

**Inž. Anđelko Butorac**

Poljoprivredni fakultet, Zagreb

### **TOPLINSKO STANJE TLA I NAJKARAKTERISTIČNIJI PRAGOVİ TEMPERATURE TLA ZA NEKA MJESTA U GLAVNIM POLJOPRIVREDNIM RAJONIMA HRVATSKE**

Od ogromne količine sunčane zračne energije, koja pada na površinu zemlje veliki dio apsorbira zemlja, a posljedica toga je njeno zagrijavanje. Sunčana zračna energija, koja je apsorbirana od zemlje stvara apsorpcioni aktivni sloj. Od prispjele zračne energije na površinu zemlje jedan dio služi za zagrijavanje zemljine površine i dubljih slojeva. U različitim klimatima mijenjat će se dnevni odnosno godišnji raspored temperature tla. U vezi s time dolazimo do pojave ranijeg ili kasnijeg prolaženja temperature tla kroz određene granične vrijednosti. Kako i na koji način se ta pojava očituje u našim tlima pored ostalog cilj je ovih razmatranja, da bi se na temelju toga dobili odgovarajući zaključci u pogledu roka sjetve važnijih poljoprivrednih kultura.

#### **ZNAČAJ GRANIČNIH VRIJEDNOSTI**

Temperaturni pragovi predstavljaju granične vrijednosti određenih temperatura, kod čega se često koristi izraz kardinalne temperature. Kardinalne temperature u životu biljaka jesu: 0,5, 10, 15 i 20°C. One se podjednako odnose na toplinsko stanje tla i zraka.

Datum ustaljenog prolaska temperature kroz 0°C u proljeće označava kraj zime, a u jesen zadnji dan nesmrznutog stanja tla. Kod 5°C počinje odnosno prestaje aktivni život bilja; iznad 10°C počinje proces rasta većine kulturnih biljaka. Broj dana sa temperaturom od 10°C i iznad služi kao izraz trajanja aktivnog porasta biljaka. Dužina perioda sa temperaturom iznad 15°C može služiti kao pokazatelj opskrbljenosti toplinom izrazito termofilnih biljaka. Iznad 20°C počinje vegetacija tropskih kultura.

Minimalne temperature za početak vegetacije pojedinih skupina poljoprivrednih kultura kreću se u granicama ovih vrijednosti zavisno o tome da li je neka kultura izrazito termofilna (kasne jarine) ili početak vegetacije pada ranije (rane jarine). Ovdje u prvom redu pomišljamo na minimalne temperature za klijanje. Nije rijedak slučaj da se sjetva obavlja u hladno i vlažno tlo čije su posljedice nejednolično i loše nicanje usjeva, što za sobom povlači znatno sniženje žetvenih prinosa. Često se zanemaruje optimalni rok sjetve, koji je najčešće uvjetovan stanjem tla, u prvom redu njegovim termičkim i hidričkim osobinama. One u većoj ili manjoj mjeri izmiču kontroli čovjeka, pa zbog toga prilikom određivanja termina sjetve treba voditi računa o toplinskom stanju tla. U tu svrhu mogu nam poslužiti pragovi temperature tla.

#### **IZRAČUNAVANJE GRANIČNIH VRIJEDNOSTI**

Pomoću slijedećih dviju formula vršimo izračunavanje početka perioda s odgovarajućom temperaturom (npr. temperature od 5°C):

$$1) n = \frac{b - a}{30} \qquad 2) x = \frac{(5 - a)}{n}$$

a — predstavlja srednju mjesečnu temperaturu, koja je najbliža vrijednosti 5, a manja je od nje;

b — predstavlja srednju mjesečnu temperaturu, koja je najbliža vrijednosti 5, a veća je od nje;

x — je broj dana koje treba dodati srednjem danu mjeseca sa temperaturom

»a«, da bi se dobio datum nastupanja temperature od 5°C;  
 n — koeficijent (uvijek se računa na 3 decimale);  
 30 — broj dana u mjesecu (zaokruženo).

Za izračunavanje datuma svršetka perioda s određenom temperaturom (uzmimo ponovno primjera radi 5°C) »x« tj. broj dana koje u ovom slučaju treba dodati mjesecu sa temperaturom »b« (većom od 5°C) dobije se iz formule koja glasi:

$$3) x = \frac{(b - 5)}{n}$$

Na isti način izračunava se datum početka odnosno svršetka perioda sa srednjom dnevnom temperaturom od 10, 15 i 20°C upisujući u formule 2 i 3 10, odnosno 15, odnosno 20 umjesto 5.

Početak perioda s određenom temperaturom nazivamo još i uzlaz, a svršetak silaz. To odgovara godišnjem hodu temperature.

Pomoću istih formula vrši se izračunavanje temperaturnih pragova temperature zraka. Kao primjer navodi se izračunavanje temperaturnog praga temperature zraka za Osijek prema 10 — godišnjem prosjeku temperature (1948—1957), a za graničnu vrijednost od 10°C.

Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Sred. mjes. temp.	—0,8	0,3	5,2	11,6	16,1	19,9	21,6	21,1	17,3	11,1	5,6	1,6

Uvrstimo li u formule 1, 2 i 3 vrijednosti za »a« i »b« imat ćemo dalje za početak perioda — uzlaz — ovaj izraz:

$$n = \frac{11,6 - 5,2}{30} = 0,213$$

$$x = \frac{10 - 5,2}{0,213} = 22,5$$

Za svršetak perioda — silaz — sa temperaturom od 10°C imamo ovaj izraz:

$$n = \frac{11,1 - 5,6}{30} = 0,183$$

$$x = \frac{11,1 - 10}{0,183} = 6,0$$

Ako vrijednost  $x = 22,5$  za početak perioda dodamo srednjem danu mjeseca sa temperaturom »a« (u našem slučaju to je mjesec mart) tj.  $15,5 + 22,5$  dobijemo, nakon što od zbroja 38 odbijemo 31 (broj dana u mjesecu martu) da je početak perioda 7. aprila. Na analogan način postupit ćemo pri određivanju svršetka perioda tj. vrijednost 6,0 dodat ćemo srednjem danu mjeseca sa temperaturom »b« (u našem slučaju to je oktobar) pa imamo  $15,5 + 6,0 = 21,5$  ili zaokruženo svršetak perioda pada 22. oktobra.

#### PEDOLOŠKI PODACI ISPITIVANJA TALA

Navode se osnovni pedološki podaci o lokalitetima gdje su smješteni geotermometri:

**Osijek.** Tlo pripada grupi ispranih smeđih tala, koja se nalaze na okolnim poljima. Od 0—29 cm smeđa ilovača; AB 30—40 cm prelazni pothorizont smeđe boje; B 48—100 cm pothorizont. Sa dubinom prevladavaju maslinaste nijanse lesolikog materijala; C<sub>1</sub>G 125—150 cm zaglejeni karbonatni sloj, lesoliki materijal. Ovaj horizont je vlažan i upućuje na visoki nivo podzemne vode.

**Varaždin.** Aluvijalna zaravan u dolini Drave. Tlo je kroz cijeli profil jako skeletoidno. To je karbonatni aluvij. Od 0—26 cm pjeskovita ilovača do skeletoidna, gusto isprepletena korijenjem trava i prošarana hodnicima glista; 26—32 cm orašasta i sitno grudasta ilovača koja postepeno prelazi u 32—92 cm pjeskovitu ilovaču, jako skeletoidnu. Korijenje dopire još u ovaj sloj. Podzemna voda na dubini 2,5—3 cm.

**Gospić.** Tlo je antropogenizirana vriština. Aor 0—22 cm svijetložućkasto smeđa do žućkastosmeđa sa nešto grudastih, graškastih i mrvičastih agregata, čemu je razlog travna vegetacija, a i antropogenizacija; AB 22—34 cm glinasta ilovača; B<sub>1</sub> 34—73 cm iluvijalni horizont, laka glina; B<sub>2</sub> 80—123 cm iluvijalni pothorizont lake gline upućuje na horizonte pseudoglej tla; B<sub>3</sub> 123—150 cm iluvijalni pothorizont za razliku od B<sub>2</sub> — pjeskovitiji.

**Fažana.** Tlo je plitka crvenica. Na površini se vidi skelet, koji potječe od matičnog supstrata. Aor 0—25 cm obradivi sloj crvenosmede do žućkasto-crvene boje, laka glina. Profil je skeletoidan; laka glina skeletoidna, a C 50 cm slabo rastrošen pločasti vapnenac u čijim pukotinama ima sitnice.

Fizikalna svojstva tla (neka) i sadržaj humusa u različitim dubinama prikazani su u tabelama I i II.

Tabela I

Mjesto	Dubina tla u cm	Fizikalna svojstva (neka)		Kapacitet za zrak
		Ret. kapacitet za vodu vol. ‰	Porozitet	
Osijek	10—20	39,8	51,4	12,0
	28—35	38,3	43,1	4,8
	50—55	38,6	41,5	2,9
	98—105	40,0	52,0	12,0
	3—8	37,8	46,9	9,1
Varaždin	18—23	35,8	47,0	12,1
	28—33	35,6	46,6	11,0
	45—55	33,6	48,0	14,4
	98—106	37,5	43,9	6,4
Gospić	8—13	39,8	47,5	7,7
	48—53	40,7	43,3	2,6
	98—105	40,8	42,7	1,9
Fažana	10—25	39,1	48,1	9,0
	27—32	35,5	46,6	11,1

Tabela II

Mjesto	Dubina tla u cm	Sadržaj humusa u ‰
Osijek	0—25	4,2
	30—45	3,3
	55—65	2,5
Varaždin	5—15	4,7
	25—35	4,3
	45—55	2,9
Gospić	5—20	4,7
	23—34	2,1
	45—55	1,4
Fažana	2—15	4,6
	15—25	3,8
	30—50	1,7

Značaj fizikalnih osobina tla leži u prvom redu u činjenici da se povećanjem vlage tla povećava i provodenje topline. Porastom količine zraka u porama tla smanjuje se provodljivost za toplinu. Ovo proističe odatle što voda ima najveći kapacitet za toplinu, najveću specifičnu toplinu i dobar je vodič za toplinu, te djeluje na izmjenu sunčane energije i hod temperature tla. Po drugoj strani zrak je najlošiji vodič topline.

Od svih kemijskih osobina humus u najvećoj mjeri utječe na klimu tla. Uz to ima veliki kapacitet za vodu, te utječe na termičke osobine tla. U tom pogledu razlikuje se djelovanje vlažnog i suhog humusa (djeluju suprotno).

#### REZULTATI IZRAČUNAVANJA

Na području Hrvatske u postojeću mrežu agrometeoroloških stanica uključeni su geotermometri. Stanice su uglavnom locirane u važnijim klimatskim i zemljišnim tipovima. Kao karakteristične dubine za mjerenje uzete su slijedeće: 0, 2, 5, 10, 20, 30, 50 i 100 cm. Ovdje se ne razrađuju podaci za dubine 0, 5, 20 i 100 cm (0 cm predstavlja isključivo površinski sloj tla). Toplinske osobine tla na dubinama 2, 10, 30 i 50 cm značajne su za određene grupe kultura u različitim stadijima razvoja. Rezultati izračunavanja prema izvršenim mjerenjima za niz 1955—1958. godine navode se u tabeli III u kojoj P znači početak perioda određene kardinalne temperature, S svršetak, a Td trajanje perioda u danima. U razmatranja se uzimaju slijedeći punktovi: Osijek, Varaždin, Gospić i Fažana kao predstavnici sva četiri poljoprivredna rajona.

Uzmemo li u obzir datume početka određenih kardinalnih temperatura tla i njihove amplitude u pojedinim godinama, a u vezi s biološkim minimumom temperature za neke kulture u fazi klijanja, doći ćemo do odgovora kada padaju donji granični rokovi sjetve. Kod toga je nužno voditi računa o dubini sjetve koja se kod važnijih kultura kreće u cm:

strne žitarice	3— 5
kukuruz	4— 7
grahorice	3— 4
repe	2— 3
konoplja	2— 4
djeteline	1— 2
cikorija	0,5— 1
suncokret	3— 5
krumpir	10—15

Potrebno je dati izuzetnu važnost u prvoj fazi razvitka biljaka početku temperaturnih pragova od 5 i 10°C. Uvažujući jedan od osnovnih aksioma kalorike po kojem toplina prelazi s toplijeg tijela na hladnije dok im se temperature ne izjednače, treba prilikom sjetve uzeti u obzir toplinsko stanje i sjetvenog i korijenskog sloja. Dešava se da sjetveni sloj ima odgovarajuću minimalnu temperaturu za klijanje nekog usjeva, ali je donji sloj hladniji — postoji jače izražen temperaturni gradijent — pa ako prevlada proces radijacije nad insolacijom, drugim riječima hlađenje nad zagrijavanjem tla, gornji slojevi tla se hlade ispod biološkog minimuma. To često dovodi do zastoja u vegetaciji, pa i propadanja usjeva. Češće dolazi do ove pojave kod termofilnih usjeva (kukuruz i dr.).

Mjerenja temperature tla korištena za izračunavanje izvršena su na tlima bez vegetacije. Međutim, jasno je da su gola tla nezaštićena od direktnih sunčanih zraka i postaju vrlo topla za najtoplijeg dijela dana. Kada dođe hladna sezona takva nezaštićena tla rapidno gube svoju toplinu u atmosferu. Po drugoj strani dobar vegetacioni pokrivač zaustavlja znatan dio sunčane energije, koja spriječava tla ispod da budu topla kao gola tla za vrijeme ljeta. U zimi vegetacija djeluje kao jedan izolirajući pokrivač, koji smanjuje odnos gubitka topline iz tla. Općenito, zaštićena tla su hladnija ljeti, a toplija zimi od golih tala.

Još 1883. godine Wollny je dokazao da su dnevne varijacije temperature tla na dubini od 10 cm 2—4°C veće u golim tlima nego pod travnim pokrivačem. Utjecaj pokrivača bio je veći što je dnevna insolacija veća.

U tabelama III i IV iznose se rezultati izračunavanja temperaturnih pragova po slojevima od 2—50 cm.

Uzete su četiri klimatski različite godine (1955—1958). U tabeli IV posebno se pregledno navode podaci najranijeg odnosno najkasnijeg početka određenih temperaturnih pragova po dubinama, te najranijeg i najkasnijeg svršetka za isti period.

\* Biološki minimum temperature je donja granica temperature aktivne vegetacije poljoprivrednih kultura u raznim fazama razvitka.

T a b e l a III

**Temperaturni pragovi  
prosječne vrijednosti za period 1955—1958)**

Mjesto	Temp. pragovi u °C	Dubina tla u cm															
		2				10				30				50			
		P	S	Td	P	S	Td	P	S	Td	P	S	Td	P	S	Td	
Osijek		15. 3.	22. 11.	252	15. 3.	28. 11.	258	18. 3.	4. 12.	261	16. 3.	11. 12.	270				
Varaždin		17. 3.	23. 11.	251	18. 3.	27. 11.	254	19. 3.	6. 12.	262	18. 3.	10. 12.	267				
Gospić	5	31. 3.	15. 11.	229	2. 4.	18. 11.	230	2. 4.	26. 11.	238	5. 4.	26. 12.	265				
Fažana		Srednje mjes. temperature su gotovo cijelu godinu oko 5 ili iznad 5°C															
Osijek		12. 4.	27. 10.	198	12. 4.	29. 10.	200	16. 4.	2. 11.	200	18. 4.	6. 11.	202				
Varaždin		16. 4.	25. 10.	192	16. 4.	27. 10.	194	20. 4.	31. 10.	194	24. 4.	5. 11.	195				
Gospić	10	30. 4.	12. 10.	165	2. 5.	14. 10.	165	7. 5.	19. 10.	165	7. 5.	29. 10.	175				
Fažana		29. 3.	10. 11.	226	31. 3.	16. 11.	230	2. 4.	29. 11.	241	2. 4.	12. 12.	254				
Osijek		10. 5.	2. 10.	145	9. 5.	4. 10.	148	13. 5.	5. 10.	145	20. 5.	7. 10.	140				
Varaždin		13. 5.	27. 9.	137	15. 5.	28. 9.	136	23. 5.	29. 9.	129	29. 5.	30. 9.	124				
Gospić	15	23. 5.	11. 9.	111	26. 5.	13. 9.	110	5. 6.	16. 9.	103	12. 6.	23. 9.	103				
Fažana		25. 4.	13. 10.	171	28. 4.	15. 10.	170	5. 5.	23. 10.	171	9. 5.	30. 10.	174				
Osijek		4. 6.	2. 9.	90	5. 6.	4. 9.	91	20. 6.	1. 9.	73	30. 6.	27. 8.	58				
Varaždin		19. 6.	21. 8.	63	23. 6.	19. 8.	57	6. 7.	18. 8.	43	25. 7.	2. 8.	8				
Gospić	20	28. 6.	7. 8.	40	6. 7.	5. 8.	30	0	0	0	0	0	0				
Fažana		15. 5.	19. 9.	127	24. 5.	20. 9.	119	6. 6.	21. 9.	107	17. 6.	24. 9.	99				

Tabela IV

**Temperaturni pragovi  
(najraniji i najkasniji početak odnosno svršetak određenih temperatura)**

Temp. prag. u °C	Osijek					Varaždin					Gospić					Fažana																		
	2	10	30	50	50	2	10	30	50	50	2	10	30	50	50	2	10	30	50	50														
Dubina tla u cm																																		
A — najraniji početak (uzlaz)																																		
5	18.	2.	19.	3.	24.	2.	23.	2.	23.	2.	16.	3.	18.	3.	19.	3.	●	6.	5.	22.	3.	22.	3.	24.	3.	○								
10	28.	3.	29.	3.	6.	4.	10.	4.	8.	4.	14.	4.	17.	4.	27.	4.	28.	4.	2.	5.	22.	4.	25.	4.	2.	5.	7.	5.						
15	2.	5.	2.	5.	7.	5.	14.	5.	3.	5.	4.	5.	9.	5.	11.	5.	14.	5.	4.	6.	10.	6.	7.	5.	1.	6.	13.	6.						
20	25.	5.	27.	5.	7.	6.	14.	6.	7.	6.	9.	6.	30.	6.	14.	7.	13.	6.	29.	6.	□	7.	5.	15.	5.	1.	6.	13.	6.					
B — najkasniji početak (uzlaz)																																		
5	26.	3.	26.	3.	29.	3.	28.	3.	27.	3.	28.	3.	28.	3.	8.	4.	10.	4.	10.	4.	●	9.	5.	5.	4.	7.	4.	8.	4.					
10	21.	4.	20.	4.	22.	4.	22.	4.	21.	4.	25.	4.	28.	4.	4.	5.	8.	5.	12.	5.	12.	5.	14.	6.	14.	6.	27.	4.	2.	5.	8.	5.	12.	5.
15	16.	5.	16.	5.	18.	5.	19.	5.	20.	5.	31.	5.	7.	6.	28.	5.	31.	5.	8.	6.	8.	6.	14.	6.	23.	5.	29.	5.	13.	6.	24.	6.		
20	13.	6.	14.	6.	26.	6.	9.	7.	26.	6.	3.	7.	□	□	6.	7.	12.	7.	□	□	□	23.	5.	29.	5.	13.	6.	24.	6.					
C — najraniji svršetak (silaz)																																		
5	8.	11.	15.	11.	19.	11.	28.	11.	10.	11.	12.	11.	24.	11.	1.	12.	3.	11.	6.	11.	12.	11.	●	26.	10.	1.	11.	7.	11.	16.	11.	1.	12.	
10	24.	10.	25.	10.	28.	10.	31.	10.	21.	10.	22.	10.	25.	10.	29.	10.	8.	10.	10.	10.	14.	10.	26.	10.	1.	11.	7.	11.	16.	11.	9.	12.	26.	12.
15	29.	9.	30.	9.	1.	10.	2.	10.	22.	9.	23.	9.	23.	9.	25.	9.	5.	9.	7.	9.	8.	9.	19.	9.	9.	10.	12.	10.	19.	10.	19.	10.	25.	10.
20	20.	8.	25.	8.	18.	8.	6.	8.	13.	8.	10.	8.	□	□	22.	7.	19.	7.	□	□	16.	9.	16.	9.	16.	9.	16.	9.	17.	9.	17.	9.	18.	9.
D — najkasniji svršetak (silaz)																																		
5	4.	12.	8.	12.	13.	12.	22.	12.	6.	12.	17.	12.	16.	12.	29.	11.	2.	12.	8.	12.	●	8.	12.	1.	11.	20.	11.	29.	11.	9.	12.	26.	12.	
10	29.	10.	2.	11.	6.	11.	11.	11.	1.	11.	3.	11.	7.	11.	11.	11.	16.	10.	19.	10.	24.	10.	1.	11.	20.	11.	29.	11.	9.	12.	26.	12.		
15	5.	10.	6.	10.	7.	10.	9.	10.	2.	10.	3.	10.	3.	10.	5.	10.	20.	9.	21.	9.	23.	9.	27.	9.	17.	10.	23.	10.	29.	10.	28.	10.		
20	12.	9.	12.	9.	9.	9.	6.	9.	29.	8.	28.	8.	24.	8.	18.	8.	22.	8.	21.	8.	□	23.	9.	23.	9.	23.	9.	24.	9.	25.	9.	30.	9.	

○ — srednje mjes. temperature tla gotovo su kroz cijelu godinu oko 5 ili iznad 5°C;

● — podaci nepotpuni;

□ — u pojedinim godinama temperatura tla ne dostiže vrijednost od 20°C.

Kako se iz podataka vidi postoje znatna odstupanja, što je vezano na opći tok vremenskih prilika pojedinih godina. Mjerenja temperature tla suviše su kratka da bi se mogao postaviti odgovor s koliko sigurnosti se može očekivati raniji ili kasniji početak određenih kardinalnih temperatura. Iz podataka se nadalje uočava da se broj dana s porastom kardinalnih temperatura smanjuje, što je sasvim razumljivo; da je taj broj najveći u obalnom pojasu (Fažana) i u istočnom dijelu Hrvatske (Osijek), a najmanji u planinskom (Gospić), gdje u pojedinim godinama temperatura tla ne prelazi u prosjeku prag od 20°C. (To je posebno važna konstatacija promatranja sa stanovišta proizvodnje sjemenskog krumpira). Postoje godine kada temperatura tla čini znatne ekskurzije iznad 20°C.

Posebno treba podvući činjenicu da u obalnom pojasu u pojedinim godinama temperatura u prosjeku ne pada ispod 5°C, ili je taj period vrlo kratak. Ako se pak posebno razmotri broj dana trajanja određenih grupa temperature tla po dubinama, vidi se da u tom pogledu postoje znatna odstupanja i da su te razlike velike, o čemu se posebno navode tabelarni podaci. S druge strane u tabeli III iznosi se srednji broj dana trajanja određenih temperatura po dubinama. Uočavaju se znatna kolebanja uspoređujući kontinentalni i obalni pojas. Postoje znatne varijacije i unutar kontinentalnog pojasa (nizinskog i planinskog dijela). Gotovo bi se moglo reći da se idući od istočne Slavonije prema sjeverozapadnim dijelovima Hrvatske pravilno smanjuje broj dana s određenom temperaturom, da bi se opet znatno povisio u obalnom pojasu. Može se uočiti da ne postoji određena pravilnost između dubine tla i trajanja odgovarajuće temperature. Opće je poznato da se maksimum odnosno minimum temperature zraka ne poklapa sa maksimumom, odnosno minimumom temperature tla. Postoje također znatne razlike u tom pogledu između pojedinih slojeva tla. Dva su faktora koja određuju provođenje topline dublje u tlo: temperaturni gradijent i sposobnost tla da provodi toplinu. Što je veća razlika između temperature površinskog sloja i dubljih slojeva to veću količinu topline tlo prima odnosno gubi. Površinski slojevi brže se zagrijavaju od nižih slojeva tla, te su u većoj mjeri podložni promjenama temperature zraka, dok je zagrijavanje dubljih slojeva postepeno. U vezi s time i period početka odnosno svršetka, kako se vidi iz podataka u tabeli IV odgovarajućih temperatura pokazuje znatna kolebanja. Osim u ekstremnim slučajevima (naglo zagrijavanje ili hlađenje) postoje minimalna dnevna kolebanja temperature tla već na dubini od 50 cm, dok su na većim dubinama ta kolebanja neznatna. Prema G. Z. Venckjeviću na dubini od 15—20 metara gotovo potpuno prestaju godišnja kolebanja temperature.

U kontinentalnom dijelu u prvom poljoprivrednom rajonu u većini slučajeva periodi određenih kardinalnih temperatura počinju najranije. Zapaža se vrlo neznatno zakašnjavaње u drugom poljoprivrednom rajonu, ali je ono osjetno u trećem poljoprivrednom rajonu. U obalnom pojasu tlo se zagrijava do određenih temperatura mnogo ranije (u pitanju je mnogo blaži sredozemni tip klime).

Svršetak perioda određenih kardinalnih temperatura ima obrnuti smisao, što je opet u skladu s klimatskim tipovima. Najsporije se odigrava proces hlađenja tla, u kontinentalnom dijelu, u prvom poljoprivrednom rajonu, zatim slijedi drugi poljoprivredni rajon i na koncu treći poljoprivredni rajon. U izvjesnim pak slučajevima ne postoje znatnije razlike u datumima svršetka određenih kardinalnih temperatura između istočnog i sjeverozapadnog dijela Hrvatske, pa se čak dešava da je ovaj proces sporiji u tlama drugog poljoprivrednog rajona. Naročito je proces gubljenja topline usporen u četvrtom poljoprivrednom rajonu. Razlozi su već ranije navedeni.

## ZAKLJUČAK

Na toplinsko stanje tla najviše utječe sunčana zračna energija. Pod utjecajem različitih vremenskih i klimatskih tipova mijenja se dnevni odnosno godišnji raspored temperature tla. U vezi s time dolazimo do pojma graničnih vrijednosti, koje predstavljaju kardinalne temperature u životu biljaka, izražene kroz temperaturne pragove.

Za izračunavanje graničnih vrijednosti koriste se posebne formule (1, 2 i 3), u koje se unose podaci srednjih mjesečnih temperatura za odgovarajuće dubine tla i temperaturne pragove. U razmatranje su uzeti reprezentativni punktovi za sva četiri poljoprivredna rajona sa specifičnim osobinama tla i klime.

Granične vrijednosti interesantne su zbog toga što se na temelju njihovog poznavanja mogu odrediti donji granični rokovi sjetve za pojedine usjeve, jer temperatura tla ponajprije utječe na porast u fazi klijanja sjemena, a također i na biljni porast u kasnijim fazama.

S porastom kardinalnih temperatura smanjuje se broj dana njihovog trajanja. Taj period je najduži u obalnom pojasu, zatim slijedi istočni ravničarski dio Hrvatske, za njim sjeverozapadni dio, a najkraći je u planinskom dijelu. U ovom rajonu temperatura tla ne prelazi u prosjeku prag od 20°C, iako u pojedinim godinama čini znatne ekurzije iznad 20°C.

Tla u obalnom pojasu su najtoplija, pa se dešava da u pojedinim godinama temperatura ne pada u prosjeku ispod 5°C. Ovo odgovara tamošnjem blažem, mediteranskom tipu klime.

U kontinentalnom dijelu periodi određenih kardinalnih temperatura počinju najranije u prvom rajonu, dolazi do neznatnog zakašnjava u drugom, ali znatnog u trećem poljoprivrednom rajonu. U obalnom pojasu tlo se zagrijava mnogo ranije do iste temperature na istoj dubini.

Svršetak perioda određenih kardinalnih temperatura ima obrnuti smisao. Najsporije se odvija hlađenje tla, u kontinentalnom dijelu, u prvom rajonu, zatim slijedi drugi rajon. Taj proces najbrži je pak u planinskom rajonu. Osobito je proces gubljenja topline usporen u obalnom pojasu.

Početak odnosno svršetak određenih kardinalnih temperatura zavisi o intenzitetu apsorpcije topline, specifičnoj toplini tla, razlikama u provodljivosti topline i drugim faktorima, što može poslužiti za daljnja ispitivanja.

#### L I T E R A T U R A

1. Baver L. D. »Soil Physics«, New York, 1957.
2. Butorac A. »Korelacioni odnosi između temperature tla i zraka« (u rukopisu).
3. Butorac A. »Uvjetna bilanca vlage prema hidrotermičkom koeficijentu Seljanova za neka mjesta u Hrvatskoj«, Agr. glas. 8/63. Zagreb.
4. Byron T. S. »Soil Physical Conditions and Plant Growth«, New York, 1952.
5. Gračanin M. »Pedologija«, II. dio, Zagreb, 1947.
6. Mihalić V. »Opće ratarstvo« (udžbenik), Zagreb, 1962.
7. Škorić A. »Pedološka studija tala agrometeoroloških stanica NRH«, Zagreb, 1957.
8. Milosavljević M. »Meteorologija«, Beograd, 1949.
9. Venckjević G. Z. »Seljsko-hazajstvenaja meteorologija«, Hidrometeorološkičkoje izdateljstvo, 1956.
10. Veršinin P. V., Meljnikova M. K. i dr. »Osnovi agrofiziki«, Fizmatgiz, 1959.