

Inž. Anđelko Butorac
Poljoprivredni fakultet, Zagreb

UVJETNA BILANCA VLAGE PREMA HIDROTERMICKOM KOEFICIJENTU SELJANINOVA ZA NEKA MJESTA U HRVATSKOJ

Kao najsigurniji pokazatelj osiguranja vlage u tlu, za uspješan uzgoj poljoprivrednih kultura, mogu poslužiti podaci o zalihama vlage u tlu u kritičnim fazama razvitka. Međutim, ne raspoložemo višegodišnjim ispitivanjima takvog karaktera, da bismo mogli govoriti o dinamici vlage u tlu. Zbog toga se često služimo prilikom ocjene osiguranja poljoprivrednih kultura vlagom, analizom meteoroloških elemenata.

Najosnovniji i najnesavršeniji pokazatelj za prvu orijentaciju u pogledu osiguranja vlagom, jest suma oborina za jednu godinu (G. Z. Venckjevič). Sa stanovišta uspješne poljoprivredne proizvodnje posebna važnost se pridaje oborinama u toku vegetacionog perioda, posebno njihovom slijedu iako značajnu ulogu igraju i oborine koje padaju van perioda vegetacije.

Metod Seljaninova nastoji utvrditi veze između isparavanja i atmosferskih prilika pod pretpostavkom, da je utrošak vlage na isparavanju u toplim mjesecima približno jednak temperaturnoj sumi umanjenoj za 10 puta:

$$O = \frac{\sum t}{10}$$

Uzmemo li odnos sume oborina za topli period prema sumi isparavanja vode iz tla za taj isti period prema Seljaninovu, dobivamo hidrotermički koeficijent ili »uvjetnu bilancu vlage«, koja odražava osiguranje nekog mjesta vlagom. Hidrotermički koeficijent (Ks) jest odnos između sume oborina za određeni period i temperaturne sume za taj isti period umanjene za 10:

$$Ks = \frac{\sum O}{t} \cdot 10$$

Iskustvom se došlo do saznanja, da za izračunavanje hidrotermičkog koeficijenta kao i za podjelu na klimatske zone ne treba uzimati periode kada je srednja dnevna temperatura iznad 10° C. U ovu svrhu se koriste temperaturni pragovi od prolazna temperatura zraka u proljeće »kroz« prag od 10° C do njezinog pada u jesen ispod 10° C. Ovaj period smatramo toplim ili periodom aktivnog porasta biljaka.

Prema veličini hidrotermičkog koeficijenta Seljaninova razlikujemo 5 zona osiguranja vlagom:

I zona sa bilancom vlage većom od 1,3 je zona ekcesivne vlažnosti tla, osobito u predjelima sa bilancom vlage većom od 1,5;

II zona sa bilancom vlage 1,3—1,0 je zona dovoljne vlažnosti;

III sušna zona sa bilancom vlage od 1,0—0,7 s jasno izraženim nedostatkom vlage a navodnjavanje je rentabilno pri uzgoju najvažnijih kultura;

IV zona sa bilancom vlage 0,7—0,5 je zona suhog ratarenja (»dry farming«) niskih i nepouzdanih prinosa; navodnjavanje je rentabilno i za glavne kulture (lucerna, pšenica);

V zona s bilancom vlage manjom od 0,5 je zona navodnjavanja (polupustinje i pustinje), a agrikultura je moguća i uspješna samo uz navodnjavanje.

Osiguranje vegetacionog perioda vlagom najbolje je određivati pomoću hidrotermičkog koeficijenta Seljaninova. Osnovna vrijednost hidrotermičkog koeficijenta sastoji se u tome, što predstavlja odnos dvaju najznačajnijih meteoroloških elemenata u aktivnom periodu vegetacije, te se za ocjenu osiguranja vlagom može daleko uspješnije koristiti od kišnog faktora po Langu i indeksa ariditeta po de Martonneu.

U tabeli 1 prikazane su vrijednosti hidrotermičkog koeficijenta po poljoprivrednim rajonima u Hrvatskoj.

Tab. 1

Polj. rajon	Mjesto	Hidrotermički koeficijent po godinama										Sred- srednjaka		
		1948.	1949.	1950.	1951.	1952.	1953.	1954.	1955.	1956.	1957.	njak	maкс. min.	
I	Osijek	1,20	0,73	0,60	1,00	0,73	0,92	1,70	1,43	1,23	1,23	1,08	1,70	0,60
I	Sl. Požega	1,65	0,88	0,91	1,43	0,91	1,08	1,52	2,20	1,51	1,60	1,37	2,20	0,88
II	Bjelovar	1,76	1,07	0,75	2,18	0,83	1,44	2,01	2,15	1,69	1,22	1,50	2,18	0,75
II	Križevci	1,57	1,25	0,97	2,00	1,04	1,73	2,00	1,82	1,47	1,67	1,55	2,00	0,97
II	Varaždin	1,97	1,40	1,28	2,13	1,19	1,96	2,02	2,04	1,59	2,47	1,80	2,47	1,19
II	Zagreb-Maksimir	1,76	1,08	1,06	2,29	0,93	1,62	2,18	1,70	1,24	1,64	1,55	2,29	0,93
II	Botinec	1,91	1,07	0,89	1,94	1,08	1,60	2,39	2,18	1,73	1,72	1,65	2,39	0,89
II	Sisak	2,06	1,09	0,74	2,29	0,81	1,59	2,08	2,12	1,30	1,75	1,58	2,29	0,74
III	Gospić	1,47	1,77	1,01	2,02	1,36	1,91	1,93	2,65	2,41	2,65	1,92	2,65	1,01
III	Skrad	—	—	—	—	1,94	3,32	2,91	3,96	2,60	3,77	3,08	3,96	1,94
IV	Pazin	—	—	1,10	1,49	1,53	1,85	1,63	1,96	1,34	1,28	1,52	1,96	1,10
IV	Fažana	—	—	—	—	—	1,30	1,08	1,40	1,15	1,12	1,21	1,40	1,08

(Napomena: sva mjesta nemaju isti broj godina osmatranja).

Razmatrajući kritički podatke iz tabele, vidimo da u pojedinim godinama dolazi do znatnih odstupanja u vrijednostima hidrotermičkog koeficijenta, iako se u prosjeku naši glavni poljoprivredni rajoni nalaze ili u zoni dovoljne vlažnosti ili u zoni suvišnog vlaženja. U pojedinim godinama vrijednosti K_s odgovaraju sušnoj zoni ili čak zoni suhog ratarenja, što je u skladu s kolebanjima klime u pojedinim godinama. U ekstremnim slučajevima — ekstremno sušne godine — te vrijednosti padaju do 0,6 (Osijek 1950.) ili rastu do 3,96 (Skrad 1955. — ekstremno vlažne godine. U istočnim dijelovima Hrvatske vrijednosti hidrotermičkog koeficijenta su najniže (I polj. rajon), dok prema zapadnim i planinskim predjelima rastu (II i III polj. rajon). Ovi krajevi se ističu kao vrlo vlažni. Vrijednosti su niže u obalnom pojasu. Pazin u tom pogledu nije tipičan reprezentant, dok vrijednosti za Fažanu vjerodostojnije ilustriraju stanje u obalnom pojasu. Ove razlike se naročito uočavaju iz grafičkog prikaza (graf. I) iz kojeg se vidi kojoj klimatskoj zoni u smislu hidrotermičkog koeficijenta pripadaju pojedini rajoni.

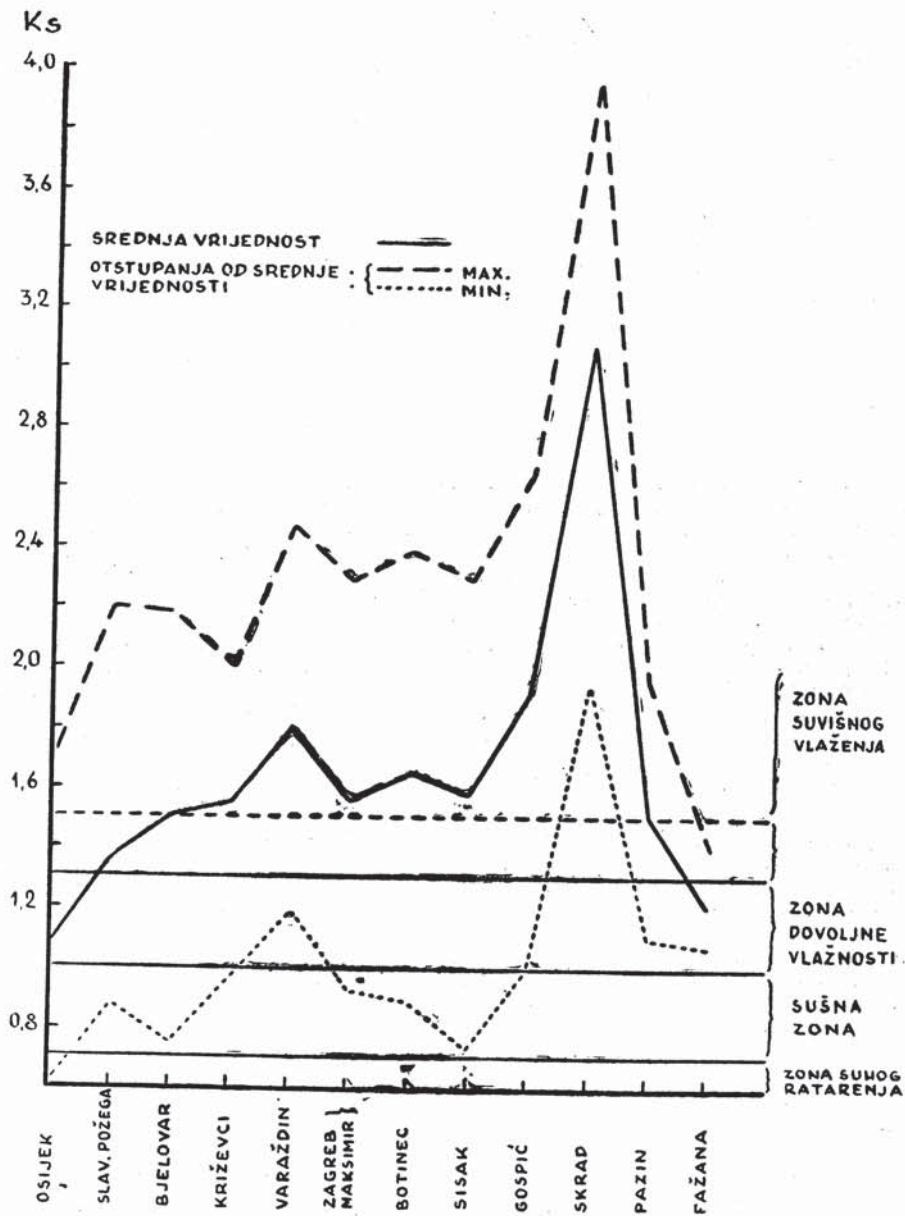
Zbog promjena hidroloških osobina pojedinih rajona na sjevernoj hemisferi od sjevera prema jugu, te u pravcu udaljavanja od mora (prema istoku) osiguranje vlagom, a to znači i bilanca vlage, podvrgnuti su promjenama. U tom pravcu mijenja se intenzitet evaporacije, te količina i karakter oborina. Ovo vrijedi i za našu zemlju, pa su vrijednosti hidrotermičkog koeficijenta veće od onih koje navodi Seljaninovi za pojedine klimatske zone. U skladu s klimatskim zonama trebalo bi rajon sjeverozapadne Hrvatske uvrstiti u I zonu suvišnog vlaženja. Stvarno stanje više odgovara karakteristikama II zone, tj. zone dovoljne vlažnosti. Krajnjom granicom agrikulture u smislu hidrotermičkog koeficijenta smatraju se zone sa bilancom vlage manjom od 0,5, poglavito u mjesecima najintenzivnije vegetacije.

Iz podataka u tabeli 1 može se zaključiti, da zona jačeg vlaženja obuhvaća sjeverozapadne i planinske dijelove Hrvatske, dok istočni dijelovi i djelomično obalni pojas pripadaju zoni dovoljnog vlaženja.

U uskoj vezi s osiguranjem vlage je i osiguranje toplinom kulturnih biljaka.

Još u prošlom vijeku došlo se do spoznaje da je nastupanje pojedinih faza razvitka (fitofenofaza) povezano s akumuliranjem određene sume pozitivnih temperatura (iznad 0°C), te da je brzina razvoja u direktnoj vezi s pozitivnim temperaturama. Takvo shvaćanje odražava i metod Haberlanda, koji potrebe biljaka za toplinom izražava jednostavnim sumiranjem svih pozitivnih temperatura. Izučavanja sovjetskih istraživača su pokazala, da suma temperatura, koje je utvrdio Haberland, ne odražavaju stvarne zahtjeve biljaka za toplinom. T. D. Lisenko

GRAF. 4



smatra, da osnovna greška kod obračunavanja sume svih pozitivnih temperatura leži u tome, što se za obračunavanje uzima temperatura smrzavanja vode. Međutim, većina biljaka počinje svoje životne funkcije pri višoj temperaturi. Biološki minimumi temperatura za pojedine faze su različiti. Prema G. T. Seljaninovu i

F. F. Davitaji početak procesa rasta ogromne većine kulturnih biljaka počinje pri višim temperaturama (10° C i iznad). Broj dana s temperaturom iznad 10° C i više, može služiti kao izraz trajanja aktivnog porasta biljaka i kao siguran pokazatelj osiguranja toplinom poljoprivrednih kultura srednjih i južnih geografskih širina. Iz podataka u donjoj tabeli (tabela 2) vidi se da na području Hrvatske taj broj varira i kreće se u planinskom dijelu ispod 6 mjeseci, u većem dijelu I i II poljoprivrednog rajona iznad 6 mjeseci, a u obalnom pojasu iznad 7 mjeseci. U Gospiću i Skradu period temperatura iznad 10° C nastupa tek krajem travnja, odnosno početkom svibnja, a završava već krajem prve dekade listopada, dok npr. u obalnom pojasu (Fažana) nastupa već prvih dana travnja, a završava početkom druge dekade studenoga.

T a b. 2

Polj. rajon	M j e s t o	Temperatura u ° C			Suma oborina	Temperaturna suma	O d s t u p a n j a	
		P	≥ 10 S	Td			oborine	temp.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	Osijek	6. IV	21. X	198	382,7	3.596,0	382,7=0	3.596,0=0
I	Sl. Požega	10. IV	18. X	190	451,0	3.328,0	+ 68,3	— 268,0
II	Bjelovar	11. IV	14. X	186	482,0	3.228,7	99,3	367,3
II	Križevci	16. IV	14. X	181	480,4	3.112,5	97,7	483,5
II	Varaždin	14. IV	15. X	184	557,6	3.104,1	174,9	491,9
II	Zagreb — Maksimir	10. IV	19. X	192	517,8	3.359,2	135,1	236,8
II	Botinec	10. IV	20. X	193	555,0	3.399,7	172,3	196,3
II	Sisak	8. IV	19. X	194	534,8	3.423,4	152,1	172,6
III	Gospić	26. IV	10. X	167	505,6	2.683,7	122,9	912,3
III	Skrad	3. V	9. X	159	773,5	2.597,4	390,8	998,6
IV	Pazin	15. IV	27. X	195	498,6	3.283,4	115,9	312,6
IV	Fažana	3. IV	13. XI	224	498,2	4.104,4	115,5	+ 508,4

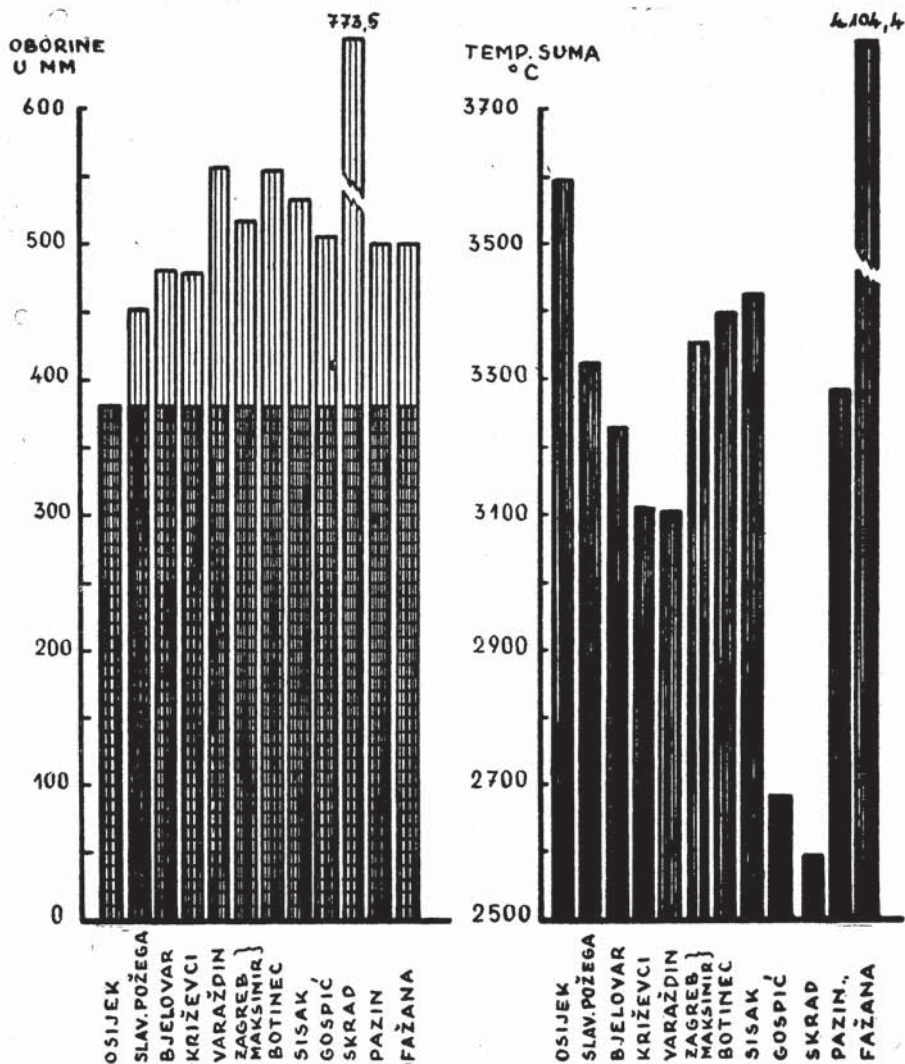
P = početak, S = svršetak, Td = trajanje u danima

Razmotrimo li nadalje sume oborina i sume srednjih dnevnih temperatura za vrijeme perioda srednjih dnevnih temperatura iznad 10° C, odmah se uočava da u predjelima porasta oborina dolazi do pada temperaturne sume. Iz stupaca 8 i 9 se vidi kolika su ta odstupanja posebno za oborine, posebno za temperature ako se kao osnovna (0) vrijednost uzmu vrijednosti za Osijek. Naime, na području Osijeka u toku vegetacionog perioda padne najmanje oborina, dok je u isto vrijeme temperaturna suma gotovo najveća (Fažana 4.104,4° C, Osijek 3.596,0° C). Ova odstupanja naročito se uočavaju iz slijedećeg grafičkog prikaza (graf. 2).

Na području Gorskog Kotara (Skrad) padne u toku vegetacije više od dvostruke količine oborina u odnosu na Osijek. Uzme li se u obzir, da je zbroj srednjih dnevnih temperatura iznad 10° C najniži, lako je shvatiti zbog čega je hidrotermički koeficijent najviši. Uočava se, da se s porastom količine oborina odnosno smanjenjem temperaturne sume povećava hidrotermički koeficijent odnosno bilanca vlage. Za ispravnu interpretaciju osiguranja nekog mjesta vlagom odnosno toplinom treba poznavati sume oborina odnosno sume srednjih dnevnih temperatura za aktivni period vegetacije.

Seljaninov smatra, da se na području Urala za svaki stupanj geografske širine suma aktivnih temperatura mijenja za 100° C — povećava se prema jugu, a smanjuje prema sjeveru. On, nadalje, smatra, da se s povećanjem nadmorske visine za 100 m suma aktivnih temperatura smanjuje za 100—150° C, ali da ipak ne postoji neka pravilnost. U klimatskom pogledu naša zemlja se nalazi u posve dru-

Graf. 2.



gim uvjetima, gdje se sukobljavaju različiti klimatski tipovi na mnogo manjem prostoru i ne može se govoriti o nekoj pravilnosti u smislu postavki Seljaninova.

Ako u zaključku kritički razmotrimo temperaturnu sumu dobivenu sumiranjem srednjih dnevnih temperatura iznad 10° C, onda se može reći da ona predstavlja znatan napredak u odnosu na zbrajanje svih pozitivnih temperatura. Međutim, griješi se ako se uvijek ograničava na temperaturnu sumu za cijeli vegetacioni period. Nekad taj period treba podijeliti na više potperioda. Razlog leži u tome, što suma temperatura može zadovoljiti za uzgoj neke kulture uzevši u cjelini, ali se dešava da dolazi do pada temperature ispod biološkog minimuma za pojedine fenofaze, ranih i kasnih mrazeva i sl.

ZAKLJUČAK

Na osnovu podataka u tabeli 1 i grafičkog prikaza (graf. 1) može se zaključiti, da se područje Hrvatske nalazi ili u zoni suvišnog vlaženja ili u zoni dovoljne vlažnosti u smislu hidrotermičkog koeficijenta Seljaninova.

Zona jačeg vlaženja obuhvaća sjeverozapadne i planinske dijelove Hrvatske. Istočni dijelovi i obalni pojas pripadaju zoni dovoljne vlažnosti.

U ekstremnim slučajevima — ekstremno vlažne ili ekstremno suhe godine — postoje znatna odstupanja kako u pravcu humiditeta tako i u pravcu ariditeta klime (sušna zona i zona suhog ratarenja).

U pogledu broja dana s aktivnim temperaturama iznad 10° C dolazi do znatnih variranja (Gospić 159, Osijek 198, Fažana 224 dana).

Pokazuje se gotovo pravilan odnos porasta sume temperatura sa smanjenjem količine oborina. Međutim, ovo je pitanje kompleksno, jer pored interakcije oborina i temperatura djeluju i drugi meteorološki elementi.

LITERATURA

1. Todorović D. B. »Opšte ratarstvo« III prerađeno izdanje, Beograd, 1960.
2. Venckjević G. Z. »Seljskohazjajstvenaja meteorologija«, Hidrometeorološkičkoje izdateljstvo 1956.
3. Vujević P. »Meteorologija« Beograd 1958.