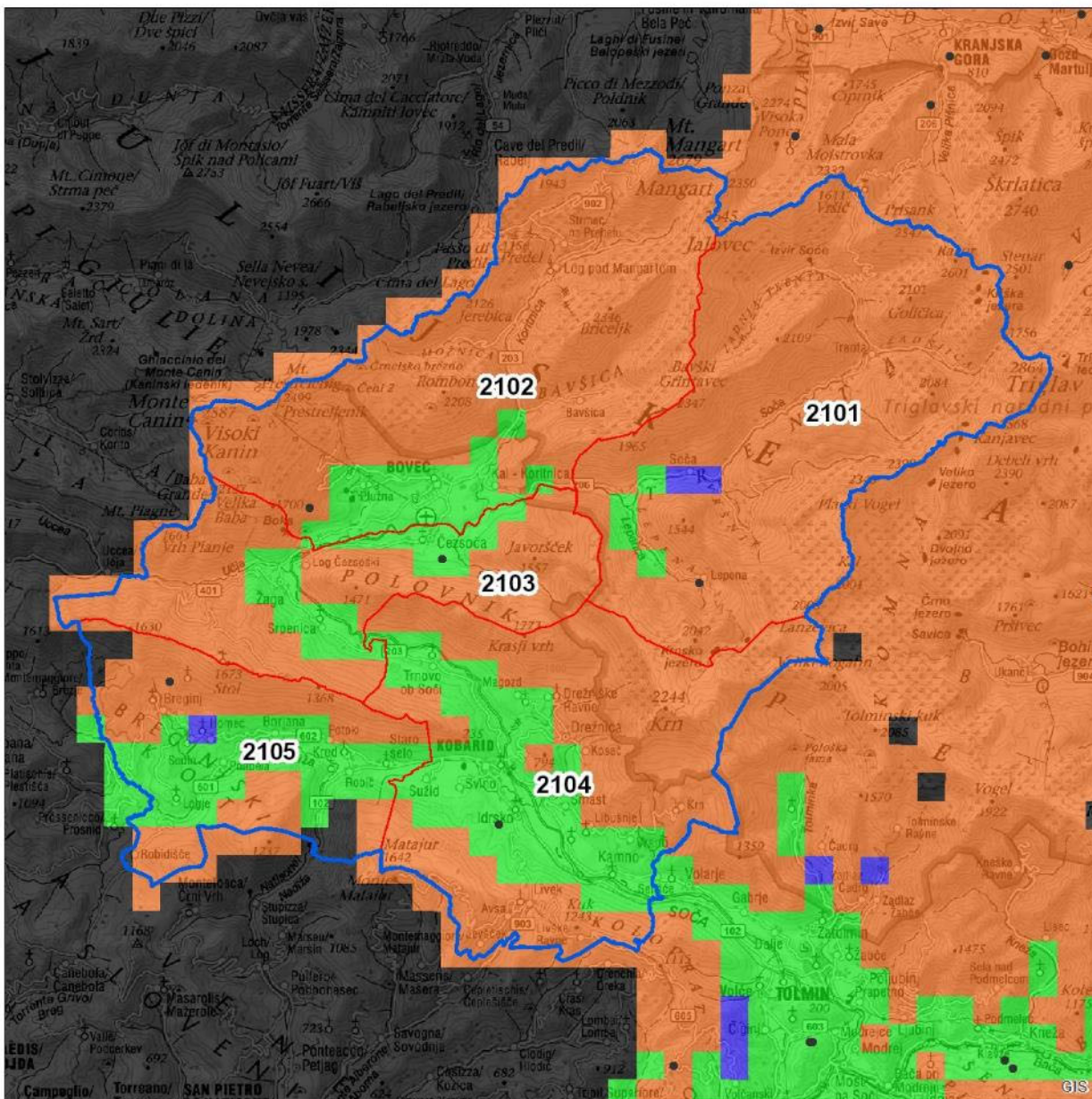
Rojenje

- ni smreke
- ni še rojil
- je že rojil
- bo rojil

Navodilo za postavitev pasti: pasti postavimo na območjih, kjer še ni prišlo do rojenja (oranžna) ali bo rojil v kratkem (modra). Če je že prišlo do rojenja (zelena), je postavitev pasti na tem območju zamujena.



# Obvestilo – grafični del



*Ips typographus*

Datum: 09.06.2018

Razvoj 1. generacije

- ni smreke
- ni še končal
- je že končal
- bo končal

Navodilo za zaključek spremljanja pasti: pasti pospravimo na območjih, kjer se je razvoj prve generacije že končal (zelena) ali se bo končal v kratkem (modra). Če se razvoj prve generacij še ni končal (oranžna), moramo s spremljanjem ulova v pasti še nadaljevati.



## Rezultat aktivnosti 4.6

- sistem samodejnega obveščanja krajevnih in območnih enot Zavoda za gozdove Slovenije o pričetku rojenja in konca prve generacije osmerozobega in šestrozobega smrekovega lubadarja, implementacija v elektronski informacijski sistem za varstvo gozdov;
- spletne aplikacije za načrtovanje postavitve kontrolnih pasti za spremljanje ulova podlubnikov in načrtovanja trajanja spremljanja ulova na podlagi modelnega izračuna za nastop prvega rojenja in modelnega izračuna za konec razvoja prve generacije po modelu RITY-2 in CHAPY-1
  - RITY-2: točkovna poizvedba
  - RITY-2: prostorski pregled
  - RITY-2: interaktivna spletna karta, pregledovalnik
  - CHAPY-1: točkovna poizvedba
  - CHAPY-1: prostorski pregled
  - CHAPY-1: interaktivna spletna karta, pregledovalnik

# Demonstracija spletnih aplikacij

<https://www.zdravgozd.si>



---

**GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE**  
*SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE*

# Zahvala

- Financerja MKGP in ARSO
- Sodelavci na DS4:
- GIS: dr. Nikica Ogris, dr. Mitja Ferlan, Boštjan Zupanc, dr. Andreja Kavčič, dr. Maarten de Groot, Jure Žlogar, Robert Krajnc, Špela Jagodic
- BF-gozd: prof. dr. Maja Jurc, Roman Pavlin, doc. dr. Tine Hauptman, Danijel Borkovič
- ZGS: Marija Kolšek, Barbara Slabanja, Miha Zabret, Jože Kozjek, Anže Mihelič, Milan Podlogar, Matej Zamernik, mag. Mirko Perušek, Jože Oberstar, Tomaž Černe, Branko Krulič, Pavle Košir, Matjaž Pajnič, Lucija Odar, Vida Papler-Lampe, Katja Kunc
- ARSO: Neva Pristov

