



Sveučilište u Zagrebu
Građevinski fakultet
Zavod za hidrotehniku

2. VJEŽBE IZ HM2

12.10.2011.

doc.dr.sc. Damir Bekić, dipl.ing.građ.

1. Uvod

ZADATAK:

- Idejni projekt navodnjavanja za zadano melioracijsko područje

SADRŽAJ PROJEKTA

- 1. Tehnički izvještaj.
- 2. Analiza [terenskih](#) i [klimatskih](#) podataka melioracijskog područja.
- **3. Proračun potrebnih voda za navodnjavanje za danu kulturu korištenjem programskog paketa [CROPWAT](#).**
- 4. Izbor načina i vrsta navodnjavanja.
- 5. Dimenzioniranje kanala i cjevovoda za navodnjavanje.
- 6. Troškovnik

CROPWAT 8.0

File Edit Calculations Charts Settings Window Language Help

New Open Save Close Print Chart Options

- Climate/ETo
- Rain
- Crop
- Soil
- CWR
- Schedule
- Crop Pattern
- Scheme

Monthly ETo Penman-Monteith - G:\01_Posao\NASTAVA\melioracije-dvaVjezbe_IKC...

Country: Hrvatska Station: Dubrovnik

Altitude: 10 m. Latitude: 42.64 °N Longitude: 18.10 °E

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind km/day	Sun hours	Rad MJ/m2/day	ETo mm/day
January	-5.9	4.3	88	173	3.7	6.1	0.49
February	-3.7	7.6	80	190	4.9	9.2	0.93
March	1.1	11.4	72	207	5.8	13.1	1.70
April	8.4	15.9	70	207	7.4	18.0	2.72
May	13.4	21.4	70	190	8.6	21.6	3.79
June	18.0	25.5	73	181	9.7	23.9	4.60
July	20.1	25.0	72	164	9.8	23.6	4.61
August	20.3	26.1	74	156	9.2	21.0	4.25
September	14.0	20.7	79	156	7.0	15.4	2.72
October	9.7	15.2	82	156	5.2	10.2	1.56
November	0.7	11.2	86	164	3.1	6.1	0.88
December	-2.9	6.1	89	173	1.9	4.3	0.53
Average	7.8	15.9	78	176	6.4	14.4	2.40

Dry crop - G:\01_Posao\NASTAVA\melioracije-dvaVjezbe_IKC\CropWat0\krumpir_CRO

Crop Name: Krumpir Planting date: 01/04 Harvest: 23/08

Stage (days): initial (30), development (35), mid-season (50), late season (30), total (145)

Rooting depth (m): 0.30, 1.00

Critical depletion (fraction): 0.50, 0.50, 0.50, 0.50

Yield response f.: 0.45, 0.80, 0.80, 0.20, 1.10

Cropheight (m): 0.30 (optional)

Monthly rain - G:\01_Posao\NASTAVA\melioracije-dvaVjezbe_IKC\CropWat0\...

Station: Dubrovnik Eff. rain method: USDA S.C. Method

Month	Rain mm	Eff rain mm
January	6.1	6.0
February	9.0	8.9
March	38.3	36.0
April	62.2	56.0
May	125.7	100.4
June	77.1	67.6
July	41.2	38.5
August	79.3	69.2
September	31.6	30.0
October	44.9	41.7
November	36.1	34.0
December	16.6	16.2
Total	568.1	504.5

Crop irrigation schedule

ETo station: Dubrovnik Crop: Krumpir Planting date: 01/04 Yield red.: 0.0 %

Rain station: Dubrovnik Soil: crvenica Harvest date: 23/08

Table format: Irrigation schedule Daily soil moisture balance

Timing: Irrigate at critical depletion Application: Refill soil to field capacity Field eff.: 70 %

Date	Day	Stage	Rain mm	Ks fract.	Eta %	Depl %	Net Irr mm	Deficit mm	Loss mm	Gr. Irr mm	Flow l/s/ha
1 Apr	1	Init	0.0	0.90	90	56	24.2	0.0	0.0	34.6	4.01
21 Jun	82	Mid	0.0	1.00	100	51	64.6	0.0	0.0	92.3	0.13
10 Jul	101	Mid	0.0	1.00	100	52	65.4	0.0	0.0	93.4	0.57
29 Jul	120	End	0.0	1.00	100	53	66.9	0.0	0.0	95.5	0.58
23 Aug	End	End	0.0	1.00	0	1					

Totals					
Total gross irrigation	315.8 mm	Total rainfall	373.7 mm		
Total net irrigation	221.1 mm	Effective rainfall	297.2 mm		
Total irrigation losses	0.0 mm	Total rain loss	76.5 mm		
Actual water use by crop	449.9 mm	Moist deficit at harvest	0.9 mm		
Potential water use by crop	449.9 mm	Actual irrigation requirement	152.7 mm		
Efficiency irrigation schedule	100.0 %	Efficiency rain	79.5 %		
Deficiency irrigation schedule	0.0 %				

Yield reductions					
Stagelabel	A	B	C	D	Season
Reductions in ETo	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0 %
Yield response factor	0.45	0.80	0.80	0.20	1.10
Yield reduction	0.1	0.0	0.0	0.0	%
Cumulative yield reduction	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0 %

Soil - G:\01_Posao\NASTAVA\melioracije-dvaVjezbe_IKC\CropWat0\Soil_crvenica...

Soil name: crvenica

General soil data

Total available soil moisture (FC - WP): 140.0 mm/meter

Maximum rain infiltration rate: 40 mm/day

Maximum rooting depth: 90 centimeters

Initial soil moisture depletion (as % TAM): 55 %

Initial available soil moisture: 63.0 mm/meter

CROPWAT 8.0

- *Sustavi za navodnjavanje projektiraju se i izvode da bi se nadoknadio nedostatak vode potrebne za optimalan uzgoj biljaka, koji je prouzročen nedostatkom oborina i/ili zaliha vode u tlu.*
- *Računalni program CROPWAT nastao u svrhu ubrzanja postupka izračunavanja evapotranspiracije i potreba biljaka za vodom, a time i modeliranja u natapanju.*
- Sam program razradio je Martin Smith (1992.), djelujući pri Water Resources, Development and Management Service/AGLW FAO, Rim, Italija.
- Program koristi [FAO \(1992\) Penman-Montieth](#) metodu za izračunavanje referentne evapotranspiracije (ET₀).

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)}$$

Pri čemu je:

ET₀ reference evapotranspiration [mm day⁻¹],
R_n net radiation at the crop surface [MJ m⁻² day⁻¹],
G soil heat flux density [MJ m⁻² day⁻¹],
T mean daily air temperature at 2 m height [C],
u₂ wind speed at 2 m height [m s⁻¹],
e_s saturation vapour pressure [kPa],
e_a actual vapour pressure [kPa],
e_s - e_a saturation vapour pressure deficit [kPa],
Δ slope vapour pressure curve [kPa C⁻¹],
γ psychrometric constant [kPa C⁻¹].

CROPWAT 8.0

- *Program omogućuje proračun:*
 - *referentne evapotranspiracije (ET_0),*
 - *efektivne oborine*
 - *potrebe pojedine kulture za vodom (CWR),*
 - *potrebe pojedine kulture za navodnjavanjem (IWR) te iz toga proračun mjesečnih količina vode koje treba osigurati za navodnjavanje kultura uzimajući u obzir određeni plodored i površine pod pojedinim kulturama*
 - *rasporeda navodnjavanja u različitim uvjetima gospodarenja*
 - *procjena mogućih smanjenja prinosa u uvjetima uzgoja bez navodnjavanja*

CWR – Crop Water Requirement

IWR – Irrigation Water Requirement

Proračun CWR i IWR

1. Određivanje referentne evapotranspiracije FAO Penman-Montieth metodom (ET_0)

- Za određivanje ET_0 potrebne su:

- podaci o meteorološkoj stanici:

- ✓ nadmorska visina,
- ✓ zemljopisna dužina i širina.

- mjesečne vrijednosti četiriju klimatskih parametara:

- ✓ min. i max. srednje temperature zraka,
- ✓ relativne vlage zraka,
- ✓ brzine vjetra i
- ✓ dnevnog sijanja sunca.

Country	Hrvatske	Station	Dubrovnik				
Altitude	10 m.	Latitude	42.64 °N	Longitude	18.10 °E		
Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sun	Rad	ET ₀
	°C	°C	%	km/day	hours	MJ/m ² /day	mm/day
January	-5.9	4.3	88	173	3.7	6.1	0.49
February	-3.7	7.6	80	190	4.9	9.2	0.93
March	1.1	11.4	72	207	5.8	13.1	1.70
April	8.4	15.9	70	207	7.4	18.0	2.72
May	13.4	21.4	70	190	8.6	21.6	3.79
June	18.0	25.5	73	181	9.7	23.9	4.60
July	20.1	25.0	72	164	9.8	23.6	4.61
August	20.3	26.1	74	156	9.2	21.0	4.25
September	14.0	20.7	79	156	7.0	15.4	2.72
October	9.7	15.2	82	156	5.2	10.2	1.56
November	0.7	11.2	86	164	3.1	6.1	0.88
December	-2.9	6.1	89	173	1.9	4.3	0.53
Average	7.8	15.9	78	176	6.4	14.4	2.40

Proračun CWR i IWR

2. Unos mjesečne evapotranspiracije (ET_0) i količina oborina

- Podaci o oborinama daju se u obliku mjesečnih vrijednosti, odnosno za ista razdoblja za koja se računa ET_0 i potreba biljaka za vodom.
- Natapni sustavi najčešće se projektiraju na vjerojatnost oborine od 80%.
- Od ukupne količine vode koja padne na površinu zemlje, samo je dio dostupan biljkama. Dio vode isparava, dio vode se zadržava na površini, dio površinski otječe, a ostatak ponire u tlo.
- Program omogućuje izračunavanje efektivnih oborina pomoću četiri metode:
 1. Fiksni postotak oborina
 2. Postotak vjerojatnosti (osiguranja) oborina
 3. Empirijske formule
 4. Metoda USDA Soil Conservation Service

Station	Dubrovnik	Eff. rain method	USDA S.C. Method
	Rain	Eff rain	
	mm	mm	
January	6.1	6.0	
February	9.0	8.9	
March	38.3	36.0	
April	62.2	56.0	
May	125.7	100.4	
June	77.1	67.6	
July	41.2	38.5	
August	79.3	69.2	
September	31.6	30.0	
October	44.9	41.7	
November	36.1	34.0	
December	16.6	16.2	
Total	568.1	504.5	

Proračun CWR i IWR

3. potreba biljke za vodom, unos podataka o kulturi za koju se proračun provodi.

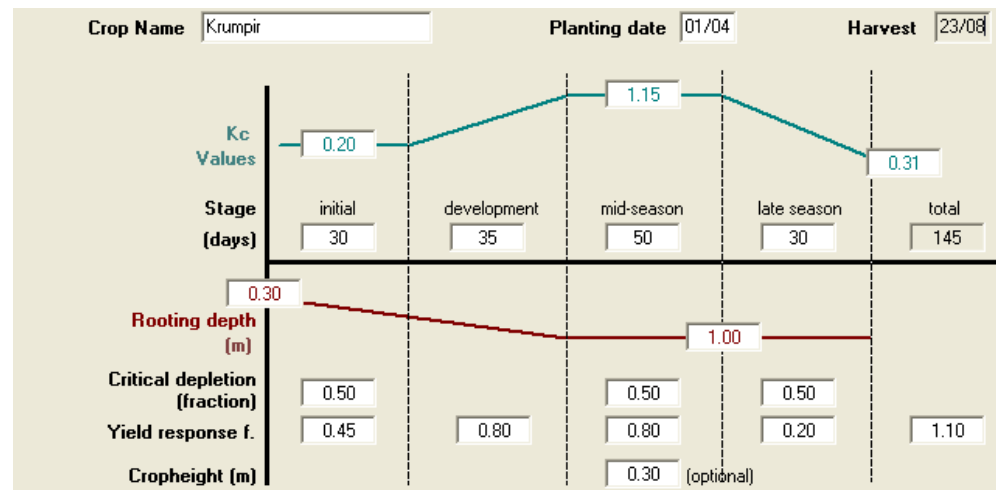
- Da bi potrebe za vodom bile korektno izračunate, nužno je, za svaku modeliranu kulturu, poznavati slijedeće podatke:

- **Koeficijent kulture (Kc)**

- Da bi se referentna evapotranspiracija (ET_0) dovela u vezu s evapotranspiracijom uzgajane kulture (ET_c), u proračun je uveden koeficijent kulture (k_c). Prema tome se evapotranspiracija kulture izračunava prema izrazu (s napomenom da se koeficijent kulture prikazan u izlaznoj tablici CropWat-a (Crop Kc) izračunava kao umnožak očitano K_c i postotka površine koju kultura zauzima):

$$ET_c = ET_0 \cdot k_c$$

Tablice koeficijenata kulture



Proračun CWR i IWR

- **Stadij razvoja (dana)**

- Ukupno trajanje vegetacije svakog usjeva se obično dijeli u 4 karakteristične razvojne faze i to:

- **Početna faza:**

Nicanje i rani rast dok je površina tla još gola, pa sve do pokrivanja od 10 %.

- **Razvojna faza:**

Nastavljanje na početnu fazu, pa sve do efektivnoga punog pokrova tla (70-80 %).

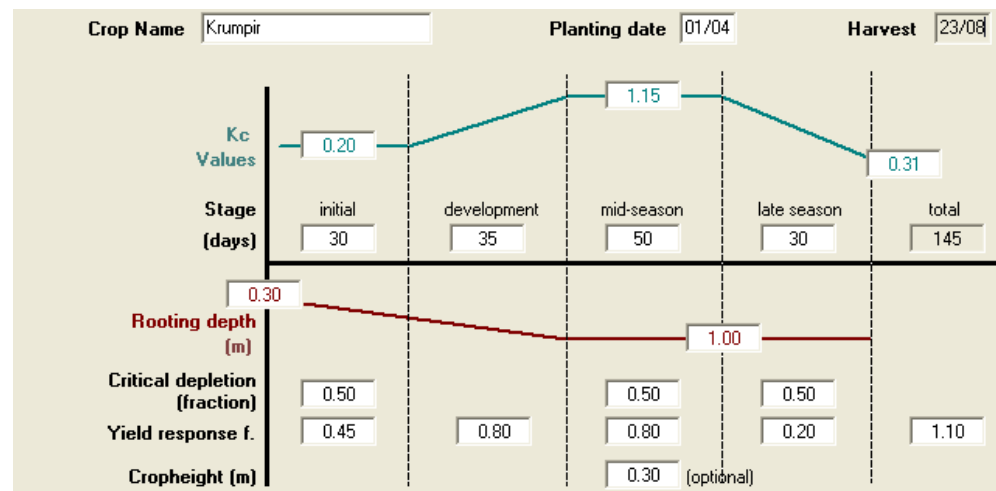
- **Središnja faza:**

Od punog pokrivača tla do početka sazrijevanja.

- **Kasna faza:**

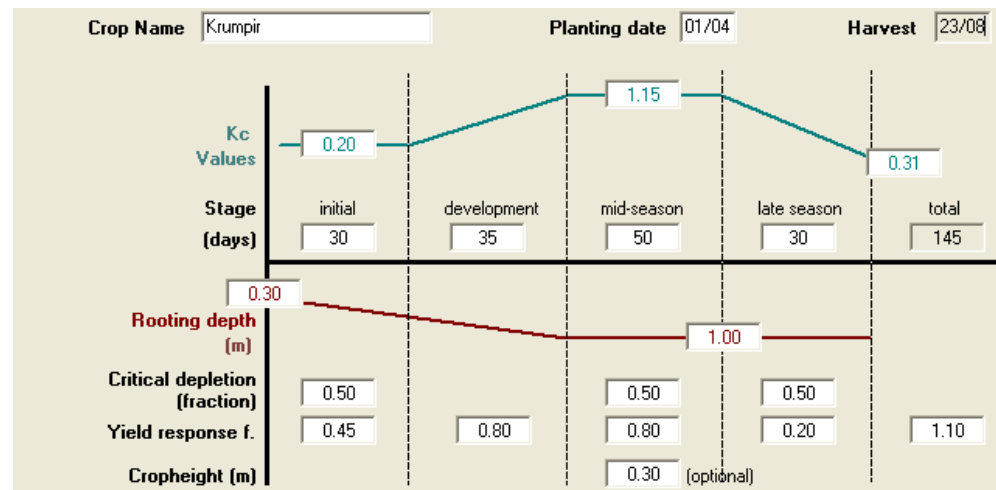
Od kraja središnje faze pa sve do završetka sazrijevanja, odnosno berbe.

Tablice za vrijeme rasta



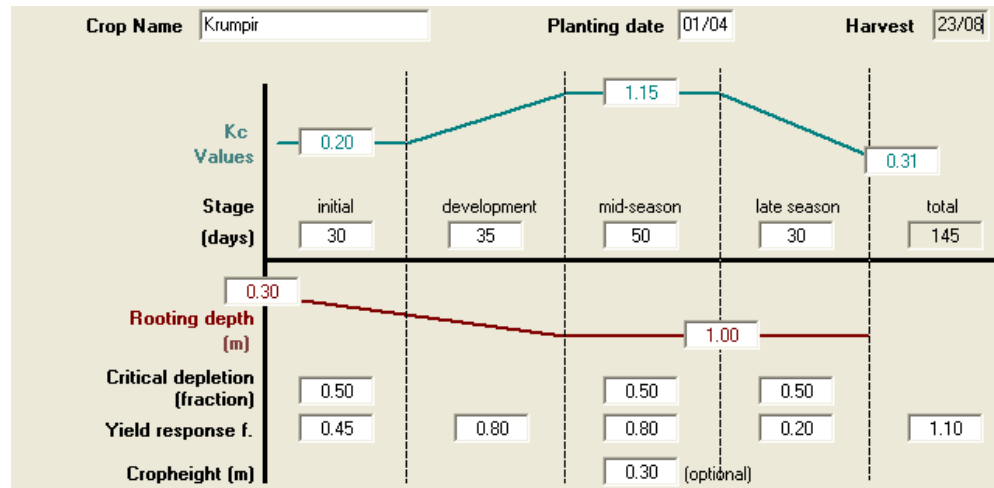
Proračun CWR i IWR

- **3. Dubina zakorjenjivanja (d)**
- O dubini zakorjenjivanja kulture izravno ovisi količina raspoložive vode u tlu (*Readily Available Soil Moisture - RAM*) koju kultura može efektivno iskoristiti.
- Dubina vlaženja najčešće se bira kao polovina najveće dubine zakorjenjivanja.
- U program se unose dvije vrijednosti:
 - dubine korijena u početnoj fazi i
 - dubine korijena u punoj razvojnoj fazi sredinom vegetacije.
- Dubine zakorjenjivanja za razvojnu i kasnu fazu program sam interpolira, pa ih ne treba unositi. Dubina zakorjenjivanja za početnu fazu obično iznosi 0,25 - 0,30 m, a najčešće dubine zakorijenjivanja za središnju fazu jesu, kad je riječ o povrću od 0,5-1,0 m, a za ratarske usjeve između 1,0 - 1,5 m.

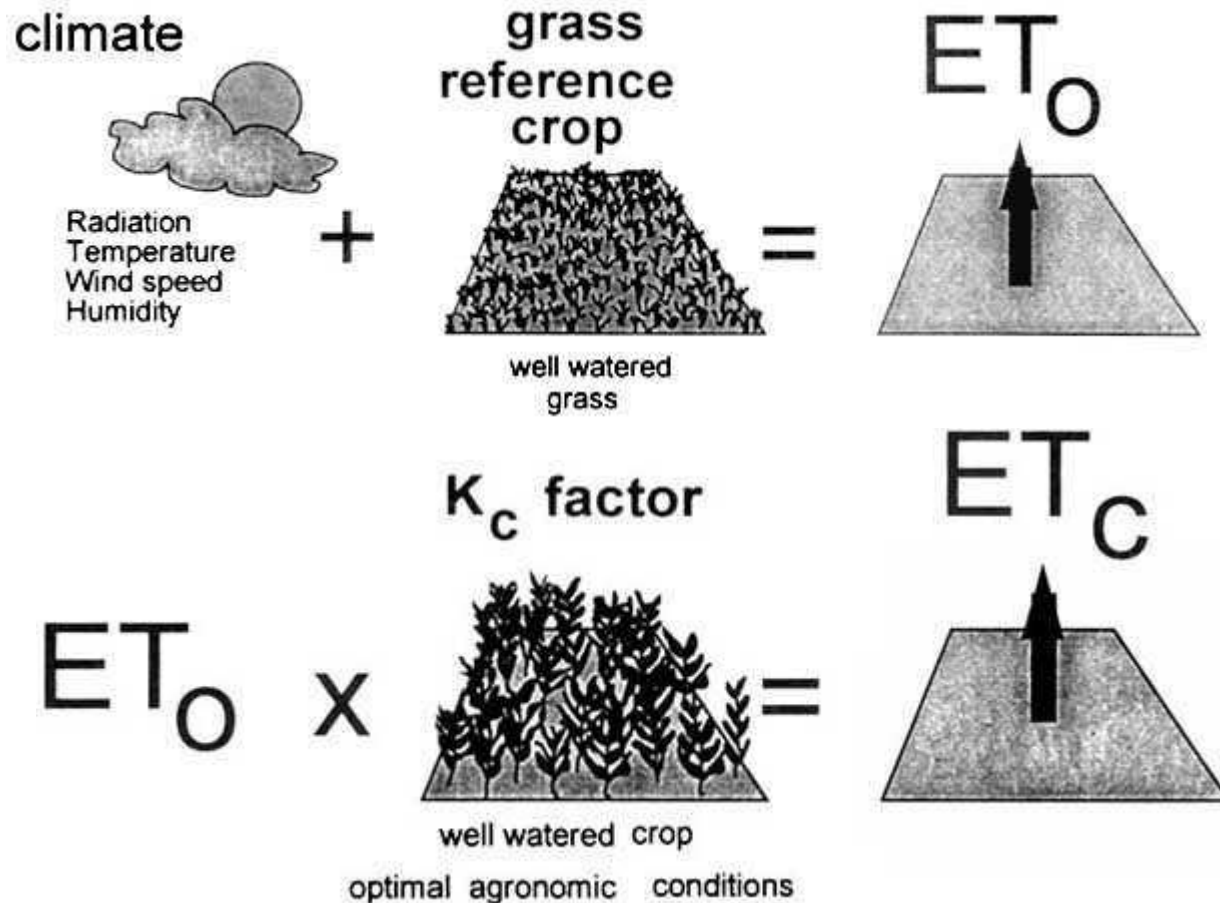


Proračun CWR i IWR

- **Dopušteno sniženje vlage u tlu do kritične razine (p)**
- Dopušteno sniženje vlage u tlu predstavlja donju granicu količine vode u tlu nakon čega nastaju štete na usjevima uslijed suše. Vrijednosti se izražavaju kao kvocijent ukupno raspoložive vode u tlu i obično iznose od 0,4 do 0,6. Niže vrijednosti odnose se na osjetljivo bilje s plitkim zakorjenjivanjem i jakom transpiracijom, a više su vrijednosti za duboko i zbijeno korijenje pri smanjenoj evapotranspiraciji. Vrijednosti dopuštenog opadanja vlage u tlu za pojedinu kulturu dane su u [10].
- **Faktor utjecaja na prinos (ky)**
- Faktor prinosa predstavlja postotak smanjenja prinosa uslijed stresa izazvanog nedostatkom vlage. Taj se faktor daje za svaku razvojnu fazu.
- **Datum sjetve/sadnje**



"A hypothetical reference crop with an assumed crop height of 0.12 m, a fixed surface resistance of 70 s m⁻¹ and an albedo of 0.23."

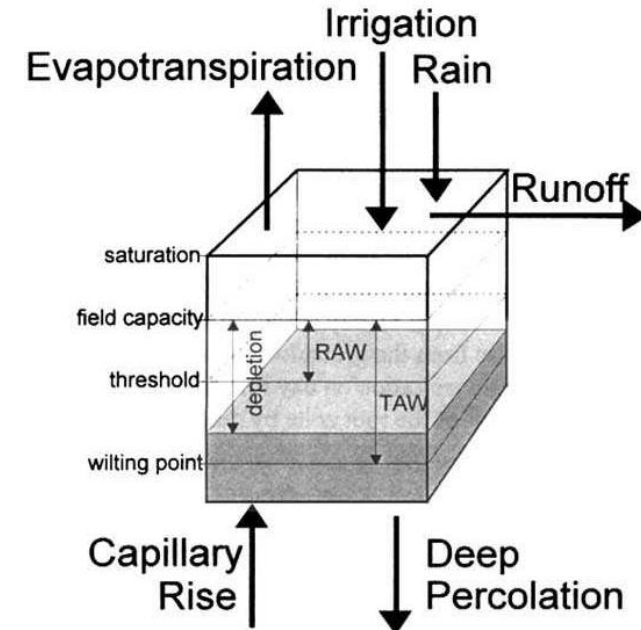
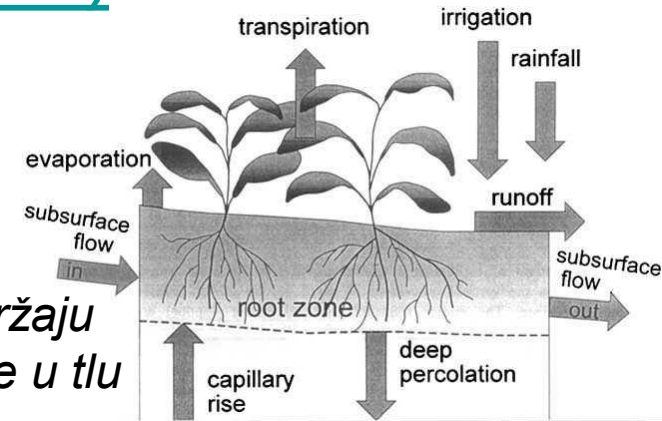
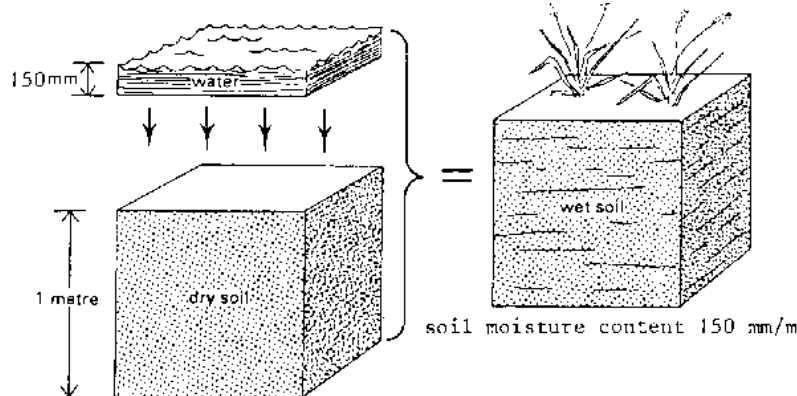


Tlo

- **Ukupno raspoloživa voda (Total available water)**

$$TAW = FC - WP \text{ [mm/m]}$$

- FC – Kapacitet polja (Field Capacity)
- WP – Vlažnost uvenuća (Wilting point)
- količina ovisi prije svega o teksturi tla, strukturi i sadržaju organske tvari. Vrijednosti sadržaja pristupačne vode u tlu izražavaju se, i u program unose, u [mm/metar].
- U datoteci (SOIL *.SOL) program nudi orijentacijske vrijednosti TAM za tla različite teksture:
 - krupni pijesak 60 mm/m
 - pijesak 100 mm/m
 - humusno ilovasto, pjeskovito 140 mm/m
 - glinasto ilovasto 180 mm/m



Ukupno raspoloživa voda (Total available water) [mm/m]
[link](#)

A Guide to Available Water Storage Capacities of Soils			
Textural Class	Available Water Storage Capacity (AWSC)		
	(in. water / in. soil)	(in. water / ft. soil)	(mm water / m soil)
Clay	0.21	2.5	200
Clay Loam	0.21	2.5	200
Silt loam	0.21	2.5	208
Clay loam	0.20	2.4	200
Loam	0.18	2.1	175
Fine sandy loam	0.14	1.7	142
Sandy loam	0.12	1.5	125
Loamy sand	0.10	1.2	100
Sand	0.08	1.0	83

Tlo

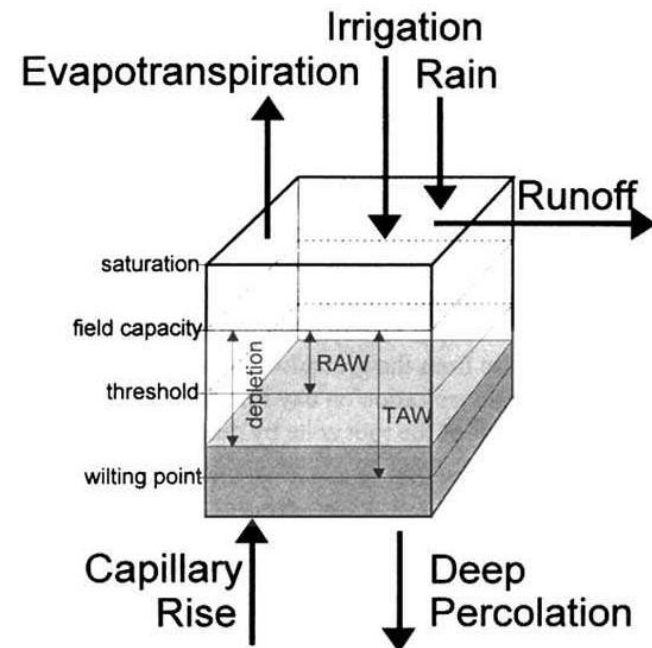
- Maksimalna količina oborina koja se može infiltrirati u tlo (Maximum Rain Infiltration Rate) [mm/h, mm/d]
- Ovaj podatak ima značaj pri procjeni površinskog otjecanja u postupku izračunavanja efektivnih oborina i izražava se u mm/dan. Maksimalna količina oborina koja se može infiltrirati u tlo, u funkciji je inteziteta oborina, tipa tla i nagiba terena. Granična vrijednost (donja) u programu određena je sa 30 mm/dan

Table 2.4. Basic infiltration rates for stationary sprinkler systems. (Adapted from Pair, 1983.)

Soil Texture	Minimal Surface Sealing	Some Surface Sealing
	in/h	in/h
Coarse sand	0.75-1.00	0.40-0.65
Fine sand	0.50-0.75	0.25-0.50
Fine sandy loam	0.35-0.50	0.15-0.30
Silt loam	0.25-0.40	0.13-0.28
Clay loam	0.10-0.30	0.05-0.25

Tlo

- **Početni sadržaj (odnosno početno sniženje) vode u tlu (Initial Soil Moisture Depletion - % of TAM)**
- predstavlja postotak količine vode u tlu na početku vegetacijske sezone, kao smanjenje od poljskog vodnog kapaciteta.
- Prema tome, vrijednost od 0 % znači da je tlo potpuno zasićeno, a 100 % da je stanje vlažnosti na točki venjenja (vlažnost uvenuća).
- Tu je vrijednost teško odrediti pa se najčešće procijenjuje



Soil name		crvenica	
General soil data			
Total available soil moisture (FC - WP)	140.0	mm/meter	
Maximum rain infiltration rate	40	mm/day	
Maximum rooting depth	90	centimeters	
Initial soil moisture depletion (as % TAM)	55	%	
Initial available soil moisture	63.0	mm/meter	

- **Početni sadržaj (odnosno početno sniženje) vode u tlu (Initial Soil Moisture Depletion - % of TAM) [link](#)**

Availability Coefficients	
Crop	Maximum Percent (%)
Peas	35
Potatoes	35
Tree Fruits	40
Grapes	40
Tomatoes	40
Other crops	50

- **Početna raspoloživa količina vlage u tlu (Initial Available Soil Moisture)**
- To je kvantitativni prikaz početnog sadržaja (odnosno sniženja) vode u tlu.

Soil name		<input type="text" value="crvenica"/>
General soil data		
Total available soil moisture (FC - WP)	<input type="text" value="140.0"/>	mm/meter
Maximum rain infiltration rate	<input type="text" value="40"/>	mm/day
Maximum rooting depth	<input type="text" value="90"/>	centimeters
Initial soil moisture depletion (as % TAM)	<input type="text" value="55"/>	%
Initial available soil moisture	<input type="text" value="63.0"/>	mm/meter

Potrošnja vode za navodnjavanje

- **1. Pomoću plana navodnjavanja**
- Ukupni godišnji volumen vode, potreban za zadovoljenje potrebe biljaka za vodom u vegetacijskom razdoblju, dobije se tako da se očita za svaku kulturu ukupna potreba vode za navodnjavanje (Total gross Irr) u planu navodnjavanja, dobivenim u Cropwat- u i pomnoži sa površinom koju ta kultura zauzima

KULTURA	POVRŠINA (ha)	VODA ZA NATAPANJE		
		(mm)	(m ³ /ha)	(m ³)
rajčica	33.68	278.1	2781	93671.56
krumpir	10.36	358.8	3588	37185.69
kupus	15.55	141.5	1415	21997.39
paprika	7.77	254.5	2545	19782.10
grašak	2.59	148.7	1487	3852.78
ostalo povrće*	7.77	217.5	2175	16906.12
kukuruz za silažu	7.77	206.1	2061	16020.00
lucerna	2.59	317.5	3175	8226.35
djet.trav.smjesa	2.59	271.5	2715	7034.50
vinova loza	77.73	86.0	860	66847.18
voćnjaci (listopadni)*	77.73	334.2	3342	259771.25
masline	12.95	317.5	3175	41131.74
	259.10		UKUPNO GODIŠNJE:	592426.66

Tablica Ukupni godišnji volumen vode, potreban za zadovoljenje potrebe biljaka za vodom, u vegetacijskom razdoblju, izračunat preko plana navodnjavanja.

Date	Day	Stage	Rain mm	Ks fract.	Eta %	Depl %	Net Irr mm	Deficit mm	Loss mm	Gr. Irr mm	Flow l/s/ha
1 Apr	1	Init	0.0	0.90	90	56	24.2	0.0	0.0	34.6	4.01
21 Jun	82	Mid	0.0	1.00	100	51	64.6	0.0	0.0	92.3	0.13
10 Jul	101	Mid	0.0	1.00	100	52	65.4	0.0	0.0	93.4	0.57
29 Jul	120	End	0.0	1.00	100	53	66.9	0.0	0.0	95.5	0.58
23 Aug	End	End	0.0	1.00	0	1					

Totals		Total gross irrigation		Total rainfall	
Total gross irrigation	315.8 mm	Total gross irrigation	315.8 mm	Total rainfall	373.7 mm
Total net irrigation	221.1 mm	Total net irrigation	221.1 mm	Effective rainfall	297.2 mm
Total irrigation losses	0.0 mm	Total irrigation losses	0.0 mm	Total rain loss	76.5 mm
Actual water use by crop	449.9 mm	Actual water use by crop	449.9 mm	Moist deficit at harvest	0.9 mm
Potential water use by crop	449.9 mm	Potential water use by crop	449.9 mm	Actual irrigation requirement	152.7 mm
Efficiency irrigation schedule	100.0 %	Efficiency irrigation schedule	100.0 %	Efficiency rain	79.5 %
Deficiency irrigation schedule	0.0 %	Deficiency irrigation schedule	0.0 %		

Yield reductions					
Stagelabel	A	B	C	D	Season
Reductions in ETC	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0 %
Yield response factor	0.45	0.80	0.80	0.20	1.10
Yield reduction	0.1	0.0	0.0	0.0	%
Cumulative yield reduction	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0 %

Potrošnja vode za navodnjavanje

- **1. Pomoću srednjeg mjesečnog hidromodula**
- Ukupni godišnji volumen vode, potreban za zadovoljenje potrebe biljaka za vodom u vegetacijskom razdoblju, dobije se na temelju srednjeg mjesečnog hidromodula koji se očitava za svaku kulturu iz tablice potrebe vode - CWR (kolona FWS) (Tablica). Na temelju hidromodula i površine koju ta kultura zauzima, dobiva se godišnji volumen vode za navodnjavanje, koji ne ovisi o modelu tla, već samo o potrebi biljke za vodom.

MJ	Srednji mjesečni hidromodul za 24h [l/s/ha]	Površina navodnjavanih kultura [ha]	Srednji mjesečni protok navodnjavanja $Q_{navodnj}$ [m ³ /s]	Ukupna potrebna količina vode [m ³]	Maksimalni dnevni hidromodul za 14h [l/s/ha]
IV	0.000	259.10	0.000	0	0.0
V	0.190	259.10	0.049	131854	0.7
VI	0.380	259.10	0.098	255201	1.3
VII	0.350	259.10	0.091	242888	1.2
VIII	0.150	259.10	0.039	104095	0.5
IX	0.000	259.10	0.000	0	0.0
Srednji za V-VII	0.268		Ukupno:	734038.01	

* izlazni podaci iz CROPWAT-a

Tablica Ukupni godišnji volumen vode, potreban za zadovoljenje potrebe biljaka za vodom, u vegetacijskom razdoblju, izračunat preko srednjeg mjesečnog hidromodula.

Crop irrigation schedule												
ETo station		Dubrovnik		Crop		Krumpir		Planting date		01/04		Yield red.
Rain station		Dubrovnik		Soil		crvenica		Harvest date		23/08		0.0 %
Table format						Timing: Irrigate at critical depletion						
<input checked="" type="radio"/> Irrigation schedule						Application: Refill soil to field capacity						
<input type="radio"/> Daily soil moisture balance						Field eff. 70 %						
Date	Day	Stage	Rain	Ks	Eta	Depl	Net Irr	Deficit	Loss	Gr. Irr	Flow	
			mm	fract.	%	%	mm	mm	mm	mm	l/s/ha	
1 Apr	1	Init	0.0	0.90	90	56	24.2	0.0	0.0	34.6	4.01	
21 Jun	82	Mid	0.0	1.00	100	51	64.6	0.0	0.0	92.3	0.13	
10 Jul	101	Mid	0.0	1.00	100	52	65.4	0.0	0.0	93.4	0.57	
29 Jul	120	End	0.0	1.00	100	53	66.9	0.0	0.0	95.5	0.58	
23 Aug	End	End	0.0	1.00	0	1						
Totals												
Total gross irrigation			315.8	mm		Total rainfall			373.7	mm		
Total net irrigation			221.1	mm		Effective rainfall			297.2	mm		
Total irrigation losses			0.0	mm		Total rain loss			76.5	mm		
Actual water use by crop			449.9	mm		Moist deficit at harvest			0.9	mm		
Potential water use by crop			449.9	mm		Actual irrigation requirement			152.7	mm		
Efficiency irrigation schedule			100.0	%		Efficiency rain			79.5	%		
Deficiency irrigation schedule			0.0	%								
Yield reductions												
Stagelabel		A	B	C	D	Season						
Reductions in ETc		0.3	0.0	0.0	0.0	0.0 %						
Yield response factor		0.45	0.80	0.80	0.20	1.10						
Yield reduction		0.1	0.0	0.0	0.0	%						
Cumulative yield reduction		0.1	0.1	0.1	0.1	0.0 %						

CROPWAT 8.0

File Edit Calculations Charts Settings Window Language Help

New Open Save Close Print Chart Options

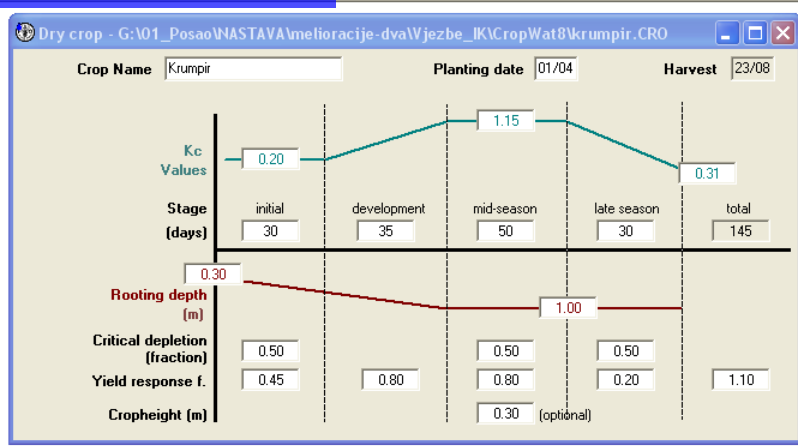
- Climate/ETo
- Rain
- Crop
- Soil
- CWR
- Schedule
- Crop Pattern
- Scheme

Monthly ETo Penman-Monteith - G:\01_Posao\NASTAVA\melioracije-dvaVjezbe_IKC...

Country: Hrvatska Station: Dubrovnik

Altitude: 10 m. Latitude: 42.64 °N Longitude: 18.10 °E

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind km/day	Sun hours	Rad MJ/m2/day	ETo mm/day
January	-5.9	4.3	88	173	3.7	6.1	0.49
February	-3.7	7.6	80	190	4.9	9.2	0.93
March	1.1	11.4	72	207	5.8	13.1	1.70
April	8.4	15.9	70	207	7.4	18.0	2.72
May	13.4	21.4	70	190	8.6	21.6	3.79
June	18.0	25.5	73	181	9.7	23.9	4.60
July	20.1	25.0	72	164	9.8	23.6	4.61
August	20.3	26.1	74	156	9.2	21.0	4.25
September	14.0	20.7	79	156	7.0	15.4	2.72
October	9.7	15.2	82	156	5.2	10.2	1.56
November	0.7	11.2	86	164	3.1	6.1	0.88
December	-2.9	6.1	89	173	1.9	4.3	0.53
Average	7.8	15.9	78	176	6.4	14.4	2.40



Monthly rain - G:\01_Posao\NASTAVA\melioracije-dvaVjezbe_IKC\CropWat0\krumpir.CRO

Station: Dubrovnik

	Rain mm	Eff rain mm
January	6.1	6.0
February	9.0	8.9
March	38.3	36.0
April	62.2	56.0
May	125.7	100.4
June	77.1	67.6
July	41.2	38.5
August	79.3	69.2
September	31.6	30.0
October	44.9	41.7
November	36.1	34.0
December	16.6	16.2
Total	568.1	504.5

Crop irrigation schedule

ETo station: Dubrovnik Crop: Krumpir Planting date: 01/04 Yield red.: 0.0 %

Harvest date: 23/08

Application: Refill soil to field capacity Field eff.: 70 %

Date	Day	Stage	Rain mm	Ks fract.	Eta %	Depl %	Net Irr mm	Deficit mm	Loss mm	Gr. Irr mm	Flow l/ha
1 Apr	1	Init	0.0	0.90	90	56	24.2	0.0	0.0	34.6	4.01
21 Jun	82	Mid	0.0	1.00	100	51	64.6	0.0	0.0	92.3	0.13
10 Jul	101	Mid	0.0	1.00	100	52	65.4	0.0	0.0	93.4	0.57
29 Jul	120	End	0.0	1.00	100	53	66.9	0.0	0.0	95.5	0.58
23 Aug	End	End	0.0	1.00	0	1					

Totals					
Total gross irrigation	315.8	mm	Total rainfall	373.7	mm
Total net irrigation	221.1	mm	Effective rainfall	297.2	mm
Total irrigation losses	0.0	mm	Total rain loss	76.5	mm
Actual water use by crop	449.9	mm	Moist deficit at harvest	0.9	mm
Potential water use by crop	449.9	mm	Actual irrigation requirement	152.7	mm
Efficiency irrigation schedule	100.0	%	Efficiency rain	79.5	%
Deficiency irrigation schedule	0.0	%			

Yield reductions		A	B	C	D	Season
Stagelabel						
Reductions in ETo	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	%
Yield response factor	0.45	0.80	0.80	0.20	1.10	
Yield reduction	0.1	0.0	0.0	0.0		%
Cumulative yield reduction	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	%

Link priručnika za CROPWAT

Soil - G:\01_Posao\NASTAVA\melioracije-dvaVjezbe_IKC\CropWat0\Soil_crvenica...

Soil name: crvenica

General soil data

Total available soil moisture (FC - WP)	140.0	mm/meter
Maximum rain infiltration rate	40	mm/day
Maximum rooting depth	90	centimeters
Initial soil moisture depletion (as % TAM)	55	%
Initial available soil moisture	63.0	mm/meter