



Получена: 18.03.2018 г.

Приета: 22.10.2018 г.

СТРУКТУРИРАНЕ НА ГИС БАЗИ ДАННИ ЗА НАПОИТЕЛНИ СИСТЕМИ

П. Филков¹, С. Богданова², Н. Найденов³

Ключови думи: QGIS, ГИС бази данни, структуриране, напоителни системи, управление, експлоатация, модернизация, реконструкция

РЕЗЮМЕ

Въз основа на анализ на изградените напоителни системи в България са предложени признаци за тяхното типизиране. Проучена е наличната ГИС база данни за тези системи и е оценена необходимостта от нейното обогатяване и преустройство. Разработени са правила за структуриране на ГИС база данни за нуждите на управлението, реконструкцията и модернизацията на напоителни системи. Тези правила са приложени при актуализирането на информацията в ГИС среда за напоителна система „Бяла Слатина“, като е използван ГИС програмен продукт с отворен код QGIS.

1. Въведение

През последните години в цял свят навлизат географските информационни системи (ГИС) като средство за управление, анализ и обработка на информация, тъй като те дават възможност за едновременна обработка, анализ, визуализация, геореферирание и актуализиране на данни за даден обект [1]. Към настоящия момент за изградените в Р България напоителни системи (НС) съществува база данни в ГИС, но нейната структура не позволява използването ѝ за извършване на анализи за целите на управлението,

¹ Петър Филков, доц. д-р инж., кат. „Хидротехника и хидромелиорации“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: pifilkov@yahoo.com

² Славка Богданова, инж., докторант в кат. „Хидротехника и хидромелиорации“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: mechkarova86@gmail.com

³ Николай Найденов, гл. ас. д-р инж., кат. „Фотограметрия и картография“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: terra-info@mail.bg

реконструкцията и модернизацията (РиМ). Липсват специфични данни за съоръжения и площи, а част от информацията вече не е актуална.

В Програмата за развитие на селските райони (ПРСР) за периода 2014 – 2020 г. са предвидени целеви средства за рехабилитацията, РиМ на НС в България. Според [2] тези средства са достатъчни и е необходимо да се въведат приоритети, по които да се извърши „класиране“ на системите по ефективност на инвестициите. Според [3] допустимостта на инвестициите за ремонт, РиМ на НС е обвързана с постигането на определена „потенциалната икономия на вода“.

Структурирането на ГИС базата данни за НС има за цел създаването на условия за тяхното по-добро оперативното управление, както и за комплексната оценка на ефективността от инвестициите. Последващото използване на структурираната база данни ще осигури инструмент за генериране на информация, която може да се ползва при различни разработки – практически, научно-приложни и научни.

2. Методологичен подход

За постигането на поставената цел и решаването на отделните задачи е използван следният методологичен подход:

1. Анализ на вида и структурата на съществуващите НС. Въз основа на анализа е предложено типизиране на НС, отчитащо основни показатели като вид на водоизточника, начин на подаване на водата в НС, вид на транспортно-разпределителната мрежа (ТРМ) и начин на действие на системите.

2. Систематизация на необходимите данни. Проучени и обобщени са данните, които се използват при оперативното управление на НС, както и информацията, нужна за целите на рехабилитацията, РиМ на системите [4, 5].

3. Анализ на световния опит при структуриране на бази данни в ГИС за целите на напоителните системи [6 – 12].

4. Анализ на структурата на наличната ГИС база данни. Открити са необходимите допълнителни данни, които трябва да се включат в атрибутивните таблици на отделните слоеве в ГИС.

5. Дефиниране на основни принципи и правила за структуриране на ГИС базата данни за условията на българските НС.

6. Структуриране на ГИС база данни за „моделни“ НС. За две избрани „моделни“ напоителни системи – НС „Бяла Слатина“ и НС „Тополница“, съществуващата ГИС база данни е реструктурирана според дефинираните правила и е демонстриран пример за извличане на необходими данни за целите на РиМ. Резултатите от проекта са интегрирани в ГИС с отворен код – QGIS.

3. Резултати и дискусия

3.1. Анализ и типизиране на изградените НС в България

По данни от Решение на МС от 2000 г. държавните напоителните системи (НС) в България са 261 бр. с общо изградена (застроена) площ 747 113 ha, с годни площи 541 780 ha. За 8 от тези НС изградените площи не са посочени, поради което може да се счита, че реалният брой на НС е 253 бр. От тях още през 2000 г. е посочена годна площ,

равна на нула за 28 НС, с което действителният брой намалява до 225 бр. Към настоящия момент годни за напояване, по приблизителни данни, са едва около 394 000 ha (53% от изградените и 73% от годните през 2000 г.). Размерите (големината на застроените площи) на отделните системи варират в широки граници – от 48 773 ha (НС „Тополница“) до 10 ha (НС „Селска Николитическа вада“).

Напоителните системи у нас се разделят на 4 категории според [13]: I категория с площ над 25 000 ha, II категория – с площ между 7 500 и 25 000 ha, III категория – с площ от 2 500 до 7 500 ha и IV категория – с площ под 2 500 ha. Според тази категоризация, големите системи със застроена площ над 25 000 ha са само 9 бр., но те обхващат общо 298 446 ha (40% от общата) докато тези от IV категория са 186 бр., със сумарна площ 115 901 ha (15,5% от общата).

Според [14], класификация на НС може да се направи по следните признаци: (i) според морфологията на терена (предпланински, долинен, водоразделен, делтов тип); (ii) според начина на напояване (НС за повърхностно, за дъждуване, за микронапояване, за вътрешно напояване, смесени); (iii) според режима на работа на системата (гравитационни, гравитационно-помпени и помпени НС); (iv) според това каква част от годната площ се напоява (НС с повсеместно напояване, с разредено напояване, с изборно напояване); (v) според начина на управление (неавтоматизирани, автоматизирани). Първият признак няма отношение към управлението, РиМ и има само информативен характер. Класифицирането по втория и четвъртия признак до голяма степен е загубило смисъла си, поради настъпилите социално-икономически промени след 1990 г. Сега стопаните сами решават как да напояват отглежданите култури и не се съобразяват с типа на изградените системи. Използваемостта на НС у нас през последните 20 и повече години е под 50%, според [2], което показва че по четвъртия признак всички системи са „с изборно напояване“. От представената систематизация и от практическо значение за целите на управлението, РиМ имат само признаци (iii) и (v). Следва да се отбележи, че степента на автоматизация на НС в България никога не е била висока, а деградацията през последните години доведе до практическа липса на автоматизирани НС. В представените в [14] признаци отсъства един изключително важен – осигуреността на НС с вода (тип и капацитет на водоизточника). Това е от изключително значение за експлоатацията, а също и за оценка на потенциалния ефект и възвръщаемост от инвестициите за рехабилитация, РиМ.

За нашите условия в [2] се предлага типизация на НС в 3 типа: I тип – НС с гравитачно хранване от ВИ и ТРМ от открити канали; II тип – НС с помпено-хранване от ВИ и ТРМ от открити канали; III тип – НС с ТРМ от тръбопроводи (според [15] – дъждовални напоителни полета). Към тези типове не са добавени сложните или съставни (комплексни) системи, от какъвто тип са повечето от големите НС у нас, въпреки че в разработките на СБ те се използват. Отделно, при системите от тип II не е отчетен броят на стъпалата на помпено повдигане на водата, който, заедно с общия напор, е от основно значение за формиране на експлоатационните разходи, респ. на цената на водата. Също така, немалък брой НС у нас са от типа „помпена станция – изравнител (язовир) – напоително поле“, който се явява междинно звено между тип II и тип III на дадената типизация.

Въз основа на направения анализ на структурата на НС у нас и важноста на отделните фактори при оперативното управление, рехабилитацията, РиМ на системите, се предлага класифицирането по следните признаци и със следните типове:

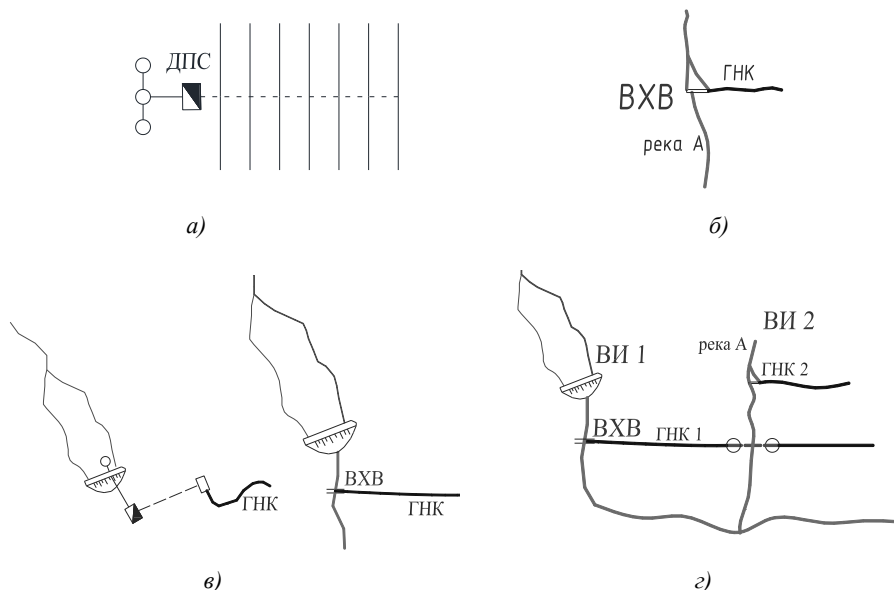
3.1.1. Класификация според вида на водоизточника (ВИ)

1) **Тип А** – НС на подземни води (фиг. 1а).

2) **Тип Б** – НС на „течащи води“ (фиг. 1б). Водоизточникът (ВИ) е река, на която няма регулиращ обем (язовир).

3) **Тип В** – НС на изравнени води (фиг. 1в). ВИ е язовир, като водата се взема направо от него или чрез водохващане (ВХВ) на реката под него.

4) **Тип Г** – НС със смесено захранване (фиг. 1з). Това са НС с два или повече ВИ.



Фиг. 1. Напоителни системи.

a) на подземни води, *б)* на „течащи води“, *в)* на изравнени води и *з)* със смесено захранване

3.1.2. Класификация според начина на захранване на НС и вида на ТРМ

1) **Тип Г** – гравитачни напоителни системи (Gravity fed irrigation systems)

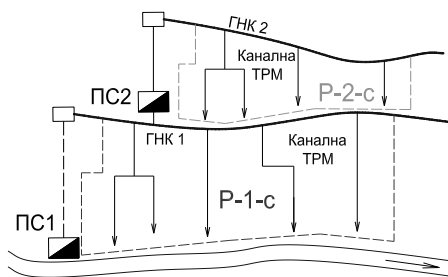
Подтип Гс – гравитачна НС с ТРМ от открити канали (Gravity fed irrigation system – Canal network). Водата се подава гравитачно от водоизточника в мрежа от открити канали. Пример за такава НС е НС „Тополница“.

Подтип Гр – гравитачна НС с напорна ТРМ (Gravity fed IS – Pressurized network). Водата се подава от ВИ по гравитачен път в главен напоителен канал (ГНК), разположен на командна кота, от който се захранва напорна водоразпределителна (ВР) мрежа. Пример за такъв подтип система е НС „Ихтиман“.

2) **Тип Р** – помпено захранвани напоителни системи (Pump fed IS)

Подтип Рс – помпено захранвана напоителна система с ТРМ от открити канали (Pump fed IS – Canal network). Чрез помпена станция водата се подава в главен канал или изравнител, откъдето се захранва мрежа от открити канали. В зависимост от броя на стъпалата на помпено повдигане на водата след буквата Р се добавя индекс 1, 2, 3 и т.н. На фиг. 2а е показана система Тип р-2-с. Напоителна система „Сандрово“ край гр. Русе е представител на този тип система (фиг. 2б).

Подтип Рр – помпено захранвана напоителна система с напорна ТРМ (Pump fed IS – Pressurized network). Водата се подава от ВИ чрез ПС в открити канали или изравнители, откъдето по естествен път се захранват напорни тръбни мрежи. Примери за подтип Рр са НС „Огоста“ и части от НС „Тракиец VII“.

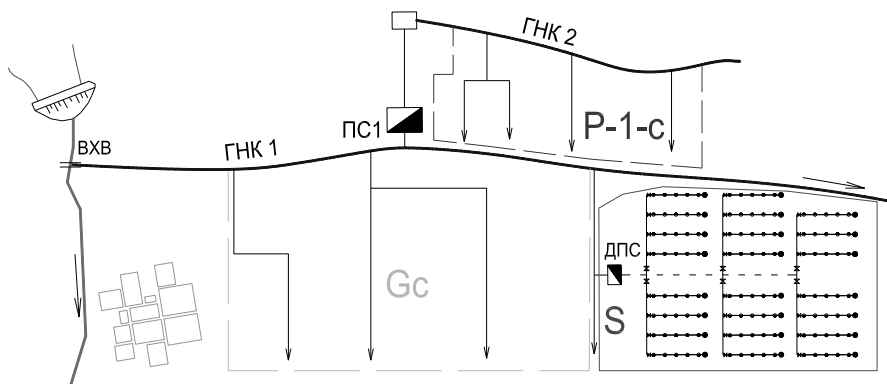


а) принципна схема, б) схема на НС „Сандрово“

Фиг. 2. Помпено захранвана НС от подтип P-2-с.

3) Тип S – помпено захранвани дъждовални напоителни полета (Sprinkler irrigation systems). При НС от тип S водата се подава от ВИ в напорна тръбна мрежа чрез дъждовална помпена станция (ДПС). Възможно е НС от този тип да се състои от само едно дъждовално напоително поле (НП). Примери за такива системи: НС „Белгун“, „НС „Езерец“ и др. в района на Добрич, Шабла и Каварна.

4) Тип C – сложни (съставни) напоителни системи (Complex irrigation system). Те могат да обхващат различни типове или подтипове от описаните по-горе (фиг. 3). Повечето от големите и средните НС в България са от този тип.



Фиг. 3. Примерна структура на сложна напоителна система

3.2. Необходими данни за целите на управлението, рехабилитацията и РиМ на НС

Справките, които е необходимо да се генерират от ГИС са:

- а) Напоявани площи и подадените (фактурирани) обеми вода с разбивка по:
- селскостопански култури – по десетдневки, по месеци, общо за годината и за повече от една година; по брой поливки;
 - по начин на напояване – гравитачно, дъждуване, капково;

- по начин на доставка на водата – гравитачно и помпено (на I стъпало, на II стъпало, на III и по-високо стъпало);
- по речен басейн, в който се използва водата;
- по канали, чрез които се доставя водата до потребителя;

б) Иззетите обеми вода от водоизточника, с разбивка по десетдневки, по месеци, общо за годината и за повече от една година;

в) Необходимите ремонтно-възстановителни работи по участъци от канали, тръбопроводи; по съоръжения и тяхното местоположение и функция в рамките на НС;

г) Необходими и/или реализирани разходи на ел. енергия за извършване на доставката на вода до определен канал, изравнител, напоително поле или конкретен имот.

За извличането на описаните справки от ГИС, информацията трябва да се обособи в много на брой отделни слоеве, с голямо количество данни в отделните атрибутивни таблици. На този етап, при който ГИС практически не се използва в НС ЕАД подобна подробно разработена база данни би затруднила усвояването на работата с нея. Удачен подход би бил постепенното надграждане и усложняване на ГИС базата данни, с което ще се улеснят първите стъпки на използващите я служители.

3.3. Анализ на световния опит при структуриране на ГИС бази данни за напоителните системи

ГИС е ценен инструмент за моделиране за разпределението на водата като източник за моделиране на данни и като инструмент за подпомагане на вземането на решения. В [6] се съобщава, че макар приблизително 15% от водоснабдителните системи понастоящем да използват ГИС, почти 80% планират да я използват в бъдеще.

Функциите на ГИС (слоеве с обекти на картата – векторни и растерни) не са просто точки и линии, те имат атрибути (информация за функцията), свързани с тях [8]. При НС, съоръжения като канали, тръбопроводи, изравнители и ПС са характеристики на системата, притежаващи атрибути.

Базите данни на ГИС могат да се възприемат като съвкупност от пространствена информация, представена под формата на векторни и растерни слоеве със съответните семантични данни в единна координатна система и картографска проекция. Всеки слой съдържа тематична информация за картата, която логически е свързана с нейното местоположение. В световната практика най-често базите данни във водния сектор съдържат следните слоеве [8]:

Данни за базовите карти: Контролни точки; Топографски контури; Местоположение на сгради; Главни географски указания.

Данни за района: Данни за земеползване; Демографски райони; Данъчни ставки; Област за спешни случаи.

Данни за околната среда: Карти с почвите; Потоци, реки и водни тела; Карта на заливните зони; Земно покритие.

Агроклимат: Температура; Валежи; Евапотранспирация.

Данни за мрежовите съоръжения: Водопроводна система; Канализационна система; Телекомуникации; Електрическа мрежа; Канали и тръбопроводи.

Данни за транспортната мрежа: Данни за улиците; Пътни кръстовища; Железопътни линии.

Записи на данни за използване на земята: Карта с отглежданите култури; Граници на парцелни имоти; Граница на земеделски имоти; Сервитути и клас на пътя.

В зависимост от конкретните изследвания и НС, тази база данни може да съдържа и друг вид информация.

3.4. Анализ на съществуващата ГИС база данни за НС в България

Съществуващата към момента ГИС база данни за НС е създадена през 2007 г. по проект “Интегрирано управление на водите в Република България”, финансиран от Японската агенция за международно сътрудничество (JICA) в съответствие със задание на Министерството на околната среда и водите (МОСВ). Тези данни са използвани и в настоящия проект, тъй като са публично достъпни на сайта на МОСВ.

Освен базовите данни – административни, топография, транспорт и пр., към тези, които имат отношение към хидромелиорациите спадат: хидрография, климат и напоителна инфраструктура, в които са включени границите на системите, водохващания, трасетата на главни и някои второстепенни канали, изравнителни, ПС, някои тръбопроводи, язовири.

Недостатъците на съществуващата ГИС база данни от гледна точка на управлението, рехабилитацията, РиМ са много. Прави впечатление, че към хидрографията има слой „канали“, но подобен – „канали/тръби“ има и в раздела на напоителната инфраструктура. От анализа на данните се установи, че в слой „канали/тръби“ са представени главните и някои второстепенни канали и тръбопроводи на НС, докато в слой „канали“ са дадени второстепенни и третостепенни напоителни канали, отводнителни канали и канавки (които обикновено присъстват в топографските карти без пояснения). Това създава възможности за объркване, от една страна, но е и ценна информация за наличната инфраструктура, от друга. В допълнение, в слоя „канали/тръби“ са дадени както напоителните канали, така и тръбопроводи, които имат различни допълнителни атрибути, а това затруднява описването на характеристиките им и работата с атрибутивните таблици. Както бе установено и на място при посещенията в клоновете на НС ЕАД, някои данни за каналите и тръбопроводите не са актуални – напр. каналът вече не съществува.

Една съществена част от хидромелиоративната инфраструктура – помпените станции, не е добре представена. Символите за ПС са поставени върху каналите, при което се поражда редица въпроси – не само какъв е типът на ПС, но и не може да се предположи кои площи захранва. Няма данни за вида на ПС – повдигателни или дъждовални, не са посочени изходни шахти на ПС.

По отношение на съоръженията от НС няма основна информация. Дюкерите, мост-каналите и тунелите не са отбелязани отделно – те на практика са „слети“ с каналите или тръбопроводите в слоя „канали/тръби“. В някои НС дюкерите са изобразени като канал, в други – като тръбопровод. Въобще липсват данни като дължина, диаметър/напречно сечение, вид на тръбите/конструкцията и пр. Няма информация за наличието на съоръжения по каналите – вододели, водостоци, регулиращи съоръжения, водомерни съоръжения или участъци и пр. По тази причина не са включени и техническите им характеристики. Тази информация е налична в НС ЕАД, но под друга форма – файлове на MS Excel.

Структурата на съществуващата база данни в ГИС не позволява да се определи кои площи се захранват гравитачно и кои помпено (и на колко стъпала се повдига водата), което е от съществена важност за определянето на разхода на електроенергия за доставка на водата и има пряко отношение към цената на поливната вода. Информацията, която се съдържа в базата данни на ГИС, не е напълно актуална и не е структурирана по подходящия начин, за да бъде използвана при съставянето на оценки и анализи за управлението, ремонта, РиМ на НС.

Разбира се, трябва да се отчете, че съществуващата към момента ГИС база данни за напоителната инфраструктура е събирана по проекта ЛСА за сравнително кратко време и с основна насоченост управление на водните ресурси. В този смисъл, слоевете за НС са били изградени от нулата, като е обработен огромен обем информация, която е структурирана и представена за целите на тогавашния проект. Тези цели са по-обща и за тях въпросната база данни е била достатъчна. Сега, за нуждите на управлението, РиМ на НС, ГИС базата данни се нуждае от надграждане и усъвършенстване.

3.5. Структуриране на ГИС база данни за НС в България

Основните правила за структуриране на ГИС база данни за НС са дефинирани въз основа на направената в т. 3.1 типизация по различни признаци, като е отчетен необходимият минимален обем допълнителна информация, която трябва да се съдържа в атрибутивните таблици. Описанието на правилата е, както следва:

1. За всяка НС трябва да се определи тип, според водоизточника. Това е важна информация, защото с приоритет при възстановяване, РиМ ще са добре водообезпечени системи – т.е. системи от тип В (на изравнени води) и Г (с повече от един водоизточник). Системи, използващи подземни води, са с най-нисък приоритет, тъй като ползват ограничен воден ресурс.
2. Всяка НС трябва да се определи според начина на захранване с вода и вида на ТРМ. С най-висок приоритет при РиМ ще са системи (подсистеми) от подтип Gc, поради малките енергийни разходи за доставка на водата. Следващи като предимство ще са системи (подсистеми) от подтип P-1-p, поради възможността за регулиране на работата на ПС и сравнително малките загуби на вода в ТРМ. Следват системи от тип S, тип P-1-c, и т.н.
3. В случаи на сложна (съставна) НС от тип С трябва:
 - 3.1. Ясно да се обособят отделните подсистеми и всяка от тях да бъде типизирана, според начина на захранване с вода и вида на ТРМ. За целта се използва отделен слой или в атрибутивната таблица се предвижда поле за данни.
 - 3.2. Отделните елементи на НС – площ, канал, тръбопровод, ПС, изравни-тел, съоръжение и др. имат поле с данни за това към кой тип подсистема принадлежат.
 - a. Ако даден елемент обслужва две или повече подсистеми (типове системи), тогава за него се записва типът, съответстващ на най-високия приоритет. Например, канал, захранващ както подсистема от тип Gc, така и подсистема от тип S, се включва в състава на подсистема тип Gc.
 - b. ПС се включва в състава на подсистемата, която захранва. Ако захранва повече от 1 подсистема, се постъпва по правилата на точка а.
4. За всички елементи от системите (подсистемите) се включва атрибут „стъпало“, който показва на кое ниво (стъпало на помпено повдигане) спрямо водоизточника се намира въпросната система/подсистема. За гравитачно захранвани системи от вида Gc и Gr, този атрибут има стойност „0“ (нула). За системи от типа S, захранвани от гравитачен канал на подсистема Gc, Gr или от сондажи, се посочва „1“. Ако обаче система тип S е снабдявана от

помпено захранван канал на подсистема от тип Р-1-с, тогава всички елементи на системата тип S ще имат стойност „2“ в атрибута „стъпало“.

Въз основа на дефинираните правила е разработена структура на НС в ГИС среда и са определени минималните изисквания към съдържанието на атрибутивната таблица на слоевете.

С цел приложение на предложените правила за структуриране на ГИС база данни бяха използвани две „пилотни“ НС „Бяла Слатина“ и НС „Тополница“. Клоновете на НС ЕАД, в които са разположени двете системи, бяха посетени през лятото на 2017 г., с цел да се актуализира наличната информация и да се допълни липсващата.

Според водоизточника НС „Бяла Слатина“ е от тип Г (захранвана на „течащи води“ и от язовир), а според структурата – сложна (С). В нея водата се подава помпено на 3 стъпала (4 стъпала), като има подсистеми от тип Gc и тип S. Според водоизточника НС „Тополница“ е от тип В, а според начина на захранване и ТРМ – от тип Gc (гравитачно захранване, с канална мрежа).

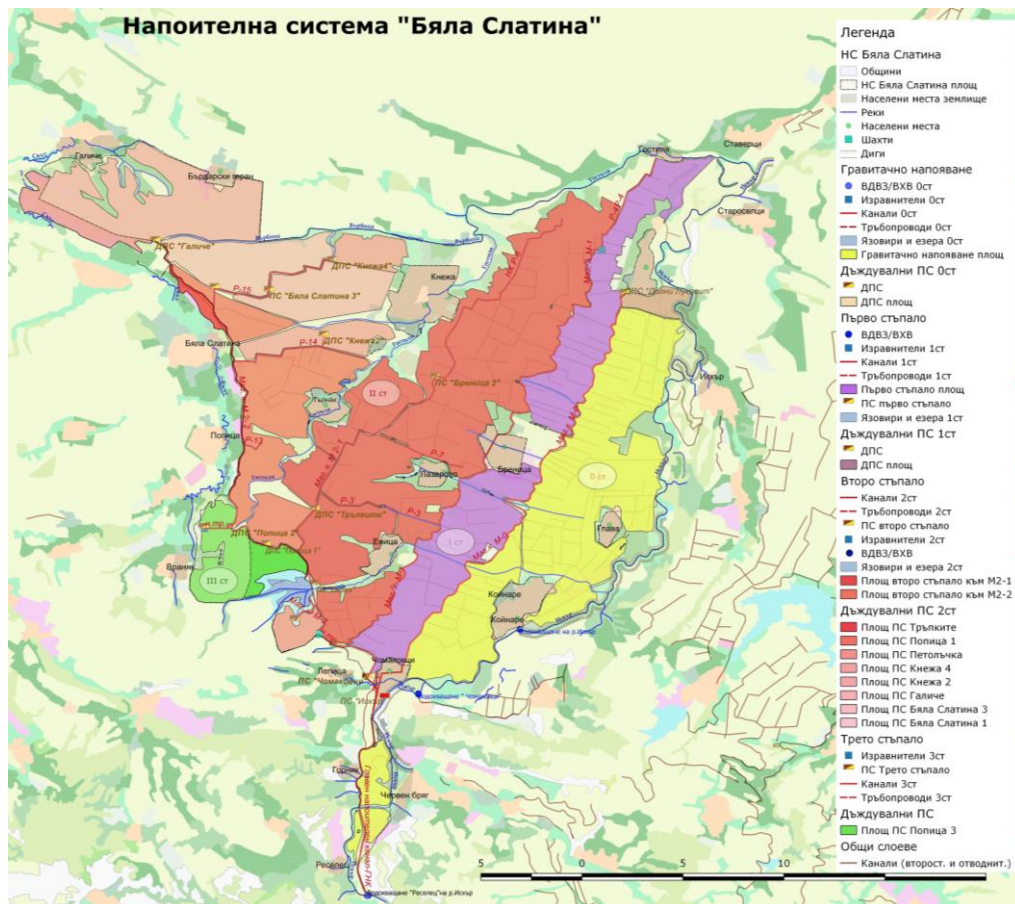
За НС „Тополница“ има данни за това кой канал каква площ захранва, но не бе открит картен материал за разположението на тези площи. По тази причина, а и заради начина, по който е конструирана НС „Бяла Слатина“, тя бе избрана за представителна, тъй като в най-голяма степен отразява проблемите при структурирането на базите данни в ГИС.

Структурата на НС „Бяла Слатина“ е представена на фиг. 4 и фиг. 5. Водоизточници за НС „Бяла Слатина“ са р. Искър (чрез водохващане „Реселец“) и яз. „Еница“ (вътрешносистемен изравнител, с малък собствен водосбор). От водохващане „Реселец“ водата се подава по главен напоителен канал (ГНК) до с. Чомаковци, като пътят захранва площи в терасата на р. Искър. При с. Чомаковци ГНК се разделя на две. Едната част продължава чрез дюкер под с. Чомаковци и подава вода в Магистрален канал М-0, площите към които се напояват изцяло гравитачно. Другата част на ГНК се отклонява към ПС „Чомаковци“ (I стъпало на системата), след която по канал водата стига в долния изравнител на ПС „Лепица“ – изравнител „Кленовит“ (микроязовир). От микроязовир „Кленовит“ е изграден дюкер към Магистрален канал М-1. Площите под канал М-1 се захранват гравитачно. Чрез ПС „Лепица“ (II стъпало) водата се подава в Магистрален канал М-2. Този канал преминава през дюкер „Еница“ и на няколко километра след него се разклонява към канали М 2-1 и М 2-2. Тези канали захранват както гравитачни второстепенни канали (т.е. подсистеми от типа Р-2-с), така и ДПС (подсистеми тип S), но също и подсистема от типа Р-3-р (помпено захранвани на трето стъпало, с напорна мрежа).

Особеното при експлоатацията на системата в миналото е, че преди дюкер „Еница“, чрез отклонение от М-2 може да се пълни язовир „Еница“ – през неполивния сезон, помпено, на 2 стъпала от р. Искър. През поливния сезон, в зависимост от необходимите водни количества за М-2 след дюкер „Еница“ са възможни три случая: а) водата от язовира се подава в М-2 след дюкера по гравитачен път, ако водното ниво в язовира е високо; б) водата от язовира се подава в М-2 след дюкера чрез ПС „Еница“ (която се явява III стъпало), при ниско ниво в язовира; в) водата от М-2 преминава през дюкера и яз. „Еница“ не се използва (ако язовирът е празен).

При направеното сравнение между наличната и актуалната информация се установиха несъответствия в някои части от НС. През годините НС ЕАД са извършвали частични изменения, които не са отразени на карти. Бяха уточнени типовете ПС (дъждовални и повдигателни) и се установиха площите, които те захранват. От 23 бр. изградени ПС работят 6 бр. – 3 бр. повдигателни и 3 бр. дъждовални.

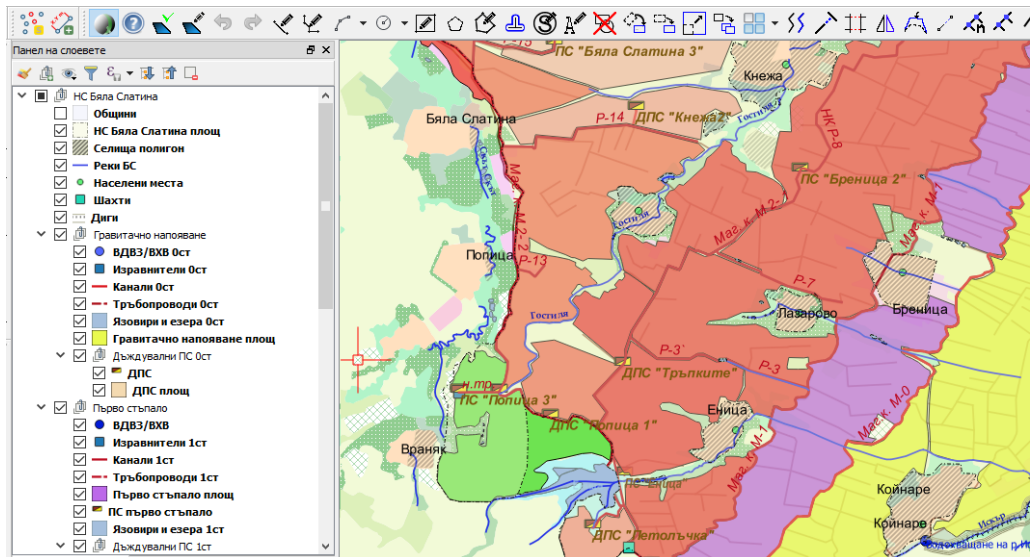
На фиг. 4 е дадена карта на НС „Бяла Слатина“ с нанесени корекции в ТРМ и актуалното състояние на ПС. Установи се, че някои от ПС са напълно разрушени, няма интерес да бъдат възстановявани и трябва да бъдат заличени от архивите на НС ЕАД. Тези ПС са дадени с различен символ. С различен цвят са отбелязани отделните стъпала на повдигане на водата.



Фиг. 4. Актуализирана структурна схема на напоителна система „Бяла Слатина“

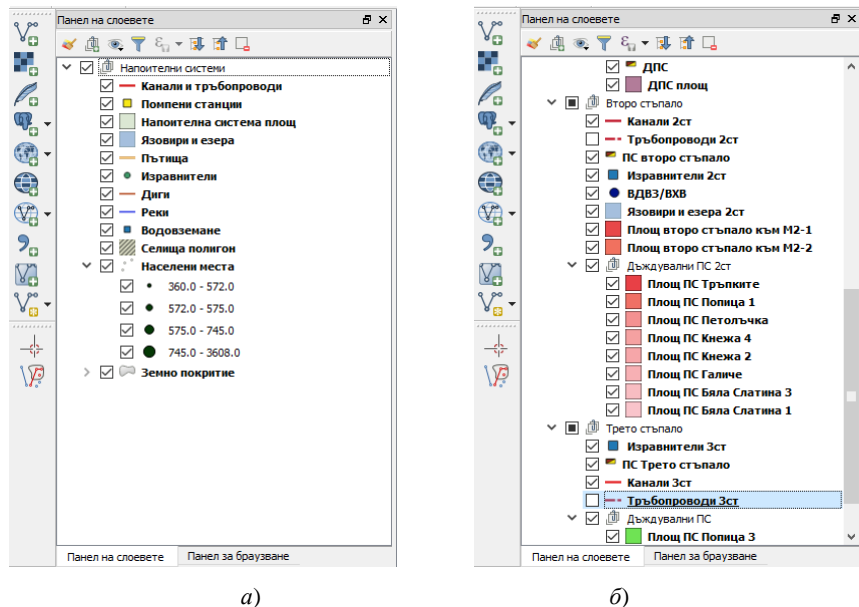
По отношение на стъпалата на помпено повдигане НС „Бяла Слатина“ предложи истинско предизвикателство, като в основата на сложния казус бяха яз. „Еница“ и канал М-2 с разклоненията му М 2-1 и М 2-2. През разглеждания поливен сезон (2017 г.), водоващане „Реселец“ не е било използвано. Водата към канал М-2 е била подавана само чрез ПС „Еница“ и в този случай площите към М-2 са първо стъпало. Това е в контраст със случая, когато водата се подава от р. Искър без участието на ПС „Еница“ – тогава площите към М-2 са II стъпало. Ако обаче се ползва яз. „Еница“ за допълване на водите от р. Искър, по втората част на канал М-2 текат води II стъпало (от ПС „Лепица“) и I стъпало (от подязовирната ПС „Еница“), ако язовирът не е бил пълен през неполивния сезон. Ако язовирът е бил пълен през неполивния сезон, тогава водите от ПС „Еница“ са III стъпало. Предвид сложността и вариативността на системата, бе решено всички площи към канал М-2 след яз. „Еница“ да се причислят към II стъпало.

Структурирането на базата данни се състои в разделянето на всяко стъпало в отделна група, която при нужда може да се включва и изключва. Всяка група съдържа слоеве – ПС, канали и тръбопроводи, изравнителни, водохвощане, язовири и т.н. Те са еднакви за всяка група (фиг. 5).



Фиг. 5. Панел със слоеве на НС „Бяла Слатина”

На фиг. 6 е дадено сравнение между слоевете в съществуващата ГИС база данни (фиг. 6а) и реструктурираната (фиг. 6б).



Фиг. 6. Структурата на ГИС базата данни.
а) съществуваща, б) актуализирана

Предвижда се предложената тук типизация на НС в България да се разшири, като се добави признак „големина на НС“. По тази причина към данните за напоителните системи са добавени колони с информация за изградените и годни за напояване площи (фиг. 7).

Branch_bg	Branch_en	AreaM2	Name_bg	Name_en	Shape_Leng	Shape_Area	Constructe	Equipped_A	Туп
Шумен	Shumen	401243306.6579...	Масив 46в	Massif 46v	10865138.35920...	10865138.35920...	9992	9992	
Струна-Места	Struna-Mesta	621339166.1879...	НС Трън	Tran IS	11618684.75249...	11618684.75249...	9924	0	
Шумен	Shumen	401243306.6579...	Масив 46а	Massif 46a	10517280.69559...	10517280.69559...	9483	7980	
Долен Дунав	Dolen Dunav	1060420824.289...	НС Юпер-Бисерци	Yuper-Biseritsi IS	129277360.9500...	129277360.9500...	94688	84697	
Шумен	Shumen	401243306.6579...	Масив 31	Massif 31	10334511.68879...	10334511.68879...	9456	9032	
Хасково	Haskovo	598509133.3159...	НП Харманли-ка...	Harmanli drop IA	997211.4011389...	997211.4011389...	936	0	
Среден Дунав	Sreden Dunav	1377920147.160...	НС Умаревци	Umarevtsi IS	14945999.16640...	14945999.16640...	9287	7609	
Шумен	Shumen	401243306.6579...	Масив 4	Massif 4	7635009.404500...	7635009.404500...	9154	9154	

Фиг. 7. Атрибутивна таблица на слой „Напоителни системи“ с добавени колони за Изградена/Constructed и Годна/Equipped площи

Чрез възможностите за селектиране по критерии могат да се правят различни отчети, които да улеснят работата на НС ЕАД, като например – да се състави отчет с всички ползватели, които са ползвали вода I стъпало на помпена доставка и пр. Възможни са мултикритериални справки, които без ГИС биха били по-сложни.

4. Изводи

Създадените правила за структуриране на ГИС бази данни могат да се използват при разработването на структурни и оперативни модели за други НС у нас. Представеният пример с НС „Бяла Слатина“ показва, че поради сложността на някои системи не винаги е възможно еднозначното определяне на стъпалата на помпено повдигане на водата до някои площи. По тази причина, към всеки обект следва да се подхожда с отчитане и на индивидуалните му характеристики и наложената експлоатационна практика през последните години.

Използването на ГИС има следните предимства:

1. Улеснява се управлението и експлоатацията на НС, като по-бързо и точно могат да се изчисляват експлоатационните разходи – за поддръжка, ремонт, ел. енергия, ресурс вода и технологични загуби, което води до точно определяне на цената на доставяната вода.
2. Създава се възможност за бързото генериране на справки, служещи за Националния статистически институт, Басейнови дирекции, Централното управление на НС ЕАД (или управлението на сдружение за напояване) и пр.
3. Получава се инструмент, чрез който могат да се извършват множество анализи и оценки. Например, да се планират и остойностяват реконструкции и/или модернизации, като се проследява техният ефект както върху засегнатите участъци, така и върху цялата система.

4. Могат да се изработват картни материали при оценяването и класирането на НС за приоритетно финансиране.

Комбинираният ефект от изброените предимства ще се изрази в по-ефективното използване на водните ресурси и по-рационалните инвестиции в ремонтите, реконструкцията и модернизацията на напоителните системи.

Благодарности

Настоящата научноизследователска разработка е извършена и финансирана по договор № Д-94/17 с Център за научни изследвания и проектиране при УАСГ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Попов, А.* Географски информационни системи: Основи на геоинформационното моделиране. Анубис, 2012.
2. *Световна банка.* Обща стратегия за управление и развитие на хидромелиорациите и защита от вредното въздействие на водите. София, 2015.
3. Регламент (ЕС) № 1305/2013, Официален вестник на Европейския съюз, 2013.
4. *Corporate Author.* Canal Automation for Irrigation Systems. ASCE, 2014.
5. *Давидов, Д., Б. Попов, Б. Момчилов.* Модернизация и реконструкция на напоителните системи. Земиздат, 1986.
6. *Anderson, J. L., M. V. Lowry, J. C. Thomte.* Hydraulic and Water Quality Modeling of Distribution Systems: What are the Trends in the US and Canada. AWWA Annual Conference, Washington, DC, 2001.
7. *Shamsi, U. M.* GIS and Modeling Integration. CE News, 13(6), 2001.
8. *Walski, Thomas M., et al.* Advanced Water Distribution Modeling and Management. Civil and Environmental Engineering and Engineering Mechanics Faculty, Publications. Paper 18. University of Dayton, 2003.
9. *Johnson, Lynn E.* Geographic Information Systems in Water Resources Engineering. Boca Raton, London, New York, CRC Press, 2009.
10. *Corporate Author.* Cellular automata-based spatial multi-criteria land suitability simulation for irrigated agriculture. International Journal of Geographical Information Science, Vol. 25, No. 1, January 2011, 131–148, 2014.
11. *Lalitha, M., S. Mani, R. Sivasamy.* Evaluation of Land Suitability for Different Irrigation Methods Using GIS Techniques. International Journal of Bio-resource and Stress Management 2016, 7(6):1262-1266, 2016.
12. *Md. Hazrat, Ali, Lee Teang Shui, W. R. Walker.* Optimal Water Management for Reservoir Based Irrigation Projects Using Geographic Information System. EBCSO Publishing, 2003.
13. Норми за проектиране на хидротехнически съоръжения. // Бюлетин за строителство и архитектура, София, 1985, кн. 11.
14. *Джунински, Б.* Напоителни системи. Техника, 1990.
15. Норми за проектиране на хидромелиоративни системи. // Библиотека на проектанта, София, КИПП Водпроект, 1991, кн. 64.

GIS DATABASE STRUCTURING FOR IRRIGATION SYSTEMS

P. Filkov¹, S. Bogdanova², N. Naydenov³

Keywords: QGIS, GIS database, structuring, irrigation systems, management, operation, modernization, reconstruction

ABSTRACT

The irrigation systems schemes and structure are analyzed and indicators for irrigation systems typing are proposed. The available GIS database for the existing systems in Bulgaria is studied and the need of its reconstruction and enlargement is considered. Rules for structuring the GIS database for the purpose of management, reconstruction and modernization of irrigation systems are proposed. These rules are applied in GIS database update of a representative system – “Byala Slatina” Irrigation System. An open source software QGIS is used.

¹ Petar Filkov, Assoc. Prof. Dr. Eng., Dept. “Hydraulic, Irrigation and Drainage Engineering”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: pifilkov@yahoo.com

² Slavka Bogdanova, Eng. PhD student, Dept. “Hydraulic, Irrigation and Drainage Engineering”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: mechkarova86@gmail.com

³ Nikolay Naydenov, Chief Assist. Prof. Dr. Eng., Dept. “Photogrammetry and Cartography”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: terra-info@mail.bg