

**Калибриране на модела  
AquaCrop за отглеждане на зимна  
пшеница в България  
Calibration of the AquaCrop model  
for growing winter wheat in  
Bulgaria**

Драгомир Атанасов

НИМХ

докторант, секция „Агрометеорология“

Ръководители: доц. д-р Веска Георгиева

проф. д-р Валентин Казанджиев

# съдържание

- Увод
- Цел
- Материали и методи
- Резултати
- Изводи



# УВОД

- В секция „Агрометеорология“ на НИМХ е заложено използването на числени модели за определяне на състоянието на земеделските култури – фенологично развитие, продуктивност и воден баланс.
- България се намира в зона с недостатъчно овлажнение. През последните години засушаванията зачестиха и редуцирането на реколтата вследствие на суша през вегетационния сезон е ежегодно явление.
- Ето защо, решихме да използваме, създаденият от ФАО модел AQUACROP. Препоръките за използване на модела са за райони с недостатъчно овлажнение, каквито са обработваемите земи в България.

# ЦЕЛ

Калибриране и оптимизиране на параметрите на модела AquaCrop за симулиране на условията при отглеждане на зимна пшеница в полските райони при неполивен режим.

В рамките на изследването ще се тества способността на модела AquaCrop да симулира развитието на:

- растителната покривка (Canopy Cover – CC),
- общото водно съдържание в почвата (Total Water Content – TWC),
- биомасата (Biomass – B)
- добива (Yield – Y) от пшеница при местните условия.

# Материали и Методи

- В изследването ще използваме данните от полеви експеримент, проведен през 2010/2011 г. в село Лозенец, обл. Добрич, общ. Крушари с координати 43°46'44" С.Ш., 27°44'30" И.Д., надморска височина – 210 m.
- **Описание на местоположението и данните**
- Полевият експеримент е проведен в района на Североизточна България, където е съсредоточено производството на пшеница у нас. Районът е разположен в Умерено-континенталната климатична подобласт на Европейско-континенталната климатична област. Този подрайон се характеризира с континентален климат - студена зима и горещо лято. Максимумът на валежите е през лятото, а минимумът е през зимата. Опитният район се намира в източната климатична област на Дунавската равнина, където континенталният характер е най-умерен в сравнение с останалите райони на умерено-континенталната климатична подобласт. Изследваният район се характеризира с типичен чернозем. Срокът на сеитба е в периода 1-4 октомври, 2010 г. Наблюденията са извършени върху зимна пшеница, сорт Енола при неполивни условия.

# Някои агроклиматични характеристики на района

СТАНЦИИ	Траен преход на температурат а на въздуха над 5°C през пролетта	Траен преход на температурат а на въздуха под 5°C през есента	Температурна сума през вегетационни я период (°C)	Сума на валезките през вегетационни я период [mm]	Еталонна евапотран спирация – ETo (mm) за периода III-X
Генерал Тошево	27.II	28.XI	4115°	371.5	867
Крушари	24.II	27.XI	4121°	372.8	845.3



# AQUACROP

- Моделът AquaCrop разглежда състоянието на системата почва-растение-атмосфера в контекста на условията за растеж, развитие и продуктивност на културите. Моделът е създаден за оценка на водната продуктивност.

Включва два панела – околната среда и условия за симулация.

- ✓ Екологичният панел се състои от следните компоненти – **почвен** (воден баланс), **за културата** (развитие, процеси на растеж и добив), **атмосферен** (топлинен режим, валежи, ETo и концентрация на въглероден диоксид), **полски блок** (агротехника и управление на напояването).
- ✓ В панела за симулация са посочени периодът на симулация и началните условия за развитие. Климатичната компонента на модела се описва с 5 входни метеорологични параметъра: минимална и максимална температура на въздуха, дневни валежи, дневна ETo и средногодишна концентрация на въглероден диоксид в атмосферата.
- ✓ Дневните стойности на ETo се изчисляват според уравнението на Penman-Monteit с помощта на софтуера CropWat 8.
- ✓ Състояниета на културите се характеризира от пет компонента – фенология, развитие на растителната покривка, дълбочина на вкореняване, производство на биомаса и добив. От полеви експерименти използвахме данни за фенология, растителна покривка, биомаса и добив. За дълбочината на вкореняване се използва литературната информация за времето на максимална дълбочина на вкореняване.

# ДАНИИ

## Измерени метеорологични и агрометеорологични елементи

ИЗМЕРВАНИЯ	МЕТОДИ НА ИЗМЕРВАНЕ	НАЧИН
Температура на въздуха	От наблюдения в синоптичните и климатични станции от мрежата на НИМХ	°C/ 2 m
Относителна влажност на въздуха		%/2 m
Скорост на вятъра		m/s 10 m
Валеж		mm / 2 m
Слънчево греене		h/2 m
Почвена влажност	Гравиметричен метод	10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 cm
Дата на настъпване на основните фенофази	От наблюдения в агрометеорологичните станции от мрежата на НИМХ	%
Гъстота на посева	бр.р/кв.м	брой
Растителна покривка	Данни от послки експеримент	%
Биомаса	Данни от послки експеримент	t/ha
Добив	Данни от послки експеримент	t/ha



# Променливи характеристики на културата

## ФЕНОЛОГИЧНО РАЗВИТИЕ

Фенофази	Сеитба	Поникване	Братене	Вретенене	Изкласяване	Цъфтеж	Узряване
Дати на настъпване	1-3.X	12 -15.X	20.III-10.IV	11.IV-25.V	25-29.V	2-4.VI	6-8.VII

# МЕТОДИ

- За изчисляване на евапотранспирацията е използвана версия 7.0 на модела AquaCrop - FAO, CropWat - FAO, както и статистическият софтуер Statgraphics за статистически оценки на връзката между измерените и симулираните стойности на изследваните показатели. Измерените и моделирани данни бяха сравнени статистически за оценка на надеждността на модела.

Използвани Статистически характеристики:

$$ME = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (Modeled_k - Measured_k)$$

$$SD = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (Modeled_k - Measured_k - ME)^2}$$

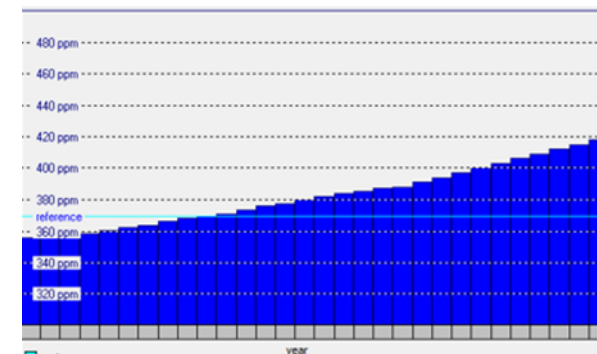
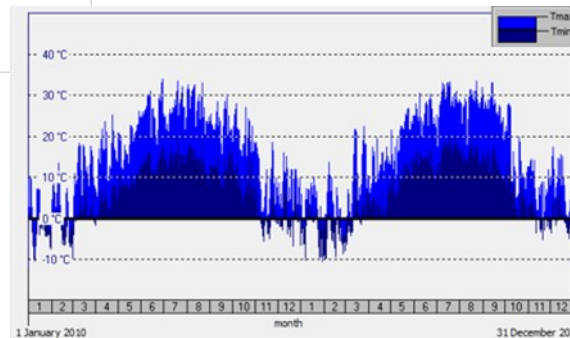
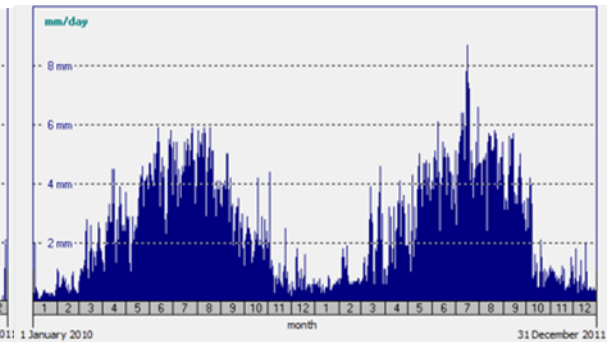
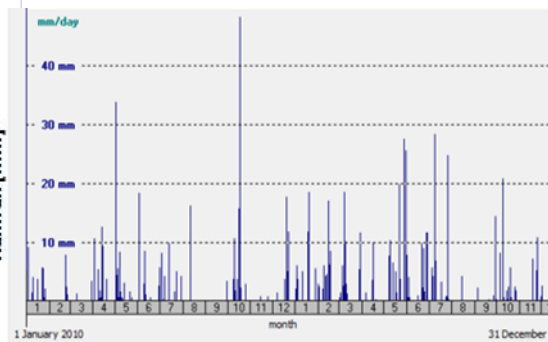
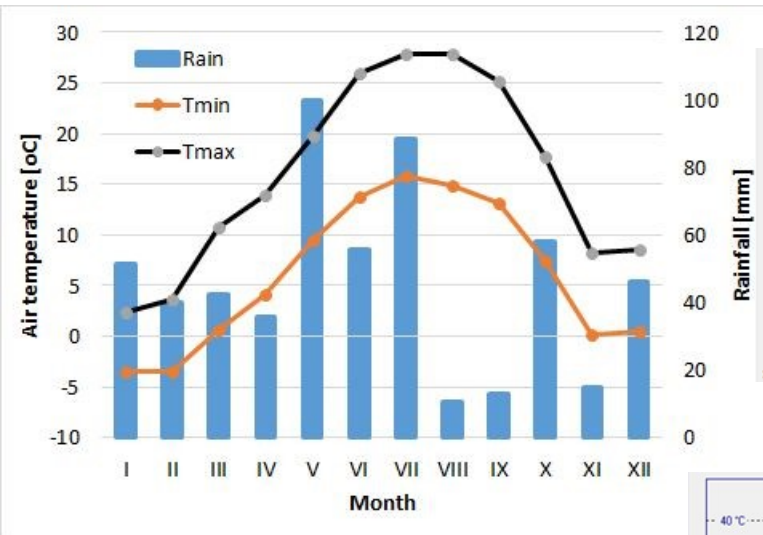
$$CC = \frac{\sum_{k=1}^N (Modeled_k - \overline{Modeled})(Measured_k - \overline{Measured})}{\sqrt{\sum_{k=1}^N (Modeled_k - \overline{Modeled})^2 \sum_{k=1}^N (Measured_k - \overline{Measured})^2}}$$

$$RMSD = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (Modeled_k - Measured_k)^2}$$

# РЕЗУЛТАТИ (ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ)

Използвани метеорологични данни (измерени) за периода 2010/2011 при симулация

Моделирани данни



# ПОЧВЕНА ВЛАЖНОСТ

Водното съдържание на почвата се измерва на всеки десет дни през вегетационния сезон и веднъж месечно през зимата

Стойности на измереното водно съдържание на почвата по слоеве и дати на измерване

## Водно-физични свойства на почвата

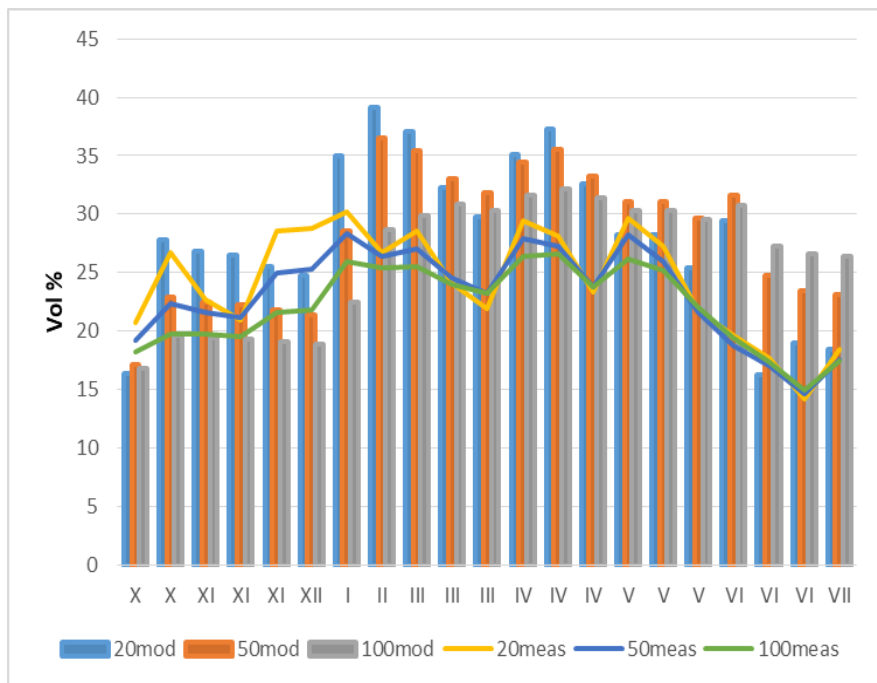
Почвен слой (cm)	Постоянна точка на завяхване (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Влагодемност (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Насищане (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Обемно тегло (g/cm <sup>-1</sup> )
0-20	15.7	35.6	44	1.2
30-50	17.4	34	43	1.3
60-100	16.6	31.5	46	1.3

МЕСЕЦ	ДАТА	ИЗМЕРЕНО ВОДНО СЪДЪРЖАНИЕ В ПОЧВАТА ПО СЛОЕВЕ [mm]										
		ДЪЛБОЧИНА [cm]										
		5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
X	7.10	23.9	20.4	17.9	17.05	18	18.1	18	17.4	17.0	16.4	16.3
	17.10	29.0	26	25.2	19.0	17.0	17.8	17.1	16.7	16.6	16.5	16.5
XI	8.11	21.5	23.2	23.4	23.5	19.7	18.5	18.4	18.3	17.1	17.3	16.7
	17.11	19.2	21.4	22.2	22.7	22.5	19.3	17.8	17.6	17.7	17.4	17.4
	27.11	30.4	27.4	27.8	24	21.4	18.7	18	17.9	17.8	17.4	16.6
	16.12	29.8	29.2	27.3	26	21.8	18	17.9	17.5	17.6	17.2	17.5
	17.01	32.4	29.6	28.6	27.4	25.4	26.6	25.9	25.5	24.8	22.8	17
	17.02	26.8	26.4	27	26.2	25.6	26.2	25.3	24.8	24.4	23.6	23.1
	17.02	26.8	26.4	27	26.2	25.6	26.2	25.3	24.8	24.4	23.6	23.1
III	7.03	30	28.6	27.1	25.9	25.4	25.5	24.7	23.9	24.5	23	22.3
	17.03	23.4	23.8	25	24.8	24.8	25.6	25	24.7	24.0	22.8	20.5
	27.03	19.7	22.5	23.6	23.2	24.8	25.6	24.8	24.1	23.1	22.7	21.9
IV	7.04	30.3	29.3	28.6	26.2	26	27.4	26.7	25.1	24.2	23.8	23
	17.04	27.2	28.0	29.1	27.6	24.8	27.1	26.7	25.7	25.6	26.1	24.7
	27.04	22.3	24.2	23.6	23.4	23.2	25.7	25.2	24.4	24.1	23.4	22.4
V	9.05	30.6	30.2	28.1	26.2	26.8	27.3	25.7	24.9	23.8	22.9	21.9
	17.05	28.8	27.6	25.5	24.4	24.1	25.4	25.5	25.3	24.6	24	22.6
	27.05	21.3	21.4	22.6	21	20.5	23	23.4	23.4	22.8	21.6	21.2
VI	7.06	22.1	19.4	17.4	17	16.8	20.3	20.6	20.2	19.8	20	20.4
	17.06	18.5	17.7	16.8	16	15.9	17.5	18.1	17.8	17.6	17.6	18
	27.06	12.2	15	15.3	14.8	15.1	15.6	15.7	15.2	15.1	15.5	15.4
VII	7.07	21.5	17.4	16.5	16.6	16.2	17.1	16.7	17.2	17.4	17.8	17.9
	17.07	17.8	16.6	16.2	16.2	15.9	16.4	17.4	17.4	17.6	17.9	18.4
	27.07	24.4	22.2	17.8	16.3	16	17.1	17.5	17	17.4	17	17.6

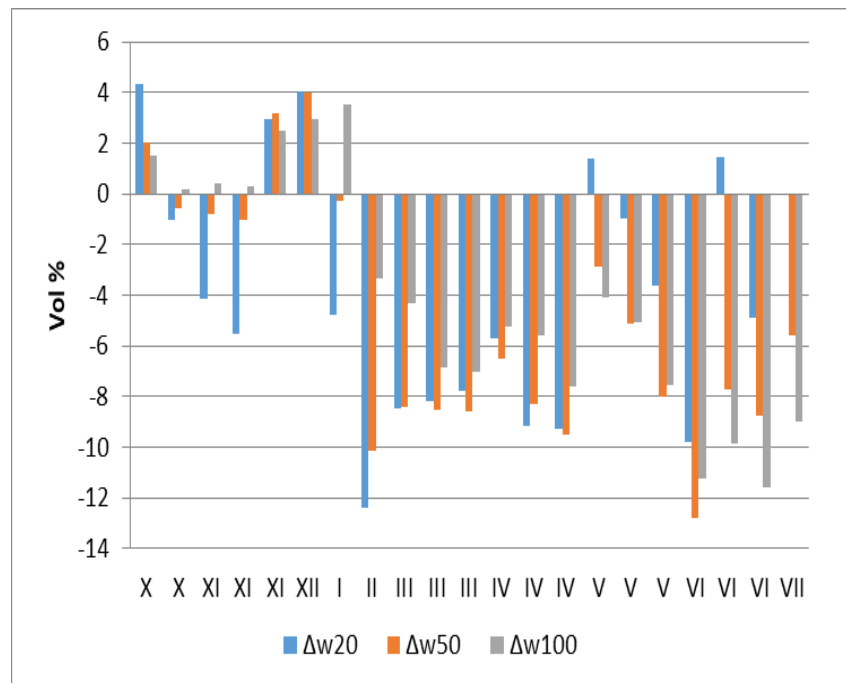
**Резултатите от сравнението между измерени и моделирани данни показват, че през есента измерените данни имат по-ниски стойности от моделираните. След февруари моделираните данни надхвърлят измерените.**

**Фигура. 2 Измерени и моделирани стойности на водното съдържание на почвата за три слоя 0-20, 0-50 и 0-100 cm,**

**a)**



**b) - разлика между тях**

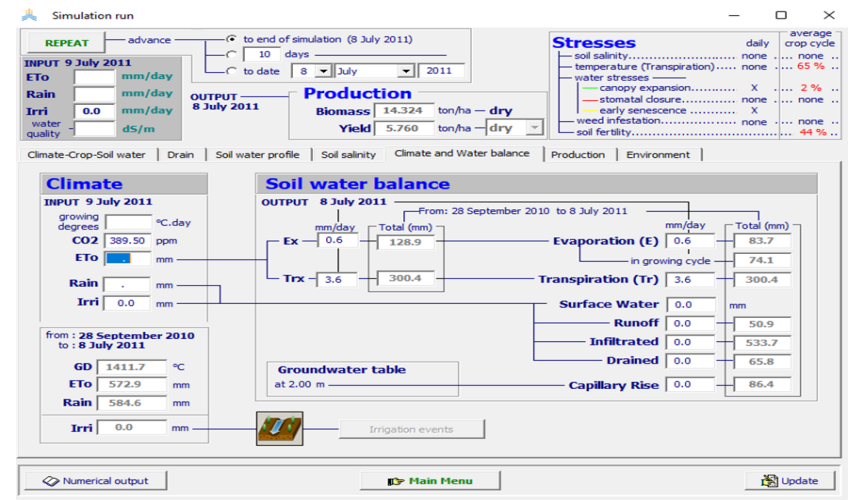
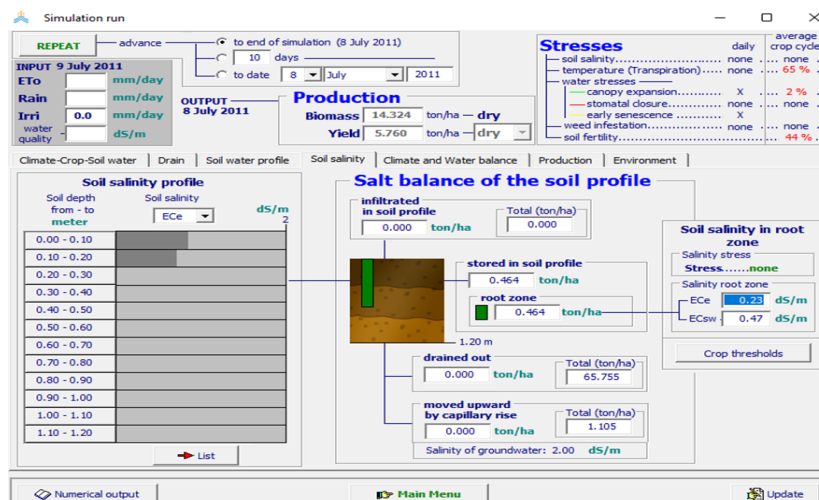
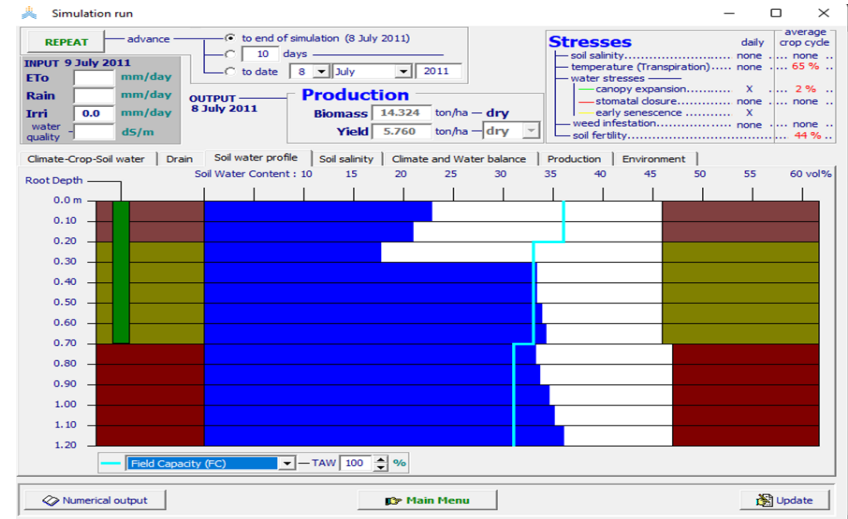
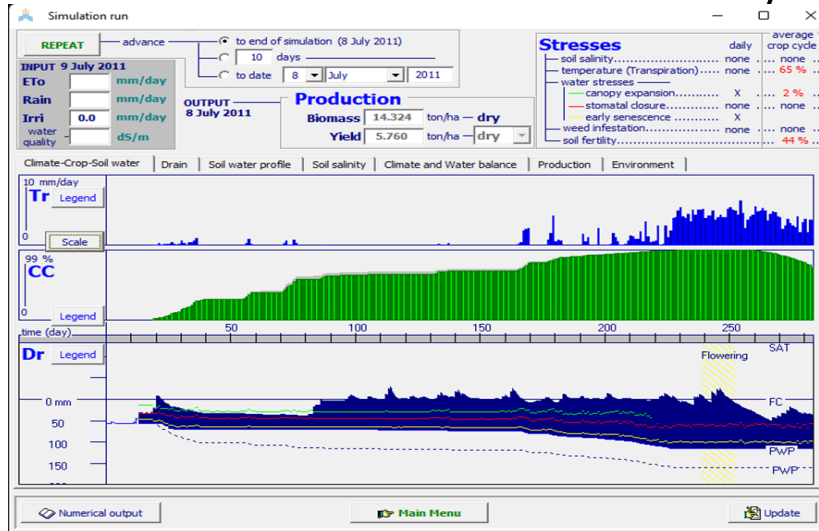


## Статистически характеристики на симуирани и наблюдавани водни запаси в почвата

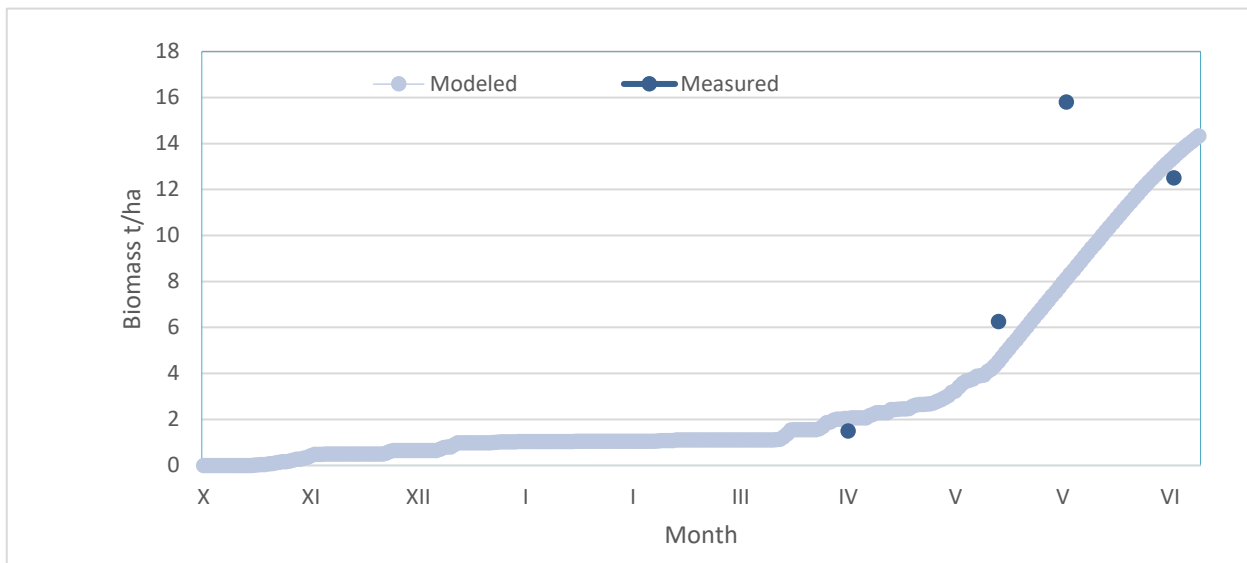
Soil Layers [cm]	ME	SD	CC	RMSD
0-20	0.58	0.72	0.76	0.24
0-50	0.55	0.64	0.71	0.26
0-100	0.55	0.63	0.58	0.32

# БИОМАСА И ДОБИВ

Използвайки данните за измерените стойности на метеорологичните и агрометеорологичните елементи и показатели и почвените характеристики определящи хидрофизичните свойства на почвата, направихме серия от симулации



## Динамика на измерената и симулираната биомаса (t/ha)





# ИЗВОДИ

- Резултатите, получени в това изследване, показват, че AquaCrop е подходящ за симулиране на растежа на едногодишни зимни житни култури при различни водни режими;
- Необходими са допълнителни експерименти, за да се коригират параметрите, разработени в това проучване, за да се отчетат други условия на околната среда и правилно да се оцени общата свежа и суха биомаса в различни периоди на развитие на зимната пшеница;
- Бъдещите годишни проучвания за моделиране на зърнени култури трябва да продължат да сравняват съдържанието на влага в почвата при различни напоителни практики и климатични условия чрез симулации. В допълнение, провеждането на планирани експерименти с различни видове есенници и пролетници за прогнозиране на тяхната продуктивност в условията на изменение на климата и все по-екстремни условия не винаги може да бъде преодоляно със селекционни методи.

**БЛАГОДАРЯ ЗА ВНИМАНИЕТО!**