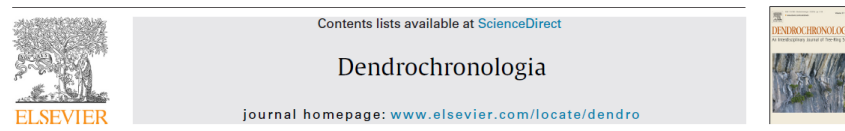


# Uporaba umetnih nevronske mreže za rekonstrukcijo klime iz drevesnih branik

Tom Levanič & Jernej Jevšenak

Dendrochronologia 40 (2016) 102–109



Original article

Should artificial neural networks replace linear models in tree ring based climate reconstructions?



Jernej Jevšenak<sup>a</sup>, Tom Levanič<sup>b,\*</sup>

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

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

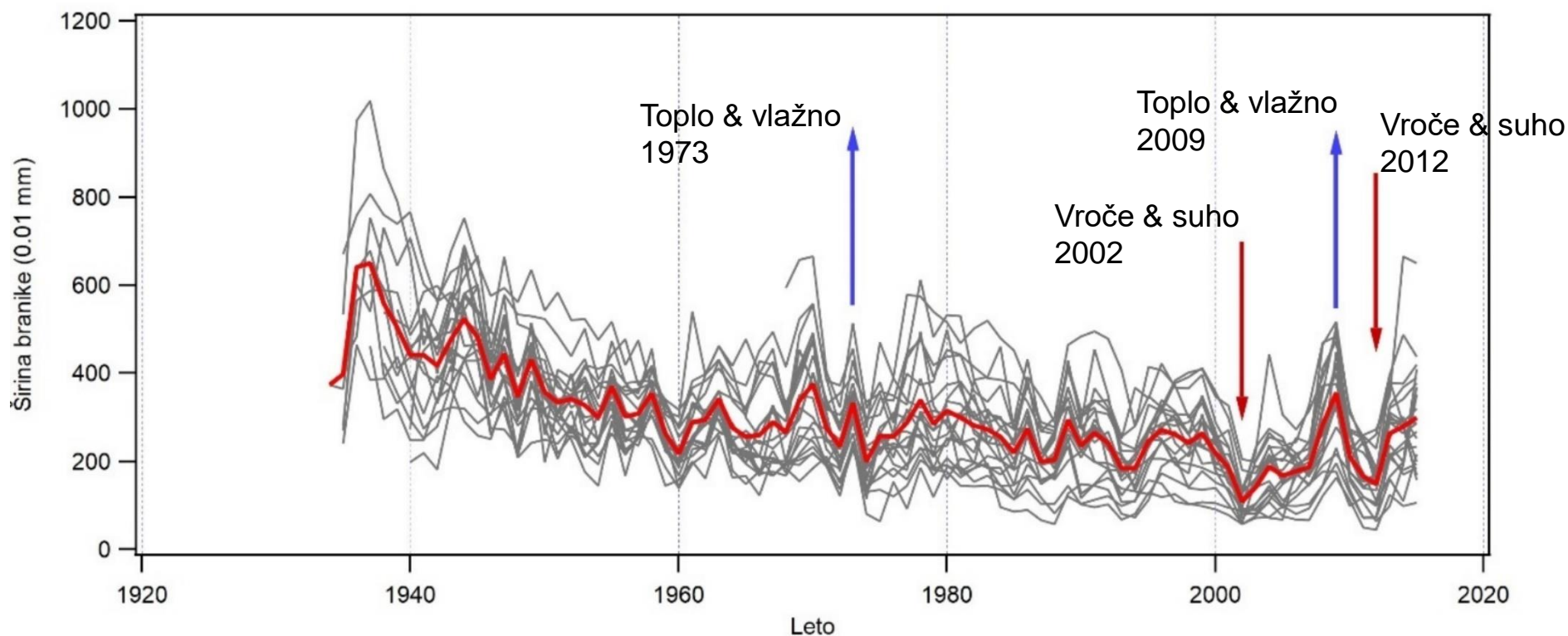
# Drevesa so naravni arhivi podatkov

- Dosegajo visoke starost
- Dobro se odzivajo na klimatske in okoljske spremembe
- Se ne premikajo; „na mestu“ beležijo spremembe
- V letnih prirastkih lahko preučujemo številne parametre – širino, gostote, stabilne izotope, lesno-anatomske znake,...
- Letni prirastki omogočajo razvoj kronosekvenc (kronologij) to pa sklepanje na stanje klime v preteklosti na leto natančno



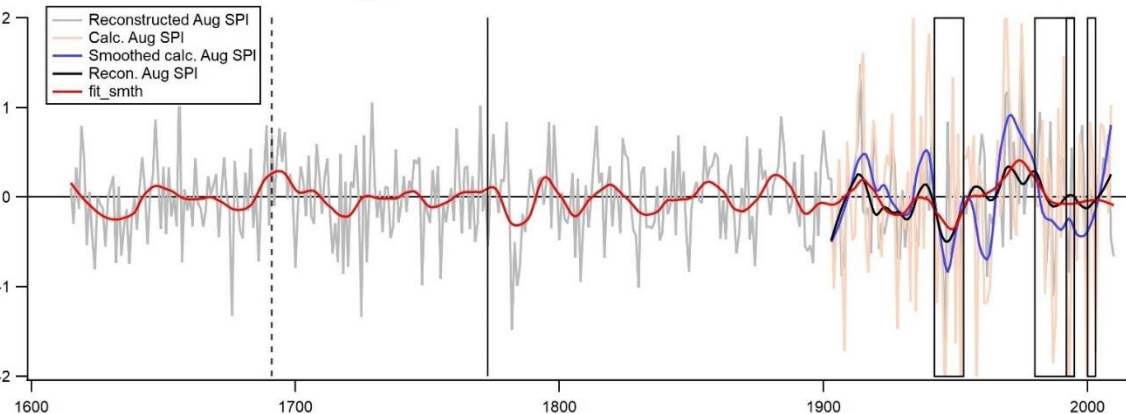
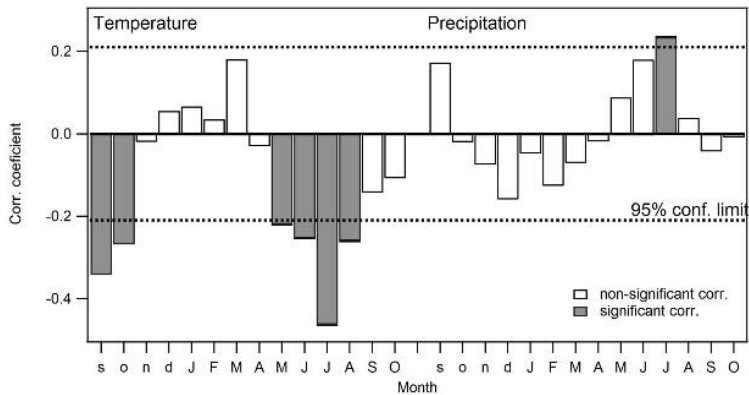
# Klima močno vpliva na rast dreves

Primer: vpliv na širino branike v ekstremnih letih



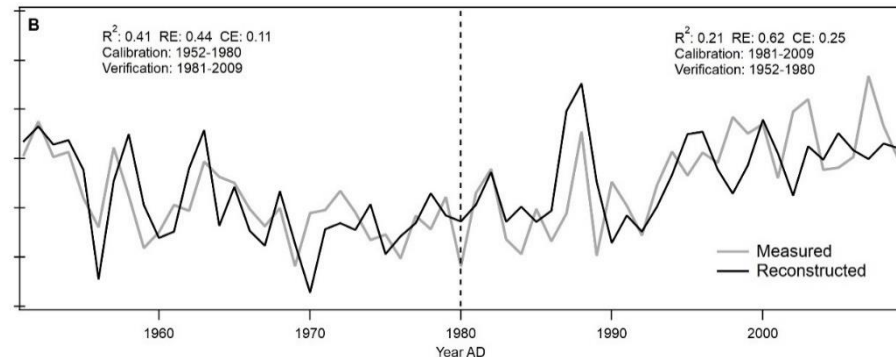
# Postopek rekonstrukcije klime

## 1 – Korelacijska analiza & Linearni model

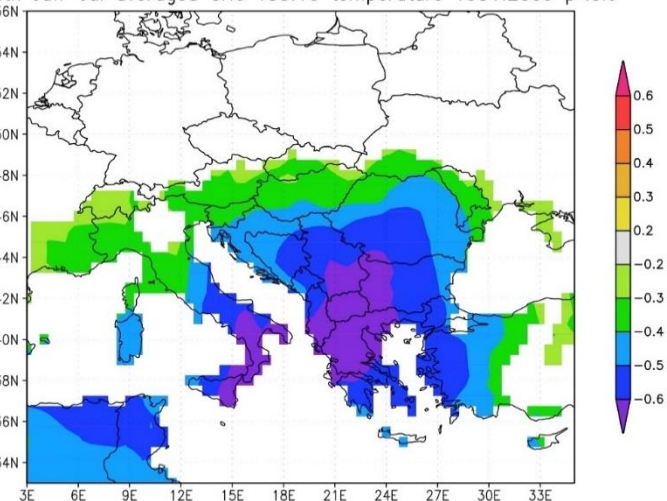


## 4 – Rekonstrukcija klimatskega signal v preteklost

## 2 – Kalibracija, verifikacija



corr Jun-Jul averaged no name index  
with Jun-Jul averaged CRU TS3.10 temperature 1951:2009  $p < 5\%$



## 3 – Jakost signal, prostorska korelacija

# Linearni modeli in rekonstrukcija klime

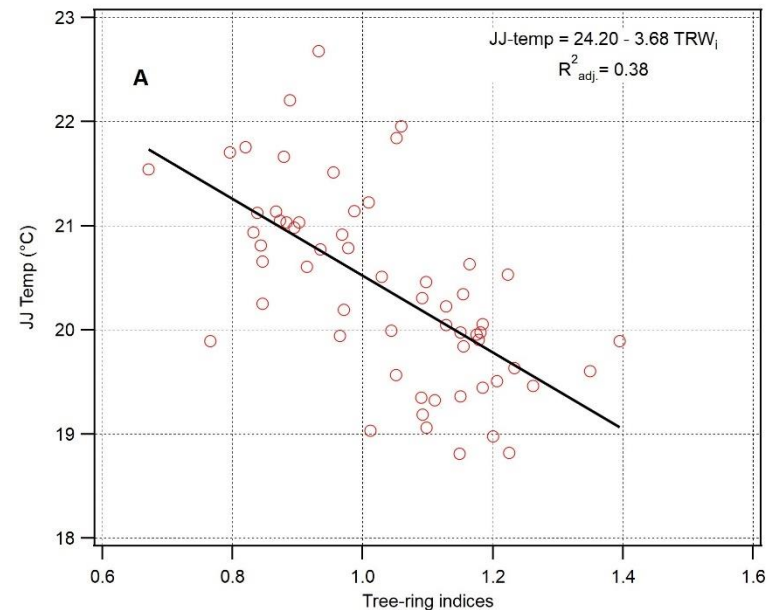
Najpogosteje uporabljan model za rekonstrukcijo klime, na njih temelji večina rekonstrukcij klime.

Postavimo, da je debelinski prirastek drevesa odvisen od klimatskih dejavnikov v času pred in med rastjo / formiranjem debelinskega prirastka:

$$\text{ŠB} = b_0 + b_1 * \text{klima}$$

ta model se da tudi zasukati – klima je odvisna od širine branike in s tem lahko izvedemo rekonstrukcijo klime:

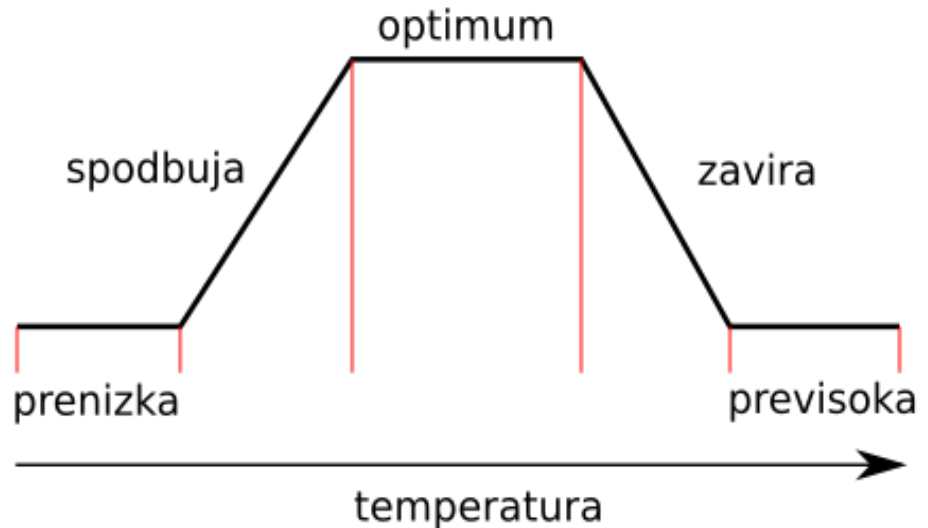
$$\text{klima} = b_0 + b_1 * \text{ŠB}$$



# Omejitve linearnih modelov

- Rekonstruiramo lahko le monotono naraščajoče / padajoče odvisnosti, t.j. le na delu, ki pozitivno ali pa negativno vpliva na rast, ne pa na celotnem območju odziva, zato LM ne morejo ustrezno modelirati možnega odziva drevesnih vrst na celotnem razponu ekološke niše

## Konceptni model vpliva temperature na rast dreves

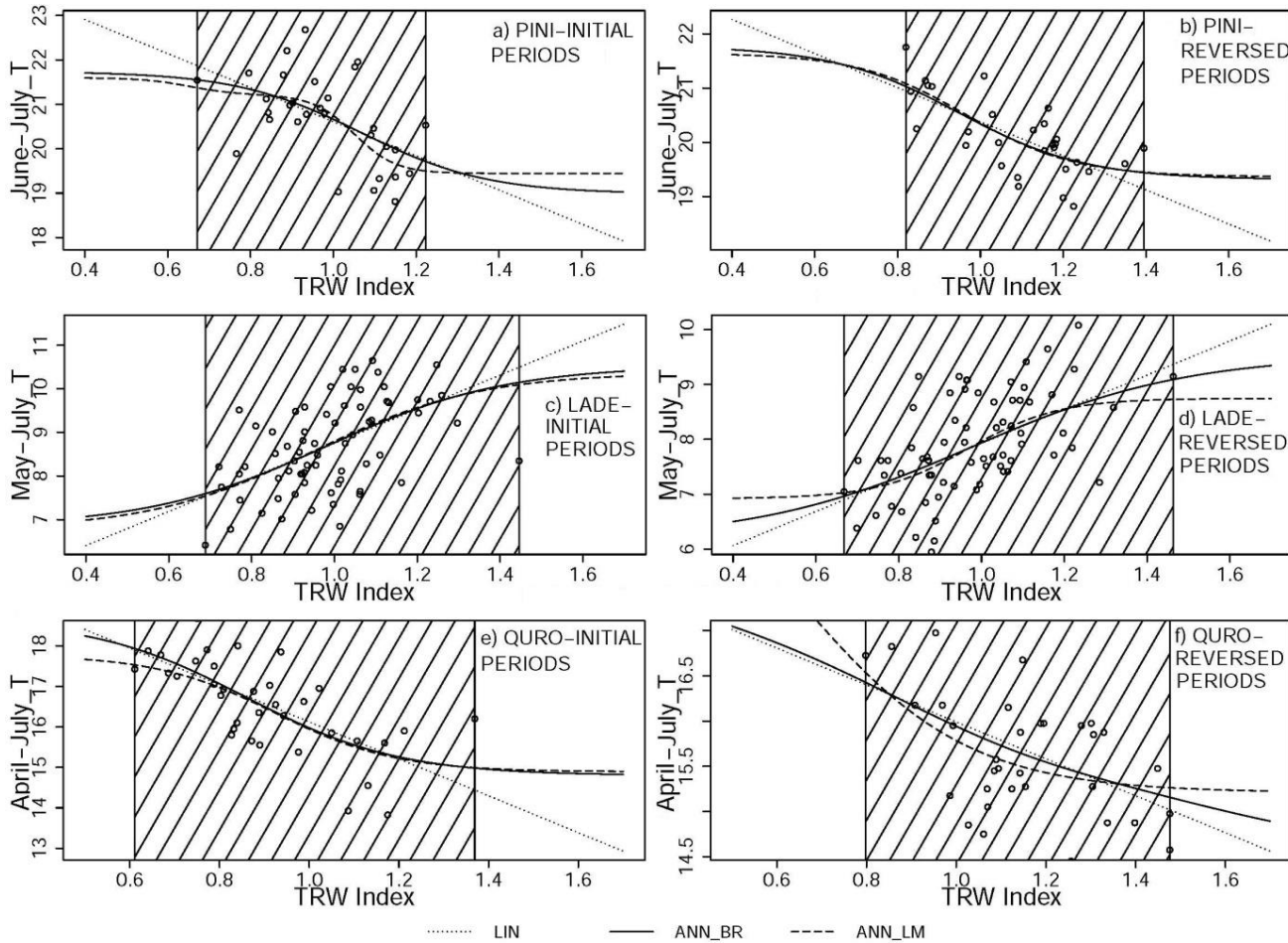


- Nič jim ne preprečuje ekstrapolacije zunaj območja kalibracije in verifikacije modela – možne so rekonstrukcije nesmiselnih vrednosti, npr. nenavadno nizke ali visoke temperature

# Alternative linearnim modelom

- Metode multiple regresije – če imamo več podatkov iz branik, ki so med seboj neodvisni (npr. ŠB, ISO, anatomija)
- Umetne nevronske mreže (angl. Artificial Neural Networks – ANN)
  - Računski model, ki temelji na delovanju bioloških nevronskih mrež
  - Upoštevajo nakopičeno znanje pridobljeno v fazi učenja, zato podajajo odgovore, ki so blizu izkušnji v učni dobi
  - V konkretnem primeru – več ko imamo različnih odzivov dreves na klimo v učnem obdobju, boljše rezultate bo dala ANN. Problem, če je obdobje merjenja klimatskih podatkov kratko – je učna množica relativno majhna in v njej ni veliko ekstremnih dogodkov.

# ANN – učenje na kalibracijskem setu

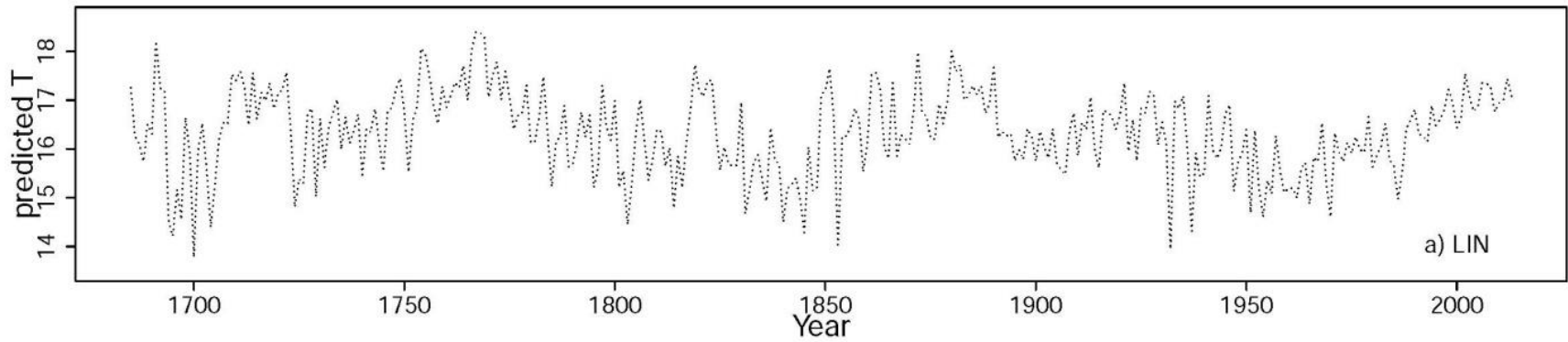


Šrafirano –  
kalibracijsko območje

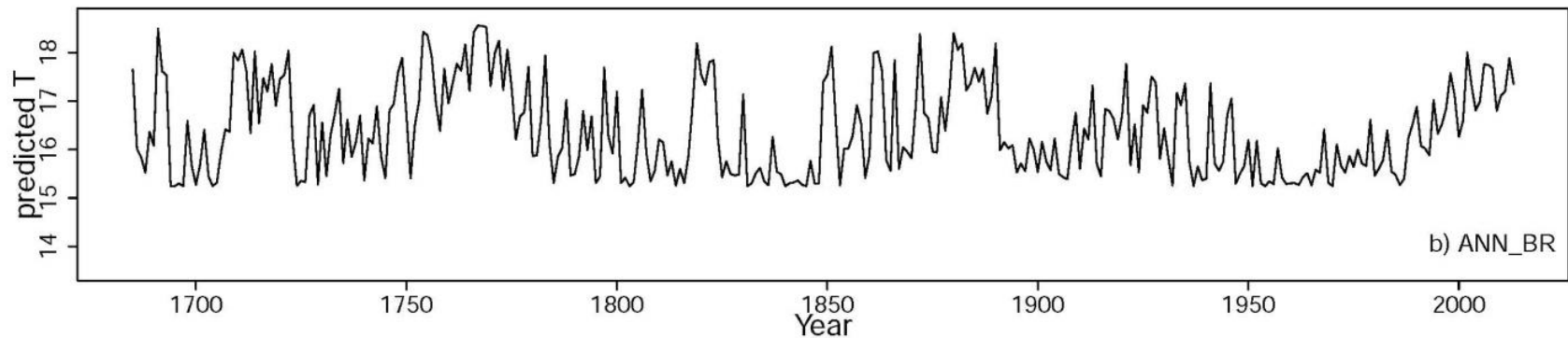


# ANN – rekonstrukcija in primerjava z LM

Linearni model



Umetna nevronska mreža



# Hvala za pozornost

več informacij:

[tom.levanic@gozdis.si](mailto:tom.levanic@gozdis.si)

[jernejevsenak@gozdis.si](mailto:jernejevsenak@gozdis.si)



# Rekonstrukcija hude suše na Balkanu I. 1725

