

Mikrofon podnebjju: znanje in kompetence za odzivanje na podnebne spremembe: varstvo biodiverzitet in javno zdravje

# Vpliv podnebnih sprememb na različne nivoje biodiverzitet: od vrste do ekosistema

dr. Anamarija Žagar



CARE  
4 CLIMATE



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

# Vpliv podnebnih sprememb na različne nivoje biodiverzitete: od vrste do ekosistema

ANAMARIJA ŽAGAR

National Institute of Biology (NIB), Department of Organisms and Ecosystems Research, Ljubljana (Slovenia)



NACIONALNI INŠTITUT ZA BIOLOGIJO  
NATIONAL INSTITUTE OF BIOLOGY



Biodiverziteta - umetnost življenja  
Biodiversity - Art of Life



LIFE16 GIE/SI000711

# Struktura

---

- Biodiverziteteta – kaj je to?
- Vpliv podnebnih sprememb na biodiverziteteto
- Primeri – od vrste do ekosistema



Krokarja v letu. (Foto: M. Krofel)

# BIODIVERZITETA

## Kaj je to?

Davorin Tome

Nacionalni inštitut za biologijo

© 2019 V:1.3

predstavitev narejena v okviru projekta LIFE 16 GIE/SI/000711 – LIFE NaturaViva.



**Ljudje, domače živali in  
kulturne rastline so del  
biodiverzitet!**

**Po načinu življenja!**

Po velikosti in obliki!

**Biodiverzitetata je več kot samo različne vrste!**

paramecij

ivanjščica

primožek

človek

**BIODIVERZITETA =**

**pestrost vrst!**

(živali, rastline, glive,  
enoceličarji, bakterije,  
arheje)  
**Vrste se med sabo  
dobro ločijo!**

krava

rjavi medved

Po barvi!





# Razlike znotraj vrste

Razlike so lahko težko opazne ...



Rjava žaba - sekulja: populacija na mrestišču.

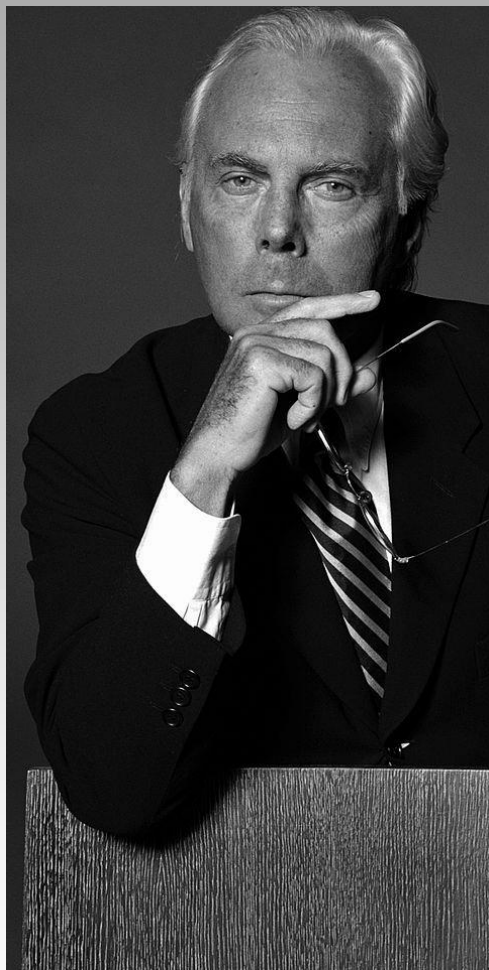


# Razlike znotraj vrste





# Razlike znotraj vrste

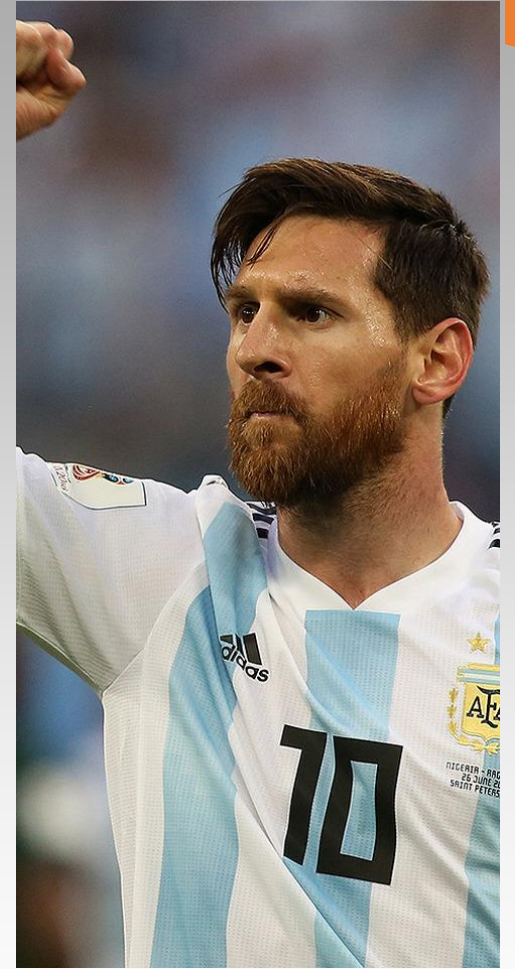


Georgio Armani lahko so zelo dobro opazne, kot npr. pri ljudeh zaradi natrija

Ne

**BIODIVERZITETA = pestrost osebkov iste vrste!**

# Če razlik med osebki ne bi bilo



**A tudi to še ni vse, kar je biodiverziteta!**

**Razlike med osebki so ključne za razvoj in obstanek vrst – to ugotovil že Darwin!**





# Ekosistem

Biotski del je združba različnih vrst z različnimi osebki in ...

*odnosi*  
**POVEZAVE**  
*interakcije*

Vrste preživijo le, če so povezane v združbe, kjer ima vsaka svojo vlogo.

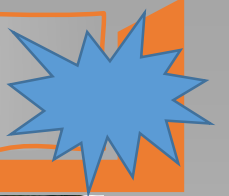
Plen  
(vsaka vrsta je ali  
ali oboje)

**Posredni odnosi v okolje**  
(vrste povezane preko ene, ali več  
posredniških vrst)!  
(odnos med živimi organizmi, mrtvimi organizmi, ekoloških dejavnikov, ...)

**BIODIVERZITETA = pestrost odnosov med vrstami in osebki v biotskem omrežju ekosistemov!**



# Če pestrosti povezav v ekosistemih ne bi bilo







**BIODIVERZITETA**  
**ŽIVLJENJE NA ZEMLJI!**

**GENSKI NIVO**

Pestrost osebkov – razlike med njimi so slabo opazne

**VRSTNI NIVO**

Pestrost vrst – razlike med njimi so dobro opazne

**EKOSISTEMSKI NIVO**

Pestrost povezav med vrstami in osebki v ekosistemih

Besedilo : dr. Davorin Tome

Ilustracije : Vasja Koman, Zvone Kosovelj

Fotografije: Davorin Tome

rozen: primožek – Udo Schmidt, Wikimedia Common, CC BY-SA 2.0

paramecij - Anatoly Mikhaitsov, Wikimedia Common, CC BY-SA 4.0

Georgio Armani - Lorenzo Bozzi, Wikimedia Commons, CC BY-SA 4.0

Steve Jobs - Matthew Yohe, Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0

Lionel Messi - Kiril\_Venediktov, Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0

Frank Sinatra - NBS televizija

Nacionalni inštitut za biologijo

© 2019 V:1.3

predstavitev narejena v okviru projekta LIFE 16 GIE/SI/000711 – LIFE NaturaViva.



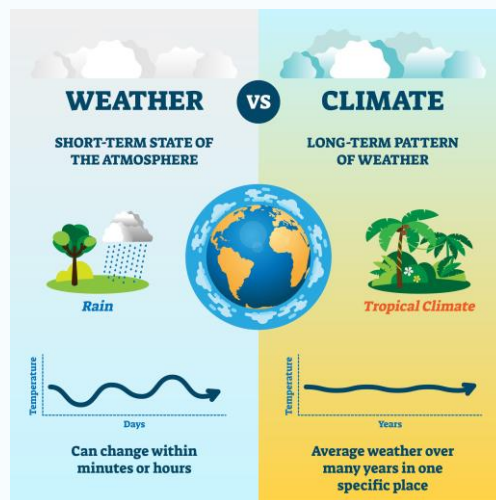
## Vpliv podnebnih sprememb na biodiverzitetu



# PODNEBJE

## Vreme ≠ Podnebje

Kombinacija temperature, vlažnosti, percipitacije, vetra, oblačnosti in drugih atmosferskih vplivov, ki se pojavljajo v specifičnem času in kraju.

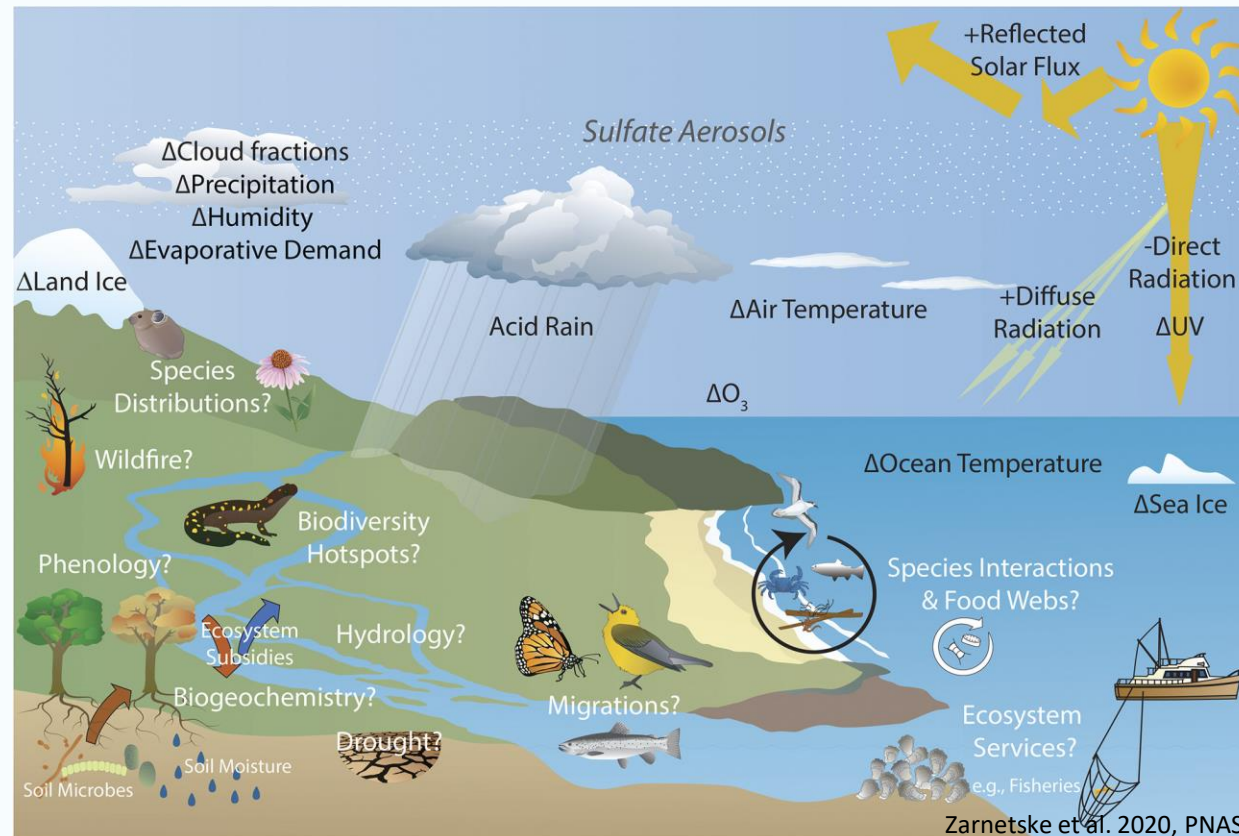


Dolgoročen povprečen vzorec vremena.



# Podnebni dejavniki

- **Podnebni dejavniki** so abiotiski dejavniki, ki vplivajo na organizme in vrste, torej na ekosisteme.



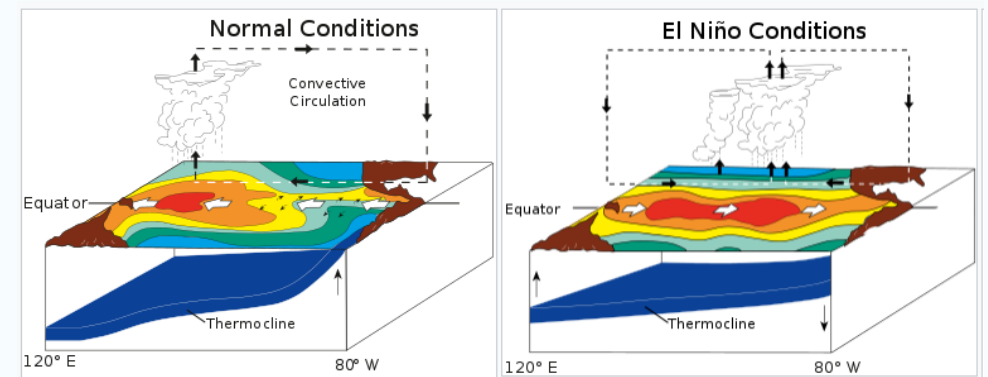
# Podnebni dejavniki

## PRIMARNI DEJAVNIKI:

- Temperatura
- Padavine
- CO<sub>2</sub>
- ...

## SEKUNDARNI DEJAVNIKI:

- Dvig nivoja oceanov
- Spremembe v trajanju snežne odeje
- Pojavljanje požarov
- Spremembe morskih tokov
- ...



Običajen vzorec na Pacifiku. Ekvatorialni vetrovi potiskajo toplel zrak proti zahodu. Vlažen zrak se zbira nad Južno Ameriko.

El Niño. Območje toplega zraka se približuje obali Južne Amerike.

# Hierarhija ekoloških sistemov



Organizem



Populacija



Združba



Ekosistem



Pokrajina



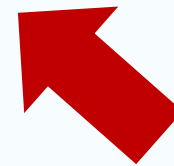
Biom



Biosfera

- Nivo organizma: vpliv morfolologije, fiziologije, vedenja, rasti in razmnoževanja v okolju; kako vse lastnosti ovirajo zmožnost preživetja v drugih okoljih (razširjenost organizmov v okolju).
- Nivo populacije: Skupina posameznikov enake vrste, ki naseljujejo določeno območje. Rojstvo in smrt izraženi kot stopnja preživetja v skupini.
- Nivo združbe: vse populacije različnih vrst, ki živijo in interagirajo znotraj ekosistema.

- Interakcije organizmov z okoljem potekajo na več nivojih za dosego ultimativnega cilja vseh organizmov.
- Na preživetje organizma vpliva okolje in drugi organizmi.
- Interakcija organizma z okoljem poteka v kontekstu EKOSISTEMA, ki je sestavljen iz biotske in abiotske komponente.



**PODNEBJE**



Organizem



Populacija



Združba



Ekosistem



Pokrajina



Biom



Biosfera



# Vpliv podnebnih dejavnikov

- **Podnebni dejavniki** delujejo na ekosisteme in vrste na **številne, medsebojno povezane** in **sinergične (vzajemne) načine**
- **Vplive podnebnih dejavnikov** lahko opazimo na **različnih nivojih ekološke organizacije**

Spremembe vedenja

Spremembe morfologije

Spremembe na nivoju organov

Spremembe na celičnem nivoju

Spremembe na genetskem nivoju



Spremembe v fenologiji

Spremembe v razširjenosti populacije

Spremembe v odnosih med vrstami

Spremembe v strukturi združbe

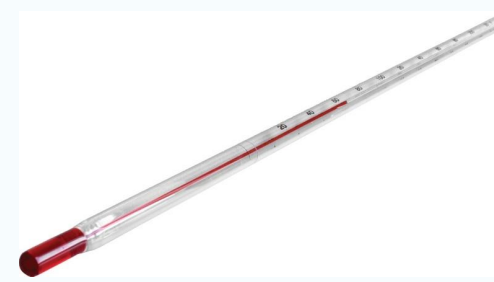
# Primeri: vpliv temperature (VIŠANJE) na VRSTO

---



- En abiotiski dejavnik
- Ena vrsta

# Primeri: vpliv temperature (VIŠANJE) na VRSTO



- Spremembe v FENOLOGIJI, npr. bolj zgodnje cvetenje, migracije ptic in izleganje iz jajc



# Primeri: vpliv temperature (VIŠANJE) na VRSTE



- Spremembe v PROSTORSKI RAZŠIRJENOSTI, npr. premiki v hladnejša okolja

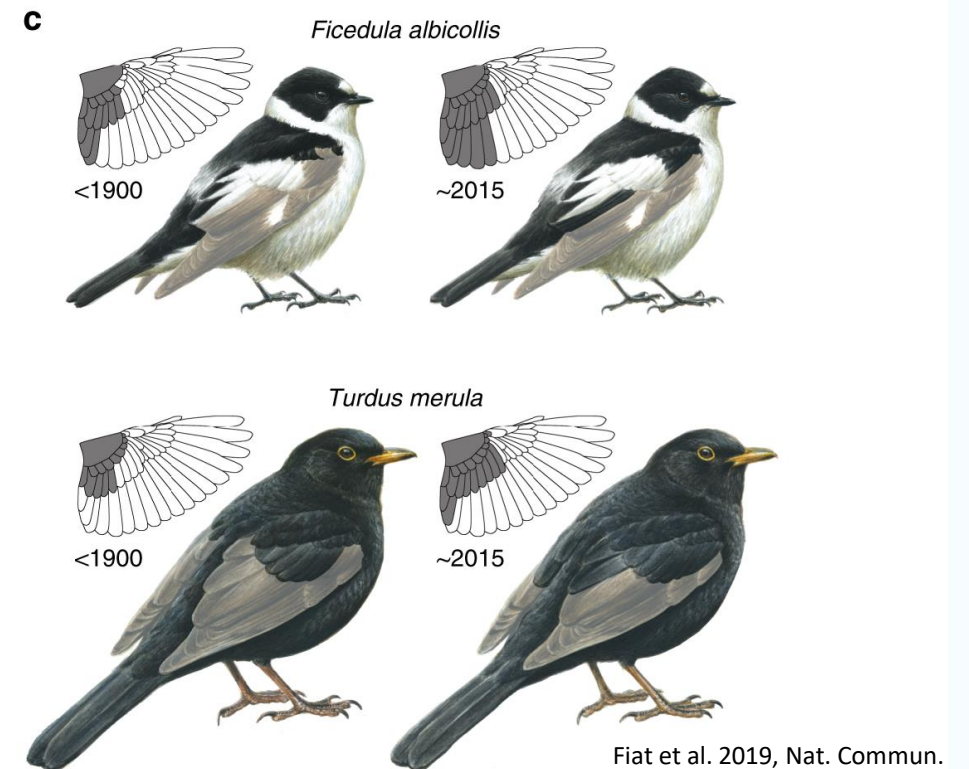
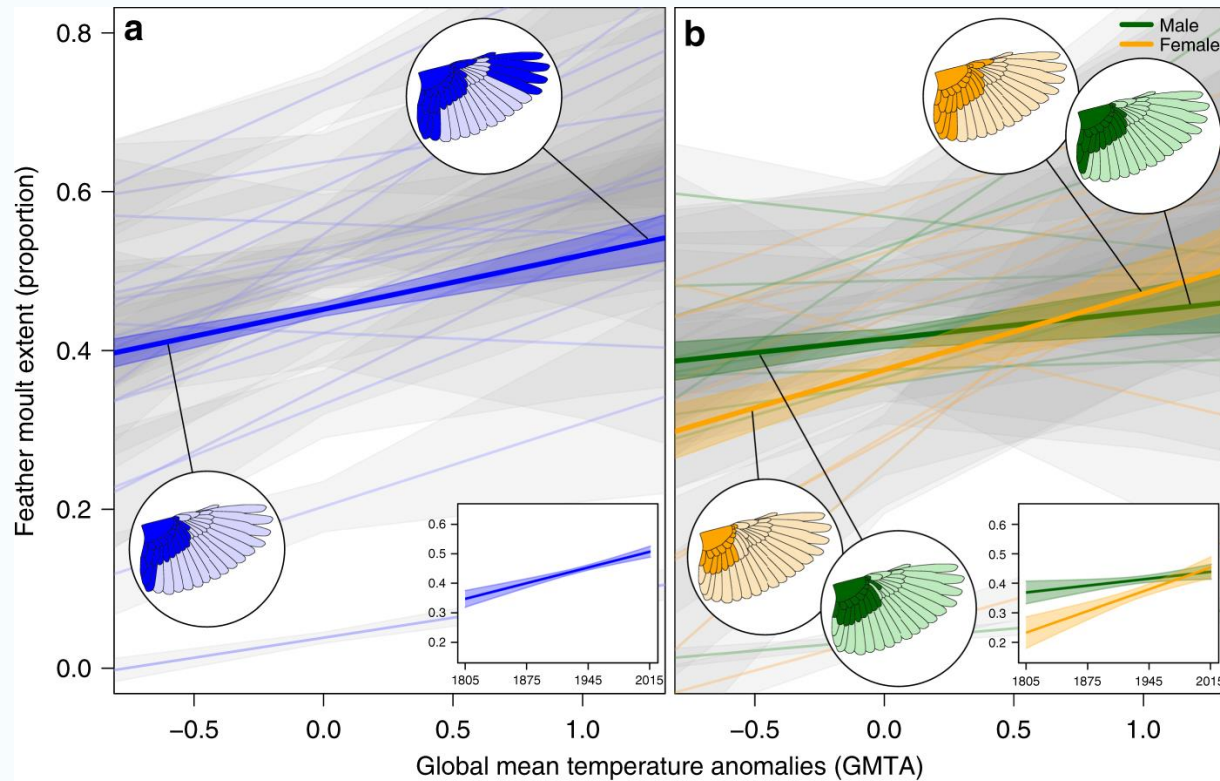




# Primeri: vpliv temperature (VIŠANJE) na VRSTE



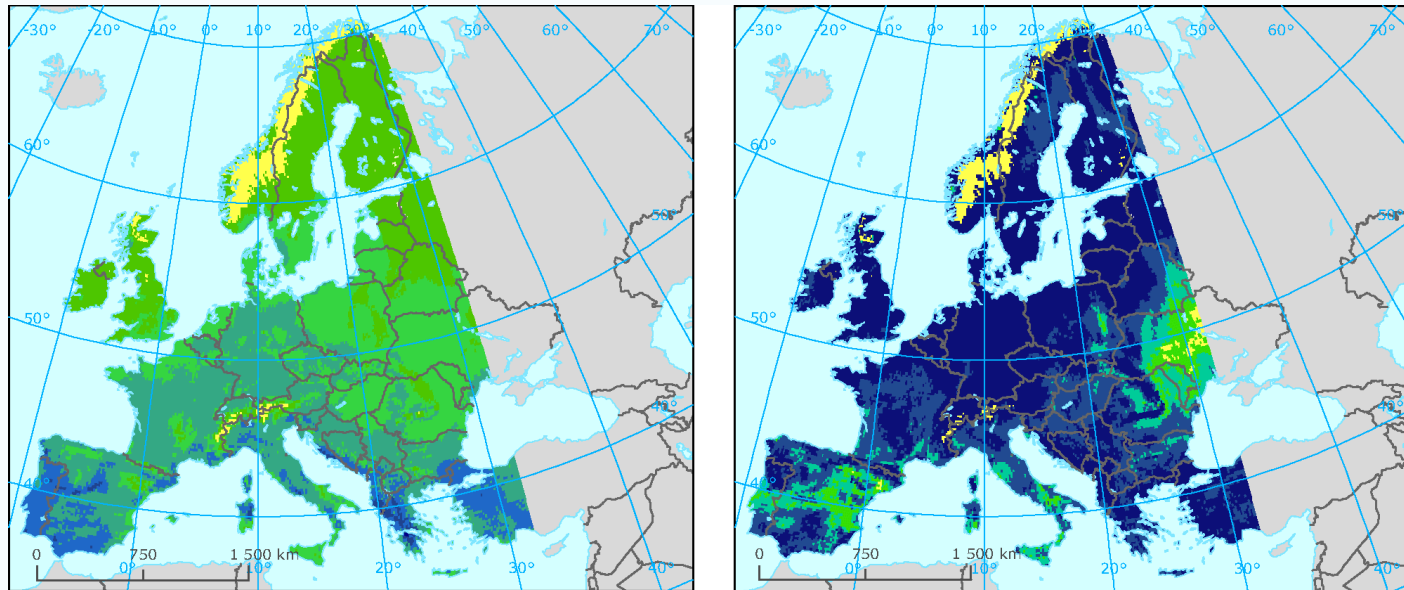
- Spremembe v MORFOLOGIJI, npr. operjenje ptičev v zadnjih 200 letih
- Razlike med samicami in samci – različni odziv na višanje T glede na fenotip



# Primeri: vpliv temperature (VIŠANJE) na VRSTE

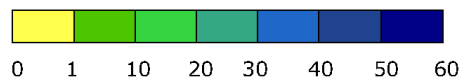


- Spremembe v ŠTEVILČNOSTI, npr. pričakovana zmanjševanja v številčnosti in lokalna izumrtja pri dvoživkah in plazilcih v Evropi



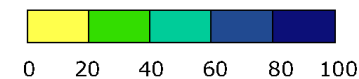
## Potential changes in climate space of reptiles and amphibians in 2050

Current number of species



Outside coverage

Percentage of stable species in 2050



European Environment Agency - European Union; Araújo et al. 2006, J. Biogeogr.

# Primeri: vpliv temperature (VIŠANJE) na POVEZAVE

---



- En abiotiski dejavnik
- Več vrst
- Povezave (interakcije/odnosi) med vrstami

# Primer velebitske ali Horvatove kuščarice in globalnega segrevanja



NACIONALNI INŠTITUT ZA BIOLOGIJO  
NATIONAL INSTITUTE OF BIOLOGY





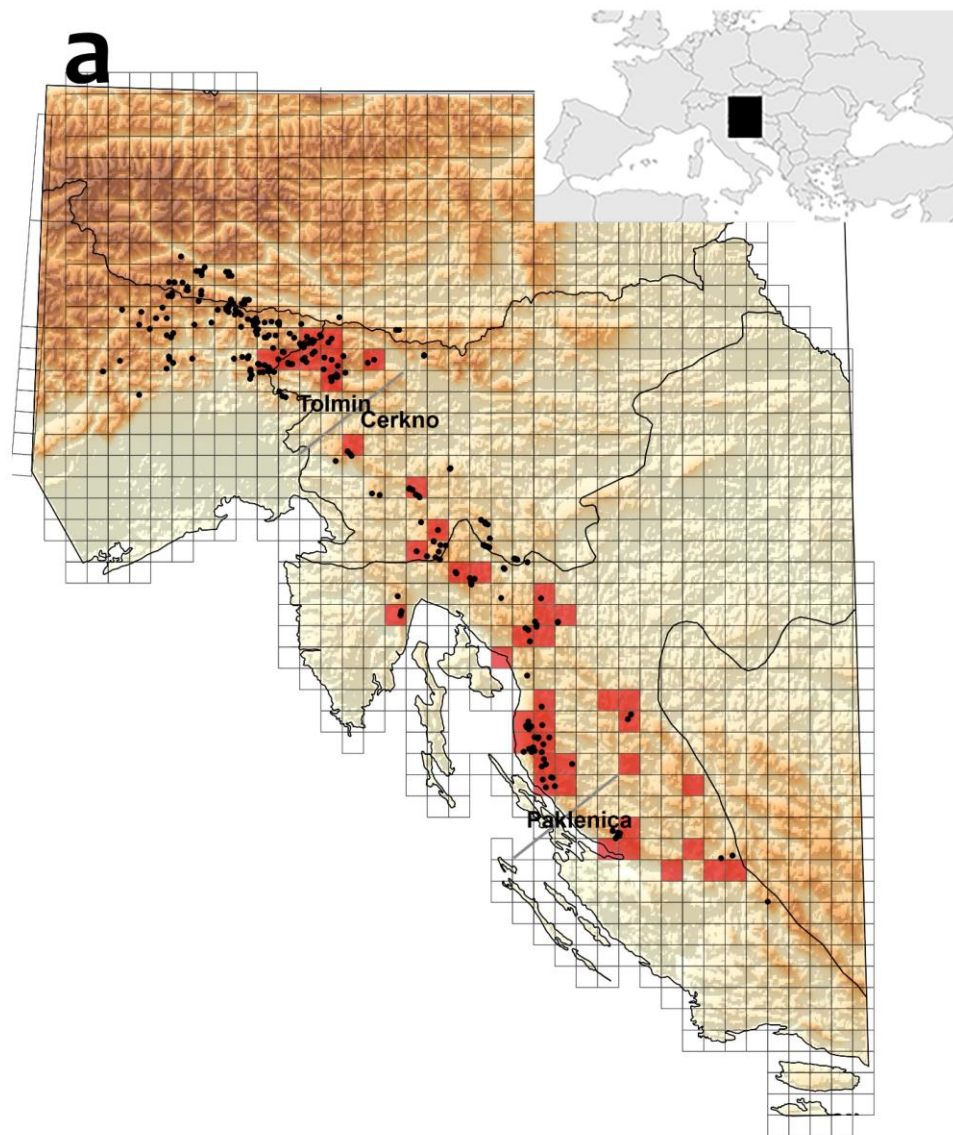
*Iberolacerta horvathi*

**KAJ VEMO O VRSTI?**



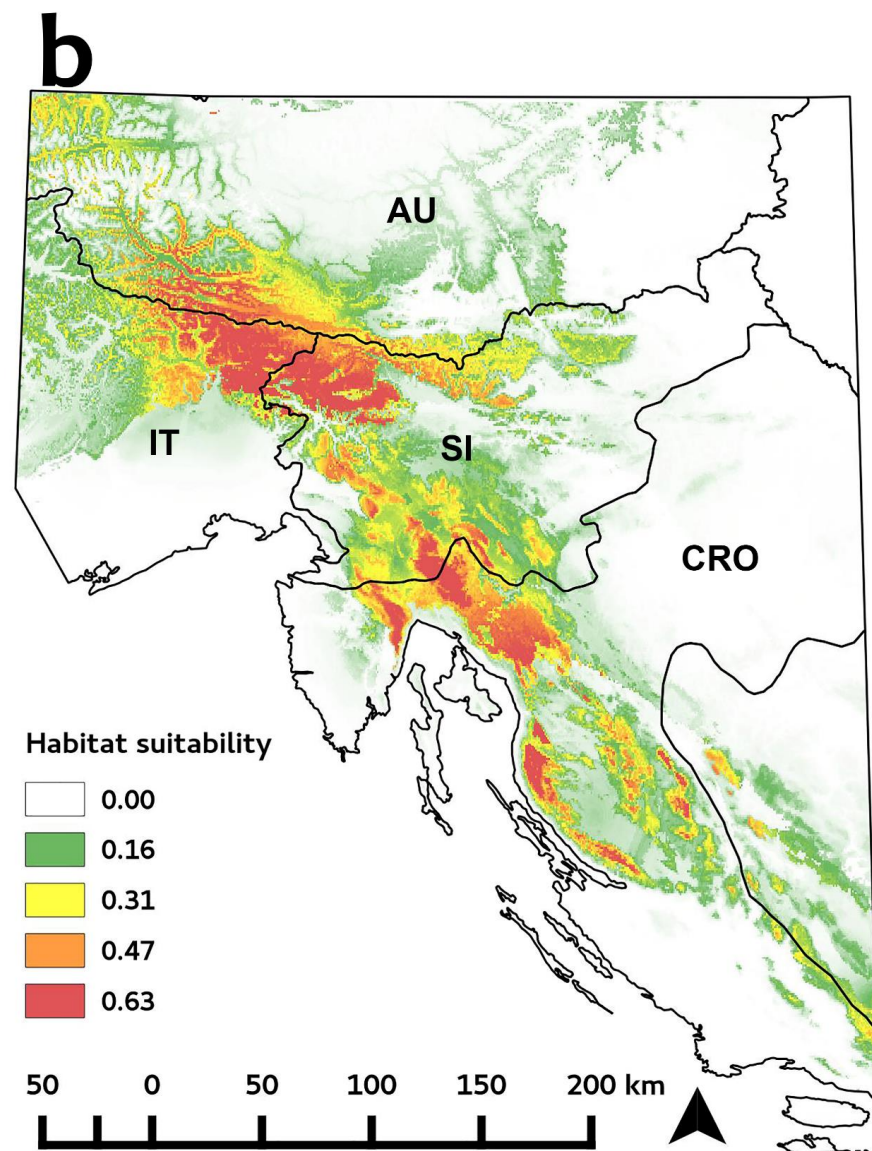
NACIONALNI INŠTITUT ZA BIOLOGIJO  
NATIONAL INSTITUTE OF BIOLOGY

# RAZŠIRJENOST



NACIONALNI INŠTITUT ZA BIOLOGIJO  
NATIONAL INSTITUTE OF BIOLOGY

# RAZŠIRJENOST



Habitatni in klimatski model:

- Visoka nadmorska višina
- Količina padavin v hladnejšem obdobju leta



# ŽIVLJENJSKI PROSTOR



Skalnata podlaga  
Stene  
Melišča  
Koliševke  
Zidovi

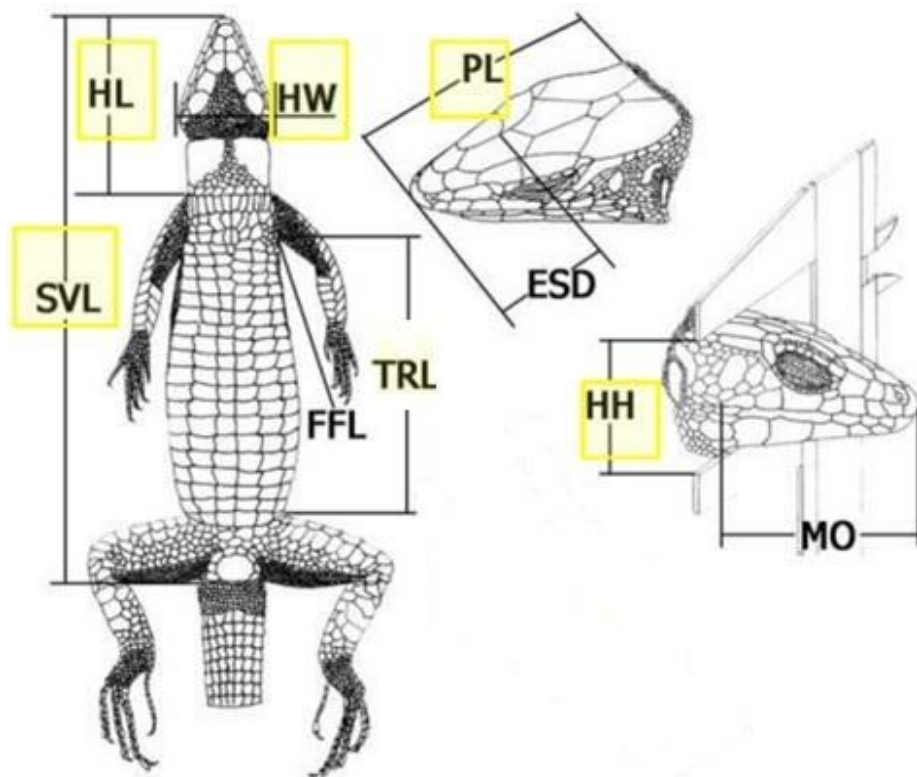


NACIONALNI INŠTITUT ZA BIOLOGIJO  
NATIONAL INSTITUTE OF BIOLOGY

# PREHRANA IN RAZMNOŽEVANJE



# MORFOLOGIJA



Max dolžina glave in telesa:

**Samice:** 6,8 cm

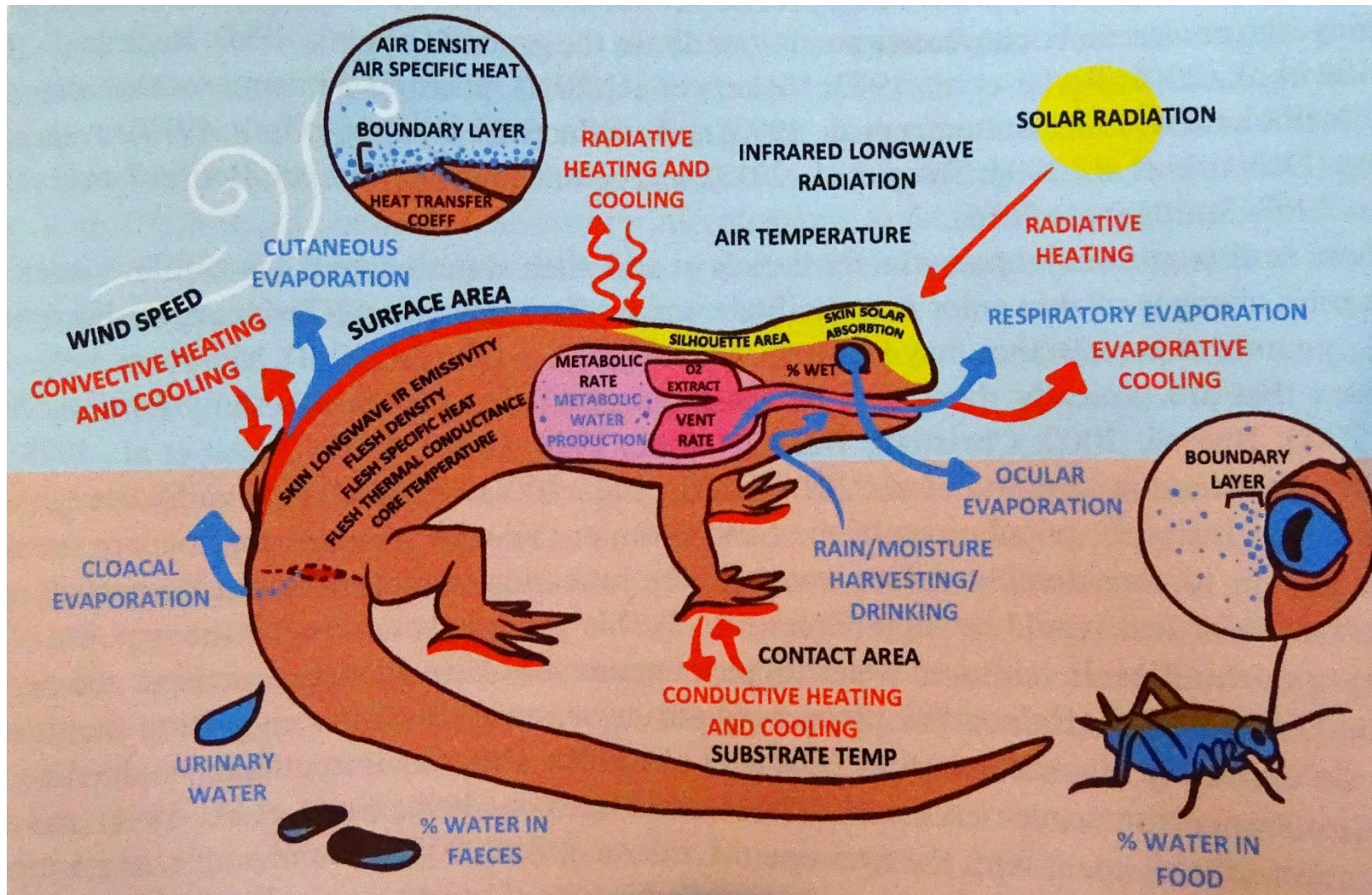
**Samci:** 6,2 cm

Sploščeno telo in glava

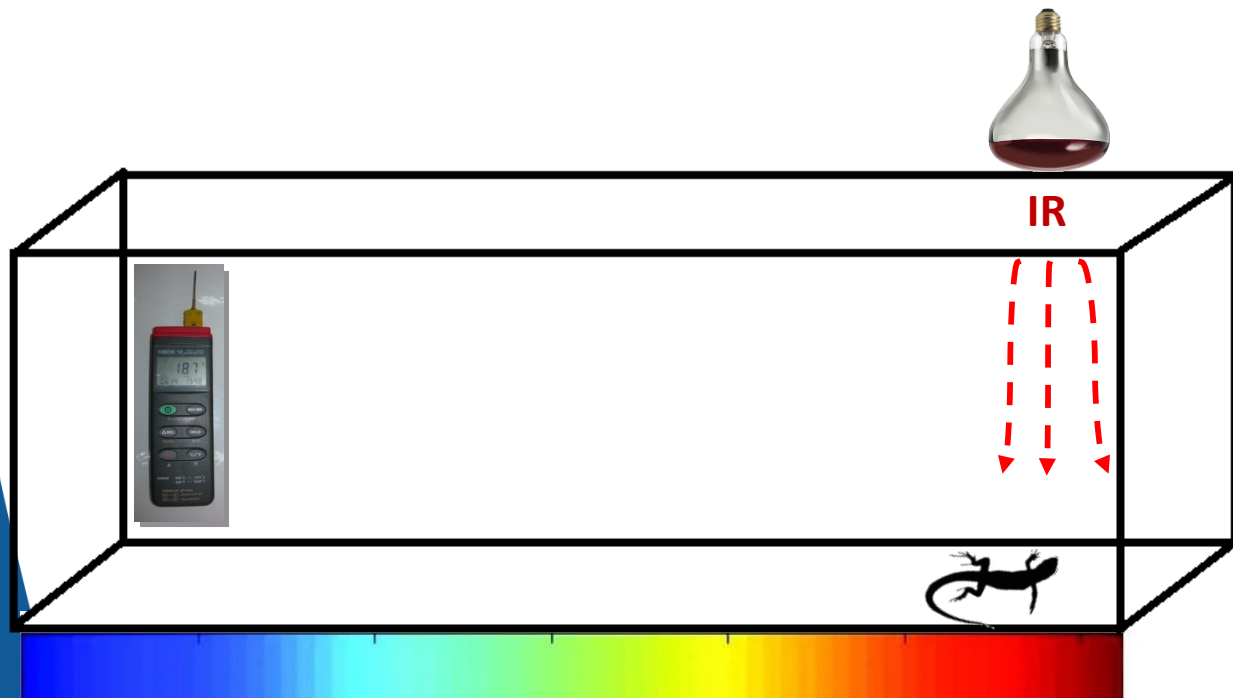
Dolge noge in prsti



# TERMOREGULACIJA FIZIOLOGIJA IN VEDENJE

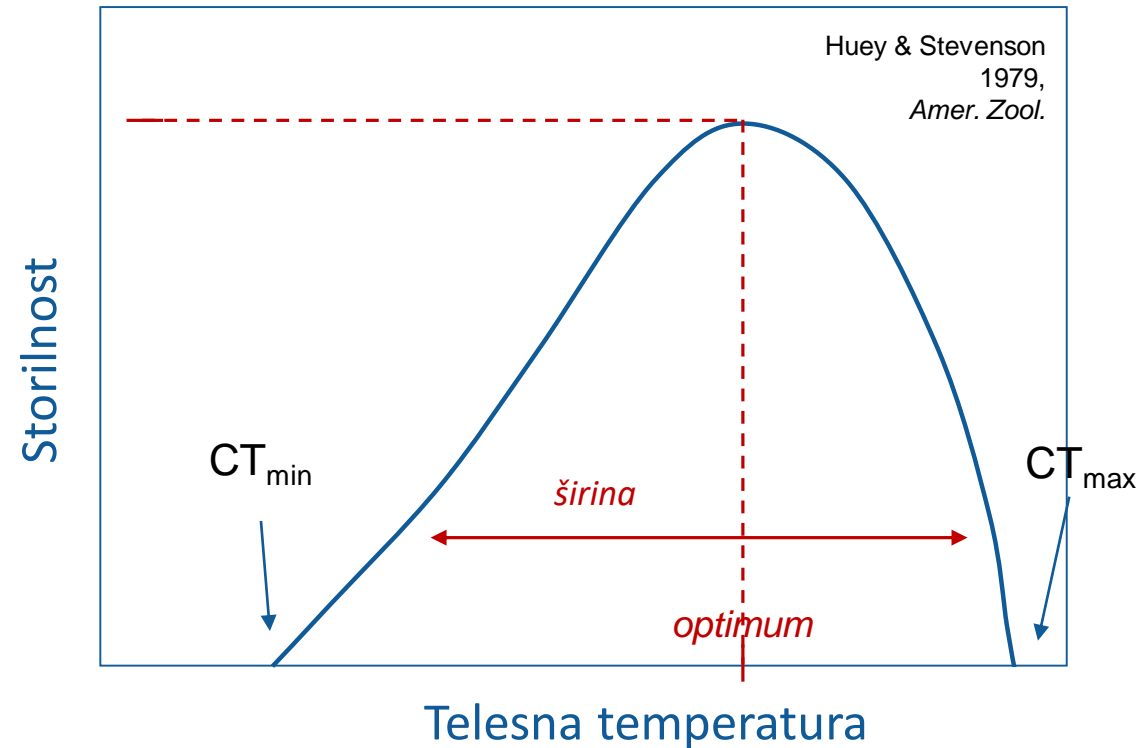


# TERMOREGULACIJA VEDENJE



Vedenjska  
termoregulacija

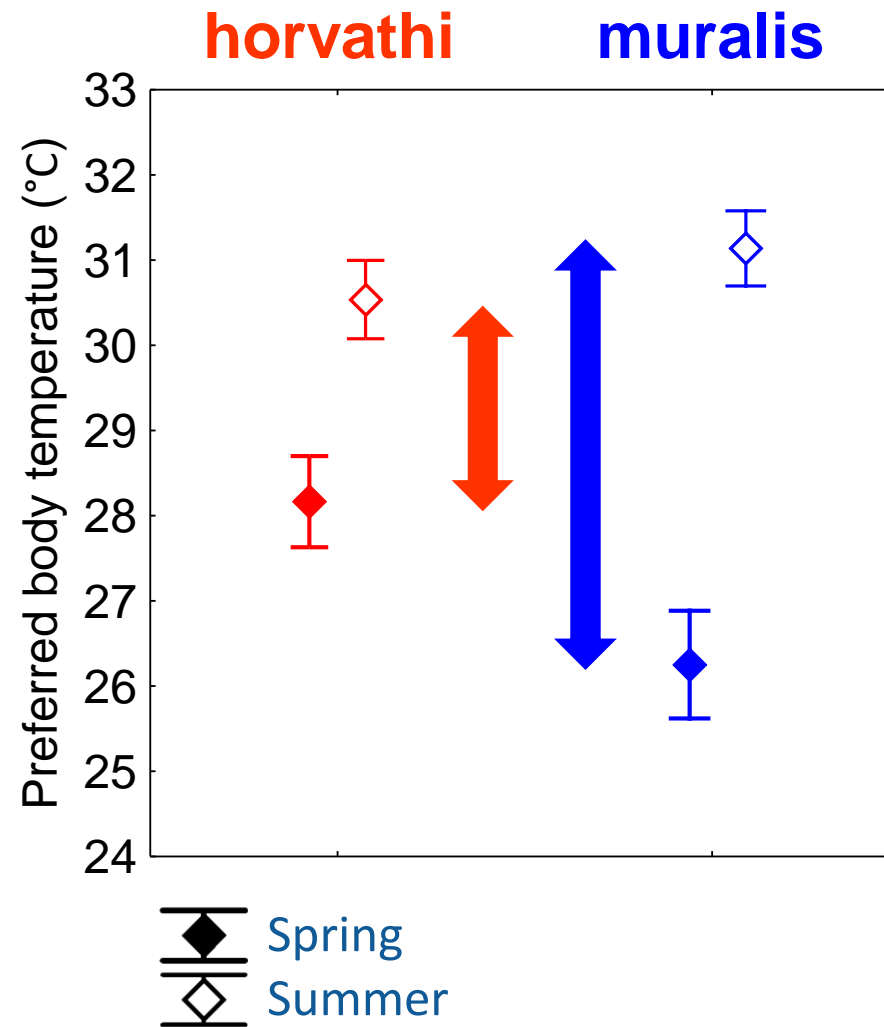
$\sim 29^{\circ}\text{C}$



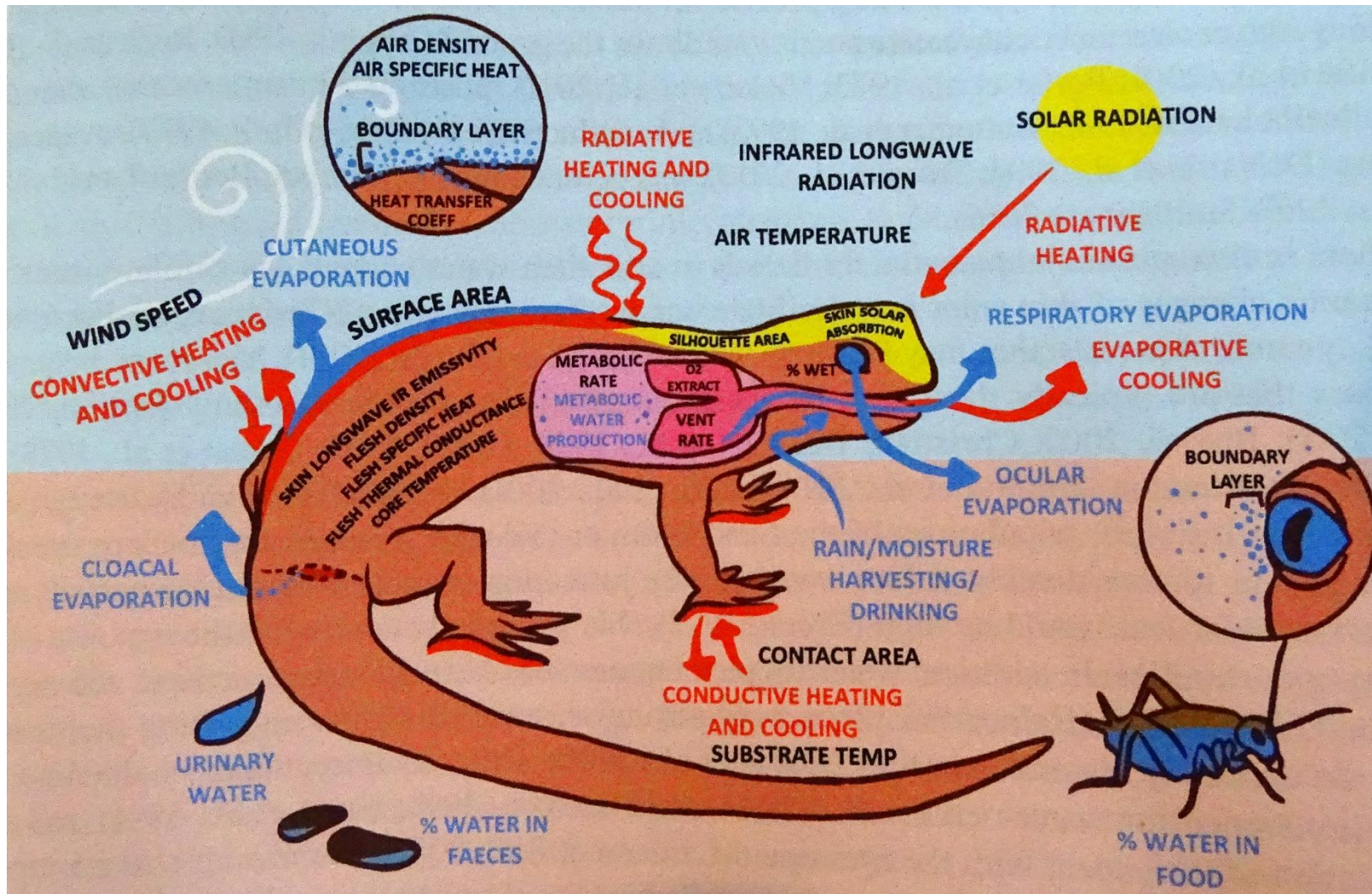




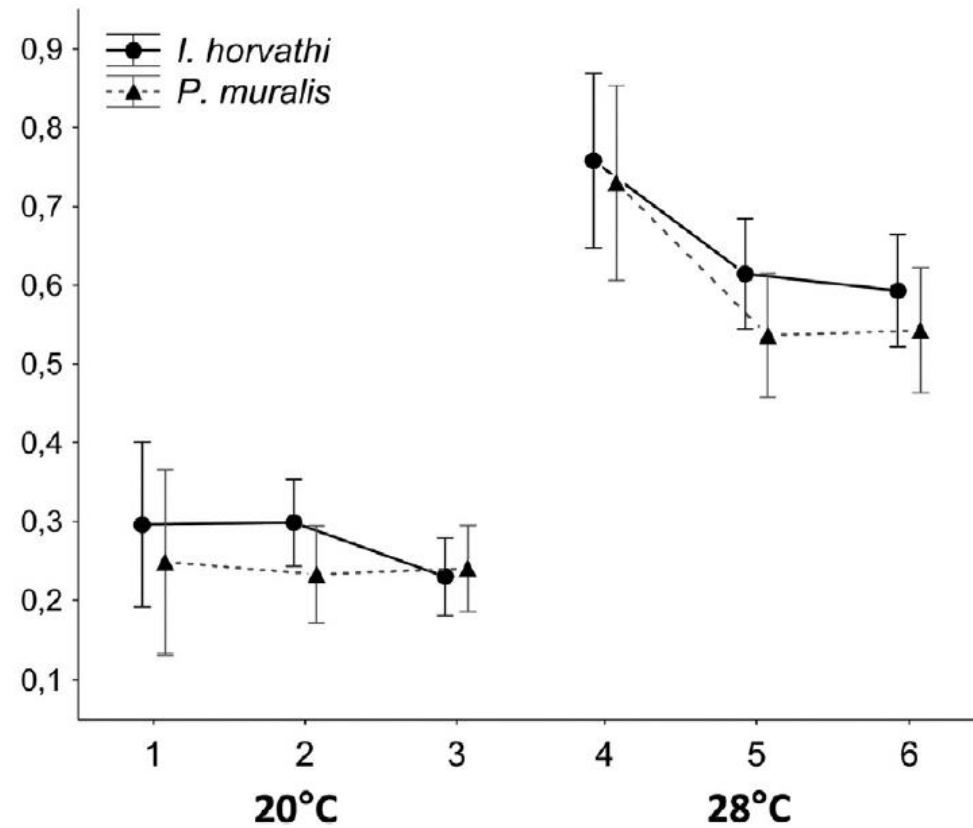
## SEZONSKE RAZLIKE



# METABOLIZEM FIZIOLOGIJA



# FIZIOLOGIJA METABOLIZEM

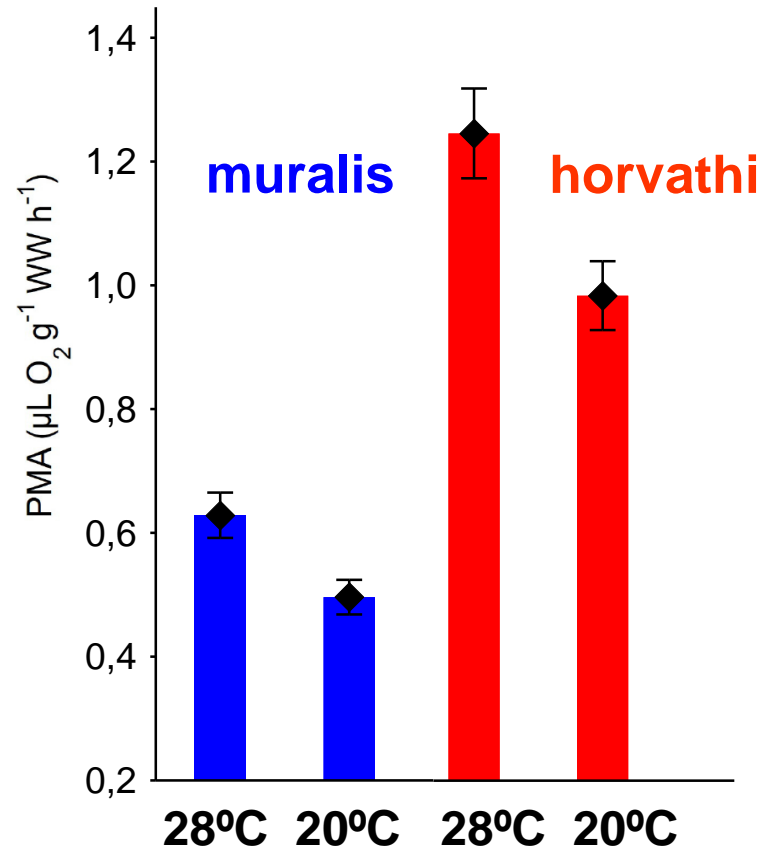


Žagar et al., 2015  
*Comp. Biochem. Physiol. Part A*



NACIONALNI INŠTITUT ZA BIOLOGIJO  
NATIONAL INSTITUTE OF BIOLOGY

Višji potencial za  
metabolno aktivnost  
pri velebitski kuščarici.



Žagar et al., 2015  
*Comp. Biochem. Physiol. Part A*



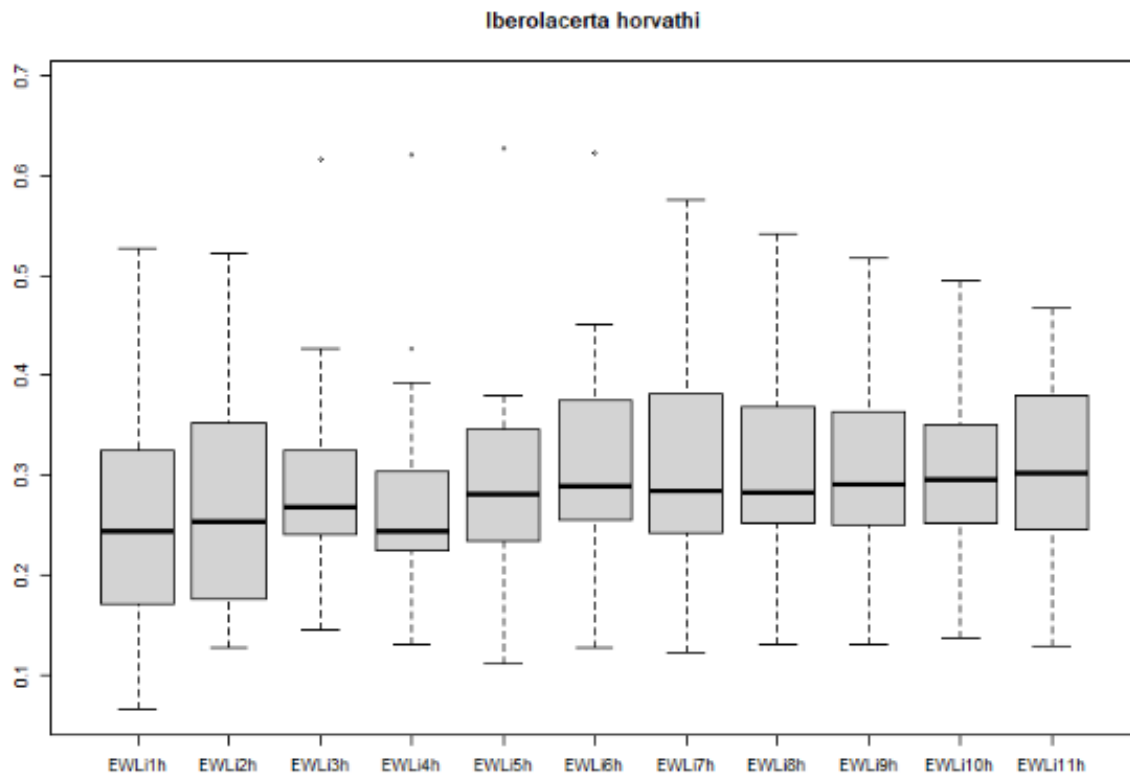
NACIONALNI INŠTITUT ZA BIOLOGIJO  
NATIONAL INSTITUTE OF BIOLOGY





# IZGUBA VODE

## MORFOLOGIJA, FIZIOLOGIJA IN VEDENJE



Izguba vode  
konstantna čez 11 ur.

Primerljiva z izgubo  
vode drugih podobnih  
vrst.



**VISOK**  
metabolni potencial

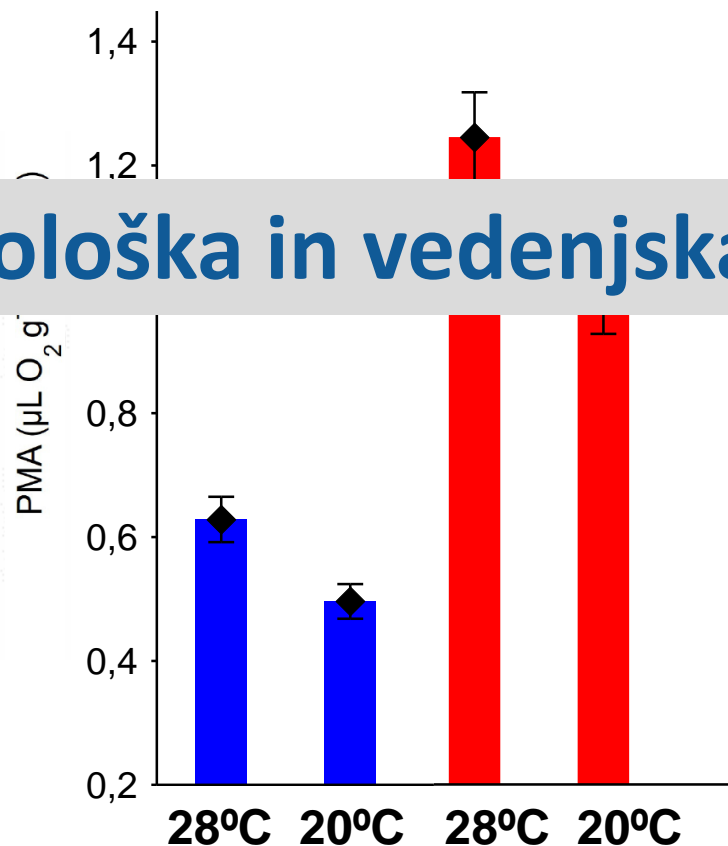
**+ VISOKA**  
termoregulacijska  
natančnost



**horvathi**



**Ekofiziološka in vedenjska prilagoditev na hladnejše okolje**



NACIONALNI INŠTITUT ZA BIOLOGIJO  
NATIONAL INSTITUTE OF BIOLOGY

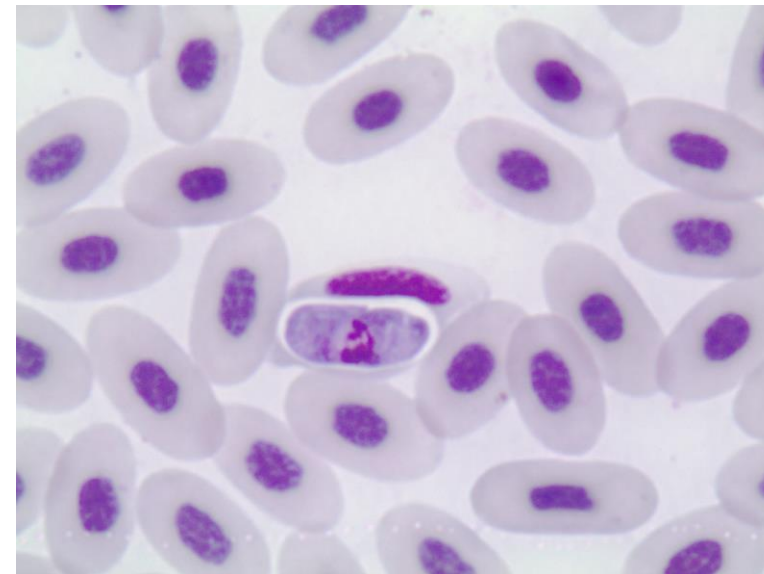
# HORVATOVA KUŠČARICA MEDVSTNE INTERAKCIJE

Prehrana

Vrste, s katerimi tekmuje

Plenilci

Krvni paraziti



# TEKMOVANJE

Vrste iz istega EKOLOŠKEGA GILDA.

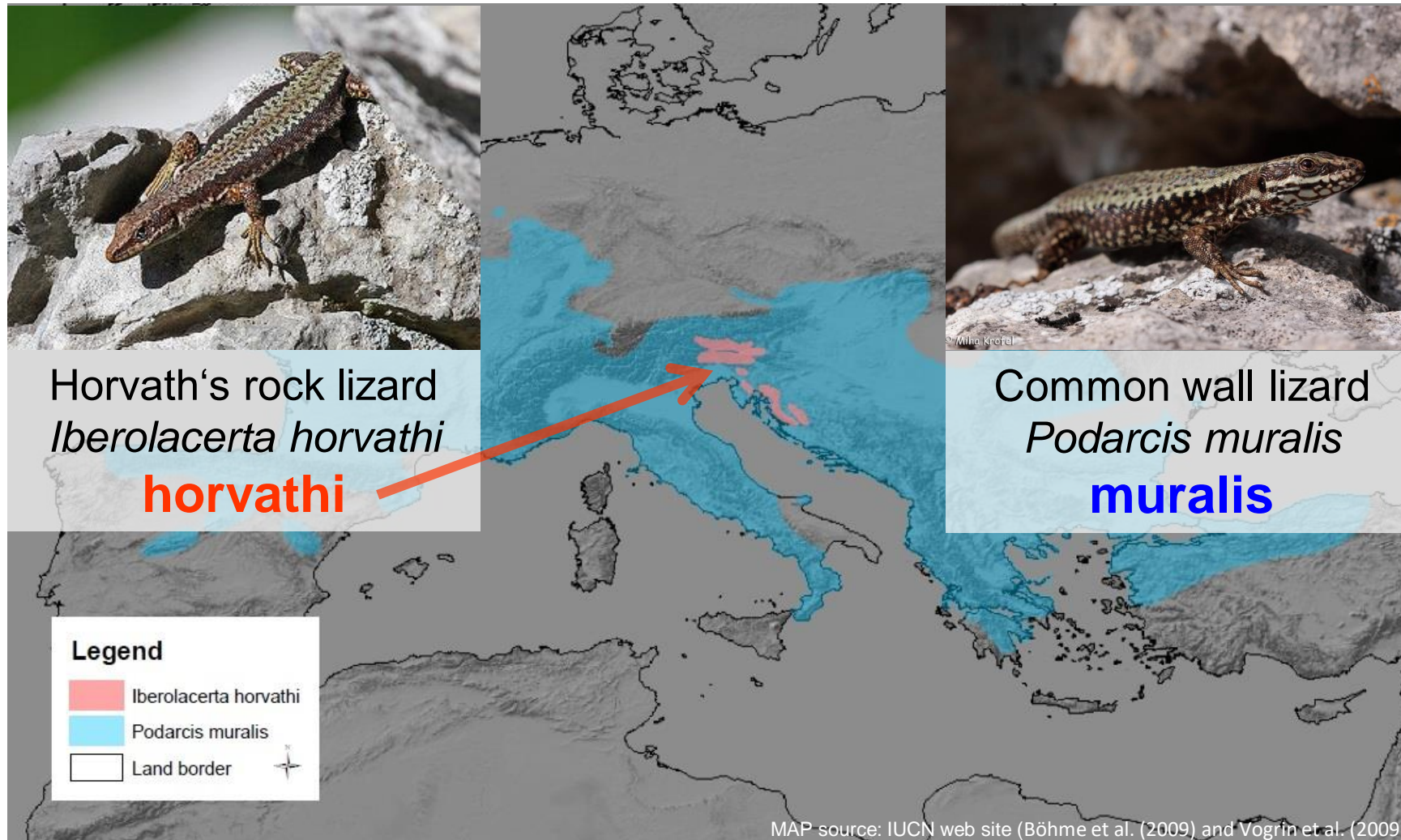
- Prostorsko prekrivanje razširjenosti
- Izraba istih virov na enak način



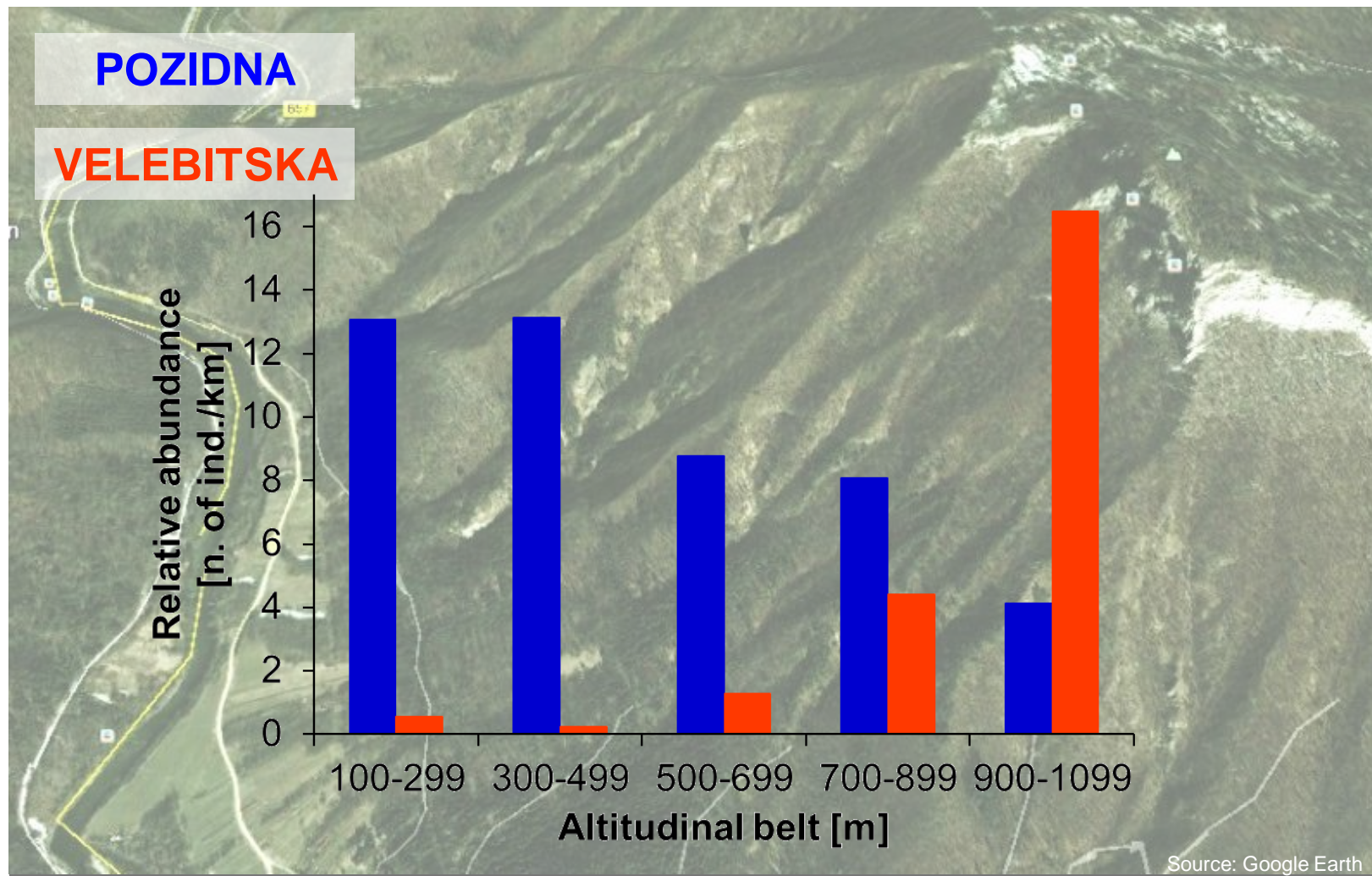
NACIONALNI INŠTITUT ZA **BIOLOGIJO**  
NATIONAL INSTITUTE OF **BIOLOGY**



# SIMPATRIČNA RAZŠIRJENOST



# KOLPSKE STENE





# Odprte površine v gozdu, ki so pomembne za termoregulacijo

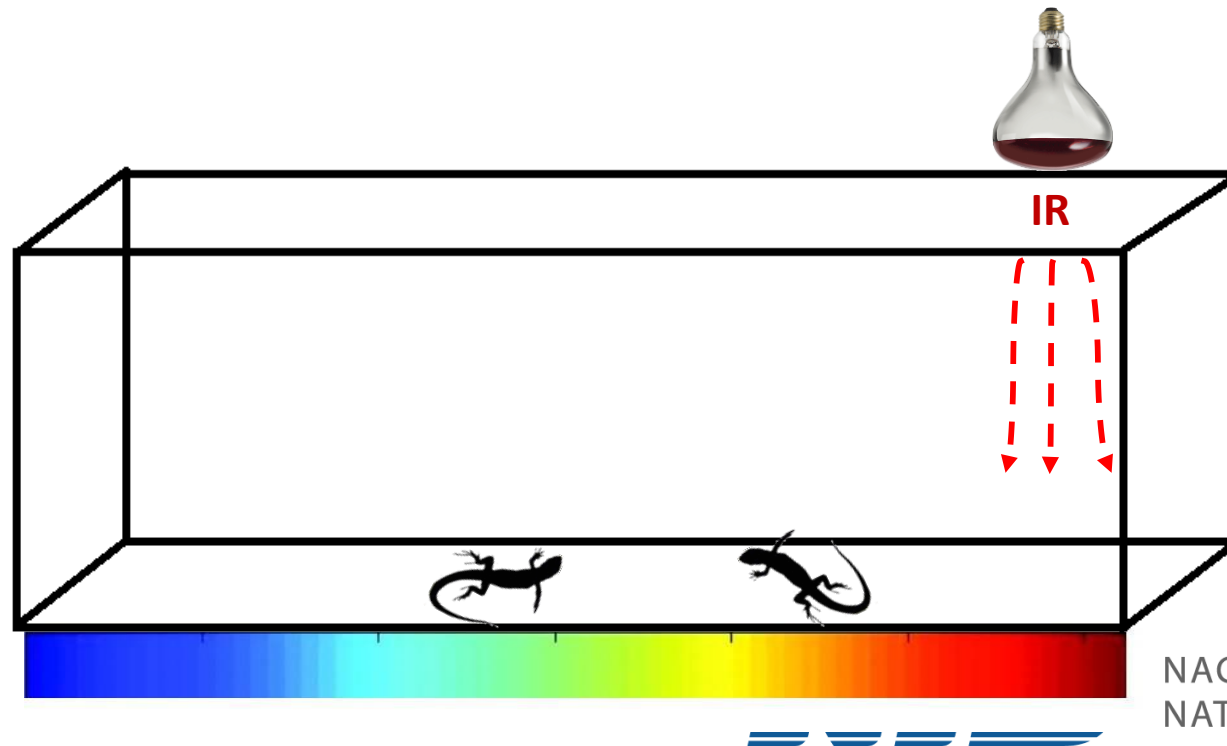


**Ali lahko omejene odprte površine v gozdu predstavjajo vir,  
za katerega vrsti tekmujeta?**

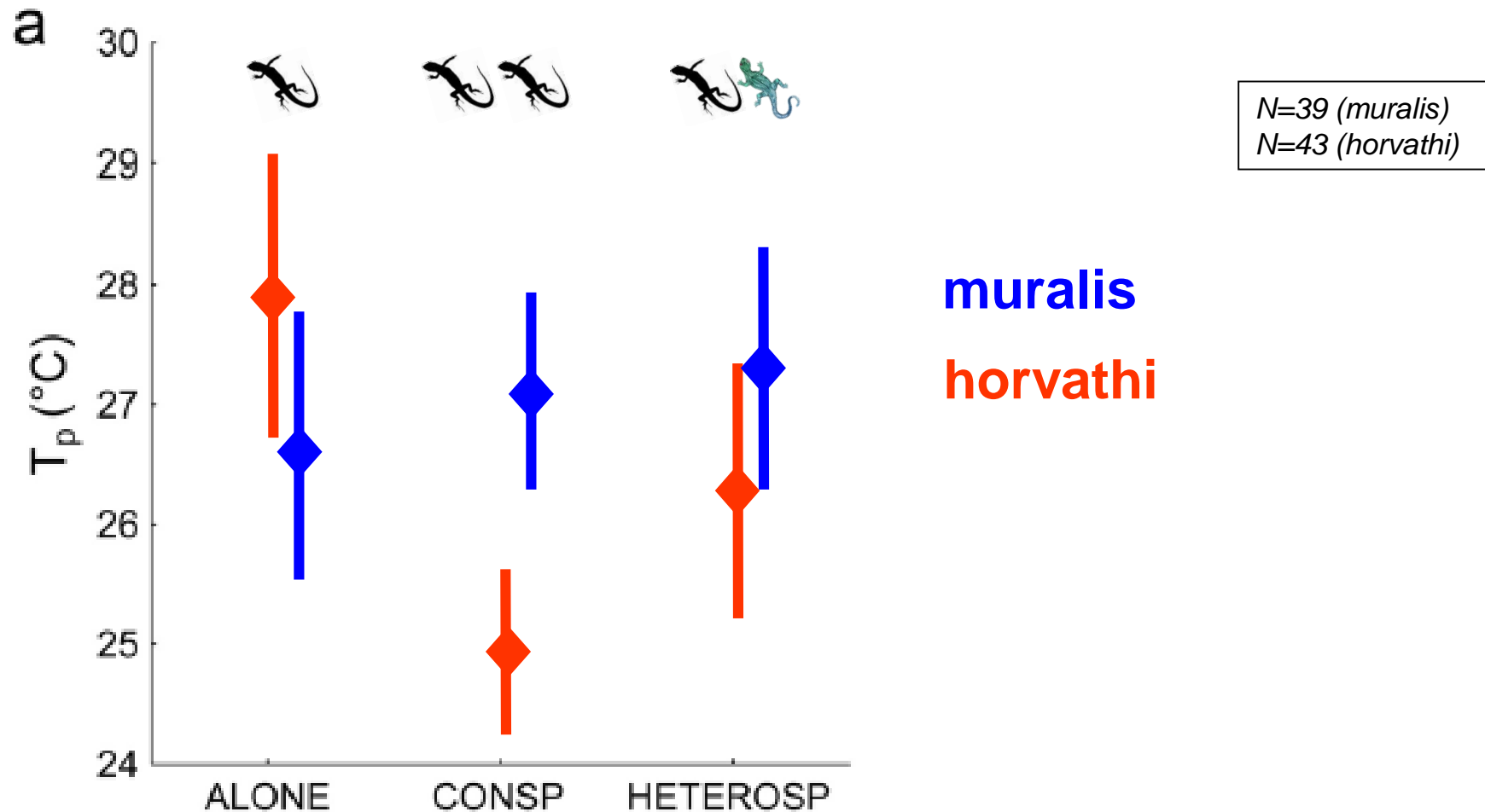


# EKSPERIMENT

-  Ena kuščarica
-  Dve kuščarici (konspecifični ali heterospecifično par)



# Interferenčno tekmovanje v termoregulaciji KAKO?

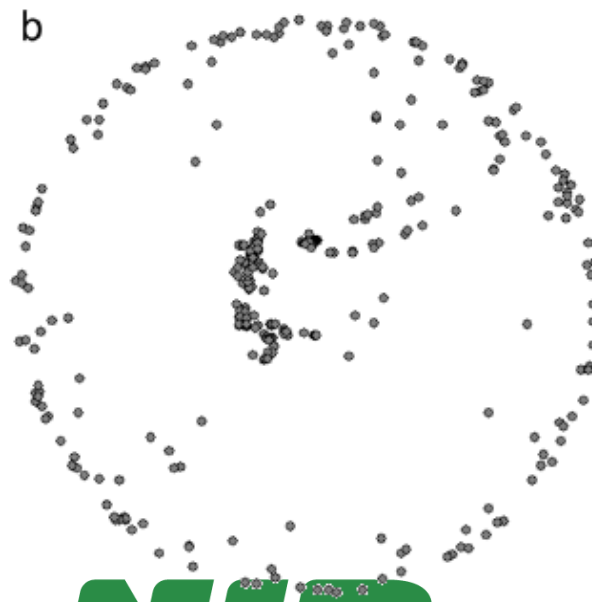
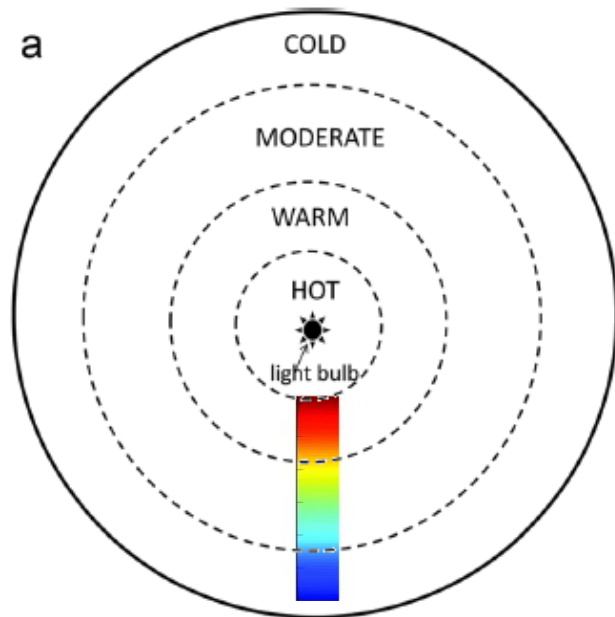


NACIONALNI INŠTITUT ZA BIOLOGIJO  
NATIONAL INSTITUTE OF BIOLOGY

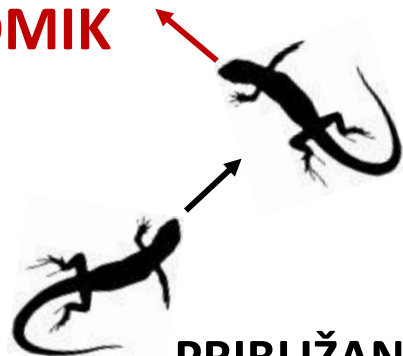


# EKSPERIMENT

-  Ena kuščarica
-  Dve kuščarici (konspecifični ali heterospecifično par)



**Odziv:  
ODMIK**



**PRIBLIŽANJE  
ALI DOTIK**



© DAYS EDGE PRODUCTIONS

24-minutni video  
Opazovanje vedenja in  
agonističnih interakcij



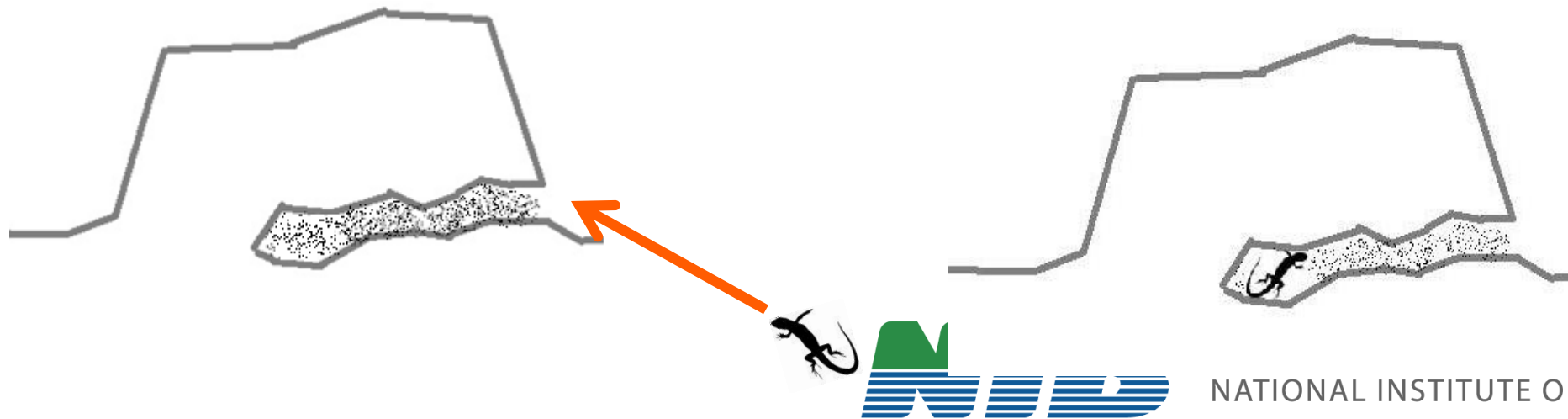
**muralis** < **horvathi**

*N=10 (muralis)*  
*N=9 (horvathi)*

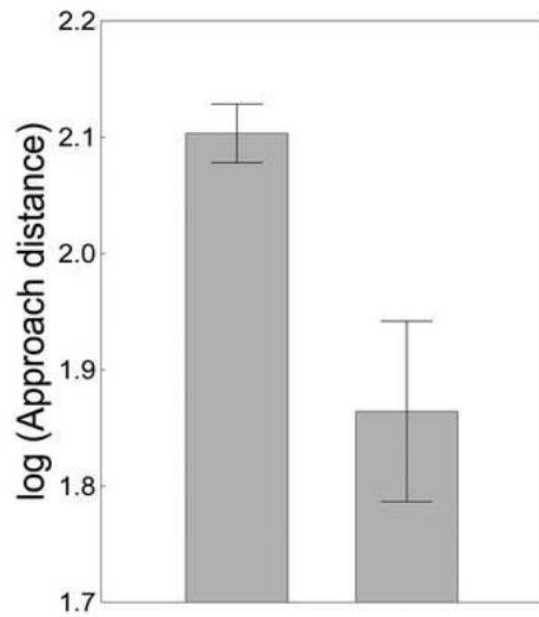


NACIONALNI INŠTITUT ZA BIOLOGIJO  
NATIONAL INSTITUTE OF BIOLOGY

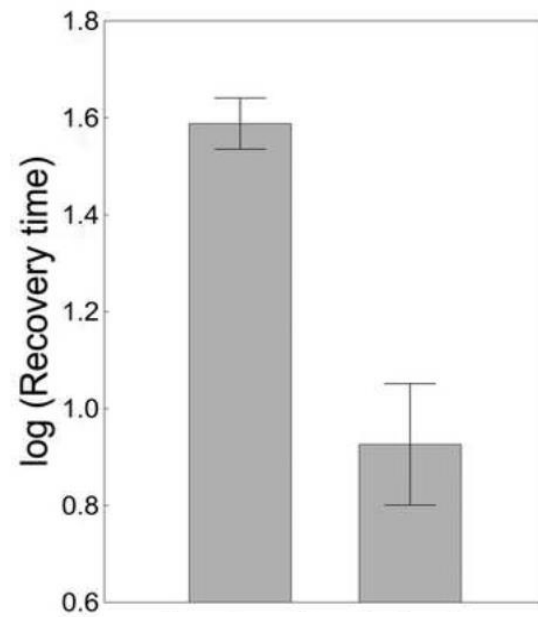
# PLENILCI



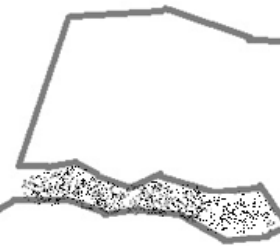
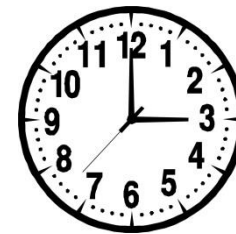
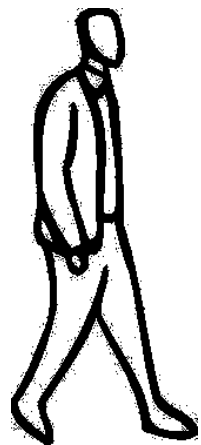
N=19 (*muralis*)  
N=59 (*horvathi*)



**horvathi muralis**



**horvathi muralis**



ITUT ZA BIOLOGIJO  
JTE OF BIOLOGY



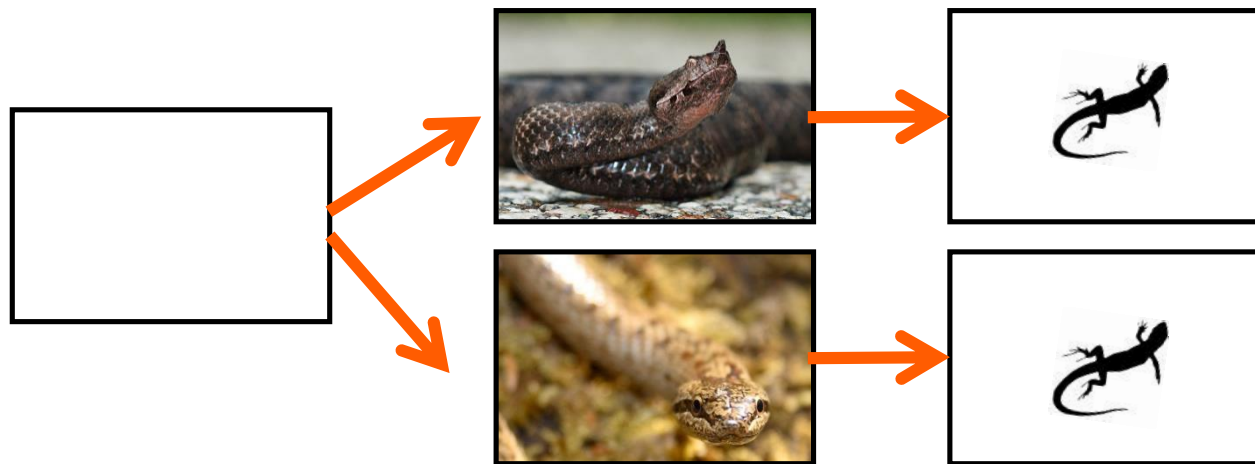
# VONJ KAČE PREPOZNAVANJE

horvathi = muralis

Vedenje – izogibanje, stres  
zaradi plenilca

horvathi > muralis

Razlike v odzivih na plenilce – različno plenjenje obeh vrst  
POSREDNI VPLIV NA TEKMOVANJE



NACIONALNI INŠTITUT ZA BIOLOGIJO  
NATIONAL INSTITUTE OF BIOLOGY

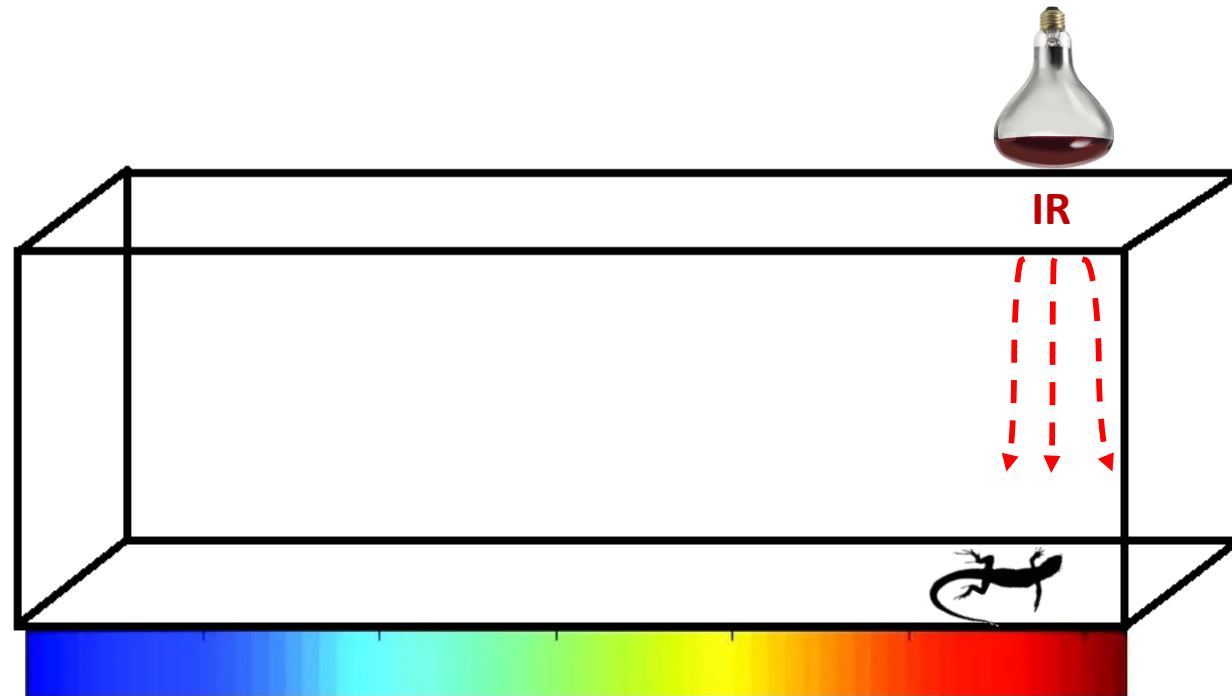
# Kaj pa, če se razmere v okolju velebitske kuščarice **spremenijo?**

## Globalno segrevanje



NACIONALNI INŠTITUT ZA BIOLOGIJO  
NATIONAL INSTITUTE OF BIOLOGY

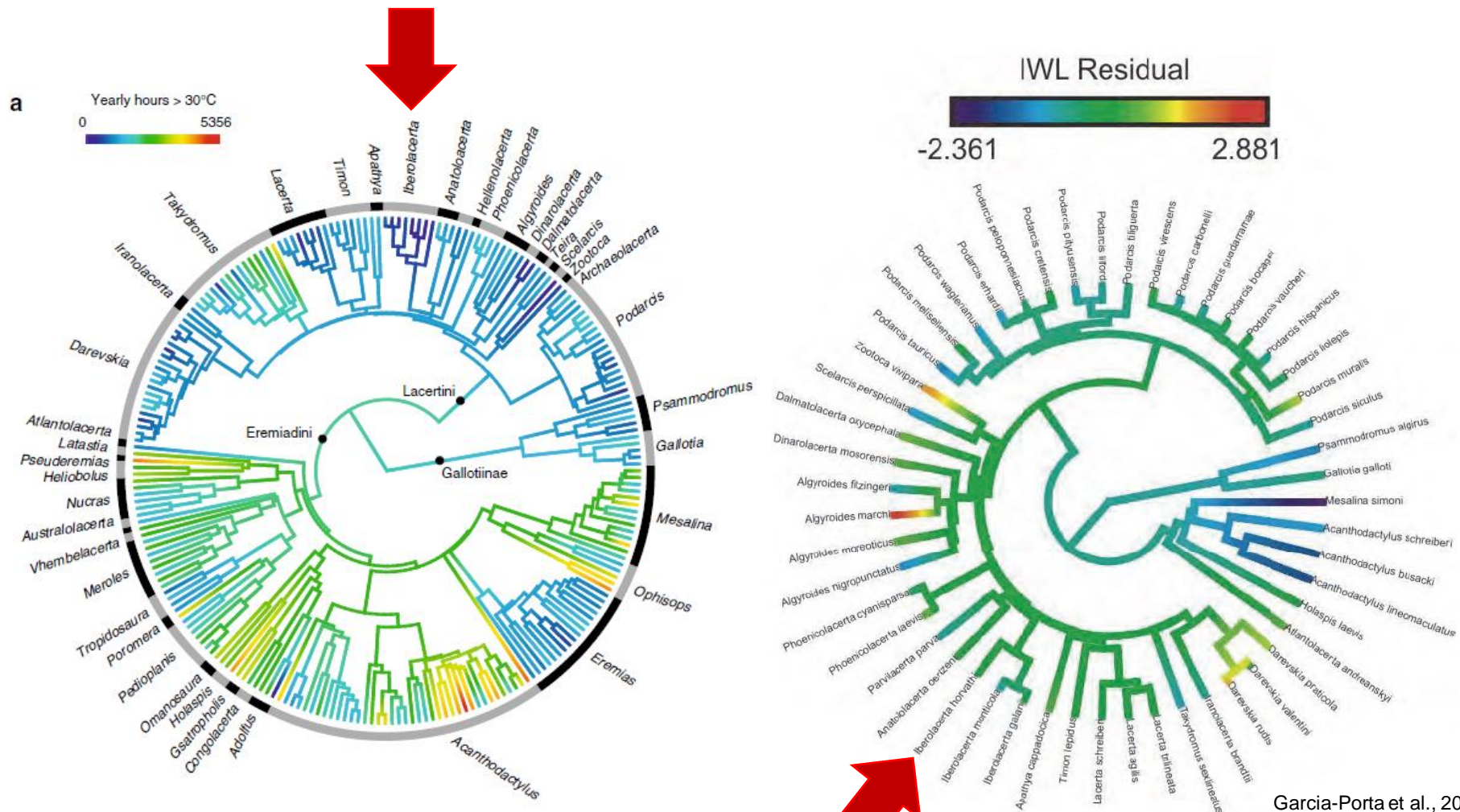
# Vedenjska termoregulacija – lahko omili posledice podnebnih sprememb





# KUŠČARICE (LACERTIDAE)

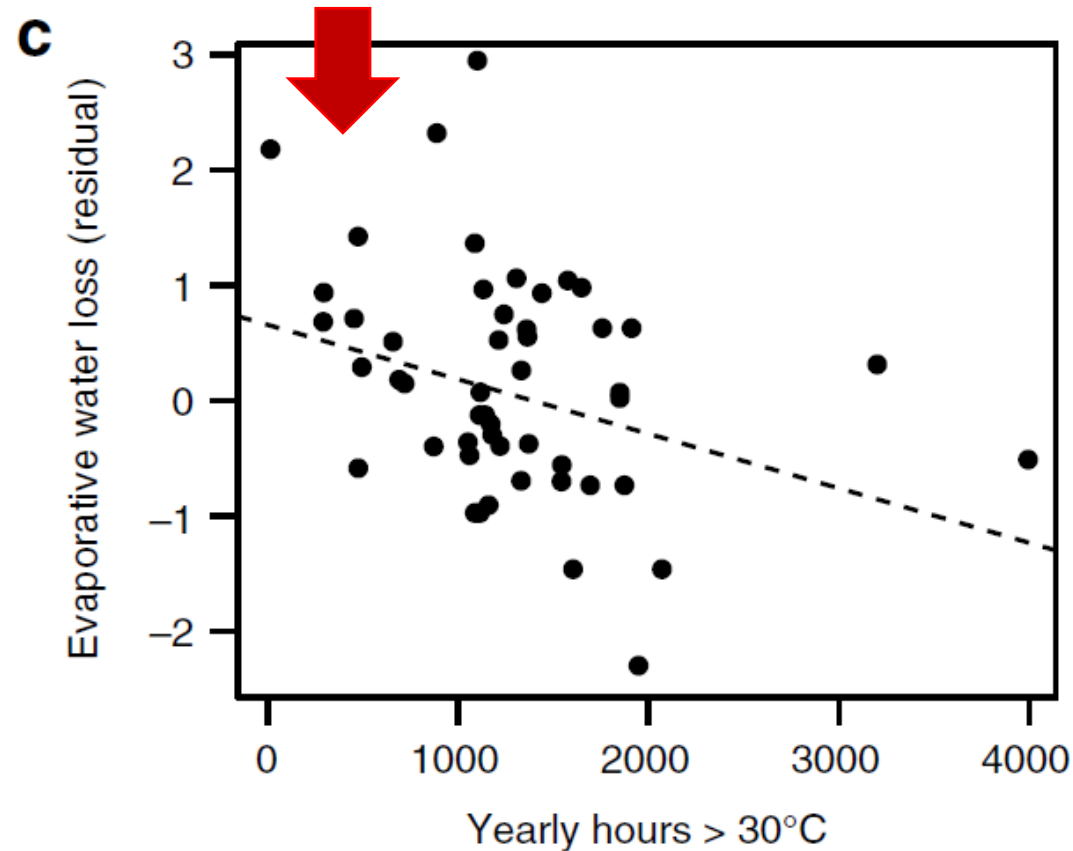
## OKOLJSKA TEMPERATURA / STOPNJA IZGUBE VODE



ZA BIOLOGIJO  
F BIOLOGY

García-Porta et al., 2019  
*Nat. Commun.*

Kuščarice iz hladnejših okolij imajo višjo stopnjo izgube vode – Vrste iz hladnejših okolij so manj prilagojene na izsuševanje, ki jih lahko prinese globalno segrevanje

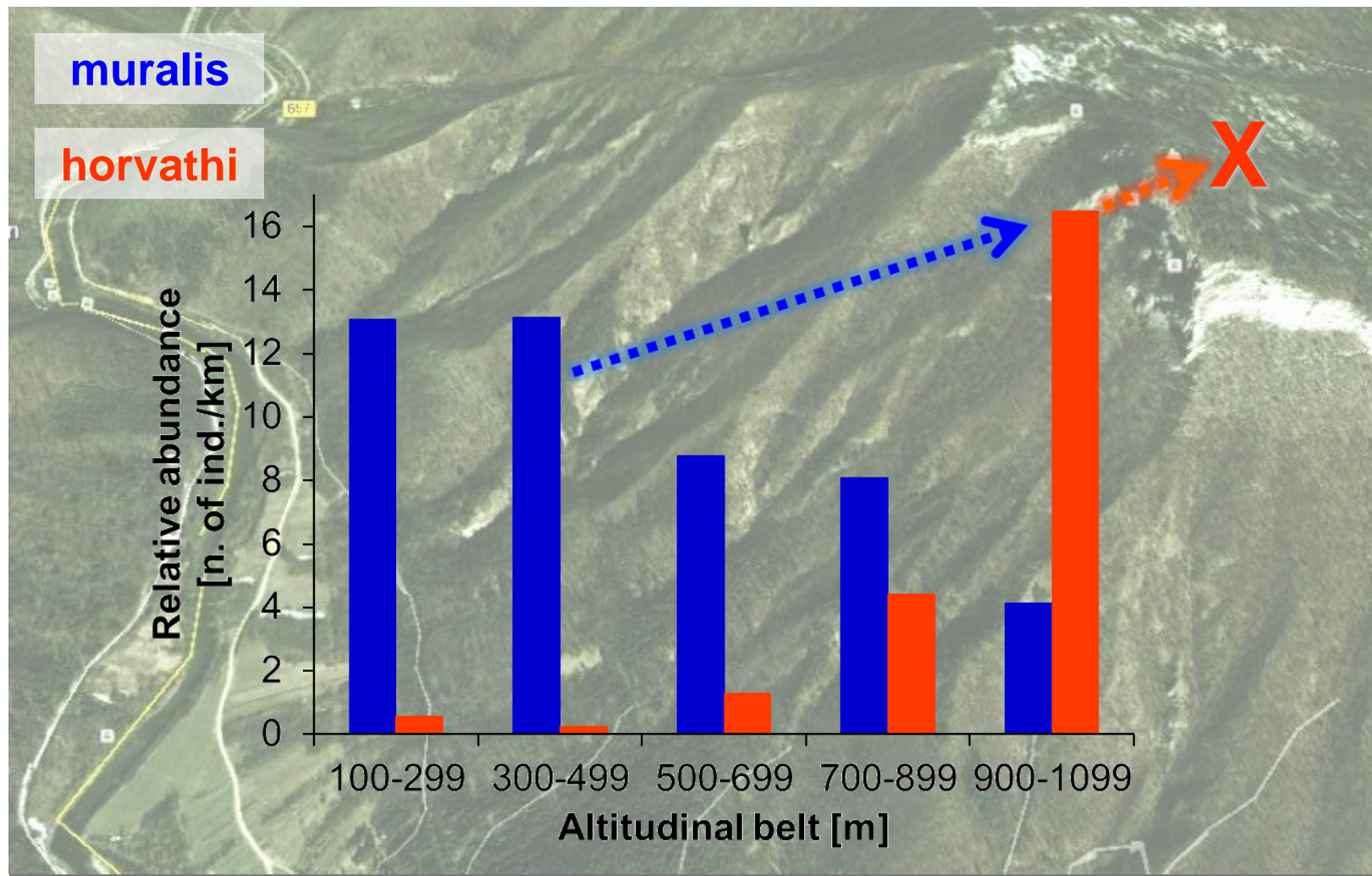


Garcia-Porta et al., 2019  
*Nat. Commun.*



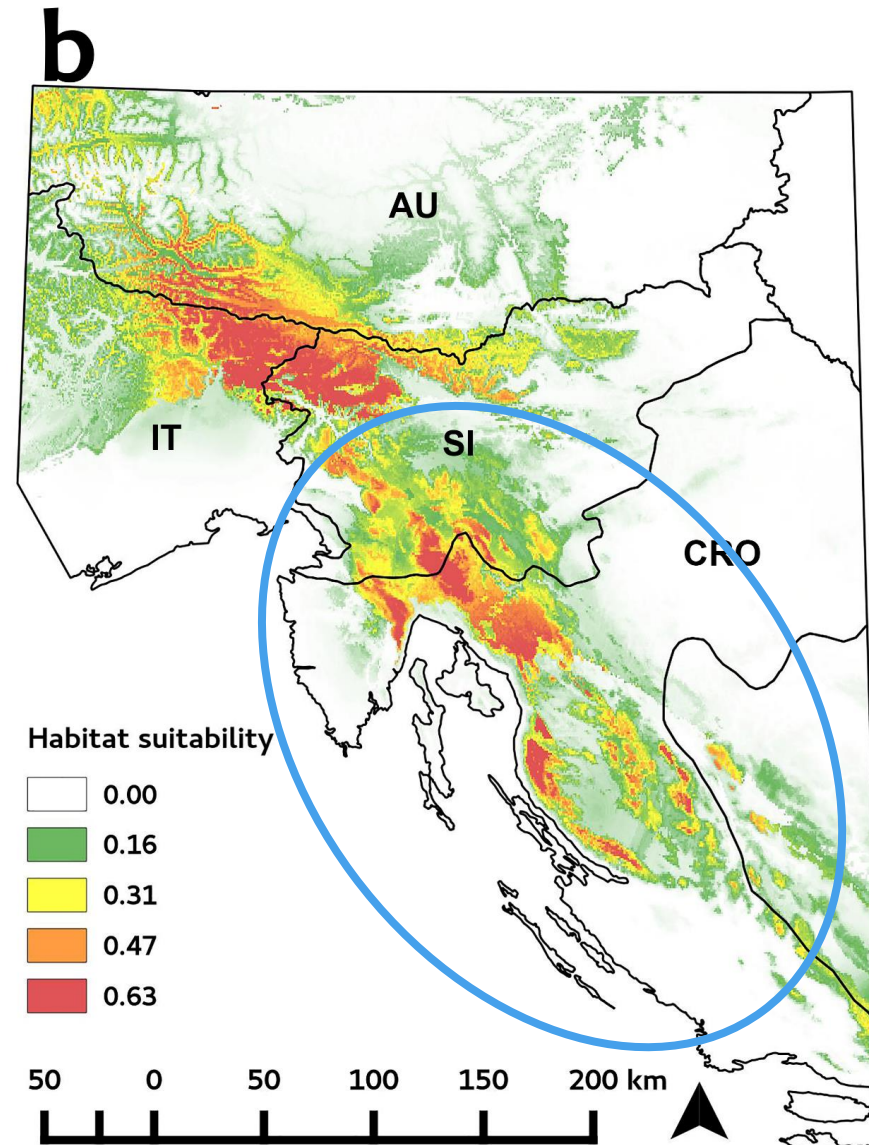
TITUT ZA BIOLOGIJO  
NATIONAL INSTITUTE OF BIOLOGY

# Vpliv segrevanja na medvrstno interakcijo





# RAZŠIRJENOST IN ŽIVLJENJSKI PROSTOR



Umikanje v višje nadmorske višine

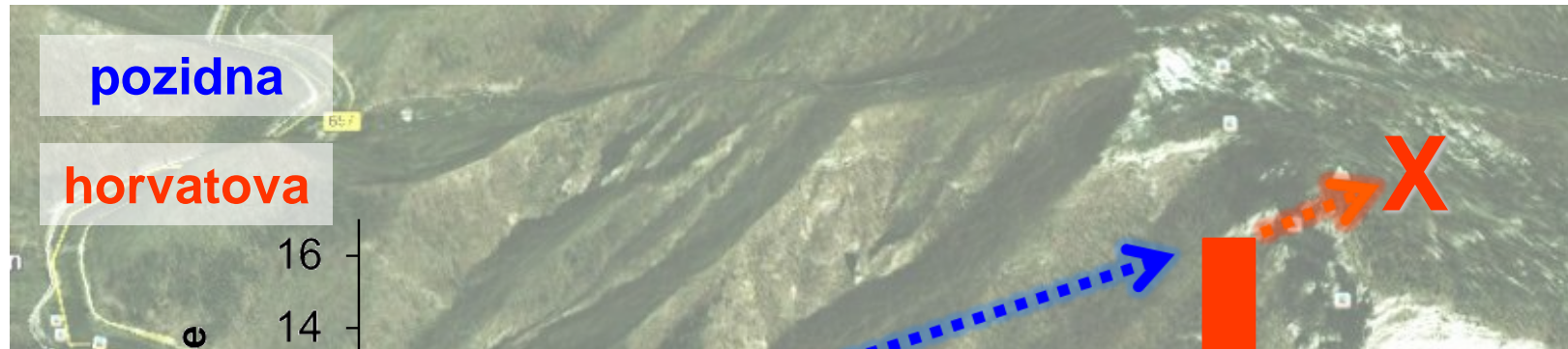
Slabo mobilna vrsta

Ustrezen življenjski prostor



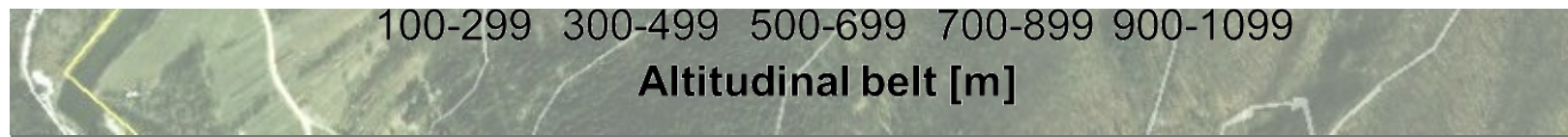
NACIONALNI INŠTITUT ZA BIOLOGIJO  
NATIONAL INSTITUTE OF BIOLOGY

## POSREDNI VPLIV: Vpliv podnebnih sprememb preko medvrstnih interakcij



## Vpliv podnebnih sprememb na odnose med vrstami

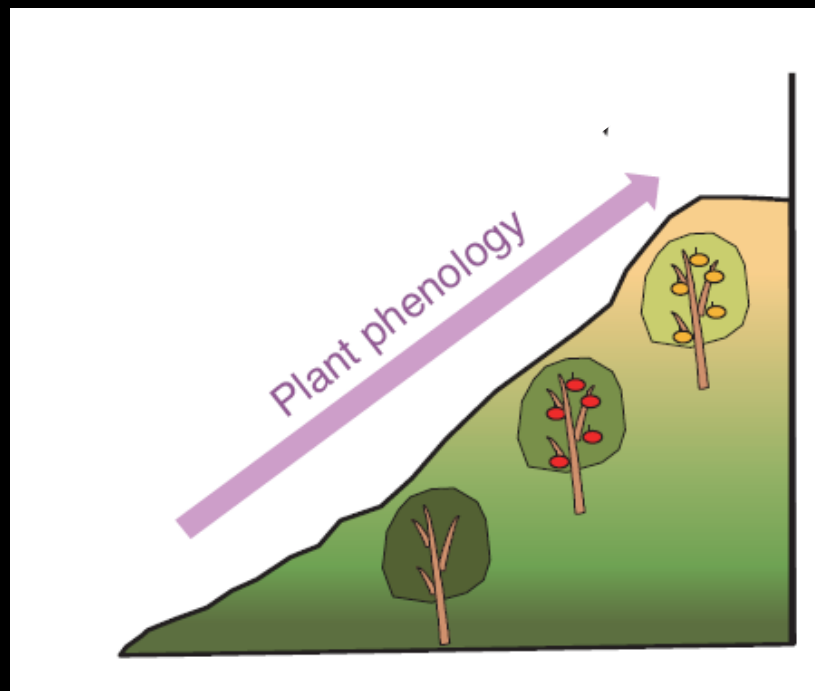
- Negativni vpliv na populacijo in lokalno izumrtje?



# Blaženje podnebnih sprememb preko medvrstnih odnosov – plenilstvo in sodelovanje

## PRIMER 2: Azijski medved in divja češnja

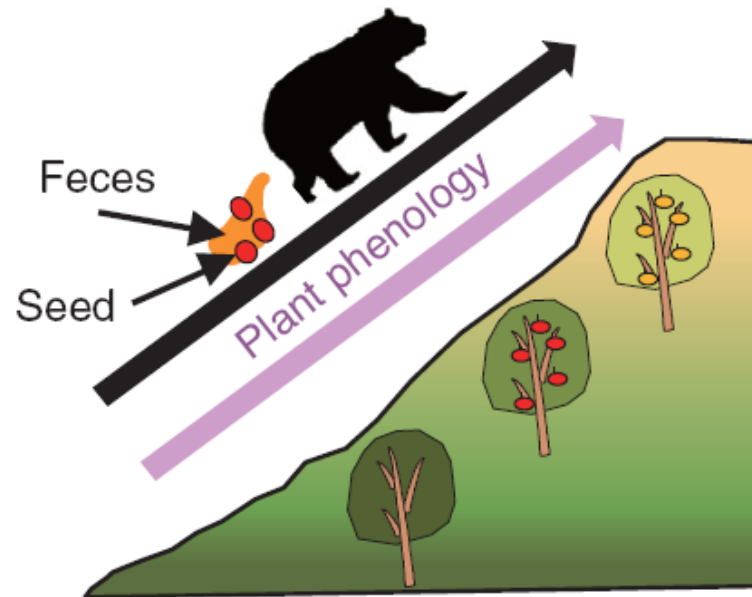
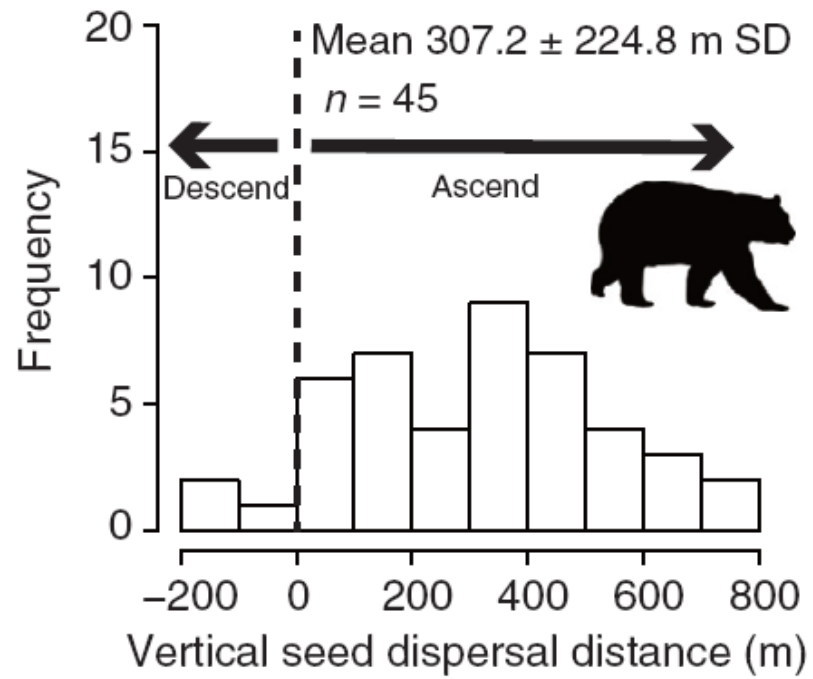




# RAZNAŠANJE SEMEN

- Azijski črni medved: raznese 40% semen > 500 m od starševskega drevesa; predvidoma max. 22 km stran od drevesa – mnogo dlje kot druge vrste







## Vpliv podnebnih sprememb na trofični preplet

Primer 3: Zakaj so ribiči ujeli manj lososov leta 2005 kot 2001?

# Losos predstavlja visok trofični nivo

---

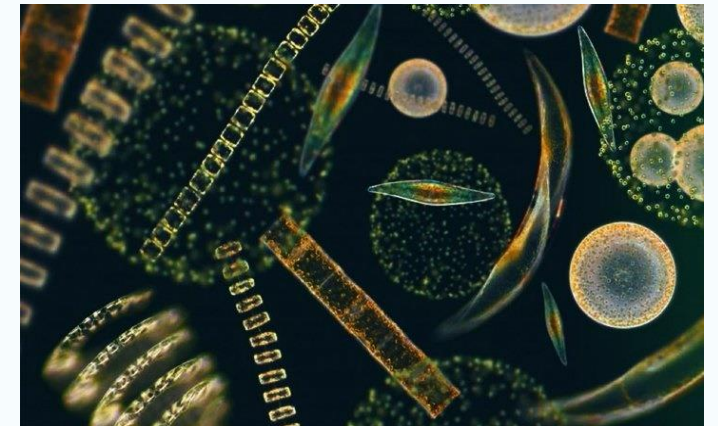
Losos



Kril/zooplankton



Fitoplankton



# Vpliv atmosferskih dejavnikov

---

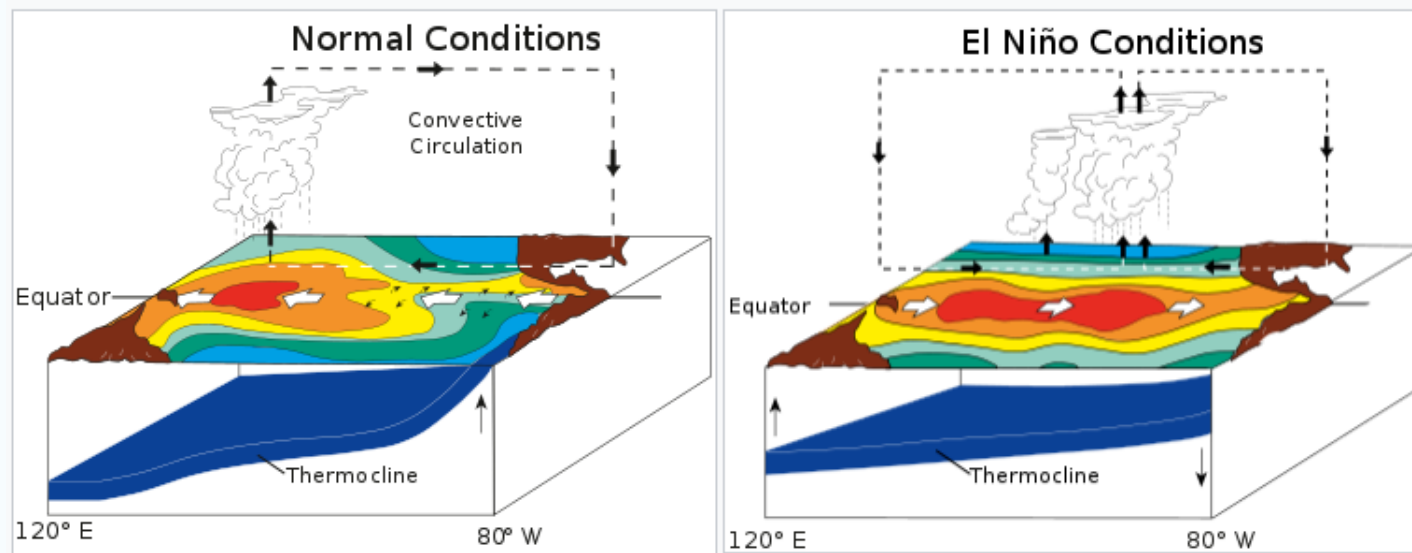
- Morski ekosistem
- Kalifornija
- Oceanski tokovi in dviganje hranil iz globin





# Oceanski tokovi

- Model tokov med 2001-2005 na lokacijah 30 km od obale
- Leta 2001 so bili najbolj ugodni tokovi za dviganje hranil
- Izredno močni tokovi v smeri severa v letu 2005 (ni ugodno za dvig hranil)

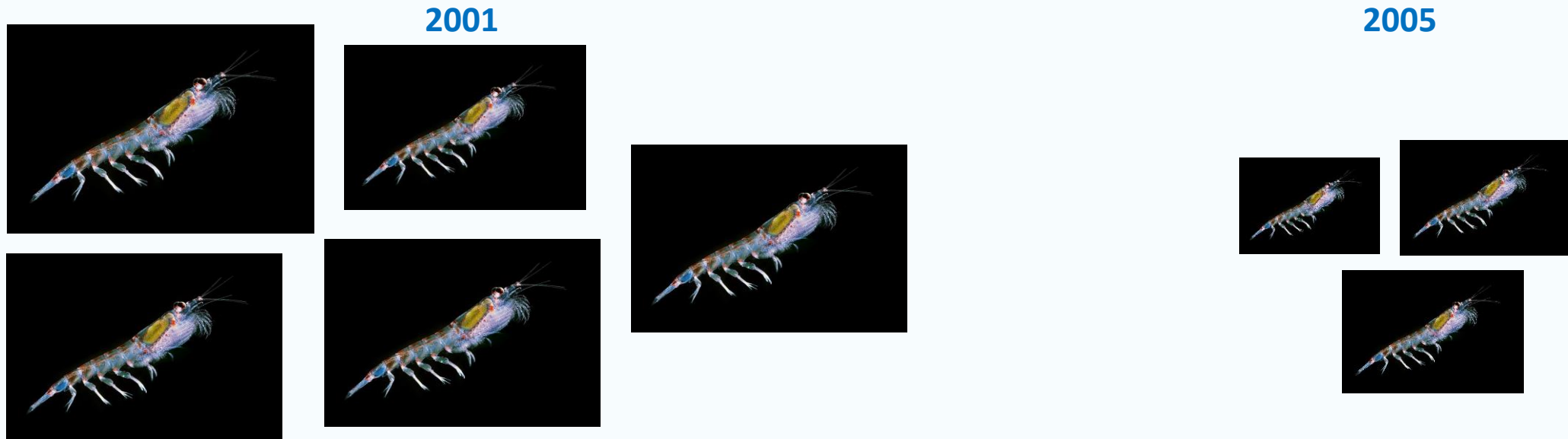


Običajen vzorec na Pacifiku. Ekvatorialni vetrovi potiskajo toplega zraka proti zahodu. Vlažen zrak se zbira nad Južno Ameriko.

El Niño. Območje toplega zraka se približuje obali Južne Amerike.

# Razporeditev, masa in številčnost krila

- Kril je potoval skupaj s tokovi, najbolj izrazito v letu 2005, proti severu
- Masa krila je bila večja leta 2001 kot leta 2005

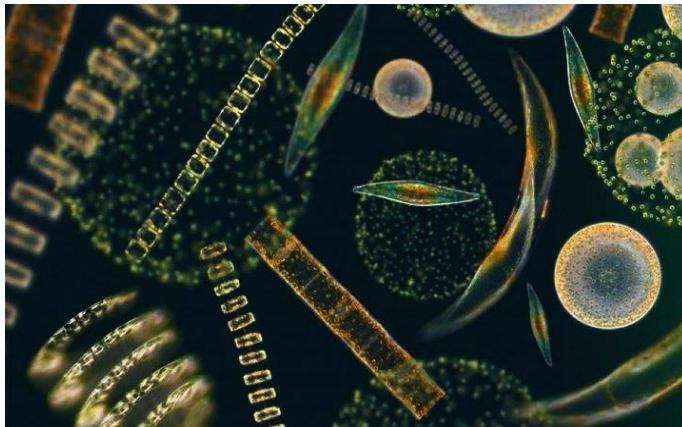


Dorman J.G. 2015, Chapter 4, Biodiversity in a Changing Climate, Uni. Cal. Press

# Razlogi

---

- **MANJ HRANIL - Omejitve v hrani (manj fitoplanktona)** so bile glavni vzrok za zmanjšano rast populacije krila





# Posledice

---

- Opaženo je bilo stradanje krila, 31.9% krila v letu 2001 in 45.2% v letu 2005
- Le dovolj težki osebkki se lahko preobrazijo v naslednjo stopnjo
- Tisti osebkki, ki so se lahko preobrazili so prav tako stradali v naslednjem obdobju, le da je bila razlika med leti še izrazitejša (3.8% v 2001 in 21.8% v 2005)

# Posledice – vpliv na trofični preplet

- **MANJ KRILA** – manj hrane za naslednje plenilce v trofičnem prepletu (majhne ribe, srednje velike ribe, velike ribe)



Dorman J.G. 2015, Chapter 4, Biodiversity in a Changing Climate, Uni. Cal. Press

# Glavni zaključki

---

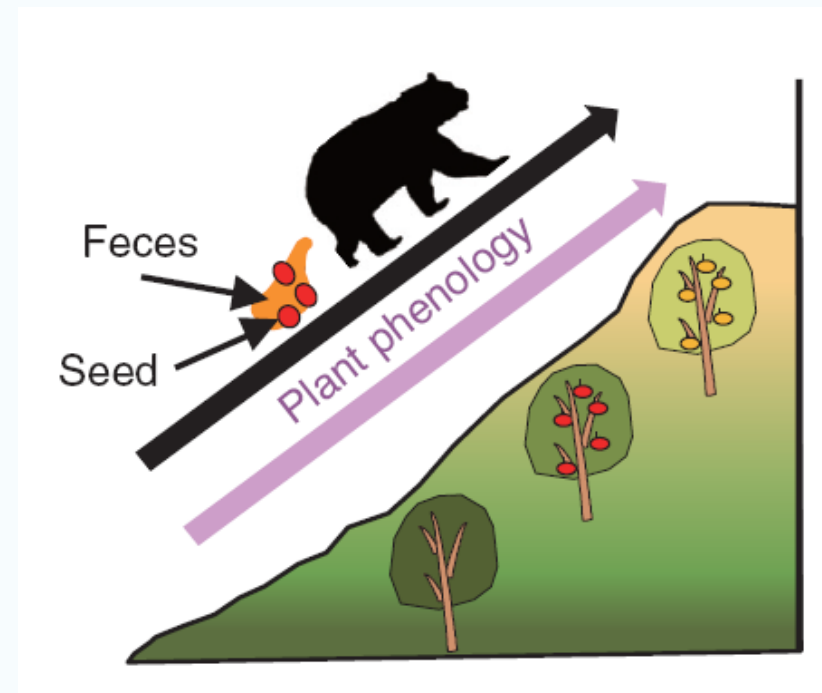
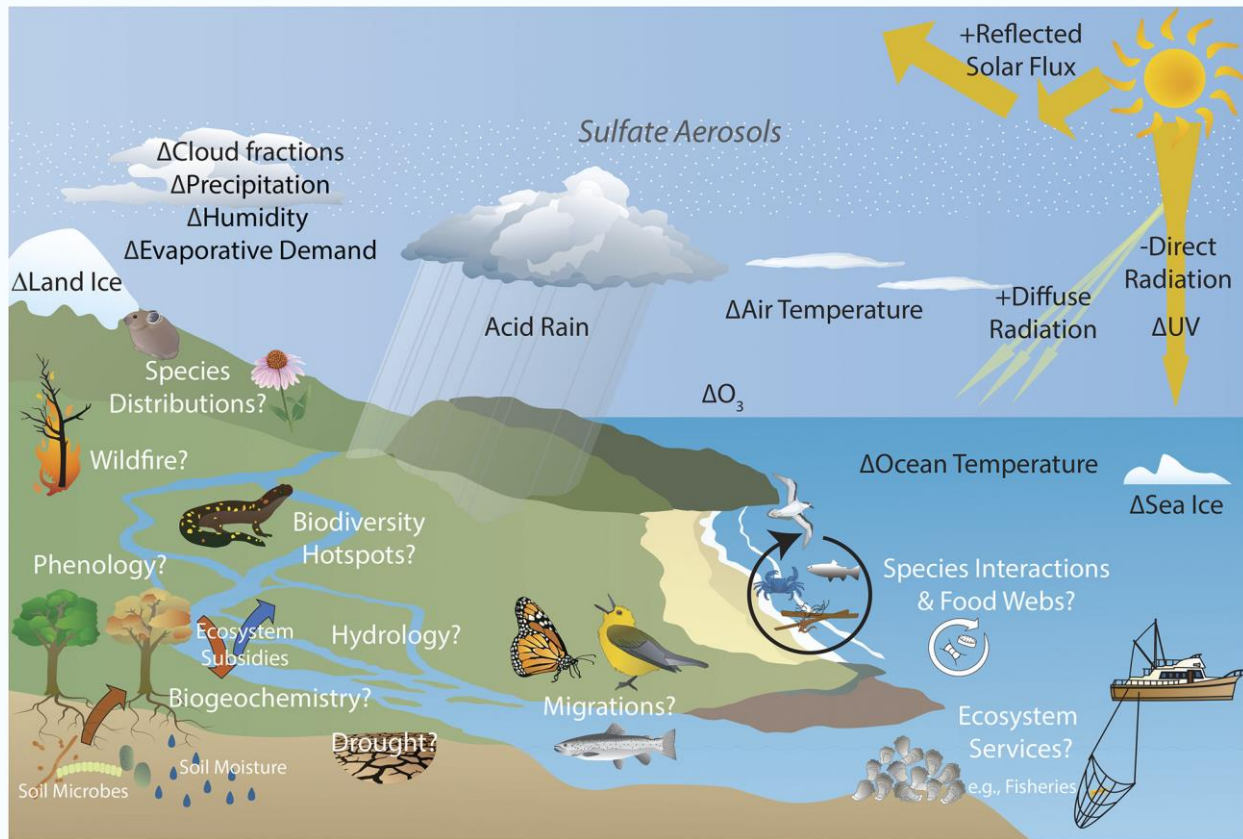
- Vpliv podnebnih sprememb – višje atmosferske temperature vplivajo na morske tokove in s tem na dvig hranil iz morskega dna
- Dvig hranil iz morskega dna vpliva na višje trofične nivoje
- Spremembe v časovnici in intenziteti dviga hranil lahko vplivajo na interakcije med plenom in plenilci
- Ribiško upravljanje s populacijami ene vrste (losos) je nezadostno glede na pričakovane vplive podnebnih sprememb na celotni ekosistem

# Kaj smo se naučili?

---

- **Zavarovanje manjših morskih/ribolovnih območij ne bo zadostovalo, ker se spremembe dogajajo na nivoju OCEANA**
- **Potrebna je FLEKSIBILNOST v upravljanju zavarovanih območij in čez celotno časovno obdobje določenih vrst**





Organizem



Populacija



Združba



Ekosistem



Pokrajina



Biom



Biosfera

# Hvala za vašo pozornost!



Organizem



Populacija



Združba



Ekosistem



Pokrajina



Biom



Biosfera