

**БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ**  

---

**НАЦИОНАЛЕН ИНСТИТУТ ПО МЕТЕОРОЛОГИЯ И**  
**ХИДРОЛОГИЯ**

Веска Анастасова Георгиева

**ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕСТЕСТВЕННОТО ОВЛАЖНЕНИЕ НА ОСНОВНИ**  
**ПОЧВЕНИ ТИПОВЕ ЗА ОТГЛЕЖДАНЕ НА**  
**ЗИМНА ПШЕНИЦА В БЪЛГАРИЯ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**дисертация**

**За присъждане на образователната и научна степен “Доктор”**

в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.1. Физични науки и научна специалност 01.04.11. Метеорология

**Научни консултанти: Проф. д-р В. Казанджиев**

**Доц. д-р инж. М. Мотева**

**София, 2013**

Дисертацията е с обем 175 страници. Състои се от увод, пет глави, публикации, свързани с дисертационния труд и списък с цитираната литература, включващ 164 заглавия, от които 114 на латиница и 50 на кирилица.

Дисертационният труд е обсъден и предложен за защита на разширен научен семинар на департамент „Метеорология” на НИМХ-БАН, проведен на 30.10.2013 г.

Докторантката работи като агроном в департамент „Метеорология”, секция „Агрометеорология” на НИМХ-БАН, София.

**Състав на научното жури:**

проф. д.н. Веселин Александров, НИМХ - БАН  
проф. д-р Валентин Казанджиев, НИМХ - БАН  
проф. д.н. Илия Христов - ИПАЗР "Н. Пушкиров", ССА  
доц. д-р инж. Милена Мотева, ИПАЗР "Н. Пушкиров", ССА  
доц. д-р Живко Живков, Агрономически факултет на ЛТУ

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 11. 03.2014 г. от 14 часа в заседателната зала на Учебния център на НИМХ, гр.София.

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се на интернет страницата и в канцеларията на НИМХ-БАН.

**БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ**  

---

**НАЦИОНАЛЕН ИНСТИТУТ ПО МЕТЕОРОЛОГИЯ И**  
**ХИДРОЛОГИЯ**

**Веска Анастасова Георгиева**

**ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕСТЕСТВЕННОТО ОВЛАЖНЕНИЕ НА ОСНОВНИ**  
**ПОЧВЕНИ ТИПОВЕ ЗА ОТГЛЕЖДАНЕ НА**  
**ЗИМНА ПШЕНИЦА В БЪЛГАРИЯ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**на**

**дисертация**

**За присъждане на образователната и научна степен “Доктор”**  
в област на висше образование 4. Природни науки, математика и  
информатика, професионално направление 4.1. Физични науки и научна  
специалност 01.04.11. Метеорология

**Научни консултанти: Проф. д-р В. Казанджиев**

**Доц. д-р инж. М. Мотева**

**София, 2013**

## **СЪДЪРЖАНИЕ**

<b>I. Обща характеристика на дисертационното изследване</b>	<b>5</b>
I.1. Актуалност на изследването	5
I.2. Цел и задачи	6
I.3. Обект, предмет и обем	6
I.4. Използвани данни и методи	7
<b>II. Кратко изложение на дисертационния труд</b>	<b>11</b>
II.1. Динамика на почвените влагозапаси при основни почвени типове	12
II.2. Многогодишни колебания на почвените влагозапаси	18
II.3. Определяне на станции-аналози	21
II.4. Влагообезпеченост през основни фази от фенологичното развитие на зимната пшеница	25
<b>III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	<b>33</b>
<b>IV. ПРИНОСИ</b>	<b>36</b>
<b>V. Списък на публикации, свързани с дисертационния труд</b>	<b>37</b>
<b>VI. SUMMARY</b>	<b>38</b>
<b>БЛАГОДАРНОСТИ</b>	

# **I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ИЗСЛЕДВАНЕТО**

## **I.1. Актуалност на изследването**

След прегледа на изследванията върху влагозапасеността на зимна пшеница у нас, отглеждана при основните почвени типове се формираха някои изводи, които очертават актуалността на настоящото изследване.

1. У нас, към момента съществуват 50-60 годишни редици от данни за почвената влажност за различни земеделски култури при основни почвени типове. Те са основа за установяване на актуални норми на водоосигуреност на земеделските земи у нас. В резултат на тяхната обработка и анализ могат да бъдат определени тенденции на влагообезпечеността на тези култури в бъдеще, които трябва да се имат предвид при създаването на политики за развитието на земеделието у нас.
2. Почвената влажност, понастоящем се измерва в ограничен брой станции – 27, с интервал между измерванията през вегетационния период-10 дни. Използваният гравиметричен метод, възпрепятства получаването на непрекъсната информация за състоянието на влажността на почвата в реално време. Използването на изчислителни методи е подход, който допринася за попълване на недостига както на пространствена, така и на временна информация и създава възможност за оценка на влагообезпечеността на земеделските територии в нашата страна.
3. До този момент съществуват анализи на данните на влажността на почвата за някои почвени типове у нас (черноземи, смолници, канелени горски и сиви горски), но използваните редици са къси и за отдалечен във времето период. Обобщените стойности от тези редици и статистическите им характеристики нямат представителност по отношение на съвременния климат. Тези анализи не обхващат голямото почвено разнообразие на нашата страна, поради което много земеделски пунктове не се осигуряват с необходимата информация.
4. Няма яснота по въпроса за честотата на възникване на необходимост от напояване и времето на възникване на такава необходимост за различните части на страната с различни почвено-климатични условия. Във връзка с климатичните промени, съществува необходимост от актуализиране на поливния режим на земеделските култури въз основа на актуализирани норми за влагообезпечеността на културите.
5. В условията на съвременния климат, на територията на страната са регистрирани тенденции на затопляне и засушаване. С такава тенденция се характеризират условията в голяма част от зърнопроизводителните райони. Това е свързано с намаляване на продуктивните почвени влагозапаси и очертаването на някои традиционни за производство на пшеница райони като рискови. Неблагоприятни са и някои от прогнозите от климатичните сценарии за бъдещи изменения на климата, които биха довели до разширяване обхвата на рисковите територии. При тези новоустановени факти, съществуващите анализи на влагообезпечеността на почвите у нас

могат да се считат за непредставителни за съвременните условия на засилващ се воден дефицит.

## **I. 2. Цел и задачи на изследването**

**Целта на дисертационния труд е оценка на естествената влагообезпеченост на зимната пшеница, отглеждана на основни почвени типове в България.**

Целта е постигната чрез изпълнение на следните *задачи*:

1. Установяване на годишния ход на общия почвен влагозапас при черноземи, сиви горски почви, смолници, канелени горски и алувиално-делувиални почви на територията на земеделско производство у нас и обвързването им с фенологичното развитие на зимната пшеница за тридесетгодишните периоди 1951-1980, 1961-1990 и 1971-2000 г. Установяване на продължителността на периода с оптимално овлажнение.
2. Анализирание на многогодишните редици от данни за почвените влагозапаси при пшеница от периода 1951-2000 г. и разкриване на тенденциите на влагообезпечеността под влияние на климатичните промени по почвени типове.
3. Определяне на станции аналози на наличните агрометеорологични станции, въз основа на статистически критерии, за оценка на влагообезпечеността на пшеницата.
4. Установяване на влагообезпечеността на зимната пшеница, въз основа на измервания в наличните агрометеорологични станции и по изчислителен път в станциите аналози и установяване на климатични норми към датите на настъпване на есенното прекратяване и пролетно възобновяване на вегетацията и основните фенологични фази–сеитба, поникване, изкласяване и восьчна зрелост.
5. Определяне момента на възникване на необходимост от напояване на пшеница при различните почвено-климатични условия в страната.
6. Определяне на пространственото изменение на влагообезпечеността на пшеницата по основни фенологични фази.
7. Определяне на благоприятните и неблагоприятни по отношение на естествената влагообезпеченост райони за отглеждане на зимна пшеница в страната.

## **I.3. Обект, предмет и обем**

**Предмет** на изследването са многогодишните почвени влагозапаси на черноземи, сиви горски почви, смолници, канелени горски почви и алувиално-делувиални почви под посев зимна пшеница.

**Обекти** на изследването са *динамиката* през вегетационния период на пшеница на почвените влагозапаси при черноземи, сиви горски почви, смолници, канелени горски почви и алувиално-делувиални почви,

*тенденциите* на изменението им за многогодишен период, *пространственото им изменение* през различните фенофази от развитието на пшеницата и *районирането* на страната по отношение на условията на влагообезпеченост за отглеждане на пшеница.

Дисертационният труд е с **обем** от 175 страници. Състои се от увод, 5 глави, публикации, свързани с дисертационния труд и списък на цитираната литература. В основната част на дисертацията са включени 107 фигури и 35 таблици.

## **I.4. Използвани данни и методи**

### **I.4.1. Използвани данни**

- **Измерена почвена влажност**

Използвани са данни от измерванията на почвената влажност в агрометеорологичната мрежа на НИМХ-БАН. Измерванията са извършвани в представителни за основните почвени типове на територията на земеделско производство до 800 m надморска височина агрометеорологични станции от 1951 до 2000 г. В момента почвената влажност се измерва в 27 станции, а за целия период на измервания те са 50. В работата са използвани данни от измерванията в 27 агрометеорологични станции. Измерванията се извършват през 10 cm до 1 m дълбочина и през 20 cm от 1 до 2 m дълбочина през 10 дни по време на вегетационния период, а извън него - веднъж месечно. Мониторингът на почвените влагозапаси в мрежата на НИМХ-БАН извършват по директния, гравиметричен метод по единна методика на Управлението по Хидрология и метеорология. Влажността на почвата се определя в тегловни проценти от масата на абсолютно суха почва.

- **Фенологични данни**

В изследването са представени осем фенологични фази-поникване, братене, вретене, изкласяване, цъфтеж, млечна, восъчна и пълна зрелост, както и датите на сеитба, прекратяване на вегетацията през есента и възобновяването и през пролетта. Използвани са датите на масово настъпване на всяка фаза и са представени в брой дни с начало 1 октомври.

През последните години, сортовият състав се различава, от този в началото на наблюденията. Затова наблюденията са извършвани за стандартите през съответния период. Въпреки разнообразието на сортове пшеница в производството, за оценка на нейното фенологично развитие са използвани данните основно за Садово 1, който е стандарт за силни пшеници от 1973 г. до сега.

- **Климатични данни**

За извършване на изследването са използвани данни за следните метеорологични елементи - температурата на въздуха (°C)-минимална, максимална, средно дневна; сума на валежите (mm); относителна влажност на

въздуха[%]. продължителност на слънчевото греене [ h]; скорост на вятъра [m/s]

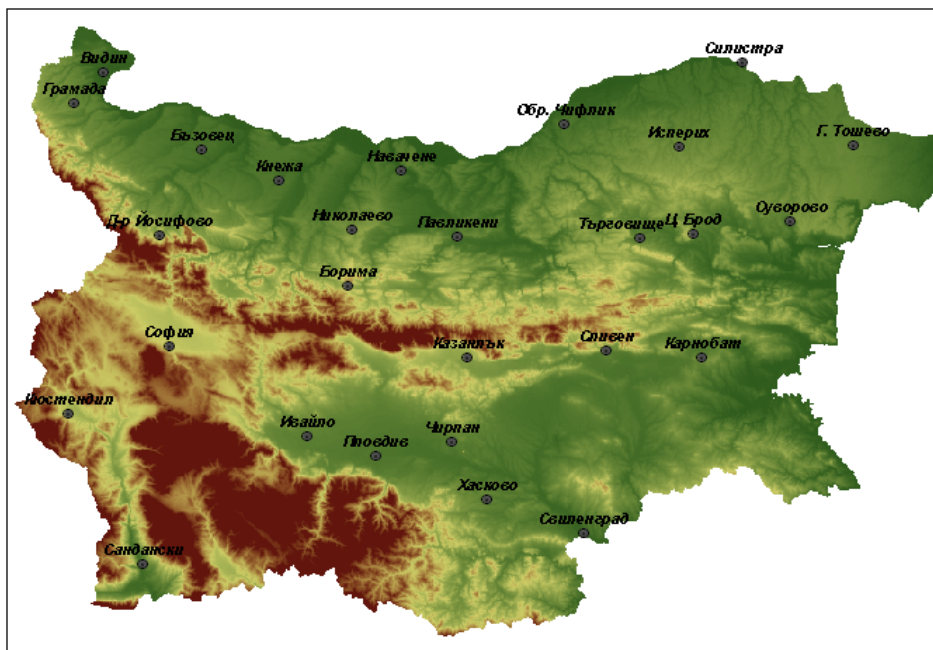
- **Водно-физични показатели**

Използвани са данни за водно-физичните показатели на почвите от агрометеорологичния архив на НИМХ-БАН.

## **I. 4. 2. Почвени типове**

Основните почвени типове по класификацията на ФАО, за които се извършват наблюденията в агрометеорологичната мрежа на НИМХ са: черноземи (типични, карбонатни, излужени и деградирани) (CERNOZEMS/PHAEZEMS), обхващащи около 2.3 млн. ha или 21% от площта на страната, сиви горски (тъмно сиви и сиви) (ORTHIC LUVISOLS), заемащи около 1.8 млн. ha или 16% от площта на страната, канелени горски (типични и излужени) (CHROMIC LUVISOLS), заемащи 2.8 млн. ha или 25.3% от площта на страната, смолници (типични и излужени) (PELIC VERTISOLS), заемащи 0.6 млн. ha или 5.2% от площта на страната и алувиално делувиални почви (FLUVISOLS), заемащи 0.73 млн. ha или 6.5% от площта на страната.

Използвани са данни от 27 агрометеорологични станции (Фиг.1.2.), представителни за основните почвени типове през периода 1951-2000 г. в седем станции – Кнежа, Новачене, Павликени, Царев брод, Г. Тошево, Обр. чифлик, Карнобат и Чирпан. В останалите станции периода за изследване е 1971-2000 г.



*Фигура. 1.2.* Разположение на станциите на измерване на почвената влажност



### 1.4.3. Изчисляване на водните запаси в почвата

Данните от измерванията на почвената влажност се получават в тегловни проценти, които трябва да се превърнат в mm воден слой, защото така се съпоставят с данните от валежите и изпарението. Изчисляването на почвените влагозапаси за всеки слой е извършено по следния начин:

1. общ воден запас в mm:

$$sw_j^i = 0,1w_j^i d^i h^i \quad (1)$$

2. Непродуктивен (труднодостъпен) влагозапас.

$$dw_j^i = 0,1w_z^i d^i h^i \quad (2)$$

3. Продуктивен влагозапас в mm

$$rw_j^i = sw_j^i - dw_j^i \quad (3)$$

където:  $d^i$  - обемно тегло в  $g/cm^3$ ;  $h$  - мощност на слоя почва в cm;  $i$  - дълбочина на слоя почва (5, 10, 100, 200 cm); 0.1 - коефициент за превод на влажността в mm воден слой;  $w_z^i$  влажност на завяхване в %;  $w_j^i$  измерена влажност в % от абсолютна суха почва;  $j$  - срок за вземане на проби трикратно в месеца (на 7, 17, 27 число);

- Проследена е динамиката на почвените влагозапаси на базата на изчислените стойности на почвените влагозапаси за петдесетгодишен период на наблюдения в агрометеорологичната мрежа на НИМХ. Анализът е извършен с пресметнатите послойни влагозапаси за интегрираните почвени слоеве 0-20 cm, 0-50 cm и 0-100 cm, които участват в снабдяването на пшеницата с вода и минерални вещества през различните етапи от развитието. За оценка на влагообезпечеността е приета долна граница на оптимална обезпеченост от 70% от ППВ.

Биологичното време е представено в брой дни с начало 1 октомври. Представени са средните данни на настъпване на основните фенологични фази от развитието на пшеницата - сеитба, поникване, братене, вретене, изкласяване, млечна, восъчна и пълна зрелост, както и двата прехода през  $5^\circ C$  – през пролетта и есента.

За оценка на климатичните условия, при които протича вегетационния период са използвани коефициентът на атмосферно овлажнение и балансът на атмосферно овлажнение (БАО)(4):

$$BAO = \sum R - \sum E \quad (4); \quad k_o = \frac{\sum R}{\sum E} \quad (5)$$

където:  $\sum R$  е месечната сума на валежа, mm, а  $\sum E$  е изпаряемостта, mm.

Изпаряемостта е изчислена по Иванов(6):

$$E = 0.0018(25 + t)^2(100 - RH), \quad (6)$$

където:  $t$  е температурата на въздуха, °C, а RH-относителната влажност на въздуха, %.

- Многогодишните данни са подложени на тест за нормалност на разпределението. Оценката е извършена по критерия на Колмогоров-Смирнов. Тестът на Колмогоров-Смирнов е непараметричен тест за непрекъснати, едномерни разпределения. Той отчита количественото разстояние между емпиричната и кумулативна функция на разпределение на редицата. За нулева е приета хипотезата, че редицата има нормално разпределение. За целта е използвана компютърната програма EasyFit, 5.0. Същата програма е използвана и за отчитане на вероятността от изчерпване на влагозапасите под ДГОВ.

Номограмите са построени след определяне на стойностите на почвените влагозапаси при обезпеченост от 10 до 90% от кривата на кумулативна обезпеченост

Тенденциите на изменение на почвените влагозапаси са оценени чрез теста на Mann-Kendall. Той е непараметричен тест за идентифициране на тенденции във временни редове.

- Влагообезпечеността е изчислена като измерените почвени влагозапаси са отнесени към ДГОВ, която е приета 70% от ППВ. Влагообезпечеността е анализирана за еднометровия почвен слой.

За по-пълно и прецизно отчитане на влагообезпечеността през основните фази от развитието на зимната пшеница и по-точното представяне на пространственото и разпределение, са избрани допълнителни станции, в които няма измервания на почвените влагозапаси, но има измервания на основните метеорологични елементи. За тези станции на базата на основни агроклиматични характеристики – сума на активни, ефективни температури, ефективен валеж, реална евапотранспирация и почвен тип са определени станции - аналози на агрометеорологичните станции, в които има измервания на почвената влажност.

В агрометеорологичните станции са извършени изчисления на почвените влагозапаси и по балансовия метод, с цел извеждането на зависимости между измерени и изчислени стойности. Водобалансовите изчисления са извършени по следните формули за двата периода:

- за периода на влагозапасяване-

$$W_{нач}^0 = W_0 - k \sum r, \quad (6)$$

където  $W_{нач}^0$  -воден запас в активния почвен слой към датата на възобновяване на активната вегетация през пролетта, mm;  $W_0$  – воден запас в активния почвен слой към 27 ноември, mm;  $k$ -коэффициент на усвояване на валежите;  $\sum r$  - сума на валежите за периода декември-февруари, mm.

- през периода на активна вегетация през пролетта –

$$W_{кр} = W_{нач} + \sum r - \sum ET, \quad (7)$$

където:  $W_{нач}$  - наличния воден запас (mm) в началото на съответния десетдневен период;  $\sum r$  - сума на ефективния валеж, mm;  $\sum ET$  - сума на реалната евапотранспирация, mm. За първия период  $W_{нач}$  е приет водният запас  $W_{нач}^0$  от предходното уравнение.

Изчислението на елементите на водния баланс е извършено чрез симулационния модел **CROPWAT 8**. **CROPWAT 8** е компютърна програма за изчисление на напоителната норма на основата на методологията на FAO, представена в бюлетините "Irrigation and drainage Papers" с № 24 "Crop water requirements" и №33 "Yield response to water". Концепцията на изчислителните процедури при разработване на поливния режим са публикувани в бюлетин №46 (Smith, 1992). Използвани са декадни стойности за температура и влажност на въздуха, продължителност на слънчевото греене, скорост на вятъра и декадни суми на валежите. Декадните стойности са съобразени с датите на измерване на почвения влагозапас. Почвените параметри включват разликата във влажността на почвата при ППВ и ВЗ.

Между изчислените и измерени стойности на почвения влагозапас са изведени зависимости, които са използвани за изчисление на почвения влагозапас в станциите без измервания.

Станциите аналози са определени чрез тест за еднородност на средните аритметични, като е използван критерия на Стюдънт. За нулева е приета хипотезата, че двете редици са от една съвкупност. Анализът е извършен за два от параметрите - сума на активните температури и сума на ефективния валеж. За аналогични са приети станции, които не се различават и по двата, изследвани параметъра.

В допълнително избраните станции почвения влагозапас са изчислени по водобалансовите уравнения за всяка декада от 27 февруари до 27 юни и посредством изведената зависимост за съответния почвен тип.

За пространственото разпределение на влагообезпечеността, сумите на валежите, евапотранспирация и температурните суми е използван ArcGIS Geostatistical Analyst. Интерполацията е извършена чрез Inverse Distance Weighting.

## **II. Кратко изложение на дисертационния труд**

В **увода** са разгледани целите и задачите на дисертационния труд. Обоснована е необходимостта и актуалността от изследването на влагообезпечеността на зимната пшеница и тенденциите на изменение на многогодишните им колебания. Показано е значението на използването на комплексен подход за определяне на количествата на водните запаси в станции-аналози, в които почвената влажност не се измерва.

## **II. 1. Динамика на почвените влагозапаси при основни почвени типове**

Анализирана е динамиката на десетдневните стойности на почвените влагозапаси и влагообезпечеността в седемнадесет агрометеорологични станции, представителни за разглежданите почвени типове, във връзка с масовото настъпване на фенологичните фази и за два или три тридесетгодишни периода – 1951-1981 г., 1961-1990 г. и 1971-2000 г. Проследено е изменението на влагообезпечеността през различните тридесетгодишни периоди.

Годишният цикъл на почвените влагозапаси е разделен на два периода в зависимост от преобладаващите процеси на формирането им – период на есенно-зимно влагонатрупване и пролетно-летен период на изчерпване на почвените влагозапаси, който съвпада с потенциалния вегетационен период (ПВП) и обхваща месеците от март до септември и затваря цикъла на стопанската година. В графичен вид е представено изменението на продължителността на ПВП през тридесетгодишните периоди, а с две карти е показано пространственото изменение на датите на прекратяване на вегетацията през есента и възобновяването и през пролетта, което разграничава двата периода.

Количествата на почвените влагозапаси през периода на влагонатрупване се изчисляват посредством сумата на валежите и коефициент на усвояване на валежите. В табличен вид са представени сумите на валежите за периодите октомври-март и април-юни. През пролетно-летния период, влагоосигуреността на културата се определя от агрометеорологичните условия. В работата те са характеризирани чрез две карти – коефициент на атмосферно овлажнение(5) и баланс на атмосферно овлажнение(4).

За подтиповете черноземи - типични, карбонатни и излужени, представителните станции са, съответно 2, 3 и 4, а останалите са представени с по една станция.

Резултатите от изследването на годишния ход на посочените станции през стопанската година (X-IX) показват, че недостигът на остатъчните влагозапаси в края на септември при изследваните почвени типове варира между 80 mm (Д-р Йосифово, Николаево) и 149 mm (Чирпан), за компенсирането на който са необходими валежни суми от 122 до 257 mm. (табл.2.1.). Валежните суми през периода на покой надвишават 200 mm (199.4-347.3 mm), но влагообезпечеността в еднометровия почвен слой не достига до ППВ (табл.2.1.). Изключение прави Сливен, където и през двата периода влагообезпечеността достига максимална стойност.

По време на сеитба естествената влагообезпеченост осигурява нормалното и протичане в повечето станции, с изключение на Новачене, Г. Тошево, Исперих, Чирпан, Хасково и Казанлък, където влагообезпечеността е под ДГОВ (табл. 2.2.). В станциите, за които към 1 октомври

влагообезпечеността в почвения слой 0-20 cm е по-ниска от ДГОВ, тя нараства от средата на октомври (Обр. Чифлик) до края на ноември (Казанлък) (табл.2.2.).

Влагообезпечеността през последния период на изследване (1971-2000 г.) в еднометровия почвен слой достига максимални стойности в диапазон 87% от ППВ в района на Новачене до ППВ в Сливен (табл.2.1.).

Изчерпването на почвените влагозапаси в еднометровия почвен слой под ДГОВ настъпва най-рано – 27. IV в района на Новачене, а най-късно – на 17. VI в Исперих (табл.2.3.). В Г. Тошево, Казанлък и Новачене критичната фаза изкласяване протича при дефицит на влагозапаси. В Чирпан, Силистра, Обр. Чифлик, Павликени, Бъзовец и Кнежа недостигът на влагозапаси обхваща периода на наливане на зърното. Растенията не изпитват воден дефицит в Грамада, Д-р Йосифово, Николаево, а в Исперих, Царев брод, Сливен, Хасково, Карнобат (табл.2.3.) влажността се понижава под ДГОВ след приключване на фазата наливане на зърното.

Минимумът на влагообезпечеността е през летните месеци, достигаща до 52% от ППВ през периода 1971-2000 г. в Новачене (табл.2.1.). Влагозапасите не се понижават под ДГОВ през цялата година в станциите, представителни за сивите горски почви. Техният минимум варира между 73 и 78% от ППВ (табл.2.1.).

Периодът с оптимално овлажнение в станциите, в които влагозапасите се понижават под ДГОВ, е най-дълъг в Грамада (158 дни) (табл.2.4.), а най-къс в Новачене (58 дни) (табл.2.4.).

В седем от разглежданите станции - при типичните, карбонатните и излужените черноземи и смолниците, дължината на редиците позволява сравняване на три тридесетгодишни периода. Намаление на влагообезпечеността през цялата година е отчетено в Кнежа и Новачене с 1-10% от ППВ през периода 1951-1980 г. и 2-7% от ППВ в следващия - 1961-1990 г. Същата е без изменение през вегетационния период и с намаление до 3% от ППВ през останалата част от годината в Павликени. В Царев брод и Генерал Тошево се наблюдава намаление, съответно с 2 и 4% от ППВ, през пролетния период до месец юни. През зимния период в Чирпан се наблюдава увеличение, а от май до декември - намаление до 4% от ППВ. В Карнобат се отчита увеличение до 4% от ППВ през есента и незначително намаление с 1% от ППВ от май до август. (табл. 2.1.)

**МАКСИМАЛНИ И МИНИМАЛНИ СТОЙНОСТИ НА ВЛАГООБЕЗПЕЧЕНОСТТА, НЕДОСТИГ НА ВЛАГОЗАПАСИ КЪМ 27 СЕПТЕМВРИ И НЕОБХОДИМ ВАЛЕЖ ЗА ДОСТИГАНЕ НА ППВ**

Таблица 2.1

№	Станция	1951-1980		1961-1990		1971-2000		1951-1980		1961-1990		1971-2000	
		Недост. влагоз. 27 IX	Необх. валеж	Недост. влагоз. 27 IX	Необх. валеж	Недост. влагоз. 27 IX	Необх. валеж	Макс. влаг ообезп.	Мин. влаг ообезп.	Макс. влаг ообезп..	Мин. влаг ообезп.	Макс. влаг ообезп..	Мин. влаг ообезп.
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	% от ППВ	% от ППВ	% от ППВ	% от ППВ	% от ППВ	% от ППВ
<b>Типичен чернозем</b>													
1.	Кнежа	83	122	90	132	98	144	100	64	96	69	95	67
2.	Грамада			102	150	95	140			97	72	96	73
<b>Карбонатен чернозем</b>													
1	Новачене	112	166	122	179	127	187	92	58	91	55	87	52
2	Бъзовец			130	191	137	201	97	69	98	71	98	70
3	Дарев брод	89	131	90	133	89	131			95	61	95	59
<b>Излужен чернозем</b>													
1	Павликени	93	137	98	144	102	150	95	73	96	70	95	68
2	Обр. чифлик			100	176	103	151			96	66	94	65
3	Силистра			129	181	125	184			92	61	92	61
4	Г.Тошево	123	181	120	176	108	159	94	61	94	60	93	62

<b>Излужен чернозем</b>													
1	Исперих			106	156	107	157			95	70	94	62
<b>Сиви горски</b>													
1	Николаево			80	151	81	153			98	78	96	76
<b>Тъмно-сиви горски</b>													
1	Д-р Йосифово			80	151	80	151			98	77	99	73
<b>Смолница</b>													
1	Чирпан	117	202	131	226	149	257	97	73	98	78	95	66
2	Карнобат	120	207	120	207	127	217	93	69	95	69	95	67
<b>Канелени горски</b>													
1	Сливен			89	144	81	136			100	73	100	71
2	Хасково			120	185	125	190			98	69	97	71
<b>Алувиално делувиални</b>													
1	Казанлък			128	160	127	159			88	59	86	58

СРЕДНА ДАТА НА ПОВИШАВАНЕ НА ВЛАГОЗАПАСИТЕ НАД  
70% ОТ ППВ ПРЕЗ 1951-1980, 1961-1990 И 1971-2000 Г.

Таблица 2.2

№	Почви	0-20 cm		
		1951-1980	1961-1990	1971-2000
<b>Типичен чернозем</b>				
1	Кнежа	-	-	-
2	Грамада		-	-
<b>Карбонатен чернозем</b>				
1	Новачене	27.X	7.XI	7.XI
2	Бъзовец		27.X	7.XI
3	Царев брод		-	-
<b>Излужен чернозем</b>				
1	Павликени	-	-	-
2	Обр. чифлик		17.X	17.X
3	Силистра		-	27.X
4	Г. Тошево	17.X	7.XI	-
<b>Деградиран чернозем</b>				
1	Исперих		1.XI	27.X
<b>Сиви горски</b>				
1	Николаево	-	-	-
<b>Сиви горски</b>				
1	Д-р Йосифово	-	-	-
<b>Канелени горски</b>				
1	Сливен		-	-
2	Хасково		1.XII	1.XI
<b>Смолница</b>				
1	Чирпан	1.XI	1.XI	1.XI
2	Карнобат	-	-	-
<b>Алувиално делувиални</b>				
1	Казанлък		17.XI	27.XI

НАЧАЛНА ДАТА НА ПЕРИОДА С ОВЛАЖНЕНИЕ В ПОЧВАТА ПОД 70%  
ОТ ППВ ПРЕЗ 1951-1980, 1961-1990 И 1971-2000 Г.

Таблица 2.3.

№	Почвен тип	1951-1980			1961-1990			1971-2000		
		0-20	0-50	0-100	0-20	0-50	0-100	0-20	0-50	0-100
<b>Типичен чернозем</b>										
1	Кнежа	16.V I	16.V I	16.VI	17.V	17.V	7.VI	5.V	17.V	28.V
2	Грамада				17.VII	17.VIII	-	7.VIII	7.VIII	-
<b>Карбонатен чернозем</b>										
1	Новачене	17.V	27.V	7.VI	17.V	27.V	17.V	27.IV	27.IV	27.IV
2	Бъзовец				7.VI	7.VI	7.VI	27.V	7.VI	7.VI
3	Ц. брод	-	27.V I	17.VI	-	-	17.VI	-	-	-



<b>Излужен чернозем</b>										
1	Павликени	7.VI	-	-	17.V	27.V	17.VI	27.V	27.V	27.V
2	Обр. чифлик				27.V	7.VI	17.VI	17.V	27.V	7.VI
3	Силистра				7.VI	7.VI	17.VI	17.V	27.V	7.VI
4	Г. Тошево	27.V	27.V	7.VI	27.V	27.V	27.V	27.V	17.V	17.V
<b>Деградиран чернозем</b>										
1	Исперих				27.V	27.V	-	7.V	27.V	17.VI
<b>Сиви горски</b>										
1	Николаево				-	-	-	-	-	-
<b>Тъмно сиви горски</b>										
6	Д-р Йосифово				-	-	-	-	-	-
<b>Канелени горски</b>										
7	Сливен				27.V	17.VI	-	17.VI	17.VI	-
8	Хасково				7.V	17.V	7.VI	17.V	17.V	7.VI
<b>Смолница</b>										
9	Чирпан	17.VI	-	-	27.V	27.VI	-	27.V	17.VI	17.VI
10	Карнобат	27.V I	27.V I	27.VI	-	17.VI	27.VI	-	17.VI	27.VI
<b>Алувиално делувиални</b>										
11	Казанлък				17.IV	7.V	17.V	27.III	27.IV	17.V

**ПРОДЪЛЖИТЕЛНОСТ НА ПЕРИОДА С ОВЛАЖНЕНИЕ НАД 70%  
ОТ ППВ СЛЕД ВЪЗОБНОВЯВАНЕТО НА ВЕГЕТАЦИЯТА ПРЕЗ  
ПРОЛЕТТА [ДНИ]**

*Таблица 2.4.*

№	Почвен тип	1951-1980			1961-1990			1971-2000		
		0-20	0-50	0-100	0-20	0-50	0-100	0-20	0-50	0-100
<b>Типичен чернозем</b>										
1	Кнежа	107	100	93	77	70	84	65	70	73
2	Грамада				131	162	-	158	158	-
<b>Карбонатен чернозем</b>										
1	Новачене	64	74	85	74			58	58	58
2	Бъзовец				86	86	86	89	89	89
3	Царев брод		103	93	-	-	99	-	-	-
<b>Излужен чернозем</b>										
1	Павликени	74	-	-	71	92	102	87	87	87
2	Обр. чифлик				81	92	102	75	85	96
3	Силистра				93	93	103	79	89	100
4	Г. Тошево	70	70	81	74	74	74	49	69	69
<b>Деградиран чернозем</b>										
1	Исперих				77	77	-	61	81	71
<b>Сиви горски</b>										
1	Николаево				-	-	-	-	-	-
<b>Тъмно сиви горски</b>										
6	Д-р Йосифово				-	-	-	-	-	-
<b>Канелени горски</b>										
7	Сливен				88	109	-	104	104	-

8	Хасково				67	77	98	81	81	102
<b>Смолница</b>										
9	Чирпан	102	-	-	83	104	-	85	96	96
10	Карнобат	99	-	-	-	94	104	-	96	106
<b>Алувиално делувиални</b>										
11	Казанлък				40	60	70	24	55	75

## II. 2. Многогодишни колебания на почвените влагозапаси

С цел характеризирание на разпределението на многогодишните месечни стойности на почвените влагозапаси са анализирани редиците от измерванията на 27 дата от месеца. Месеците ноември, декември и януари не са включени в анализа, поради липса на измервания за тази дата, предвидено в методическите указания за наблюдения в агрометеорологичната мрежа на НИМХ. Освен това, през този период преобладават процесите на акумулиране на почвени влагозапаси.

Изследвани са основни характеристики на разпределението на редиците. Построени са хистограми с честотното разпределение на месечните стойности на влагозапасите. За всички станции и за разглежданите месеци са изчислени и теоретичните честоти на разпределение. За всички станции и за разглежданите месеци са изчислени и теоретичните честоти на разпределение.

Тестът за нормалност на разпределението показва, че само в Карнобат и Казанлък за всички разглеждани месеци то е нормално. В останалите станции, в повечето от месеците разпределението е нормално или близко до нормалното. Отклонение от нормалното разпределение се наблюдава през май, септември и октомври.

Другият тип разпределение, с което доказано се апроксимира емпиричното, е разпределението на Weibul. Weibul разпределението преобладава през месеците февруари и март. В станциите с по-тежки и влагоемни почви (Грамада, Кнежа, Николаево, Д-р Йосифово) стойностите на почвените влагозапаси и през април се апроксимират с функцията Weibul. През тези месеци са по-големи честотите на максималните стойности В някои станции през летните месеци-юли и август също се наблюдава Weibul разпределение на месечните стойности, но с преобладаващи честоти на минималните стойности.

За характеризирание на разсейването на месечните стойности на почвените влагозапаси, за изследваните станции са представени стандартното отклонение и коефициентът на вариация. Абсолютните стойности на размаха на стойностите варира между 21 mm и 58 mm. Най-голям е той в Хасково през август, септември, октомври и март. Най-малко е разсейването при сивите почви - Д-р Йосифово и Николаево. В няколко станции няма ясно изразен минимум - Новачене, Казанлък, Сливен, Чирпан, Образцов чифлик, Ц. Брод, Г.Тошево. При друга група от станции, редиците за месец февруари и март имат минимален размах. В Бъзовец минимум се наблюдава през април, в Карнобат - през юни, а в Хасково - през май, юни и юли.

За сравнение на варирането на почвените влагозапаси между различните почвени типове и подтипове е представен годишният ход на вариационния коефициент. Годишният ход на стандартното отклонение варира между 6 до 25%. Най-голямо е варирането в Новачене и Бъзовец за периода от юни до септември. Вероятността от изчерпване на почвените влагозапаси под ДГОВ през периода на пролетна вегетация е следното: през април - до 10%, с изключение на Казанлък (33%), Хасково (12%) и Новачене (28%); през май - между 24 и 39%, с изключение на Новачене (64%), Павликени (61%), Силистра (52%), Г. Тошево (53%) и Казанлък (59%), където вероятността за недостиг на почвени влагозапаси е над 50%; през юни - между 40 и 80%, с изключение на Грамада, Д-р Йосифово и Николаево, където вероятността е по-малка от 20%.

### ВЕРОЯТНОСТ ЗА ПОНИЖЕНИЕ НА ПОЧВЕНИТЕ ВЛАГОЗАПАСИ ПОД ДГОВ

Таблица 2.5.

Станция	Вероятност, %								
	X	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Грамада	14	1	1	1	7	18	32	48	32
Кнежа	35	1	1	7	40	60	65	60	46
Новачене	72	7	8	28	64	85	86	90	78
Бъзовец	50	2	1	5	38	70	70	79	75
Царев брод	36	2	2	5	32	55	56	49	50
Павликени	27	1	5	7	61	47	46	44	42
Обр. чифлик	42	1	3	3	39	67	65	58	55
Силистра	41	1	1	11	52	77	68	64	61
Г. Тошево	65	3	2	10	53	77	81	70	66
Исперих	28	2	1	6	33	50	49	58	43
Д-р Йосифово	15	1	1	4	9	26	25	23	19
Николаево	21	1	1	2	11	19	19	23	22
Карнобат	39	1	2	8	26	54	58	59	53
Чирпан	37	14	3	4	24	47	47	52	48
Сливен	21	1	1	4	38	40	36	39	32
Хасково	40	40	11	12	36	52	53	58	59
Казанлък	66	4	10	33	59	80	82	79	71

Построени са кривите на обезпеченост и са определени стойностите с такава от 10 до 90%, с които са построени номограми. Те позволяват да се определи с каква вероятност се среща всяка измерена или прогнозирана стойност на почвените влагозапаси, както и да се пресметне, за всяка станция и месец, каква е вероятността почвените влагозапаси да се понижат под ДГОВ.

През периода на пролетна вегетация вероятността от изчерпване на почвените влагозапаси под ДГОВ е следната: през април - до 10%, с изключение на Казанлък (33%), Хасково (12%) и Новачене (28%); през май - между 24 и 39%, с изключение на Новачене (64%), Павликени (61%), Силистра (52%), Г. Тошево (53%) и Казанлък (59%), където вероятността за недостиг на почвени влагозапаси е над 50%; през юни - между 40 и 80%, с изключение на Грамада, Д-р Йосифово и Николаево, където вероятността е по-малка от 20% (табл.2.5.).

За изясняване структурата на временния ред на продуктивните почвени влагозапаси, са анализирани редиците от многогодишни месечни стойности за месеците **октомври, март, май и август**. Поради особеностите на годишния цикъл на валежите и във връзка с такива на фенологичното развитие на пшеницата, същите са критични за водоосигуреността на зимната пшеница при нашите климатични условия. През октомври влагозапасите имат значение за поникването и началното развитие на културата. Този месец се счита за начален за процеса на влагонатрупване, което приключва през месец март, когато се възобновява активната вегетация. Месец май е критичен по отношение на влагозапасеността, поради това, че през същия месец протича репродуктивният период от развитието на културата - процесите на изкласяване, цъфтеж и оплождане. Условията на овлажнение през май са основният, лимитиращ добива фактор. Влагозапасите през месец август са от значение за предстоящата сеитба и поникване на пшеницата. През този месец, в условията на преходно-континентален климат, продуктивните водни запаси достигат своя минимум. За изброените месеци е проведен анализ на тенденциите на почвените влагозапаси и на баланса на атмосферно овлажнение чрез непараметричния тест на Mann-Kendall.

През месец **октомври** тенденциите в изменението на почвените влагозапаси в станциите, разположени в Северна България са към намаление, с изключение на Кнежа Новачене и Силистра, като статистически значими са само за Ц. Брод ( $\alpha=0.05$ ) и Г. Тошево ( $\alpha=0.01$ ). В станциите, разположени в Южна България тези тенденциите са към намаление, като същото е статистически значимо в Чирпан ( $\alpha=0.05$ ) и Казанлък ( $\alpha=0.01$ ).

Тенденциите на изменение на почвените влагозапаси през месец **март** в Северна България са към намаление или без изменение. Статистически значими са намаленията на почвените влагозапаси в Новачене ( $\alpha=0.01$ ) и Кнежа (0.05). В Южна България тенденциите са към намаление във всички станции, а статистически значими - в Чирпан ( $\alpha=0.01$ ), Карнобат ( $\alpha=0.05$ ), Хасково ( $\alpha=0.01$ ) и Казанлък ( $\alpha=0.1$ ).

Тенденциите на изменение при почвените влагозапаси през месец **май**, почти навсякъде са към намаление, с изключение на Ц. Брод и Николаево, където същите се увеличават в края на разглеждания период. Статистически значими са тенденциите към намаление в Д-р Йосифово, Силистра и Исперих в 95%-я доверителен интервал. В Южна България почвените влагозапаси

намаляват в края на 40-годишния период във всички разглеждани станции, с изключение на Карнобат, където няма ясно изразена тенденция. Намалението е значимо е в 95%-я доверителен интервал в Чирпан и Хасково.

През месец **август** при почвените влагозапаси в Северна България се наблюдават различни тенденции – към увеличение в Кнежа, Грамада и Г. Тошево, като в Г. Тошево е статистически значимо ( $\alpha=0.05$ ), в Д-р Йосифово няма изразен тренд, а в останалите станции тенденцията е към намаление. Значимо е намалението в Новачене ( $\alpha=0.05$ ), Исперих (0.01) и Силистра ( $\alpha=0.001$ ). В Южна България през август се наблюдава намаление на почвените влагозапаси във всички разглеждани станции. Статистически значимо е намалението в Чирпан ( $\alpha=0.001$ ), Хасково ( $\alpha=0.01$ ) и Казанлък ( $\alpha=0.05$ ).

За установяване на тенденциите в динамиката на продуктивния воден запас в почвата за периода на съвременния климат за някои основни почвени типове в България, както и оценяването на промените във влагообезпечеността на зимните житни култури на територията на страната са анализирани влагозапасите в 24 агрометеорологични станции за четиридесетгодишен период (1961-2000 г.). Изчислени са наличните продуктивни водни запаси в почвата за всяка година от периода по интегрирани слоеве 0-50 и 0-100 cm към началните дати на главните фенологични фази на пшеница: а) сеитба; б) край на вегетацията през есента при трайно понижаване на температурата на въздуха под 5°C; в) възобновяване на вегетацията през пролетта при трайно повишаване на температурата на въздуха над 5°C; г) изкласяване; д) осьъчна зрялост. Чрез регресионен анализ са получени трендовете на многогодишното вариране на продуктивния воден запас по интегрирани слоеве за всяка станция и почвен тип. Изчислени са разликите между крайната и началната точка на всеки от трендовете и така са установени измененията за четиридесетгодишния период. За сравнимост на резултатите тези стойности са преизчислени в % от пределната полска влагоемност (ППВ) за съответния почвен тип

Тенденциите на изменение на продуктивните влагозапаси при настъпване на основните фенологични фази от развитието на зимната пшеница почти навсякъде в страната са към намаление. Тенденциите на засушаване са най-изявени в Северозападна и Южна България. Отглеждането на зимна пшеница в тези райони е изложено на риск от бъдещо засушаване. Най-слабо изразена е тенденцията на промяна в Североизточна България. Хидротермичните условия в тази част на страната са благоприятни за отглеждане на зимни житни култури.

### **II. 3. Определяне на станции – аналози**

Почвеното разнообразие и малката пространствена представителност на валежите, особено през вегетационния период, правят директните измервания представителни за много малки територии. Затова за оценка на почвеното овлажнение спрямо нуждите на растенията е необходимо прилагането на комплекс от методи. С цел получаване на информация за

влагообезпечеността в повече точки от територията на обработваемата земя е направен опит да се комбинират стойностите на почвените влагозапаси, получени от измерванията и изчислени по балансовия метод.

Многогодишните измервания на почвената влажност в агрометеорологичните станции позволяват извеждането на зависимости между измерени и изчислени стойности на почвените влагозапаси. За тази цел в агрометеорологични станции, където се извършват измервания на почвената влажност са изчислени балансовите стойности на почвените влагозапаси по декади, съвпадащи с датите на измерване на почвената влажност (табл.2.6.)

Поради различното съотношение на процесите, формиращи водното съдържание в почвата, годината е разделена на два периода и водобалансовите изчисления са извършени по различен начин:

- баланс на влажността през есенно-зимния сезон

Есенно-зимният сезон обхваща ранните етапи от развитието на пшеницата и периода на покой, ограничен от прекратяването на вегетацията през есента и възобновяването и през пролетта.

Балансът на влажността на почвата през този период се извършва по формула (6):

Използвани са коефициенти на усвояване на валежа за основните почвени типове, както следва: черноземи - 0.65, сиви горски почви - 0.53, за смолници - 0.58, за канелени горски – 0.62 и за алувиални-делувиални – 0.75.

Средната дата на прекратяването на есенната вегетация за страната е 27 ноември. Измерването на тази дата е прието за изходно при изчисляването на водния баланс през есенно-зимния период.

- баланс на влажността през вегетационния период

Средната дата на възобновяване на вегетацията през пролетта е 27 февруари. За начало на пресмятанията са приети измерванията на почвените влагозапаси на тази дата и се извършват през десет дни по формула (7). Евапотранспирацията е пресметната по формулата на Penman-Monteith, а ефективния валеж по USDA S.C. Method.

Изведените зависимости позволяват изчисления по балансовия метод в станции, в които не се извършват измервания. Определени са допълнителни станции, в които има метеорологична информация с достатъчна продължителност и са намерени станции аналози на агрометеорологичните станции. За да се избере подходяща зависимост се има предвид почвения тип и параметрите, които се използват за изчисляване – сума на валежа, евапотранспирация, както и основни агрометеорологични показатели, характеризиращи условията – сума на активни, ефективни температури за периода на пролетната вегетация (III-VI), дати на прекратяване и възобновяване на вегетацията.

За разделяне на станциите на групи аналози е извършен статистически анализ за еднородност. За тази цел е използван критерия на Стюдънт. Тестът е извършен за всяка от  $69^{те}$ , станции с останалите по два признака - сума на

ефективния валеж и сума на активните температури. За нулева е приета хипотезата, че двете разглеждани редици не се различават една от друга. Анализирани са резултатите от теста и в групите са подбрани станции, принадлежащи на една и съща генерална съвкупност и по двата признака. В резултат на това са получени 11 групи със станции със статистически еднородни средни многогодишни стойности и по двата признака. (фиг.2.1.)

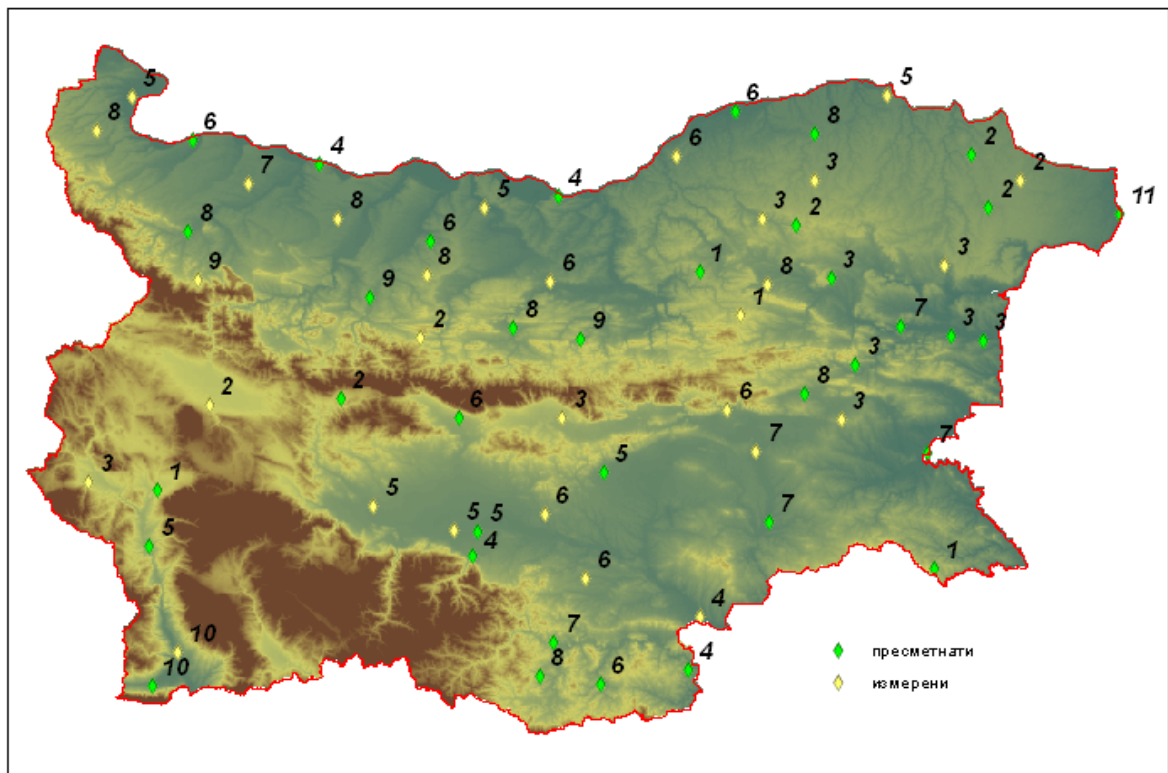
### ЗАВИСИМОСТИ, КОЕФИЦИЕНТ НА ОПРЕДЕЛЕНОСТ И КОРЕЛАЦИЯ МЕЖДУ ИЗМЕРЕНИ И ИЗЧИСЛЕНИ СТОЙНОСТИ НА ПОЧВЕНИТЕ ВЛАГОЗАПАСИ

*Таблица 2.6.*

Станция	Уравнение	R <sup>2</sup>	R
1. Бъзовец	$W_m=140.0+0.50*W_s$	R=0.75	R=0.87
2. Д-р Йосифово	$W_m=103.4+0.70*W_s$	R=0.80	R=0.89
3. Г.Тошево	$W_m=104.7+0.62*W_s$	R=0.82	R=0.91
4. Грамада	$W_m=205.0+0.48*W_s$	R=0.72	R=0.85
5. Исперих	$W_m=147.0+0.57*W_s$	R=0.81	R=0.90
6. Ивайло	$W_m=152.5+0.40*W_s$	R=0.79	R=0.89
7. Карнобат	$W_m=139.0+0.60*W_s$	R=0.82	R=0.91
8. Казанлък	$W_m=97.1+0.63*W_s$	R=0.82	R=0.91
9. Кнежа	$W_m=76.0+0.70*W_s$	R=0.81	R=0.90
10. Кюстендил	$W_m=95.8+0.66*W_s$	R=0.83	R=0.91
11. Николаево	$W_m=211.0+0.47*W_s$	R=0.78	R=0.88
12. Новачене	$W_m=103.1+0.55*W$	R=0.83	R=0.91
13.Обр. чифлик	$W_m=131.4+0.58*W_s$	R=0.87	R=0.93
14. Павликени	$W_m=132.2+0.59*W_s$	R=0.84	R=0.92
15. Пловдив	$W_m=63.75+0.71*W_s$	R=0.82	R=0.91
16. Сандански	$W_m=87.82+0.64*W_s$	R=0.85	R=0.92
17. Царев брод	$W_m=160.0+0.42*W_s$	R=0.80	R=0.89
18. Силистра	$W_m=138.2+0.53*W_s$	R=0.81	R=0.90
19. Сливен	$W_m=125.1+0.59*W_s$	R=0.76	R=0.87
20. София	$W_m=61.9+0.85*W_s$	R=0.82	R=0.91
21. Суворово	$W_m=125.3+0.56*W_s$	R=0.87	R=0.93
22. Търговище	$W_m=83.2+0.66*W_s$	R=0.86	R=0.93
23. Любимец	$W_m=141.0+0.50*W_s$	R=0.68	R=0.82
24. Хасково	$W_m=171.0+0.60*W_s$	R=0.73	R=0.85
25. Чирпан	$W_m=162.7+0.55*W_s$	R=0.71	R=0.84
26. Разград	$W_m=124.0+0.50*W_s$	R=0.65	R=0.81

$W_m$ -измерени стойности на почвената влажност;  $W_s$ -симулирани стойности на почвената влажност

Всяка от аналогичните групи включва станции, характеризиращи определен тип условия (табл. 2.7.). С най-високи стойности на температурните суми и евапотранспирацията и най-ниски стойности на сумата от ефективни валежи се характеризират станциите в десета и четвърта група (табл.2.7.). С най-ниски стойности на температурните суми се характеризират станциите от втора група, които варират в рамките на 100°C. Евапотранспирацията и сумата на ефективния валеж в тази група варират в по-широки граници (54 mm за евапотранспирацията и 57 mm при ефективния валеж). Станциите от първа група са хомогенни в стойностите на изследваните показатели – ниски температурни суми и високи суми на ефективния валеж, определящи по-хладни и влажни условия. Тези от трета група се отличават от тези в първа с по-ниските стойности на сумите от ефективни температури. Станциите от пета и седма група се характеризират със суми на активни температури между 1000°C и 1150°C, високи стойности на евапотранспирацията и сравнително ниски суми на ефективните валежи. Шеста и девета група се отличават от предходните по по-високите суми на ефективния валеж. В единадесета група се намира само станция Шабла, отличаваща се от всички с по-малките суми на ефективни валежи. Поради това в таблицата има една стойност.



Фигура 2.1. Разпределение на станциите - аналози



МИНИМАЛНИ И МАКСИМАЛНИ СТОЙНОСТ НА ПАРАМЕТРИТЕ,  
ХАРАКТЕРИЗИРАЩИ ГРУПИТЕ

Таблица 2.7.

Група	Т ефективни		Т активни		Евапотранспирация		Ефективен валеж	
	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.
I	896	962	1439	1489	324	325	201	209
II	815	912	1339	1416	170	324	139	196
III	924	971	1444	1519	314	328	156	187
IV	1152	1398	1722	1964	329	338	157	179
V	1060	1122	1626	1689	306	351	153	
VI	1045	1152	1604	1703	294	348	170	
VII	1002	1054	1546	1598	287	339	152	168
VIII	983	1084	1519	1620	289	334	177	194
IX	1036	1057	1562	1603	221	327	156	203
X	1276	1346	1863	1937	364	372	134	153
XI	916		1463		299		122	

#### II. 4. Влагообезпеченост през основни фази от фенологичното развитие на зимната пшеница

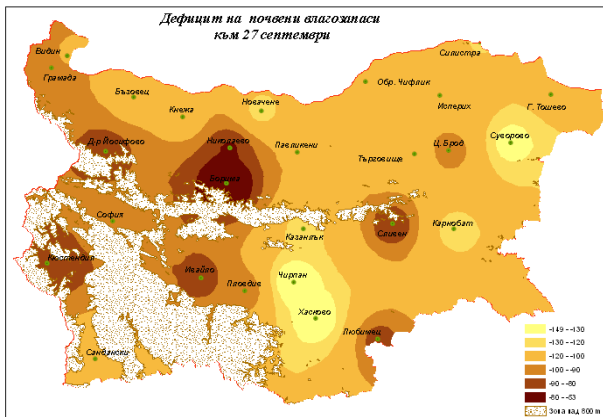
Оценката на осигуреността на растенията с вода е извършена чрез отнасянето на наличните почвени влагозапаси към пределната полска влагоемност. Избрани са пет основни момента от вегетацията - преход през 5°C през есента и пролетта, защото те ограничават периода на есенно-зимно влагонатрупване; вретенене, през който се формира вегетативната маса на растенията, продължителен период, свързан с голяма консумация на вода; изкласяване, кратък, но критичен по отношение на условията на овлажнение; млечна зрелост, защото след този момент влагозапасеността не оказва пряко влияние върху добива.

Определена е влагообезпечеността и са изчертани карти за основни фенологични фази от развитието на растенията и преходите през 5°C през пролетта и есента.

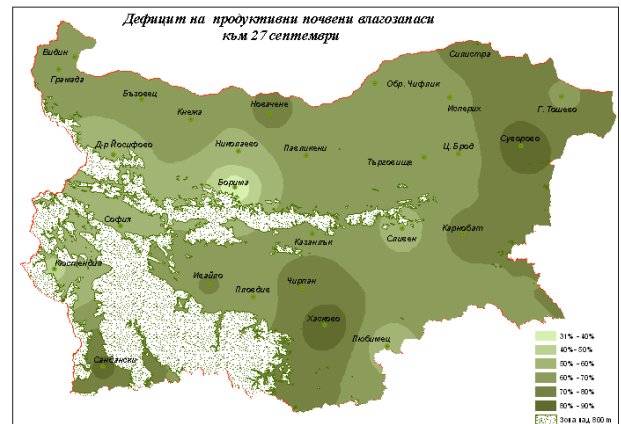
- **Остатъчна влажност в края на вегетационния период**

В районите със сума на валежите над 300 mm през периода април-септември, дефицитът на почвени влагозапаси в края на вегетационния период е между 53 и 90 mm (фиг. 2.2.), което осигурява влагообезпеченост между 70 и 85% от ППВ. Продуктивните почвени влагозапаси в тези райони са изчерпани до 50% (фиг. 2.3.). В районите с валежи между 200 и 300 mm през периода април-септември, дефицитът достига 90-120 mm, влагообезпечеността 65-70% от ППВ, а продуктивните почвени влагозапаси са изчерпани до 60%. Сума на

валежите за периода на вегетация под 200 mm води до дефицит от 120-150 mm, влагообезпеченост 56-60% и процент на изчерпване на продуктивните влагозапаси 70-90%.



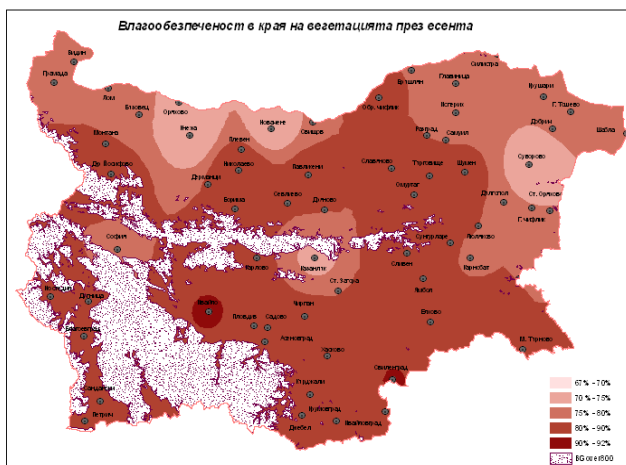
Фигура 2.2. Дефицит на общия воден запас в еднометровия почвен слой към 27 септември



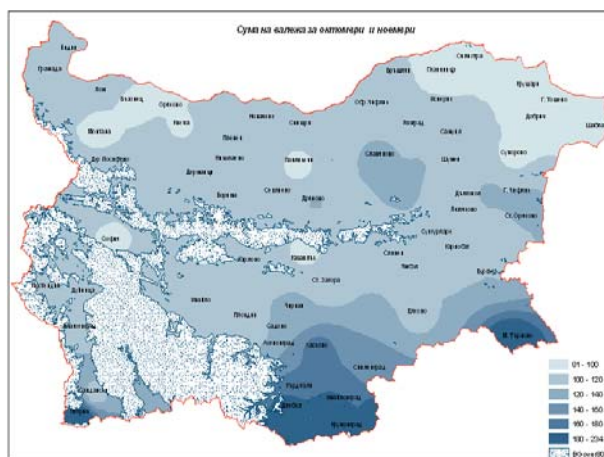
Фиг. 2.3. Дефицит на продуктивните почвени влагозапаси в проценти.

- **Влагообезпеченост при прекратяване на вегетацията през есента**

Поради намаленото водопотребление през есента и увеличението на валежните суми в някои климатични области, влагообезпечеността при есенния преход през 5°C достига до 92% от ППВ в еднометровия почвен слой - в района на Ивайло и Свиленград. Между 85-90% от ППВ е влагообезпечеността в западната и южна част на Горнотракийската низина и по поречието на Струма. В останалата част на Горнотракийската низина, централните части на Дунавската равнина и южните на Лудогорието и Предбалкана влагообезпечеността варира между 80-85% от ППВ. Най-малка е влагообезпечеността в северната част на Дунавската равнина (Новачене, Кнежа и Оряхово) и района на Суворово. В Добруджа и западната част на Дунавската равнина влагообезпечеността е между 70 и 75% от ППВ. Валежи суми по-малки от 100 mm (фиг.2.5.), паднали през октомври и ноември в районите с ниска влагообезпеченост, не позволяват да се компенсира дефицитът в еднометровия почвен слой и влагообезпечеността достига до 70% от ППВ. Валежни суми от 100-140 mm осигуряват 80-85% влагообезпеченост в края на вегетационния сезон, а над 140 mm влагообезпеченост - до 92% от ППВ (фиг.2.4.).



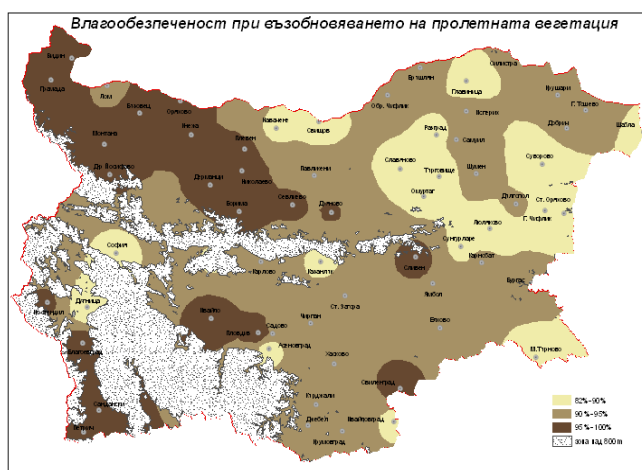
**Фигура.2.4.** Влагообезпеченост на зимната пшеница в при прекратяване на вегетацията през есента в % от ППВ.



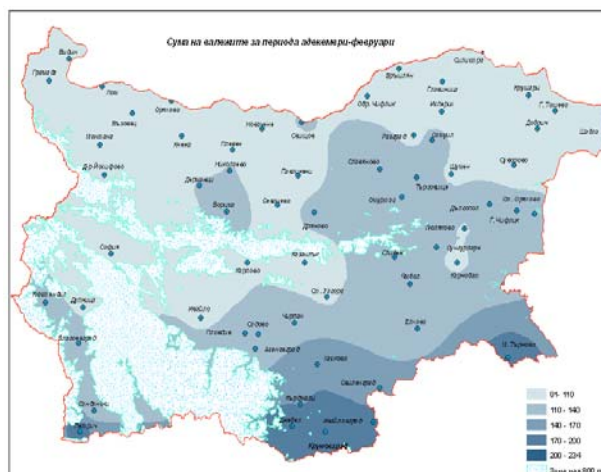
**Фигура 2.5.** Сума на валежите за октомври и ноември.

• **Влагообезпеченост на зимната пшеница при възобновяване на вегетацията през пролетта**

Влагообезпечеността при възобновяване на вегетацията през пролетта варира между 82 и 100% от ППВ (фиг.2.6.). Най-ниски са стойностите в района на Лудогорието и част от Черноморието, районите на Силистра, Новачене и Свищов, както и на Софийското поле, Дупница и Ивайловград. Пълна влагообезпеченост (ППВ) се наблюдава в Северозападна България, долината на Струма, Пловдив и Ивайловград. За останалата част на обработваемата земя влагообезпечеността също е висока и варира между 90% и 95%.



**Фигура 2.6.** Влагообезпеченост в проценти от ППВ при възобновяване на вегетацията през пролетта.



**Фигура 2.7.** Сума на валежите през периода декември-февруари (mm).

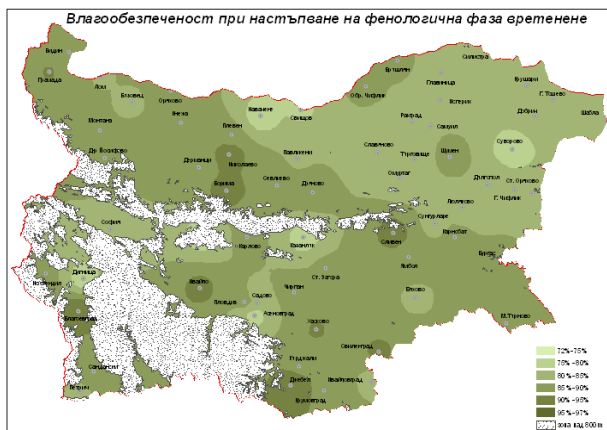
Сума на валежите от 100-150 mm (фиг.2.7.) през периода декември-февруари компенсира дефицита на влагозапаси в Северозападна България и

част от Добруджа, като повишава влажността в еднометровия почвен слой до ППВ. В същото време валежа сума над 200 mm за същия период не може да запълни до 100% от ППВ в района на Ивайловград и М. Търново.

- **Влагообезпеченост на зимната пшеница при фенологична фаза вретенене**

Средноденонощната евапотранспирация през периода възобновяване на вегетацията-вретенене е около 2 mm за ден, като той е най-малък в Северозападна България - Борима (1.3 mm на ден) и района на Предбалкана, а най-голям в Петрич и Сандански – 2.3 mm на ден.

Сумата на ефективния валеж в междуфазния период възобновяване на вегетацията-вретенене не компенсира разхода на вода, с изключение на районите на Борима и Хасково и Чирпан (фиг.2.9.). Независимо от това, през периода възобновяване на вегетацията-вретенене зимната пшеница е влагообезпечена.



**Фигура 2.8.** Влагообезпеченост в % от ППВ при настъпване на фенологична фаза вретенене.



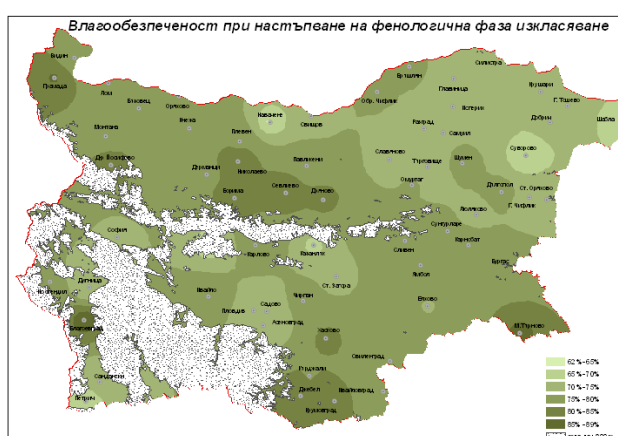
**Фигура 2.9.** Сума на ефективния валеж за периода 27 февруари-17 април (mm)

Влагообезпечеността на зимната пшеница по време на вретенене варира между 72 и 97% от ППВ в по-голямата част от обработваемата земя. С най-малък воден запас по време на вретенене се характеризират районите на Новачене, Суворово, Елхово, Казанлък, Асеновград, Дупница (72-80% от ППВ). Най-добра е влагоосигуреността в Николаево, Ивайло, Благоевград, Джебел, Хасково, Шумен, Благоевград, Свиленград и Сливен (90-97% от ППВ) (фиг.2.8.).

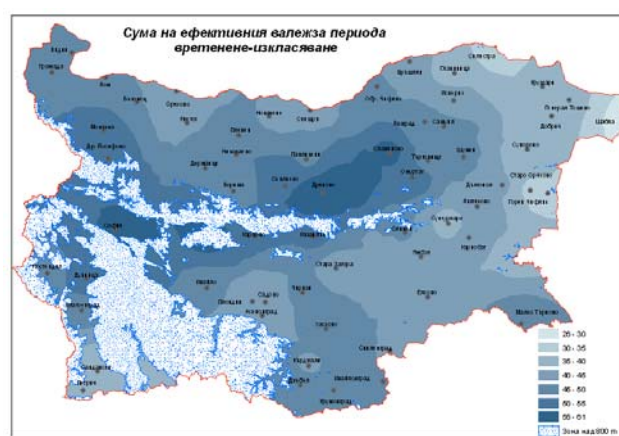
- **Влагообезпеченост на зимната пшеница по време на изкласяване**

В районите с най-малка евапотранспирация, сумата на ефективните валежи за периода вретенене-изкласяване е най-голяма - 50-61 mm. Тази сума

се колебае между 40 и 50 mm в Дунавската равнина, част от Горнотракийската низина и поречието на Струма, а най-малка - в района на Добруджа, Черноморието и част от Горнотракийската низина, както и в Петричко-Санданския район. По-малка от 30 mm е сумата на ефективния валеж в района на Шабла (фиг.2.11.). Влагообезпечеността на зимната пшеница по време на изкласяване е под критичните 70% от ППВ в районите на Шабла, Суворово, Новачене, Елхово, Софийското поле, Петричко-Санданския район, част от Горнотракийската низина – Ст. Загора, Казанлък и Пловдивското поле (фиг. 2.10.). В останалите райони на влагообезпечеността варира между 70% и 80% от ППВ, с изключение на районите на Джебел, Крумовград и М. Търново, Благоевград, както и част от Предбалкана (Севлиево, Николаево, Дряново, Борима).



**Фигура 2.10.** Влагообезпеченост в процент от ППВ при настъпване на фенологична фаза изкласяване.



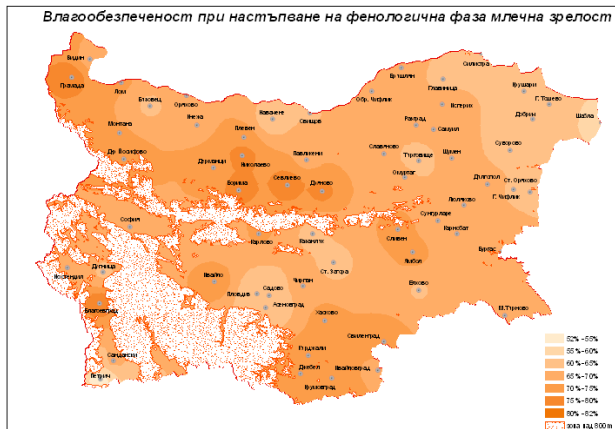
**Фигура 2.11.** Средна сума на ефективния валеж за междуфазния период вретенене-изкласяване (mm).

- **Влагообезпеченост на зимната пшеница през периода изкласяване-млечна зрелост.**

Посевите достигат до фенологична фаза млечна зрелост най-рано в южните райони на страната – през първата десетдневка на юни, а в Северна България - през втората. Продължителността на междуфазния период варира между 20 дни и един месец. Сумата на ефективните валежи през този период варира между 30 и 70 mm (фиг. 2.13.). Между 60 и 70 mm са ефективните валежи за периода в Предбалкана и част от Лудогорието и Софийското поле, между 50 и 60 mm в останалите райони на Северна България и някои части на Южна България. Между 33 и 50 mm е сумата на ефективните валежи в южната част на Горнотракийската низина, южната част на Черноморието и Петричко-Санданския район, както и крайните североизточни райони.

Влагообезпечеността по време на млечна зрелост варира между 52 и 82% от ППВ. Най-висок е процентът на влагозапасите в сравнение с ППВ (70-

82%) за районите на Благоевград, Предбалкана, Северозападна България, Сливен, Ямбол, Родопския район. В останалите райони на страната влагозапасеността е по-ниска от оптималната, като най-малка е влагообезпечеността в Петричко-Санданския район, централната част на Горнотракийската низина, Шабла, Елхово, Новачене и Бъзовец, където влагозапасите са под 60% от ППВ (фиг. 2.12.).



**Фигура 2.12.** Влагообезпеченост на зимната пшеница в проценти от ППВ по време на млечна зрелост.



**Фигура 2.13.** Сума на ефективния валеж за периода изкласяване-млечна зрелост (mm).

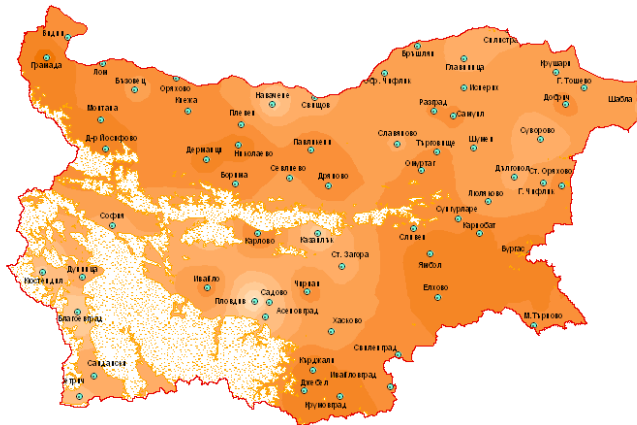
- Продължителност на периода с биологически оптимална влагообезпеченост и изчерпване на почвените влагозапаси под ДГОВ**

За характеризирание на условията по отношение на влагообезпечеността на зимната пшеница, е определена продължителността на периода с оптимално овлажнение през пролетната вегетация. Най-къс е този период в Петричко-Санданския район, западната част на Горнотракийската низина (Пловдив, Садово, Ивайло), Казанлък, Суворово, Дългопол, Новачене и Свищов (40-60 дни) (фиг. 2.14.). За останалата част на Тракийската низина, Добруджа и източната част на Дунавската равнина продължителността на периода с оптимално овлажнение варира между 60 и 65 дни. Най-дълго почвените влагозапаси се задържат в границите на оптималната влажност в Северозападна България и централната част на Дунавската равнина и Югоизточна България, както и района на Омуртаг, Търговище, Разград, Самуил и Добрич (фиг.2.14.).

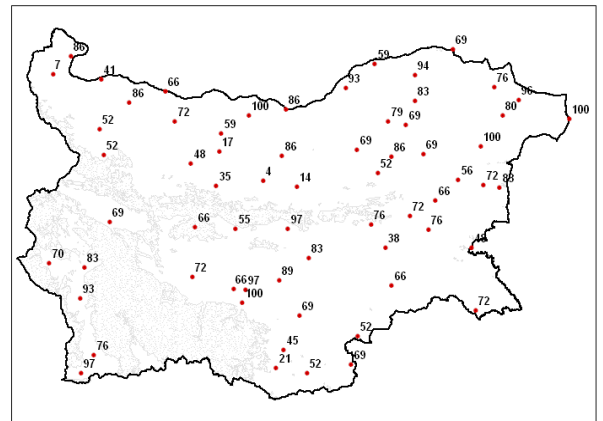
- Честота на годините, в които влагозапасите се понижават по ДГОВ**

Продължителността на периода с оптимално овлажнение е изчислена само от годините, в които влагообезпечеността е била под оптималната (фиг. 2.15.). В най-малък брой години изчерпване под 70% от ППВ се наблюдава в Севлиево (4%) и Дряново (14%). В по-малко от половината години (<15

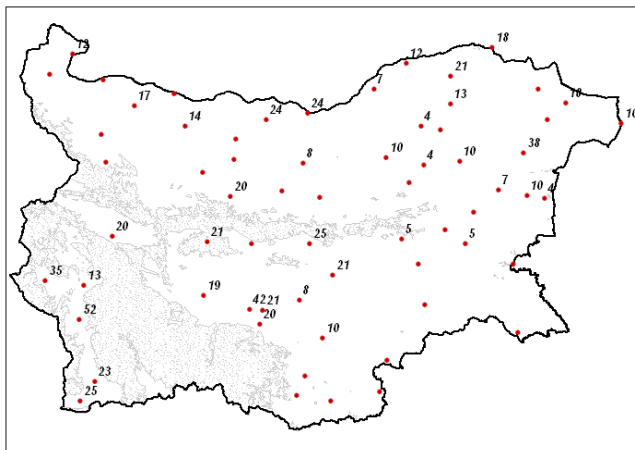
години) от изследвания период влагообезпечеността е по-ниска от оптималната в района на Предбалкана, Грамада и Лом в Северна България, в Източните части на Родопите, Бургас и Сливен. В повече от половината години (>15 години) влагообезпечеността е била под 70% от ППВ в Горнотракийската низина, Петричко-Санданския район, Дунавската равнина и Добруджа, а във всяка от изследваните години това се наблюдава в Новачене, Шабла, Суворово и Асеновград.



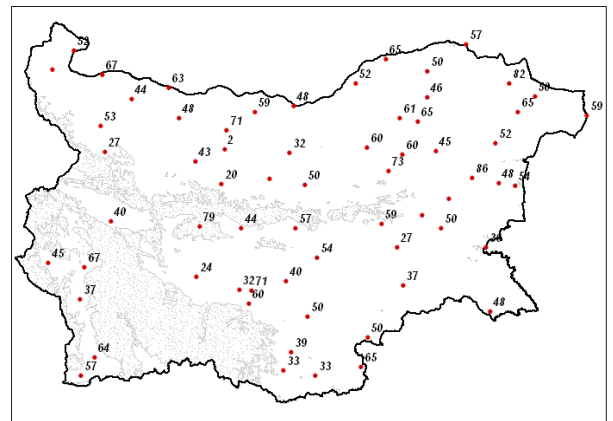
*Фигура 2.14.* Продължителност на периода с влагозапаси над оптималните в дни.



*Фигура 2.15.* Процент на годините през периода 1971-2000 г., в които влагозапасите се понижават през време на вегетацията под 70% от ППВ.



*Фигура 2.16.* Процент на годините през периода 1971-2000 г., в които влагозапасите се изчерпват под ДГОВ през април.

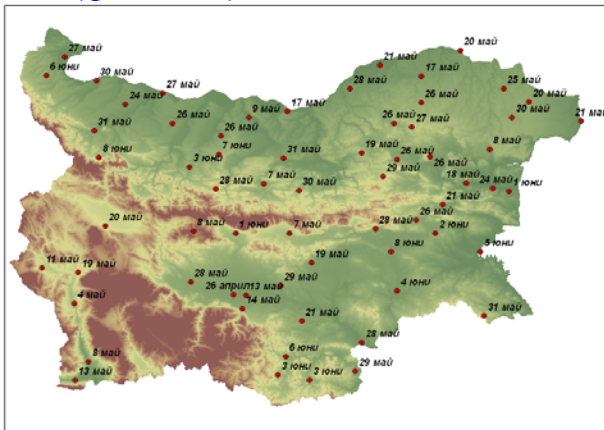


*Фигура 2.17.* Процент на годините през периода 1971-2000 г., през които влагозапасите се изчерпват под ДГОВ през май.

Честотата на случаите на изчерпване на влагозапасите под ДГОВ през април и май е изчислена в проценти, отнесени към случаите на общия брой

случаи на изчерпване. Най-рано, през април (трета десетдневка) (фиг.2.16.) се изчерпват влагозапасите под оптималните в Горнотракийската низина, по долината на Струма, в Добруджа и в крайдунавските райони, но в не повече от 20% от годините. Само в Пловдив, Благоевград, Сандански и Свищов тези случаи превишават 20%. В тези случаи поливният сезон трябва да започне през третата десетдневка на април.

В районите на Североизточна България, крайдунавските райони, Садово, Асеновград, Хасково, Свиленград, Казанлък, Сандански, Петрич и Дупница влагообезпечеността в над 50% от годините е под оптималната през май (фиг.2.17.).



*Фигура 2.18.* Дата на понижението на влагозапасите под оптималните (70% от ППВ).

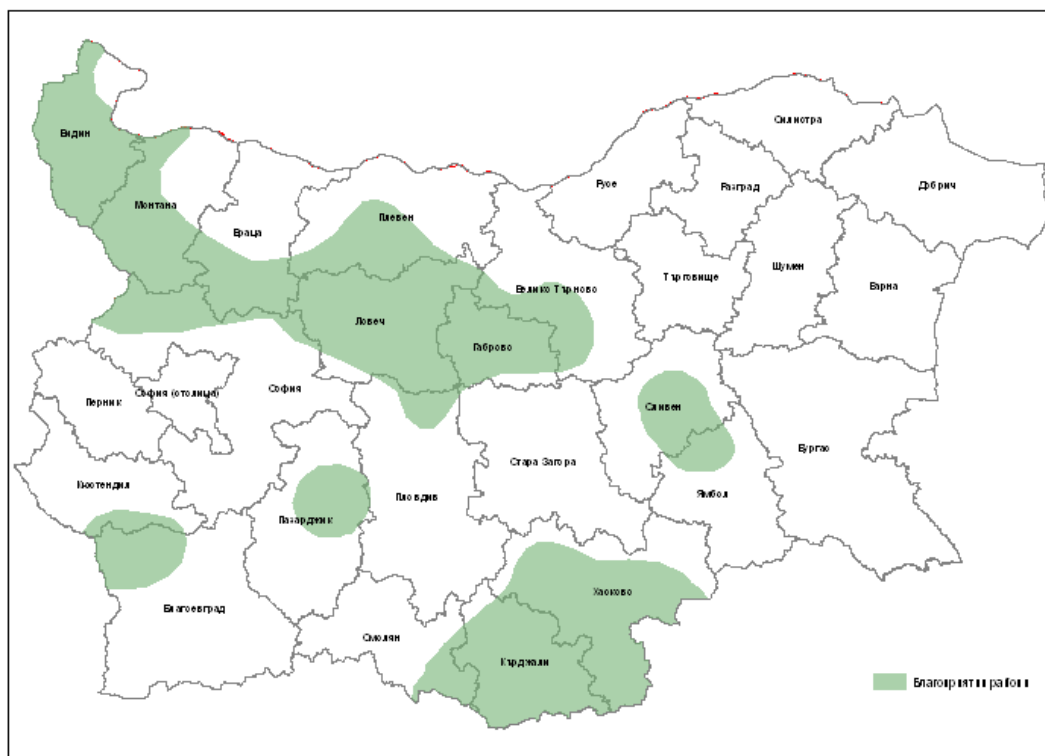
В района на Пловдив влагозапасите са в границите на оптималните до третата десетдневка на април (фиг.2.18.). В други части на Тракийската низина и Петричко-Санданския район същите се изчерпват през първата и втора десетдневка на май. Най-късна дата на изчерпване на влагозапасите под оптималните е през първата десетдневка на юни и се наблюдава в района на сивите почви в Северозападна България и южната част на черноморския район. Критичната по отношение на добива фаза изкласяване протича при дефицит на влагозапаси в районите на Новачене, Силистра, Суворово, Казанлък, Сандански, Благоевград, Пловдив и в София. В тези райони и броят на годините с влагозапаси под оптималните е голям, а в някои от станциите това се наблюдава всяка година, което ги прави неподходящи за получаването на високи добиви от зимна пшеница без напояване.

Междуфазният период изкласяване-млечна зрелост навсякъде протича при дефицит на почвени влагозапаси в годините, в които влагозапасите се изчерпват под ДГОВ.

- **Определяне на благоприятни и неблагоприятни райони**

В резултат на анализа на влагообезпечеността на зимната пшеница през основните фази от фенологичното развитие се очертават райони, в които по време на вегетацията влагообезпечеността не спада под ДГОВ (Фиг.2.19.). Благоприятните райони са районът на Предбалкана, крайните Северозападни райони, Сливен, Ямбол, Ивайло, Благоевград и Източните Родопи, които не са типичен зърнопроизводителен район.





*Фигура 2.19.* Пространствено представяне на благоприятните райони за отглеждане на зимна пшеница.

### III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изследването на динамиката на почвените влагозапаси при основните почвени типове, върху които се отглежда зимна пшеница в България, показва че максимална влагообезпеченост се достига през периода януари-март в Кнежа през периода 1961-1990 г. и в Сливен през 1971-2000 г., а е минимална - 52% от ППВ - през юли и август в Павликени. Данните позволиха да се направи сравнение на влагообезпечеността между периодите 1951-1980 г. и 1961-1990 г. само в седем от станциите. За тях е отчетено намаление, което е максимално в Новачене със 7% от ППВ и Кнежа с 10% от ППВ. За всички станции е направено сравнение между периодите 1971-2000 г. и 1961-1990 г. Влагообезпечеността навсякъде намалява от първия към втория период, като изключение правят Хасково и Обр. Чифлик, където същата се увеличава съответно с 2% и 3% от ППВ, в Грамада не се наблюдава изменение.

Пролетните влагозапаси се изчерпват под долната граница на оптимална влажност при разглежданите почвени типове най-рано на 27 април, а най-късно - на 17 юни. Периодът с поддържането им в оптимални граници варира между 58 дни (Новачене) и 158 дни (Грамада). В станциите, представителни за сивите горски почви същите остават високи през цялата година.

Многогодишните месечни стойности на общия воден запас за периода февруари-октомври са с преобладаващо нормално разпределение. За месеците с преобладаващи честоти на максималните стойности – февруари и март -

разпределението е предимно Вейбулово. Разпределение на Вейбул се открива и за месеците с преобладаващи минимални стойности – юли и август.

Вероятността от изчерпване на влагозапасите под ДГОВ през април е до 10%, с изключение на Казанлък (33%), Хасково (12%) и Новачене (28%); през май - между 24 и 39%, с изключение на Новачене (64%), Павликени (61%), Силистра (52%), Г. Тошево (53%) и Казанлък (59%), където вероятността за недостиг на почвени влагозапаси е над 50%; през юни - между 40 и 80%, с изключение на Грамада, Д-р Йосифово и Николаево, където вероятността е по-малка от 20%.

Намалението на почвените влагозапаси през периода 1961-2000 г. за месеците октомври, март, май и август е статистически значимо в района на Чирпан, Хасково и Казанлък. Статистически значима ( $\alpha=0.05$ ) е тенденцията на увеличение на тези влагозапаси през август в Г. Тошево. В районите на Северозападна България и Горнотракийската низина се наблюдават тенденции на намаление.

Приложен е изчислителен метод за определяне на почвената влажност в основни моменти от развитието на културата. Получени са тесни корелации между измерените и изчислени стойности в агрометеорологичните станции с налични измервания, с коефициенти на корелация  $k=0.81-0.93$ .

Въз основа на статистически анализ с фактори - почвен тип, сума на активните температури и сума на ефективните валежи, са определени 41 станции, аналози на станциите с налични данни за почвената влажност, при които последната е определена по изчислителен път. По този начин към използваните 27 станции от агрометеорологичната мрежа, са прибавени станциите-аналози и са получени общо 68 пункта с оценка на почвената влажност (измерена и изчислена), позволяващи пространственото ѝ райониране.

Въз основа на получената подробна информация за почвената влажност на територията на страната, е отчетено следното:

В районите със сума на валежите за периода април-септември над 300 mm, дефицитът на почвените влагозапаси в края на вегетационния период е 53-90 mm, при което влагообезпечеността е между 70 и 85% от ППВ. Продуктивните почвени влагозапаси в тези райони са изчерпани до 50%. Дефицитът в районите с валежи между 200 и 300 mm достига 90-120 mm, влагообезпечеността - 65-70% от ППВ, а продуктивните почвени влагозапаси са изчерпани до 60%. Сума на валежите под 200 mm формира дефицит от 120-150 mm, влагообезпеченост - 56-60% от ППВ и 70-90% продуктивните влагозапаси, по-ниски от оптималните. Недостигът на остатъчните влагозапаси в края септември варира между 80 и 149 mm за територията на страната. Независимо от тези констатации, периодът на сеитба и поникване е влагообезпечен за слоя 0-20 cm в следствие на валежите през октомври, при което сеитбата и поникването притичат нормално.

Сума на валежите за периода октомври-ноември по-висока от 140 mm осигурява най-добра влагообезпеченост при прекратяване на вегетацията през есента -80-92% от ППВ.

Към датата на възобновяване на вегетацията напролет, в районите на Северозападна България, Петричко-Санданския район, Ивайло, Пловдив и Сливен, влагозапасите са около ППВ. В останалите райони варират между 82% и 95% от ППВ.

При настъпване на фаза вретенене пшеницата на територията на страната е влагообезпечена в граници 72-97% от ППВ. Най-малък е влагозапасът в районите на Асеновград, Казанлък, Севлиево, Новачене и Дупница.

Критичната по отношение на добива фаза изкласяване протича при воден дефицит в районите на Новачене, Силистра, Суворово, Казанлък, Сандански, Благоевград, Пловдив и в София.

Периодът наливане на зърното протича при воден дефицит в някои от годините и станциите, в които се отчита намаление на почвените влагозапаси под ДГОВ.

Най-продължителен период на задържане на влагозапасите над ДГОВ (70-84 дни) се наблюдава в Северозападна България, централната част на Дунавската равнина и в Югоизточна България, както и в районите на Омуртаг, Търговище, Разград, Самуил и Добрич. Най-кратък е този период в Петричко-Санданския район, западната част на Горнотракийската низина (Пловдив, Садово, Ивайло), Казанлък, Суворово, Дългопол, Новачене и Свищов (40-50 дни). В повече от половината години в Горнотракийската низина, Петричко-Санданския район, Дунавската равнина и Добруджа влагообезпечеността е била под 70% от ППВ. Това понижение се наблюдава във всяка от изследваните години в Новачене, Шабла, Суворово и Асеновград. Най-малък е броят на годините с влагозапаси под ДГОВ в Севлиево и Дряново.

В Горнотракийската низина и Петричко-Санданския район почвените влагозапаси са леснодостъпни (над ДГОВ) до края на април (26 април). През първата и втората десетдневка на май същите се изчерпват под ДГОВ. Най-късна дата на изчерпване на влагозапасите под оптималните е 8 юни и се наблюдава в района на сивите горски почви в Северозападна България и в южната част на Черноморския район.

Необходимост от напояване през третата десетдневка на април възниква в района на Пловдив (42% от случаите), през първата и втората десетдневка на май – в районите на Садово, Асеновград, Хасково, Свиленград, Казанлък, Сандански, Петрич и Дупница, Бургас и Сливен и в районите на Северна България (50-73% от годините) и в Източните части на Родопите (40% от годините). Най-късна дата на изчерпване на влагозапасите под оптималните е през първата десетдневка на юни и се наблюдава в района на сивите почви в Северозападна България, южната част на черноморския район и също в

Източните Родопи (33-39% от годините). Необходимост от напояване възниква ежегодно в районите на Новачене, Шабла, Суворово и Асеновград.

В резултат на изследването на влагообезпечеността на зимната пшеница се очертават благоприятни и неблагоприятни райони. Благоприятни са районите на Предбалкана, крайните Северозападни райони, Сливен, Ямбол, Ивайло, Благоевград и Източните Родопи, които не са типичен зърнопроизводителен район.

#### **IV. ПРИНОСИ**

1. Определени са измененията на почвените влагозапаси, тенденциите на влагообезпеченост и продължителността на периода с оптимално почвено овлажнение през периода 1951-2000 г. за пшеница при черноземи, сиви горски почви, смолници, канелени горски почви и алувиално-делувиални почви.
2. Построени са номограми за определяне на месечните влагозапаси в почвата за черноземи, сиви горски почви, смолници, канелени горски почви и алувиално-делувиални почви.
3. Предложени са станции-аналози на наличните агрометеорологични станции за определяне на почвените влагозапаси по изчислителен път.
4. Определено е пространственото разпределение на влагообезпечеността на пшеница през основни фази от фенологичното ѝ развитие и са определени честотата и средните дати на възникване на необходимостта от напояването ѝ в различни райони на страната.
5. Определени са благоприятните и неблагоприятни райони за отглеждане на зимна пшеница по отношение на естествената ѝ влагообезпеченост на територията на страната.

## V. ПУБЛИКАЦИИ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Славов Н., **В. Георгиева**, 2002. Многогодишни колебания на почвените влагозапаси на пшеничен посев и климатичните промени в България, Екология и бъдеще, 1, 77-80.
2. Славов Н., **В. Георгиева** 2005. Многогодишни колебания на водните ресурси на почвата и климатичните промени в Южна България. Сб. Селекция и агротехника на полските култури., стр. 363-368.
3. **Georgieva, V.**, M. Moteva, V. Kazandjiev. 2006. Impact of climate change on water supply probability of winter wheat in Bulgaria. Agriculturae Conspectus Scientificus Journal , Vol. 72, No. 1, 39-44.
4. **Георгиева, В.**, М. Мотева, В. Казанджиев. 2008. Естествена водоосигуреност и добиви от зимна пшеница през периода на съвременния климат. Научни трудове на Аграрен университет, Пловдив, Доклади от X Национална научна конференция „Екология и здраве”, Пловдив, 10 април, 73-80.
5. **Georgieva V.**, M. Moteva, V. Kazandjiev. 2009. Contemporary Water Supply of Winter Wheat in Southern Bulgaria. XXXIII CIOSTA CIGR V Conference “Technology and management to ensure sustainable agriculture, agro systems, forestry and safety”, Italy, 1265-1270 p.
6. **Georgieva. V.**, V. Kazandjiev, M. Moteva 2011. Soil moisture regime of Chernozems in Bulgaria and the water supply of winter wheat crops, Proceedings of 2nd International Geography Symposium ‘GEOMED 2010’, Antalya, Kemer Turkey. p. 53-63.
7. **Georgieva V.**, V. Kazandjiev, 2013. Climate change and agrometeorological conditions for growing winter crops in Bulgaria. Scientific pares, series A. Agronomy, v. LVI, p.459-467.
8. **Георгиева В.**, В. Казанджиев, Д. Жолева. Оценка на агрометеорологичните условия за отглеждане на зимни житни култури в България. ВJMН (под печат)

## VI. SUMMARY

The climatic conditions over Bulgaria could be characterized with insufficient and variable humidification in an agricultural point of view. The water deficit in the soil is an essential reason for the decrease of crop yields. Irrigation is an important part of growing of many crops connected to yield targets. Assessments of long-term available soil water probability and of the actual water content, as well as a forecast for both of them are needed for the irrigation-allied activities performance, i.e. net design and management of the irrigation scheduling. The permanent increase of the average temperatures and a steady rainfall decrease are considered as the main factors affecting water availability for plants. It is stated that this tendencies will keep and spread over wide territories in the future.

The main goal of the thesis is investigation of soil water availability for winter wheat for long term periods in the main soil types in Bulgaria.

The results of 40-50 years data analysis of soil moisture, obtained in direct measurements in the agrometeorological network of NIMH-BAS are presented. The annual course of soil water content for the period October-September and its relation to the main phenological stages of winter wheat are assessed. The analysis is carried out for three thirty-year periods, in order to describe changes during the period of the study. The statistical properties of the long-term data rows, the probability of exceedance of the critical for plants test values in the different soil types, and the trends of soil moisture are established, and nomograms are drawn.

A method for determining soil water content in the stations without measurements based on available measurements in the agrometeorological stations is proposed. The spatial distribution of the soil moisture under wheat in the main phenological stages, as well as the frequency and average dates of occurrence of the starting date of irrigation over the country are presented. Favorable and unfavorable areas for winter wheat growing in relation to soil water availability at rainfed conditions over the country are pointed out.

Long-term data of registered soil-moisture at 27 agrometeorological stations from the monitoring network of the National Institute of Meteorology and Hydrology over the territory of agricultural production up to 800 m elevation have been processed. The data cover a 40-year period of the “contemporary climate” (1961-2000) and is representative for the essential soil types of Bulgaria – chernozems, gray and cinnamonic forest soils, vertisols, and alluvial and deluvial meadow soils. Further, the available water reserves for the integrated 0-50 and 0-100-cm soil layers at the starting dates of the main phenological stages of winter wheat like: a) sowing; b) end of the early vegetative stage at the date of air temperature falling below 5°C in the autumn; c) beginning of the late vegetative stage at the date of air temperature proof rising above 5°C; d) heading; and e) wax maturity have been calculated for each year of the period. Through a regression analysis the trends of the long-term variation at each station and soil type per integrated layers has been assessed. The difference between the end and the initial points of the trend has been determined, thus the 40-year change in the available water content at the starting dates of the

vegetation stages of winter wheat has been evaluated. In order to become comparable the results for different soil types are recalculated into % of FC of the soils.

The analysis of the annual course of the soil water content in the main soil types shows that the maximum values of the available soil water content (AWC) are in January-March of 1961-1990 and 1971-2000 periods in Sliven, but 52% of FC in July and August in Pavlikeni. A comparison of the soil water content between the periods 1951-1980, and 1961-1990 was possible, only for seven of the stations. Their values decrease to the maximum of 10% of the FC in Kneja and 7% of FC in Novachene. For all stations, a comparison between the periods 1971-2000 and 1961-1990 was possible. Soil water availability in all of them decreased from the first to the second period, except for Haskovo and Obr. Chiflik, where the soil water availability increased by 2% and 3% of FC and there was no change in Gramada.

The deficit of soil water content at the end of the vegetation period in areas with more than 300 mm rainfall total of the period April- September, is 53-90 mm, soil water availability is 70-85% of FC. Available water content (AWC) in these areas is 50% depleted. The deficit in the areas with 200-300 mm rainfall totals between varies between 90 and 120 mm, soil water availability - between 65 and 70 % of FC and AWC is 60% depleted. Rainfall totals less than 200 mm establish 120-150 mm deficit, 70-90 % of FC soil water availability and AWC - less than the optimal. The shortage of the residual soil water in the late September varies between 80 and 149 mm. Despite this fact, the soil water content during the period of sowing and germination of winter wheat is sufficient in the 0-20 cm layer due to the rainfalls occurring in October when sowing and germination normally run.

The long term monthly values of soil water supply in February-October period are mostly normally distributed. For months with most frequencies of the maximum values – usually February and March - the statistical distribution is mostly that of Weibull. Weibull distribution is also found in the months with prevailing minimum values - July and August.

The probability of depletion under the lower boundary of the readily available water (RAW) is 10% for April, except for Kazanlak (33%), Haskovo (12%) and Novachene (28%); between 24 and 39% for May -, except for Novachene (64%) Pavlikem (61%), Silistra (52%), G. Toshevo (53%) and Kazanlak (59%), where the probability of the soil water supply shortage is >50%; between 40 and 80% in June, except for Gramada, D-r Yosifovo and Nikolaevo, where the probability is less than 20%.

The reduction of soil water supply in October, March, May and August during 1961-2000 is statistically significant in the regions of Chirpan, Haskovo, and Kazanlak. The August increasing trend is statistically significant ( $\alpha=0.05$ ) for G. Toshevo region. Decreasing trends are observed in the areas of northwestern Bulgaria and in the Thracian Valley.

A calculation method to determine soil moisture on the dates of the main phenological stages of winter wheat has been developed. High correlations between the measured and the calculated values in the agrometeorological stations with

available measurements, with correlation coefficients  $r=0.81-0.93$  have been obtained. Based on a statistical analysis of the following factors - soil type, amount of active temperatures and amount of effective precipitation, 41 stations-analogues to 27 stations with available data on soil moisture were established. Soil moisture in these stations was determined by calculations. Thus, totally 68 points of soil moisture estimation (measured and calculated) were figured out - 27 agrometeorological stations of the measurement network and 41 stations-analogues, allowing its spatial zoning.

Basing on detailed soil moisture analysis, on the date of the spring vegetation resumption in areas of northwestern Bulgaria, also in Petrich, Sandanski, Ivaylo, Plovdiv and Sliven area, soil moisture is around FC. In the other areas it varies between 82% and 95% of FC. On the date of stem elongation occurrence total water content (TWC) is in the range of 72-97% of FC. TWC is smallest in the areas of Assenovgrad, Kazanlak, Sevlievo, Novachene and Dupnitza. In the critical in regards of water extraction stage ear formation in the region of Novachene, Silistra, Suvorovo, Kazanlak, Sandanski, Blagoevgrad, Plovdiv and Sofia soil water is in deficit. Ripening runs a water deficit in some years and stations, which reported a decrease in soil under humid RAW. The longest retention period of optimal TWC (70-84 days) occurred in northwestern Bulgaria, in the central part of the Danubian Plain, in southeastern Bulgaria, as well as in areas of Omortag, Targovishte, Razgrad, Dobrich and Samuil. The shortest is the period in Petrich, Sandanski area, west of the Thracian Valley (Plovdiv, Sadovo Ivaylo), Kazanlak, Suvorovo Dalgopol, Novachene, and Svishtov (40-50 days). Soil water supply was below 70 % of FC during the greater part of the year in the Thracian Valley, Petrich and Sandanski region, Danube River Plain and Dobrudzha. This decrease was observed in each of the studied years in Novachene, Shabla, Suvorovo and Asenovgrad. RAW is observed in smallest number of years in Sevlievo and Drianovo. In the Thracian Valley and Petrich-Sandanski area soil water supplies are readily available until the end of April (26 April). RAW is limited in the first and second ten days of May. The latest in the year date of depletion of RAW is 8. It appears in the region of gray forest soils in northwestern Bulgaria and in the southern part of the Black Sea region.

The necessity of irrigation appears in the third decade of April in Plovdiv region (42% of cases), in the first and second decades of May - in the areas of Sadovo, Asenovgrad, Haskovo, Svilengrad, Kazanlak, Sandanski, Petrich and Dupnitza, Burgas, Sliven and in Northern Bulgaria (50-73 % of the cases) as well as in the eastern part of the Rhodope Mountains (40% of the cases). RAW is depleted at a later date - in the first decade of June - in the region of gray soils in northwestern Bulgaria, in the southern part of the Black Sea region and also in the Eastern Rhodopes (33-39 % of the year). Necessity of irrigation occurs each year in the areas of Novachene, Shabla, Suvorovo and Asenovgrad. As a result of the study of winter wheat water supply under rainfed conditions favorable and unfavorable growing areas are outlined. The favorable areas are Northwest part of Bulgaria, the regions of Sliven, Yambol, Ivaylo, Blagoevgrad and East Rhodopes.



## Списък на използваните съкращения

1. БАО – баланс на атмосферно овлажнение
2. Ко – коефициент на атмосферно овлажнение
3. ВЗ – влажност на завяхване
4. ВРК – влажност на разкъсване на капилярите
5. ДГОВ – долна граница на оптимално овлажнение
6. МАВ – максимална адсорбционна влажност
7. МХВ – максимална хигроскопична влажност
8. ПВП – потенциален вегетационен период
9. ППВ – пределна полска влагоемност
10. ПВ – пълна влагоемност

## БЛАГОДАРНОСТИ

Изказвам моята специална благодарност на моите научни консултанти Проф. д-р Валентин Казанджиев и Доц. д-р инж. Милена Мотева, за помощта при подготовката на дисертационния труд.

Изказвам моята сърдечна благодарност на Проф. дн Веселин Александров за помощта и подкрепата.

Изказвам моята сърдечна благодарност на д-р Екатерина Колева за ценните съвети и подкрепа.

Изказвам моята сърдечна благодарност на Доц. д-р Стефка Гайдарова за консултациите и методическата помощ.

Изказвам моята сърдечна благодарност на Доц. д-р Снежанка Балабанова за помощта и при визуализацията на резултатите.

Изказвам моята специална благодарност на колегите от Департамент «Метеорология» и секция «Агрометеорология» за помощта и подкрепата.

С уважение трябва да отбележа и помощта на проф. Никола Славов, който ме насочи към изследванията на почвената влажност.