

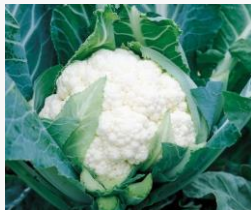
# *Izzivi pri namakanju jagod*

*prof. dr. Marina* **PINTAR**

*Univerza v Ljubljani, Biotehniška Fakulteta, Ljubljana, Slovenija*

*marina.pintar@bf.uni-lj.si*





Cca 20 m2

???



[http://www.ejournal.fi/SAPIC/A/index.php?action%5B%5D=IArticleShow::showArticle\('54210'\)](http://www.ejournal.fi/SAPIC/A/index.php?action%5B%5D=IArticleShow::showArticle('54210'))



1 Namakanje poveča pridelek

2 Pomen strokovno pravičnega namakanja

3 V oskrbovalni verigi pridelovalec (največkrat) ne dobi največjega kosa pogače



## Zakaj je pomembno strokovno pravilno namakanje?

Nestrokovno namakanje

**preveč namakanja** → negativni vplivi na okolje

→ prevelika poraba vode - pritiski na vodne vire

→ spiranje hranil in ostankov pripravkov za varstvo rastlin proti podtalnici - onesnaženje podtalnice

okolje

**premalo namakanja** → namakalni sistem ni optimalno izkoriščen (slab izkoristek investicije)

investicija

Slabša kakovost in skladiščna sposobnost pridelkov

pridelek

Ekonomski učinki

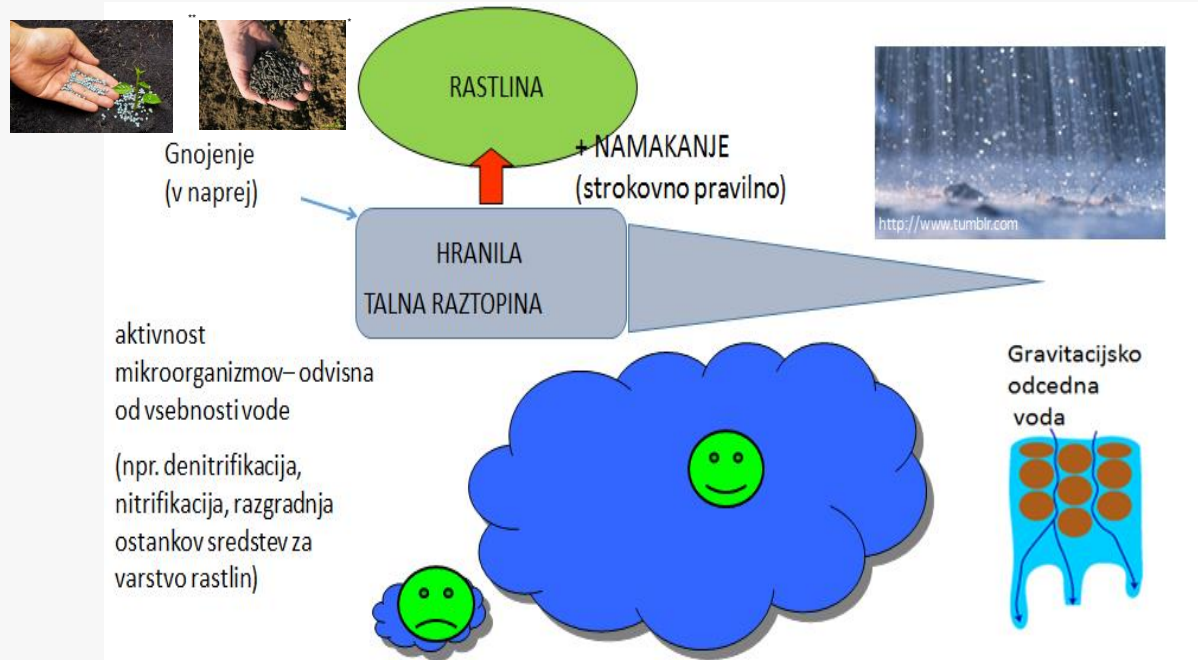


Koliko namakati? Kdaj začeti z namakanjem?

~~“Namakalni recepti”: npr. vsak drugi dan 10 mm~~

# Predsodek: Namakanje povzroča onesnaženje podzemne vode

\*<http://zelenisvet.com/izbira-sadike-dobri-sosedje/gnojenje-s-konjskim-gnojem/>  
\*\*<https://www.moipaket.si/gnojenje-gnojila>



Strokovno pravilno namakanje (ne „po receptih“) zmanjšuje potencial za onesnaženje podzemne vode.

Dve vprašanji, ki se porajata ob strokovno pravilnem namakanju:

- Koliko vode rastlina rabi?
- Kaj je zadostna količina vode v tleh?

# Koliko vode rastlina rabi?

## EVAPOTRANSPIRACIJA

$$ET = E + T$$

E = evaporacija – izhlapevanje iz vodne površine ali iz golih tal (mm, l/m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>/ha)

T = transpiracija – fiziološki proces

ET = evapotranspiracija

(mm/dan, l/m<sup>2</sup>/dan)

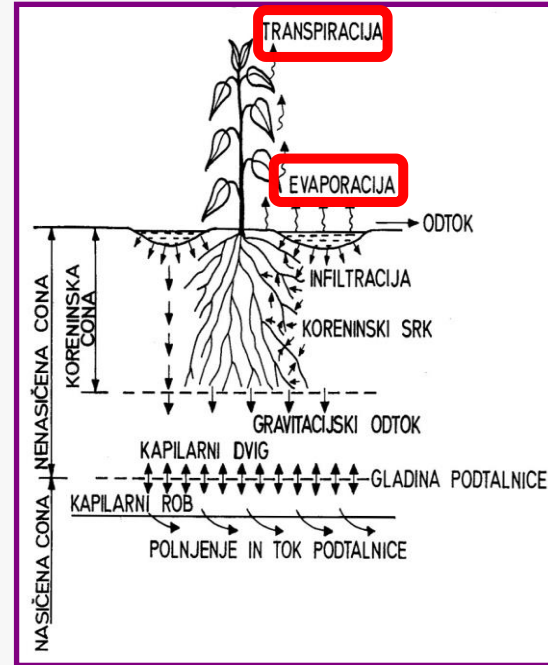
Dejavniki, ki vplivajo na **evaporacijo**:

1. (sončna) energija
2. temperatura zraka
3. vlažnost zraka (deficit vlažnosti)
4. veter

Dejavniki, ki vplivajo na **evapotranspiracijo**:

1 do 4 + 5

5 = rastlina (vrsta/sorta, razvojna faza)



$$ET = 1-10 \text{ mm/dan;} \\ \text{l/m}^2\text{/dan;} \\ \times 10 \text{ m}^3\text{/ha/dan}$$

# Evapotranspiracija

## 1 Referenčna evapotranspiracija (ET<sub>ref</sub>, ET<sub>o</sub>)

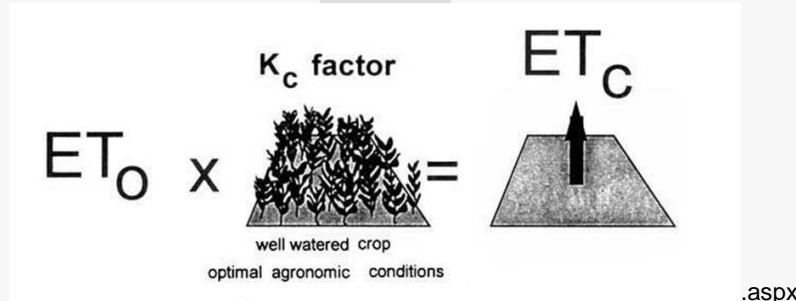
= izhlapevanje iz travne površine,  
8-15 cm visoka, dobro oskrbljena z vodo



## 2 Potencialna evapotranspiracija (ET<sub>p</sub>, ET<sub>c</sub>)

= izhlapevanje iz kulture (katerekoli), ki je dobro oskrbljena z vodo

K<sub>c</sub> = faktor  
rastline

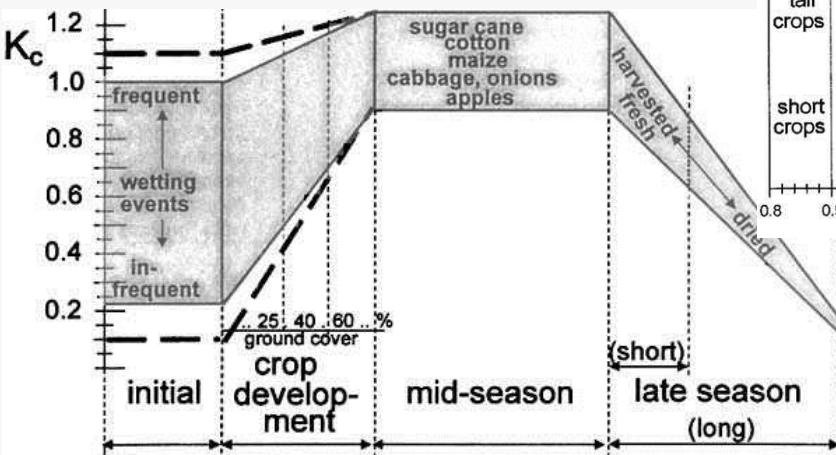
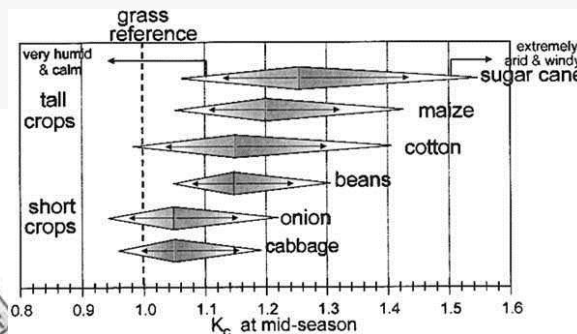
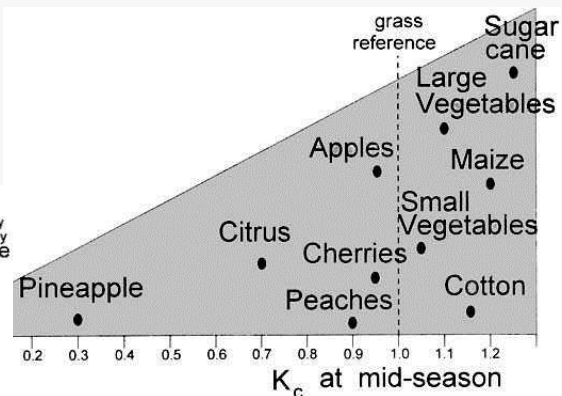




$K_c$  = faktor rastline (0,2-1,2); odvisen od rastline in njene faze razvoja

$K_c=0,2$  Rastlina porabi 20 % vode v primerjavi z referenčno kulturo – travo

$K_c=1,2$  Rastlina porabi 20 % več vode kot referenčna kultura - trava

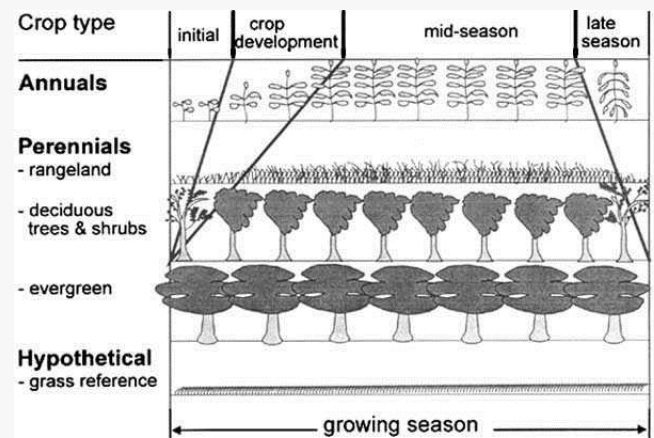


main factors affecting  $K_c$  in the 4 growth stages

soil evaporation	ground cover plant development	crop type (humidity) (wind speed)	crop type harvesting date
------------------	--------------------------------	-----------------------------------	---------------------------



0,4; 1,0		0,85	0,75
-------------	--	------	------



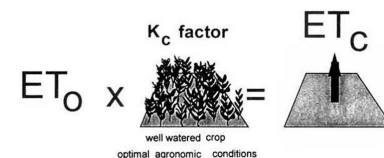
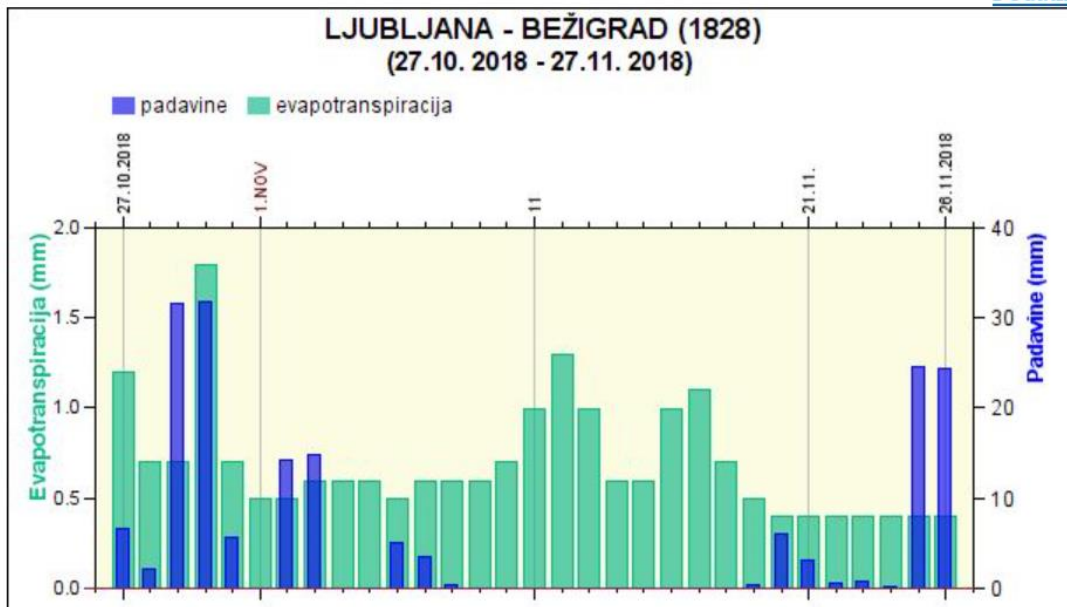
# ARSO – (referenčna) evapotranspiracija ( $ET_0$ )

<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/agromet/recent/etp/>

LJUBLJANA - BEŽIGRAD  
MALKOVEC  
MARIBOR - TABOR  
MARIBOR - VRBANSKI PLATO

(vseh: 60)

Podatki



Primer:

$ET_0 = 6 \text{ mm/dan}$  (npr. junija)

$K_c = 0,85$

$ET_c = 6 \text{ mm/dan} * 0,85$

= **5,1 mm/dan**

$\text{l/m}^2/\text{dan}$

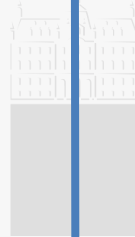
$\text{m}^3/\text{ha/dan}$

Pri kapljičnem sistemu se upošteva površina, ki jo v resnici zasedejo rastline (brez vmesnih poti med gredicami)

# Koliko vode rastlina rabi?

**ET<sub>o</sub>**

ARSO



**Odprt prostor  
Zastirka?**

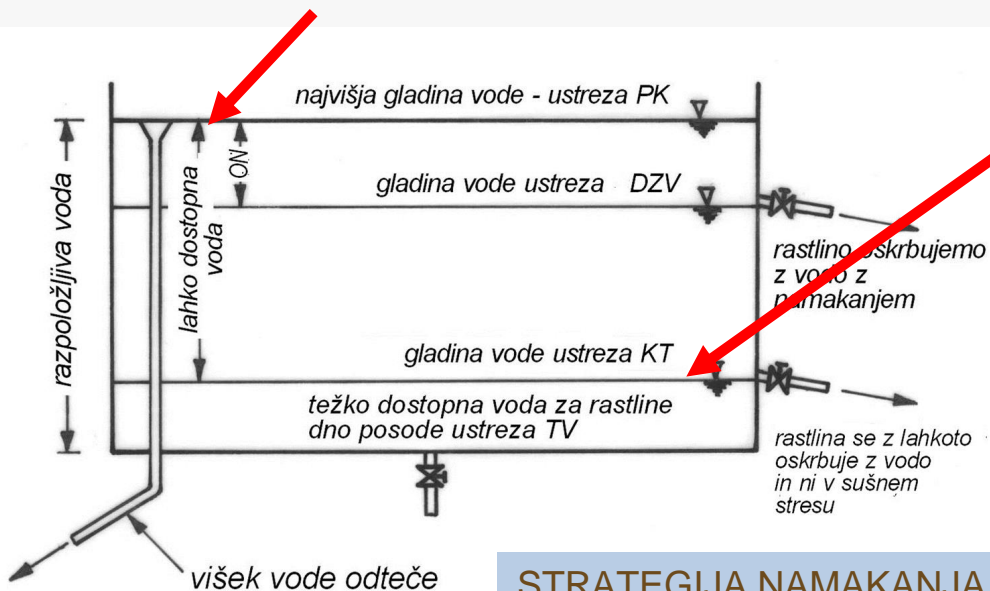
**ET<sub>o</sub>**

~~ARSO~~



**Zavarovan prostor  
Zastirka**

PK > Zadostna količina vode v tleh? > KT (oz. DZV)



### LASTNOST TAL

PK= poljska kapaciteta tal za vodo  
TV= točka venenja

### LASTNOST RASTLINE

KT = kritična točka

Navajanje:

med drugim volumski %  
oz mm vode/100 mm tal

ON = obrok namakanja

(mm oz l/m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>/ha)

(1 mm = 1 l/m<sup>2</sup>= 10 m<sup>3</sup>/ha)

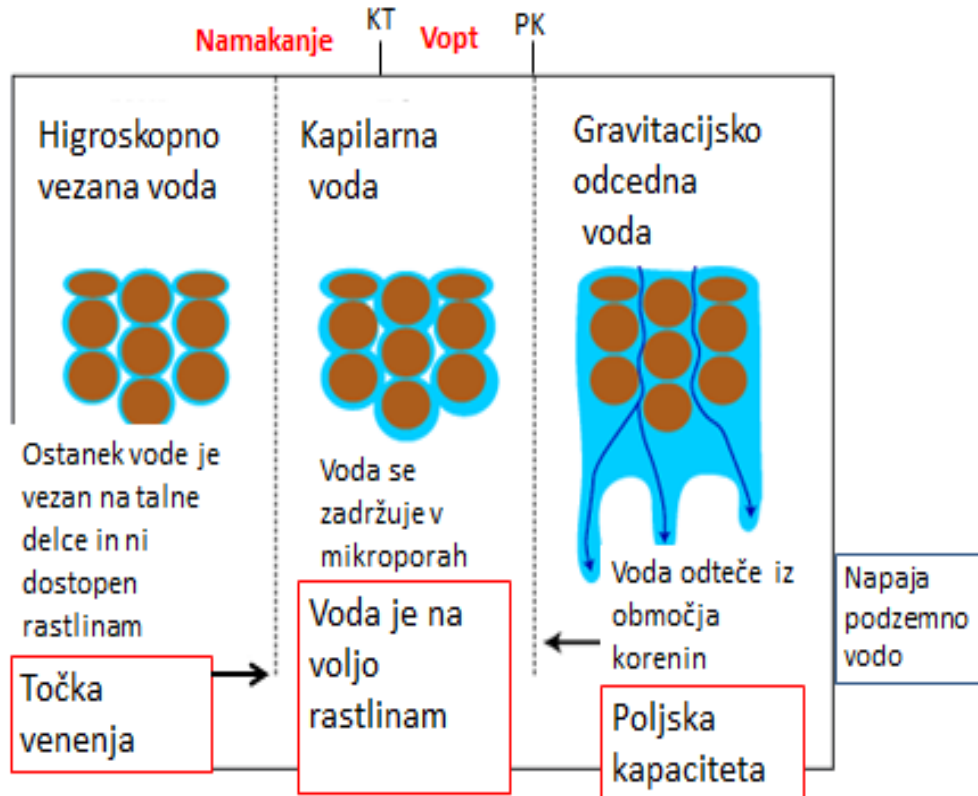
### STRATEGIJA NAMAKANJA

DZV = dovoljeno znižanje količine  
vode v tleh ( $\geq$ KT)

Namakanje z razpršilci – vsakih  
nekaj dni

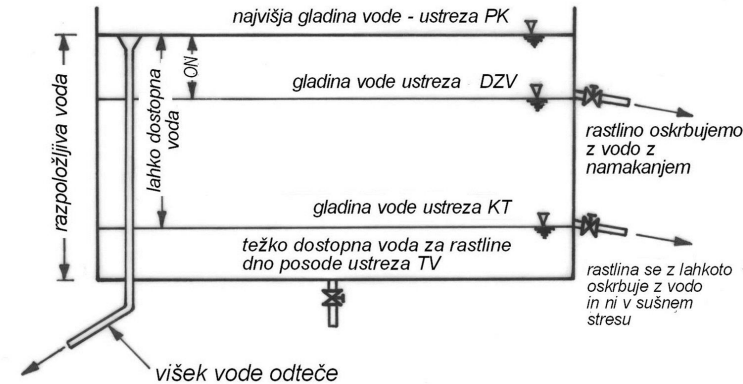
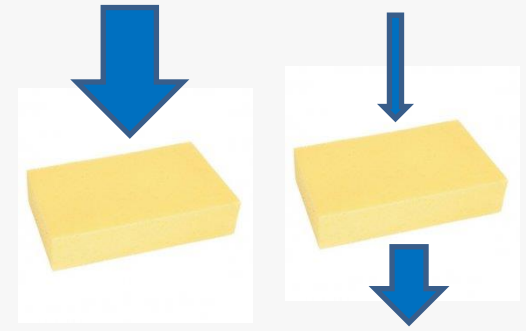
**Kapljično namakanje – vsak dan**

# Kako se voda v tleh zadrži?



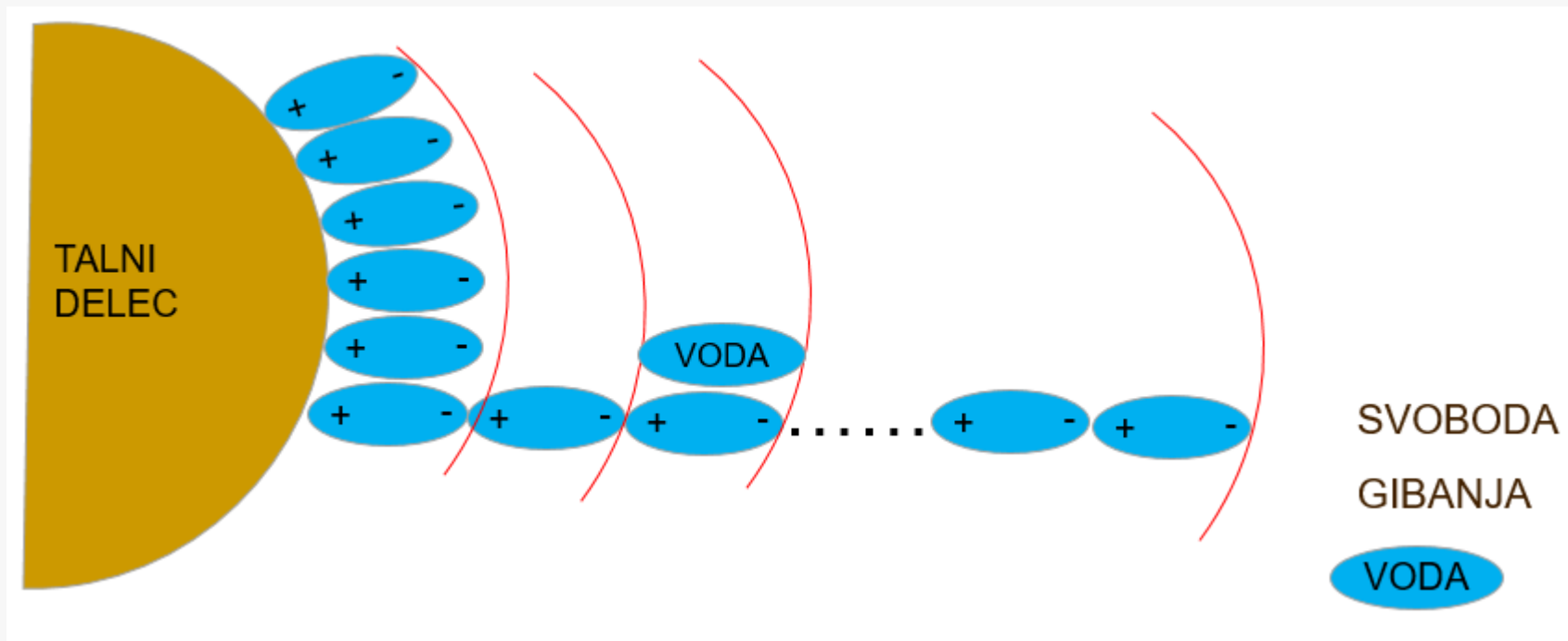
PK = poljska kapaciteta tal za vodo, mikropore so napolnjene z vodo, makropore so napolnjene z zrakom

KT = kritična točka (značilnost rastline), del mikropor je že napolnjen z zrakom



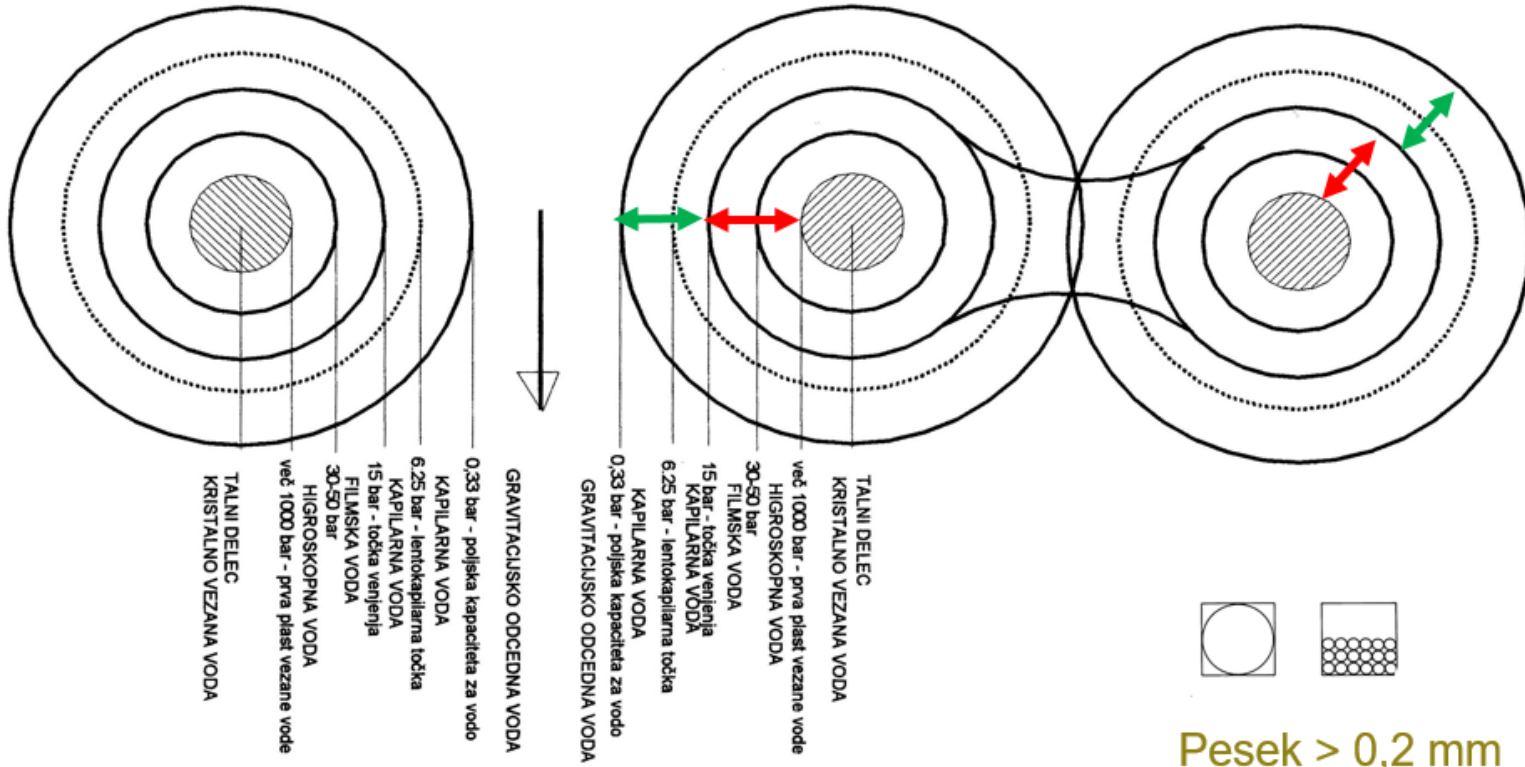
# Vezava vode na talne delce

SILA VEZAVE / TENZIJA / MATRIČNI POTENCIAL / - VODE V TLEH



Rastlinam nedostopna voda

Rastlinam dostopna voda



## Sila vezave in količina vode v tleh



### Sila vezave

- PK = 0,06 - 0,33 bar = 6 - 33 kPa = 60 - 330 cm v.s. = 1,8 - 2,5 pF
- TV = 15 bar = 1500 kPa = 15 000 cm v.s. = 4,2 pF

pF = (negativni) logaritem vodnega stolpca v cm

10 cm = pF 1

100 cm = pF 2

1000 cm = pF 3

10 000 cm = pF 4

### Količina vode:

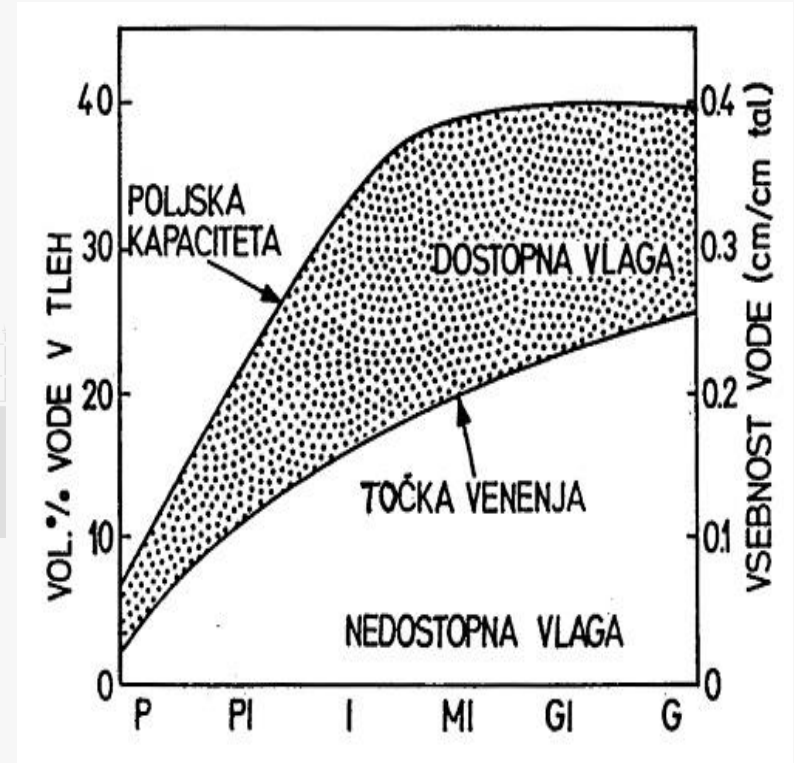
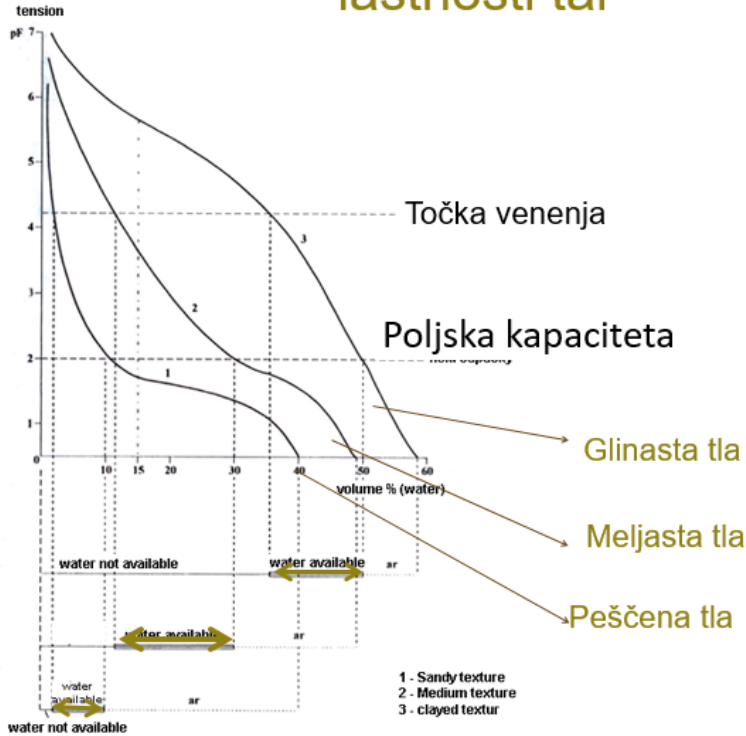
v % = mm vode/100 mm tal

m %



# Koliko vode je v različnih tleh na voljo rastlinam

## Krivulje vodnozadrževalnih lastnosti tal



Npr (peščena tla):

5 mm/100 mm (10 cm) tal med PK in TV; 20 cm tal?

- Različna tla zadržijo različno količino vode med poljsko kapaciteto in točko venenja

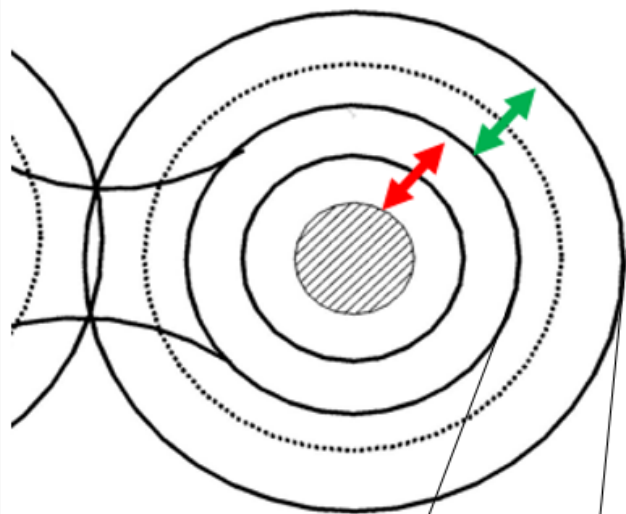
- Ali vse rastline na istih tleh doživijo sušo/sušni stres istočasno?



- Jagode? 
- Solata?
- Korenček?
- Zelje?
- Itd.

Rastlinam nedostopna voda

Rastlinam dostopna voda



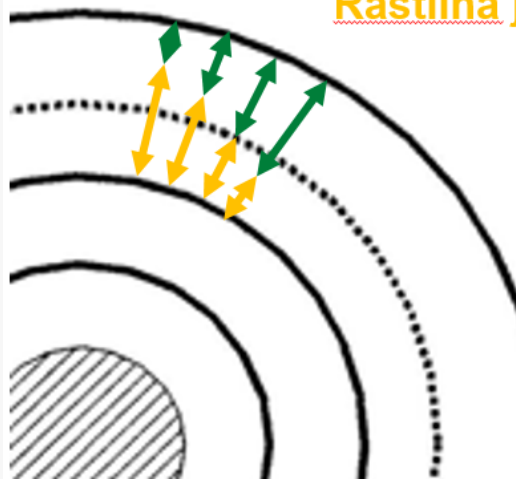
TV  
15 bar  
1500 kPa

PK  
0,33 bar  
33 kPa

Rastlinam lahko dostopna voda

Rastlinam težko dostopna voda

Rastlina je v sušnem stresu



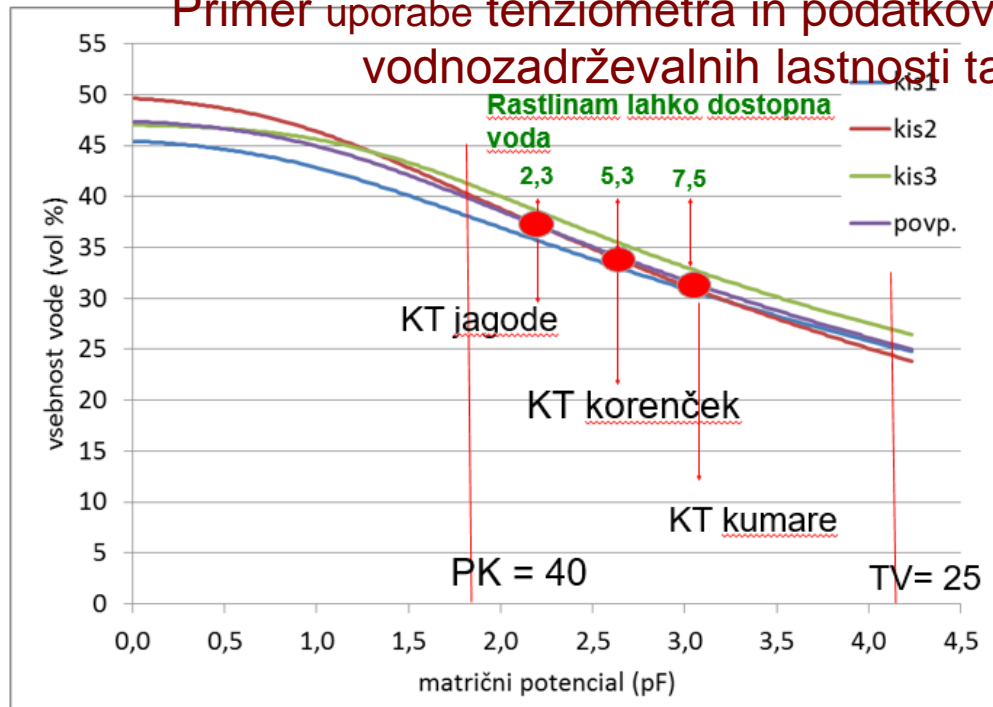
Odvisno od  
rastline

rastlina	delež lahko dostopne vode med PK in TV (p)
kumare	0,5
korenček	0,35
solata	0,3
paradižnik	0,4
jagode	0,15
ltd.	....



Koliko vode je v tleh lahko dostopne za rastline - jagode?

Primer uporabe tenziometra in podatkov iz krivulje vodnozadrževalnih lastnosti tal



**Majhen interval med PK in KT oz. med preveč in premalo**

Primer:



$$PK - (PK-TV) \cdot p =$$

$$40 \text{ vol \%} - (40-25) \text{ vol \%} \cdot 0,15 =$$

$$(40 - 37,7) \text{ vol \%} = 2,3 \text{ vol \% oz. mm/100 mm tal}$$

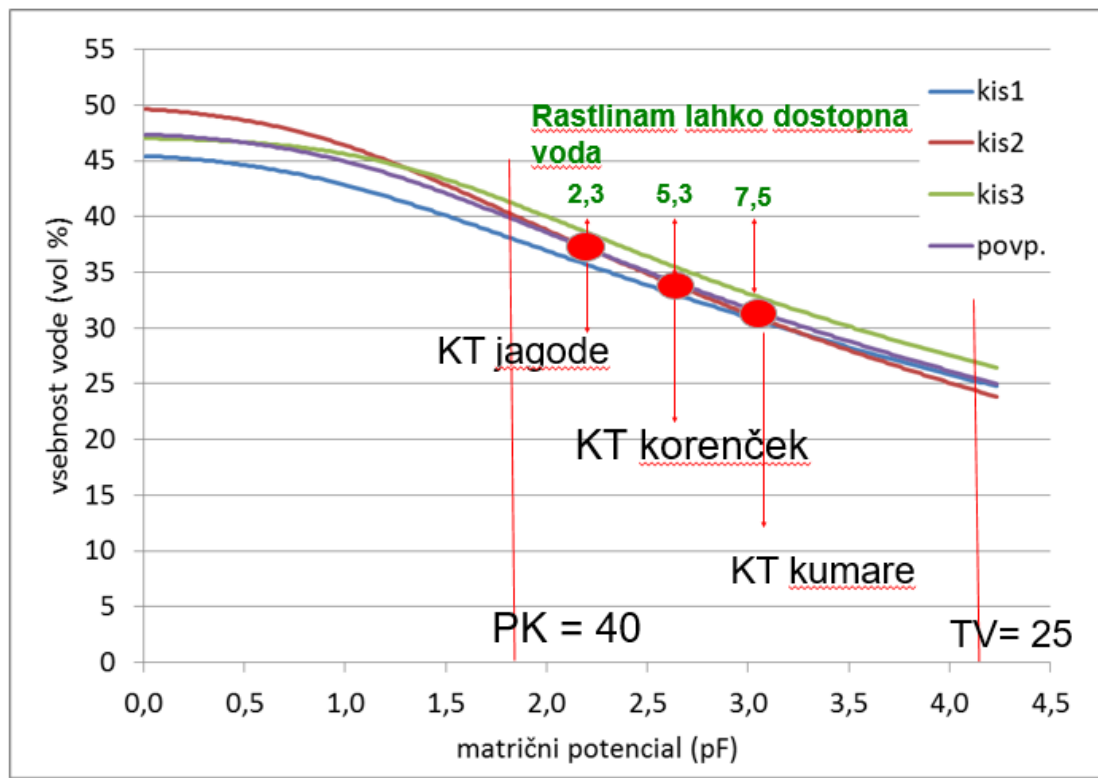
$$\text{oz. } 2 \cdot 2,3 = \mathbf{4,6 \text{ mm/200 mm tal}}$$

V tleh lahko merimo silo vezave ali količino vode –  
krivulja vodnozadrževalnih lastnosti tal za pretvorba podatkov

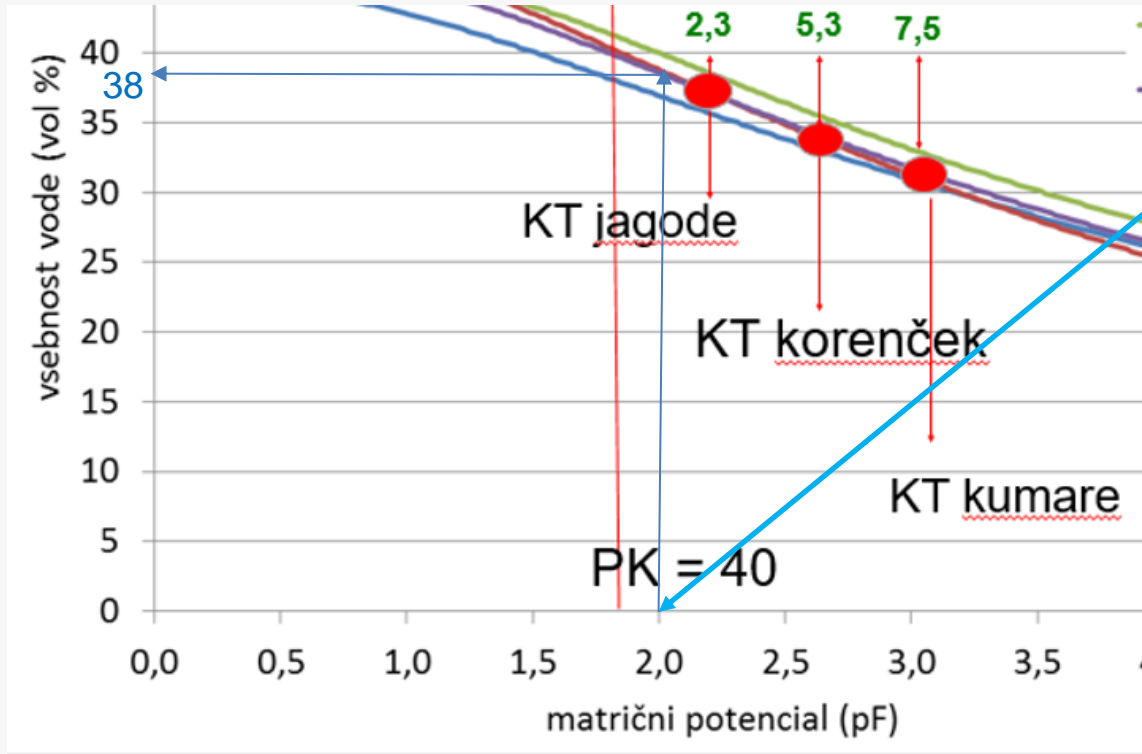
TDR sonde - količina vode v tleh (vol %)



Tenziometri – sila vezave  
meritve samo v vlažnih tleh  
do 0,8 bar = 80 kPa = 2,9 pF



## Primer uporabe tenziometra in podatkov iz krivulje vodnozadrževalnih lastnosti tal



Primer:

PK (1,8 pF oz 6 kPa) = 40 vol %

Odčitek na tenziometru je npr. 10 kPa  
(= 2 pF) = 38 vol %

Količina vode, ki jo dodamo ob enem obroku -  
namakanje s kapljači (z vodo oskrbujemo le površino, ki jo zasedajo rastline,  
medvstnih prostorov ne).

Pri kapljičnem namakanju nadomeščamo dnevno izhlapelo vodo (t.j. ETc).

V praksi pomeni, da en dan po vzpostavitvi PK (npr. pri peščenih tleh se PK vzpostavi en dan po dežju, pri težjih – glinastih cca 2 dni po dežju) odčitamo stanje tenziometra (npr. kaže tenzijo 2,0 kPa; primer na prejšnji prosojnici). Na krivulji vodnozadrževalnih lastnosti tal odčitamo količino vode v tleh (npr. 38 vol %).

Količina vode, ki jo moramo dodati do PK = (40 vol % - 38 vol %) = 2 vol % oz.

2 mm/100 mm tal

Globina glavne mase korenin (D) je npr. 20 cm = 200 mm.

Količina vode, ki jo moramo dodati (obrok namakanja - ON) je

$ON = 2 \text{ mm}/100 \text{ mm} * 200 \text{ mm} = 4 \text{ mm}$  oz.  $4 \text{ l m}^{-2}$

ON = neto obrok namakanja

## Trajanje namakanja (2) – namakanje s kapljači

Pomembno, kako veliko površino oskrbuje en kapljač, oz. koliko kapljačev oskrbuje površino  $1 \text{ m}^2$

Primer:

Razdalja med kapljači v vrsti ( $l_1$ ) = 40 cm

Razdalja med linijami ( $l_2$ ) = 60 cm

Obrok namakanja (ON) = 4 mm oz.  $4 \text{ l m}^{-2}$

Površina, ki jo pokriva en kapljač (P) je  $0,4 \text{ m} * 0,6 \text{ m} = 0,24 \text{ m}^2$

Količina (volumen) vode (V), ki jo damo na površino, ki jo oskrbuje en kapljač =  $ON * P$   
 $= 4 \text{ l m}^{-2} * 0,24 \text{ m}^2 = 0,96 \text{ l}$

Kapaciteta kapljača (Q) je npr.  $1 \text{ l h}^{-1}$

$$t = V/Q$$

t = čas namakanja (h)

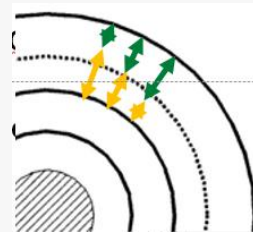
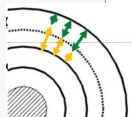
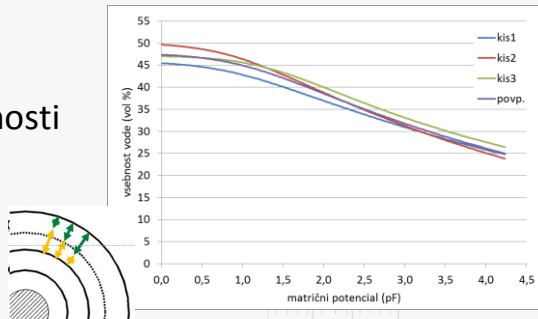
$t = 0,96 \text{ l} / 1 \text{ l h}^{-1} = 0,96 \text{ h}$ . Oz. če zaokrožimo rezultat, namakamo 1 uro.



# Kaj moramo vedeti za strokovno pravilno namakanje? – 1 princip: se ravnamo po stanju vode v tleh – **merjenje...**

1 Vrsta tal – vodno zadrževalne lastnosti

2 Vrsta rastline – kolikšen delež  
vode rastlina z lahkoto črpa iz tal

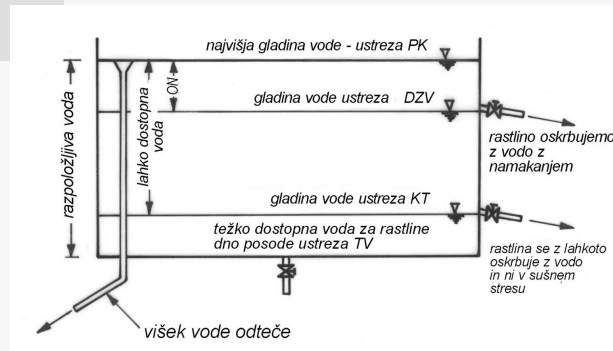


3 Globina korenin rastlin (do koliko vode  
lahko rastlina pride v tleh = mm/100 mm  
tal)

4 Količina vode v tleh ali  
sila njene vezave -  
meritve



**... in preračun, koliko vode dodamo,  
da tla dopolnimo do poljske kapacitete**

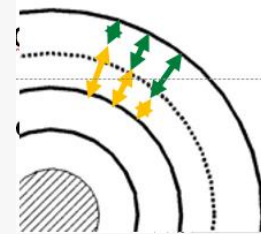
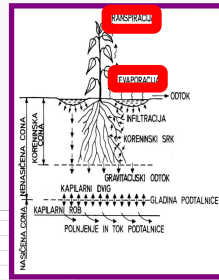


# Kaj moramo vedeti za strokovno pravilno namakanje? –

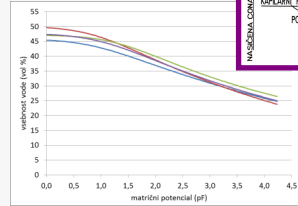
2. princip: ravnamo po potrebah rastlin po vodi

## modeliranje evapotranspiracije (l/m<sup>2</sup>/dan) – ARSO...

1 Koliko vode rastlina rabi –  
evapotranspiracija

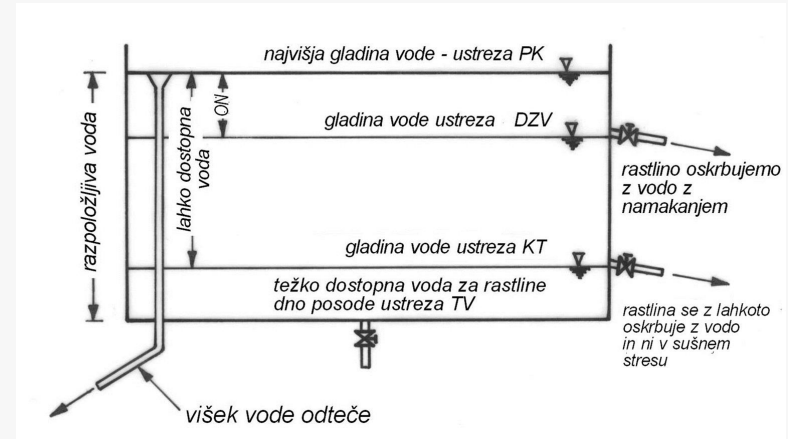


2 Vrsta tal –  
vodno zadrževalne lastnosti



... in kontrola, da je voda v območju lahko  
dostopna za rastline

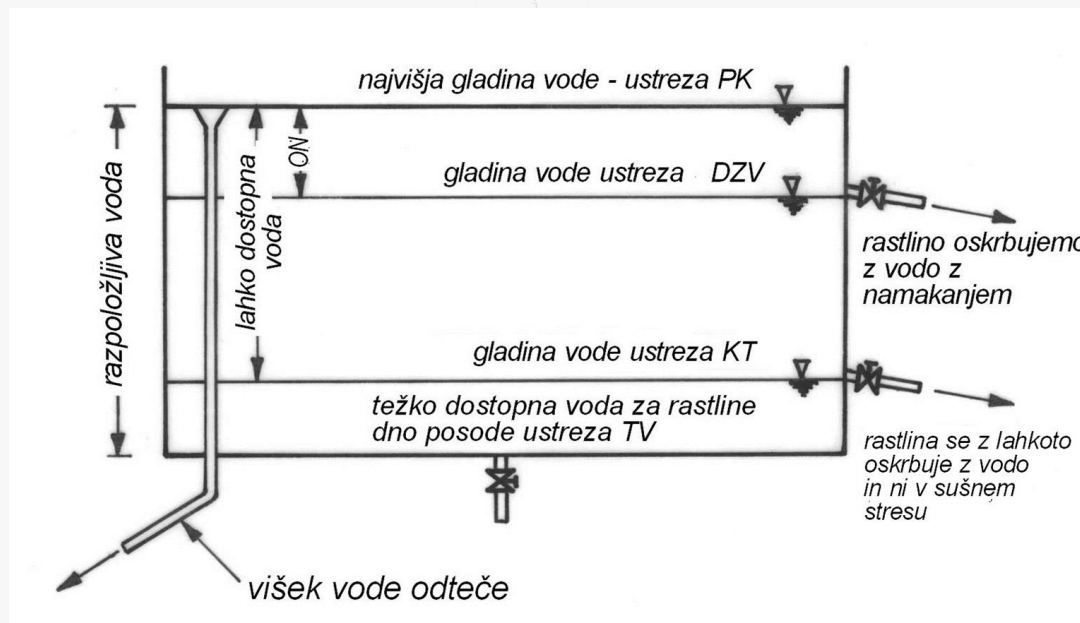
4 Količina vode v tleh ali  
sila njene vezave -  
meritve



Kaj moramo vedeti za strokovno pravilno namakanje?

- pri obeh principih ob pridelavi na prostem

Padavine v prihodnjih dneh, ki nam lahko vsaj (delno)  
napolnijo rezervoar talne vode



## Strokovno pravilno namakanje



Računamo sami?

Računajo za nas drugi?

Sistem za podporo odločanju o namakanju – SPON

[http://www.mkgp.gov.si/fileadmin/mkgp.gov.si/pageuploads/publikacije/Namakanje/11\\_Osnove\\_namak\\_s\\_poud\\_na\\_vrtninah\\_in\\_sadnih\\_vrstah\\_v\\_Z\\_O\\_J\\_Slov.pdf](http://www.mkgp.gov.si/fileadmin/mkgp.gov.si/pageuploads/publikacije/Namakanje/11_Osnove_namak_s_poud_na_vrtninah_in_sadnih_vrstah_v_Z_O_J_Slov.pdf)

Ang: Decision support system for irrigation - DSSI

# Sistem podpore za odločanje o namakanju - SPON

## Gradimo na sistemu ARSO ob sodelovanju ARSO



*Adapting to the impacts  
of Climate Change in  
the Vipava Valley*

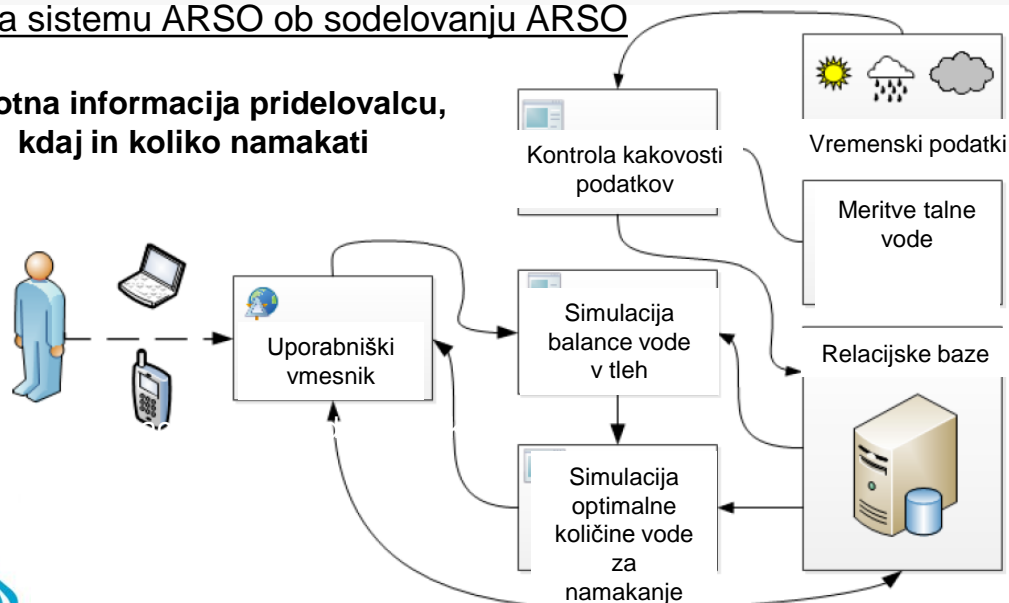
LIFE15 CCA/SI/000070

**TriN**  
**Natančnost**  
**napovedovanj,**  
**namakanja**

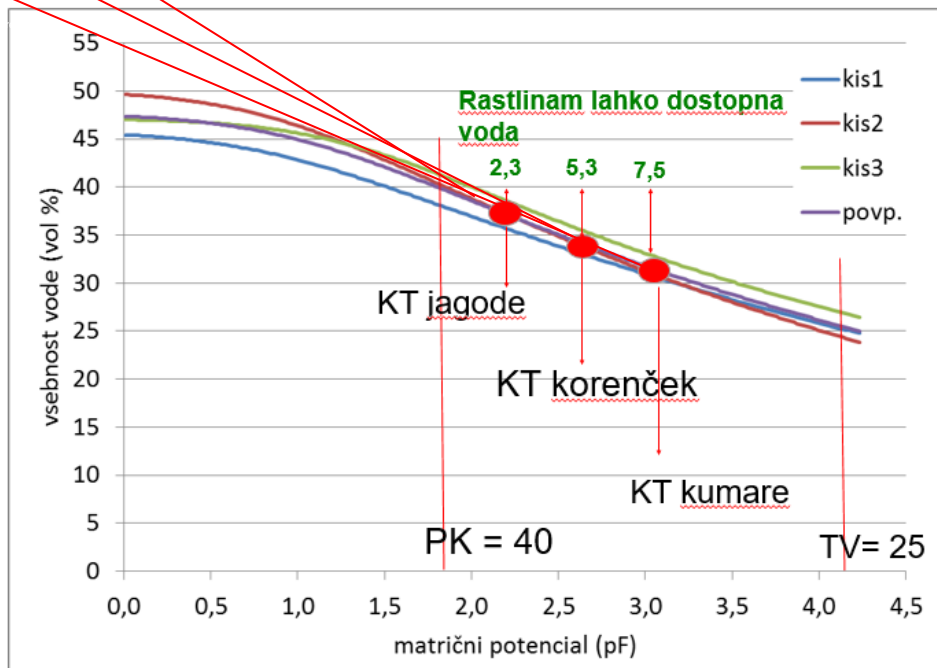
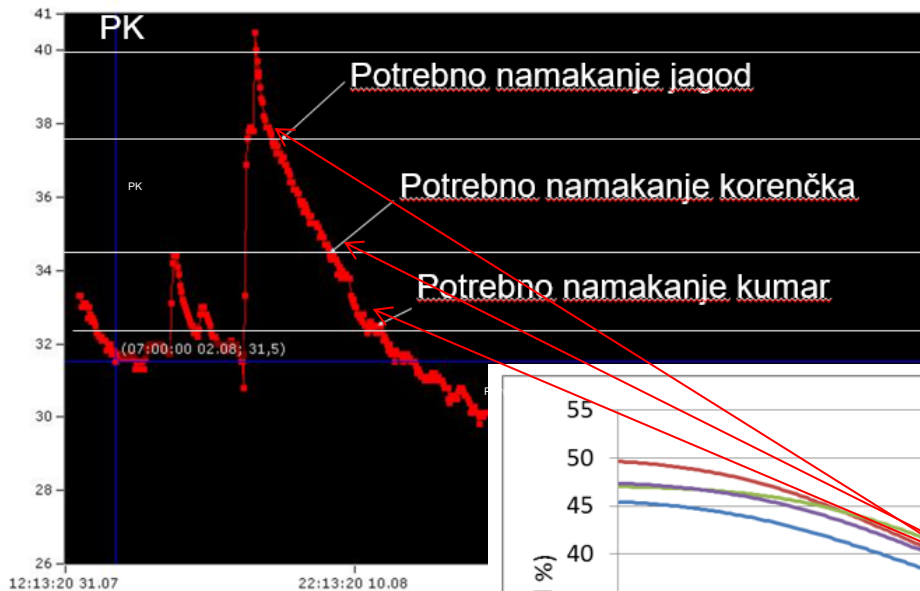
CRP V4-1069



**Sprotna informacija pridelovalcu,  
kdaj in koliko namakati**



- 1 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
  - 2 Kmetijsko gozdarski zavod Maribor,
  - 3 Kmetijsko gozdarski zavod Maribor Sadjarski center Maribor
  - 4 Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica
  - 5 Univerza na Primorskem, ZRS, Inštitut za oljkarstvo
  - 6 Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije
  - 7 Kmetijski inštitut Slovenije
- ARSO

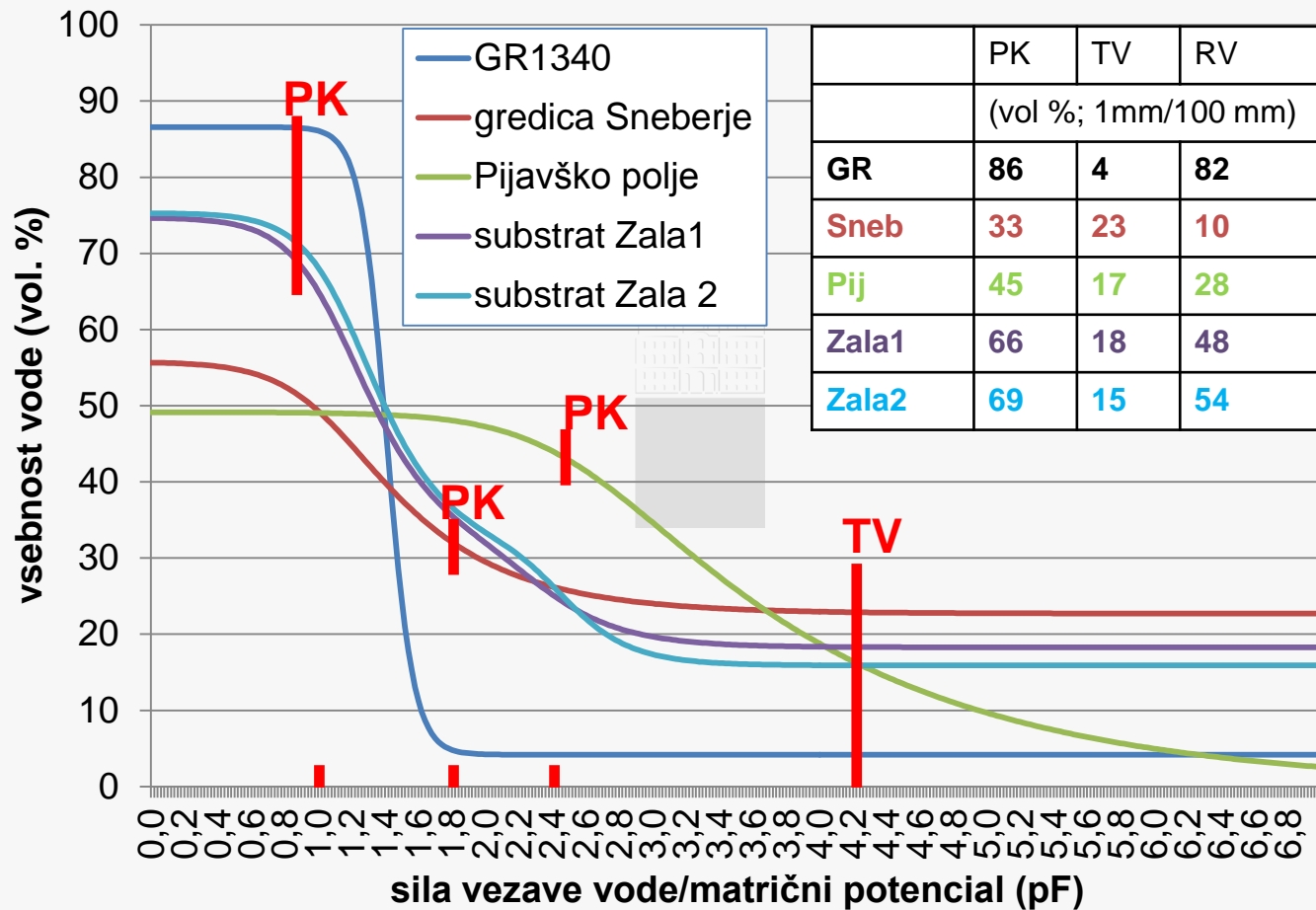


SPON:

- krivulja vodnozadrževalnih lastnosti tal
- merjenje količine vode v tleh (sprotni podatki)

Lokacija Jable

PK-TV = RV rastlinam razpoložljiva voda



*Hvala za pozornost!*

