

# 1. AGROMETEOROLOGIJA

## 1. AGROMETEOROLOGY

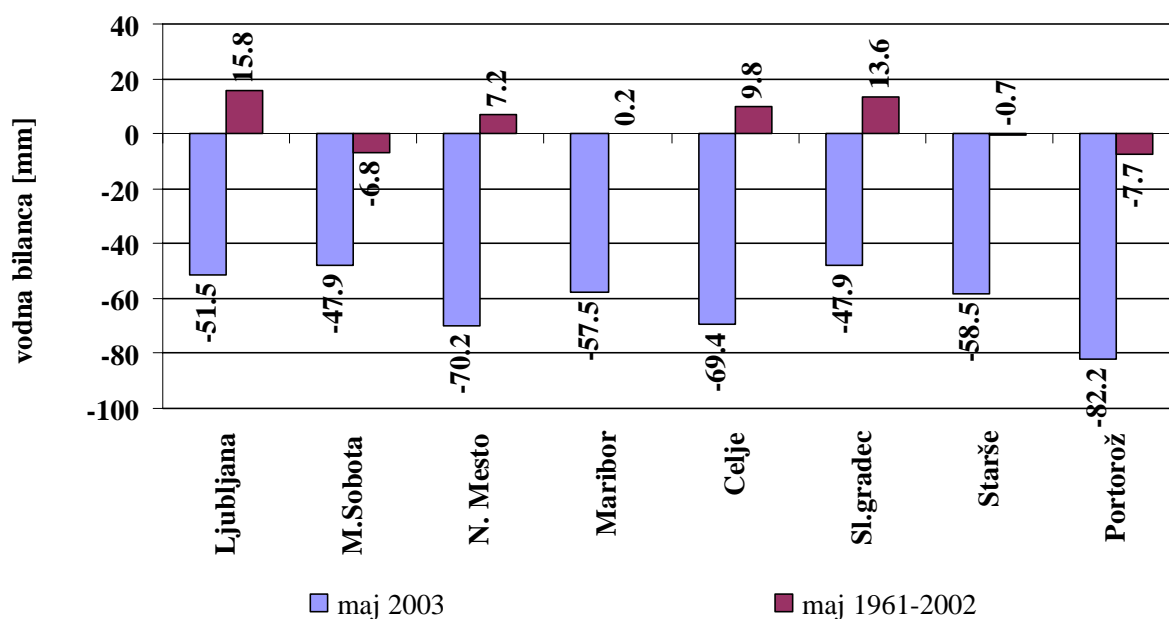
### 1.1. Vpliv vremena na kmetijske rastline

#### 1.1. The impact of weather on agricultural plants

Ana Žust, Andreja Sušnik

Večji del maja je prevladovalo nadpovprečno toplo vreme. Povprečne mesečne temperature zraka so bile blizu 18°C, kar je 2 do 4° C več od dolgoletnega povprečja. Tako visoke temperature zraka so bile bližje vrednostim, ki so normalne v zadnji tretjini junija. Padavine so bile skromne. V severovzhodni Sloveniji in v Primorju je padlo okoli 30 mm, kar je 25 do 35 % normalnih vrednosti, v večjem delu osrednje Slovenije pa blizu 60 mm, kar je 50 % normalnih vrednosti. Večina dežja je padla v zadnji tretjini maja.

Visoke temperature zraka, so že v začetku meseca omogočale močno izhlapevanje iz tal in rastlin. Povprečna mesečna evapotranspiracija se je v kmetijsko pomembnejših predelih zahodne in severovzhodne Slovenije približala 4.0 mm vode dnevno, najvišje dnevne vrednosti pa so se gibale med 5 in 6 mm vode dnevno (preglednica 1.1.1.). Normalno maja padavine še presegajo količino izhlapele vode, razen na Obali in v Pomurju, kjer že lahko nastane manjši primanjkljaj. Maja je bila vodna bilanca povsod po Sloveniji negativna, s primanjkljajem od 45 do 80 mm (slika 1.1.1.). Skupni vodni primanjkljaj, ki je konec aprila v kmetijsko pomembnejših predelih vzhodne in severovzhodne že znašal od 30 in 50 mm, se je do konca maja povečal čez 140 mm v Pomurju in Primorju in na 100 in 130 mm v drugih delih Slovenije (slika 1.1.2.) Rezultati analize podatkov za preteklo širidesetletno obdobje kažejo na pogosto pojavljanje suše v spomladanskem območju, podobne razmere kot letos pa so bile še v letih 1952, 1968 in 1993 (slika 1.2.1.).

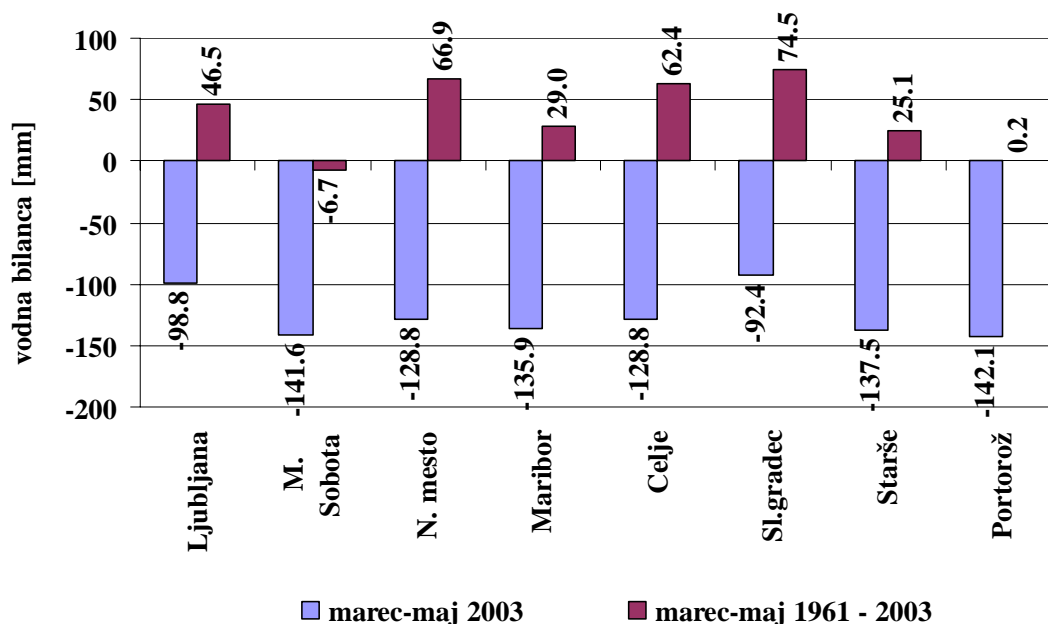


**Slika 1.1.** Kumulativna vodna bilanca za maj 2003 v primerjavi s povprečjem 1961 - 2002 za izbrane meteorološke postaje v Sloveniji.

**Figure 1.1.** Cumulative water balance in May 2003 compared to the long term average (period of reference 1961 – 2002) for some meteorological stations in Slovenia

Dogotrajno pomanjkanje talne vode je odločilno vplivalo rast posevkov žit in na travinje. Na plitvih in peščenih tleh na najbolj ogroženih območjih v Primorju in v severovzhodni Sloveniji so se prvi znaki zgodnje spomladanske suše pokazali že konec marca, v drugi polovici aprila pa je pomanjkanje talne vode že zaviralo stebljenje ozimnih žit. Vodni stres se je stopnjeval tudi v maju, ko so žita prešla pomembne fenološke faze klasenja, cvetenja in nalivanja zrnja. Na najbolj prizadetih območjih severovzhodne Slovenije se je rast ozimin ustavila na višini 20 cm. Posledično je bila manjša asimilacijska listna površina, ki je odločilna za preskrbovanje rastline z asimilati v vseh naslednjih fenoloških fazah. Zaradi hkratnega temperaturnega stresa (v zadnji tretjini maja so bile neugodne maksimalne temperature zraka blizu 30 °C) je

bila motena fotosinteza in predvsem oplodnja cvetov in začetek nalivanja zrnja. Žita so razvila krajše klase kot normalno, zaradi motenj pri oplodnji je bila večja sterilnost cvetov in posledično večje število praznih klasov.



Slika 1.2. Kumulativna vodna bilanca za sušno obdobje od marca do maja 2003 v primerjavi s povprečjem 1961 – 2002 na nekaterih meteoroloških postajah v Sloveniji

Figure 1.2. Cumulative water balance in the period from March to May 2003 compared to the long term average (period of reference 1961 – 2002) for some meteorological stations in Slovenia

Preglednica 1.1. Dekadna in mesečna povprečna, maksimalna in skupna potencialna evapotranspiracija – ETP. Izračunana je po Penmanovi enačbi, maj 2003

Table 1.1. Ten days and monthly average, maximal and total potential evapotranspiration - ETP according to Penman's equation, May 2003

Postaja	I. dekada			II. dekada			III. dekada			mesec (M)		
	povpr.	max	Σ	povpr.	max	Σ	povpr.	max	Σ	povpr.	max	Σ
Portorož-letališče	3.9	4.9	39	4.4	5.4	43	4.8	5.5	52	4.4	5.5	134
Bilje	4.0	4.9	39	4.3	5.2	43	4.8	5.5	52	4.4	5.5	133
Slap pri Vipavi	4.1	4.8	40	4.3	4.9	43	4.3	5.1	46	4.2	5.1	129
Postojna	3.8	4.4	38	3.6	4.2	36	4.0	4.9	44	3.8	4.9	118
Kočevje	3.9	4.6	39	3.8	4.9	38	3.8	4.9	42	3.8	4.9	119
Rateče	3.5	4.8	35	3.2	4.0	32	3.6	4.7	38	3.4	4.8	105
Lesce	3.7	4.8	37	3.7	4.9	37	4.2	5.1	45	3.9	5.1	120
Slovenj Gradec	3.7	4.6	37	3.5	4.9	35	3.8	5.0	41	3.7	5.0	114
Brnik	3.7	4.6	37	3.6	4.6	36	4.1	4.9	44	3.8	4.9	116
Ljubljana	4.0	5.0	41	3.9	5.1	39	4.3	5.2	47	4.1	5.2	126
Sevno	3.8	5.0	38	3.8	5.0	38	4.2	5.4	45	3.9	5.4	122
Novo mesto	3.9	4.9	39	3.8	4.9	38	4.2	5.3	46	3.9	5.3	123
Črnomelj	4.2	5.3	41	4.1	5.2	41	3.9	6.0	43	4.1	6.0	126
Bizeljsko	4.1	5.1	41	4.0	5.2	40	4.4	5.2	48	4.2	5.2	129
Celje	3.7	4.7	38	3.7	5.0	37	4.0	5.2	45	3.8	5.2	119
Starše	4.2	5.3	42	3.9	5.5	39	4.2	5.7	46	4.1	5.7	126
Maribor	3.7	4.9	37	3.8	4.7	37	4.2	5.4	46	3.9	5.4	120
Maribor-letališče	3.8	5.0	38	3.7	4.7	37	4.2	5.5	46	3.9	5.5	121
Jeruzalem	3.9	4.9	40	3.7	4.7	37	4.1	5.5	46	3.9	5.5	123
Murska Sobota	3.7	4.7	38	3.8	5.2	38	4.4	5.3	47	4.0	5.3	123
Veliki Dolenci	4.2	5.3	43	3.9	5.2	40	4.6	5.5	50	4.2	5.5	133

**Preglednica 1.2.** Dekadne in mesečne temperature tal v globini 2 in 5 cm, maj 2003

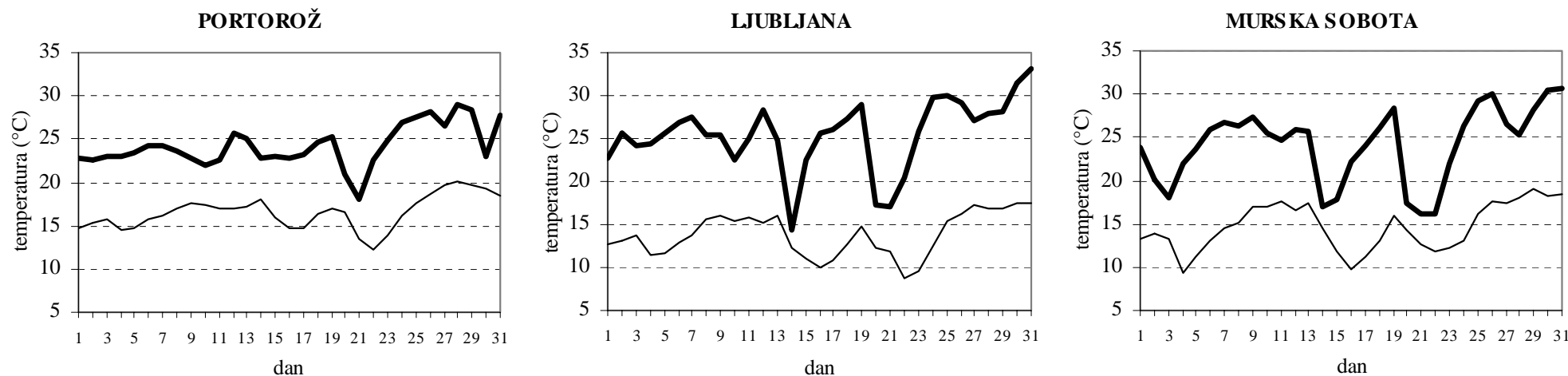
**Table 1.2.** Decade and monthly soil temperatures at 2 and 5 cm depths, May 2003

Postaja	I. dekada						II. dekada						III. dekada						mesec (M)	
	Tz2	Tz5	Tz2 max	Tz5 max	Tz2 min	Tz5 min	Tz2	Tz5	Tz2 max	Tz5 max	Tz2 min	Tz5 min	Tz2	Tz5	Tz2 max	Tz5 max	Tz2 min	Tz5 min	Tz2	Tz5
Portorož-letališče	20.3	19.7	27.0	24.3	13.8	14.6	20.5	20.1	28.5	25.6	14.3	14.7	22.2	21.6	32.6	29.1	11.8	12.2	21.0	20.5
Bilje	22.0	22.1	29.1	29.3	14.7	14.8	21.0	21.2	30.1	30.3	13.4	13.4	24.0	24.2	33.5	33.8	13.0	12.0	22.4	22.6
Lesce	18.5	18.3	29.5	27.0	9.9	10.7	17.0	17.2	30.4	27.4	8.3	9.0	19.8	19.7	33.5	28.9	10.5	10.7	18.5	18.4
Slovenj Gradec	18.5	17.8	28.9	25.6	8.4	8.9	18.1	17.7	32.9	28.0	6.5	7.7	19.6	19.0	34.3	30.0	7.7	7.9	18.8	18.2
Ljubljana	18.9	19.2	27.8	27.5	11.0	11.4	18.0	18.3	30.8	28.9	10.0	10.0	20.3	20.1	34.3	33.2	8.9	8.8	19.1	19.2
Novo mesto	19.2	18.8	28.6	26.4	11.2	12.0	18.1	17.9	30.0	26.4	10.5	10.9	20.2	20.1	31.6	32.3	12.0	12.2	19.2	19.0
Celje	18.7	18.2	28.2	25.6	11.4	11.5	18.2	18.1	29.9	26.4	11.3	11.6	20.5	19.4	33.2	30.1	11.6	12.2	19.2	18.6
Maribor-letališče	21.0	19.9	34.2	28.5	9.7	10.1	18.7	18.2	33.0	27.5	10.1	10.2	20.8	20.0	35.1	30.1	10.7	11.0	20.2	19.4
Murska Sobota	19.6	18.9	32.0	27.4	10.0	9.3	18.5	18.5	31.0	28.3	10.4	9.8	21.2	20.6	33.9	30.6	11.2	11.8	19.8	19.4

LEGENDA:

Tz2 -povprečna temperatura tal v globini 2 cm (°C)  
 Tz5 -povprečna temperatura tal v globini 5 cm (°C)

Tz2 max -maksimalna temperatura tal v globini 2 cm (°C)  
 Tz5 max -maksimalna temperatura tal v globini 5 cm (°C)  
 Tz2 min -minimalna temperatura tal v globini 2 cm (°C)  
 Tz5 min -minimalna temperatura tal v globini 5 cm (°C)



**Slika 1.3.** Minimalne in maksimalne dnevne temperature tal v globini 5 cm za Portorož, Ljubljano in Mursko Soboto, maj 2003  
**Figure 1.3.** Daily minimum and maximum soil temperatures in the 5 cm depth for Portorož, Ljubljana and Murska Sobota, May 2003

**Preglednica 1.3.** Dekadne, mesečne in letne vsote efektivnih temperatur zraka na višini 2 m, maj 2003

**Table 1.3.** Decade, monthly and yearly sums of effective air temperatures at 2 m height, May 2003

Postaja	$T_{ef} > 0\text{ }^{\circ}\text{C}$					$T_{ef} > 5\text{ }^{\circ}\text{C}$					$T_{ef} > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$					$T_{ef}$ od 1.1.		
	I.	II.	III.	M	Vm	I.	II.	III.	M	Vm	I.	II.	III.	M	Vm	>0°C	>5°C	>10°C
Portorož-letališče	180	171	220	572	57	130	121	165	417	57	80	71	110	262	57	1348	724	333
Bilje	182	170	229	581	94	132	120	174	426	94	82	70	119	271	94	1301	721	345
Slap pri Vipavi	183	163	214	559	88	133	113	159	404	88	83	63	104	249	87	1302	704	326
Postojna	158	130	181	469	95	108	80	126	314	94	58	31	72	161	83	904	460	182
Kočevje	178	138	168	484	86	128	88	113	329	85	78	40	60	178	78	865	462	200
Rateče	145	108	162	415	98	95	60	107	262	97	46	24	53	123	79	682	334	133
Lesce	164	129	188	480	76	114	79	133	325	76	64	35	78	176	72	897	477	206
Slovenj Gradec	173	138	182	493	97	123	88	127	338	96	73	43	73	189	91	866	466	213
Brnik	167	137	189	493	83	117	87	134	338	82	67	39	79	186	76	916	495	220
Ljubljana	198	162	207	567	114	148	112	152	412	114	98	62	97	257	109	1158	670	335
Novo mesto	200	161	204	565	123	150	111	149	410	123	100	61	94	255	117	1108	643	324
Črnomelj	210	175	210	595	132	160	125	155	440	131	110	75	100	285	127	1160	695	364
Bizeljsko	197	160	213	570	115	147	110	158	415	115	97	60	103	260	111	1116	651	331
Celje	189	152	198	539	102	139	102	143	384	102	89	52	88	229	96	1044	588	283
Starše	195	162	204	561	109	145	112	149	406	109	95	62	94	251	104	1078	623	312
Maribor	196	166	212	574	120	146	116	157	419	119	96	66	102	264	114	1125	663	339
Maribor-letališče	194	161	207	562	108	144	111	152	407	107	94	61	97	252	102	1056	610	303
Jeruzalem	205	165	206	575	120	155	115	151	420	120	105	65	96	265	113	1138	686	354
Murska Sobota	188	163	207	558	108	138	113	152	403	108	88	63	97	248	103	1037	604	301
Veliki Dolenci	192	154	208	554	113	142	104	153	399	113	92	54	98	244	106	1081	641	322

LEGENDA:

I., II., III., M -dekade in mesec  
Vm -odstopanje od mesečnega povprečja (1951–94)

$T_{ef} > 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  
 $T_{ef} > 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  
 $T_{ef} > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  -vsote efektivnih temperatur zraka na 2 m nad temperaturnimi pragovi 0, 5 in 10 °C

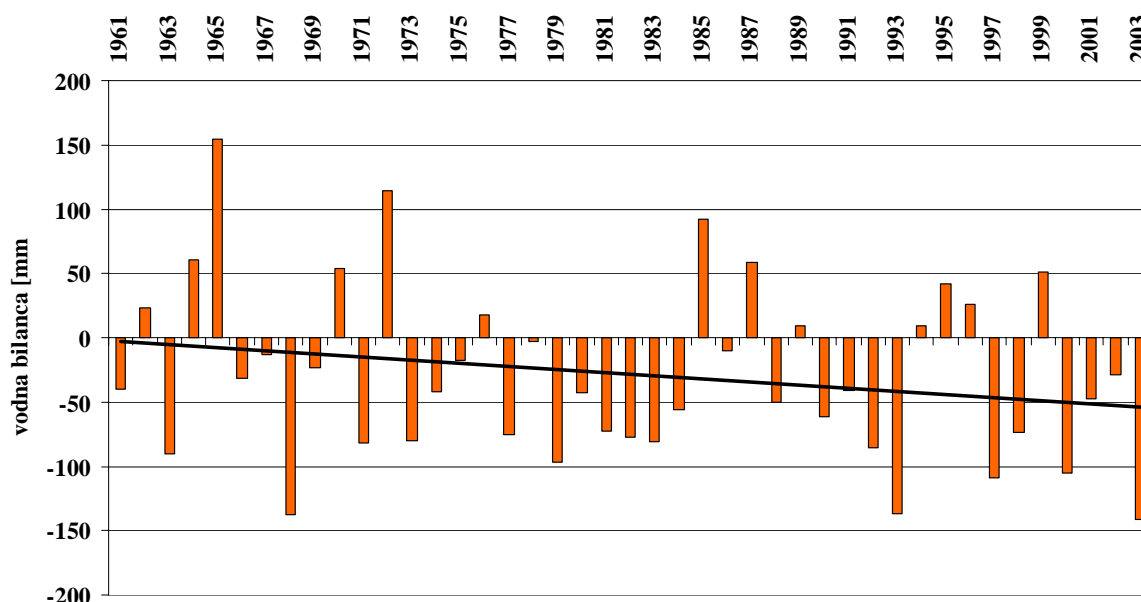
Podobno kot žita, je zaradi suše tudi travinje prehitro zaključilo spomladansko obraščanje ruše in rast v višino. Trava je prehitro prešla v fenološko fazo latenja in cvetenja. Po teh dveh fenoloških fazah se rast ustavi, zmanjševati se prične vsebnost hranilnih snovi. Pridelek travinja je bil manjši povsod po Sloveniji, na najbolj ogroženih območjih pa je bil več kot prepolovljen.

## 1.2. Prilagajanja potencialnemu primanjkljaju vode v tleh v obstoječi vremenski variabilnosti in pričakovanih podnebnih spremembah

### 1.2. Potential water deficit adaptation to weather variability and expected climate change

Pomanjkanje padavin ali njihova nepravilna časovna razporeditev povečuje tveganje kmetijske pridelave tudi v Sloveniji. Rezultati raziskav podnebne spremenljivosti in predvidevanja podnebnih sprememb za Slovenijo kažejo, da bodo območja v Sloveniji, ki se že danes srečujejo s problemom pomanjkanja vode oziroma sušnimi razmerami, postala še bolj ranljiva. Vodni primanjkljaji v preteklem štiridesetletnem obdobju kažejo trend naraščanja (slika 1.2.1.). Rezultati analize pojava suš nakazujejo spremembe, ki se izražajo v pogostejšem oziroma bolj ekstremnem pojavom spomladanskih suš.

Modelni izračuni podnebnih sprememb za Slovenijo (dvig temperature za 2 °C in zmanjšanje padavin za 10 %) predvidevajo povečanje površin z vodnim primanjkljajem (za 20 do 25 % površine). Vodni primanjkljaj v vegetacijskem obdobju se iz obrobni pogosto ogroženih območij pomika v notranjosti Slovenije.



**Slika 1.1.** Vodna bilanca (v mm) od marca do konca maja za Mursko Soboto za obdobje 1961-2003 s trendom povečevanja vodnega primanjkljaja

**Figure 1.1.** Water balance (in mm) from March to May in the period 1961 – 2003 in Murska Sobota with trend of increasing water deficit

Zaskrbljujoči so tudi spremljajoči pojavi globalnega ogrevanja kot so spremenjena oblačnost, količina in razporeditev padavin, povečana evapotranspiracija, pogostnost vremenskih ujm in dvig morske gladine.

Za prilagajanje spremenjenim razmeram je nujna analiza podnebne spremenljivosti ter upoštevanje ugodnih in neugodnih vremenskih razmer pri planiranju kmetijske pridelave. To pa zahteva prilagajanje tako na nivoju globalnih podnebnih sprememb, kakor tudi pri strateških odločitvah in neposrednih ukrepih v kmetijski praksi. Strateške odločitve morajo biti podprte z modelnimi študijami, ki pa vsebujejo tudi številne negotovosti in predpostavke glede prihodnosti.

Pri obvladovanju tveganj v kmetijstvu je poleg prizadevanj za omejitev naraščanja koncentracij toplogrednih plinov, nujna izdelava ranljivostnih in prilagoditvenih analiz, ki bodo osnova za odločitve, kako ravnati v

kmetijstvu v obstoječem in spremenjenem podnebnem sistemu. Le tako bomo lahko uporabili pozitivne vplive spremembe podnebja kot profit in izločili negativne prej, preden se pojavijo.

## RAZLAGA POJMOV

### TEMPERATURA TAL

dekadno in mesečno povprečje povprečnih dnevni temperatur tal v globini 2 in 5 cm; povprečna dnevna temperatura tal je izračunana po formuli:

vrednosti meritev ob (7h + 14h + 21h)/3;

absolutne maksimalne in minimalne terminske temperature tal v globini 2 in 5 cm so najnižje oziroma najvišje dekadne vrednosti meritev ob 7h, 14h, in 21h.

### VSOTA EFEKTIVNIH TEMPERATUR ZRAKA NAD PRAGOV 0, 5 in 10 °C

$\sum(T_d - T_p)$

$T_d$  - average daily air temperature

$T_p$  - 0 °C, 5 °C, 10 °C

### ABBREVIATIONS in the section 2.

<b><math>T_{z2}</math></b>	soil temperature at 2 cm depth (°C)
<b><math>T_{z5}</math></b>	soil temperature at 5 cm depth (°C)
<b><math>T_{z2 \max}</math></b>	maximum soil temperature at 2 cm depth (°C)
<b><math>T_{z5 \max}</math></b>	maximum soil temperature at 5 cm depth (°C)
<b><math>T_{z2 \min}</math></b>	minimum soil temperature at 2 cm depth (°C)
<b><math>T_{z5 \min}</math></b>	minimum soil temperature at 5 cm depth (°C)
<b>od I.I.</b>	sum in the period – 1st January to the end of the current month
<b><math>T_{ef&gt;0 \text{ °C}}</math></b>	sums of effective air temperatures above 0 °C (°C)
<b><math>T_{ef&gt;5 \text{ °C}}</math></b>	sums of effective air temperatures above 5 °C (°C)
<b><math>T_{ef&gt;10 \text{ °C}}</math></b>	sums of effective air temperatures above 10 °C (°C)
<b><math>V_m</math></b>	declines of monthly values from the averages (°C)
<b>I., II., III.</b>	decade
<b>ETP</b>	potential evapotranspiration (mm)
<b>M</b>	month
<b>*</b>	missing value
<b>!</b>	extreme decline

## SUMMARY

In the majority of May warm and dry weather prevailed. The precipitation was more than 50 percentages below the normal. Temperatures mostly over 25 °C enabled strong evapotranspiration, about 4.0 mm monthly average, with the highest values between 5.0 and 6.0 millimeters daily. The cumulative water deficit (from March to May) exceeded 140 mm in the most affected regions of Primorje and Pomurje resulting strong water stress. Spring drought hindered the development of winter wheat and grass growth. The growth of wheat ceased at the height of 20 cm resulting reduced leaf assimilation area, small ears and weak pollination.

On the basis of analysis of climate change and climate variability the increased vulnerability to drought is expected in Slovenia. The frequency of drought is increased. The vulnerability to drought is expected to spread over the agricultural areas in the inner parts of the country.