



**УСЪВЪРШЕНСТВАНЕ НА ХИДРОЛОЖКОТО
МОДЕЛИРАНЕ, СОФТУЕРНИ ПРИЛОЖЕНИЯ И
ИЗЧИСЛЕНИЯ ПРИ ПРЕЛИВАНЕ НА ЯЗОВИРИ ЗА
БАСЕЙНА НА РЕКА АРДА**

ижн. П. Царев , доц. Е. Артинян , ижн. А. Налджиян
Национален Институт по Метеорология и Хидрология

e-mail: petko.tsarev@gmail.com

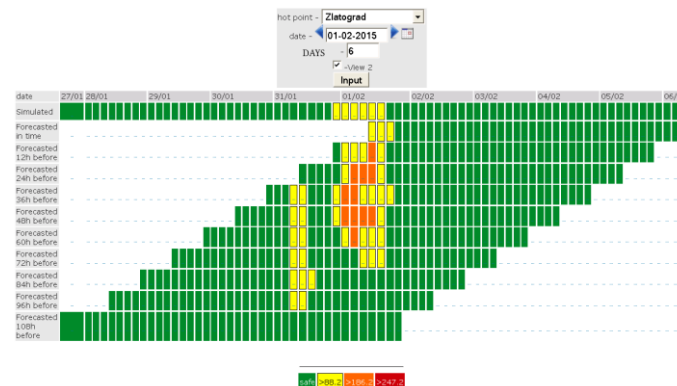
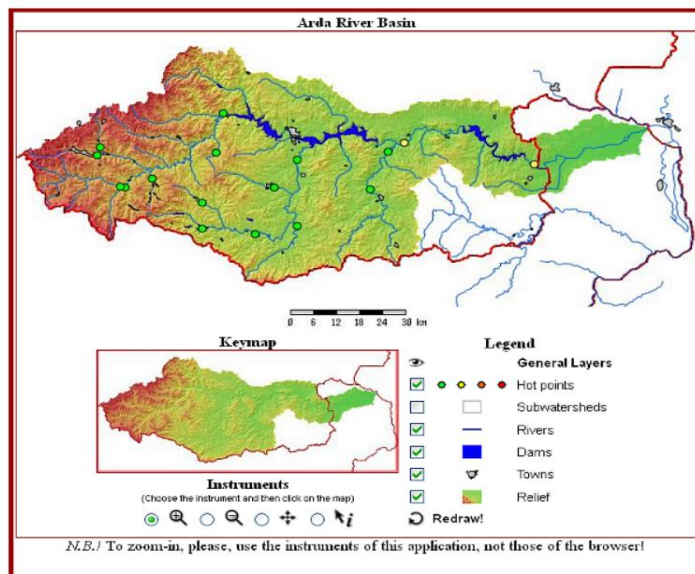
За проекта ARDAFORECAST (AFP)

- Осъществен е в периода 2012 - 2014г. с финансовата подкрепа на ЕС по програма INTERREG III
- Публичен на адрес <https://arda.hydro.bg/>
- Системата е изградена на базата на модел за пренос на влага и енергия в континуума почви-растителност-атмосфера (SVAT) - SURFEX, който се съчетава с хидрологичен модел.
- Прогнозата се предвиждаването на притока към и от язовирите на река Арда.
- Отличие на Министерството на регионалното развитие и благоустройството (МРРБ) като най-добър пример за приоритетна ос „Качество на живота - защита, управление и насърчаване на ресурсите на околната среда“ за европейския програмен период 2007 - 2013



За проекта ARDAFORECAST (AFP)

- Резултата представлява система за предупреждение за наводнения, която се прилага в трансграничния регион в басейна на р. Арда в България и Гърция.
- За 18 селища в басейна се изчислява прогноза за водните количества в реката със стъпка 3 часа за 5 дни напред.
- Издават се предупреждения при надвишаване на обезпечености 50%, 20% и 1%.



Подробно за системата - модели

Стартиране - автоматизирано и ежедневно в 08:00 и 20:00 часа

Рестартиране на входните условия

анализиране

Отчетени в реално време стойности за валежи, температура, относителна влажност и др.

изчисляване

за единица площ: изпарение, дренирана вода, повърхностен отток

нови условия

SURFEX

прогнозиране

За единица площ: прогнозни повърхностен и грунтов отток, изпарение

TOPODYN

разпределяне

водонасищането на почвите и изчисление на маршрута на водата до речните корита и напречни сечения.

прогнозни данни за следващите 120 часа
със стъпка 3 часа

Отчитане влиянието на язовирите върху оттока след тях

- Извършваме оценка на потенциалното преливане на язовирите с каскадна симулация на прехода на високата вълна
- Обхванати са трите язовира от каскадата, включително и резултат от прогноза за притока от собствен водосбор.
- Като допълнителен приток се отчита изходящия отток от предходен язовир.
- Отразени са техническите особености на съоръженията за провеждане на води

Използвани данни и нормативи

- Данни в реално време от автоматични станции за водни нива в язовирите от каскадата - на всеки час.



- Инструкция за действие при провеждане на висока вълна през съответния язовир, като част от плана за безопасност на язовирната стена и съоръженията към нея.
- Извършихме анализ на данни за функционирането на съоръженията (ВЕЦ, основен изпускател, преливник) за периода 2001 – 2011г.

8th Bulgarian-Austrian Seminar

Подробно за системата - язовири



Използвани принципи при прогнозиране на оттока след язовирите

- За край на преливането през клапи се приема достигане на водно ниво идентично с нивото на твърдия ръб на преливника.
- За прогнозиране на сработване на ВЕЦ са определени характерни коти. При прогнозирано покачване на нивото в язовира с определена динамика се приема сработване на турбините за облекчаване на преливните водни количества.
- Като гранични стойности е заложена възможността за въвеждане на ежемесечно определените обеми с «Месечния график за ползване на водите от комплексните и значими язовири» утвърждаван от министъра на МОСВ

Използвани принципи при прогнозиране на оттока след язовирите

- преливащото водно количество е изчислено за преливници “практически” профил, в зависимост от приливната височина.

$$Q = m_k b \sqrt{2g} H^{3/2}$$

m_k	- коефициент на водното количество
b	- ефективна ширина на преливника
H	- приливна височина

- Определени са коефициенти на водното количество, за характерни водни количества, като са заложили криви на преливните водни количества на база брой отворени клапи и приливна височина.

$$m_k = \frac{Q_k}{b \sqrt{2g} H^{3/2}}$$

- Прогнозиране на брой отворени клапи – на база очакван приток и изготвените инструкции за провеждане на висока вълна през язовирите от каскадата

Прогнозиране на преливането - язовир Кърджали

Предстоящо преливане

- При достигане кота 323,00
- При очаквано повишение на нивото в язовира ≥ 4 cm на час
- Приток по-голям от капацитета на турбините на ВЕЦ

Прогнозира се сработване на турбините на ВЕЦ
 $Q_{\max} = 162 \text{ m}^3/\text{sec}$

Преливане

- При достигане кота ВН = 324.30 м

Отток след язовира

- Преливащо водно количество изчислено на база преливна височина
- Брой отворени клапи – прогнозирани на база прогнозно водно ниво
- $Q_{\max} = 3100 \text{ куб. м /сек.}$

Прогнозиране на преливането - язовир Студен Кладенец

Предстоящо преливане

- При достигане кота 224.00 m.
- При очаквано повишение на нивото в язовира ≥ 4 cm на час
- Приток по-голям от капацитета на турбините на ВЕЦ

Прогнозира се сработване на турбините на ВЕЦ
 $Q_{\max} = 150 \text{ m}^3/\text{sec}$

Преливане

- При кота ВН = 225.0 m

Отток след язовира

- Преливащо водно количество изчислено на база преливна височина
- Брой отворени клапи – прогнозирани на база прогнозно водно ниво
- $Q_{\max} = 3600 \text{ куб. м /сек.}$

Прогнозиране на преливането - язовир Ивайловград

Предстоящо преливане

- При достигане кота 119.00 m.
- При очаквано повишение на нивото в язовира ≥ 4 cm на час
- Приток по-голям от капацитета на турбините на ВЕЦ

Прогнозира се сработване на турбините на ВЕЦ
 $Q_{\max} = 279 \text{ m}^3/\text{sec}$

Преливане

- При кота ВН = 120.2m

Отток след язовира

- Преливащо водно количество изчислено на база преливна височина
- $Q_{\max} = 5250 \text{ куб. м /сек.}$

Извършени подобрения до момента

- Актуализиране на използваните кубични уравнения за изчисление на преливната височина при прогнозирано преливане.
- За язовирите Кърджали и Студен Кладенец въведохме нови криви на зависимостите, Q-H за по-точно определяне на преливащото водно количество отразявайки броя прогнозирани отворени приливни полета.
- Беше оптимизиран начина и извършена промяна на условията за брой отворени клапи на яз. Студен Кладенец спрямо аварийен план за провеждането на висока вълна през язовира.
- Бяха въведени редица промени гарантиращи автономната работа.
- За яз. Ивайловград беше добавена допълнителна проверка

Извършено е подобрене чрез ново калибриране

- Извършихме ново калибриране на параметрите на модела SURFEX-TOP (ISBA 3L + TOPD), извършени за период от една година.
- Тествани бяха две нови схеми: DIF и MEB, които показаха по-добри резултати при извършените резултати

станция	ISBA 3-L+TOPD runoff		ISBA DIF-MEB+DT92 runoff	
	E	R ²	E	R ²
река Бяла – гр. Смолян	-0.427	0.513	0.653	0.788
река Арда- гр. Рудозем	0.070	0.302	0.628	0.693
река Елховска – гр. Рудозем	0.242	0.304	0.339	0.527
река Черна – гр. Търън	0.596	0.707	0.632	0.677
река Арда – с. Вехтино	0.252	0.705	0.563	0.632
река Арда – с. Китница	0.602	0.614	0.722	0.724
река Върбица – с. Върли дол	0.823	0.831	0.509	0.798
река Върбица – ст. Джебел	-0.970	0.723	0.363	0.781
река Крумовица - с. Горна Кула	0.766	0.773	0.877	0.877

Анализ на резултатите

- Тип данни – прогнозирани обеми в язовирите и отток след язовир Студен кладенец
- Използвани методи за оценка: Nash – Sutcliffe (E) коефициент на ефективност и Процентното отклонение ($PBIAS$)
- Приети критерии за оценка:
 - $E > 0.80$ и $PBIAS \leq \pm 5$ резултатите са много добри
 - $0.70 \leq E \leq 0.80$ и $\pm 5 < PBIAS < \pm 10$ резултатите са добри
 - $0.50 < E < 0.70$ и $\pm 10 \leq PBIAS \leq \pm 15$ резултатите са задоволителни
 - $E \leq 0.50$ и $PBIAS > \pm 15$ резултатите са незадоволителни

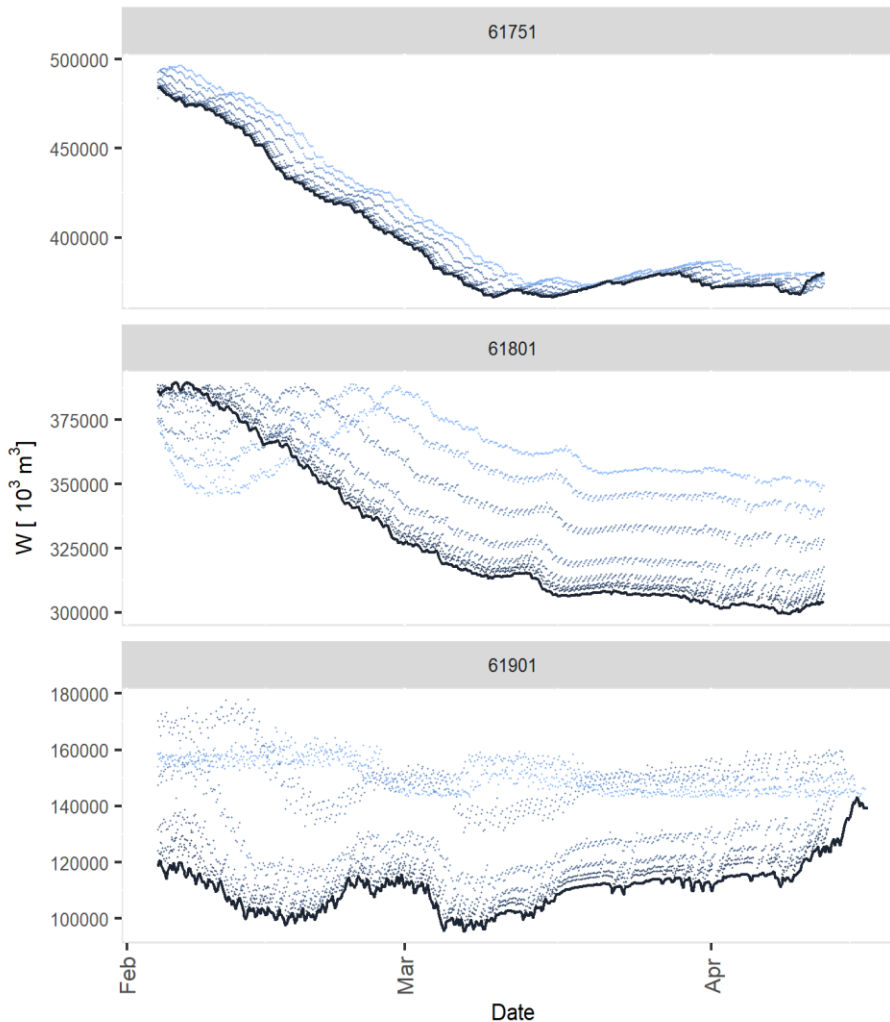
Анализ на резултатите

период 2019-02-04 02:00 до 2019-04-16 20:00
с отчетено преливане на яз. Ивайловград

Време на прогнозата преди актуалните събития									
Язовир /Станция	вид данни	Стат. Коеф.	3 ч.	6 ч.	12 ч.	24 ч.	48 ч.	72 ч.	96 ч.
Кърджали	Прогн. обем	PBIAS	0.2	0.3	0.5	0.9	1.7	2.7	3.4
Кърджали		E	0.999	0.998	0.995	0.985	0.946	0.880	0.812
Ст. Кладенец		PBIAS	0.7	1.1	1.9	3.6	6.5	8.7	9.7
Ст. Кладенец		E	0.992	0.982	0.944	0.785	0.215	-0.622	-1.380
Ивайловград		PBIAS	3.1	4.7	8.0	16.1	37.2	38.9	35.3
Ивайловград		E	0.653	0.262	-1.050	-6.890	-34.200	-31.100	-22.200
след Ивайловград	Прогн. водно количество	PBIAS	10.9	7.5	-2.0	-18.8	-25.1	-16.5	-10.8
след Ивайловград		E	0.989	0.724	0.550	0.368	0.292	0.173	0.078

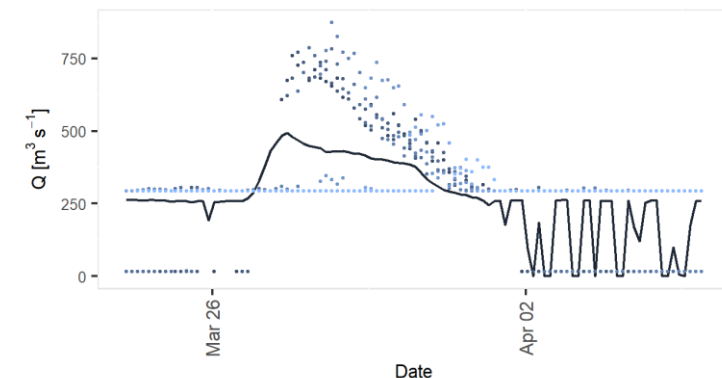
8th Bulgarian-Austrian Seminar

Прогнозирани и отчетени водни нива в язовирите



период
от 2019-02-04 02:00
до 2019-04-16 20:00

Отчетени водни количества след яз. Ивайловград



Предстоящи подобрения

- Увеличаване на пространствената резолюция на повърхностната схема от 8 на 4 км в съответствие на подобрената резолюция на модела за прогнозиране на времето ALADIN-BG - около 5 км.
- Трансформиране на стъпката за прогнозиране в рамките на 5 дневния прогнозен период от 3h до 1h.
- Добавяне на нови по-малки водосбори, които да бъдат включени в симулациите и прогнозите - река Малка Арда в село Баните, Бяла-Луда р.
- Инсталиране на нови станции за хидроложки и валежни измервания и подмяна на остарели измервателни уреди.

Някои от тези действия ще се изпълняват от НИМХ като партньор по проекта в рамките на стартиращия проект FLOODGUARD, финансиран от програмата на EU INTERREG V-A.

8th Bulgarian-Austrian Seminar

Благодаря за вниманието!

<https://arda.hydro.bg/>



petko.tsarev@transhydro.eu

30-31 May 2019-Sofia