
Ivan ŠIMUNIĆ

Izvorni znanstveni rad
Agronomski fakultet, Zagreb

ANALIZA
MJESEČNIH
OBILJEŽJA
KLIME I POTREBA
NAVODNJAVANJA
U LICI

U Republici Hrvatskoj navodnjava se samo 9.264 ha ili 0,46% obradivog zemljišta i prema veličini navodnjavanih površina Hrvatska je na jednom od posljednjih mjesta u Europi (Tomić i sur., 2007.). Učestalost suša posljednjih godina utjecala je na mišljenje javnosti o potrebi navodnjavanja i stoga je Vlada RH pokrenula Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u RH (Romić i sur., 2005.). Projekt ima veliko opravdanje budući da Republika Hrvatska raspolaže sa 2.020,626 ha obradivog poljoprivrednog zemljišta, od čega je 244.151 ha vrlo pogodno ili zemljište s neznatnim ograničenjima za navodnjavanje, a 588.163 ha je umjereno pogodno ili zemljište s umjerenim ograničenjima za navodnjavanje (Husnjak, 2007.). Osim spomenutog resursa RH raspolaže i količinom od 35.000 m³ obnovljive vode na godinu po stanovniku (Kos, 2004.). Navedene činjenice dovoljan su dokaz da se može navodnjavati mnogo više poljoprivrednog zemljišta.

Klimatske značajke i režim voda u tlu te njihov međusobni odnos, koji je vrlo promjenljiv i složen, određuju uspješnost biljne proizvodnje. Velik dio biljne proizvodnje koncentriran je na područjima s povremenim sušama. Prema Mađaru i sur. (Mađar i sur., 1998.) suše se u Hrvatskoj pojavljuju svake treće do pete godine, a ovisno o intezitetu i trajanju mogu smanjiti urod poljoprivrednih kultura i do 90%. Na globalno zatopljenje i problem suša upozorava i Stanciu (Stanciu, 2004). Smanjenje prinosa uzgajanih poljoprivrednih kultura moglo bi se djelomično riješiti tako da se potrebna voda dovede navodnjavanjem.

Iz navedenog razloga rad je imao cilj analizirati klimatske komponente i utvrditi potrebu navodnjavanja na području Like.

U radu su korišteni klimatski podaci s meteorološke postaje (MP) Gospić od 1961. do 2005. godine. Od klimatskih komponenata razmatrani su sljedeći podaci: ukupne mjesečne količine oborina, srednje mjesečne temperature zraka, srednja mjesečna relativna vlaga zraka, srednja mjesečna brzina vjetra i ukupne mjesečne insolacije. Na temelju klimatskih komponenata izračunata je referentna evapotranspiracija (ET_o) metodom Penman-Montheitha (FAO, No. 56, 1998). Oborine su promatrane u višegodišnjem prosjeku i pojavi od 25% slučajeva, zatim su izračunate efektivne oborine za višegodišnji prosjek i vjerojatnost pojave u 25% slučajeva (oborine u vrijednosti donjeg kvartila, Fa=0,25) metodom United States Bureau Reclamation (USBR, FAO, No. 46, 1992). Od poljoprivrednih kultura za potrebu navodnjavanja razmatrane su sljedeće kulture: krumpir, kupus, grah, salata, cikla i šljive. Bilanca vode za ilovasto tlo za svaku kulturu izračunata je prema metodi Palmera (korigiranoj i kalibriranoj prema Vidačeku, 1981.) za dvije različite dubine (do 0,1 m i od 0,1-0,6 m). Vodne značajke tla ilovaste teksture su sljedeće: PK_v=201 mm i Tv=87 mm (do dubine 0,6 m).

U dvije hidrološki različite godine (2003. i 2005.) na području Grada Gospića (obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo - OPG), utvrđeni su prinosi triju uzgajanih kultura: krumpir, kupus i grah i izračunato je moguće povećanje prinosa prema funkciji (FAO, No., 46, 1992):

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right) = k_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_c}\right)$$

Y_a=stvarni prinosi

Y_m=maksimalno mogući prinosi

k_y=čimbenik reakcije prinosa

ET_a=aktualna evapotranspiracija

ET_c=evapotranspiracija kulture

Rezultati i rasprava

A) Klimatske značajke područja Like

Temeljni prirodni činitelji o kojima ovise količina, kvaliteta i pouzdanost biljne proizvodnje jesu tlo, voda i klima. Značajke tla, režim voda i klimatske značajke te njihov međusobni odnos (koji je vrlo promjenljiv i složen)

određuju uspješnost biljne proizvodnje. Svaki klimatski element ima veći ili manji udjel u biljnoj proizvodnji. Međutim, stanje voda i temperatura zraka (tla) dominantni su, pri čemu stanje vlage u tlu znatno određuju oborine i evapotranspiracija.

Klimatske i hidrološke značajke područja dio su nužnih pokazatelja u planiranju navodnjavanja nekog područja.

Potrebu navodnjavanja, a posebno po razdobljima unutar vegetacije, najbolje pokazuju klimatska razmatranja.

Na temelju klimatskih elemenata razvidno je da područje istraživanja (MP Gospić) prema Langovu kišnom faktoru ima humidnu klimu ($K_f=158,3$). Značajke klime za potrebe navodnjavanja prikazat će se važnijim klimatskim elementima i agroklimatskim pokazateljima.

B) Oborine

Svaki klimatski element ima odgovarajući utjecaj u biljnoj proizvodnji. Oborine znatno utječu na režim vode u tlu i podzemlju te na bilancu vode u tlu. Voda u tlo dolazi iz raznih izvora, isto tako na razne ga načine napušta. Za područje Like glavni izvor vode u tlu čine oborine pa se za potrebe navodnjavanja prvenstveno razmatraju podaci o oborinama. Količina i raspored oborina unutar godine neizostavan je element u planiranju biljne proizvodnje. Za fiziološke potrebe biljaka u tlu se sačuva samo dio oborina. Taj dio ovisi o mnogo čimbenika, prvenstveno o kapacitetu tla za vodu, konfiguraciji terena i geološkoj građi te o količini, intezitetu i trajanju oborina. U vrućem i vjetrovitom vremenu slabe kiše izgube se isparavanjem. U slučaju velikih kiša najveći dio vode gubi se otjecanjem.

Godišnja količina oborina, njihova razdioba po mjesecima i godišnjim dobima ili pak maksimalne jednodnevne oborine određuju bitnu značajku klime. Jače oborine nisu povoljne, jer je moguće povećano zbijanje tla, pojava erozije, kraće ili duže stagniranje vode na ravnim površinama i tlima s malom infiltracijom i filtracijom, a moguća su nepoželjna oštećenja mladih biljaka.

Mjesečne, godišnje količine oborina te vegetacijska i izvanvegetacijska količina oborina prikazani su u tablici 1.

Tablica 1.

Mjesečne i godišnje količine oborina (mm), od 1961. do 2005. god., MP Gospić

GOD.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	GOD.	IV-IX.	X-III.
1961.	104,1	30,7	44,6	134,7	89,7	58,1	76,7	33,4	21,4	336,2	212,7	112,5	1255.	414	841
1962.	84,0	72,0	205,1	125,5	108,3	35,5	82,5	0,0	87,9	38,0	413,7	132,7	1385.	440	946
1963.	153,6	129,2	85,5	56,4	62,4	110,7	98,3	106,2	96,9	69,2	157,5	162,9	1289.	531	758
1964.	1,4	43,3	128,6	118,1	93,1	55,3	107,4	123,6	56,8	375,9	117,9	318,6	1540.	554	986
1965.	120,8	19,0	132,8	123,8	113,7	101,7	32,2	178,7	182,0	0,0	346,8	239,3	1591.	732	859
1966.	93,9	116,0	117,7	81,2	158,9	60,0	77,8	171,0	44,8	320,1	355,5	171,1	1768.	594	1174
1967.	69,4	35,5	42,7	117,2	90,2	72,2	79,0	64,0	185,8	65,2	200,1	176,0	1197.	608	589
1968.	95,0	101,4	37,7	17,9	118,4	141,6	32,0	220,5	155,6	23,0	196,8	117,7	1258.	686	572
1969.	120,8	224,9	69,1	112,9	79,1	118,2	52,3	220,3	138,9	0,5	241,3	133,7	1512.	722	790
1970.	189,8	171,0	223,0	116,1	77,7	78,3	152,1	93,4	16,6	69,0	110,8	154,8	1453.	534	918
1971.	196,6	43,0	108,3	108,6	110,1	78,6	15,6	13,9	123,8	27,5	206,8	58,0	1091.	451	640
1972.	174,2	167,0	45,7	152,1	214,3	50,2	70,6	160,2	178,5	61,3	148,8	36,6	1460.	826	634
1973.	55,1	128,3	21,8	123,9	30,5	168,1	75,3	42,6	158,7	114,7	96,4	133,2	1149.	599	550
1974.	72,2	119,4	70,0	82,8	143,6	75,8	62,5	159,4	199,4	461,7	110,0	47,9	1605.	724	881
1975.	19,7	18,9	108,5	107,6	120,1	76,2	55,9	94,9	69,2	217,4	164,7	82,0	1135.	524	611
1976.	45,8	68,4	130,6	110,6	60,1	90,7	106,9	99,3	177,8	207,9	158,9	357,1	1614.	645	969
1977.	133,3	159,3	103,9	86,9	118,7	40,4	140,6	110,1	102,2	93,5	171,7	100,6	1361.	599	762
1978.	198,2	96,6	147,7	161,2	135,7	128,1	59,8	103,9	129,3	67,9	44,4	180,8	1454.	718	736
1979.	153,8	143,1	136,0	109,1	14,4	40,8	114,3	112,3	77,8	118,1	215,1	207,1	1442.	469	973
1980.	171,8	47,2	159,3	148,5	156,7	83,8	26,7	60,5	34,1	242,4	382,2	109,5	1623.	510	1112
1981.	50,2	121,5	84,1	58,3	116,7	202,0	53,0	82,3	193,1	137,4	63,3	390,7	1553.	705	847
1982.	51,1	12,6	122,1	112,5	98,1	57,6	62,2	77,2	84,2	271,7	68,3	235,0	1253.	492	761
1983.	42,2	204,4	84,9	76,8	113,5	43,8	14,4	81,1	103,1	50,6	18,2	77,0	910.	433	477
1984.	176,5	186,4	76,9	83,6	239,6	131,3	16,1	116,6	376,3	140,9	135,8	24,1	1704.	964	741
1985.	141,5	90,9	181,1	82,1	117,4	80,0	5,2	62,7	12,7	52,9	255,1	60,1	1142.	360	782
1986.	148,6	241,6	94,3	140,3	53,4	174,7	79,6	88,2	101,9	114,5	85,5	63,0	1386.	638	748
1987.	199,2	170,1	61,4	94,4	154,7	76,6	51,0	55,8	49,4	118,9	236,7	51,4	1320.	482	838
1988.	128,2	138,4	167,2	113,4	82,4	109,2	4,6	120,4	81,1	76,3	105,8	118,4	1245.	511	734
1989.	1,5	110,6	78,9	132,3	94,0	130,1	90,9	157,1	128,7	42,5	103,8	48,5	1119.	733	386
1990.	18,3	22,2	61,0	138,8	56,3	79,4	92,2	24,6	175,9	176,2	247,8	162,2	1255.	567	688
1991.	69,6	85,0	58,6	121,9	191,4	66,1	86,8	40,6	66,1	252,9	284,7	30,1	1354.	573	781
1992.	64,7	37,7	184,9	67,0	36,4	137,3	74,0	17,9	82,6	505,9	229,1	132,4	1570.	415	1155
1993.	13,6	20,1	87,9	96,0	19,9	33,8	53,7	102,3	186,2	259,1	288,1	236,5	1397.	492	905
1994.	95,0	67,4	37,4	132,6	69,6	66,3	54,8	91,0	177,6	141,4	63,2	124,9	1121.	592	529
1995.	149,4	146,4	131,2	67,2	103,3	289,5	36,7	131,0	210,1	16,4	168,7	305,0	1755.	838	917
1996.	93,2	75,8	46,2	96,8	151,1	75,9	31,9	128,0	283,2	138,0	237,5	162,1	1520.	767	753
1997.	148,0	50,6	54,2	108,9	99,8	114,7	106,3	94,5	52,6	75,7	350,1	157,9	1413.	577	837
1998.	98,5	11,0	19,9	181,8	126,8	56,3	30,0	21,3	318,8	174,3	120,7	96,6	1256.	735	521
1999.	103,5	132,8	76,1	95,9	133,2	71,7	50,1	39,1	91,3	147,7	225,9	239,4	1407.	481	925
2000.	39,4	46,4	114,6	75,1	89,3	33,1	89,1	3,9	185,7	188,3	274,9	227,8	1368.	476	891
2001.	156,9	40,9	206,4	91,7	73,1	81,6	17,4	29,1	190,0	54,8	172,4	91,7	1206.	483	723
2002.	24,4	164,3	27,9	207,9	100,7	84,7	111,4	157,8	308,0	173,2	193,7	107,1	1661.	971	691
2003.	160,3	37,0	8,2	50,8	39,7	44,2	25,0	7,6	131,8	351,7	162,6	79,8	1099.	299	800
2004.	105,2	149,3	127,0	161,3	73,6	80,4	29,2	44,4	79,4	161,7	152,7	192,1	1356.	468	888
2005.	36,4	110,1	82,9	127,7	108,4	16,3	77,2	156,4	152,1	121,1	183,6	240,1	1412.	638	774
min	1,4	11,0	8,2	17,9	14,4	16,3	4,6	0,0	12,7	0,0	18,2	24,1	910	299	386
sred	101,5	97,9	97,6	109,1	103,1	88,9	63,6	91,1	134,7	152,3	188,5	148,6	1377	590	786
max	199,2	241,6	223,0	207,9	239,6	289,5	152,1	220,5	376,3	505,9	413,7	390,7	1768	971	1174

Iz tablice 1 razvidno je da u razdoblju vegetacije (travanj-rujan) prosječno padne manje od 50% od ukupnih godišnjih oborina. Primarni mjesečni oborinski maksimumi javljaju se u jesenskim, a sekundarni u proljetnim mjesecima. Na temelju višegodišnjeg prosjeka i rasporeda količine oborina, može se zaključiti da je on povoljan za uzgoj kultura, ali u sušnijim godinama poljoprivredna proizvodnja vrlo je rizična bez melioracijske mjere navodnjavanja.

U tablici 2 prikazana je vjerojatnost mjesečnih količina oborina za MP Gospić, koja je izračunata prema izrazu:

$$Fa = \frac{2n-1}{2y}x \cdot 100$$

Fa=vjerojatnost pojava (%)

n= broj istovrsnih pojava ili osmatranja

y=ukupan broj pojava ili osmatranja

Povratno razdoblje pojave oborina izračunato je za MP Gospić (tablica 3), za razdoblje 1961.-2005. godina, a izračunato je prema izrazu:

$$P = \frac{y}{n}$$

P=povratno razdoblje (period)

Y=ukupan broj pojava ili osmatranja

n=broj istovrsnih pojava ili osmatranja

Tablica 2.
Vjerojatnost pojava
mjesečnih količina oborina
(mm), od 1961. do 2005.,
MP Gospić

GOD.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	GOD.	Fa (%)
1	199,2	241,6	223,0	207,9	239,6	289,5	152,1	220,5	376,3	505,9	413,7	390,7	1768	1,1
2	198,2	224,9	206,4	181,8	214,3	202,0	140,6	220,3	318,8	461,7	382,2	357,1	1755	3,3
3	196,6	204,4	205,1	161,3	191,4	174,7	114,3	178,7	308,0	375,9	355,5	318,6	1704	5,6
4	189,8	186,4	184,9	161,2	158,9	168,1	111,4	171,0	283,2	351,7	350,1	305,0	1661	7,8
5	176,5	171,0	181,1	152,1	156,7	141,6	107,4	160,2	210,1	336,2	346,8	240,1	1623	10,0
6	174,2	170,1	167,2	148,5	154,7	137,3	106,9	159,4	199,4	320,1	288,1	239,4	1614	12,2
7	171,8	167,0	159,3	140,3	151,1	131,3	106,3	157,8	193,1	271,7	284,7	239,3	1605	14,4
8	160,3	164,3	147,7	138,8	143,6	130,1	98,3	157,1	190,0	259,1	274,9	236,5	1591	16,7
9	156,9	159,3	136,0	134,7	135,7	128,1	92,2	156,4	186,2	252,9	255,1	235,0	1570	18,9
10	153,8	149,3	132,8	132,6	133,2	118,2	90,9	131,0	185,8	242,4	247,8	227,8	1553	21,1
11	153,6	146,4	131,2	132,3	126,8	114,7	89,1	128,0	185,7	217,4	241,3	207,1	1540	23,3
12	149,4	143,1	130,6	127,7	120,1	110,7	86,8	123,6	182,0	207,9	237,5	192,1	1520	25,6
13	148,6	138,4	128,6	125,5	118,7	109,2	82,5	120,4	178,5	188,3	236,7	180,8	1512	27,8

14	148,0	132,8	127,0	123,9	118,4	101,7	79,6	116,6	177,8	176,2	229,1	176,0	1460	30,0
15	141,5	129,2	122,1	123,8	117,4	90,7	79,0	112,3	177,6	174,3	225,9	171,1	1454	32,2
16	133,3	128,3	117,7	121,9	116,7	84,7	77,8	110,1	175,9	173,2	215,1	162,9	1453	34,4
17	128,2	121,5	114,6	118,1	113,7	83,8	77,2	106,2	158,7	161,7	212,7	162,2	1442	36,7
18	120,8	119,4	108,5	117,2	113,5	81,6	76,7	103,9	155,6	147,7	206,8	162,1	1413	38,9
19	120,8	116,0	108,3	116,1	110,1	80,4	75,3	102,3	152,1	141,4	200,1	157,9	1412	41,4
20	105,2	110,6	103,9	113,4	108,4	80,0	74,0	99,3	138,9	140,9	196,8	154,8	1407	43,3
21	104,1	110,1	94,3	112,9	108,3	79,4	70,6	94,9	131,8	138,0	193,7	133,7	1397	45,6
22	103,5	101,4	87,9	112,5	103,3	78,6	62,5	94,5	129,3	137,4	183,6	133,2	1386	47,8
23	98,5	96,6	85,5	110,6	100,7	78,3	62,2	93,4	128,7	121,1	172,4	132,7	1385	50,0
24	95,0	90,9	84,9	109,1	99,8	76,6	59,8	91,0	123,8	118,9	171,7	132,4	1368	47,8
25	95,0	85,0	84,1	108,9	98,1	76,2	55,9	88,2	103,1	118,1	168,7	124,9	1361	45,6
26	93,9	75,8	82,9	108,6	94,0	75,9	54,8	82,3	102,2	114,7	164,7	118,4	1356	43,3
27	93,2	72,0	78,9	107,6	93,1	75,8	53,7	81,1	101,9	114,5	162,6	117,7	1354	41,4
28	84,0	68,4	76,9	96,8	90,2	72,2	53,0	77,2	96,9	93,5	158,9	112,5	1320	38,9
29	72,2	67,4	76,1	96,0	89,7	71,7	52,3	64,0	91,3	76,3	157,5	109,5	1289	36,7
30	69,6	50,6	70,0	95,9	89,3	66,3	51,0	62,7	87,9	75,7	152,7	107,1	1258	34,4
31	69,4	47,2	69,1	94,4	82,4	66,1	50,1	60,5	84,2	69,2	148,8	100,6	1256	32,2
32	64,7	46,4	61,4	91,7	79,1	60,0	36,7	55,8	82,6	69,0	135,8	96,6	1255	30,0
33	55,1	43,3	61,0	86,9	77,7	58,1	32,2	44,4	81,1	67,9	120,7	91,7	1255	27,8
34	51,1	43,0	58,6	83,6	73,6	57,6	32,0	42,6	79,4	65,2	117,9	82,0	1253	25,6
35	50,2	40,9	54,2	82,8	73,1	56,3	31,9	40,6	77,8	61,3	110,8	79,8	1245	23,3
36	45,8	37,7	46,2	82,1	69,6	55,3	30,0	39,1	69,2	54,8	110,0	77,0	1206	21,1
37	42,2	37,0	45,7	81,2	62,4	50,2	29,2	33,4	66,1	52,9	105,8	63,0	1197	18,9
38	39,4	35,5	44,6	76,8	60,1	44,2	26,7	29,1	56,8	50,6	103,8	60,1	1149	16,7
39	36,4	30,7	42,7	75,1	56,3	43,8	25,0	24,6	52,6	42,5	96,4	58,0	1142	14,4
40	24,4	22,2	37,7	67,2	53,4	40,8	17,4	21,3	49,4	38,0	85,5	51,4	1135	12,2
41	19,7	20,1	37,4	67,0	39,7	40,4	16,1	17,9	44,8	27,5	68,3	48,5	1121	10,0
42	18,3	19,0	27,9	58,3	36,4	35,5	15,6	13,9	34,1	23,0	63,3	47,9	1119	7,8
43	13,6	18,9	21,8	56,4	30,5	33,8	14,4	7,6	21,4	16,4	63,2	36,6	1099	5,6
44	1,5	12,6	19,9	50,8	19,9	33,1	5,2	3,9	16,6	0,5	44,4	30,1	1091	3,3
45	1,4	11,0	8,2	17,9	14,4	16,3	4,6	0,0	12,7	0,0	18,2	24,1	910	1,1

Tablica 3

Povratno razdoblje godišnjih
suma oborina, MP Gospić

Razred	Oborine (mm)	Broj istovrsnih pojava (n)	Povr. razdoblje u god. (P)
I	1800-1700	3	15
II	1700-1600	4	11
III	1600-1500	6	7,5
IV	1500-1400	7	6,4
V	1400-1300	8	5,5
VI	1300-1200	8	5,5
VII	1200-1100	6	7,5
VIII	1100-1000	2	22,5
IX	1000-900	1	45

Iz tablice 2 razvidno je da vjerojatnost pojave godišnje sume oborina u 50% slučajeva iznosi 1.385 mm, dok vjerojatnost pojave u 25% slučajeva iznosi 1.250 mm. U tablici 3 razvidno je da su navedene godišnje sume oborina razvrstane u V. i VI. razred i da se pojedinačno javljaju svakih 5-6 godina (5,5 godina). Zbrojeno, to znači da se na ovom području može očekivati sušnije razdoblje svake 3. godine.

C) Temperatura zraka

Temperatura zraka, odnosno temperaturni pragovi, bitan su klimatski element u biljnoj proizvodnji. Srednje mjesečne i srednje godišnje temperature zraka prikazane su u tablici 4.

Tablica 4.
 Srednje mjesečne i godišnje temp. zraka (°C), od 1961. do 2005., MP Gospić

1961/05	Mjeseci												God.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Min	-8,8	-4,5	-1,2	4,5	9,4	14,5	16,7	13,9	10,5	4,6	-0,1	-4,8	7,5
Sred	-1,4	0,2	3,9	8,2	13,1	16,5	18,5	17,9	13,7	9,3	4,4	-0,3	8,7
Max	3,8	5,5	9,1	11,3	16,3	21,4	21,2	22,9	16,7	12,9	10,2	3,9	10,5

Na temelju srednjih mjesečnih temperatura zraka razvidno je da područje Gospića pripada umjereno toploj klimi (srednja višegodišnja temp. zraka je od 8°C - 12°C). Temperatura zraka (s kojom je povezana i temperatura tla) utječe na izbor kultura i rokove agrotehničkih zahvata. Za poljoprivredne kulture vrlo je štetna temperatura ispod 0°C, odnosno mraz. Na području Like mraza ima sve do kraja svibnja, a najrjeđi je u kolovozu.

D) Relativna vlaga zraka

Relativna vlaga zraka je omjer količine vlage u zraku prema količini koju bi mogao maksimalno sadržavati pri danoj temperaturi. Relativna vlaga zraka utječe na evaporaciju vlage iz tla i transpiraciju vode iz biljaka, kao i na pojavu bolesti i štetnika na biljkama. Što je relativna vlaga zraka veća, manja je evapotranspiracija.

U tablici 5 prikazane su srednje mjesečne i srednja godišnja relativna vlaga zraka.

Tablica 5.
 Srednje mjesečne i godišnja relativna vlage zraka (%), od 1961. do 2005., MP Gospić

1961./05.	Mjeseci												God.
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
Min	72	65	60	57	55	56	51	50	64	71	69	74	64
Sred	83	79	75	72	72	71	69	72	78	81	83	85	77
Max	92	88	86	83	84	82	78	84	86	88	94	92	82

Iz tablica je razvidno da područje Like ima visoku vlažanost zraka. Prosječno najniže vrijednosti relativne vlage zabilježene su u ljetnim, a najviše u zimskim mjesecima. Niska relativna vlaga zraka u kombinaciji s visokim temperaturama može izazvati nepoželjne posljedice na nekim kulturama (palež).

E) Brzina vjetra

Pojava vjetra, njegova brzina i učestalost znatno utječu na poljoprivrednu proizvodnju, poglavito u uvjetima navodnjavanja. O pojavi i brzini vjetra ovisi količina vlage u tlu, odnosno evapotranspiracija. Jaki vjetrovi mogu prouzročiti oštećenja i polijeganje usjeva.

Vrijednosti srednjih mjesečnih i godišnjih brzina vjetra prikazane su u tablici 6.

Tablica 6.

Srednje mjesečne i godišnje brzine vjetra (m/s), od 1961. do 2005., MP Gospić

1961./05.	Mjeseci												Sred.
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
Sred	1,4	1,6	2,1	2,4	1,6	1,3	1,1	0,9	0,9	1,4	1,4	1,7	1,3

Iz tablice 6 razvidno je da prevladavaju male brzine vjetra koje ne mogu imati štetne posljedice na izbor kultura i sustava navodnjavanja.

F) Djelovanje sunca (insolacija)

Dužina izloženosti suncu i zbroj ukupnih temperatura izravno utječu na izbor kultura u plodoredu.

Tablica 7.

Srednje mjesečne i godišnje sume izloženosti suncu (sati), od 1961. do 2005., MP Gospić

1961./05.	Mjeseci												Zbroj
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
Min	18,1	37,1	87,8	98,9	124,6	188,3	205,6	194,7	121,4	52,6	27,9	10,6	1601
Sred	69,0	103,6	151,0	166,8	230,9	254,8	306,3	274,2	189,4	129,2	70,8	54,8	1993
Max	126,7	174,7	244,5	224,2	306,4	359,5	353,4	357,8	282,7	201,2	142,7	104,6	2435

Prosječne satne vrijednosti mjesečnog sisanja sunca prikazane su u tablici 7.

Iz tablice je vidljivo da je taj višegodišnji prosjek na području Gospića 1993 sata. Najveće mjesečne vrijednosti zabilježene u srpnju i kolovozu. Navedene sume temperature dostatne su za uzgoj istraživanih kultura.

G) Evapotranspiracija

Ivan ŠIMUNIĆ
**Analiza mjesečnih
obilježja klime i
potreba
navodnjavanja
u Lici**

Referentna evapotranspiracija (ET₀)

Referentna evapotranspiracija je zbroj vode koja se gubi procesima transpiracije i evaporacije s određene površine u određenom vremenu, odnosno referentna evapotranspiracija je vrijednost evapotranspiracije zelenog travnog pokrivača (visokog 8-15 cm), koji potpuno zasjenjuje površinu, te ne oskudijeva u vodi.

Rezultati referentne evapotranspiracije prikazani su u tablici 8.

Tablica 8.
Referentna evapotranspiracija, od 1961. do 2005., MP Gospić

Mjesec	T _x (°C)	RV _x (%)	Brzina vjetra (km/ dan)	Insolacija (h/dan)	Sol. radij. MJ/m ² /dan	ET ₀ (mm/dan)
I	-1.4	83	121	2.2	4.7	0.4
II	0.2	79	138	3.7	7.7	0.7
III	3.9	75	181	4.9	11.9	1.3
IV	8.2	72	207	5.6	15.6	2.1
V	13.1	72	138	7.5	20.0	3.0
VI	16.5	71	112	8.5	22.1	3.6
VII	18.5	69	95	9.9	23.6	4.0
VIII	17.9	72	78	8.8	20.3	3.4
IX	13.7	78	78	6.3	14.3	2.2
X	9.3	81	121	4.2	9.0	1.2
XI	4.4	83	121	2.4	5.2	0.7
XII	-0.3	85	147	1.8	3.9	0.5
Godišnje	8.7	77	128	5.5	13.2	703

Iz tablice 8 razvidno je da je referentna evapotranspiracija bila najveća u srpnju, a najmanja u siječnju.

Budući da sve izmjerene oborine nisu efektivne, jer se dio oborina gubi, bilo površinskim otjecanjem bilo perkolacijom u dublje slojeve, a drugi se dio zadržava na biljkama i izravno isparava, uveden je pojam efektivnih oborina.

To je dio oborina koje biljke koriste za evapotranspiraciju, a nalaze se unutar područja rizosfere. Drži se da je vrijednost efektivnih oborina oko 85% od ukupno palih oborina, a to ovisi o više čimbenika (fizikalnih i kemijskih značajki tla, količini, rasporedu i intenzitetu oborina, nagutosti terena i dr.).

Tablica 9.

Mjesečna evapotranspiracija, srednje mjesečne oborine i srednje mjesečne ef. oborine pri srednjim vrijednostima oborina i vjerojatnosti pojave u 25% slučajeva (Fa=0,25), od 1961 do 2005 MP Gospić

Mjesac	ET ₀ (mm/mj)	ET ₀ u vegetaciji (mm/mj)	Višegodišnji prosjek				Fa=25			
			Oborine (mm/mj)	*Ef.oborine (mm/mj)	Oborine u vegetaciji (mm/mj)	Ef.oborine u vegetaciji (mm/mj)	Oborine (mm/mj)	Ef.oborine (mm/mj)	Oborine u vegetaciji (mm/mj)	Ef.oborine u vegetaciji (mm/mj)
	A	A1	B	C	B1	C1	D	E	D1	E1
I	12.4		102.0	85.4			51.0	46.8		
II	19.6		98.0	82.6			43.0	40.0		
III	40.3		98.0	82.6			59.0	53.4		
IV	63.0	63.0	109.0	90.0	109.0	90.0	84.0	72.7	84.0	72.7
V	93.0	93.0	103.0	86.0	103.0	86.0	74.0	65.2	74.0	65.2
VI	108.0	108.0	89.0	76.3	89.0	76.3	58.0	52.6	58.0	52.6
VII	124.0	124.0	64.0	57.4	64.0	57.4	32.0	30.4	32.0	30.4
VIII	105.4	105.4	91.0	77.8	91.0	77.8	43.0	40.0	43.0	40.0
IX	66.0	66.0	135.0	105.8	135.0	105.8	79.0	69.0	79.0	69.0
X	37.2		152.0	115.0			65.0	58.2		
XI	19.6		189.0	131.8			118.0	95.7		
XII	15.5		149.0	113.5			82.0	71.2		
God.	704.0	559.4	1379.0	1104.4	591.0	493.3	788.0	695.5	370.0	329.9
Razlika			B- A=675	C-A=400.4	B1-A1=31.6	C1-A1= -66.1	D-A=84	E-A= -8.5	D1-A1= -189.4	E1-A1= -229.5

* Efe. oborine prema metodi USBR (FAO, No. 46,1992)

Iz tablice 9 razvidno je da su u višegodišnjem prosjeku oborine i efektivne oborine (stupci B i C) veće od referentne transpiracije (stupac A). Uspoređujući oborine u vegetaciji (stupac B1) i ET₀ u vegetaciji (stupac A1), razvidno je da je dostatna količina oborina, dok je u odnosu efektivnih oborina (stupac C1) i ET₀ u vegetacijskom razdoblju (stupac A1) vidljiv manjak oborina. Uspoređujući vjerojatnosti pojave oborina u 25% slučajeva (stupac D) i ET₀ (stupac A), vidljivo je da su oborine bile dostatne, dok je usporedba efektivnih oborina (stupac E) i ET₀ (stupac A) pokazala vidljiv nedostatak vode. Ako se u vegetacijskom razdoblju promatraju oborine i efektivne oborine (stupci D1 i E1) i ET₀ (A1), vidljiv je nedostatak vode, odnosno veća je evapotranspiracije nego količina oborina.

Na temelju odnosa evapotranspiracije i oborina u sušnijim godinama (Fa=25%) nameće se zaključak za potre-

bom navodnjavanja kao nužnom hidrotehničkom mje-
rom.

*Potreba kulture za vodom-evapotranspiracija kulture
(ET_c) izračunata je pomoću izraza:*

$$ET_c = ET_o \times kc$$

ET_c=evapotranspiracija kulture

ET_o=referentna evapotranspiracija

kc=koeficijent kulture

Za potrebe navodnjavanja važna su četiri stadija (faze)
razvoja kultura, kao što su:

- početni stadij kulture (usjeva), počinje od nicanja do pokrivenosti tla oko 10%
- razvojni stadij kulture (usjeva) nastavlja se na početni i traje do pokrivenosti tla oko 70%-80%
- središnji stadij kulture (usjeva) nastavlja se na razvojni i traje do početka sazrijevanja, što se obično očituje u promjeni boje lišća ili njegovu padanju
- kasni stadij kulture (usjeva) traje od kraja središnjeg stadija do završetka sazrijevanja, odnosno berbe.

Izbor kultura i prosječno trajanje pojedinog stadija kulture prikazani su u tablici 10.

Tablica 10.
Trajanje određenog stadija kulture

Kultura	Trajanje određenog stadija (faze) kulture			
	Početni	Razvojni	Središnji	Kasni
krumpir	svibanj	lipanj	srpanj	kolovoz
kupus i kelj	lipanj	srpanj	kolovoz	rujan
grah	svibanj	lipanj	srpanj	kolovoz
salata	lipanj	srpanj	srpanj	kolovoz
cikla	svibanj	lipanj	srpanj	kolovoz
šljive	svibanj	lipanj	srpanj	kolovoz

Koeficijent kulture odražava fiziologiju usjeva, stu-
panj pokrivenosti tla (stadij razvoja biljke) i ET_o.

Koeficijenti kultura za pojedine stadije razvoja prika-
zani su u tablici 11.

Tablica 11.
Koefficienti kultura (kc)

Kultura	Koefficient kulture u razvojnim stadijima			
	Početni	Razvojni	Središnji	Kasni
krumpir	0.35	0.6	1.05	0.7
kupus	0.4	0.9	0.95	0.8
grah	0.3	0.7	1.05	0.65
salata	0.5	1.1	0.95	0.9
cikla	0.45	0.7	1.0	0.6
šljive	0.35	0.6	0.7	0.6

Bilanca vode u tlu

Sveukupne pojave premještanja vode u tlu, promjene zaliha vode po dubini profila tla i razmjena vode između tla i drugih prirodnih tijela naziva se vodni režim tla. S hidropedološkog i biljno-proizvodnog stajališta to znači ulaz vode u tlo, njezino zadržavanje i gubitak iz tla u sustavu: tlo-biljka-atmosfera. Količinski izraz za vodni režim tla je vodna bilanca tla.

Nedostatak vode u tlu za različite kulture po mjesecima pri višegodišnjem prosjeku oborina prikazan je u tablici 12, dok je nedostatak vode u tlu po mjesecima pri vjerojatnosti pojave oborina u 25% slučajeva prikazan u tablici 13. Ukupan nedostatak vode prikazan je u tablici 14.

Tablica 12.
Kulture i nedostatak vode (mm) pri prosječnim oborinama (1961.-2005.)

Kultura	Mjeseci												Σ (mm)
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
krumpir							30,1						30,1
kupus							21,0	13,4					34,4
grah							30,1						30,1
salata							33,1	14,8					47,9
cikla							27,0						27,0
šljive							8,8						8,8

Tablica 13.
Kulture i nedostatak vode (mm) pri vjerojatnosti pojave oborina u 25% slučajeva Fa=0,25 (1961.-2005.)

Kultura	Mjeseci												Σ (mm)
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
krumpir						0,4	49,1	25,1					74,6
kupus						8,0	38,1	42,0					88,1
grah						5,7	51,8	21,6					79,1
salata					0,7	8,0	56,7	46,9					112,3
cikla						5,7	48,6	17,3					71,5
šljive						0,4	27,7	14,7					42,9

Tablica 14.
Ukupan nedostatak vode za istraživane kulture (mm)

Uzgajana kultura	Ukupan nedostatak vode (mm)	
	Pri višegodišnjem prosjeku oborina	Pri vjerojatnosti pojave oborina u 25% slučajeva (Fa=25%)
krumpir	30,1	74,6
kupus	34,3	88,2
grah	30,1	79,1
salata	47,9	112,3
cikla	27,0	71,5
šljive	8,8	42,9

Mogućnost povećanja prinosa navodnjavanjem

Visina prinosa uzgajanih kultura na OPG-u dvije različite hidrološke godine (2003. i 2005.) prikazana je u tablici 15. Vidljivo je da su prinosi svih kultura na području Gospića u povoljnijoj hidrološkoj 2005. godini bili očekivano viši, u odnosu na sušniju 2003. godinu. Razlika u visini prinosa kretala se od 68,9% kod graha do 74,4% kod krumpira. Visina i kakvoća prinosa uzgajanih kultura su u korelaciji s ukupnom količinom i rasporedom oborina, poglavito u vegetacijskom razdoblju. Nedostatak vode naročito je štetan u "kritičnom razdoblju" biljke za vodu. To razdoblje može trajati dulje ili kraće, javlja se u različitim razvojnim fazama pojedinih biljaka. Za jednogodišnje biljke kritično razdoblje je vezano za oplodnju i formiranje generativnih organa. Na grafikonu je vidljivo da je upravo u to vrijeme bila izrazito mala količina oborina, koja je negativno utjecala na prinose u 2003. godini, koji su bili niži.

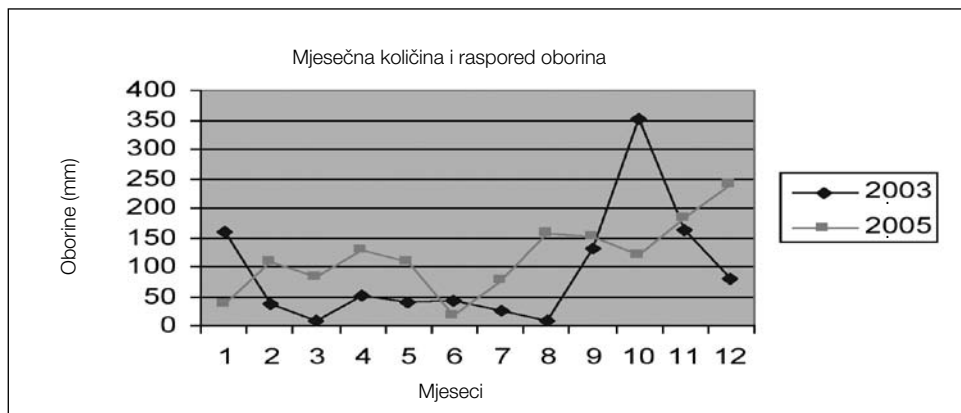
Tablica 15.
Prinos kultura bez navodnjavanja (OPG-Gospić), u 2003. i 2005. godini

Kultura	*Prinos bez navodnjavanja (t/ha), u 2003. godini	*Prinos bez navodnjavanja (t/ha), u 2005. godini	Razlika	
	A	B	t/ha	%
				B-A
krumpir	5,24	9,14	3,90	74,4
kupus	12,51	21,22	8,71	69,6
grah	1,22	2,06	0,84	68,9

* Izvor: Prosječni prinosi na OPG-u Grada Gospića, prema Uredu za gospodarstvo Ličko-senjske županije

Grafikon

Mjesečna količina i raspored oborina, MP Gospić



Sustavom navodnjavanja i osiguranjem dovoljne količine vode prinosi kultura bi se povećali, a biljna proizvodnja bila bi manje rizična. Moguće povećanje prinosa za različite kulture prikazano je u tablici 16. Na području Gospića predviđeno povećanje prinosa istraživanih kultura primjenom navodnjavanja u sušnoj 2003. godini kretalo bi se od 98,1% za kupus do 129,5% za grah.

Tablica 16.

Prinos kultura bez navodnjavanja, mogućnost povećanja prinosa uz mjeru navodnjavanja te moguća razlika prinosa u 2003. godini (OPG-Gospić)

Kultura	Prinos bez navodnjavanja (t/ha)	Mogućnost povećanja prinosa uz navodnjavanje (t/ha)	Razlika	
			t/ha	%
	A	B	B-A	
krumpir	5,24	11,82	6,58	125,5
kupus	12,51	24,78	12,27	98,1
grah	1,22	2,80	1,58	129,5

U hidrološki povoljnijoj 2005. godini bilo bi također moguće ostvariti povećanje prinosa primjenom navodnjavanja svih kultura, s time da bi razlika prinosa između realnog i mogućeg bila manja nego u sušnoj 2003. godini (tablica 17). Povećanje prinosa bilo bi u rasponu od 18,6% za kupus do 42,2% za grah.

Tablica 17.

Prinos kultura bez navodnjavanja, mogućnost povećanja prinosa uz mjeru navodnjavanja te moguća razlika prinosa u 2005. godini (OPG-Gospić)

Kultura	Prinos bez navodnjavanja (t/ha)	Mogućnost povećanja prinosa uz navodnjavanje (t/ha)	Razlika	
			t/ha	%
	A	B	B-A	
krumpir	9,14	12,27	3,13	34,2
kupus	21,22	25,17	3,95	18,6
grah	2,06	2,93	0,87	42,2

Na temelju prikazanih rezultata vidljivo je da bi i u hidrološki povoljnijim godinama bilo moguće povećati prinose uzgajanih kultura kada bi u tlu bilo dovoljno vode. Prema Beltráo i sur. (Beltráo i sur., 1996) najviši prinosi postižu se kada je najpovoljniji odnos zraka i vode u tlu. U suprotnom, javljat će se smanjenje prinosa s većim ili manjim posljedicama, o kojima su pisali Mađar i sur. (Mađar i sur., 1998.), Romić i sur. (Romić i sur., 2005.), Šimunić i sur. (Šimunić i sur., 2006.) i dr.

Prema navedenom, uočljivo je da je više i sigurnije prinose moguće očekivati jedino ako se osigura dovoljno vode u tlu u svim razvojnim fazama kultura.

Stoga je sasvim sigurno da Nacionalni projekt navodnjavanja koji je pokrenula Vlada Republike Hrvatske ima veliko opravdanje u stabiliziranju poljoprivredne proizvodnje i povećanju ekonomske isplativosti, a suša konačno neće prouzročiti "elementarnu nepogodu".

LITERATURA

- BELTRÁO, J. – ANTUNES DA SILVA – ASHER, J. B. (1996): "Modeling the effect of capillary water rise in corn yield in Portugal", *Irrigation and drainage systems* (10), 179-186.
- Food and agriculture organization (1992), *Irrigation and drainage paper, No. 46 (Effective rainfall)*, Rome.
- Food and agriculture organization (1992), *Irrigation and drainage paper, No. 46 (Yield response to water)*, Rome.
- Food and agriculture organization (1998), *Irrigation and drainage paper, No. 56 (Penman-Montheitha)*, Rome.
- HUSNJAK, S. (2007): "Poljoprivredna tla Hrvatske i potreba za melioracijskim mjerama", *Zbornik radova znanstvenog skupa "Melioracijske mjere u svrhu unapređenja ruralnog prostora"*, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti (str. 21-37).

- KOS, Z. (2004): "Hrvatska i navodnjavanje", *Hrvatska vodoprivreda* (142), 30-41.
- MAĐAR, S. – ŠOŠTARIĆ, J. – TOMIĆ, F. – MARUŠIĆ, J. (1998), "Neke klimatske promjene i njihov utjecaj na poljoprivredu istočne Hrvatske". *Znanstveni skup s međunarodnim sudjelovanjem: Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama* (str. 127-135), Zagreb, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti.
- ROMIĆ, D. i sur. (2005), *Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u republici Hrvatskoj*, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- STANCIU, P. (2004): "Drought in 2003 on the Danube River and on the internal rivers in Romania", *XXII Conference of Danubian countries on Hydrological bases of water management. Conference abstracts* (str. 201-202), Brno.
- ŠIMUNIĆ, I. – SENTA, A. – TOMIĆ, F. (2006): "Potreba i mogućnost navodnjavanja poljoprivrednih kultura u sjevernom dijelu Republike Hrvatske", *Agronomski glasnik* (1), 13-31.
- TOMIĆ, F. – ROMIĆ, D. – MAĐAR, S. (2007): "Stanje i perspektive melioracijskih mjera u Hrvatskoj". *Zbornik radova znanstvenog skupa: Melioracijske mjere u svrhu unapređenja ruralnog prostora*. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti (str. 7-20).
- VIDAČEK, Ž. (1981): "Procjena proizvodnog prostora i prikladnosti tla za navodnjavanje u istočnoj Slavoniji i Baranji", *Poljoprivredna znanstvena smotra* (57), 471-502.

ANALIZA MJESEČNIH KOMPONENATA KLIME I POTREBA NAVODNJAVANJA U LICI

Ključne riječi: klima, navodnjavanje, Gospić, Lika.

U radu su razmatrane mjesečne komponente klime i potreba navodnjavanja poljoprivrednih kultura na području Like. U tu svrhu korišteni su klimatski podaci s Meteorološke postaje Gospić. Korišteni su klimatski podaci u nizu od 1961. do 2005. godine. Od klimatskih komponenta razmatrani su sljedeći podaci: ukupne mjesečne količine oborina, srednje mjesečne temperature zraka, srednje mjesečne relativne vlage zraka, srednja mjesečna brzina vjetra i ukupne mjesečne insolacije. Na temelju klimatskih komponenta izračunata je referentna evapotranspiracija (metodom Penman-Montheitha). Oborine su promatrane u višegodišnjem prosjeku i pojavi od 25% slučajeva (sušnije godine), koji su prikazani kroz efektivne oborine (metodom United States Bureau Reclamation-USBR). Od poljoprivrednih kultura za potrebu navodnjavanja razmatrane su kulture: krumpir, kupus, grah, salata, cikla i šljive. Bilanca vode za ilovasto tlo za svaku kulturu izračunata je prema metodi Palmera (korigiranoj i kalibriranoj prema Vidačeku, 1981) za dvije različite dubine (do 0,1 m i od 0,1-0,6 m). Vodne značajke tla su sljedeće: $PK_v=201$ mm i $T_v=87$ mm (do dubine 0,6 m).

Rezultati istraživanja pokazuju da je kod svih kultura utvrđen manjak vode u tlu. Manjak vode u višegodišnjem prosjeku oborina za krumpir je bio 30,1 mm, za kupus 34,3 mm, grah 30,1 mm, salatu 47,9 mm, ciklu 27,0 mm i šljivu 8,8 mm. U pojavi oborina u 25% slučajeva izračunati manjkovi vode bili su za krumpir 74,6 mm, kupus 88,2 mm, grah 79,1 mm, za salatu 112,3 mm, ciklu 71,5 mm i šljive 42,9 mm. Visina prinosa uzgajanih kultura krumpira, kupusa i graha na OPG-u dvije različite hidrološke godine (2003. i 2005.) prikazana je brojčano. Prinosi svih kultura u povoljnijoj hidrološkoj 2005. godini bili su očekivano viši nego u sušnijoj 2003. godini. Razlika u visini prinosa kretala se od 68,9% za grah do 74,4% za krumpir. Moguće povećanje prinosa istraživanih kultura primjenom navodnjavanja u sušnoj 2003. godini

bilo bi od 98,1% za kupus do 129,5% za grah. Povećanje prinosa bilo bi moguće postići i u povoljnijoj hidrološkoj 2005. godini, s time da bi ono bilo manje i kretalo bi se od 18,6% za kupus do 42,2% za grah.

Na temelju analize višegodišnjeg niza klimatskih komponenata izračunate potrebe vode za uzgoj važnijih kultura te izmjerenih prinosa u dvije hidrološki različite godine (2003. i 2005.) može se zaključiti da bi za sigurnije i veće prinose bilo potrebno osigurati manjak vode sustavom navodnjavanja.

ANALYSIS OF MONTHLY CLIMATE COMPONENTS AND IRRIGATION REQUIREMENTS IN LIKA

Keywords: climate, irrigation, Gospić, Lika.

The paper considers the monthly components of climate and irrigation requirements of agricultural crops in Lika. For this purpose use was made of the climate data of the meteorological station Gospić. The sequence of climate data from 1961 to 2005 was used. The following climate components were analyzed: total monthly precipitation, mean monthly air temperature, mean monthly relative air humidity, mean monthly wind velocity and total monthly insolation. Climate components served to calculate referent evapotranspiration (by the Penman-Monteith method). Precipitation was studied in terms of the long-term average and occurrence in 25% cases (drier years) and presented as effective precipitation (by the method of the United States Bureau Reclamation-USBR). The following agricultural crops were considered for irrigation: potato, cabbage, bean, lettuce, beetroot and plum. Water balance of loamy soil was calculated for each crop by the Palmer method (revised and calibrated after Vidaček, 1981) for two different depths (to 0.1 m and from 0.1-0.6 m). Water characteristics of the soil were: $F_{wc}=201$ mm and $W_p=87$ mm (to 0.6 m depth).

Research results show that soil water deficit was recorded for all crops. Water deficit in the long-term precipitation average was 30.1 mm for potato, 34.3 mm for cabbage, 30.1 mm for bean, 47.9 mm for lettuce, 27.0 mm for beetroot and 8.8 mm for plum. Water deficit calculated in 25% cases of precipitation occurrence was 74.6 mm for potato, 88.2 mm for cabbage, 79.1 mm for bean,

112.3 mm for lettuce, 71.5 mm for beetroot and 42.9 mm for plum. Yields of crops produced at a family farm (potato, cabbage and bean) in two different hydrological years (2003 and 2005) are presented numerically. Yields of all crops in the more favourable hydrological year (2005) were, as expected, higher compared to the drier 2003. The difference in yield levels ranged from 68.9% in bean to 74.4% in potato. Potential yield increase of the studied crops through irrigation in the drier year 2003 would amount from 98.1% for cabbage to 129.5% for bean. Yield increase could be achieved also in the more favourable hydrological year 2005; the increase would be lower and would range from 18.6% for cabbage to 42.2% for bean.

Analysis of the long-term sequence of climate components, calculated water requirements for the production of major crops, and yields measured in two hydrologically different years (2003 and 2005) point to the conclusion that for safer and higher yields water deficit should be compensated by provision of an irrigation system.