



# Praćenje tokova CO<sub>2</sub> u šumskom kompleksu hrasta lužnjaka

Mr. sc. Hrvoje Marjanović,  
Šumarski institut, Jastrebarsko

# Šume i ugljik

- Šume imaju **značajnu ulogu u globalnim biogeokemijskim ciklusima.**
- Tvore **najveći kopneni spremnik ugljika** (biomasa, ugljik u tlu).
- Ovisno o tipu, stanju i stadiju razvoja te periodu promatranja **mogu biti neto ponor ili izvor stakleničkih plinova** (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>...)



**Šume izravno utječu na klimu !**

# Šume i Kyotski protokol

- **Značajnije narušavanja ekosustava** i/ili prenamjene korištenja šumskog zemljišta -> **izvor stakleničkih plinova**
- Šuma čiji **prirast je veći od sječe** -> **ponor CO<sub>2</sub>**
- Kyotski protokol (čl. 3.3 i 3.4) omogućuje zemljama Aneksa I da koriste šumarstvo u postizanju zadanih emisijskih granica.
- Potrebno je **podnositi precizna izvješća**.
- **Pouzdana procjena** sposobnosti šuma u vezanju ugljika (*carbon sequestration*) **dobiva na važnosti**.

## Zašto je važno znati bilancu ugljika?

- Neke studije (Cox et al. 2000; Cramer et al. 2001; Dufresne et al. 2002) upućuju na **mogućnost da kopneni bi dio biosfere moglo postati neto izvori stakleničkih plinova** (poglavito CO<sub>2</sub> zbog povećane respiracije u tlu).
- **Bellamy et al.** (Nature 2005) – **razina ugljika u tlima** Engleske i Walesa u razdoblju 1978 – 2003. **padala je godišnje u prosjeku za 0,6%.**
- Ekstrapolirano na cijelo UK **emisija iz tla** (uslijed zatopljenja klime) ekvivalentna je s 8% UK emisija CO<sub>2</sub> (13 Mt/god), tj. **veća je no što je ukupno ostvareno smanjenje svih emisija** ostvarenih u razdoblju 1990 – 2002 (12.7 Mt/god) !

**Opasnost od negativne povratne sprege!**

# Načini praćenja bilance ugljika

- Generalno, postoje **dvije metode** za mjerenje gubitaka, odnosno akumulacije ugljika na nekom području
  - 1. Mjerenje promjene u zalihama** (šumska inventariz.)
  - 2. Mjerenje ulaznih i izlaznih tokova**
- Šumska inventarizacija trenutno predstavlja zadanu (*default*) metodu za procjenu ponora ugljika u sklopu redovitog izvješćivanja Okvirnoj konvencije UN-a (UNFCCC)
- Obzirom da se koriste u Nacionalnom izvješćivanju, metoda procjene šumskom inventarizacijom kritizirana je zbog mogućih pristranosti nastalih kao posljedica političkih pritisaka (Lindner et al 2004)

## Mjerenje tîka CO<sub>2</sub> – *Eddy Covariance*

- **Mjerenje tîka** (fluksa) plinova je rasprostranjena tehnika koja **omogućuje procjenu izmjene CO<sub>2</sub>**, ali i drugih plinova poput metana i sl. između dva sustava.
- **Metoda vrtložne kovarijance** (*Eddy Covariance*) jedna je od najizravnijih i u znanstvenoj zajednici opće prihvaćena **metoda mjerenja tokova CO<sub>2</sub> između atmosfere i ekosustava**

### Pretpostavke:

1. Ravan teren
2. Relativno homogena sastojina u radijusu 100x visina na kojoj su instrumenti.

**Metoda je primjerena za šume hrasta lužnjaka!**

## Mjerenje tîka CO<sub>2</sub> – *Eddy Covariance*

- Zrak u vrtlozima (turbulencija) prenosi “paketiće” zraka različitih koncentracija plinova u svim smjerovima, pa tako i vertikalno.
- Neto tok CO<sub>2</sub>, tj. *Net Ecosystem Exchange* (NEE), je razlika između upijenog CO<sub>2</sub> tokom fotosinteze u lišću i CO<sub>2</sub> otpuštenog uslijed procesa disanja u tlu.
- **Metodom vrtložne kovarijance** (*Eddy Covariance*) uzorkuju se koncentracija CO<sub>2</sub> i smjer vjetra (na 20Hz) da bi se utvrdilo neto transfer CO<sub>2</sub> u vertikalnom smjeru tj. NEE.

## *Eddy Covariance - instrumenti*

Osnovni instrumenti (20 Hz, osim temperature i vlage zraka)

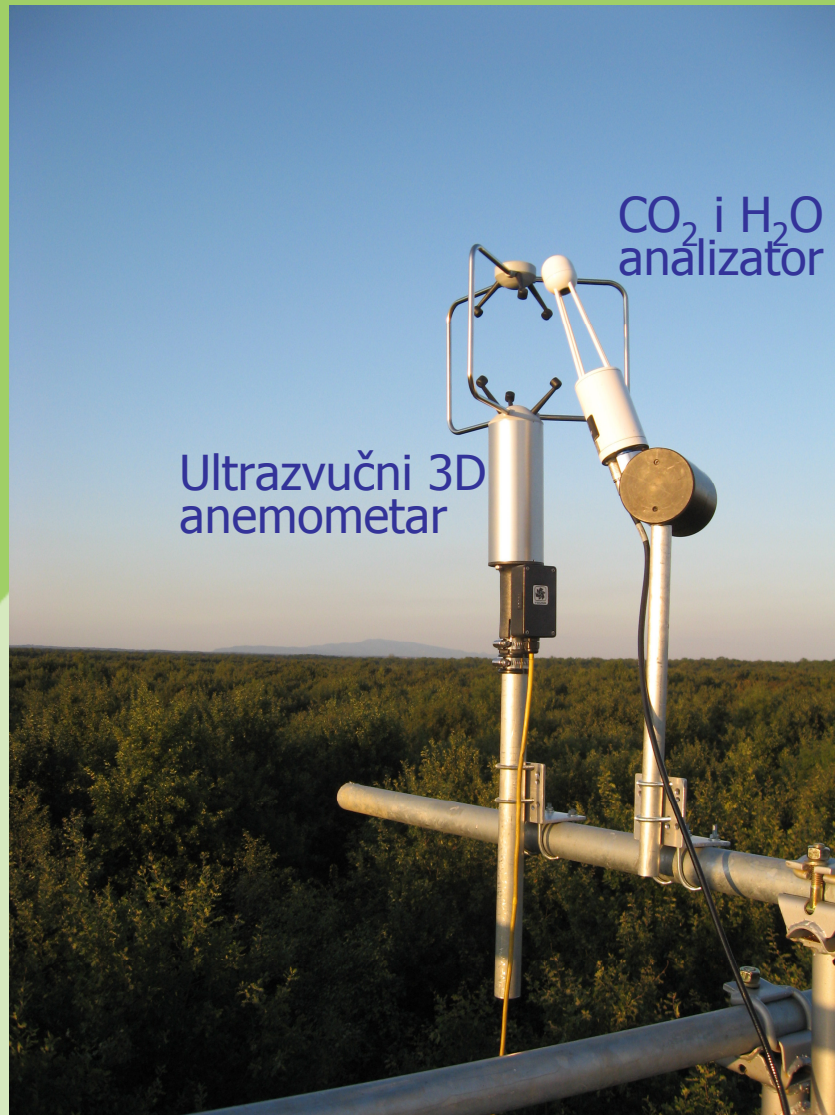
- Ultrazvučni 3D anemometar (brzina i smjer vjetra)
- CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>O analizator
- Dataloger
- Automatski termometar i osjetnik relativne vlažnosti zraka
- Toranj za instalaciju instrumenata iznad krošanja

Dodatna mjerenje (svakih 30 s, usrednjena na 30 min)

Količina oborina, intenzitet sunčanog zračenja, količina fotosintetskih fotona, temperatura tla, **debla, lista**, vlažnost tla, tok topline u tlu, **profiler** (spremanje CO<sub>2</sub> u stupcu zraka),

...

## *Eddy Covariance - instrumenti*



## Traženje lokacije za mjerni sustav

- Šuma hrasta lužnjaka

- Faktor visine

mlade sastojine – nedovoljno velike površine, brzo rastu

starije sastojine – previsok (30-40m) i preskup toranj

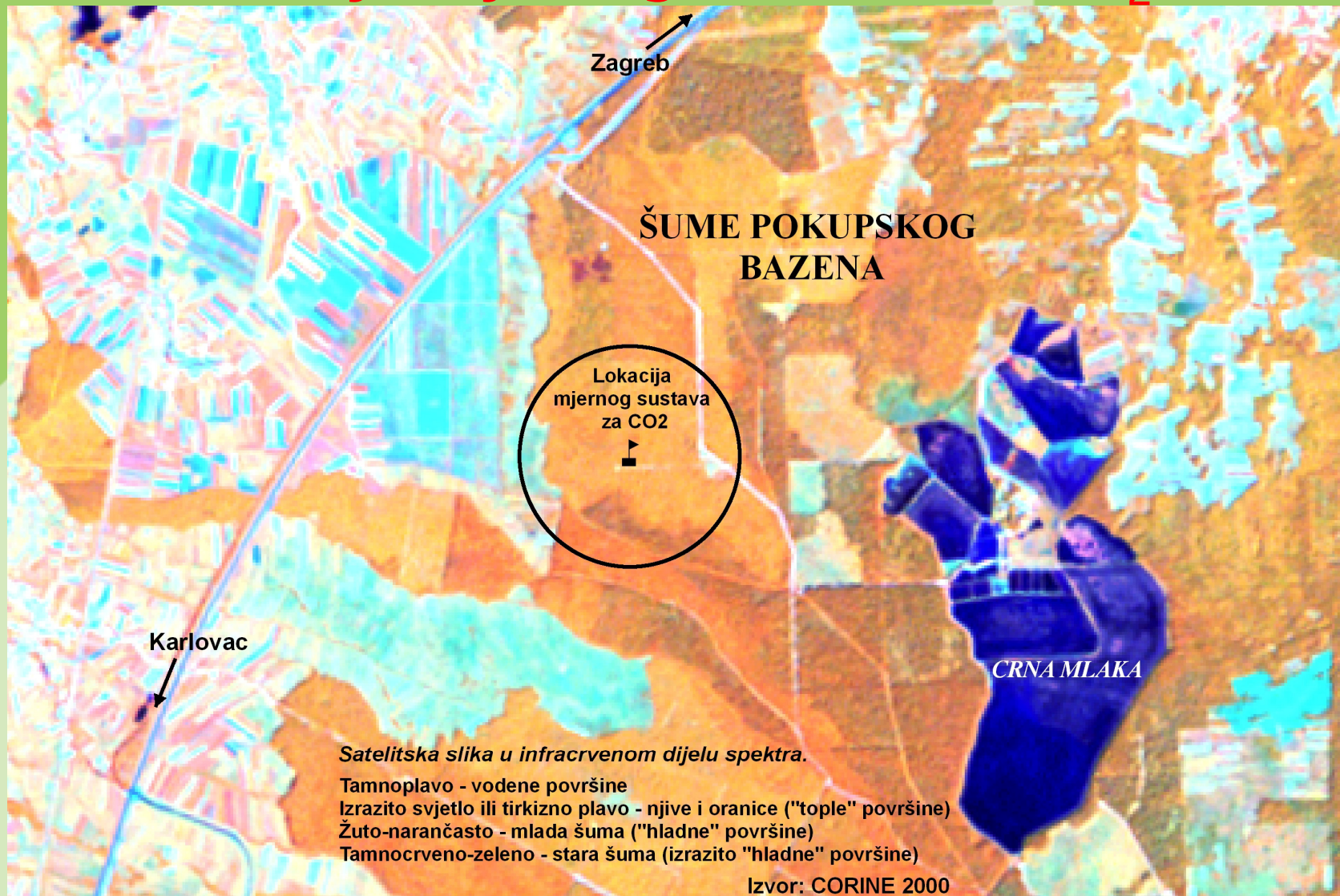
- Troškovi putovanja i održavanja

**Optimalna lokacija – Pokupski bazen**

**GJ Jastrebarski lugovi, Šumarija Jastrebarsko**

skupina odsjeka u dobi 30-50 godina

## Lokacija mjernog sustava za CO<sub>2</sub>



# Instalacija tornja i instrumenata - I



## Instalacija tornja i instrumenata - II



# Instalacija tornja i instrumenata - III



## Postavljen toranj



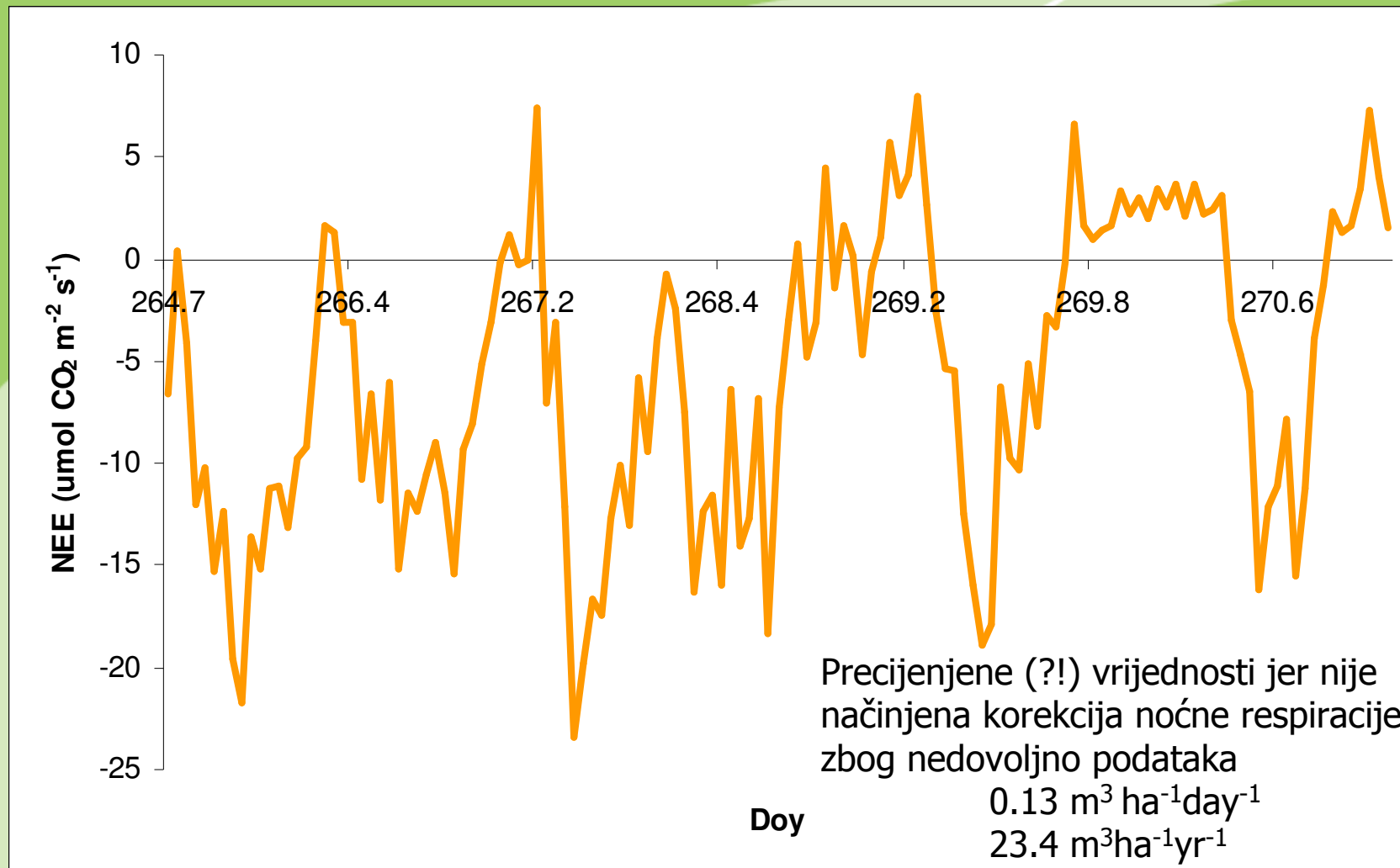
## Pogled s vrha tornja



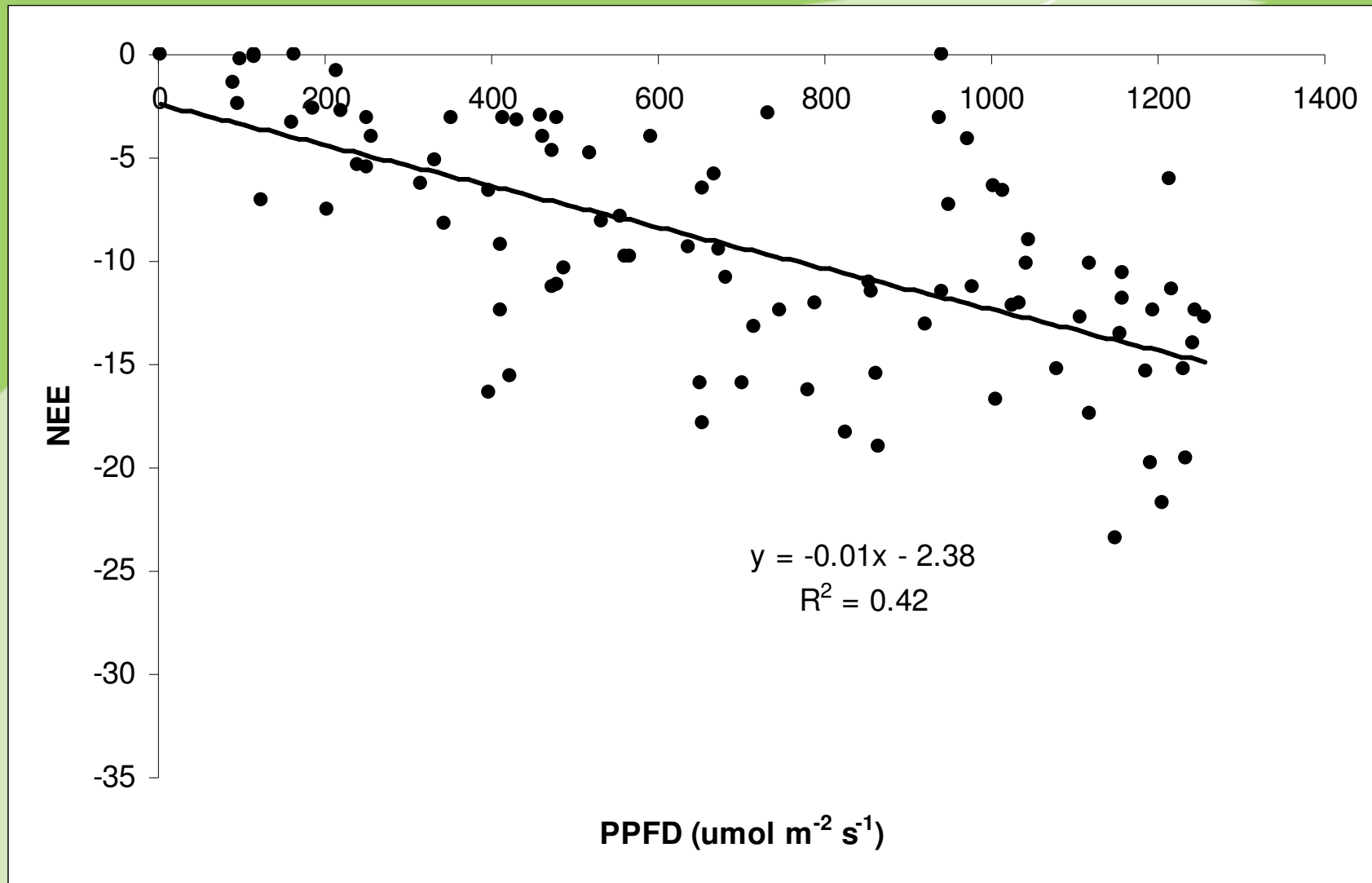
## Puštanje u rad (prvi "klik") i zdravica...



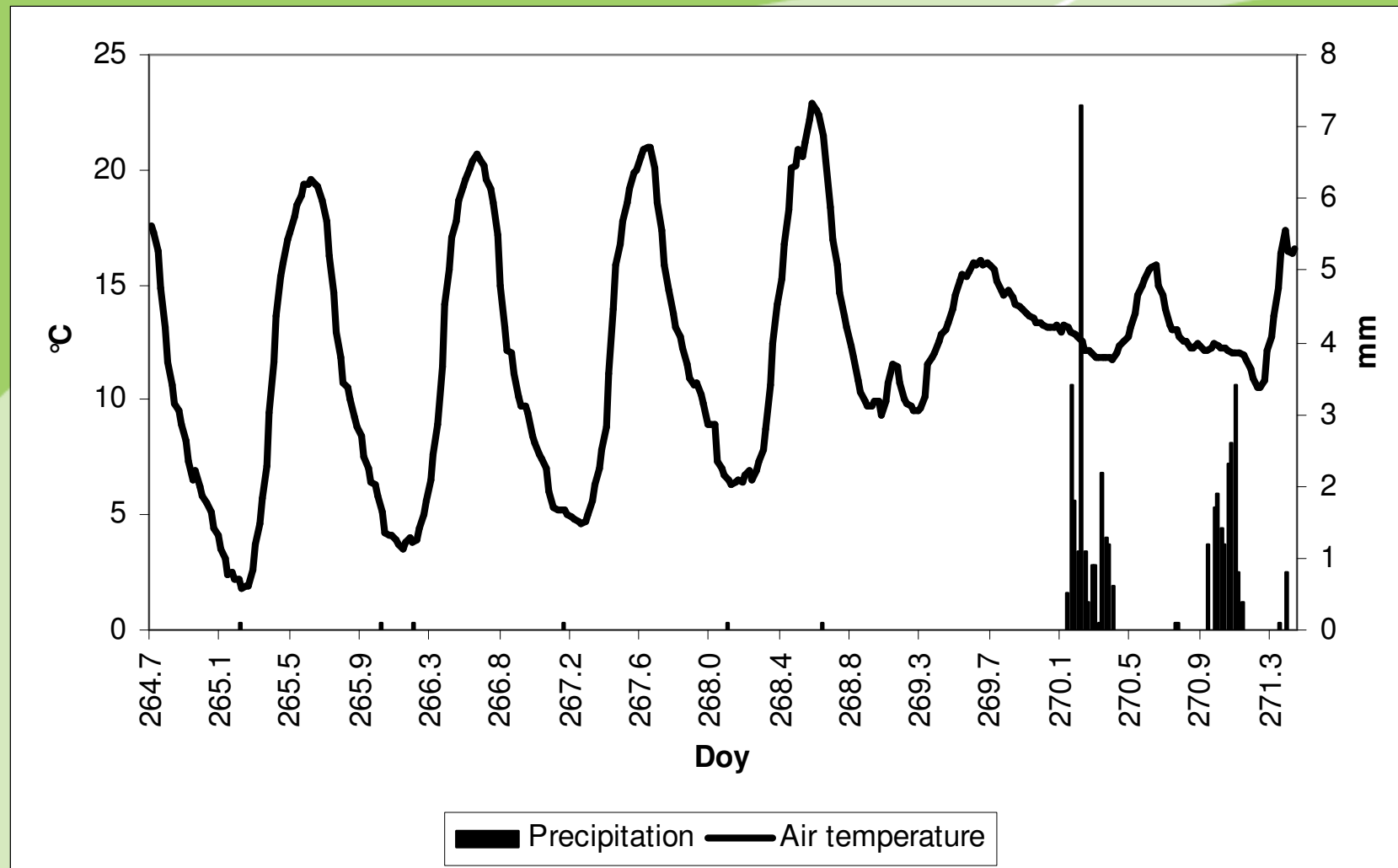
## Prvi, preliminarni, nekorigirani rezultati



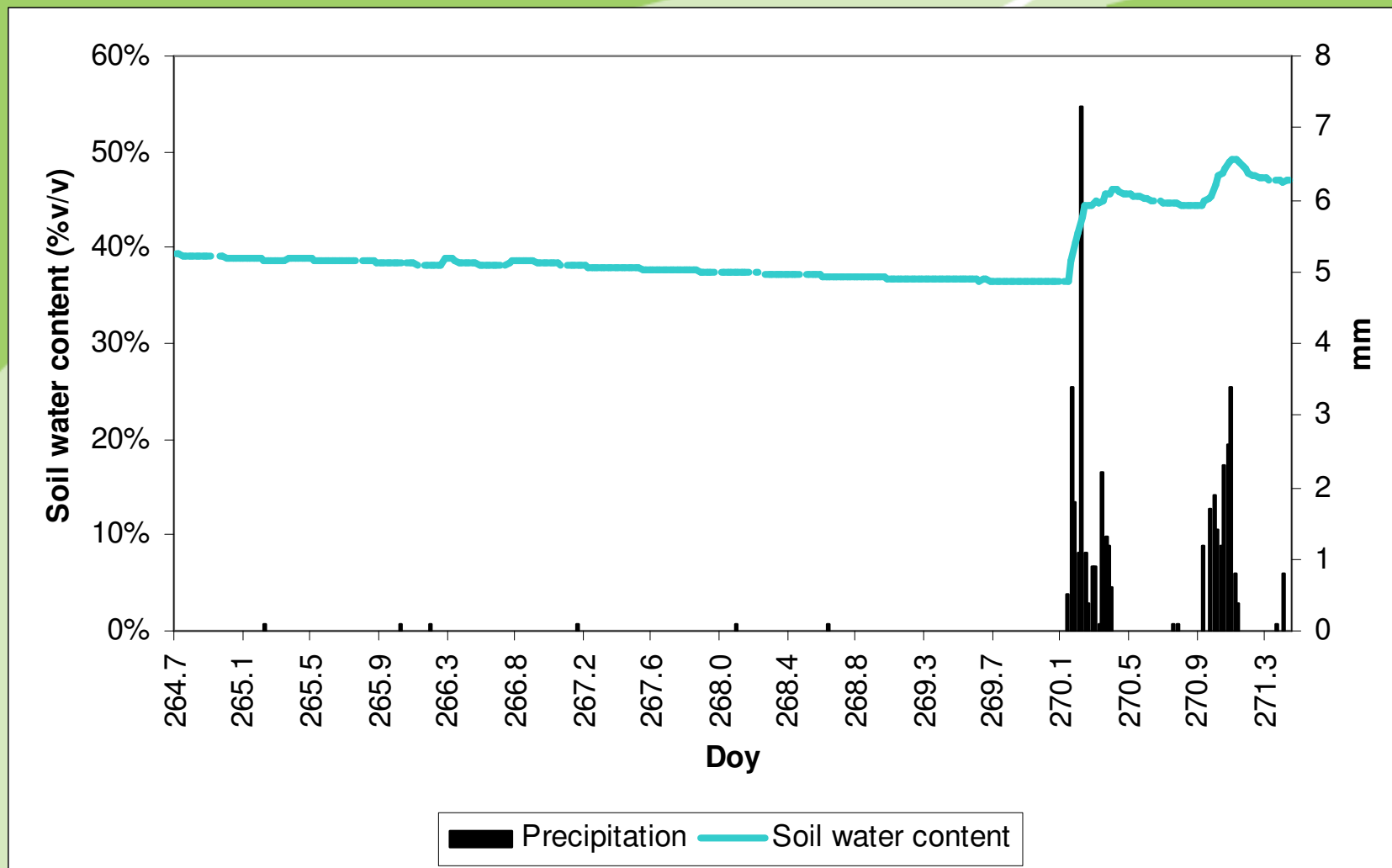
# Prvi, preliminarni, nekorigirani rezultati



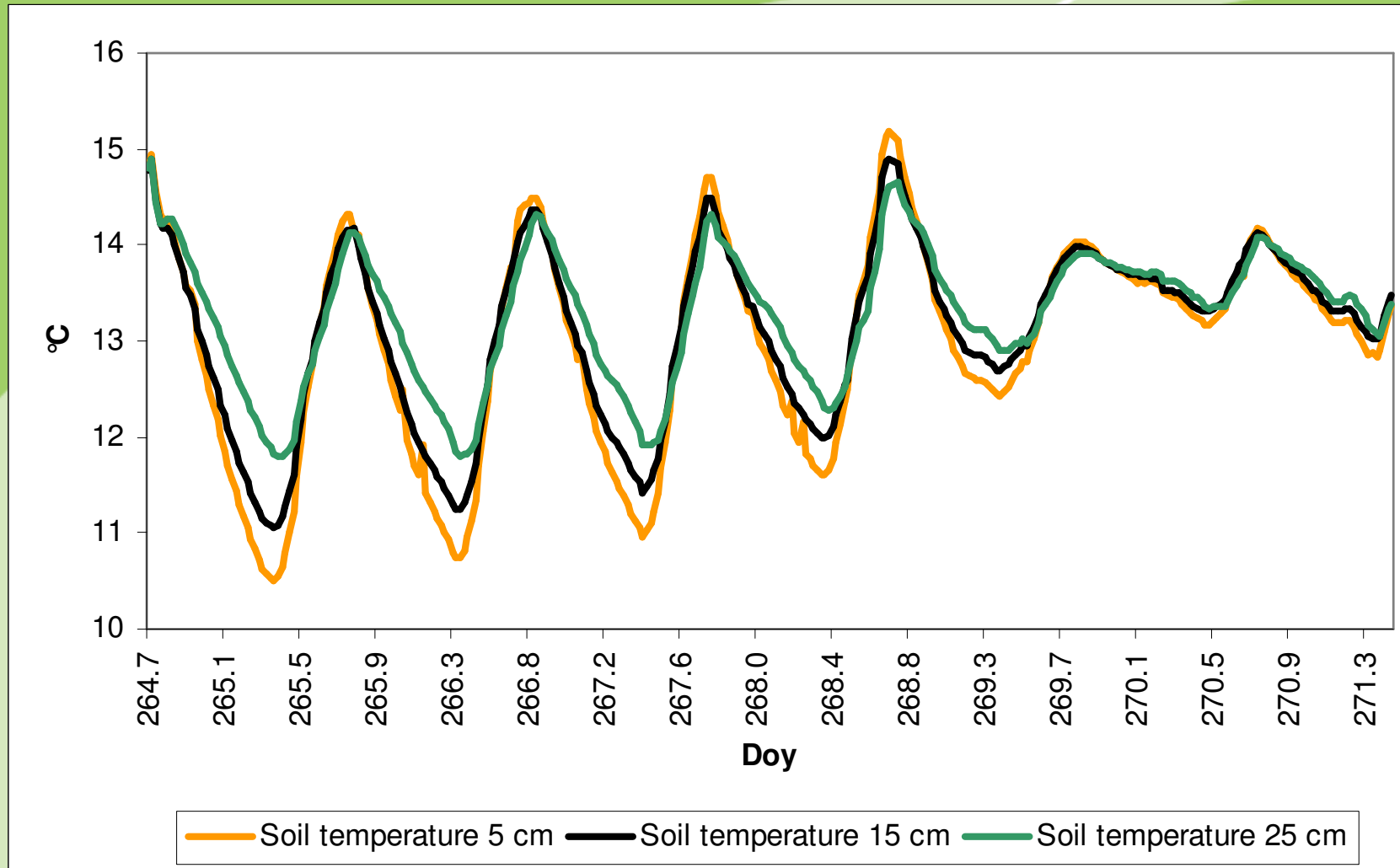
# Prvi, preliminarni, nekorigirani rezultati



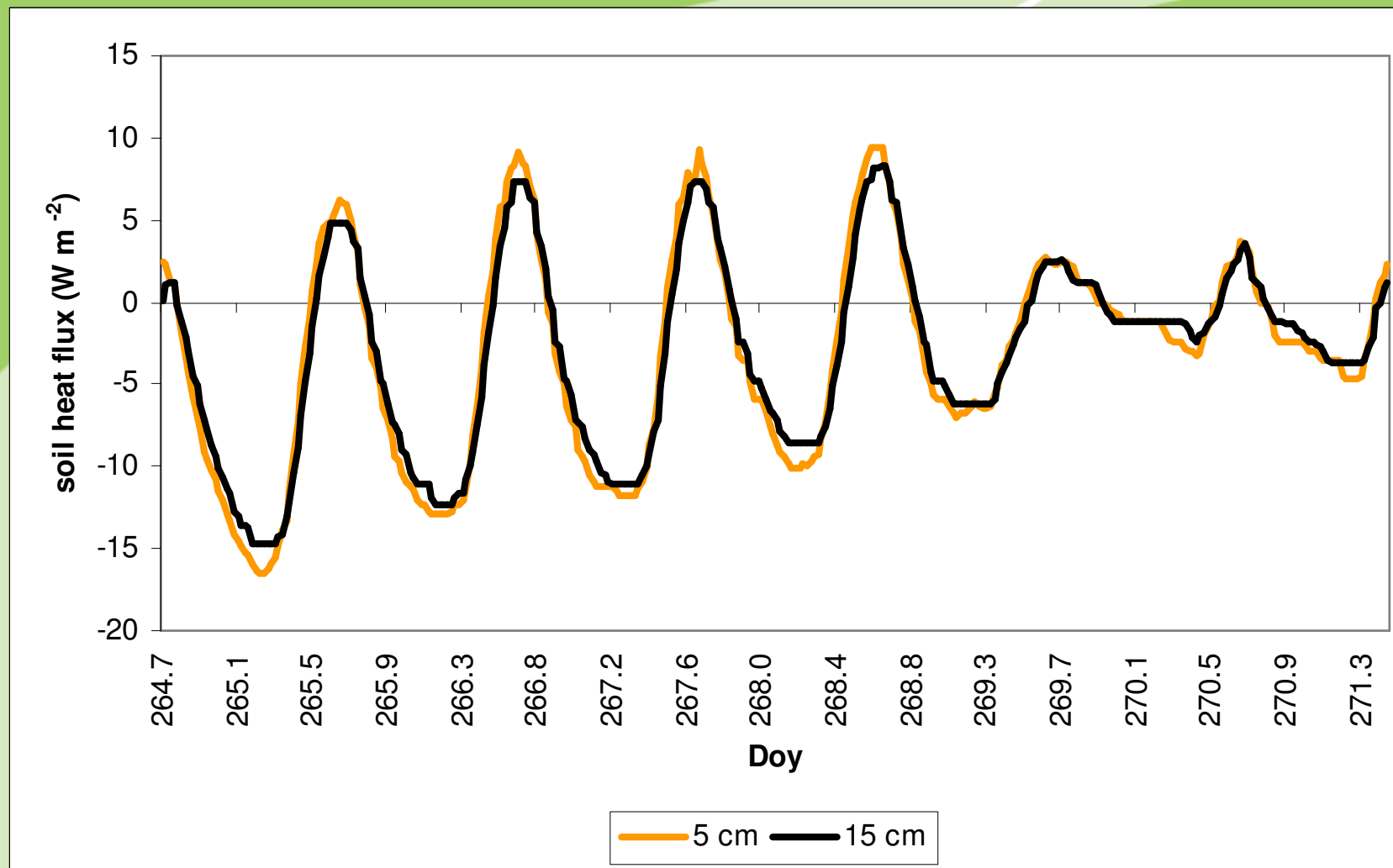
# Prvi, preliminarni, nekorigirani rezultati



## Prvi, preliminarni, nekorigirani rezultati



## Prvi, preliminarni, nekorigirani rezultati



**HVALA!**