



ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ – УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ

Драгутин Т. Михаиловић

Бранислава Лалић

Илија Арсенић

МЕТЕОРОЛОГИЈА

Радна свеска

НОВИ САД, 2009.

ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ – УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ

Драгутин Т. Михаиловић

Бранислава Лалић

Илија Арсенић

М Е Т Е О Р О Л О Г И Ј А

Радна свеска

НОВИ САД, 2009.

МЕТЕОРОЛОГИЈА – РАДНА СВЕСКА

Аутор:

Драгутин Т. Михаиловић, Бранислава Лалић, Илија Арсенић

Главни и одговорни уредник:

Проф. Милан Крајиновић

Рецензенти:

Проф. Драган Ђукић

Проф. Миодраг Крмар

Издавач:

Пољопривредни факултет, Нови Сад

Тираж:

2000 примерака

Штампарија:

„Футира“, Нови Сад

Садржај

1. Трајање Сунчевог сјаја и осветљеност	1
2. Сунчево зрачење, земљино израчивање и противзрачење атмосфере	5
3. Влажност ваздуха	9
4. Испаравање	14
5. Испаравање са земљишта под вегетацијом	19
6. Падавине	22
7. Обрада температуре земљишта	28
9. Обрада температуре ваздуха	33
10. Одређивање хидротермичких коефицијената током вегетационог периода њивских култура	38
11. Прогноза и заштита од мраза	42
12. Израчунавање акумулисаних	
13. степен сати и степен дана	47
14. Анализа метеоролошких услова за појаву појединих болести и штеточина	50

Вежба 1. - Трајање Сунчевог сјаја и осветљеност

Припрема вежбе

1. Зрачење је

2. Краткоталасно зрачење је

3. Дуготаласно зрачење је

4. Директно Сунчево зрачење је

5. Дифузно зрачење је

6. Глобално зрачење је

7. Соларна константа је

8. Стварно трајање Сунчевог сјаја је

9. Потенцијално трајање Сунчевог сјаја је

10. Релативно трајање Сунчевог сјаја је

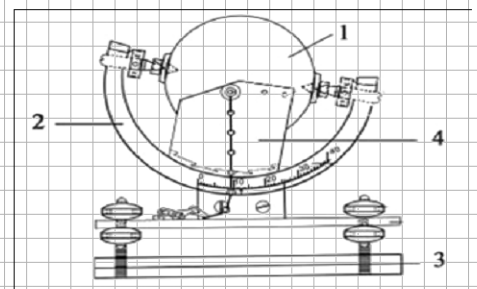
11. Јачина светлости је

12. Светлосни флуks је

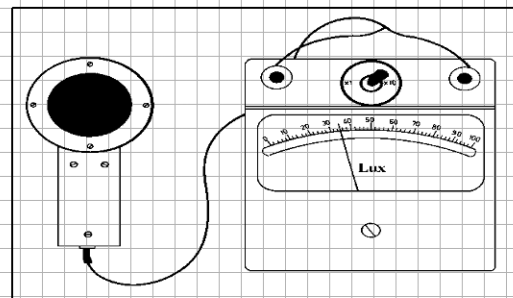
13. Осветљеност је

Опис инструмената (намена, саставни делови, принцип рада, постављање)

1. Хелиограф



2. Луксметар



Рачунски задаци

Задатак 1

За дате хелиографске траке потребно је да се одреди: а) дневна сума трајања Сунчевог сјаја (S_d) и б) релативно трајање Сунчевог сјаја S_r .

1. Датум очитавања _____

час	5-6	6-7	7-8	8-9	9 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15-16	16-17	17-18	18-19
s (час)														

$S_d =$

$S_r =$

2. Датум очитавања _____

час	5-6	6-7	7-8	8-9	9 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15-16	16-17	17-18	18-19
s (час)														

$S_d =$

$S_r =$

3. Датум читавања _____

час	5-6	6-7	7-8	8-9	9 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15-16	16-17	17-18	18-19
s (час)														

$S_d =$

$S_r =$

Задатак 2

Ознака задатка _____

Користећи податке о средњим декадним вредностима релативног трајања Сунчевог сјаја, из приложених табела, израчунати средње дневне суме глобалног зрачења у Новом Саду, за поједине месеце. При израчунавању користити Прескотову формулу за одговарајући период.

$G_{d1} =$

$G_{d2} =$

$G_{d3} =$

$G_d =$

Вежба 2. - Сунчево зрачење, земљино излучивање и противзрачење атмосфере

Припрема вежбе

1. Рефлектовано зрачење је

2. Алbedo је

3. Земљино излучивање и противзрачење атмосфере (појам и настајање)

4. Биланс зрачења на земљиној површини је

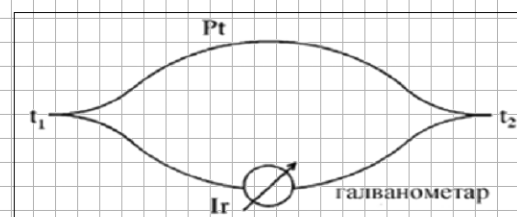
5. Ефективно излучивање је

6. Пиранометри су

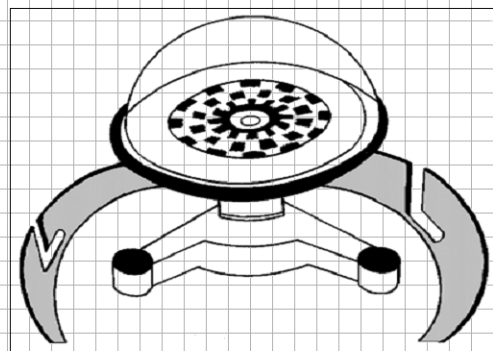
7. Пирхелометри су

Опис инструмента (намена, саставни делови, принцип рада, постављање)

1. Термoeлемент



2. Пирaнoмeтaр Jaншeвcкoг



Рачунски задаци

Задатак 1

Ознака задатка _____

Употребом пиранометра Мол-Горчински измерене су следеће часовне вредности електромоторне силе приликом мерења глобалног (G_g) и рефлектованог (R_g) зрачења.

час (SEV)	0500	0600	0700	0800	0900	1000	1100	1200
G_g (mV)								
R_g (mV)								
час (SEV)	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
G_g (mV)								
R_g (mV)								

Израчунати: а) интензитет глобалног и рефлектованог зрачења ($W m^{-2}$) за сваки час узимајући да су инструменталне константе солариметарских пријемника за глобално $k_g = 69,65 Wm^{-2} mV^{-1}$ и рефлектовано зрачење $k_r = 72,62 Wm^{-2} mV^{-1}$; б) албедо A за сваки час; в) дневну суму глобалног зрачења G_d ($J m^{-2}$).

час (SEV)	0500	0600	0700	0800	0900	1000	1100	1200
G ($W m^{-2}$)								
R ($W m^{-2}$)								
A								
час (SEV)	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
G ($W m^{-2}$)								
R ($W m^{-2}$)								
A								

Задатак 2

Ознака задатка _____

Користећи податке из одговарајућих табела израчунати средњу дневну суму глобалног зрачења G_d ($J cm^{-2}$). Приликом израчунавања користити Ангстромову формулу.

$G_d =$

Задатак 3**Ознака задатка** _____

У табели су дати подаци о средњим месечним температурама ваздуха и притисцима водене паре. Израчунати средњу дневну суму противзрачења атмосфере B_A ($J\ cm^{-2}$) користећи Брентову формулу.

 $B_A =$ $B_{Ad} =$ **Овера** _____

Вежба 3. – Влажност ваздуха

Припрема вежбе

1. Притисак водене паре

2. Максимални притисак водене паре

3. Апсолутна, специфична и релативна влажност ваздуха

4. Однос смеше

5. Дефицит zasiћености

6. Тачка росе

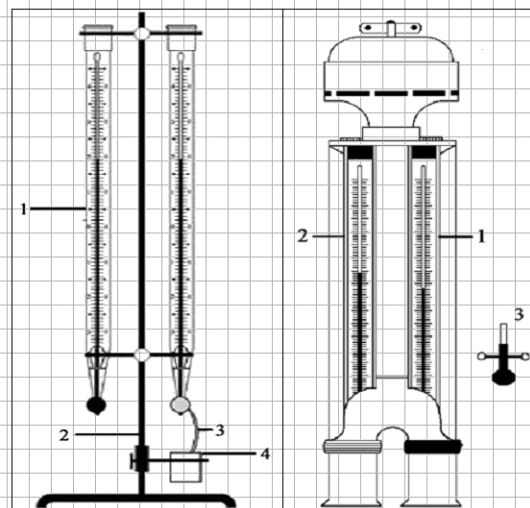
Коришћене релације (за сваку од наведених релација описати намену и значење појединих чланова)

1. Психрометарска формула

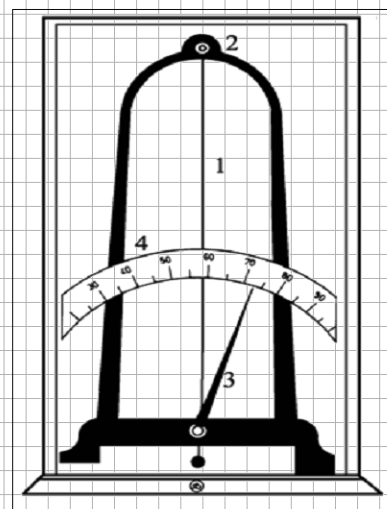
2. Хигрометарски метод

Опис инструмената (намена, саставни делови, принципи рада, постављање)

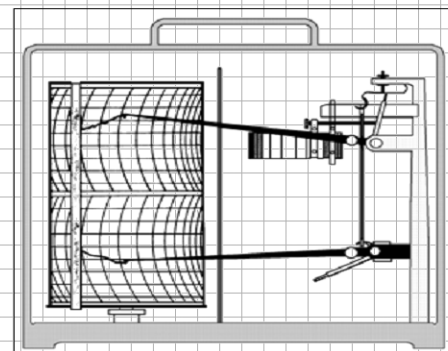
1. Августов и Асманов психрометар



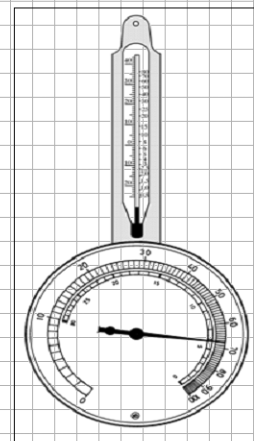
2. Копеев хигрометар



3. Термохигрограф



4. Полиметар



Рачунски задаци

	α	β	γ
$t_1 > 0$	7,5	237,3	0,786
$t_1 \leq 0$	9,5	265,5	0,786

Задатак 1

Ознака задатка _____

Са Аугустовог психрометра очитане су температуре сувог, t , и влажног, t_1 , термометра. Користећи Магнусове једначине (рачунски метод) и таблице (таблични метод), израчунати: а) дефиците засићености, d и d_1 ; б) релативну влажност ваздуха, r , и в) тачку росе t_d .

Рачунски метод:

$t =$ _____ $t_1 =$ _____

$E =$ _____

$E_1 =$ _____

$e =$ _____

$r =$ _____

$d =$ _____

$d_1 =$ _____

$t_d =$ _____

Табличний метод:

$$t =$$

$$t_1 =$$

$$\Delta t =$$

$$E =$$

$$E_1 =$$

$$c\Delta t =$$

$$e =$$

$$r =$$

$$d =$$

$$d_1 =$$

$$t_d =$$

Овера _____

Вежба 4. – Испаравање са слободне водене површине

Припрема вежбе

1. Испаравање је

2. Кондензација је

3. Сублимација је

4. Латентна топлота испаравања је

Описати процес испаравања на молекулском нивоу.

Написати од којих фактора зависи испаравање у природним условима

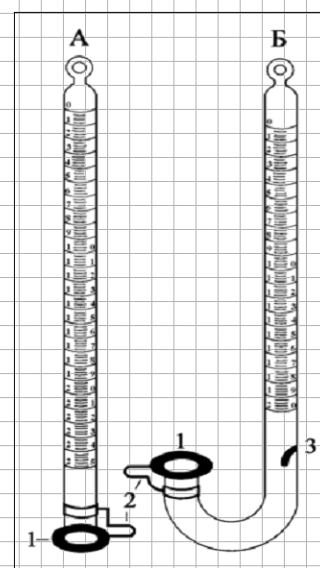
Навести активне површине са којих се ериши испаравање у природним условима

Коришћене релације (за сваку од наведених релација описати намену и значење појединих чланова)

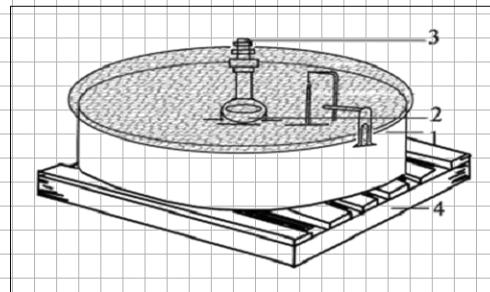
1. Мајерова формула

Опис инструмента (намена, саставни делови, принцип рада, постављање)

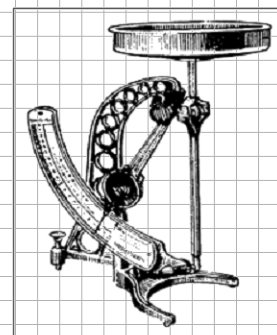
1. Пишеов испаритељ



2. Испаритељ класе А



3. Вилдеов испаритељ



Рачунски задаци

Задатак 1

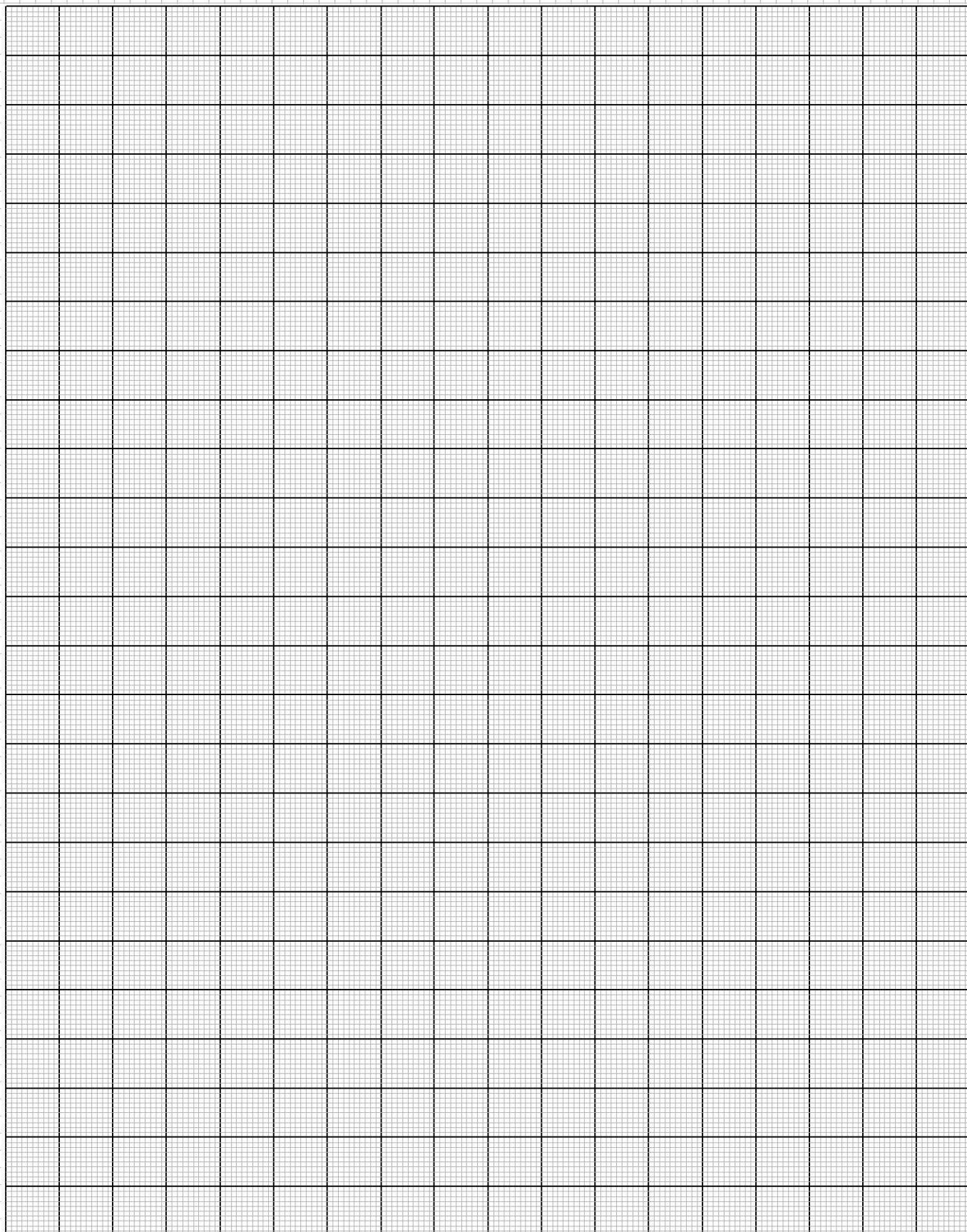
Ознака задатка _____

У табели су дате средње месечне вредности температуре ваздуха t , релативне влажности ваздуха r и брзине ветра v на висини од 10 m. Користећи Мајерову формулу, израчунати месечне суме количине испаравања W_m и графички приказати њихов годишњи ход. На истом графику приказати и годишњи ход количина испаравања измерених помоћу Вилдеовог W_w , Пишеовог W_p и испаритеља класе А W_a .

месец	t	r	v	W_a	W_p	W_w
јануар						
фебруар						
март						
април						
мај						
јун						
јул						
август						
септембар						
октобар						
новембар						
децембар						

Решење

месец	E	e	W
јануар			
фебруар			
март			
април			
мај			
јун			
јул			
август			
септембар			
октобар			
новембар			
децембар			



Вежба 5. – Испаравање са земљишта под вегетацијом

Припрема вежбе

1. Испаравање са голог земљишта је

2. Који фактори, поред метеоролошких, утичу на ово испаравање?

3. Потенцијално испаравање је

4. Стварно испаравање је

5. Транспирација је

6. Који фактори поред метеоролошких утичу на интензитет транспирације?

7. Евапотранспирација је

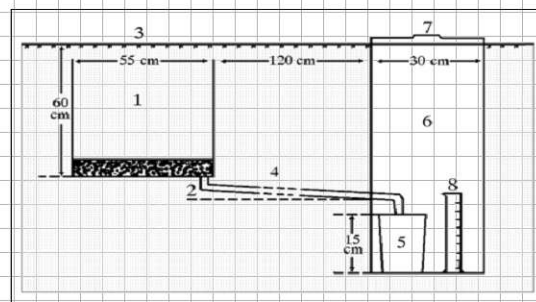
8. Стварна и потенцијална евапотранспирација су

Коришћене релације (за сваку од наведених релација описати намену и значење појединих чланова)

1. Туркова формула

Опис инструмената (намена, саставни делови, принцип рада, постављање)

1. Гарниеов испаритељ



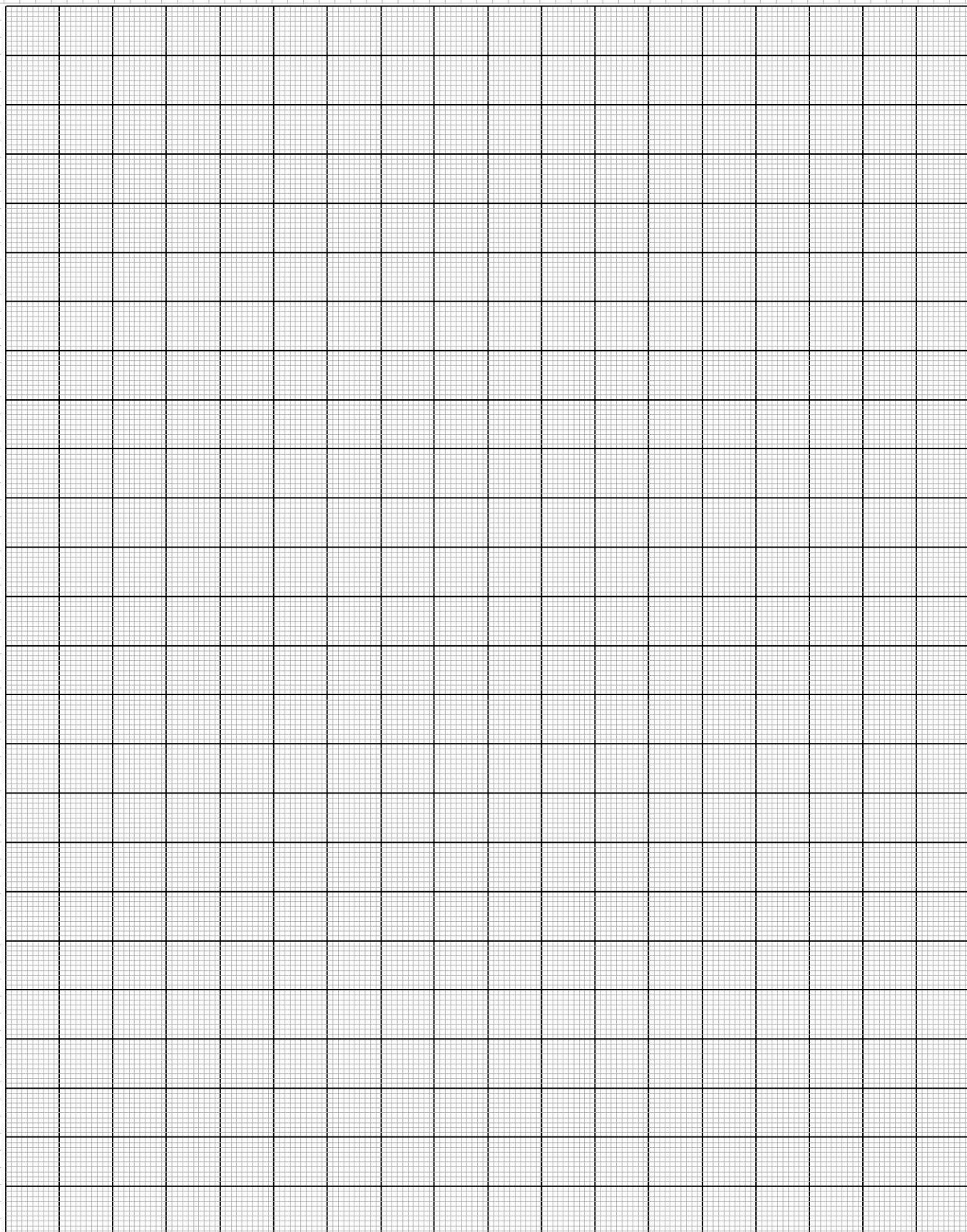
Рачунски задаци

Задатак 1

Ознака задатка _____

Користећи Туркову формулу за израчунавање количине потенцијалног испаравања са земљишта под вегетацијом, израчунати месечне и годишњу суму количине потенцијалног испаравања за изабрано место. Графички приказати годишњи ход потенцијалног испаравања. Средње месечне вредности температуре ваздуха и облачности, за поједина места, дате су у одговарајућим табелама

месец	n	t	G _d	W _t
јануар				
фебруар				
март				
април				
мај				
јун				
јул				
август				
септембар				
октобар				
новембар				
децембар				



Вежба 6. –Падавине

Припрема вежбе

1. Падавине су

2. Облик падавина је

3. Трајање падавина је

4. Количина падавина је

5. Интензитет падавина је

6. Који фактори поред метеоролошких утичу на интензитет транспирације?

Обрада падавина - Дефиниције

Количина падавина за временску јединицу је

Средња количина падавина за временску јединицу је

Апсолутни максимум количине падавина за временску јединицу је

Апсолутни минимум количине падавина за временску јединицу је

Годишње колебање месечних количина падавина је

Релативно годишње колебање месечних количина падавина је

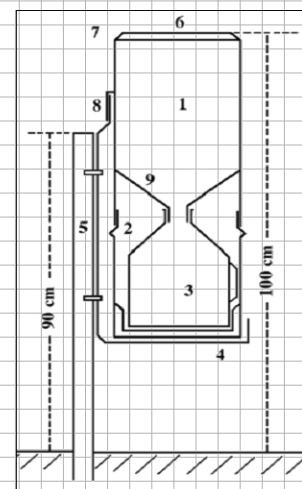
Броја дана са падавинама за временску јединицу је

Вероватноћа падавина је

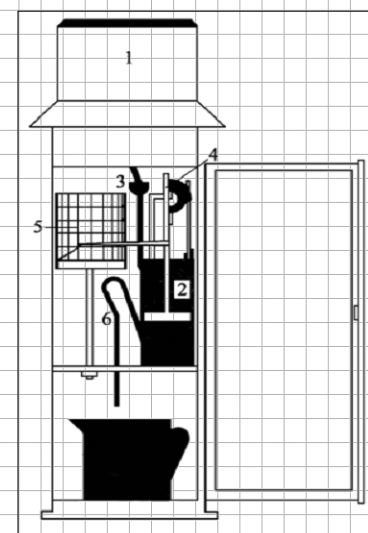
Густина падавина је

Опис инструмената (намена, саставни делови, принцип рада, постављање)

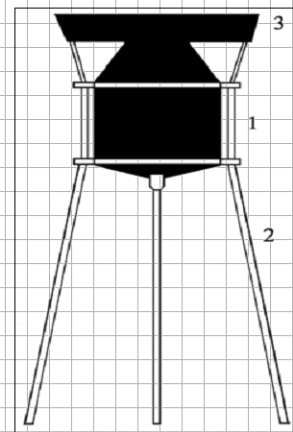
1. Хелманов кишомер



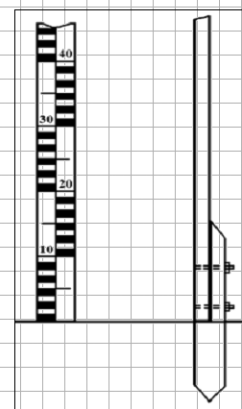
2. Хелманов плувиограф



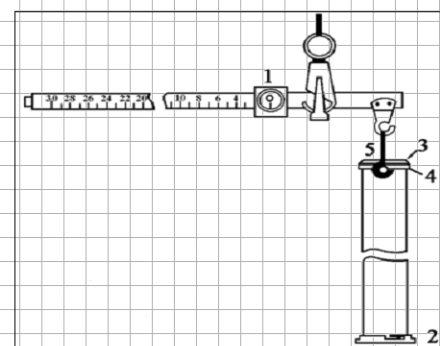
3. Тотализатор



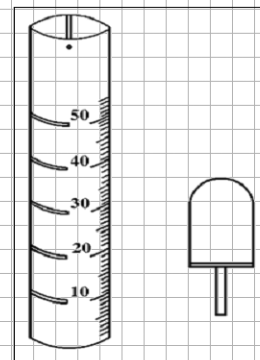
4. Снегомер



5. Снегомерна вага



6. Хелманова вадилница



Рачунски задаци

Задатак 1

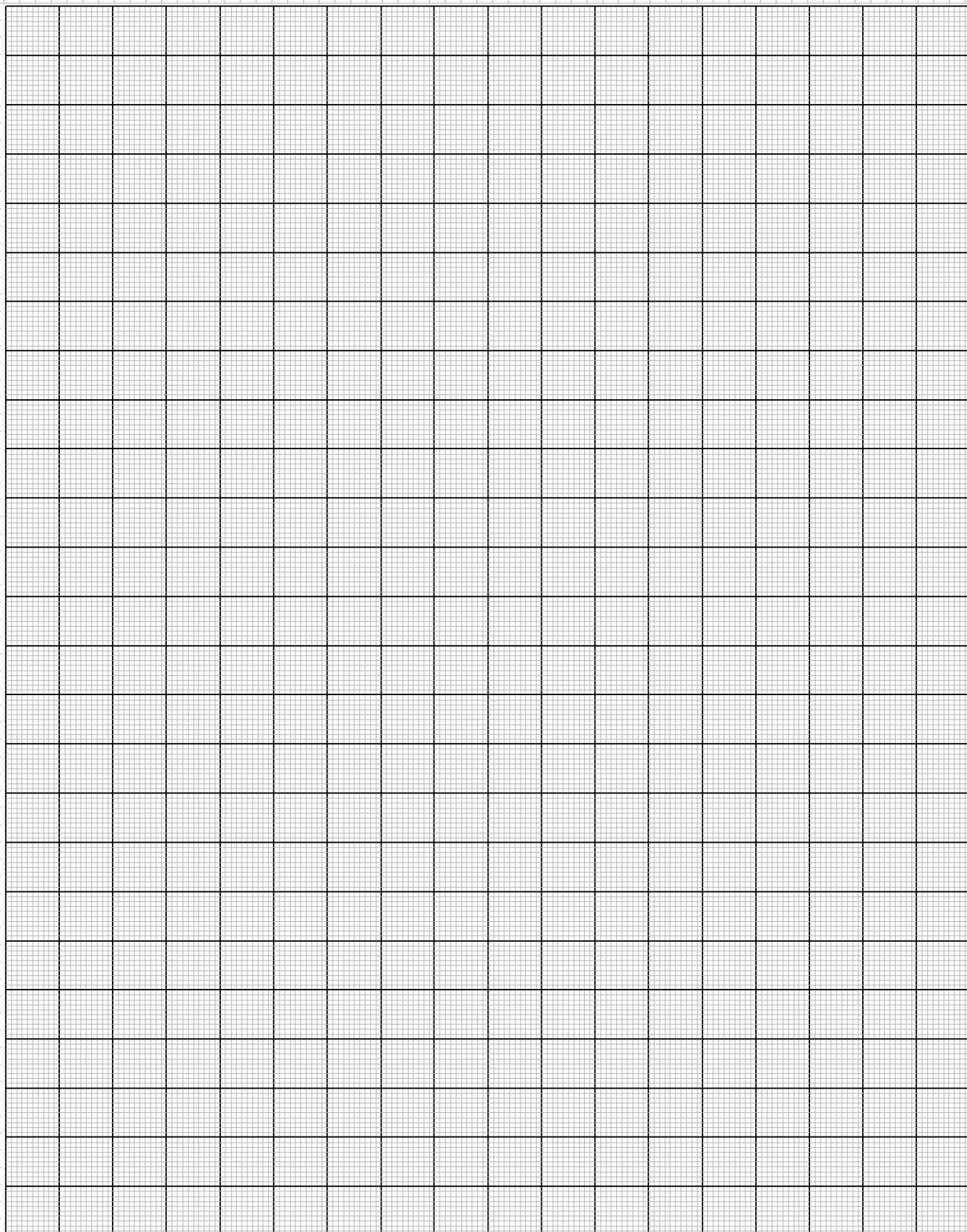
Ознака задатка _____

У Табели су дате средње месечне вредности температуре ваздуха, релативне влажности, количине падавина и средњи број дана с падавинама већим од 0,1 mm. Израчунати: а) дефицит засићености; б) густину падавина и в) вероватноћу падавина за све месеце у години. Графички приказати годишњи ход температуре ваздуха, количине падавина и дефицита засићености.

месец	T	г	Н	z
јануар				
фебруар				
март				
април				
мај				
јун				
јул				
август				
септембар				
октобар				
новембар				
децембар				

Решење

месец	d_m	i_m	w_m
јануар			
фебруар			
март			
април			
мај			
јун			
јул			
август			
септембар			
октобар			
новембар			
децембар			



Вежба 7. – Обрада температуре земљишта

Припрема вежбе

1. Шта је температура?

2. Које особине тела се мењају при промени температуре?

3. Шта је термодинамичка равнотежа?

4. Шта је термометарско својство а шта термометарско тело?

5. Шта је инерција термометра?

6. Шта је осетљивост термометра?

7. Шта је коефицијент инерције термометра?

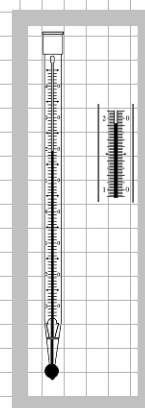
8. Описати тачност мерења температуре?

9. Шта је скала температуре?

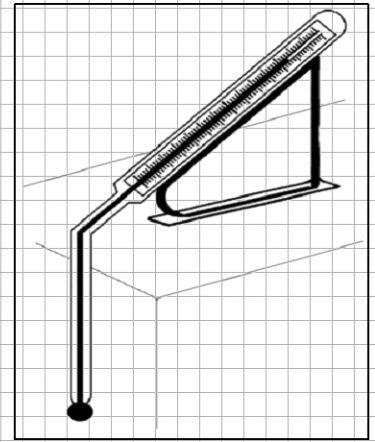
10. Навести врсте термометара и њихов принцип рада.

Опис инструмената (намена, саставни делови, принцип рада, постављање)

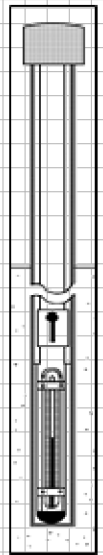
1. Обичан живин – станични термометар



2. Коленасти геотермометар



3. Извлачећи геотермометар



Коришћене релације (за сваку од наведених релација описати намену и значење појединих чланова)

1. Фуријеов ред за температуру земљишта

2. Томпсонов поступак

Рачунски задаци

Задатак 1

Ознака задатка _____

У Табели су дате вредности средњих месечних температура земљишта, t_z на одређеној дубини. Одредити коефицијенте Фуријеовог реда Томпсоновим поступком за брзо израчунавање. Написати израз за Фуријеов ред, до трећег члана, за температуру земљишта, $t_z(x)$ на датој дубини и на основу њега израчунати температуру која одговара датуму Вашег рођења.

месец	јануар	фебруар	март	април	мај	јун
$x(^{\circ})$	0	30	60	90	120	150
T_n	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
месец	јул	август	септембар	октобар	новембар	децембар
$x(^{\circ})$	180	210	240	270	300	330
T_n	T_6	T_7	T_8	T_9	T_{10}	T_{11}

$$a_0 =$$

$$a_1 =$$

$$a_2 =$$

$$a_3 =$$

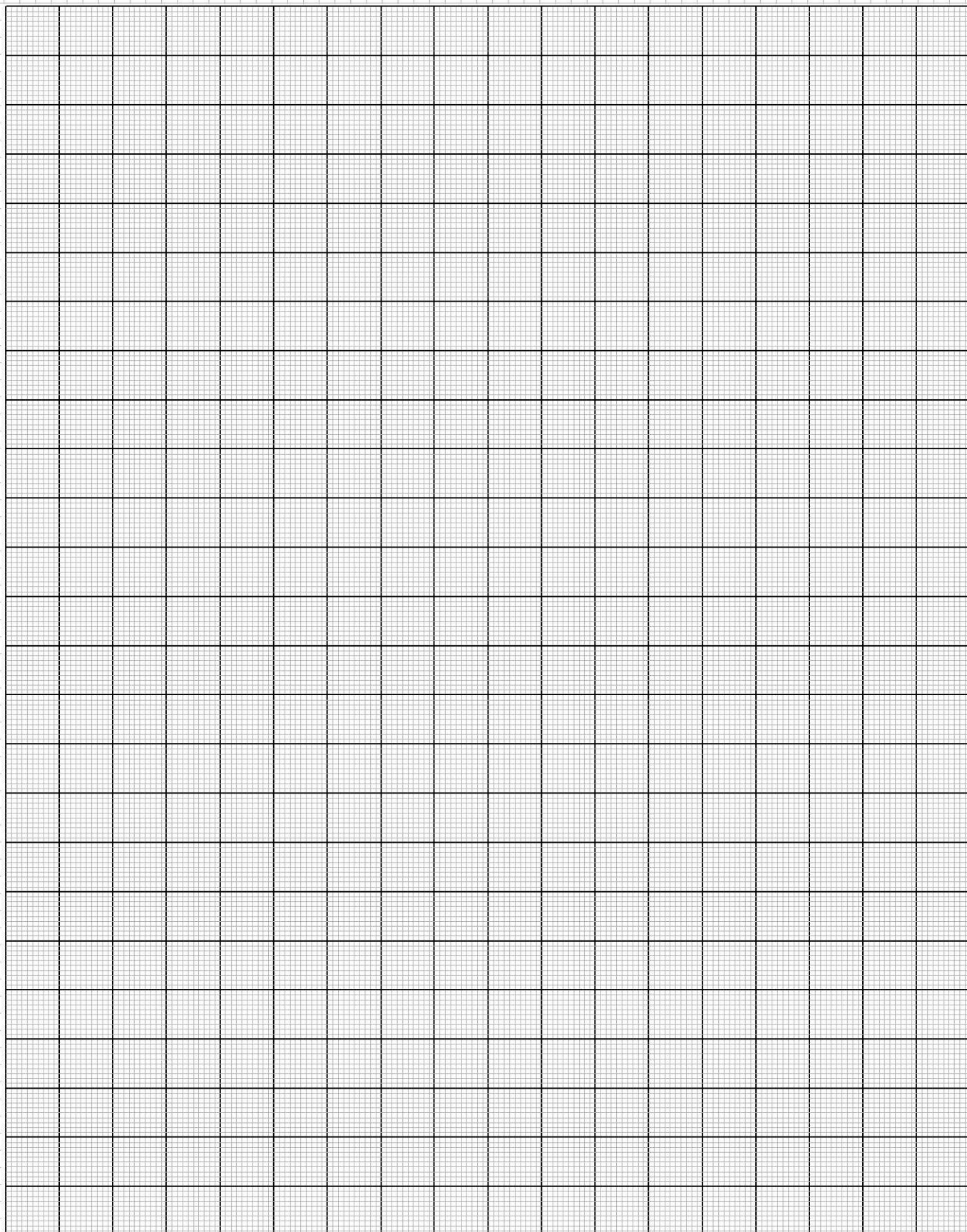
$$b_1 =$$

$$b_2 =$$

$$b_3 =$$

$$T(x) =$$

$$T(\quad) =$$



Вежба 8. – Обрада температуре ваздуха

Припрема вежбе

1. Биолошка сума температура је

2. Сума активних температура је

3. Биолошка сума температура је

4. Биолошки минимум је

5. Кардинална тачка минимума је

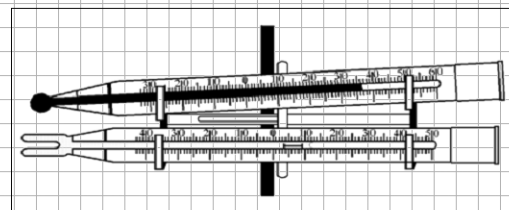
6. Средња дневна температура (3 начина одређивања)

7. Средња дневна температура за вишедневну временску јединицу

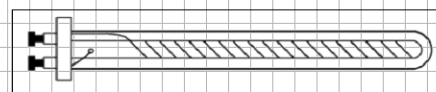
8. Средња дневна температура за вишедневну временску јединицу за вишегодишњи низ података.

Опис инструмента (намена, саставни делови, принципи рада, постављање)

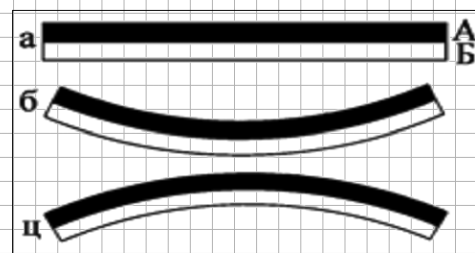
1. Максимални и минимални термометар



2. Платински термометар



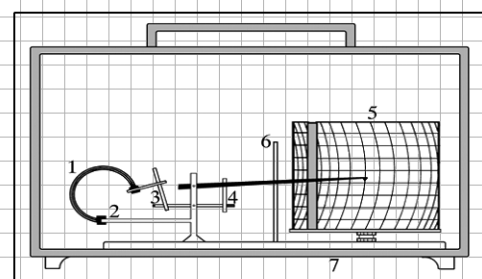
3. Деформационні термометар



4. Термистор



5. Термограф



Рачунски задаци

Задатак 1

Ознака задатка _____

У табели су дати просечни датуми наступања фенолошких фаза озиме пшенице за поједина места. Користећи податке о средњим месечним температурама ваздуха израчунати суме активних температура ваздуха за поједине међуфазне периоде, у датим местима. За почетак пролећне активности озиме пшенице узети дан када је средња дневна температура била већа од 5 °Ц.

Температура ваздуха (°C)					
јануар	фебруар	март	април	мај	јун
јул	август	септембар	октобар	новембар	децембар

Место	обнављање вегетације у пролеће	класање	цветање	млечно зрење	воштано зрење	пуно зрење
датум						

$$S_1 =$$

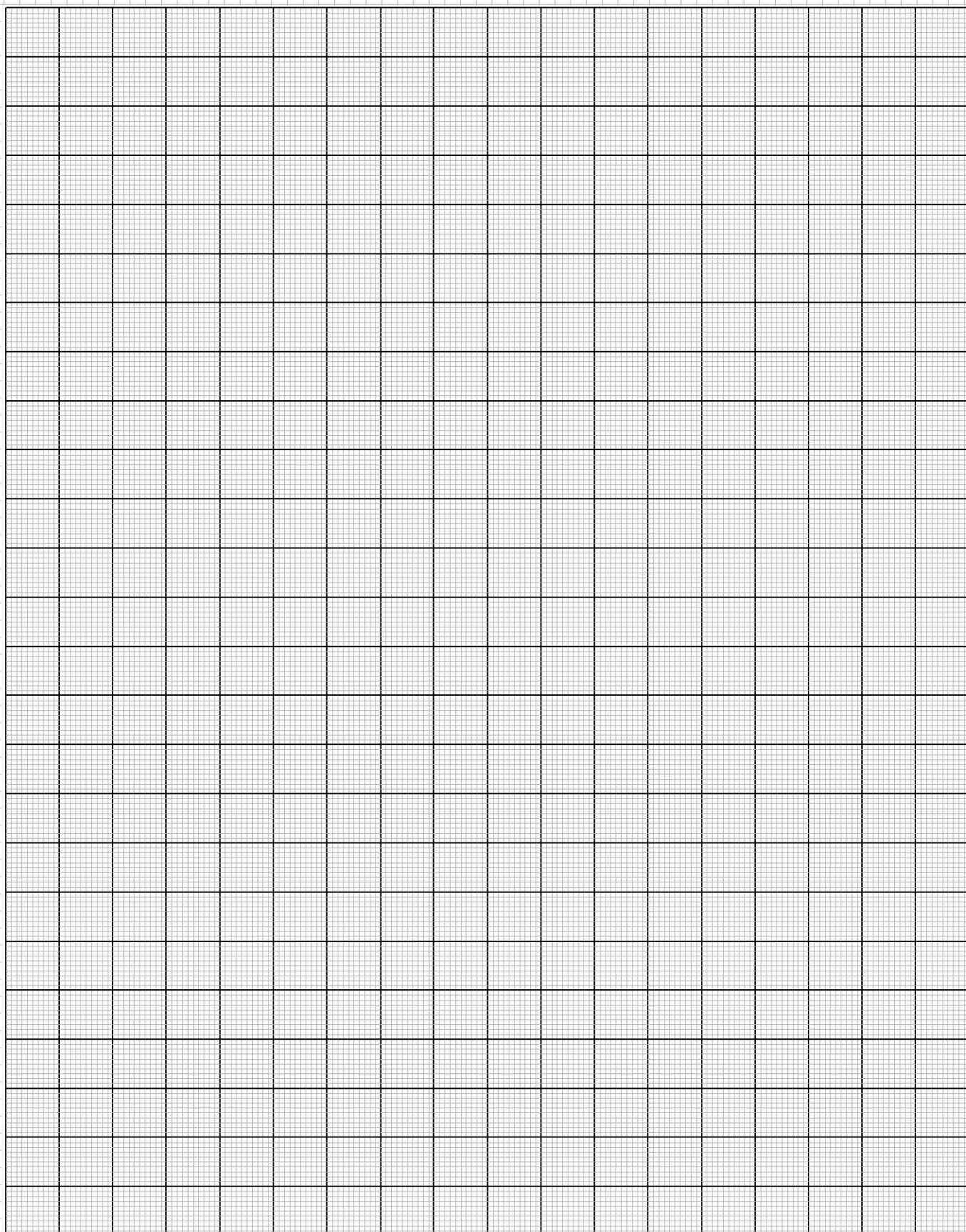
$$S_2 =$$

$$S_3 =$$

$$S_4 =$$

$$S_5 =$$

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 =$$



Вежба 9. Одређивање хидротермичких коефицијената током вегетационог периода њивских култура

Припрема вежбе

1. Чиме је условљена појава суше на већем пространству?

2. Чиме је условљена појава суше на мањем пространству?

3. Метеоролошка суша је

4. Хидролошка суша је

5. Пољопривредна суша је

6. Критеријуми за одређивање интензитета суше.

7. Атмосферска суша је

9. Земљишна суша је

10. Хидротермички коефицијенти Сељанинова служе за

11. Предности и недостаци методе Сељанинова

Коришћене релације (за сваку од наведених релација описати намену и значење појединих чланова)

1. Израчунавање ХТК параметра

Рачунски задаци

Задатак 1

Ознака задатка _____

У табелама су дати просечни датуми наступања појединих фенолошких фаза озиме пшенице; средње месечне температуре ваздуха и средње количине падавина у појединим међуфазним периодима озиме пшенице за поједина места. Користећи ове податке израчунати коефицијенте Сељанинова ХТК у појединим међуфазним периодима.

Температура ваздуха (°C)					
јануар	фебруар	март	април	мај	јун
јул	август	септембар	октобар	новембар	децембар

	обнављање вегетације у пролеће	класање	цветање	млечно зрење	воштано зрење	пуно зрење
Датум						
Количина падавина						

$$S_1 =$$

$$HTK_1 =$$

$$S_2 =$$

$$HTK_2 =$$

$$S_3 =$$

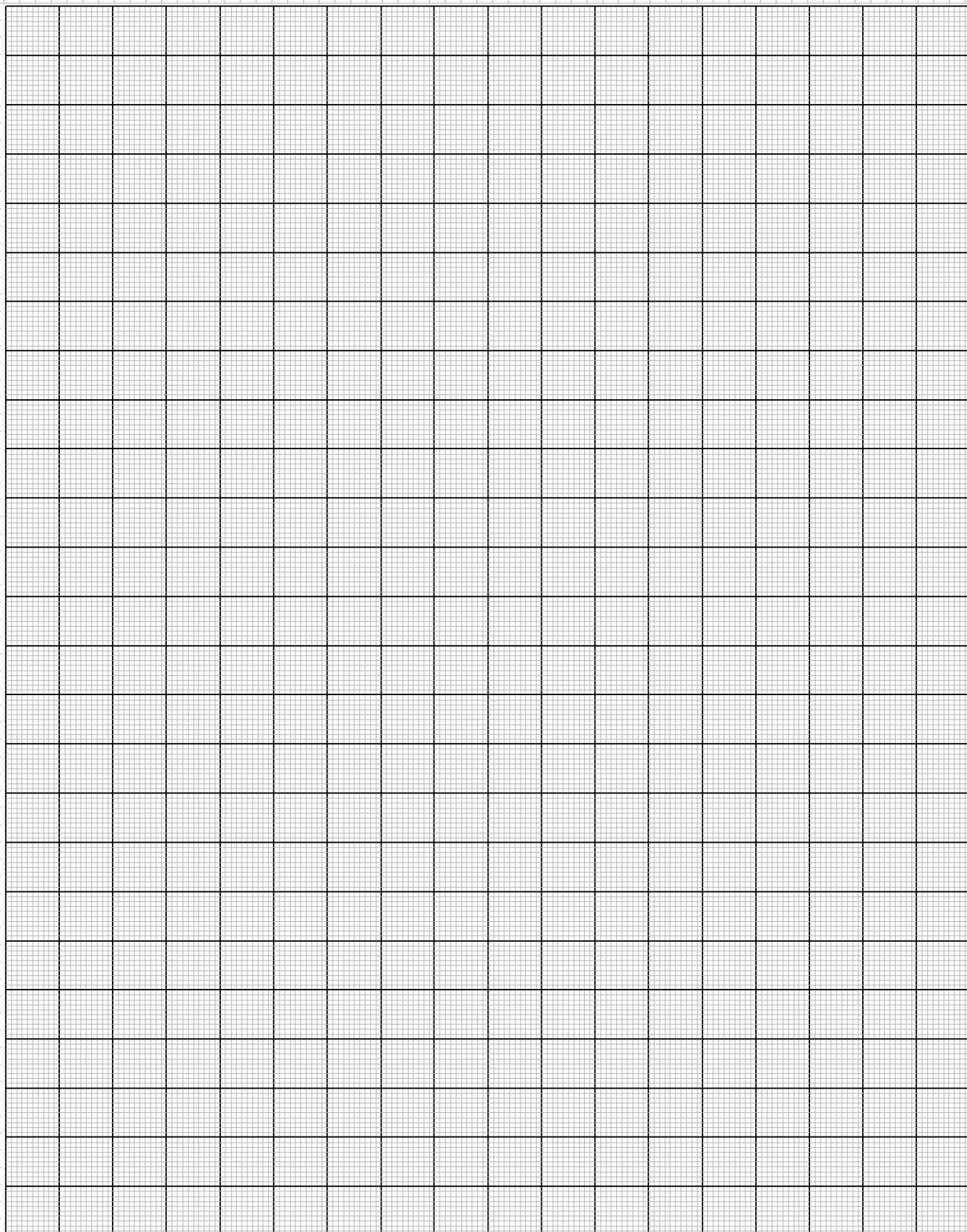
$$HTK_3 =$$

$$S_4 =$$

$$HTK_4 =$$

$$S_5 =$$

$$HTK_5 =$$



Вежба 10. – Прогноза и заштита од мраза

Припрема вежбе

1. Апсолутни максимум температуре за дан и годину

2. Апсолутни минимум температуре за дан и годину

3. Дневно и годишње колебање температуре

4. Мраз

5. Када су нарочито опасни зимски мразеви?

6. Који мразеви су најопаснији?

7. На који начин се орошавањем штите биљке од мраза?

Прогноза мраз

1. Шта је потребно измерити за прогнозу мраза методом Михаљевског?
2. Да би мраз могао да се очекује тј. не очекује, које вредности треба да има T_n ?
3. За чега се користи једначина Лангеа?
4. Шта је потребно је измерити да би се одредила минимална температура методом Лангеа?
5. На који начин се могу одредити тренутци почетка и завршетка мраза као и тренутци почетка и завршетка периода са температурама испод критичне?
6. Како се израчунава количина воде коју је потребно утрошити да би била обављена заштита од мраза орошавањем?

Рачунски задаци

Задатак 1

Ознака задатка _____

Једног јесењег дана у метеоролошком закљону у 1300 часова по СЕВ-у измерене су температуре сувог $t =$ _____ $^{\circ}\text{C}$ и влажног термометра $t_1 =$ _____ $^{\circ}\text{C}$ на Августовом психрометру. Будући да је током предходних дана преовладавао антициклонални тип времена, то је био сигнал да се изврше припреме за заштиту од могућег мраза у наступајућој ноћи. Том приликом било је потребно:

- прогноzirати појаву мраза у наступајућој ноћи;
- прогноzirати минималну температуру $t_{\min}$ у наступајућој ноћи користећи температуре ваздуха осмотрене у 1800 и 2000 часова по СЕВ-у, $t_{18} =$ _____ $^{\circ}\text{C}$ и $t_{20} =$ _____ $^{\circ}\text{C}$;
- одредити трајање мраза Δt_0 ;
- одредити трајање периода Δt_k са температуром испод критичне температуре за паприку и
- количину воде потребну за вештачку кишу (mm/ha) којом би се остварило повишење температуре ваздуха за $\Delta t =$ _____ $^{\circ}\text{C}$.

Приликом прорачуна било је потребно узети у обзир следеће елементе:

- специфична топлота воде је $c = 1,216 \cdot 10^3 \text{ J } ^{\circ}\text{C}^{-1} \text{ m}^{-3}$;
- парцела је имала површину $S = 1 \text{ ha}$;
- да је висина h докле се осећа повишење температуре услед ослобођања латентне топлоте, 2 m ;
- латентна топлота мржњења воде, $q = 334,96 \cdot 10^6 \text{ J/m}^3$ и
- да је време изласка Сунца било $T_s = 0506$ часова по СЕВ-у.

Решење

a)	
$t =$	$E =$
$t_1 =$	$E_1 =$
$\Delta t =$	$c \Delta t =$
	$e =$
$r =$	$M =$
$t_n =$	

$$\text{б) } t_{\min} =$$

в)

$$\tau_0^0 =$$

$$\tau_0^z =$$

$$\Delta\tau_0 =$$

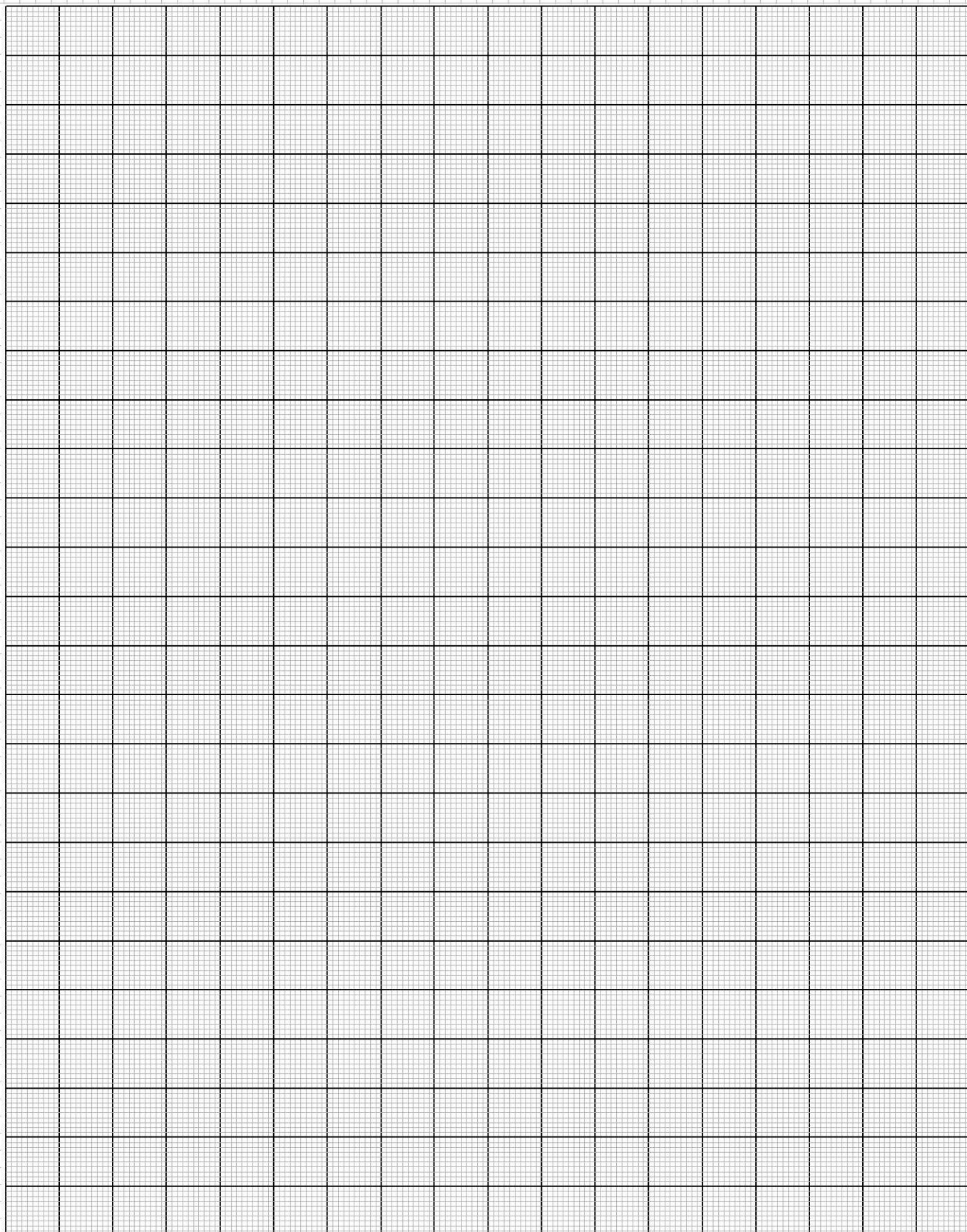
г)

$$\tau_k^0 =$$

$$\Delta\tau_k =$$

д)

$$\mathbf{V} =$$



Вежба 11. – Израчунавање акумулисаних степен сати и степен дана

Припрема вежбе

1. Описати значење појма „физиолошко време“

2. Доња гранична температура је

3. Акумулисани степен дана се дефинишу као

4. Акумулисани степен сати се дефинишу као

5. Дневна сума степен часова геометријски представља

6. Како се у приручном методу израчунава број акумулисаних степена дана ако је

А) Доња гранична температура мања од дневног минимума температуре ваздуха

Б) Доња гранична температура већа од дневног максимума температуре ваздуха

В) Доња гранична температура између дневног минимума и максимума температуре ваздуха

7. Ћесарикијев температурни модел служи за

8. Написати релације Ћесарикијевог модела и описати значење сваког члана

Рачунски задаци

Задатак 1

Ознака задатка _____

У табели су дати осмотрени подаци о средњим дневним, максималним и минималним температурама као и температурама у тренутку заласка Сунца. У истој табели се налазе и подаци о тренутку изласка и заласка Сунца. Користећи ове податке израчунати часовне вредности температуре употребом Ћесарикијевог температурног модела.

Датум	T_sre	T_max	T_min	Излазак Сунца (t_{izl})	Залазак Сунца (t_{zal})
Тренутак постизања T_{max} (t_{max})	Температура на заласку T_0	alfa	R	b	Hp-Ho

Решение

[illegible]

Овера _____

Вежба 12. – Анализа метеоролошких услова за појаву појединих болести и штеточина

Припрема вежбе

- 1. Са чиме је условљена појава болести и штеточина?**
- 2. Описати основне особине бактериозне пламењаче јабуке и крушке.**
- 3. Са којим подацима је потребно располагати како би била обављена анализа испуњености метеоролошких услова за појаву болести?**
- 4. Описати алгоритам примене метода MERYBLIGHT система за прогнозу.**
 - а)**
 - б)**
 - в)**
 - г)**

Напомене

Рачунски задаци

Задатак 1

Ознака задатка _____

На основу часовних вредности температуре, које су израчунате у оквиру 11. вежбе, а) израчунати акумулисане степен-сате за температуре веће од $18,3^{\circ}\text{C}$, $SS(18,3)$. б) На основу осматраних метеоролошких података из табеле кориштене у претходној вежби израчунати суму акумулисаних степен дана, употребом тзв. приручног метода, за температуре веће од $4,4$ $18,3^{\circ}\text{C}$, $SS1(4,4)$, и одредити ког датума ће ова сума прећи критичну вредност за јабуку.

а)

Час	01	02	03	04	05	06	07	08
T ($^{\circ}\text{C}$)								
Час	09	10	11	12	13	14	15	16
T ($^{\circ}\text{C}$)								
Час	17	18	19	20	21	22	23	24
T ($^{\circ}\text{C}$)								

$SS(18,3) =$

b)

Датум	T _{min}	T _{max}	T _{sre}	SS _d (4,4)	SS (4,4)

Овера _____

