

ГОДИШНИК НА УНИВЕРСИТЕТА ПО АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛСТВО И ГЕОДЕЗИЯ – СОФИЯ

Юбилейна приложна научно-техническа конференция  
„65 години Хидротехнически факултет и 15 години немскоезиково обучение”

6–7 ноември 2014  
6–7 November 2014

International Jubilee Conference  
„65<sup>th</sup> Anniversary Faculty of Hydraulic Engineering and 15<sup>th</sup> Anniversary Hydraulic Engineering in German”

ANNUAL OF THE UNIVERSITY OF ARCHITECTURE, CIVIL ENGINEERING AND GEODESY – SOFIA

XLVII <sup>ТОМ</sup>  
vol.

2014

св.  
fasc. I-B

## МОДЕЛ НА НА МОНИТОРИНГОВА МРЕЖА В НАПОИТЕЛНА СИСТЕМА „ТОПОЛНИЦА”

Н. Гаджалска<sup>1</sup>, Р. Петрова<sup>2</sup>

*Ключови думи:* напоителни системи, екологичен мониторинг, вода за напояване

*Научна област:* напоителни системи

### РЕЗЮМЕ

Провеждането на собствен мониторинг в границите на напоителните системи ще позволи да се направи точна оценка на екологичното състояние на тези площи, установяване на тяхното съответствие спрямо стандартите за опазване на околната среда и разработване на необходимите мерки за запазване на почвеното плодородие.

За модел на изследването е взета напоителна система „Тополница”, в която съществуват някои екологични проблеми, свързани с двата основни компонента – води и почви. В модела е предложена схема за изграждане на локална мрежа за собствен мониторинг в границите на напоителната система. Посочени са пунктовете за взимане на водни и почвени проби. Направен е анализ на състоянието на разглежданите компоненти в прилежащите площи на системата.

### 1. Въведение

Запазването и подобряването на екологичното равновесие в мелиорираните земеделски земи в съответствие с новите изисквания за усъвършенстване на методите за управление и контрол на напояването водят до необходимостта от обективна количествена и качествена оценка на показателите, която да показва въздействието на

<sup>1</sup> Нели Гаджалска, доц. д-р, ИПАЗР ”Н. Пушкиров”, София, ул. „Шосе Банкя” № 3,  
e-mail: Gadjalska@abv.bg

<sup>2</sup> Росица Петрова, доц. д-р, кат. „Организация и икономика на строителството“, УАСГ, бул. ”Хр. Смирненски” № 1, 1046 София, e-mail: rossitza\_petrova@abv.bg

напоителните съоръжения върху екологичната ситуация в съответните земи. Липсата на такава оценка крие риск от замърсяване на почвите и водите в тези площи, което може да доведе до негативно въздействие върху компонентите на околната среда при функционирането на напоителните системи.

За проектиране и изграждане на локална мониторингова мрежа в напоителните системи е необходимо да се извърши проучване, анализ и оценка на състоянието на напоителната инфраструктура и компонентите на околната среда в мелиорирани площи. Въз основа на набраните данни и текущата информация за състоянието на съоръженията и на основните компоненти – води и почва в прилежащите площи на системите и след анализ и оценка на състоянието им, се дефинират параметрите за следене от мониторинговата мрежа и се определят критериите за оценка. Необходимо е също така и определянето на изискванията към техническите средства за измерване и регистриране на дефинираните параметри за следене и избор на местата за мерене на дебит, вземане на водни и почвени проби.

## 2. Напоителна система „Тополница“

За модел на изследването е взета напоителна система „Тополница“, която е в сравнително добро техническо състояние. Изборът на тази система е направен поради факта, че в нея съществуват някои екологични проблеми, свързани с двата основни компонента на напоителния ландшафт – водите и почвите.

Напоителна система „Тополница“ е разположена между реките Тополница и Стряма, ГНК „Лесичево-Стряма“, ГНК „Алеко-Потока“ и р. Марица. Предназначена е основно за напояване на прилежащите площи и земеделските земи в Пазарджишкото поле. Главен водоизточник на системата е яз. „Тополница“, който покрива близо половината от потреблението. Останалите водите са от допълнителната приточност от водосбора на р. Тополница между язовира и водохващане „Бент Лесичево“, прехвърлени води от каскадите „Баташки водносиллов път“ и „Белмекен-Сестримо“ местни водоизточници под формата на множество малки язовири в басейна на р. Тополница и р. Луда Яна. Язовир „Тополница“ е с общ завирен обем 137 млн. m<sup>3</sup>.

„Бент Лесичево“ е основно съоръжение в системата. Той представлява масивно водохващане на р. Тополница с  $Q = 18 \text{ m}^3/\text{s}$ . От него започва главният транспортен канал ГНК „Лесичево-Стряма“, облицован с трапецовиден профил, с обща дължина 40,424 km, оразмерен в началото за  $Q = 17 \text{ m}^3/\text{s}$ , по който водата за напояване се отправя към напоителните системи „Карабунар“, „Тополница“ и „Стряма-Чирпан“. По начин на доставка на вода всичките площи са гравитачни и се напояват гравитачно. В началото на канала има монтирана рейка за измерване на водното количество.

По главен канал „Лесичево-Стряма“ има повече от 200 различни съоръжения: 56 вододела, 6 дюкера, 11 мост-канала, 24 водостока, 23 запорни врати и 7 изпускателя, както и мостове на канали и шосета и др. По-големи разпределителни канали в напоителната система са: НК „Телемен арк“, НК „Синан арк“, НК Р-19 и ГРК „Черногорово“, вземащ вода от водохващане на р. Луда Яна.

Проведеният анализ и оценка на взетата като модел напоителна система „Тополница“ показват, че вследствие на процесите на връщане на земята на собствениците, се стигна до раздробяване на земеделските земи, което затруднява осигуряването на вода за напояване. Съществуващата канална мрежа в някои участъци е в лошо техническо състояние (има ниска проводимост и в голяма степен е разрушена), което прави невъзможно ползването ѝ за доставяне на вода до определени площи. Това е

наложило бракуване на част от тях като негодни. Бракувана е като негодна и съществувалата тръбна мрежа, захранвана чрез помпени станции от ГНК „Лесичево-Стряма“. От общо 98556 дка поливна площ, прилежаща към НС „Тополница“, годни за напояване са само 41073 дка и то при гравитачно подаване на поливната вода.

### **3. Изграждане на локална мониторингова мрежа за провеждане на собствен мониторинг в района на НС „Тополница“**

Оценката на екологичното състояние на напояваните площи в една напоителна система се извършва въз основа на състоянието на:

- качествата на повърхностните и подпочвените води, използвани за напояване;
- процесите на засоляване и осолонцоване на почвата;
- неблагоприятните инженерно-геоложки процеси – напоителна ерозия, уплътняване, суфозия;
- режим на подпочвените води;
- природните и антропогенните фактори, влияещи върху екологичното състояние на площите.

Съгласно Закона за водите (1999 г.), Наредба № 1 от от 11.04.2011 г. за мониторинг на водите Чл. 67.(1) и Наредба № 4 от 01.2009 г., за мониторинг на качеството на почвите, екологичният мониторинг в площите на напоителната система, трябва да се извършва от физическите или юридическите лица, които провеждат техническата експлоатация и поддържането на напоителната система и съоръжения. В нашия случай това е „Напоителни системи“ ЕАД, клон Пазарджик. В съответствие с нормативната база „Напоителни системи“ – клон Пазарджик трябва да разработят план за провеждане на собствен мониторинг, съобразен с поставените условия в разрешителното за водоползване и да изградят и поддържат локална мониторингова мрежа за следене на компонентите води и почви, където е необходимо. Те трябва да са запознати и да следят, както и да използват получените данни от НАСЕМ за своите цели. Планът за собствен мониторинг включва следните основни елементи:

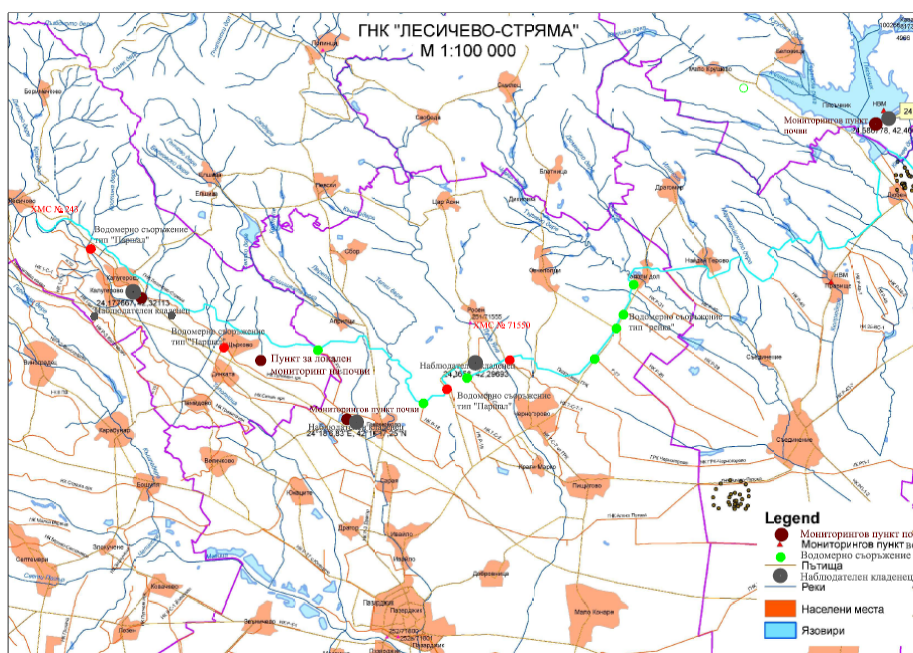
- описание на обекта, за който се извършва мониторинг;
- разположение на пробовземните точки, респ. пунктовете за мониторинг, местоположение, отразено на карта с подходящ мащаб, конструкция;
- наблюдавани показатели за количество и качество и средства и методи за тяхното измерване;
- честота на наблюденията;
- анализ на данните от мониторинга и форма на предоставяне на резултатите;
- функционални връзки по предоставяне на информацията от мониторинга.

#### **3.1. Съществуваща мониторингова мрежа в напоителна система „Тополница“**

В района на напоителна система „Тополница“ попадат няколко пункта за мониторинг от Националната автоматична система за екологичен мониторинг (НАСЕМ),

съответно 5 пункта за мониторинг на повърхностни води, 4 пункта за наблюдение състоянието на подземните води и 3 пункта за наблюдение на почви (Прил. № 1).

От 5 пункта за мониторинг на повърхностните води два пункта са за хидро-биологичен мониторинг – при яз. „Пясъчник” и на р. Кюпрюдере при с. Правище; един на р. Луда Яна при с. Росен за измерване на физико-химичните показатели – основни, приоритетни и специфични замърсители, както и два за мониторинг на хидроложкия режим на реките и за измерване на водното количество в р. Тополница – ХМС № 243 при с. Лесичево и ХМС № 71550 на р. Луда Яна при с. Росен. Измервания на оттока на реките се извършват и при устието им, с цел определяне изменението на годишния товар на замърсителите преди вливането им в р. Марица.



Прил. № 1. Модел на мониторингова мрежа в НС „Тополница”

За измерване на количествените и качествените показатели на подземните води в поливните площи по продължението на ГНК „Лесичево-Стряма” има изградени 5 наблюдателни кладенеца – ШК при с. Калугерово, ТК на ПС при с. Гелеменово, ТК при с. Росен, НК при яз. „Пясъчник” и ТК на ПС-Ивайло, който се използва основно за определяне на физико-химичните свойства на подземните води в района. Те се намират върху подземни водни тела „Порови води в Неоген-Кватернер – Пазарджик-Пловдивския район” с код BG3G000000QO018 и „Порови води в Кватернер – Горнотракийска низина” с код BG3G00000N2MQ013. Измерваните показатели са разделени в четири групи: основни физикохимични; допълнителни физикохимични показатели; метали и специфични замърсители на подземните води.

За измерване на качествените показатели на почвите в поливните площи по продължението на ГНК „Лесичево-Стряма” има изградени 3 мониторингови пункта от Национална система за почвен мониторинг I-во ниво (Прил. №1). Първият пункт с № 138 е в землището на с. Калугерово на кота 260 m, вторият пункт № 154 е при с. Росен на кота 261 m и третият пункт с № 171 е при кв. „Елешница”.

Анализът на състоянието на компонентите води и почви в напояваните площи от напоителна система „Тополница” показва, че влияние върху качествата на компонентите на околната среда в района на напоителната система и прилежащата ѝ територия, оказват селското стопанство, чрез употребата на изкуствени торове и пестициди и от промишлеността – предприятията над яз. „Тополница”, които замърсяват водите на р. Тополница и водите на р. Луда Яна, както и замърсяване с битови-фекални води от населените места. Река Тополница е със силно нарушен естествен отток в долното си течение вследствие на изградените яз. „Тополница” и яз. „Душанци”. Река Луда Яна също е с нарушен естествен отток вследствие на изградените в поречието ѝ общо 26 бр. микроязовири, с общ завирен обем 4,86 млн. m<sup>3</sup>, които са предназначени за напояване.

По отношение качествата на повърхностните води, данните от РИОСВ Пазарджик за последните 3 години показват, че няма превишение на стандартите за качество и за всички водни тела е определено добро химично състояние. Като цяло обаче екологичното състояние на реките е лошо, което се дължи на завишение на биогенните елементи /азот, фосфор/, дължащо се на заустването на отпадъчните води от населените места – Панагюрище, Стрелча и други села. Изместващи физико-химични показатели са: БПК<sub>5</sub>, азот амониев, азот нитритен, ортофосфати, азот общ, фосфор общ и манган. През 2010 г. е установено аварийно залпово замърсяване с метални йони /мед, манган и желязо/ на р. Банска Луда Яна от „Асарел Медет” АД – източникът е локализиран. В пункта на р. Тополница при с. Драгор се констатира отклонение от СКОС по показател мед, а в пункта устие на р. Елшишка – отклонение по показател мед и манган. Проблемът може да бъде решен с изграждане на ПСОВ в населените места и ЛПСОВ на предприятията в района.

Всички повърхностни водни тела са категоризирани съгласно РД 272/2001 г. на МОСВ за категоризация на повърхностните водни обекти или части от тях, РД 970 /2003 г. на МОСВ за определяне на „чувствителните зони” и РД-930/25.10.2010 г. за нитратни уязвими зони. Съгласно категоризация на реките в България реките в района на НС „Тополница” са следните категории:

- яз. „Тополница” – III категория „чувствителна зона”;
- р. Тополница, след яз. Тополница и р. Луда Яна, след източник на антропогенно въздействие до вливането им в р. Марица – II категория;
- водите в напоителните канали приемат категорията на водите във водния обект от който се отнемат. Водите в отводнителните канали се категоризират II категория.

От извършените наблюдения върху химическото състояние на ПВТ в района са установени отклонения на средногодишните съдържания от стандарта, а именно в пункт Ивайло – калций – 151,5 mg/l и 166, 25mg/l (150 mg/l) с тенденция на завишено съдържание, сулфати – 324,75 mg/l (250 mg/l; пункт Гелеменово – фосфати – 0,45 mg/l (0,40 mg/l).

Като цяло може да се направи изводът, че качеството на подземните води в подземно водно тяло „Порови води в Неоген-Кватернер – Пазарджик – Пловдивския район” с код BG3G00000NQ018 съответства на стандарта за качеството в Наредба № 1/10.10.2007 г и на Директива 98/86/ЕС/ с малки изключения, тъй като подземните води в тръбен кладенец на „Ивайло” са били със завишено съдържание на нитрати, концентрацията на които през 2012 г. е намаляла до нормативната стойност. „Порови води в Кватернер – Горнотракийска низина” в подземно водно тяло с код BG3G000000Q013 нямат проблемни параметри.

Най-разпространени почви в района са ливадно-канелените и алувиално-ливадните, които са благоприятни и плодородни за много ценни земеделски култури. Те са лесно водопроницаеми, затова имат нужда от чести поливки, както и от торене.

Наблюдават се основни почвени параметри – физични и химични параметри. След анализ на извършен през 2011 г. е установено, че съдържанието на тежки метали в почвата в пунктовете е под максимално допустимите концентрации (МДК), определени с Наредба № 3 за допустимо съдържание на вредни вещества в почвата, с изключение на пункт № 138, в който е установено наличие на мед (Cu) над фоновото съдържание – 140 mg/kg почва при МДК 80 mg/kg почва в условията на рН 6,5 – 5,9, дължащо се на замърсяване с води от яз. „Тополница”, респ. р. Тополница. Съдържанието на арсен е под МДК-10 mg/kg почва (МДК-21 mg/kg почва). Наблюдава се по-високо ниво на фосфати, превишаващо МДК-4 – 5 пъти.

Наблюденията за интензитета и размера на площите, подложени на ветрова и водна ерозия, извършвано от ИАОС на база математически модел, не показва развитие на ерозионни процеси за разглеждания тригодишен период 2010–2012 г.

### 3.2. Локална мониторингова мрежа за провеждане и поддържане на собствен мониторинг в района на напоителна система „Тополница”

Локалната мониторингова мрежа за повърхностни води трябва да осигури надеждна оценка на количественото и качествено състояние на повърхностните водни тела в напоителните системи. Тя се състои от мрежа за хидрометричен мониторинг и мрежа за мониторинг на химичното състояние на повърхностните води.

Мрежата за хидрометричен мониторинг трябва да измерва: водни нива в съоръженията; протичащи водни количества в съоръженията; водни обеми в различните части от напоителните системи; налягане на водата в транспортната и разпределителна напоителна мрежа на системите и скорост на течението в каналната и тръбната мрежа на системите.

Язовир „Тополница” има издадено разрешително № 003532/16.02.2005 г. за водовземане на 20 m<sup>3</sup>/s при годишен лимит 174 000 млн. m<sup>3</sup>.

За провеждане на хидрометричен мониторинг в напоителна система „Тополница” трябва да бъдат изградени 4 водомерни съоръжения тип „Паршал”, монтирани в началото на по-големите напоителни канали с по-голяма обслужвана площ – ГНК „Лесичево-Стряма”, НК „Гелемен арк”, ГПР „Гелеменово” и Р-19. В зависимост от размерите на каналите е избран типът на водомерното съоръжение и са изчислени техническите му параметри, съгласно БДС 17328-93 за измерване на водни дебити в открити канали чрез водомерни корита Паршал – (табл. № 1).

Таблица 1. Предвидени водомерни съоръжения по каналите в НС „Тополница”

Канал	Q <sub>max</sub> m <sup>3</sup> /s	b <sub>к-л</sub> km	Размери на коритата Паршал				
			b	L	P <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	h <sub>c</sub>
ГНК „Лесичево-Стряма”	14,5	2,0	2,10	0,600	0,23	0,92	1,00
НК „Гелемен арк”	1,5	0,8	0,75	0,600	0,23	0,92	0,95
ГПК „Черногорово”	4,0	3,0	3,05	0,91	0,34	0,83	1,22
Р-19	2,0	0,8	0,75	0,600	0,23	0,92	0,95

Честотата на измерване е три пъти в денонощие по време на целия вегетационен период. Получените данни са от особена важност както за предприятието доставчик, така и за потребителите, с цел точно измерване на подадената и използвана вода и съответно определяне КПД на системата, от една страна, а от друга, изготвяне на коректните сметки за използвана вода на потребителите.

Мрежата за мониторинг на химичното състояние на повърхностните води се проектира така, че да гарантира достоверността на данните за измерваните показатели. В нашия модел измерваните от мониторинговата мрежа показатели трябва да отговарят на показателите в Приложение № 1 от Наредба № 18 за качествата на водите, използвани за напояване на земеделските култури (ДВ43/2009 г.). Задължително се определят показателите: температура на водата, водороден показател, разтворен кислород, електропроводимост, перманганатна окисляемост, биохимична потребност от кислород, химична потребност от кислород, азотни показатели, фосфор, разтворени и неразтворени вещества.

Честотата на взимане на проби трябва да бъде най-малко един път годишно преди началото на поливния сезон, с изключение на случаите на непредвидено внезапно покачване на нивото на водата във водоизточника-река, язовир и др. Лицата, провеждащи техническата експлоатация на НС "Тополница", извършват наблюдения за установяване на неблагоприятни изменения на качеството на водите в течение на поливния сезон по органолептични и физични свойства на водата, като специфичен мирис, мътност, утайки, газоотделяне и други. При индикации от Националната мониторингова мрежа за замърсяване с приоритетни вещества или специфични замърсители, тогава съвместно с РИОСВ се вземат водни проби за анализ, който процес продължава до прекратяване на замърсяването.

*Локалната мониторингова мрежа за подземни води* включва измерването на отнетите от подземния воден обект водни количества и измерването на нивата на подземните води в съответствие с Наредба № 1 от 10.10.2007 г. за проучване, ползване и опазване на подземните води (обн. ДВ, бр. 87 от 30.10.2007 г.)

Мрежата за мониторинг на подземните води трябва да осигури подробни и детайлни данни за химичното състояние на подземните води в рамките на всеки речен басейн и да открива присъствието на дългосрочни, причинени от антропогенна дейност, възходящи тенденции в концентрацията на замърсителите. При определяне на броя и разположението на наблюдаваните пунктове, приоритет при избора им имат съществуващите пунктове от Националната и опорната мониторингова мрежа. Нови пунктове се проектират само при отсъствие, недостатъчен брой и непредставителност на тези пунктове.

В нашия модел, поради наличието на достатъчен брой наблюдателни пунктове от Националната мониторингова мрежа, не се предвижда изграждането на други такива. При установяване на проблеми в пунктовете на НАСЕМ може да бъдат използвани за временно наблюдение сондажи, изградени в района за други цели.

По отношение определянето на количественото състояние на подземните води мониторинговата мрежа включва оценка на водното ниво във всяко подземно водно тяло или група тела, като се вземат предвид краткосрочните и дългосрочните изменения в подхранването и оценка на въздействието на водочерпенията и дренването върху нивото на подземните води за подземни водни тела, определени като рискови по отношение на невъзможността за достигане на екологичните цели по чл. 156а, ал. 1 ЗВ.

Във всички пунктове задължително се предвижда да се наблюдават необходимите за експлоатацията на НС "Тополница" водното ниво, минерализацията и химическият състав на подземните води с цел определяне на характера на сезонните, го-

дишните и многогодишните им изменения, както и балансът на подземните води и на хидродинамичните показатели, за установяване на влиянието им върху водния и соле-вия режим на мелиорираниите площи. За провеждане на мониторинга в напоителна система „Тополница“ ще бъдат използвани съществуващите 5 броя наблюдателни кладенци на НАСЕМ, описани по-горе. Минималната честота за наблюдение на водното ниво или дебита е 12 пъти годишно за безнапорните подземни води и 4 пъти годишно за напорните подземни води. Наблюдения на химическото състояние се проектират най-малко 2 пъти годишно за напорни подземни води и най-малко 4 пъти годишно за безнапорни подземни води. Наблюденията на вредни и опасни вещества се проектират не по-често от един път в годината.

*Локалната мониторингова мрежа за почви* се разполага така, че да осигурява подробни и детайлни данни за химичното състояние на почвите в рамките на всеки поземлен имот, намиращ се на територията на напоителната система, както и да откриват присъствието на дългосрочни, причинени от антропогенна дейност, възходящи тенденции на деградация на почвите и в концентрацията на замърсителите. Наблюденията на физическите и химическите показатели на почвите изискват да се отчита характерът на тези показатели и могат да са *трудноизменими показатели* – механичен състав, специфична плътност, обменна способност, хумус, CaCO<sub>3</sub>, гипс, сорбционна способност и *умерено-изменими показатели* – обща порьозност, влажност, рН, съдържание на водоразтворимите соли, компоненти на водния извлек. Следят се и основните параметри по отношение на замърсяването на почвите.

В района на мониторингов пункт № 138 в землището на с. Калугерово, където има открити стойности, превишаващи МДК по показател мед (Cu), е предвидено в съседство да бъде изграден локален мониторингов пункт за определяне състоянието на почвите в района и причините за „локалното замърсяване“ – от замърсените води на р. Тополница или от обработка на насажденията с препарати за растителна защита на медна основа. Изборът на площадка с размери 0,20 X 0,20 km за пробонабиране трябва да осигури хомогенно почвено покритие, което да е характерно за почвите в мрежовия квадрат и да отразява потенциално възможния тип земеползване. От местата за опробване се взема по една смесена проба от 1 kg на стандартните дълбочини 0–20 cm и от 20–40 cm. Методът на взимане на проби е чрез сонда, като директно се измерва с датчици влажността на почвата, рН, електропроводимостта и някои други показатели. Необходимо е площадката за почвен мониторинг да бъде в близост до опорен наблюдателен кладенец, свързан с режима на подпочвените води, на които се провеждат наблюдения и измервания. Честотата на вземане на проби е веднъж в началото на вегетационния период за следенето на замърсители (нитрати, хербициди и пестициди).

## Изводи

Провеждането на собствен мониторинг в хидромелиоративните системи е от съществено значение за опазване на околната среда в земеделските земи с оглед на тяхното устойчиво управление. Данните от наблюденията и оценките, получени в резултат на мониторинга, са основа за осъществяване на контрол по опазване на компонентите на околната среда в ХМС от местните РИОСВ и представители на НС „Тополница“. Те могат да служат и за база данни, необходима за управление на изпусканията от язовирите и отделяни от речните течения води, с цел да бъдат предотвратени всякакви рискове за замърсяване на водите и почвите и да се предотврати рискът за

здравето на хората, както и за осигуряване на информация за предупреждение при опасност от наводнения.

## **MODEL OF MONITORING NETWORK IN THE “TOPOLNITZA” IRRIGATION SYSTEM**

**N. Gadjalska<sup>1</sup>, R. Petrova<sup>2</sup>**

*Keywords: irrigation systems, ecological monitoring, irrigation water*

*Research area: irrigation systems*

### **ABSTRACT**

The carrying out of self-monitoring within irrigation systems allows an accurate assessment of the ecological status of these areas, as well as the determination of their conformity with the standards of environmental protection and efficient use of the nature. This also helps to develop the necessary activities and measures to preserve the nature and to raise the soil fertility.

The "Topolnitsa" irrigation system in which there are some environmental problems related with the two main components - waters and soils, is taken as a model for the creation of a monitoring network. The local network for self-monitoring within the irrigation system is proposed in the model. The points for making water and soil samples are shown. The data for the state of the measured components in the adjacent areas of the system is given.

---

<sup>1</sup> Neli Gadjalska, Assoc. Prof. Dr. Eng., ISSAPP “N. Pushkarov”, 3 Shosse Bankya Str., Sofia,  
e-mail: Gadjalska@abv.bg

<sup>2</sup> Rositza Petrova, Assoc. Prof. Dr., Department “Construction management and economics”, UACEG,  
1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: rossitza\_petrova@abv.bg

