



БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ

**НАЦИОНАЛЕН ИНСТИТУТ
ПО МЕТЕОРОЛОГИЯ И ХИДРОЛОГИЯ**

Пеце Благой Ристевски

**КЛИМАТЪТ
И АГРОКЛИМАТИЧНИТЕ РЕСУРСИ
НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЯ
АВТОРЕФЕРАТ
НА**

ДИСЕРТАЦИЯ

За присъждане на научната и образователна степен
„Доктор по физика”

По научната специалност 01.04.11 “Метеорология”

Научни консултанти:

проф. д-р Никола Славов

доц. д-р Валентин Казанджиев

София 2012
РАЗДЕЛ I.
ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА И АКТУАЛНОСТ
НА ДИСЕРТАЦИЯТА

I.1. Предговор

С характерните промени на времето и климата през последните 20 години на миналия и началото на XXI век, се актуализира необходимостта от изучаване на тези природни явления, които влияят както върху дейността на хората, така и върху агроклиматичните условия, имайки предвид необходимостта от производството на храни и тяхната преработка.

От друга страна, поради очевидната връзка на климата като природен ресурс и антропогенните дейности в 1979 г. на 11-тия метеорологичен конгрес в Женева, е приета и гласувана Световната климатична програма, с която са поканени всички страни членки да представят своите национални програми. На основание на тази Програма през 1988 г. е съставена Югославската климатична програма, която по-късно е възприета и като Македонска климатична програма.

Значително място в изследванията от тази област има проектът „Агроекологично райониране на Република Македония” и по-нататъшното му развитие при разработката на Македонската академия на науките и изкуствата (МАНИ), завършена през 2004 г. Наред с дейностите в конвенцията за изменение на климата (UNFCCC) напоследък важно място заема и Република Македония при реализацията на Конвенцията за опустиняване и Конвенцията за биологичното разнообразие. Чрез интегриране на резултатите от трите конвенции ще бъде изготвен проект за отговорностите на държавите (в това число и Македония) в областта на стопанското развитие и влиянието на климата като природен ресурс. Това означава, че през последните години на международната дейност, представена чрез ООН и СМО и другите световни международни организации, посочват значимото място на метеорологичните и климатични процеси, промените на климата и неговото въздействие върху земеделието, водните ресурси и устойчивото управление на развитието на държавите по света.

I.2. Цел на дисертацията

Докторската дисертация представлява дългогодишния труд на автора в областта на изследването на климата и агроклиматичните ресурси в Република Македония. В нея са представени характеристиките на климата, климатичните и агроклиматични ресурси, а също така и климатичното и агроклиматично райониране в съответствие с методология, която се прави за пръв път Република Македония.

По-важни акценти на разработените в дисертацията раздели са - Климатично райониране на Република Македония; Пространствено разпределение на главните климатични елементи; Агроклиматични ресурси и агроклиматично райониране на Република Македония, в т.ч. Температурни ресурси, Ресурси на овлажняването (валежите и потенциалната евапотранспирация), Светлинните ресурси и слънчева радиация в Република Македония; Условието за презимуване на земеделските култури и е направено комплексно агроклиматично райониране на Република Македония, като са представени климатични и агроклиматични характеристики по климатични райони.

Територията на Македония се разделя на четири главни климатични и агроклиматични области и 10 подобласти. В дисертацията са представени характеристиките на климатичните и агроклиматични ресурси, а също и агроклиматичното райониране на Македония чрез използване на съвременни ГИС технологии.

Територията на Македония се разделя на четири главни климатични и агроклиматични области и 10 подобласти. В дисертацията са представени характеристиките на климатичните и агроклиматични ресурси, а също и агроклиматичното райониране на Македония чрез използване на съвременни ГИС технологии.

I.3. Практическа ценност на работата

Изследването и анализът на климата и характеристиките на общите климатични и агроклиматични условия и агроклиматично райониране представлява сложна научна работа, която засяга насоките на развитието на селскостопанското производство, както и

върху използването на подходящи агротехнически мерки в производството на храни.

Агроклиматичните райони са описани чрез агроклиматичните ресурси, които са представени чрез синтез на оптимални и ограничаващи фактори според топлинните условия, условията на овлажнение, светлинните ресурси, климатичните и агроклиматичните индекси и показатели, както и въз основа на ограничаващите климатични фактори.

Изследванията в рамките на тази докторска дисертация представляват основа за други проекти и климатични подложки, които ще насърчат хидрометеорологичната служба и същите биха повлияли върху развитието на земеделието и селскостопанското производство в Република Македония, както и изобщо, върху околната среда и териториалното планиране. Изследването, което е тема на докторска дисертация ще бъде от полза в основните изследвания на Управлението за хидрометеорологичните дейности при изготвянето на нови проекти, които предвиждаме да реализираме в следващия период и както следва:

1. Съставяне на климатичен очерк за територията на Република Македония,
2. Съставяне на климатични атлас на Република Македония,
3. Агроклиматично райониране на Република Македония,
4. Изследване на сушите и условията за опустиняване
5. Участие в изследванията на Центъра по засушаване и опустинуването, които да станат основа за развитие и насърчаване на Министерството на земеделието горите и водите, Министерството на околната среда и териториалното планиране, Министерството на икономиката, както и Министерството на образованието и науката на Република Македония.

I.4. Аprobация на работата

Основните идеи както и резултатите от работата са докладани на следните международни и македонски събрания, конференции проектни задачи:

Първият и Вторият национален доклад в отговор на Рамковата Конвенцията на ООН за климатичните промени в Република Македония

представени в студията „Агроекологично райониране на Република Македония“ разработка на Македонската академия на науките и изкуствата (МАНИ), завършена през 2004 г., Международната конференция за водите и водните ресурси BALWOIS 2004 Охрид, BALWOIS 2006 Охрид, BALWOIS 2008, Охрид и BALWOIS 2010 Охрид, на Третия конгрес на еколозите на Република Македония, Третия конгрес по География на Република Македония, Съветите за запазване на био-разнообразието, както и на Конференцията за климатичните промени в София през 2008 г. Изследване в рамките на Министерството на околната среда и териториалното планиране, озаглавено „Индикатори за околната среда на Република Македония 2008 г.“ (за енергия и климатични промени) и др.

I.5. Структура и обем на докторска дисертация

Докторската дисертация се състои от Въведение, пет глави и заключение написани на 162 стандартни машинописни страници, 62 климатични карти в начертани чрез прилагане на ГИС технология, 3 снимки и 8 таблици с 232 литературни източника в библиографската справка и представлява оригинална работа за климатичните и агроклиматични условия в Македония.

Номерацията на главите, формулите таблиците и цифрите в автореферата съответстват на тези в дисертацията.

I.6. Особенности на земеделското производство в Република Македония

Земеделието като организирана стопанска дейност участва в производството на храни чрез прякото насочване, управление на процесите на трансформация на енергията, за разлика от екосистемите при, които човекът няма активно участие или има незначително участие (Лозановски, Р. 1990).

Насочването и управлението на процесите при трансформация на слънчевата енергия, основен източник за всички процеси в атмосферата се осъществява по индиректен начин. Значително място за отглеждането на фотосинтезиращи растения и организми при оптимални условия и за осигуряване на нормалното протичане на жизнените процеси имат: климата, почвите, слънчевата енергия и водата.

Промените на времето и климата имат значително влияние върху използването на енергията, водата и производството на храни в световен мащаб. Тяхното разпределение в локален и световен мащаб е неравномер-

но и поради това те влияят на развитието на земеделието в положителен или отрицателен аспект. От друга страна земеделското производство е функционално свързано с комплексното и интерактивно въздействие на следните компоненти: време (В), климат (К), почва (П), вода (Н), релеф (Р), както и от видовия и сортов състав на земеделските култури, агротехниката и механизацията (Лозановски, Р. 1997). Аналитично тази зависимост се представя чрез следната зависимост

$$ZP = f(B, K, П, H, P)$$

През разглежданите периоди съществува информация за многообразието на връзките и влиянието на времето и климатичните условия на земеделското производство. Промените на климата влияят и върху другите стопански дейности и процесите в природата - лесовъдството, водното стопанство, биологичното разнообразие, здравето на хората, обработката на земята, градоустройството, застрахователното дело и транспорта. Очакваните климатични промени ще окажат влияние и на стопанската дейност в Република Македония. Значителни влияния ще се наблюдават във всички отрасли на икономиката (земеделие, лесовъдство, водно стопанство-води и водни ресурси, така също и върху природните екосистеми, здравето на населението) и върху цялостното социално-икономическо развитие. Проявата на очакваните климатични промени ще предизвика необходимост от ново райониране за нуждите на земеделското производство, както и за адаптация на земеделските структури към тези промени.

I.7. Основни климатични и агроклиматични ресурси в Република Македония

Неравномерното разпределение на климатичните условия (температурни, влагообезпеченост и светлинни ресурси) в Македония, се формират под влиянието на различни климатообразуващи фактори и са суперпозиция на физико-географските, циркулационните и антропогенни влияния с различно ниво на тяхното проявление в локален мащаб. Поради тази причина се наблюдават различни видове климат - средиземноморски, континентален, планински и техните комбинации (Ристевски, П. 1982, Филиповски, Г. 1995-1996). Климатичните и агроклиматични условия се характеризират както със средните, така и с екстремните показатели на времето и климата. Те оказват негативно влияние на растежа на земеделските култури и зависят от сортовете и хибридите на земеделските култури (в това число и при овощните и лозови култури).

I.8. Методика на обработка на метеорологичните и агрометеорологични данни

За дефиниране на климатичната система в Македония, както и за дефиниране на оценки на климатичните и агроклиматичните ресурси са използвани следните видове климатична, метеорологична и агрометеорологична информация.

- температура на въздуха от срочните климатични измервания в 7, 14 и 21 ч. местно време;

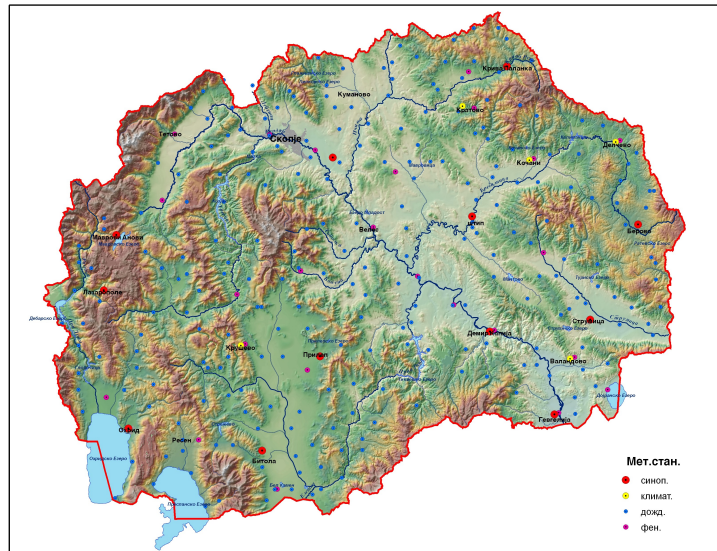
- екстремни стойности (максимални и минимални измервани веднъж в денонощието, ежедневно;

- средни максимални и минимални температури на въздуха пресметнати от абсолютните минимални и максимални стойности на температурата по месеци, години и многогодишни периоди;

- брой на дните характерни температури на въздуха получени чрез статистическа обработка на данните за прехода на температурите и дефинирана по-рано (обработката е направена въз основа на изследванията на Вуйевич 1956).

- При анализа на пространственото разпределение на климатичните и агроклиматичните ресурси са използвани данни от измервания в 34 климатични станции, 15 от които са щатни и 19 доброволни.

- Съгласно наставленията за наблюдения и видовете инструменти с които се провеждат измерванията станциите от щатната и доброволна метеорологична мрежа, агрометеорологичните и дъждомерни станции в Р. Македония са показани на Фиг. 1



Фиг.1. Пространствено представяне на щатните, доброволни, агрометеорологични и дъждомерни станции в Р.Македония

I.9. Досегашно проучване на климата, агроклиматичните ресурси и агро-климатично райониране

Още през 1897 година Тимирязев посочва, че климатичните условия представляват важен фактор в земеделското производство. Начало на агроклиматичното райониране дават Войейков И.А. и Браунов в края на 19 век и началото на 20 век (Силеников 1968 год.).

По късно в Съветския Съюз са направени много изследвания, изработени са и използвани различни методологии за агроклиматичното райониране. Забележителни в този период са трудовете на Селянинов Т.Г. 1933, 1955 и 1961 год., Колосков И.П. 1947 и 1958 год., Сапожникова А.С. 1958 и Давитая Ф.Ф. 1938 год. и сл. Шашко Д.И., Ефимова (1977 год.) и др.

От друга страна пък Duchhman i Musefeld (1971 година), своите анализи и модели за земеделското производство, в проучване за земеделските системи в света, разработват следните показатели: потенциалната и ефективна евапотранспирация и продължителност на топлинния вегетативен сезон (ТВС), като параметри на енергийния режим и режима на влажността. Също така е посочено развитието на методите за агроклиматично райониране, което по нататък в текста ще ни послужи като основа за изследванията на територията на Република

Македония. От друга страна пък, за агроклиматичното райониране се използвани методи и анализи от Оторепец С. (Оторепец С. 1984 год.), 1973, 1983, изследванията на Хершкович Е.И. сор. 1980, Славов Х., Славов Н., както и изследванията на Пензар И. и Пензар Б.

Като приложение към пълната картина на досегашните изследвания, които са правени за територията на Република Македония са трудовете от Кажич 1939, Филиповски Г., 1948, Роганович 1951 и 1953 и други.

До сега за климата, климатичните и агроклиматичните ресурси в Република Македония са обявени следните парциални трудове в отделни области, които могат да ни послужат като основа за дефиниране на пълно изследване на посочената област на интереси, или задача. Това са трудовете на Филиповски Г. 1955 год., СХМ Завод 1969 година, СХМ Завод 1974 година, Лазаревски А. 1982 год., Макиянич Б. 1990 год., Оторепец С. 1984 год., Зиков М. 1977 год. и др.

Динич Й. (1982 год.), в труда „Проблеми на агроклиматичното райониране в С Р Македония” използва следните агроклиматични елементи и техните параметри: Продължителност на периода на вегетация, сумата на активните температури на въздуха, пролетни и есенни измръзвания, индекса на сушата според Селянинов за периода от 1931 до 1960 год..

Ристевски П. (1982 год.) използвайки Кьопеновата класификация за територията на Република Македония върши модификация за условията за земеделско и горско райониране (или райониране според вегетацията и други общи природни условия). Анализът е правен за периода от 1951 година до 1980 год., разграничавайки умерения климат на 3 нови части, като ги отбелязва със C_1 , C_2 и C_3 , и е направена валоризация на територията на Република Македония с нейните специфични характеристики. В труда на съответен начин, за пръв път на територията на Република Македония е показан вертикалният компонент на топлините и плувиометрични климатични типове.

Лозановски Р. (1987 год.) при даване на оценка на екологичните възможности за увеличаване на производството на храна в субмедитеранския район в бивша Югославия, използва следните показатели: Продължителността на топлинния сезон на вегетация $Тер > 5^{\circ}C$, сумата на активните температури на въздуха $Тер > 10^{\circ}C$, продължителността на сумата на активните температури на въздуха $> 10^{\circ}C$, средното годишно количество валежи, както и потенциалната и истинската евапотранспирация (според Торнтвайт). Също така

климатичните параметри са сравнени с производството на растенията. При климатично и агроклиматични райониране се използва агроклиматичните граници, които са използвани от Селянинов, а модифицирани от Оторепец С. (1973 год.) според сумата на активните температури на въздуха $>10^{\circ}\text{C}$ през цялата година.

Лозановски Р. 1988 в труда за Агроекологичните показатели за земеделското производство в СРМакедония използва следните характеристики на климат: Продължителността на топлинния сезон на вегетация, сумата на активните температури на въздуха, средното годишно количество валежи и потенциалната и истинската евапотранспирация според Торнтвайт и общата и сезонна сума на фотосинтетичната радиация за периода 1951 -1975 година, според резултатите, които са обявени в труда „Климат на Република Македония” (според резултатите от Лазаревски А. 1993 година).

В проучването на Филиповски Г., Ризовски Р. и Ристевски П. (1996 год.) са дефинирани климатично–вегетативно–почвените зони (райони) в Република Македония, при което са посочени данните за всички климатични райони в Република Македония за периода от 1951 година (или от началото на работа на всяка метеорологична станция до 1990 година). В монографията са използвани и други данни за климата, като са представени и определени индекси и показатели според де Мартоне 1927, Ланг 1915, Грачанин М. 1950, Кьопен В. (1936) и Торнтвайт 1948 и др.

Лозановски Р. 1997 използва следните агроклиматични компоненти: Продължителността на топлинния сезон на вегетация ($\text{Temp} > 5^{\circ}\text{C}$), сумата на активните температури на въздуха и хидротоплинните показатели.

Въз основа на изследванията на Лозановски Р. (1997 година) земеделските райони в Република Македония са представени според топлинните и соларни условия, съществуват големи възможности за развитие на широк асортимент от земеделски култури.

В проучване на Македонската академия на науките и изкуствата (МАНИ), (Лозановски Р. и сор. 2004) е показано агроекологическото състояние на територията на Република Македония, в което са разработени и климатични, агроклиматични, хидрологически и орографски влияния върху земеделското производство.

Проблемите на очакваните климатични промени през 21 век са анализирани в Първият (2003 година) и Вторият (2008 година) Доклад, като отговор към Конвенцията за климатичните промени, както и

е лаборат на експертите на втория Доклад и климатичното влияние върху земеделското производство за територията на Република Македония (Чукалиев и сор.2006).

Голямо значение за съответното агроклиматично райониране на Република Македония са трудовете, които имат определена близост с нашите изследвания с трудовете от Хершкович и сор.1982 година, Хершкович 1984 година, както и многобройните трудове от проф. Славов Н (1980, 1984, 2002), както и трудовете на Славов Н., Маринова Т., Ристевски П. (2004год.) и Казанджиев В. и сор. 2010.

За подобряване на достоверността на временните редове е проведена статистическа обработка на историческата метеорологично-климатична информация, чрез съпоставянето на средните стойности на данните от периода 1971–2000 г., интерполация и редуция на редиците, е повишено качеството на получените резултати. Извършена е валоризация на климата чрез оценка на продължителността и разпределението на годишните стойности, както и стойностите на най-студения и най-топлия месеци на годината (януари и юли) и резултатите за климатичното и агроклиматичното райониране.

При съставянето на климатичните и агроклиматични карти с помощта на ГИС технология представени посредством ARC-MAP, ARC-VEW и ARC-INFO от програмния пакет ESRI (пространствена компютърна обработка на информацията) е използван метода на промяната на климатичните и агроклиматични елементи от тяхното изменение в зависимост от надморската височина, а също и от техните функционални взаимовръзки. На основата на наличните климатично-метеорологични елементи и техните параметри обявени в отделни статии, експерти оценки и анализи (Филиповски, Ристевски и Ризовски 1996, Ристевски и др. 1998., Ристевски 1999, Ристевски и др. 2000,) са използвани картни основи в мащаб 1:1000000 и върху тях са нанесени атрибутите на климатичните и агроклиматичните временни редове. Теса получени чрез съответни пространствени обработки като са използвани закономерностите, които изразяват връзката на влиянието на климатичната система от циркулационните фактори като: физикогеографски особености на терена, влияние на орографските фактори, хидрографската мрежа, влияние на биотичните и абиотичните фактори както и влиянието на близостта до водни басейни (Средиземно и Егейско море). Закономерностите са получени чрез дискриминантен анализ на функционалната връзка между надморската височина и съответния климатичен или агроклиматичен елемент, както и някои техни параметри. Вида и функционалната връзка както и степента на корелационна зависи-

мост е получена чрез програмния пакет Excel for Windows® от Microsoft Office®. За всеки климатичен елемент или негов климатичен параметър приложени функционални зависимости от следният вид:

$$f(x) = ax + b$$

$$f(x) = ax^2 + bx + c$$

$$f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$$

Също така са използвани софтуерна компютърна технология ARC-INFO и ARC INFO и др. (Марковски, 1998.)

Изработването на картите е направено чрез прилагането на средно-годишните стойности за най-студения и най-топлия месец на годината (януари и юли), както и някои характерни месеци (май, август и ноември), също за преходите на температурата през 5°C, 10°C и 15°C и ресурсите на валежите, изпаряемостта и слънчевото греене през периодите ограничени от посочените температурни преходи. Изборът на размера и вида на показателите за климатичната информация е определен чрез прилагането на същата стандартна процедура, която е била приложена при Атласа на климата на бивша Югославия (СХМЗ 1969), Агроклиматичния атлас на България (Хершкович и др. 1982), както и литературата, която е използвана при тяхната изработка и другите печатни издания (СХМЗ 1965, СХМЗ 1980, СХМЗ 1984), Ранкович и др. 1984, Соколович-Илич и др. 1984.

РАЗДЕЛ II

II. КЛИМАТ И ПРОСТРАНСТВЕНО РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА ОСНОВНИТЕ МЕТЕОРОЛОГИЧНИ ЕЛЕМЕНТИ

В основата на проблема съществуват повече видове райониране на дадена физико-географска област в зависимост от прилагането на различни критерии. За територията на Република Македония през изминалия период са направени следните районираня: природно-географско, климатично, агроклиматично, растително, климатично-растително и климатич-

но-растително-почвено райониране (Филиповски, Ризовски и Ристевски, 1996.)

В настоящия раздел ще бъде направен анализ на пространствените и временните характеристики на общите климатични и агроклиматични условия поотделно за всеки климатичен и агроклиматичен елемент или негов параметър и ще извършим климатично и агроклиматично райониране на територията на Република Македония.

II.1. Климатично райониране на Република Македония

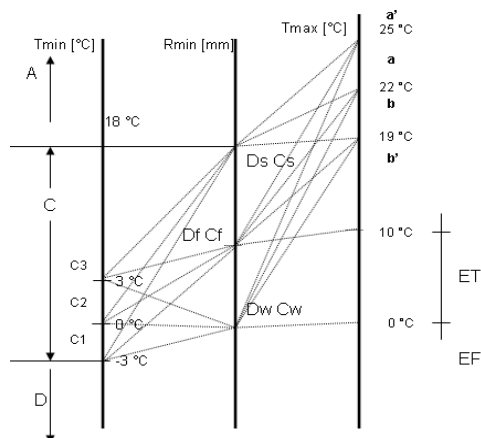
Макар и относително малка в Република Македония и нейната територия се разграничават различни типове климат-от континентален, умерено континентален, преходен средиземноморски и средиземноморски до планински климат с различни подтипове. Дефинирането и разграничаването на различните типове климат е комплексна задача.

В досегашната практика при разграничаването на типовете климат е използван подхода на дефиниране чрез “синтез на типовете време” обусловено от циркулационните, слънчевите, физикогеографските и антропогенните фактори, през даден период от време през който са измерени средните и екстремни стойности на метеорологичните елементи и явления, които влияят върху човека, растенията, почвите и животните (Ристевски, П. и др.1993).

II.1.1. Класификация на Кьопен за територията на Македония

Времето и климата на дадено място са характеристики, които не могат да се определят само с една числена стойност. На този принцип се основава растително-климатичното и почвено райониране (Филиповска и др. 1996 г.), което при климатичното райониране на територията на Р.Македония ще бъде един от факторите, взети предвид при цялостното климатично райониране. Известно е, че на територията на Р. Македония съществуват различни климатични райони (Филиповски Г. 1955, Панов М. 1976, Кировски П. 1970, Ристевски П. 1982, Филиповски Г., Ризовски Р., Ристевски П. 1996).

Основна предпоставка за прилагането на класификацията на Кьопен за Република Македония (Ристевски,П. 1982 г.) са А, С, D и Е климатични типове и подтипове, които са показани на Фиг.2 , и се използват чрез съответните климатични формули.



Фиг.2. Разпределение на А, С, D и Е типове климат според Кьопен и дефиниране на специфичните им граници за територията на Македония

Успоредно с характерните граници дефинирани от Кьопен, а това са средната месечна температура на въздуха под $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, средна месечна температура на въздуха $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, (дефинирани като снежен климат), за територията на Македония е определена граница, според която са дефинирани типове климат на територията на страната със средна температура на въздуха $22 \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$. По този начин се определят и следните граници $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, а така също и следните комбинации на общите климатични условия a, a', b и b' . Стойността на общия член (a) е в граници между $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, докато a' е над $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. От друга страна стойностите на b са в граници между $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $19\text{ }^{\circ}\text{C}$, а стойността на b' в границите под $19\text{ }^{\circ}\text{C}$.

II.2. Пространствено разпределение на основните метеорологични елементи

За дефиниране на климата в определен район или област най-напред трябва да е показано пространственото разпределение на метеорологичните елементи и явления, след това да се валидация със наличните климатични данни и накрая да се направи райониране в съответствие с дефинираните климатични типове и подтипове в Република Македония.

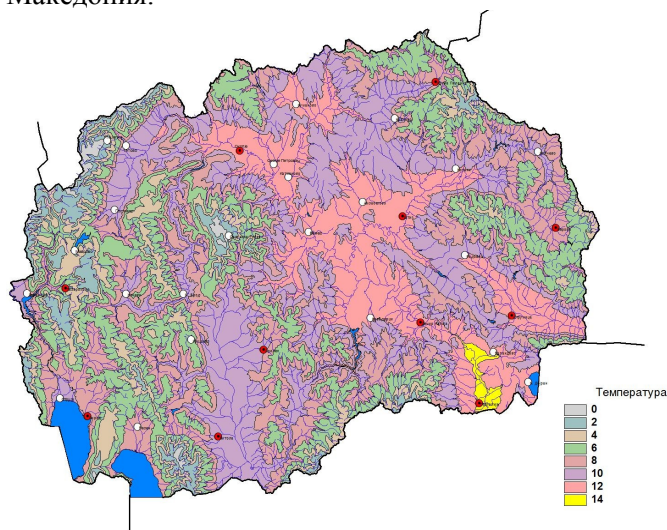
Първоначално бяха формирани редиците с еднакви климатични елементи и явления за всяка метеорологична станция, за която съществуват непрекъснати редици за периода на изследване (1971–2000). След това е извършено изследване на тяхната хомогенност и интерполация с оглед възстановяване на липсващи данни, редукция на съществуващите редици, така че те да имат еднаква дължина (ако е необходимо), като са отчетени съответните промени на елементите на климата, в зависимост от надморската височина. По-късно според тази методика са направени и са показани карти на климатичните елементи и явления, които са начертани специално за тази работа и са използвани и цитирани от други автори в литературата.

II.2.1. Температура на въздуха

II.2.1.1. Годишен ход на температурата на въздуха

За определяне на пространственото разпределение на средните месечни и годишни температури на въздуха са използвани корелационни зависимости между надморската височина и средната температура на въздуха. На основата на корелационните функции за всяка хомогенна физикогеографска област са получени стойностите на изменение на температурата на въздуха в зависимост от надморската височина.

На изотермната карта показана на Фиг. 7 е посочено разпределението на климатичните годишни стойности на температурата на въздуха в Република Македония.



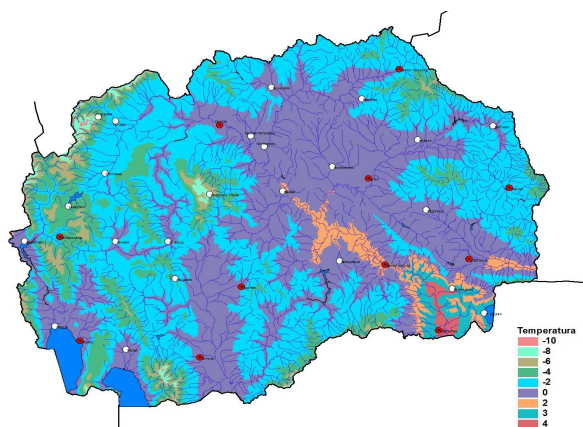
Фиг. 7. Средна годишна температура на въздуха

Най-високи стойности на климатичните годишните температури на въздуха за периода на изследване в Македония са измерени в Гевгелийско-Валандовския регион със средна годишна температура на въздуха по-голяма от 14 °C. В тази част на страната се чувства най-вече влиянието на Средиземно море. В отделни години това влияние се усеща много по-навътре във Балканския полуостров особено по долината на р. Вардар както и през Струмската котловина. По дължината на течението на р. Вардар средните годишни температури се движат между 12.1 °C, в Скопие-Петровац 12.6 °C, в Щип и Струмица до 13.3 °C, във Велес и 13.6°C в Демир Капия.

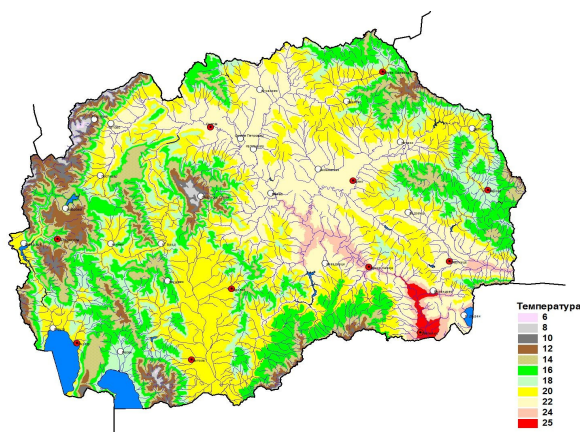
Най-ниската стойност на температурата на въздуха е измерена в най-високите планински върхове като Шар планина, Пелистер и Караджика (Попова шапка и Солунска глава). Най-студен месец в Република Македония е януари. Пространственото разпределение на средната януарска температура на въздуха е показана на Фиг.8.

Най-високи средни месечни температури на въздуха през този месец са измерени в Гевгелийско-Валандовския регион (Валандово 3.7°C, Нов Дойран 3.6°C и Гевгелия 3.5°C). Другите части от средното повардарие и долният дял на водосборния басейн на река Брегалница, както и Скопската котловина, температурите на въздуха се движат в границата между 0°C и 2°C (Велес 1.6°C, Кавадарци 1.6°C, Щип 1.1°C, Струмица 1.3°C и Демир Капия 1.9°C).

Най-високи средни температури на въздуха са измерени във Валандово 25.4°C и в Гевгелия 25.1°C. Температурите на въздуха в централните части на Република Македония (Средното повардарие) достигат: 24.3°C във Велес, 24.4°C в Кавадарци, и 24.7°C в Демир капия.



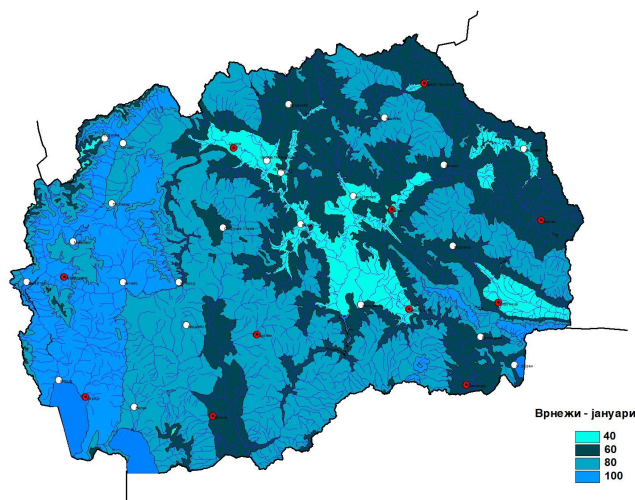
Фиг.8. Средна температура на въздуха през м. януари



Фиг. 9. Средна температура на въздуха за месец юли

II.2.2. Валежите в Република Македония

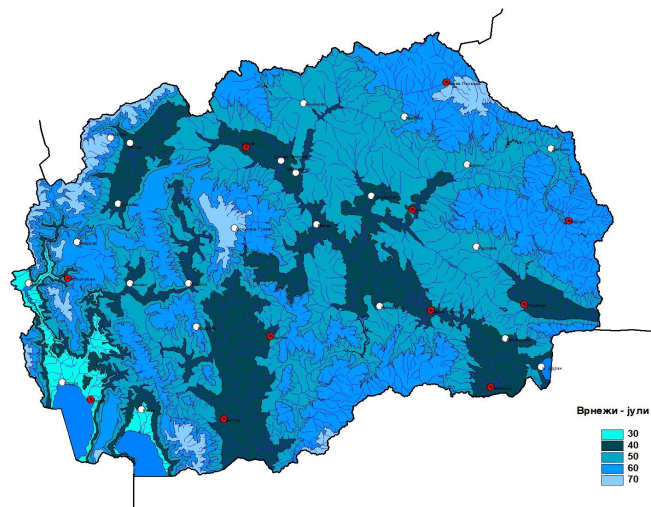
Пространственото разпределение на валежите в Македония е неравномерно, поради сложната орография, която влияе на валежния режим, в продължение на месеците, сезоните и годините. Неравномерността на пространственото разпределение на валежите е представена в зависимост от надморската височина и в зависимост от географските координати на станциите, т.е. пространствено.



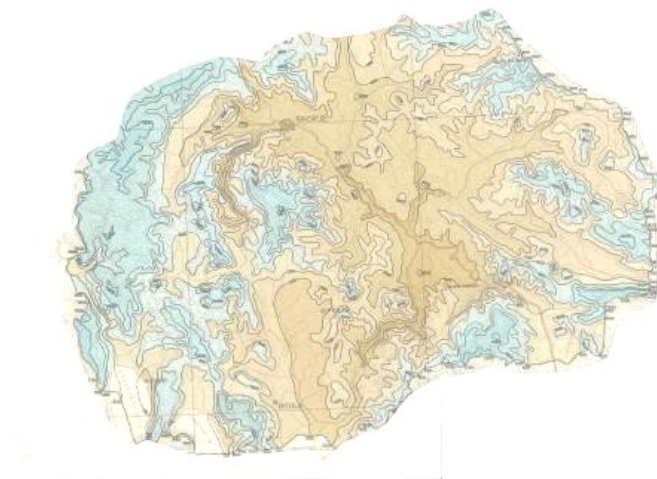
Фиг. 14. Средна месечна сума на валежите за м. Јануари

Според резултатите от мрежата на метеорологичните станции в Република Македонија, като се използват традиционните методи за този вид работа, изследването на хомогенността на редиците, интерполация на липсващите данни, редукция на редиците с оглед получаването на еднаква дължина за периода 1971–2000 г., съпоставяне на корелационната зависимост между годишната сума на валежите и надморската височина са начертани карти за месеците януари, април, юли и октомври, както и карти за годишните суми на валежите.

Най-малките количества на валежите се наблюдават в централните области на Република Македонија, като Овче поле, Тиквеш и Градско, където са забелязани средни количества на валежите между 400–500 mm. годишно. Тези райони са едни от най-сухите региони от бивша Югославия. Това съвпада и с другите периоди от досегашните изследователи на този климатичен елемент (СХМ Завод 1957 и 1969; Лазаревски, А. 1971 и др.) Най-големи количества на валежите са регистрирани на най-високите планински масиви в Западна Македонија (Шар планина, Бистра, Солунска глава, Пелистер) като те възлизат на 1000 mm. годишно. На другите места в Република Македонија количествата на валежите е от 600–1000 mm.



Фиг. 15. Средна месечна сума на валежите за м. Јули



Фиг. 16. Средна годишна сума на валежите

II.2.2.1. Годишен ход на валежите и определјане на типа на валежниј режим

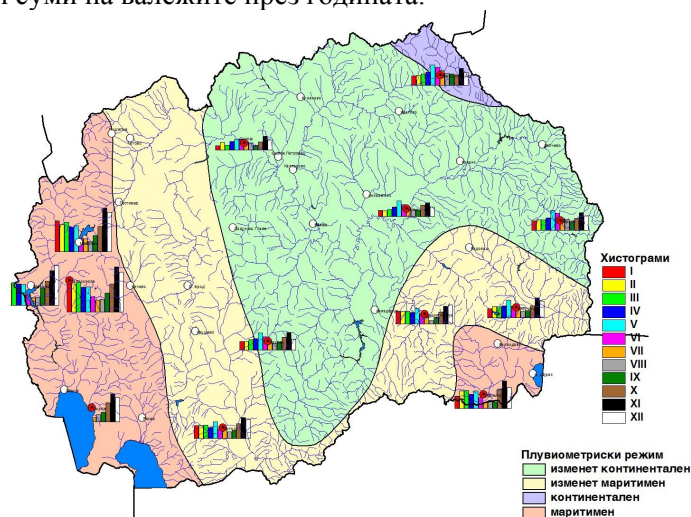
Разграничувањето на типа на валежниј режим и на валежите е един од значителните фактори, како што за определјане на водното богатство на Ре-

публика Македония, така и към по-подробно описание на климата на тази територия.

На територията на Република Македония се преплитат два основни валежни режима - средиземноморски и континентален. Между тези два специфично различни валежни режима, (континентален и морски), могат да се различат два преходни режима: преходно-средиземноморски и преходно-континентален валежен режим, които се определят на основание на мястото на максималните суми на валежите в продължение на годината. Друга характеристика на типа на валежния режим е разпределението на месечните максимални суми на валежите през годината.

В областите със средиземноморски режим на валежите в Македония, валежният максимум през есенно-зимния период от годината. В областите с континентален климат, валежният максимум през пролетно-летния период от годината.

За илюстриране на валежния режим и неговото разграничаване е начертана карта (фиг. 17), на която са нанесени с хистограми климатичните месечни суми на валежите през годината.



Фиг. 17. Годишен ход на валежите и валежния режим

Може да се отбележи, че за изследователите на валежите, най-често изследвания климатичен елемент от страна на различни изследователи както в Македония така и в бивша Югославия, съществува най-голям брой информация за периода 1971–2000 г. Най-валежна област в Република Македония е областта на планинските масиви в Западна Македония, района

на планините Шар планина, Бистра, и Стогово, както и в планинските масиви Якубица с върхове Солунска глава и Баба планина с връх Пелистер, където годишната сума на валежите се движи около 1000 мм., докато най-сухите области в Република Македония са Овче поле, Тиквеш и околностите на Градско с годишна сума на валежите около 400 мм.

II.2.4. Продължителност на слънчевото греене

Продължителността на слънчевото греене е една от компонентите на времето и климата, които влияят върху цялата природа, на живата и неживата част от нея и е една от компонентите, посредством която използването на слънчевата енергия се превръща в други видове енергия.

II.2.4.1. Относителна продължителност на слънчевото греене

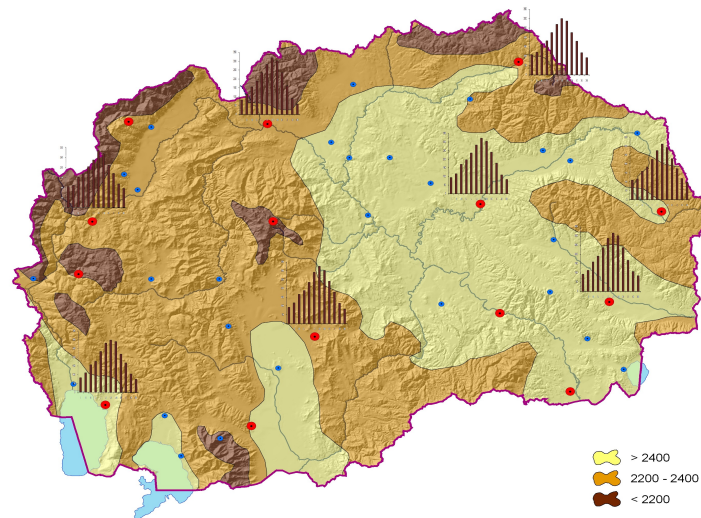
Относителното траене на продължителността на слънчевото греене (P_c) представлява съотношението между количеството на реалната продължителност на слънчевото греене (C_c) и най-голямото възможно времетраене на продължителността на слънчевото греене (M_c), което се изразява в проценти (%).

$$P_c = \frac{C_c}{M_c} \cdot 100\%$$

Действителната продължителност на слънчевото греене се получава посредством регистрирането на тази продължителност с хелиограф. Най-голямото възможно времетраене на продължителността на слънчевото греене се определя според хелиографа при ясно време, без каквото и да е покритие на хоризонта с облаци или препятствия, както и чрез отчитане и на другите грешки на хелиографа (мътност на атмосферата).

Максимално възможното времетраене на слънчевото греене е винаги по-малко от астрономичното времетраене. За тази цел дефинираме поправката „P”, в която влизат всички фактори, влияещи на намаляването на продължителността на слънчевото греене регистрирана чрез хелиограф.

Като илюстрация за състоянието на продължителността на слънчевото греене, на Фиг. 22 са показани годишните суми на продължителността на слънчевото греене, сведено до идеален хоризонт от следните метеорологични станции: Скопие, Крива Паланка, Берово, Щип, Нов Дойран, Прилеп, Охрид и Лазарполе, както и изолиниите с еднакви стойности на годишната сума на продължителността на слънчевото греене в часове.



Фиг. 22. Годишна сума на времетраенето на слънчевото греене

Най-големите годишни суми на слънчевото греене са разположени в средното и южното повардарие (поречие на р. Вардар) с около 2400 часа, докато в планинските масиви сумата е около 2200 часа на година.

От местните ветрове в Македония най-характерни са следните ветрове: долинния вятър – наречен Вардарец и фьон, наречен Южен Вардарец (Ристевски, П. 1983 г.). Тези ветрове носят особености на своите характеристики на въздушните маси от мястото където са формирани и влияят върху времето и климата на цялата територия на Република Македония.

Долинният вятър (Вардарец) е вятър, който духа по долината на река Вардар в Македония и води началото си от планинския масив на Скопска Черна Гора, духа в Качаничката и Кумановско-Прешевската долина до Егейско море на фронт със ширина от 35 до 40 km., покрай Шарския планински масив от Западния дял на Македония и Родопите, Пирин, Осоговската планина и Плачковица на изток.

РАЗДЕЛ III.

АГРОКЛИМАТИЧНИ РЕСУРСИ И АГРОКЛИМАТИЧНО РАЙОНИРАНЕ НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА

Агроклиматичното райониране представлява начин на проучване, класифициране, пространствено диференциране и преценка на климатичните условия за нуждите на земеделието с използване на идентификация на климатичните и агроклиматични ресурси, агроклиматични индекси, показатели, както и отделяне на ограничаващите климатични и агроклиматични условия. Земеделската продукция директно зависи от притока на слънчева радиация, от топлинните условия, от степента на природното разпределение на влажностните ресурси, както и от ограничаващите климатични и агроклиматични условия.

Заедно с характеризиранието температурата на въздуха и светлинните ресурси важна компонента на агроклиматичното райониране представлява обезпечеността с влага (наречено “овлажнение”), без които не могат да протичат жизнените процеси при растенията.

Тези жизнени функции при растенията в агроклиматичното райониране могат да се обезпечат чрез анализа на валежите и потенциалната евапотранспирация и съответния обмен между тези две компоненти на водния баланс. Такова съотношение на тези два елемента се дефинира чрез определени индекси, коефициенти и показатели такива като: коефициентът на Де Мартон, индекс на засушаването на Селянинов, коефициент на Колосков, Шашко, Майер и други. Чрез тези коефициенти се дефинира същността на засушаването на климата, както и обезпечеността с влага, като един от главните ресурси в агроклиматичното райониране. Накрая е извършено разделение и валидация на ограничаващите фактори през периода на зимата (наречени „суровост“ и „снежност“ на зимите), както и характеристики на късните пролетни и ранните есенни мразове.

III. 1. Агроклиматични ресурси

III.1.1. Топлинни ресурси

Един от основните фактори на външната среда, който влияе върху растежа и развитието на растенията са температурните условия на въздуха във всичките фази на растеж и развитие на растенията (от поникването, цъфтежът, формирането на плодовете, узряването и прибирането на реколтата). Под влиянието на температурните условия, със степента на тяхното нарастване се образува и по-голям брой репродуктивни органи, усилват се жизнените функции, както и количеството на прибраната продукция става по-голяма. В началото ще дефинираме начините по които температурата на въздуха и почвата увеличават функционалните възможности на растенията, а по-късно същите играят задържащо, а накрая през есента следствие на изменение на температурата процесите на растеж се забавят и преустановяват.

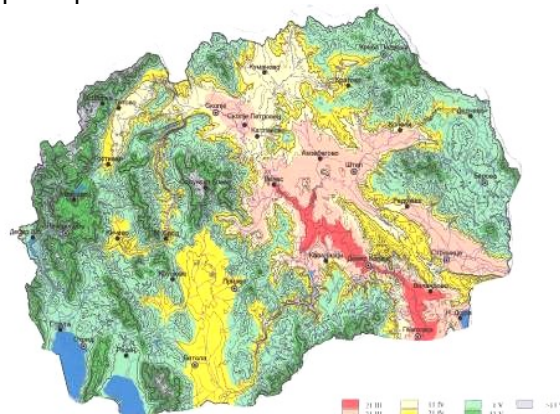
На основата на познаването на разпределението на температурите над 10°C , може да се извърши основно райониране на земеделските култури, ако се познават потребностите на определените култури от топлина. За пространственото представяне на сумата на активните температури на въздуха на територията на Македония са изведени корелационни функционални зависимости между сумите на активните температури на въздуха и надморската височина.

По своята същност, земеделските култури могат да се разделят на три вида зависимости от необходимостта им от топлина на ранни (слънчоглед, захарно цвекло, тютюн), късни (зеленчуци, бостан, царевица) и топлолюбиви култури (памука, киви, маслина).

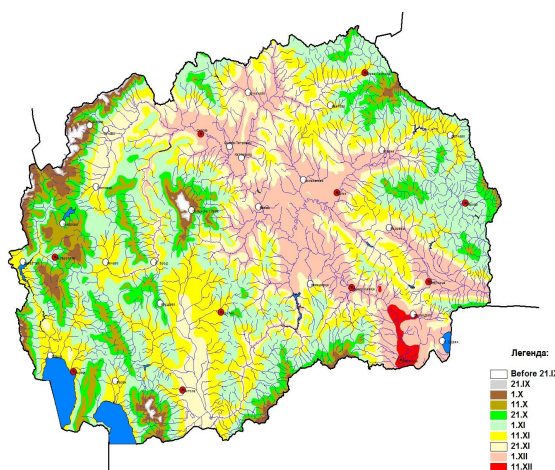
За тази цел в най-голям брой от случаите са необходими следните температури на въздуха, които да описват температурните условия и начина, по който те влияят върху агротоплинните условия на земеделските култури като: преход през 0°C , като граница, която характеризира състоянието на мраз, на замръзване на водата и нейното влияние върху земеделските култури. Преходна температура на въздуха през 5°C е оптималната граница за начало на развитието на ранните култури и периода ограничен от прехода на температурата през 5°C се нарича потенциален вегетационен период (Лозановски, Р. 1990), докато преходът на температурата през 10°C като оптимална граница за по-късните земеделски култури и преходът на температурите през 15°C за топлолюбивите култури.

За целта е направена интерполация и редукция на така наречената нормална редица на временните редове за периода 1971–2000 година, която представлява “съвременния” климат на Република Македония. На основата на тези виждания и с помощта на числените методи (Милосавлевич, 1984 г.) е извършено пресмятане на характерните граници, които са

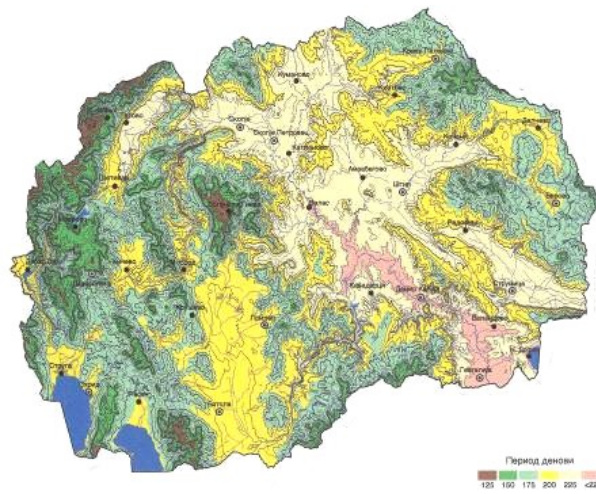
обект на това изследване и посредством корелационни зависимости във функция от надморската височина, като е използван за това компютърен софтуер EXCEL 2000 за WINDOWS. Освен това са използвани и корелационните зависимости на промяната на средните дати на преход през 5°C, 10°C и 15°C за характерните граници с температура на начало и край и дължината на времетраенето на тези.



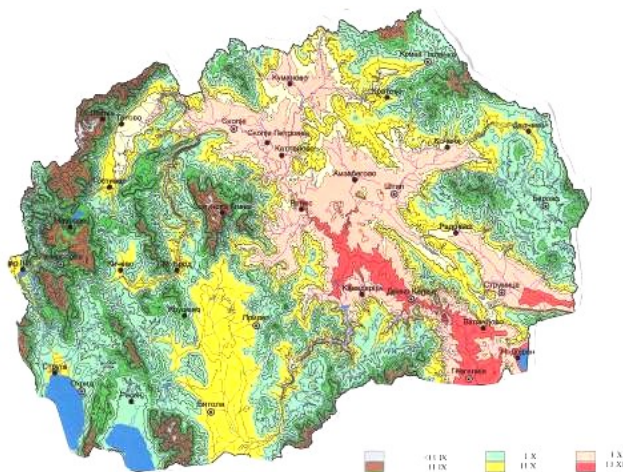
Фиг. 29. Средна дата на началото на периода с температура на въздуха през пролетта $\geq 10^{\circ}\text{C}$.



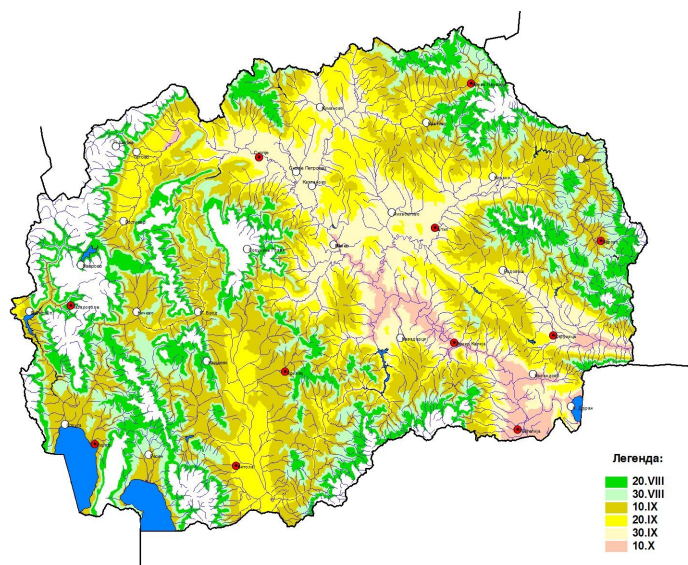
Фиг. 30. Средна дата на края на периода с температура на въздуха през есента $\geq 10^{\circ}\text{C}$



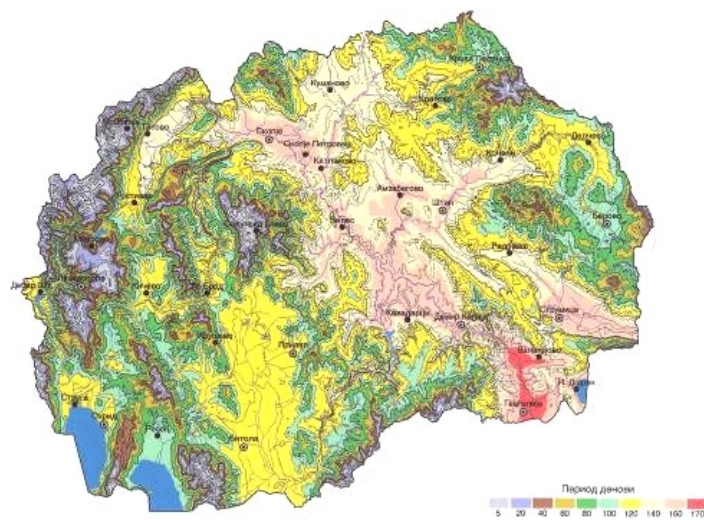
Фиг. 31. Средна продължителност на периода с температура на въздуха $\geq 10^\circ\text{C}$



Фиг. 32. Средна дата на началото на периода с температура на въздуха $\geq 15^\circ\text{C}$ през пролетта



Фиг. 33. Средна дата на началото на периода с температура на въздуха $\geq 15^{\circ}\text{C}$ през есента



Фиг. 34. Средна продължителност на периода с температура на въздуха $\geq 15^{\circ}\text{C}$

III. 1.2. Ресурси на овлажнението (валежите и потенциалната евапотранспирация)

В земеделското производство от голямо значение има обективната оценка на условията на овлажнение през вегетационния период от годината, а също така и през периода на презимуването на земеделските култури, както и през годишните сезони.

Агроклиматичните ресурси в областта на овлажнението представляват важна компонента за поникването и растежа на земеделските растения, както и върху продуктивността на биомаса и продуктивността на растенията.

Изследването и оценките на характеристиките за условията за овлажнение на земеделските култури като главни агроклиматични компоненти, имат първостепенно значение при агроклиматичното райониране на дадена област или територия.

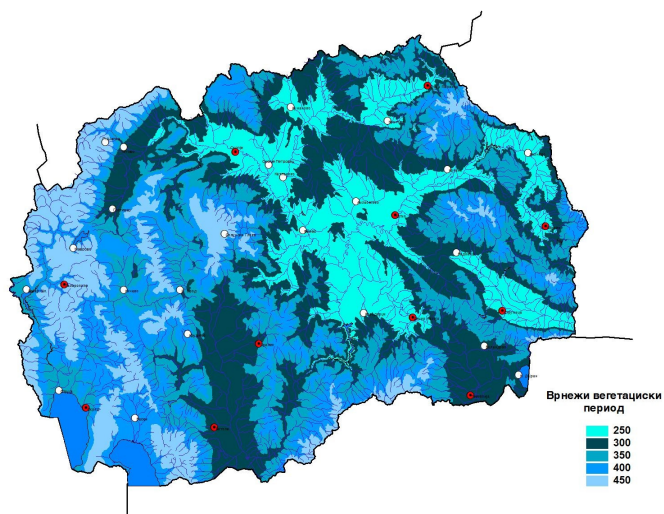
Паралелно с температурните условия, в условията на овлажнение, са и главните природни предпоставки, от които зависи растежа и развитието и продуктивността на земеделските култури, както и вида на мерките, които трябва да се вземат за обезпечаване на по-големи и по-качествени добиви.

III.1.2.1. Влияние на овлажнението върху развитието на растенията

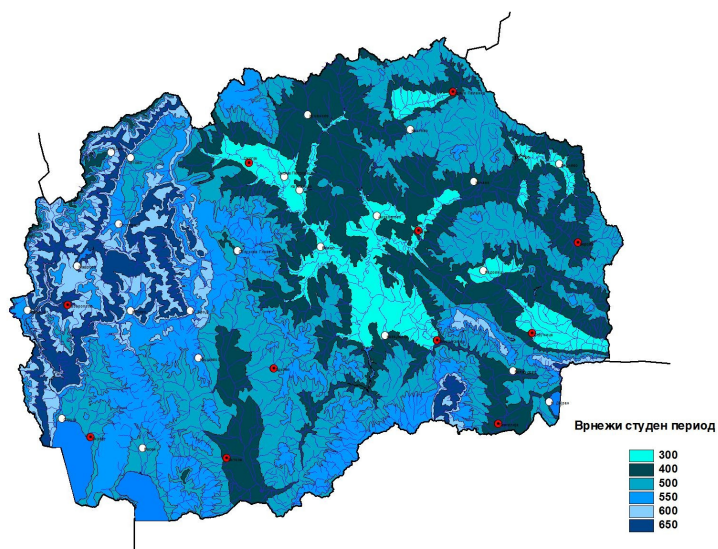
Условията на овлажнението (валежи и потенциалната евапотранспирация) са главния фактор на влажността на почвата, а чрез нея и осигуряване на достъпна влага на растенията. Освен това чрез изпарението от свободна водна повърхност, от почвата, както и изпарението чрез листата и стеблата са главните съставляващи на водния баланс, в които участват и растенията. Това представлява важен момент за техния растеж, развитие и продуктивност на органична биомаса.

Валежите и навлажнението на почвата осигуряват с вода фотосинтезиращите растения, която разтваря хранителните вещества и посредством нея се пренасят до кореновата система, като се използват за изхранване на растенията, както и за производството на хранителни асимилати.

За оценка на обезпечеността на растенията с вода не е достатъчно да се познава само годишната сума на валежите, а и тяхното разпределение в продължение на цялата година. Както в продължение на вегетационния период от годината, така също и при определено физическо развитие на растенията. В продължение на тази част от дисертацията ще анализираме характеристиките на валежите, испаряемостта и потенциалната евапотранспирация.



Фиг. 35. Сезонни суми на валежите в продължение на топлата част от годината



Фиг. 36. Сезонни суми на валежите в продължение на студената част от годината

Ефекта на валежите върху почвата и растенията, заедно с количествата им и тяхното поглъщане от почвата, (която може да бъде различна), зависи от физическите свойства и от състоянието на повърхността, от сте-

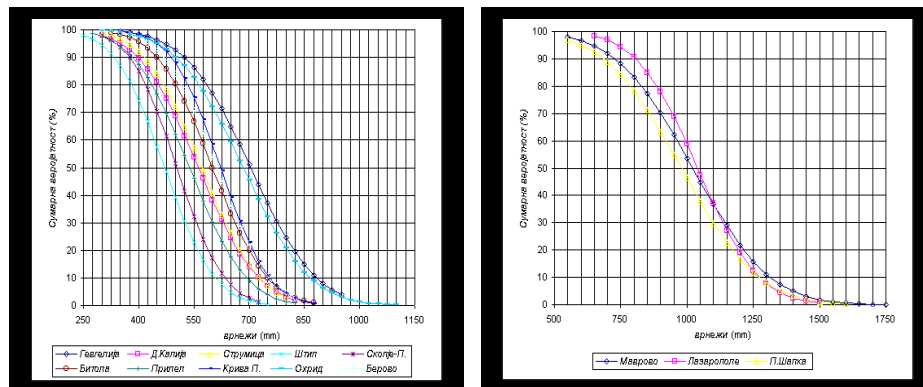
пента на наситеност на почвата с влага, а също така и от ъгъла на наклона на терена, интензивността на валежите и др.

III.1.2.1.1. Анализ на годишните и сезонни суми на валежите и влиянието им върху земеделието

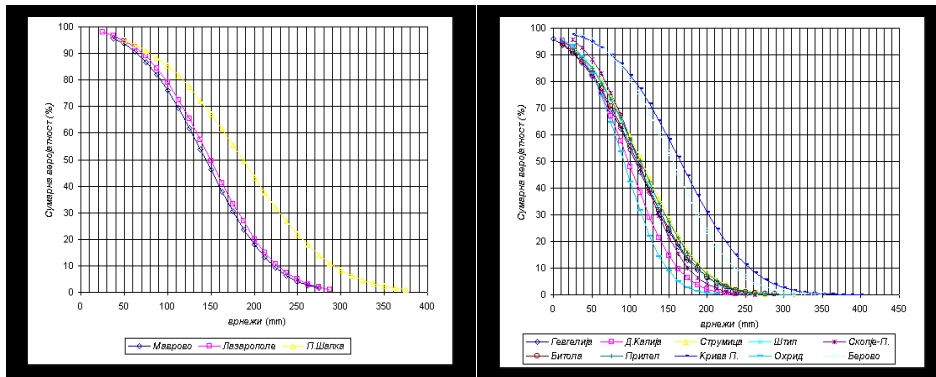
Анализирани са и средните количества на валежите за периода от м. юни до м. септември, както и средната сума на валежите от м. октомври до м. февруари. Първият период е важен както за характеризиране на сезоните, когато над Република Македонија се появяват чести летни засушавания и които влияят значително върху земеделското производство, водното стопанство, както и върху другите области от околната среда.

Направени са и отделни анализи на вероятността от появата и обезпечеността на месечните, сезонните и многогодишните суми на валежите от мрежата на главните метеорологични станции, чрез използване на закона на Гаус за нормалното разпределение (Ристевски, П. и Тодоровска, С. 2004 г.) (фигури от 37 до 50).

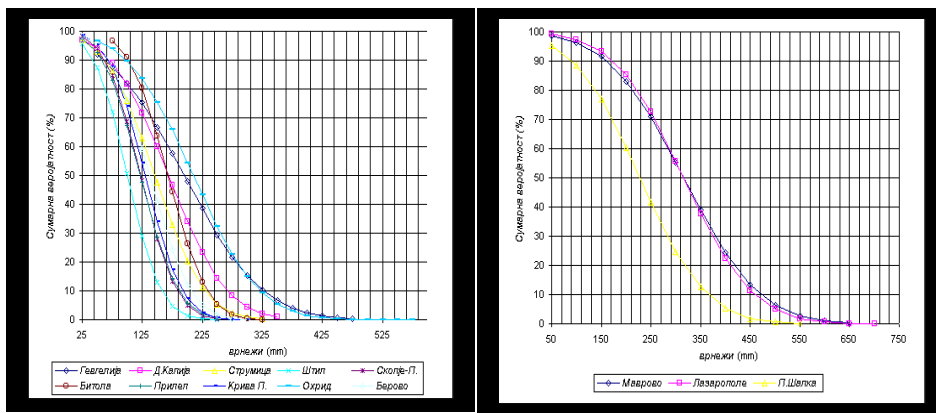
В първата група попадат станциите Гевгелия, Демир капия, Струмица, Щип, Скопие-Петровец, Битола, Прилеп, Крива паланк и Охрид. Във втората група попадат метеорологичните станции Маврово ханове, Лазарополе и Попова Шапка.



Фиг. 37 и Фиг. 38. Вероятност за појава на годишни суми на валежи в %



Фиг. 39. и Фиг. 40. Вероятност за поява на летни суми на валежи в %



Фиг. 43 и Фиг. 44. Вероятност за поява на летни суми на валежи в %

II.1.2.2. Методи за определяне на потенциалната евапотранспирация в Република Македонија

Под евапотранспирация се разбира сборът от физиологични и биологични явления на изпарението, както и трансформацията на водата във водна пара от свободна водна повърхност от почвата, от подземните води, както и чрез транспирация от растителната покривка. При проблемите на земеделието и горското стопанство, както и за водно-стопански цели (стопанисване на водните ресурси) тези явления най-често се анализират едновременно, както евапотранспирацията, или т.нар. сумарно изпарение.

Факторите на околната среда, от които зависи евапотранспирацията могат да се групират в три групи:

- метеорологични фактори,
- хидрологични фактори,
- физиологични фактори.

Метеорологичните фактори, които влияят върху изпарението в атмосферата са: температурата на въздуха, налягането на водната пара, относителната влажност на въздуха, скоростта на вятъра, слънчевото греене и слънчевото излъчване.

Хидрологичните фактори представляват състояние на водата, която се изпарява от водата, която изпарява дадено тяло. В тези фактори спадат: почвения състав, гранулометричния състав на почвата, дълбочината на подпочвените води, температурата на водата, пориозност на почвата и др.

Физиологичните фактори, от които зависи евапотранспирацията са: гъстота на растителните масиви, възрастта на растенията, фенологичната фаза от развитието им и дълбочината на кореновата система.

Реалната евапотранспирация представлява, количеството на изпарената вода от почвата и от растенията при дадени условия на влажност на почвата (Оторепец, С. 1983 г.). От друга страна под термина потенциална евапотранспирация, се разбира количеството на изпарената вода от почвата при условие, че почвата няма дефицит на вода и когато тя е покрита плътно с растителност.

Този термин е въведен в литературата от Торнтуайт, Н. Ц. и Пенман, Л.Х. в 1948 година.

Евапотранспирационните процеси представляват два отделни процеса, които протичат от земната повърхност, чрез изпаряване директно в атмосферата и от растенията транспирацията, която заедно се нарича евапотранспирация (Аллен, 1998 г.).

В природните условия растенията могат да приемат водата, която се намира в почвата от валежите от формираните зимни резерви, както и от подземните води и от прилива на хоризонталния приток на води чрез инфилтрация от съседни територии. Това означава, че нуждите на растенията не могат да бъдат задоволени във всички случаи от потребностите им за вода. Затова най-често тези техни потребности са ограничени. Тъй като няма свършени и точни методи за измерване на потенциалната евапотранспирация, със съответни изследвания (с лизиметри и евапотранспирометри) (Вучич, Н. 1976 г.) в продължение на този раздел ще използваме следните методи за изследване на евапотранспирацията според:

1. Торнтуейт (Торнтуейт, 1948 г., Вучич, Н. 1976 г.),
2. ФАО 56 (Пенман-Монтейт 1965 г.).

В нашите изследвания главна насока на интереса ще бъде пресмятането с помощта на метода на Торнтуййт, (Торнтуййт, 1948 г.) (използвана за територията на Република Македония от Ристевски, П. 1986 г.), както и от метода на Пенман-Монтейд, според формулата на ФАО 56.

Основа за ФАО 56 Пенман-Монтейд метода (Ален, Р. И др. 1998 г. и Смит 1996 г.) е комбинация от Пенмановата и модифицирана от Монтей формула (Монтей 1965 г.)

III.1.2.2.1. Методи за пресмятане на потенциалната евапотранспирация по формулите на Торнтуййт и Пенман-Монтейт

1. Метод на Торнтуййт. За пресмятането на потенциалната евапотранспирация според Торнтуййт се използват средните месечни и годишни стойности на температурата на въздуха, чрез които се пресмятат месечните топлинни индекси (Торнтуййт, 1948 г., Ристевски, П. 1986 г.) чрез уравнението $J_j = (T_j/5)^{1.514}$ за всеки месец от годината. На основата на месечните суми са получени годишни топлинни индекси $J = \sum m_j$. Получените топлинни индекси се използват за пресмятане на т. нар. некоригирана стойност на потенциалната евапотранспирация (PE) по формулата:

$$PE = 1.6 (10 t/J)^a$$

Където $a = 6.75 \cdot 10^{-7} J^3 - 7.71 \cdot 10^{-5} J^2 + 1.792 \cdot 10^{-2} J + 4.9539 \cdot 10^{-1}$

За пресмятане на реалната евапотранспирация се използва следната зависимост, чрез която се получава годишната сума на потенциалната евапотранспирация.

2. Уравнение на Пенман-Монтей. Според (Смит 1996 г.) чрез използването на съответния софтуер за пресмятане на потенциалната евапотранспирация според следното уравнение:

$$ET_0 = \frac{0.408D(R_H - G) + \gamma G 900 U_2 ((e_c - e_a) / (T + 273))}{D + G(1 + 0.34U_2)}$$

Където:

ET_0 – референтна евапотранспирация (mm/ден);

R_H – нето радиация на повърхността на почвата (MJ/m²/ден);

γ – повърхностен топлинен флукс на влажност (MJ/m²/ден);

T – температура на въздуха на 2 метра над почвата в (°C);

U_2 – скоростта на вятъра на 2 метра над повърхността на почвата в (m/s) ;

E_c – максимален налягане на водната пара в kPa ;

E_a – реално налягане на водната пара в kPa ;

E_{c-a} – дефицит на водната пара в kPa ;

D – налягане на водната пара в kPa ;

G – психрометрична константа в $kPa/^\circ C$.

При анализа на индекса е използвана класификацията на ЮНЕСКО, според показателите R/PE (Лозановски, Р. и др.2004 г.), при което са използвани стойностите на индекса R/PE и са интерпретирани от De Pauw E. и др.1999 г.)

III.1.3. Светлинните ресурси и слънчева радиация в Македония

Към компонентите на топлинния баланс спадат и: преносът на топлина в подложната повърхност, преносът на топлина в атмосферата, преносът на топлина от подложната повърхност и от атмосферата (в противоположни посоки), както енергията и топлината, която е необходима за процеса на фотосинтезата, евапотранспирацията и евапорацията.

Като вземем предвид факта, че броят на измервателните пунктове в Република Македония, където се измерват компонентите на слънчевата енергия и на излъчването е малък, в продължение на настоящия раздел е показан начинът за определянето на тези компоненти, чрез използване на данни за слънчевото греене и облачността.

Слънчевата енергия е единствения източник на живот за всички процеси протичащи в живата природа, в атмосферата и на земната повърхност. Зелените растения я използват в процеса на фотосинтеза и превръщат тази енергия в органична материя. Зелените органи на растенията използват само малка част от радиацията, докато най-големия дял се изразходва (използва) за изпарение, за евапотранспирация, както и за превръщане в топлинна енергия. За нуждите на фотосинтезата най-използваната енергия е така наречената фотосинтетична активна радиация, която е в границата между 310 и 780 nm и има значение за производството на растенията, както и за тяхното биологично развитие.

III.1.3.2. Сумарна (глобална) слънчева радиация

За територията на Република Македония няма до сега каквато и да е било информация във връзка с пресмятането на сумарната (глобална)

слънчева радиация. Въз основа на сведения от 1971 до 2000 г. и използване на връзката и числените редици от продължителността на слънчевото греене, както и по данни за географските координати и съответната методология дадена от Смит и Аллен през 1999 г..

В дисертацията са дефинирани характеристиките на компонентите на слънчевата енергия в Република Македония, като нов възобновяем източник на енергия и имащ пряко отношение като енергиен ресурс, а също така е показано това влияние върху земеделието, лесовъдството и водните ресурси. За целта е използвана комбинираната дифузно-аеродинамичен метод на Пенман (Пенман 1948 г.), който е модифициран от Монтей (ФАО 56 – Рим, Smith 1998), която е използвана за пресмятането на потенциалната евапотранспирация, за цялата територия на Република Македония.

За тази цел се е наложило да се пресметне на информацията чрез прилагането на продължителността на слънчевото греене. Броят на местата където се извършва измерването на продължителността на слънчевото греене задоволява нуждите на нашите цели, за пресмятането на слънчевата радиация за територията на Република Македония. Тези точки в които се извършват измерванията се използват за пресмятане на компонентите на слънчевите енергийни ресурси и те са: Скопие-Петровец, Скопие-Зайчев Рид, Крива Паланка, Берово, Шип, Струмица, Гевгелия, Нов Дойран, Прилеп и Битоля.

Тъй като съществуват малък брой измерителни пунктове, където се измерва сумарната (глобална) слънчева радиация, трябва да се намери съответна връзка с някой метеорологичен елемент, така че тя да може да се пресметне. Най-добри резултати се получават когато се използва отношението на сумарната радиация G/G_0 с продължителността на слънчевото греене S/S_0 или $G/G_0 = a + b(S/S_0)$. Тази зависимост съвпада с отношението, което е дал Ангстрьом още през 1924 година в следния вид:

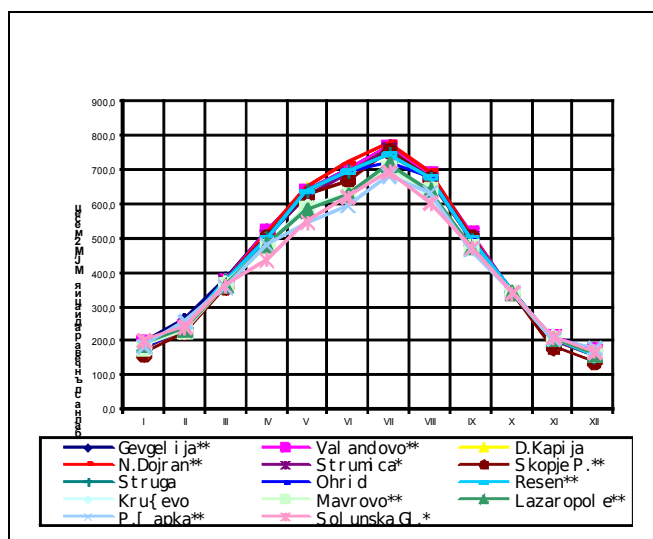
$$G/G_0 = 1 + (1 - l) S/S_0$$

На основата на временните редове от продължителността на слънчевото греене и сумарната слънчева радиация са направени корелационни зависимости и чрез коефициентите за a и b , които се движат в границите за $a = 0,19$ и за $b = 0,54$ (в $\text{MJm}^{-2}\text{ден}^{-1}$), за Република Гърция (Flocas, A.A. 1979 г.), докато за бивша Югославия за 20 метеорологични станции те са в границите между $a = 0,16$ до $b = 0,60$ $\text{MJ m}^{-2}\text{ден}^{-1}$. За метеорологичните станции в Република Македония за Скопие и Битоля коефициентите са $a = 0,24$ и $b = 0,53$ $\text{MJm}^{-2} \text{ден}^{-1}$ (Попович, М. и др., 1978 г.) Сумарната

или глобална слънчева радиация ще бъде анализирана на основание на данните от актинометричните станции в Битоля и от Скопие – старото летище, според данните от месечните, сезонните и годишните суми на продължителността на слънчевото греене.

Данните за продължителността на слънчевото греене са придобити чрез хелиограмите получени от тези измервания с хелиографа на Кемпбел – Стокс. Според нашите изчисления коефициентите на корелационна зависимост между продължителността на слънчевото греене и сумарната слънчева радиация има стойности за $a = 0,24$; $b = 0,53 \text{ MJ m}^2\text{ден}^{-1}$.

Изчислените стойности са показани на графика (Фиг 51.) На основата на тази графика може да се види, че най-големите стойности са отбелязани в най-ниските и най-южните дялове на територията на Република Македония, такива като: долното течение на реката Вардар (до Демир Капия), Гевгелийско-Валандовския регион, както и в Охридско-Преспанския регион.



Фиг. 51. Месечни и годишни суми на слънчевото греене ($\text{MJ}/\text{cm}^2/\text{месец}$) за определен брой метеорологични станции в Реп. Македония

III.1.4. Агроклиматични и климатични индекси и показатели като основни индикатори за агро и термо-хидрологичните условия

Покрай отделните характеристики на оптималните климатични и агроклиматични ресурси, както и агроклиматичните ограничаващи фактори при комплексното агроклиматично райониране, значителен принос има продължителната промяна на агроклиматичните индекси и показатели, които показват някои от характеристиките на агроклиматичните условия.

За тази цел ще представим в приложение определените и често използваните климатични и агроклиматични индекси и показатели и техните продължителни стойности.

1. Индекс на засушаването на де Мартон (*de Martonne 1925*),
2. Валежен индекс на Ланг (*Lang R.1920*).
3. Индекс на атмосферното овлажнение според Колосков (Шашко, 1967 г.).
4. Хидротермичен коефициент на Селянинов (1928 г.).
5. Агроклиматичен индекс на изпарението по ФАО (FAO, 1997 г. и P. Deuw E.1999 г.).
6. Индекс на континенталността и морския климат (според Кернер).

РАЗДЕЛ IV

КОМПЛЕКСНО АГРОКЛИМАТИЧНО РАЙОНИРАНЕ НА МАКЕДОНИЯ

IV.1. Основни принципи за провеждане на агроклиматично райониране

Основните характеристики на агроклиматичните области са дефинирани чрез сумата на активните температури на въздуха за периода със средна дневна температура на въздуха $T_{cp} \geq 10$ °C, тяхната промяна в зависимост от надморската височина, характеристиките на температурните условия през най-студения и най-топлия месец на годината, които са основни характеристики в класификацията на Кьопен, приложена за територията на Македония (Ристевски П. 1982), както и разпределението на валежите дефинирани чрез валежния режим (Ристевски П. 1993).

За разграничаването на агроклиматичните условия са използвани климатични и агроклиматични елементи и техните параметри с цел да се покаже специфичността на земеделското производство във всички пояси и части, (включително и в предпланинските и планински райони) и по най-добър начин да се покажат агроклиматичните условия в Македония.

Освен това в агроклиматичните райони са анализирани и агроклиматичните ресурси, които влияят на растежа, развитието и производителността на органична материя на земеделското производство, а това са преди всичко температурните условия, слънчевата радиация, валежните ресурси както и потенциалната евапотранспирация.

IV.1.1. Температурните условия, основа за класификация на агроклиматичните условия в Македония

До сега районирането на Македония е извършвано по няколко критерия - природо-географски, климатични, агроклиматични, вегетационни, климатично-вегетационни и климатично-почвено-вегетационни (Филиповски Г. и др. 1996). Основа на агроклиматичното райониране са сумите на активните температури на въздуха над определени гранични стойности

($T_{cp} > 10^\circ\text{C}$), и се нарича агротермична класификация на климата. Използван е метода на градиентите за сумата на активните температури на въздуха по-големи от 10°C , в зависимост от надморската височина. Сумите на активните температури на въздуха представляват основен агроклиматичен ресурс за земеделието и производството на храни. Сериозна роля в това отношение има метода на температурните суми, като характеристика на температурните ресурси. Те имат голяма функционална връзка с годишните суми на радиационния баланс, за периода за който се намира границата между началото и края, със среднодневни температури на въздуха по-големи от 10°C (Будико, 1956 г.).

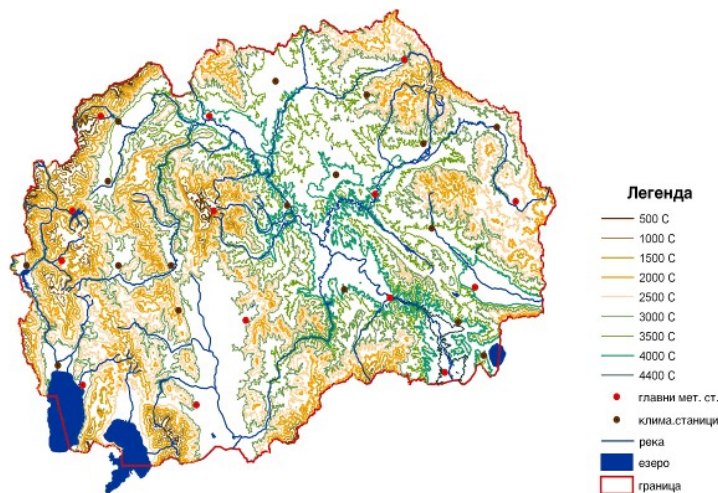
Основното разпределение на агротермичните условия в Македониия, е направено чрез разделянето и на климатични области и подобласти на базата на средните многогодишни суми на активните температури на въздуха за реалния вегетационен период ($T \geq 10^\circ\text{C}$) Селянинов, (1958). Според агротермичното райониране на Оторепец (1983), то може да се приложи за цялата територия на Македониия, според разпределението на топлинните ресурси и връзката им с различните типове климат по следния начин:

Субтропичен климат $T_{cp\ 10^\circ\text{C}} > 4000^\circ\text{C}$;

Умерен климат $T_{cp > 10^\circ\text{C}}$, от 2000°C до 4000°C ;

Умерено-планински климат $T_{cp > 10^\circ\text{C}}$, от 1000°C до 2000°C ;

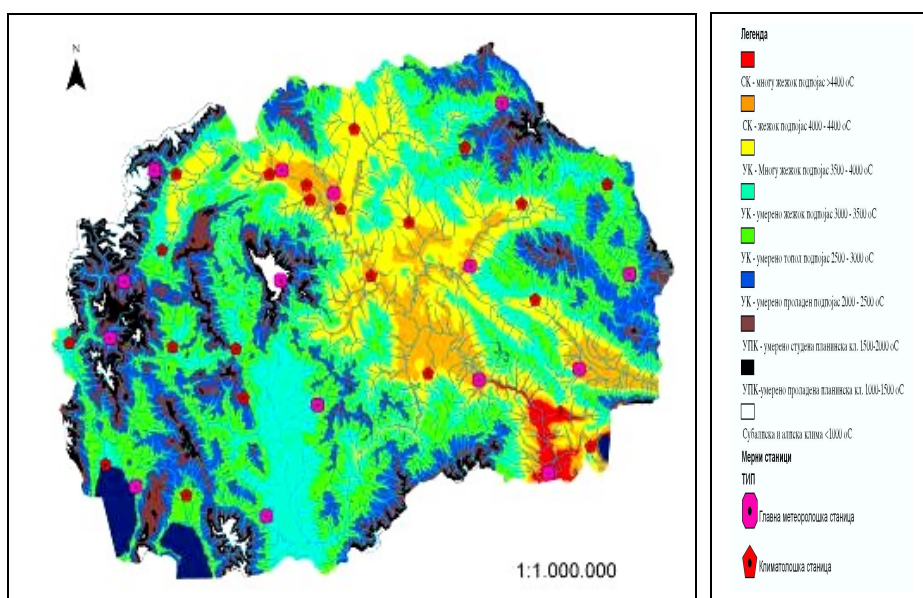
Субалпийски и алпийски климат $T_{cp > 10^\circ\text{C}}$, помалко от 1000°C .



Фиг. 60. Пространствено разпределение на сумата на активните температури на въздуха по-големи от 10°C в Македониия

Според сумата на активните температури на въздуха над 10°C на територията на Македония агротермичните условия могат да бъдат характеризирани като условия за топлолюбивите, средно топлолюбивите и късни сортове и други видове култури, фиг. 61.

На нея са показани сумите на активните температури на въздуха над 10°C със сечение през 500°C на основата на които с помощта на изолинии са показани пространственото разпределение на агроклиматични условия на Македония. Субтропичния и умерен климатичен район имат съответно два и четири подрайона със сума на активните температури над 10 °C ($\sum_{T>10} T_a$) със сечение през 500 °C, тези райони обхващат земеделските райони с надморска височина от 800 до 1000 m. Районите с надморски височини от 1000 до 1300 m., от 1300 до 1600 m., от 1600 до 1900 m., от 1900 до 2000 m и над 2200 m. надморска височина обхващат умерено-планинския и субалпийски и алпийски климат, фиг. 64 е представено подробно пространствено разпределение на температурните типове за класификация на климата и агроклиматичните условия.



Фиг. 61. Карта на температурната класификация на територията на Македония

Разпределението на климатични райони и подрайони е извършено на базата на температурните критерии представен в табл. 1.

Таблица 1. Температурна класификация на агроклиматичните условия в Македония

| Пояс или регион/подпояс или подрегион | $T_{\text{cp}} > 10^{\circ}\text{C}$ ($^{\circ}\text{C}$) | Надморска височина (m) |
|--|--|---------------------------|
| 1. Субтропичен климат | | |
| 1.1. много горещ район | >4400 | <150 |
| 1.2. горещ подпояс | 4000–4400 | 150–300 |
| 2. Умерен климат | | |
| 2.1 горещ подпояс | 3500–4000 | 300–500 |
| 2.2. умерено много топъл подпояс | 3000–3500 | 500–800м |
| 2.3. умерено топъл подпояс | 2500–3000 | 800–1000 |
| 2.4. умерено прохладен подпояс | 2000–2500 | 1000–1300 |
| 3. Умерен планински климат | | |
| 3.1. умерено студен планински климат | 1500–2000 | 1300–1600 |
| 3.2 умерено прохладен планински климат | 1000–1500 | 1600–1900 |
| 4. Субалпийски и алпийски климат | | |
| 4.1 Субалпийски | 500–1000 | 1900–2200 |
| 4.2 Алпийски | <500 | >2200 |

IV.2. Оптимални и лимитиращи фактори за определяне на климатичните агроклиматичните райони в Македония

Ще анализираме климатичните и агроклиматични ресурси и граничните фактори за всеки район и подрайон като основа за дефиниране на природните условия за земеделското производство. Ще бъде направен анализ на агроклиматичните условия по климатични райони и подрайони, както следва.

Субтропичен агроклиматичен и климатичен район. Той се разделя на два подрайона: 1) Субтропичен много горещ район и 2) Субтропичен горещ район

Умерен климатичен и агроклиматичен район. Той се разделя на четири климатични подрайона: 1. умерено горещ, подрайон; 2. умерено

много топъл подрайон; 3. умерено топъл подрайон, и 4. умерено хладен подрайон,

Умерен планински климат. Той обхваща районите със сума на активните температури над 10 °С обхваща местата със стойности от 1000°С до 2000°С и е разделен на два климатични подрайона: 1. умерено студен планински климат с надморска височина от 1300 до 1600 m. и 2. умерено прохладен планински климат, с надморска височина от 1600 до 1900 m.

Субалпийски и алпийски климат. Сумите от активните температури на въздуха са до 1000 °С.

IV.2.1. Субтропичен климатичен и агроклиматичен район

Субтропичен, климатичен и агроклиматичен район обхваща някои части от територията на Република Македония със средна сума на активни температури на въздуха по-големи от 4000°С. Тези райони се намират в централните части на страната с надморска височина до 300 m. и обхваща областите на Овче Поле, Тиквеш, централните и долните части на река Брегалница, долните части от поречието на реките Тополка и Бабуна, както и цялата Струмска котловина.

Тази климатична област може да бъде разделена на три части: Струмско-Радовишка, дял от централните части на Македония, средния и долен дял от течението на река Вардар до гръцката граница.

IV.2.1.1. Субтропичен много горещ климатичен и агроклиматичен подрайон

Този подрайон обхваща най-ниския дял от долното течение на река Вардар до гръцката граница (Гевгелийската и Валандовската котловина). Освен това към тази област трябва да бъдат включени и части от водосбора на Дойранското езеро. Надморската височина на тази област е от 59 до 180 m. Обозначения подрайон от север и от северозапад е ограничен от планините Градишка, Плауш, Беласица и Кожух, които представляват защитна преграда и влияят на времето, като модифицират студените континентални въздушни маси, които се движат към южните части на Балканския полуостров. От друга страна, тази област е отворена към Егейско море, откъдето се чувства влиянието на Средиземноморието, било то чрез прякото формиране на топли и влажни въздушни маси, които имат характеристиките на Средиземноморския климат, или чрез други атмосферни смущения (топли или студени атмосферни фронтове) и други влияния.

В сравнение със съседния субтропичен горещ, агроклиматичен район в централните части на Македония, където значително е отслабено средиземноморското и засилено континенталното влияние, този район има по-топъл климат, т.е. по-висока средна годишна температура на въздуха, по-топла зима, с по-малка средна годишна амплитуда, с по-висока сума на температурите (годишно, особено през зимата), с по-високи абсолютни и средни минимума на температурата на въздуха, с по-малко мразове и повече топли и тропични дни, с по-дълъг период с температури над 5 и 10 °C, с по-дълъг сух период, с по-голямо количество валежи, с по-изразен средиземноморски валежен режим, с изразен сух период и с малко по-висок годишен индекс на сушата, поради по-голямото количество на валежите. От друга страна, в сравнение с областите покрай Егейско море, нашият район има по-слабо изразен средиземноморски климат, поради отслабеното влияние на континента от север (особено при нахлувания на студени въздушни маси през зимата, при които се наблюдават значително по-ниски минимални температури на въздуха). Освен това на слабото въздействие на средиземноморския климат оказва влияние и определената отдалеченост от морето (около 60 km. измерено по въздуха), а така също влияе и надморската височина и близостта на високите планински масиви.

За характеризиране на тази климатична област са използвани данни от следните метеорологични станции – Гевгелия 59 м.н.в., Валандово 100 м.н.в и Нов Дойран 180 м.н.в.

IV.2.1.2. Субтропичен горещ климатичен и агроклиматичен подрайон

Вторият горещ подрайон на субтропичния район се характеризира със следните агроклиматични условия.

Многогодишната сума на активните температури на въздуха е в граници между 4000–4400 °C, което съответства на благоприятни климатични и агроклиматични условия за земеделско производство. Този подрайон е разположен при средна надморска височина 180–350 m. и се обхваща средната част на водосбора на р. Вардар и нейните притоци - Брегалница, Тополка, Бабуна, Черна и водосборът на река Струмица. Агроклиматичните условия по поречието на тези реки са показани в табл. I.1 и I.2.

Таблица I.1. Агроклиматични ресурси в субтропична климатичен и агрориматичен район в Република Македонија

| Номер по ред | Агроклиматични подрайони | Субтропичен много горещ | Субтропичен горещ |
|---|--|-------------------------|-------------------------|
| | Сума на активни температури $T_{cp} > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ / Надморска вис.(м.н.в.) | >4400/ <150 m | 4000–4400/ 150–300 m |
| I.1 Температурни ресурси в топлата част от годината | | | |
| 1 | Средна годишна темп. $^{\circ}\text{C}$ | 14.0–14.5 | 11.9–13.6 |
| 2 | $T_{\text{макс.}}$ (јули) $^{\circ}\text{C}$ | 24.9–25.3 | 22.6–24.5 |
| 3 | $T_{\text{ср. макс.}}$ ($^{\circ}\text{C}$) | 31.6–32.0 | 30.7–31.3 |
| 4 | $T_{\text{ср. макс.}}$ ($^{\circ}\text{C}$) | 43.5–44.3 | 42.0–43.6 |
| 5 | Дълж. на пер. $T > 5^{\circ}\text{C}$ (дни) | 308–314 | 264–290 |
| 6 | Дълж. на пер. $T > 10^{\circ}\text{C}$ (дни) | 230–238 | 222–226 |
| 7 | Дълж. на пер. $T > 15^{\circ}\text{C}$ (дни) | 169–174 | 167–169 |
| 8 | $T_{\text{макс.}} > 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (дни) | 54–72 | 46–64 |
| 9 | $T_{\text{макс.}} > 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (дни) | 131–136 | 113–131 |
| I.2. Ресурси на овлажнение (валежи, потенциална евапотранспирация) | | | |
| I.2.1. Валежи | | | |
| 1 | Годишна сума (mm.) | 586.2–675.5 | 442.4–556.4 |
| 2 | През вегетационния период (mm.) | 311.0–331.1 | 250.0–301.4 |
| 3 | През студената част на годината(mm) | 275.2–344.3 | 184.6–276.1 |
| I.2.2. Потенциална евапотранспирация | | | |
| 1 | Годишна сума (mm.) | 1044.0–1117.1 | 912.6–1000.5 |
| 2 | През вегетационния период (mm.) | 859.0–929.9 | 779.9–837.7 |
| 3 | През студената част от годината(mm) | 184.1–187.2 | 132.7–162.8 |
| I.3. Слънчева радиация и слънчево греење | | | |
| 1 | Сум.радиация (MJ/m^2) | 5393–5407 | 5238–5258 |
| 2 | Слънчево греење (h) | 2374–2347 | 2258–2359 |
| 3 | облачност (1/10) | 4.4–4.6 | 4.2–5.1 |
| 4 | ясни дни | 108–130 | 87–127 |
| 5 | мрачни дни | 76–94 | 71–94 |

Таблица I.2. *Агроклиматични индекси, показатели и ограничаващи фактори в агроклиматичните райони (подрайони и пояси) в Македония*

| Агроклиматични райони | | субтропичен | |
|--|--|------------------------|-------------------------|
| Номер по ред | Агроклиматични подрайони | Субтропичен многогорещ | Субтропичен горещ |
| | Сума на активни температури Т _{ср.} >10 °C/ Надморска вис.(м.н.в.) | >4400/ <100 m | 4000-4400/ 100-300 m |
| II. Агроклиматични индекси и показатели | | | |
| 1 | Индекс на засушаване според Мартон | 24.2-28.7 | 19.7-25.4 |
| 2 | Валежен индекс според Ланг | 43.0-48.9 | 34.5-45.2 |
| 3 | Индекс на атмосферно овлажнение според Шашко | 0.13-0.14 | 0.11-0.16 |
| 4 | Хидротехничен коефициент на Селянинов | 0.72-0.75 | 0.57-0.81 |
| 5 | Континенталност, (Кернер) | 3.7-9.9 | 0.0-4.0 |
| 6 | Сред., годишно отклонение | 21.2-21.8 | 22.1-23.6 |
| 7 | Агроклиматичен индекс (UNESCO) | 0.52-0.62 | 0.56-0.62 |
| III. Ограничаващи фактори | | | |
| III.1. Суровост на зимата | | | |
| 1 | Т _{мин.} (януари) °C | 3.3-3.5 | 0.1-1.7 |
| 2 | Т _{ср. мин.} °C | -0.7-0.1 | -2.1-3.2 |
| 3 | Т _{мин.абс.} °C | -12.5-19.5 | -17.5- 24.0 |
| 4 | Т _{ср.мин.} (годишна)°C | -6.7-9.9 | -11.5-14.2 |
| 5 | Т _{мин.} <0 °C (дни) | 32-49 | 61-86 |
| 6 | Т _{макс.} <0 °C (дни) | 1 до 3 | 5 до 10 |
| | Т _{макс.} <-10 °C (дни) | 0 до 1 | 4 до 7 |
| III.2. Снежност на зимата | | | |
| 1 | Брой на дни със снежна покривка (дни) | 5 до 14 | 16 до 26 |
| 2 | Сред. макс. снеж. покр.(см). | 6.8 до 9.9 | 9.4 до 13.7 |
| 3 | Макс. снежна покр.(см.) | 39 до 55 | 33 до 119 |

IV.2.2. Умерен климатичен и агроклиматичен район

Втората агроклиматична област на Македония, наречена умерен климатичен и агроклиматичен район, се простира в границите със сума на активните температури на въздуха 2000–4000 °C и е разделен на следните подрайони

IV.2.2.1. Умерен, горещ климатичен и агроклиматичен подрайон

Умереният, горещ климатичен и агроклиматичен подрайон се характеризира със сума на активните температури на въздуха между 3500 и 4000 °C и обхваща земеделските райони с надморска височина от 350 до 500 m н.в.

IV.2.2.2. Умерен, много топъл климатичен и агроклиматичен подрайон

Умереният, много топъл климатичен и агроклиматичен подрайон се характеризира със сума на активните температури на въздуха между 3000 и 3500 °C, и обхваща земеделските райони с надморска височина от 500 до 800 m н.в.

IV.2.2.3. Умерено топъл климатичен и агроклиматичен подрайон

Този подрайон се характеризира със сума на активните температури на въздуха между 2500 и 3000 °C и обхваща земеделските райони с надморска височина от 800 до 1000 m н.в. За характеризиране на тази климатична област са използвани данни от следните метеорологични станции – Берово 824 m н.в., Ресен 855 m н.в.

IV.2.2.4. Умерено хладен климатичен и агроклиматичен подрайон

Сумата на активните температури на въздуха в този подрайон е между 2000 и 2500 °C. Той обхваща районите с надморска височина от 1000 до 1300 m н.в.

Климатичните и агроклиматични райони и подрайони в някои части на територията на Македония представляват полета, а при изпъкналите релефни форми над повърхността на заобикалящия ги терен – агроклиматични пояси. Например в Гевгелийско-Валандовския регион с надморска височина между 350 и 500 m. този климатичен подрайон е като пояс, докато в централните подрайони на Република Македония (като Тиквеш) е различна от дяловете в долното течение на река Вардар и Гевгелийско-Валандовския регион.

Климатичните и агроклиматични ресурси имат следните стойности, показани в таблица II.1

Таблица II.1. Агроклиматични ресурси в умерения климатичен и агроклиматичен район

| Агроклиматичен подрайон | умерен горещ | умерен много топъл | умерен топъл | умерен хладен | |
|--|---|--------------------|--------------------|---------------|---------------|
| Таблица II.2. Агроклиматични индекси и ограничаващи фактори | | | | | |
| Номер по ред | Сума на активни температури $T_{cp} > 10^{\circ}\text{C}$ / Надморска вис. (m н.в.) | 350–500 | 500–800 | 800–1000 | 1000–1300 |
| Номер по ред | Агроклиматични подрайони | умерен | умерен много топъл | умерен топъл | умерен хладен |
| II.1 Температурни ресурси в топия ден от годината | | | | | |
| 1 | Сума на активни температури $T_{cp} > 10^{\circ}\text{C}$ / Надморска вис. (m н.в.) | 350–500 | 500–800 | 800–1000 | 1000–1300 |
| 2 | $T_{cp} \text{ max } (^{\circ}\text{C})$ | 22.2–23.5 | 19.8–21.7 | 18.2–18.9 | 16.1–17.9 |
| 3 | $T_{cp} \text{ max } (^{\circ}\text{C})$ | 29.2–30.8 | 26.6–28.6 | 26.6–26.0 | 21.4–22.4 |
| II. 4 Агроклим. индекси и показатели | | | | | |
| 1 | Индекс на сушата според де Мартон | 21.0–24.9 | 25.0–26.8 | 23.6–24.3 | 21.7–22.5 |
| 2 | Валежен индекс според Ланг | 205–216 | 188–203 | 163–174 | 144–161 |
| 3 | Индекс на атмосферното овлажняване според Шаско | 37.7–46.0 | 48.6–75.7 | 71.6–74.7 | 95.1–157.6 |
| 4 | Хидрологично овлажняване (валежи и потове) | 149–167 | 122–141 | 95–117 | 56–93 |
| 5 | Кондензация (mm) | 0.39–0.58 | 0.16–0.28 | 0.23–0.33 | 0.31–0.46 |
| 6 | През студ. пер. (mm) | 105–123 | 72–101 | 57–62 | 17–20 |
| II.2 Физ. ресурси | | | | | |
| 1 | Годишна сума (mm) | 4230.4 | 5063.7 | 5515.3 | 5898.0 |
| 2 | През студ. пер. (mm) | 1120.5 | 715.2 | 597.9 | 450.1 |
| 3 | През студ. част от год. (mm) | 228.7 | 83.3 | 112.4 | 86.7 |
| 4 | Агроклиматичен индекс (mm) | 169.2 | 118.9 | 227.6 | 166.8 |
| III.1 Ограничаващи фактори | | | | | |
| III 1: Суровост на зимата | | | | | |
| 1 | През студ. част от год. (mm) | 145.1 | 142.6 | 159.9 | 130.6 |
| 2 | Слънчеви ресурси | -0.1 ÷ -1.2 | -1.2 ÷ -1.7 | -1.5 ÷ -0.1 | -1.3 ÷ -2.2 |
| 3 | Сум. радиация (MJ/m ²) | -2.3 ÷ -3.8 | -1.8 ÷ -5.4 | -4.1 ÷ -5.9 | -4.1 ÷ -6.1 |
| 4 | Прод. слън. греене (ч) | 5143 | 5238–5262 | 5277 | 5008 |
| 5 | $T_{cp} \text{ min } (^{\circ}\text{C})$ | -21.0 ÷ -25.6 | -16.2 ÷ -30.0 | -26.9 ÷ -27.4 | -19.5 ÷ -25.8 |
| 6 | $T_{cp} \text{ min } (^{\circ}\text{C})$ | 2178 | 2257–2335 | 2327 | 2057 |
| 7 | облачност (1/10) | -11.8 ÷ -14.5 | -11.5 ÷ -9.5 | -15.6 ÷ - | -14.7 ÷ - |
| 8 | ясни дни (дни) | 3.9–5.2 | 4.6–5.8 | 4.9–5.1 | 5.2–7.5 |
| 9 | ясни дни (дни) | 86–117 | 67–107 | 86–108 | 73–126 |
| 10 | мрачни дни (дни) | 71–82 | 78–108 | 100–125 | 96–126 |
| 11 | $T_{max} < 0^{\circ}\text{C}$ (дни) | 87–101 | 72–124 | 74–85 | 86–97 |
| 12 | $T_{max} < 0^{\circ}\text{C}$ (дни) | 6–11 | 4–6 | 8–15 | 28–30 |

| | | | | | |
|---------------------------------|--|----------|-----------|-----------|-----------|
| 7 | $T_{\text{макс.}} < -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (дни) | 3–7 | 3–5; 4–17 | 11–16 | 9–18 |
| III 2 Снежност на зимата | | | | | |
| 1 | Брой дни със снежна покривка | 11–32 | 22–52 | 40–47 | 40–107 |
| 2 | Сред. макс. снежна покр.(см). | 9.9–13.0 | 9.2–17.9 | 12.2–16.4 | 24.4–45.0 |
| 3 | Макс. снежна покр.(см.) | 41–93 | 50–102 | 80–86 | 90–138 |

IV.2.3. Умерен планински климатичен пояс

Умереният планински климатичен пояс се състои от два подпояса – умерено студен и умерено прохладен. Признак за това разделяне е климатичната стойност на сумата на активните температури на въздуха по големи от 10 °C за периода на изследване.

IV.2.3.1. Умерено студен планински климатичен подпояс

Този климатичен подрайон се простира като климатичен пояс на надморска височина между 1300 и 1600 метра, със средна сума на активните температури на въздуха в границите от 1500°C до 2000°C.

IV.2.3.2. Умерено прохладен планински климатичен подпояс

Умереният прохладен планински климатичен подпояс се простира като климатичен подпояс на надморска височина между 1600 и 1900 метра, със средна сума на активните температури на въздуха в границите от 1000°C до 1500°C.

IV.2.4. Субалпийски и алпийски климатичен пояс

Този климатичен пояс, наречен алпийски и субалпийски, разположен на територията на Македония се характеризира със следните климатични особености. Той се намира в планинските области с надморска височина над 1900 m (субалпийски) и 2200 m (алпийски), където средната сума на активните температури на въздуха е под 1000 °C (односно под 500 °C).

Анализът на климатичните условия в този пояс се основават показани от данните на метеорологични станции Попова шапка (1750 m н.в.) и Солунска глава, която се намира при надморска височина 2540 m.

V. Заключение

В резултат на направеното от нас изследване и предвид специфичното географско местоположение на Република Македония - в централните части на Балканския полуостров, както и влиянието на географските, астрономическите, метеорологичните и динамични фактори, които формират климата и климатичната система, се установи проявлението на 4 основни вида климат. За тези климатични райони са посочени характеристиките на базата на които е направено това диференциране

Разпределението на термичните условия в Македония с оглед земеделското производство, е направено чрез разделянето и на климатични области и подобласти на базата на средните многогодишни суми на активните температури на въздуха за реалния вегетационен период ($T \geq 10^{\circ}\text{C}$). Според агротермичното райониране на Оторепец (1983). Това разпределение може да се приложи за цялата територия на Македония, според разпределението на топлинните ресурси и връзката им с различните типове климат по следния начин:

| | |
|-------------------------------|--|
| Субтропичен климат | $T_{\text{cp } 10^{\circ}\text{C}} > 4000^{\circ}\text{C};$ |
| Умерен климат | $T_{\text{cp } > 10^{\circ}\text{C}}$, от 2000°C до $4000^{\circ}\text{C};$ |
| Умерено-планински климат | $T_{\text{cp } > 10^{\circ}\text{C}}$, от 1000°C до $2000^{\circ}\text{C};$ |
| Субалпийски и алпийски климат | $T_{\text{cp } > 10^{\circ}\text{C}}$, по-малко от $1000^{\circ}\text{C}.$ |

Субтропичен климатичен и агроклиматичен район. Той се разделя на два подрайона:

- 1) Субтропичен много горещ подрайон и
- 2) Субтропичен горещ подрайон

Умерен климатичен и агроклиматичен район. Той се разделя на четири климатични подрайона:

1. умерено горещ, подрайон;
2. умерено много топъл подрайон;
3. умерено топъл подрайон, и
4. умерено хладен подрайон,

Район на Умерения планински климат. Той обхваща районите със сума на активните температури над 10°C обхваща местата със стойности от 1000°C до 2000°C и е разделен на два климатични подрайона:

1. Умерено студен планински климатичен подрайон с надморска височина от 1300 до 1600 m. и
2. Умерено прохладен планински климатичен подрайон, с надморска височина от 1600 до 1900 m.

Район на Субалпийския и алпийски климат. Този район се очертава от суми на активните температури на въздуха до 1000 °С.

Субтропичния, климатичен и агроклиматичен район обхваща някои части от територията на Република Македония със средна сума на активни температури на въздуха по-големи от 4000°С. Тези райони се намират в централните части на страната с надморска височина до 300 m. и обхващат областите на Овче Поле, Тиквеш, централните и долните части на река Брегалница, долните части от поречието на реките Тополка и Бабуна, както и цялата Струмска котловина.

Тази климатична област се разделя на три части: 1.Струмско-Радовишка, дял от централните части на Македония, средния и долен дял от течението на река Вардар до гръцката граница; 2.Субтропичен многогорещ климатичен и агроклиматичен подрайон, който обхваща най-ниския дял от долното течение на река Вардар до гръцката граница (Гевгелийската и Валандовската котловина) със сума на активните температури на въздуха по-големи от 4400°С; 3.Обозначения подрайон от север и от северозапад е ограничен от планините Градишка, Плауш, Беласица и Кожух, които представляват защитна преграда и влияят на времето, като модифицират студените континентални въздушни маси, които се движат към южните части на Балканския полуостров. От друга страна, тази област е отворена към Егейско море, откъдето се чувства влиянието на Средиземноморието, било то чрез прякото формиране на топли и влажни въздушни маси, които имат характеристиките на Средиземноморския климат, или чрез други атмосферни смущения (топли или студени атмосферни фронтове) и други влияния.

В сравнение със съседния субтропичен многогорещ, агроклиматичен район в централните части на Македония, където значително е отслабено средиземноморското и засилено континенталното влияние, този район има по-топъл климат, т.е по-висока средна годишна температура на въздуха, по-топла зима, с по-малка средна годишна амплитуда, с по-висока сума на температурите (годишно, особено през зимата), с по-високи абсолютни и средни минимума на температурата на въздуха, с по-малко мразове и повече топли и тропични дни, с по-дълъг период с температури над 5 и 10 °С, с по-дълъг сух период, с по-голямо количество валежи, с по-изразен средиземноморски валежен режим, с изразен сух период и с малко по-висок годишен индекс на сушата, поради по-голямото количество на валежите. От друга страна, в сравнение с областите покрай Егейско море, нашият район има по-слабо изразен средиземноморски климат, поради отслабеното влияние на континента от север (особено при нахлувания на студени

въздушни маси през зимата, при които се наблюдават значително по-ниски минимални температури на въздуха). Освен това на слабото въздействие на средиземноморския климат оказва влияние и определената отдалеченост от морето (около 60 km. измерено по въздуха), а така също влияе и надморската височина и близостта на високите планински масиви.

Вторият **горещ подрайон на субтропичния район** се характеризира със следните агроклиматични условия. Многогодишната сума на активните температури на въздуха е в граници между 4000–4400 °C, което съответства на благоприятни климатични и агроклиматични условия за земеделско производство. Този подрайон е разположен при средна надморска височина 180–350 m. и се обхваща средната част на водосбора на р. Вардар и нейните притоци - Брегалница, Тополка, Бабуна, Черна и водосборът на река Струмица. Агроклиматичните условия по поречието на тези реки. Ще анализираме климатичните и агроклиматични ресурси и граничните фактори за всеки район и подрайон като основа за дефиниране на природните условия за земеделското производство.

Втората агроклиматична област на Македония, наречена **умерен климатичен и агроклиматичен район**, се простира в границите със сума на активните температури на въздуха 2000-4000 °C и е разделен на следните подрайони

Умереният, горещ климатичен и агроклиматичен подрайон се характеризира със сума на активните температури на въздуха между 3500 и 4000 °C и обхваща земеделските райони с надморска височина от 350 до 500 м.н.в.

Умереният, много топъл климатичен и агроклиматичен подрайон се характеризира със сума на активните температури на въздуха между 3000 и 3500 °C, и обхваща земеделските райони с надморска височина от 500 до 800 м.н.в.

Умерено топъл климатичен и агроклиматичен подрайон се характеризира със сума на активните температури на въздуха между 2500 и 3000 °C и обхваща земеделските райони с надморска височина от 800 до 1000 м.н.в. За характеризиране на тази климатична област са използвани данни от следните метеорологични станции – Берово 824 м.н.в., Ресен 855 м.н.в.

Умерено хладен климатичен и агроклиматичен подрайон са сумата на активните температури на въздуха в този подрайон е между

2000 и 2500 °C. Той обхваща районите с надморска височина от 1000 до 1300 м.н.в.

Умереният планински климатичен пояс се състои от два подпояса – умерено топъл и умерено студен. Признак за това разделяне е климатичната стойност на сумата на активните температури на въздуха поголеми от 10 °C за периода на изследване.

Умерено топъл планински климатичен подпояс (подрайон), се простира като климатичен пояс на надморска височина между 1600 и 1900 метра, със средна сума на активните температури на въздуха в границите от 1000°C до 1500°C.

Субалпийски и алпийски климатичен пояс е разположен на територията на Македония се характеризира със следните климатични особености. Той се намира в планинските области с надморска височина над 1900–2200 m, където средната сума на активните температури на въздуха е под 1000 °C.

Според модифицираната класификация на Кепен В от 1936 и която характеризира температурата на въздуха, а това са средната месечна температура на въздуха под 10 °C, средна месечна температура на въздуха 0 °C, (дефинирани като снежен климат), за територията на Македония е определена граница, според която са дефинирани типове климат на територията на страната със средна температура на въздуха $22 \pm 3^\circ\text{C}$. По този начин се определят и следните граници 19 °C и 25 °C, а така също и следните комбинации на общите климатични условия a , a' , b и b' . Стойността на общия член (a) е в граници между 22°C и 25 °C, докато a' е над 25°C. От друга страна стойностите на b са в граници между 22°C и 19°C, а стойността на b' в границите под 19°C.

Основна предпоставка за прилагането на класификацията на Кьопен за Република Македония (Ристевски 1982 г.) са А, С, D и Е климатични типове и подтипове, които са $-3^\circ\text{C} < C < 18^\circ\text{C}$, (в най-студения месец през годината), и се използват чрез съответните гранични условия $A > 18^\circ\text{C}$ и $D < -3^\circ\text{C}$. За територията на Република Македония са дефинирани специфични граници от -3°C , 0°C и $+3^\circ\text{C}$, които определят климатични граници C_3 , C_2 и C_1 , и които съвпадат с климатичното райониране на агроклиматичните области за територията на Република Македония.

РАЗДЕЛ VI.

ПРИНОСИ

От цялостната дейност можно е да изведе, че в тази дисертация са дадени приноси, които имат научни и научно приложни части и това:

1. Използвайки компютните налични климатични и агроклиматски информация за територията на Република Македония за периода 1971–2000 от 34 метеорологични станции.

2. За първи път в Република Македония се прилага класификацията според Кепен за периода 1971–2000 (която е предложена от Ристевски П. 1982, за периода 1951–1980), която е допълнена със специфични температурни характеристики за Република Македония, с 3 вида умерен климат; C_1 , C_2 и C_3 . (които характеризират средни януарски температури на въздуха). Успоредно сек характерните граници, определени от Кьопен, а това са средната месечна температура на въздуха под $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, средна месечна температура на въздуха $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (определени като снежен климат), за територията на Македония е определена граница, според която са определени типове климат на територията на страната със средна температура на въздуха $22 \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$. След този начин се определят и следните граници 19 и $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, а така също и следните комбинации от общите климатични условия и a , a' , b и b' . Стойността на общия член a е в границите между $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, докато a'' е над $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. От друга страна стойностите на b са в границите между $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $19\text{ }^{\circ}\text{C}$, а стойността на b'' в границите под $19\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3. За първи път за територията на Република Македония са направени климатични карти. При съставянето на климатичните и агроклиматични карти сек помощта на ГИС технология представени посредничеството ARC-MAP, ARC-VEW и ARC-INFO от програмния пакет ESRI (пространствена компютърна обработка на информацията) е използван метод за промяната на климатичните и агроклиматични елементи от тяхното изменение в зависимост от надморската височина, а също и от техните функционални взаимовръзки.

4. Изчислени са също въпреки стандартните климатични елементи и елементите на потенциалната евапотранспирација според CROPWAT 5.7-програмен пакет, според Пенман-Монтјавата формула

5. За различни климаатски и агроклиматски индекси и показатели

За първи път ще прикашани в приложените определените и често използваните климатични и агроклиматични индекси и показатели и техните продължителни стойности: Индекс на засушаването на де Марти (de Martonne 1925). Валежен индекс на Ланг (Lang R. 1920). Индекс на атмосферното овлажнение според Колосков (Шашко, 1967г.). хидротермичен коефициент на Селянинов (1928 г.). агроклиматичен индекс на изпарението след ФАО (ФАО 1997 г. и P. Deuw E. 1999 г.)

6. Използван е за първи път за територията на Република Македонија, нов индекс на сушата по определен от УНЕСКО и ФАО (ФАО 1997 г. и P. Deuw E. 1999 г.) И се презентирани в различни агроклиматски райони или райони.

7. За първи път изцяло обработени цифрови и картографски характерните стойности в агроклиматските райони от 5, 10 и 15 °C и техния среден, начало, край и продължителност на живота и тяхната пространствена разпределение.

8. За първи път за територията на Република Македонија направено е сложно климатично и агроклиматско реонирање според топлинни ресурси, светлинните източници и слънчева радиация и ресурси на овлажнението (валежите и потенциалната евапотранспирация), както и въз основа на различни климатични индекси и показатели, както и според лимитирачките фактори.

9. В крайна сметка, въз основа на наличните оптомелни т.е. благоприятните агроклиматски условия, както и въз основа на лимитирачките фактори, са определени 4 основни агроклиматски райони, още 10 подреони и това:

- Субтропичен климат $T_{cp} 10\text{ }^{\circ}\text{C} > 4000\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Умерен климат $T_{cp} 10\text{ }^{\circ}\text{C}$, от 2000 °C до 4000 °C
- Умерено-планински климат $T_{cp} 10\text{ }^{\circ}\text{C}$, от 1000 °C до 2000 °C
- Субалпийски и алпийски климат $T_{cp} 10\text{ }^{\circ}\text{C}$, по-малко от 1000 °C.

ПУБЛИКАЦИИ СВЪРЗАНИ С РАБОТАТА

През периода на разработката на тази докторска дисертация бяха разработени следните проекти, статии и трудове:

- [1] **Ристевски П. 2000.** Климатски и агроклиматски ресурси во сливот на Пресанското Езеро, *Зборник на трудовите Меѓународен симпозиум Одржлив развој на Преспанскиот регион*, стр. 218-229, во Отешево во 2000 година,
- [2] **Ристевски П. 2000.** *Климата и метеоролошките услови на сливните подрачја во Република Македонија* (Научен проект со промена на ГИС-технологија, ГЕОПЛАН, Скопје).
- [3] **Ристевски П.** Гарева Р. Манасов С. и Гаџовски Н. **2001.** Изработка на климатски и агроклиматски карти во Република Македонија во ГИС-технологија (*Научен собир дигителна картографија, состојби, перспективи и можности за примена во Република Македонија*), Скопје 2001 година (стр. 129 до141)
- [4] **Ristevski P. and all. 2001.** *First Macedonian Communication on Climate and Climatic Changes and Adaptation in Republic of Macedonia.* Skopje, RHM Institute.
- [5] **Ристевски П. 2002.** Меѓународни и македонски активности за истражување на атмосферските и хидролошките непогоди и катастрофи во последната декада на XX век (*Зборник на трудовите од Научниот собир: „Загрозеност на Република Македонија од природни и технички катастрофи и современа превенција“*, книга 4 (105–116 стр.)).
- [6] **Ristevski P., Aleksovska N., Markovska N., 2002.** Estimation of Climate Change Impact. Workshop *Combating Climate Change: National Commitments and Activities* (работна средба во МАНУ на 22 март. **2002** година) www.manu.edu.mk/icei/cc
- [7] Димовски М., Ажиевска М., **Ристевски П.** (автор на делот со климатските колебања и климатските промени) и сор., 2003., *Прв Македонски извештај на Република Македонија кон Рамковната конвенција на Обединетите нации за климатските промени, со финансиска помош на УНДП (ГЕФ-фондот),*

Министерство за животна средина и просторно планирање, македонска и англиска верзија и ЦД-презентација,

- [8] Лозановски Р., Филиповски Г. и **Ристевски П.** 2000–2003. Агроеколошко реорганирање на Република Македонија, *Научен проект за истражувачки период од 2000 до 2003 година*, Македонска Академија на науките и уметностите (МАНУ),.
- [9] Kendrovski V. D. Gjorgjev, **Ristevski P.**, 2003. Climate change and human health in Republic of Macedonia-Needs for action, *Journal of Environmental protection and ecology, B.E.N.A. vol 4. No 4. (2003) 987–992 (2003).*
- [10] Kendrovski V. Gjorgjev D. Aleksoski B. **Ristevski P.** 2003. Climate change and human health in Republic of Macedonia-Vulnerability report, *Proceedings of First International Conference on Environmental Research and Assessment*, Bucharest, Romania, March 23–27, **2003**, pp 451–457.
- [11] Slavov N. Marinova T. **Ristevski P.** 2004. Long-term Variability of Precipitation in Republic of Macedonia, *Ohrid Republic of Macedonia 25–29 may 2004 BALWOIS 2004.*
- [12] Dimitrovska B., Dimitrovski Z., **Ristevski P.** 2004 Probabilities For Determined Precipitation Amounts Appearance And Temperature Sums $>10^{\circ}\text{C}$ During A Vegetative Period of The Year, *Ohrid Republic of Macedonia, 25–29 may 2004 BALWOIS 2004.*
- [13] Slavov N., **Ristevski P.**, Marinova T. 2004. Study of Long-term Variability Of Air Temperature in Republic of Macedonia, *Bulgarian Journal of Meteorology & hydrology, B.J.M.H., vol 13, No 1–2, pp 40–52 (2002),*
- [14] УНДП и МЖСПП 2005., *Самооценка на националните капацитети за глобално управување со животната средина во Република Македонија*, сумарен извештај Скопје 2005., Работна група за деградација на земјиштето: Чукалиев О. Донеvsка К. Блинков И. Мукаетов Д. **Ристевски П.**
- [15] **Ристевски П.** и Л. Трајаноска 2006. Методологија за мерење и набљудување на атмосферското замрзнување на проводници во Република Македонија, ЗЕМАК: *Меѓународно советување ЕНЕРГЕТИКА 2006*, 05–07 Октомври, Охрид 2006.
- [16] Tairi J. **Ristevski P.** Grazhdani S. 2006. Nryhmet e pritshme klimatike ne Republiken e Maqedonise gjate shekullit, XXI, *Revista Shqiptae e Shkencave Bujqesore (2006)*, Vol. 5, Nr 7. Universiteti Bujqesor i Tiranes.
- [17] Cukaliev O. Mukaetov D. Andonov S. **Ristevski P.** Mincev I. 2006. *II Communication to UNCCC*, Sector: agriculture, Skopje 2006, 1–45 pp.

- [18] Ановски Т. Милевски Ј. Арсов М., **Ристевски П.** Ановска Е. Попов В. Јовчев З и Арсов Љ. 2007. Прогрес во билансирањето на водите во Преспанското Езеро. *Трет конгрес на еколозите на Република Македонија*, Охрид –Струга, 2007.
- [19] **Ristevski P.**, N. Aleksovsaka (2) Precipitation and Potential evapotranspiration in Republic of Macedonia in the 21 st century, as a result of climate changes, *EMS7/ECAM8 abstracts.vol*, EMS2007-A-00594, 2007 7th EMS Annual Meeting / 8th ECAM,
- [20] Alcinova Monevska S., **Ristevski P.**, Pavlovska V. and Todorovska S. 2010. Projection of Temperature and Precipitation Changes in the XXI Century on the Territory of Republic of Macedonia, *Ohrid, Republic of Macedonia, 25–29 may 2010, BALWOIS 2010*.
- [21] Kazandjiev V. **Ristevski P.**, Georgieva V.,2010. Climate change and agroclimatic resources on the end of twentieth century in Bulgaria and Macedonia, *Ohrid Republic of Macedonia, 25–29 may 2004, BALWOIS 2010*.
- [22] Alcinova Monevska S. and **Ristevski P.**2010 Research on 21st Century Climate Change in the Republic of Macedonia, [*Global Environmental Change: Challenges to Science and Society in Southeastern Europe 2010, Part 2*](#), 75-90, Springer Link,