



**ИНСТИТУТ ЗА ВОДОПРИВРЕДУ "ЈАРОСЛАВ ЧЕРНИ"**  
Завод за бране, хидроенергетику, руднике и саобраћајнице

ул. Ј. Черног 80, 11 226 Пиносава, Београд, тел. + 381 11 3906 486, [www.jcerni.rs](http://www.jcerni.rs)

ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ:

**СОФТВЕР ЗА УПРАВЉАЊЕ ПОДАЦИМА О  
СИСТЕМУ ДРИНСКО – ЛИМСКИХ ХЕ**

Аутори техничког решења:

Никола Миливојевић,

Небојша Поповић,

Зоран Дубајић,

Ненад Грујовић и

Зоран Симић

Београд, 2010 год.

## САДРЖАЈ:

1. Предлог Министарству науке и технолошког развоја да се техничко решење уврсти у категорију M85
2. Одлука Научног већа Института за водопривреду „Јарослав Черни“ о прихватању рецензије техничког решења
3. Рецензија техничког решења
4. Потврда корисника
5. Опис техничког решења

Предлог Министарству науке и технолошког  
развоја да се техничко решење уврсти у  
категорију М85

**ИНСТИТУТ ЗА ВОДОПРИВРЕДУ**  
**„Јарослав Черни“ АД**  
**Број: 5/12**  
**Датум: 03.03.2010.**  
**Београд**

Након уводног излагања председника Научног већа, Научно веће Института «Јарослав Черни» је, на седници одржаној 03.03.2010. године, једногласно донело следећу

### **ОДЛУКУ**

**ПРЕДЛАЖЕ СЕ** Министарству науке и технолошког развоја да се техничко решење „Софтвер за управљање подацима о систему Дринско-Лимских ХЕ“ уврсте у категорију резултата М 85.



**ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА**

Проф. Др Стеван Прохаска

Одлука Научног већа Института за  
водопривреду „Јарослав Черни“ о  
прихватању рецензије техничког решења



2

**ИНСТИТУТ ЗА ВОДОПРИВРЕДУ**  
**„Јарослав Черни“ АД**  
**Број: 5/12**  
**Датум: 03.03.2010.**  
**Београд**

Након уводног излагања председника Научног већа, Научно веће Института «Јарослав Черни» је, на седници одржаној 03.03.2010. године, једногласно донело следећу

### **ОДЛУКУ**

**ПРИХВАТА** се резензија за оригинално техничко решење и то за:

1. **”Софтвер за управљање подацима о систему Дринско-Лимских ХЕ”**

Рецензенти за наведена техничка решења су били: др Бобан Стојановић, дипл. инж., доцент на Природно-математичком факултету у Крагујевцу и др Снежана Вуловић, дипл. инж., доцент на Факултету информacionих технологија у Београду.

Рецензија за наведено техничко решење се налази у прилогу овог записника и чини њен саставни део.



**ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА**

Проф. Др Стеван Прохаска

## Рецензија техничког решења



6.

**ПРЕДМЕТ: Рецензија техничког решења «Софтвер за управљање подацима о систему Дринско-Лимских ХЕ»**

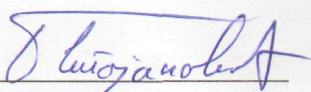
У оквиру рада на пројекту Министарства за науку Републике Србије: ТР 18034 - "Развој и примена хидроинформационих система у циљу повећања енергетске ефикасности у управљању хидропотенцијалом у Републици Србији", 2008 – 2010, група аутора (др Миливојевић Никола, доцент, Симић Зоран, дипл. грађ. инж., Поповић Небојша, дипл. грађ. инж., др Грујовић Ненад, редовни професор, и Дубајић Зоран, дипл. ел. инж.) је развила софтвер за управљање подацима о систему Дринско-Лимских ХЕ. Софтвер је развијен за потребе крајњег корисника, Ј.П. Електропривреде Србије.

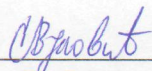
Софтвер за управљање подацима успешно решава проблеме прикупљања и организовања разнородних података у систему Дринско-Лимских ХЕ, као и њихове употребе у симулационим моделима и алатима за математичку анализу и оптимизацију. Поред података о мерењима која се врше у систему обрађени су и подаци о моделским ентитетима, као и GIS подаци релевантни за хидролошке и хидрауличке процесе који су моделирани постојећим моделима.

Као техничко решење овај софтвер значајно доприноси оперативној употреби симулационих модела и оптимизационих алата у циљу оптималног управљања хидроенергетским објектима у систему Дринско-Лимских ХЕ, захваљујући ефикасном усаглашавању токова информација и обезбеђивању актуелних и поузданих података.

Структура техничког решења је детаљно обрађена и јасно презентована, у складу са потребама корисника. Мишљења смо да се ово техничко решење усвоји према Правилнику о вредновању научно истраживачких резултата као резултат категорије М85.

Рецензенти:

  
Др Бобан Стојановић,  
доцент Природно-математичког  
факултета Универзитета у Крагујевцу,

  
Др Снежана Вуловић,  
доцент Факултета информационих  
технологија у Београду



Потврда корисника

**ЕЛЕКТРОПРИВРЕДА СРБИЈЕ**

Број: *11-1292/3-10*  
Датум: 28.06.2010. год.

**ПРЕДМЕТ:** *Техничко решење - Софтвер:*  
*Софтвер за управљање подацима о систему Дринско-Лимских ХЕ*

Овим се потврђују следеће чињенице у вези предметног техничког решења:

**Врста техничког решења:**  
Софтвер

**Назив техничког решења:**  
Софтвер за управљање подацима о систему Дринско-Лимских ХЕ

**Аутори техничког решења:**  
Никола Миливојевић,  
Поповић Небојша,  
Зоран Дубајић,  
Ненад Грујовић и  
Зоран Симић

**Инвеститор и корисник:**  
ЈП "Електропривреда Србије"

**Година израде:**  
2010. година

**Субјекти код којих се техничко решење примењује:**  
ПД "Дринско-Лимске ХЕ" – сектор Дринске ХЕ, Бајина Башта  
ПД "Дринско-Лимске ХЕ" – сектор Лимске ХЕ, Нова Варош  
ЈП "Електропривреда Србије" - Дирекција за стратегију и инвестиције, Београд

**Напомена:**  
Софтвер за управљање подацима о систему Дринско-Лимских ХЕ је оригинални софтвер направљен за потребе ЈП "Електропривреда Србије". Развијен је у Институту за водопривреду "Јарослав Черни" у сарадњи са Машинским факултетом Универзитета у Крагујевцу у оквиру пројекта ТР18034 („Развој и примена хидроинформационих система у циљу повећања енергетске ефикасности у управљању хидропотенцијалом у Републици Србији“) који су финансирани Министарство за науку и технолошки развој Републике Србије уз партиципацију ЈП Електропривреда Србије.

Дирекција за стратегију и инвестиције  
Помоћник директора  
Стеводан Митровић, дипл.инж.



Опис техничког решења

#### ОСНОВНИ ПОДАЦИ О РЕШЕЊУ

Назив техничког решења	Софтвер за управљање подацима о систему Дринско-Лимских ХЕ
Аутори решења	Миливојевић Никола, Симић Зоран, Поповић Небојша, Грујовић Ненад, Данков Зоран
За које решење радимо	Министарство за науку и технолошки развој Републике Србије
Корисници	Јавно предузеће Електропривреда Србије Институт за водопривреду „Јарослав Черни“
Година израде решења	2009
Ко прихвата и примењује техничко решење	Јавно предузеће Електропривреда Србије Институт за водопривреду „Јарослав Черни“
Како су резултати верификовани	Резултати су верификовани тестирањем
На који начин се резултати користе	Техничко решење се користи за управљање подацима у циљу подршке оптималном планирању експлоатације хидросистема Дринско-Лимских ХЕ.
Област на коју се техничко решење односи	Техничко решење припада области хидроенергетике и система за производњу електричне енергије.
Проблем који се решава техничким решењем	<p>Развој информационих технологија, посебно ГИС-а, база података, осматрачких и телекомуникационих система, начинио је доступном огромну количину података потребних за рад експерата у области хидрологије и хидроенергетике. Нагли пораст обима података довео је и до проблема унификације и манипулације масовним подацима, па су активности везане за класификацију, проверу квалитета и обраду података постале временски захтевне и умањиле значај доступности самих података. Уобичајено је да се хидролошке и хидроенергетске информације сврставају у једну од следећих група: географске (просторне) информације, информације у облику временских серија и просторно-временске информације. Географске информације се односе на податке који су пројектовани на површину Земље и дистрибуиране у простору. Практично, географска информација је свака информација коју је могуће представити на мапи. Подаци у облику временских серија представљају информације које се простиру у времену, као што је промена протока на једном речном профилу и сл. Коначно, велики број података је дистрибуиран у простору, али такође има изражену и временску компоненту, односно мења се у времену.</p> <p>Имајући у виду ове чињенице, јасно је да је за ефикасно управљање и планирање рада хидроенергетских објеката неопходан поуздан систем</p>



	<p>управљања подацима у свим фазама њихове употребе на сложеном хидросистему као што су Дринско-Лимске ХЕ.</p>
<p>Стање решености проблема у свету</p>	<p>Савремени системи за управљање хидролошким и хидроенергетским подацима углавном имају за циљ подршку системима за краткорочне прогнозе. Тренутно се успостављају значајне мреже за аквизицију и дистрибуцију података осмотрених у реалном времену (Unidta IDD, WATERS). У случају када се хидролошки модели користе за формирање краткорочних прогноза, најчешће се ради о системима за узбуњивање од поплава и преносу загађења (DelftFEWS, MIKE FLOOD WATCH, FLOODWORKS). Примена података осмотрених у реалном времену још увек нема значајнију примену у оперативном планирању управљања сложеним хидроенергетским системима у циљу повећања искоришћења хидропотенцијала.</p>
<p>Објашњење суштине техничког решења</p>	<p>Софтвер за управљање подацима повезује мерне системе и симулационе моделе Дринско-Лимских ХЕ за потребе планирања и управљања водним ресурсима. Услед разноврсности система за мерење и симулационих модела дефинисана је отворена сервисно-оријентисана софтверска архитектура за усвојено софтверско решење. Тиме се смањује комплексност решења и побољшава поновна искористивост софтвера, уз омогућавање динамичке интеграције компоненти и поједностављење одржавања и развоја.</p>

## ДЕТАЉАН ОПИС ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

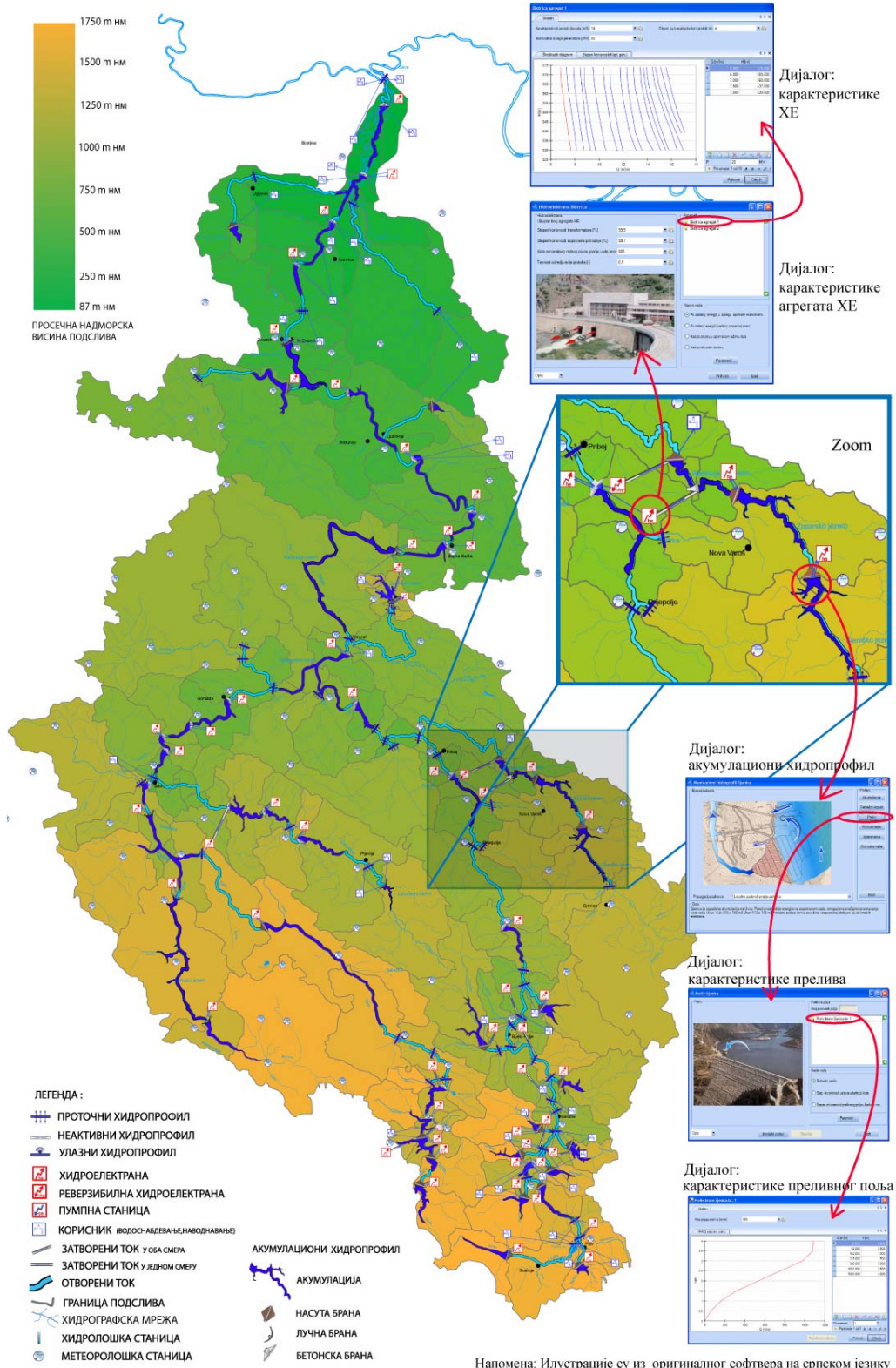
Савремени приступ управљању водним ресурсима захтева да се на основу измерених података о стањима система (метеоролошке и хидролошке величине, утршак воде и др.) и постојећих математичких модела (течење у речним токовима, претварање падавина у отицај, производња електричне енергије и сл.) формирају ефикасни технички системи који могу да пруже подршку краткорочном и дугорочном планирању експлоатације водних ресурса. Подршка управљању и симулирању сложених хидроенергетских система захтева повезаност мерних система и прорачунских модела, који често нису пројектовани са циљем интеграције и поновне искористивости.

Трендови развоја аутоматских мерних система су окренути сервисно-оријентисаном принципу, где се токови података и функционалност аналитички деле на независне компоненте, а ове компоненте комуницирају стандардним протоколима и отворене су за повезивање са компонентама трећих лица. Уз то се тежи унификацији мерних система кроз нове отворене архитектуре, због чега је онда могуће здружити податке из разнородних мерних система.

Прикупљени подаци се често користе као улаз у симулационе моделе, који имају своје дефиниције података и могу захтевати податке из разнородних мерних система. Симулациони модели се користе у планирању, оперативном управљању и оптимизацији, па је од великог значаја доступност и тачност података.

У новије време се јавља појам хидроинформационог система, који повезује мерне системе и симулационе моделе за потребе планирања и управљања водним ресурсима. Пракса је показала да је због разноврсности система за мерење и симулационих модела пожељно дефинисати отворену сервисно-оријентисану софтверску архитектуру за софтверско решење једног таквог система. Тиме се смањује комплексност решења и побољшава поновна искористивост софтвера, уз омогућавање динамичке интеграције компоненти и поједностављење одржавања и развоја.

Што се тиче система Дринско-Лимских ХЕ, већ дуже време је у употреби симулациони модел под називом „ХИС Дрина“ који је израдио Институт „Јарослав Черни“ у сарадњи са Машинским факултетом у Крагујевцу за наручиоце Ј.П. "Електропривреда Србије" и Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде (Грујовић Н, Миливојевић Н (2004)). Концепт симулационог модела је пружање подршке управљању водама слива реке Дрине у смислу планирања и студијских анализа. Да би се омогућила свакодневна оперативна употреба потребно је да следеће компоненте буду у међусобној интеракцији: прикупљање мерених података, симулациони модел, оптимизациони софтвер, прогностички модел, база података, кориснички интерфејс. Софтвер за управљање подацима је израђен управо да би се омогућила повезаност компоненти, стандардизована размена информација и праћење токова података (било да се ради о пореклу података о мерењима или о подацима који су резултат експертске анализе).



Слика 1. Приказ „ХИС Дрина“

# 1 Врсте података у систему Дринско-Лимске ХЕ

## 1.1 Хидролошки подаци

Хидролошки модели се ослањају у многоме на мерења у физичким системима. Највећи део појава које чине хидролошки циклус може се директно или посредно мерити. Пошто је међусобни утицај одређених процеса у кретању воде веома изражен, често је неопходно извршити велики број мерења да би се феномени боље разумели, односно да би се дошло до исправних закључака и формирали квалитетни модели прогнозе, симулације и одлучивања. Развој информационих технологија, посебно GIS-а, база података и осматрачких и телекомуникационих система, начинио је доступним огромну количину података потребних за рад експерата у области хидрологије и сродним дисциплинама. Нагли развој довео је и до проблема унификације и манипулације масовним подацима, па су активности везане за класификацију, проверу квалитета и обраду података постале временски захтевне и умањиле значај доступности самих података. На основу резултата одређених анкета, 40% експерата је изјавило да морају да утроше више од 25% времена рада на пројекту само на прикупљање и иницијалну обраду података. Прикупљање података обично подразумева посећивање већег броја интернет сајтова, креирање налога, преузимање података у различитим облицима, а уколико подаци нису јавно доступни, процес је још далеко сложенији. Овако прикупљени подаци имају по правилу различите резолуције, поузданост, непотпуни су, и често представљени у различитим географским системима, па њихово комплетирање и усаглашавање захтева допунску активност.

Развој софтвера за управљање подацима представља један од начина решавања наведених проблема. Он мора да обезбеди методе и платформу за што једноставније претраживање и обраду хидролошких података имајући увек у виду и њихово геореференцирање. На овај начин се на једном месту сусичу подаци о падавинама, протоцима, температурама, висини снега и сл., који се иначе физички налазе у различитим информационим системима.

У систему Дринско-Лимске ХЕ доступни су хидролошки подаци на дневном нивоу дати у табели 1.

Табела 1. Хидролошки подаци у систему Дринско-Лимске ХЕ

Хидролошка станица	Протицај	Водостај
Андријевица	•	•
Авдагића Луке		•
Бадовинци	•	•
Бајина Башта	•	•
Баковићи	•	•
Бастаси	•	•
Беране	•	•
Бијело Поље	•	•
Биоче	•	•
Бистрица	•	•
Бродарево	•	•
Црна Пољана	•	•



Добраково	•	•
Душки Мост	•	•
Ђулићи		•
Ђурђевића Тара	•	•
Фоча Алаџа	•	•
Фоча Мост	•	•
Горажде	•	•
Градац	•	•
Губавач		•
Игоче	•	•
Кушлат	•	•
Лешница	•	•
Међеђа	•	•
Михаљевићи	•	•
Оплазићи	•	•
Ораховица	•	•
Отричево	•	•
Плав	•	•
Пљевља	•	•
Подбишце	•	•
Прибој	•	•
Пријеполје	•	•
Пријеполје	•	•
Радаљ	•	•
Радијевићи	•	•
Равна Ријека	•	•
Рудо		•
Стргачина	•	•
Стрмица	•	•
Шћепан Поље	•	•
Шћепан Поље (Пива)	•	•
Тепца		•
Требаљево	•	•
Угљевик	•	•
Устибар Мост	•	•
Устипрача	•	•
Викоч	•	•
Вишеград-Мост		•
Затон	•	•
Зворник	•	•

## 1.2 Метеоролошки подаци

Начини коришћења метеоролошких података зависе од потреба корисника. Одређеном броју корисника су потребна мерења само једне величине. У разним стратешким планирањима

најчешће се посматрају само вишегодишњи подаци. С друге стране, да би се донеле одлуке на оперативном нивоу често су потребна текућа мерења из сливног подручја.

Метеоролошки подаци који се мере на дневном нивоу у систему Дринско-Лимске ХЕ су дати у табели 2.

Табела 2. Метеоролошки подаци у систему Дринско-Лимске ХЕ

Станица	Температура ваздуха	Релативна влажност ваздуха	Падавине	Снег
Аљиновићи			•	
Бајина Башта			•	
Бања Ковиљача			•	
Басаре			•	
Беране	•			
Бијело Поље	•			
Бродарево			•	
Буђево			•	
Буковик			•	
Гостиница			•	
Гошево			•	
Доброселица			•	
Дуга Пољана			•	
Заовине			•	
Зворник	•	•	•	•
Златибор	•	•	•	•
Јагодићи			•	
Крупањ			•	
Лозница	•	•	•	•
Љубовија	•	•	•	•
Мокра Гора			•	
Нова Варош			•	
Осечина			•	
Петковица			•	
Планина			•	
Прибој			•	
Прибој			•	
Пријеполје	•			
Рогачица			•	
Сјеница	•	•	•	•
Тара - Митровац	•	•	•	•
Текериш			•	
Увац			•	
Угао			•	
Џурово			•	

### 1.3 Хидроенергетске информације

Разне физичке величине којима се описује процес претварања механичке енергије воде у електричну енергију (протицаји кроз турбине, запрљаност решетке, пад и др.), као и бројне електричне величине које описују пренос струје до дистрибутивног система могу бити од интереса за краткорочна и дугорочна планирања у експлоатацији хидроенергетских ресурса (активна и реактивна снага, губици и др.). Ове величине се мере у интервалима који могу бити у складу са симулационим моделима (часовни и дневни подаци), али и у знатно краћим интервалима (чак и више пута у секунди) него што је релевантно за улазне податке у модел. Стога је често потребно ове податке обрадити тако да буду адекватни потребама модела, употребом одговарајућих алгоритама обраде и валидације.

Ови податци се користе за калибрацију и верификацију симулационих модела, за подешавање и обучавање оптимизационих алгоритама и као улазне вредности за краткорочно и дугорочно планирање експлоатације водопривредних објеката.

Хидраулички и енергетски подаци који се мере у систему Дринско-Лимске ХЕ дати су у табели 3.

Табела 3. Хидроенергетски подаци у систему Дринско-Лимске ХЕ

Мерно место	Мерна величина	Дискретизација
Брана Б.Башта	кота горње воде	1 сат
	кота доње воде	1 сат
	преливање на преливном пољу 1	1 сат
	преливање на преливном пољу 2	1 сат
	преливање на преливном пољу 3	1 сат
	преливање на преливном пољу 4	1 сат
Брана Лазићи	кота горње воде	1 сат
	кота доње воде	1 сат
ХЕ Б.Башта	проток кроз агрегат 1	1 сат
	проток кроз агрегат 2	1 сат
	проток кроз агрегат 3	1 сат
	проток кроз агрегат 4	1 сат
	производња енергије на агрегату 1	1 сат
	производња енергије на агрегату 2	1 сат
	производња енергије на агрегату 3	1 сат
	производња енергије на агрегату 4	1 сат
РХЕ Б. Башта	проток кроз агрегат 1 (турбинирање)	1 сат
	проток кроз агрегат 2 (турбинирање)	1 сат
	проток кроз агрегат 1 (пумпање)	1 сат
	проток кроз агрегат 1 (пумпање)	1 сат
	производња енергије на агрегату 1	1 сат
	производња енергије на агрегату 2	1 сат

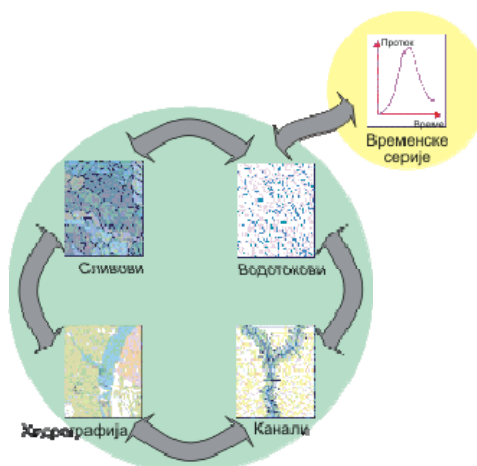
Мерно место	Мерна величина	Дискретизација
ПС Спајићи	утрошак енергије на агрегату 1	1 сат
	утрошак енергије на агрегату 2	1 сат
	проток кроз агрегат 1 (пумпање)	1 сат
	проток кроз агрегат 2 (пумпање)	1 сат
	утрошак енергије на агрегату 1	1 сат
	утрошак енергије на агрегату 2	1 сат
Брана Зворник	кота горње воде	1 сат
	кота доње воде	1 сат
	преливање на преливном пољу 1	1 сат
	преливање на преливном пољу 2	1 сат
	преливање на преливном пољу 3	1 сат
	преливање на преливном пољу 4	1 сат
	преливање на преливном пољу 5	1 сат
	преливање на преливном пољу 6	1 сат
преливање на преливном пољу 7	1 сат	
преливање на преливном пољу 8	1 сат	
ХЕ Зворник	проток кроз агрегат1	1 сат
	проток кроз агрегат2	1 сат
	проток кроз агрегат3	1 сат
	проток кроз агрегат4	1 сат
	производња енергије на агрегату 1	1 сат
	производња енергије на агрегату 2	1 сат
	производња енергије на агрегату 3	1 сат
	производња енергије на агрегату 4	1 сат
Брана Потпећ	кота горње воде	1 сат
	кота доње воде	1 сат
ХЕ Потпећ	производња активне енергије_агрегат 1	1 сат
	производња активне енергије_агрегат 2	1 сат
	производња активне енергије_агрегат 3	1 сат
Брана Увац	проток кроз агрегат 1	1 сат
	проток кроз агрегат 2	1 сат
	проток кроз агрегат 3	1 сат
ХЕ Увац	кота горње воде	1 сат
	кота доње воде	1 сат
Брана Кокин Брод	производња активне енергије	1 сат
	проток кроз агрегат	1 сат
ХЕ Кокин Брод	кота горње воде	1 сат
	кота доње воде	1 сат
ХЕ Кокин Брод	производња активне енергије_агрегат 1	1 сат
	производња активне енергије_агрегат 2	1 сат
	проток кроз агрегат 1	1 сат
	проток кроз агрегат 2	1 сат



Мерно место	Мерна величина	Дискретизација
Брана Радоиња	кота горње воде	1 сат
	кота доње воде	1 сат
ХЕ Бистрица	производња активне енергије_агрегат 1	1 сат
	производња активне енергије_агрегат 2	1 сат
	проток кроз агрегат 1	1 сат
	проток кроз агрегат 2	1 сат
	кота доње воде	1 сат

## 1.4 GIS подаци

Модел GIS података је организован око неколико главних категорија података: хидрографске карактеристике, карактеристике сливова, елементи мреже водених токова, детаљи о коритима водених токова, и опис симулационог модела. Сви поменути подаци су геореференцирани, што омогућава повезивање са конкретним просторним географским појмовима. Организација главних компоненти модела података приказана је на слици 2.



Слика 2. Модел GIS података

Компонента Водотокови садржи податке о воденим токовима, рекама и језерима, који омогућавају упрошћено приказивање токова свих водених ресурса у одређеном подручју у облику једноставне мреже међусобно повезаних линија и чворова. Сваки од водотокова (потоци, реке, језера) је представљен коришћењем већег броја линија које су међусобно одвојене чворовима.

Подаци о правцима дренарања површинских вода добијени анализом топографије одређеног подручја чине компоненту Сливови. Линије раздвајања суседних области дренарања водених токова, било да је реч о потоцима или великим речним системима, су дефинисане линијама вододелница на топографским картама. Прецизне границе области дренарања су од пресудног значаја за хидролошка предвиђања, па је при њиховом дефинисању посвећена посебна пажња.

Основна намена GIS слоја са сливовима јесте обезбеђивање потребних података за прорачун трансформације падавина у отицај.

Морфологија корита реке је један од полазних података за симулациони модел нестационарног течења, али је обезбеђено да модел података буде прилагођен сваком другом захтеву који омогућава преглед и анализу појава на морфологији корита реке. Са друге стране, структура уписаних података о речном кориту отворена је за могућа проширивања, побољшања прецизности, али и узимања у обзир да су одређени параметри променљиви у времену.

Процес падавине-отицај представља веома сложен процес у природи чије је моделирање веома комплексно. ХИС Дрина користи модел *SWAT* који је хидродинамички и физички заснован модел. За функционисање овог модела потребан је већи број улазних података: метеоролошки, топографски, педолошки, подаци о биљном покривачу, коришћењу земљишта и сл. Сви процеси повезани са кретањем воде, растињем, директно се моделирају помоћу *SWAT* -а, а сам модел омогућује симулацију више физичких процеса. Пошто се читав модел базира на прорачуну унутар *HRU – Hydrologic Response Unit* (Хидролошка елементарна јединица) и накнадне суперпозиције, сви потребни подаци морају постојати у систему до нивоа тачности условљеним минималном величином појединачне *HRU* уз претпоставку да су све улазне величине модела на нивоу *HRU*-а хомогене, односно квазихомогене.

Приликом моделирања и планирања хидро-система често се јавља потреба за заменом целих група објеката другим групама објеката како би се испитала ефикасност система у различитим могућим варијантама. Како би се овакве варијације могле ефикасно обављати, у модел података је уведена и појам хидро профил од којих се сваки састоји из више објеката који чине функционалну целину. На тај начин поједини делови хидро-система могу бити замењени неком групом објеката, тј. неком од могућих варијанти система. Пошто поједини делови система строго зависе једни од других, уведена су и правила која обезбеђују компатибилност суседних делова система, чиме се избегава стварање конфликта међу деловима система. Сваки ентитет (акумулација, електрана, рачва итд.) у оквиру ХИС Дрина дефинисан је математичким моделом који описује његово понашање и скупом улазних параметара карактеристичних за тај модел.

## 2 Структура софтвера за управљање подацима

### 2.1 Сервисно оријентисана архитектура

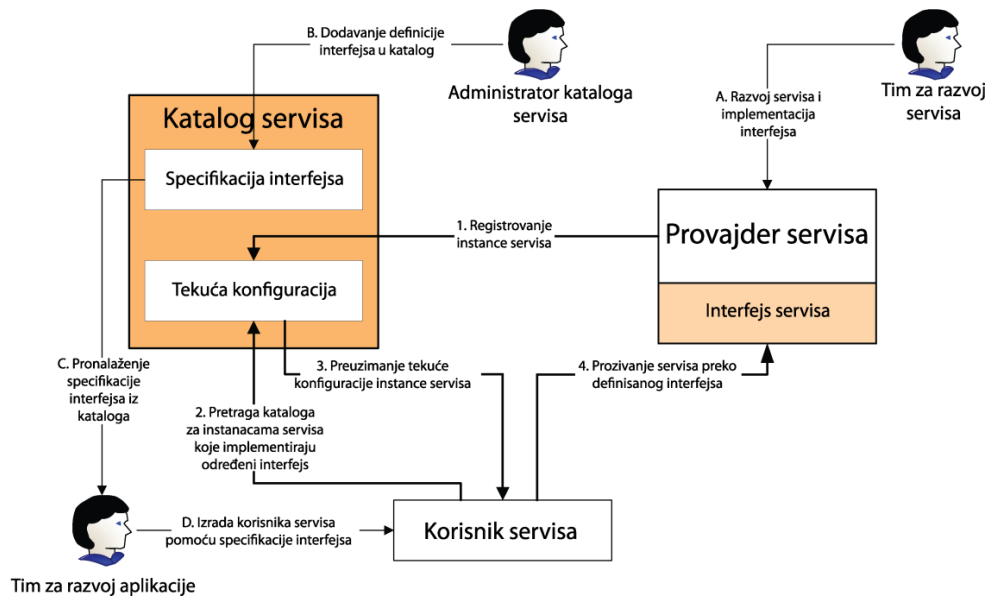
У софтверској терминологији сервисно оријентисана архитектура *SOA* означава начин развоја софтвера који одговара на захтеве корисника кроз пружање услуга помоћу стандардизованих сервиса. У *SOA* архитектури, сваки учесник пружа на располагање своје ресурсе кроз сервисе којима се приступа на стандардизовани начин. Најчешће се оваква архитектура ослања на имплементацију кроз веб сервисе, иако је имплементација могућа и кроз било који други стандард.

За разлику од традиционалних архитектура, SOA се састоји од слабо интегрисаних чланова, који, међутим, остварују високу интероперабилност у пружању сервиса. Ова интероперабилност се заснива на формалној дефиницији сервиса, која не зависи од платформе и програмског језика. Сервисно оријентисана архитектура је такође независна од развојне платформе (као што су .NET и Java). На овај начин софтверске компоненте постају изузетно аутономне, јер се логика пружања услуге у потпуности одваја од развојног окружења.

Конечно, SOA није ни на који начин видљива од стране корисника, шта више, SOA и не постоји ако нема клијената који користе сервисе. Као највећа предност овакве архитектуре наводи се прилагодљивост и проширивост, као и могућност рада различитих програмерских профила на развоју конкретних решења, као и искористивост постојећих хетерогених ресурса, насупрот сталном улагању у редизајн система. SOA се може пре назвати еволуцијом у архитектури, него револуцијом, јер представља имплементацију најбољих искустава из до сада коришћених технологија.

Све компоненте су развијене у складу са информатичким стандардима али и постојећим директивама и смерницама везаним за управљање водним ресурсима. Ово често подразумева потребу да се разнородне технологије и компоненте интегришу у функционалну целину. Да би се одговорило на овакве захтеве софтвер за управљање подацима се најчешће развија према принципима отворене сервисно оријентисане архитектуре. Један често коришћен шаблон за развој сервисно оријентисаних решења је дат на слици 3.

Употребом оваквог шаблона креирају се потребни сервиси у виду веб сервиса и одговарајући корисници сервиса у виду разних апликација. Такође, сервиси могу међусобно користити функционалности и тако формирати аутоматизоване целине за обављање одређених задатака.



Слика 3. Шаблон SOA архитектуре

Веб сервис представља било који сервис доступан у дистрибуираним окружењима као што је Интернет (или Интранет мреже), који користи стандардизовани XML систем за размену порука, а и који није искључиво везан за било који оперативни систем или програмски језик. Веб сервиси су креирани да би био олакшан приступ подацима и информацијама, као и да би се дистрибуирала функционалност одређених система. Веб сервиси сасвим превазилазе некомпатибилности софтверских компоненти скупом софтверских стандарда као што су XML, SOAP, UDDI и WSDL. Ови стандарди омогућују дефинисање, архивирање, приступање и извршавање података и програма преко Интернета, без потребе за вођењем рачуна о појединачним имплементираним технологијама.

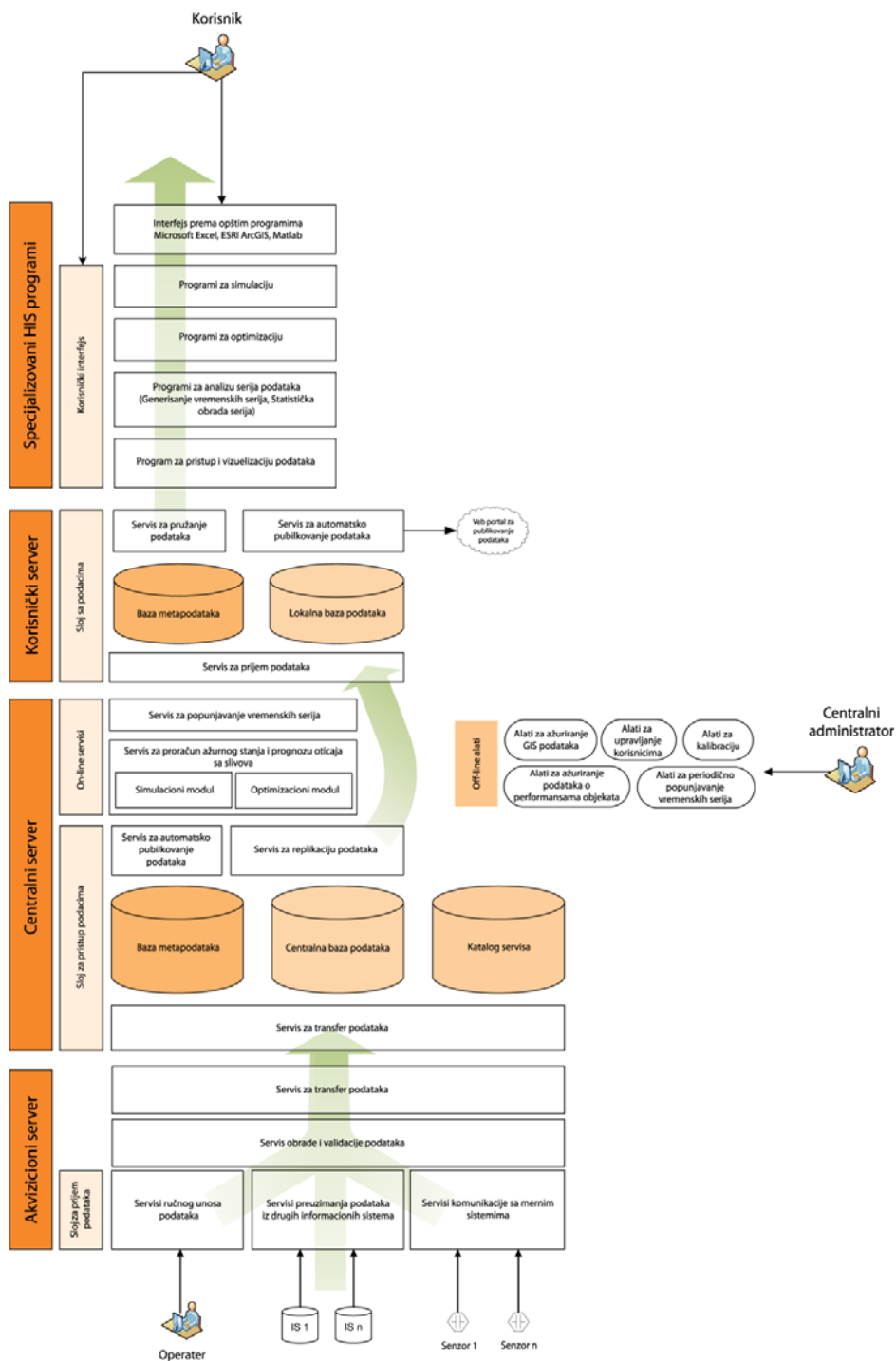
У новије време се јавља појам хидроинформационог система, који повезује мерне системе и симулационе моделе за потребе планирања и управљања водним ресурсима. Пракса је показала да је због разноврсности система за мерење и симулационих модела пожељно дефинисати отворену сервисно-оријентисану софтверску архитектуру за софтверско решење једног таквог система. Тиме се смањује комплексност решења и побољшава поновна искористивост софтвера, уз омогућавање динамичке интеграције компоненти и поједностављење одржавања и развоја.

Софтвер за управљање подацима о систему Дринско-Лимских ХЕ представља сервисно оријентисан хидроинформациони систем. Структурне компоненте сервисно оријентисаног хидроинформационог система су приказане на слици 4.

Решења која се ослањају на SOA у суштини су скалабилна, сигурна, једноставно се надгледају, интероперабилна су, независна од оперативног система. Овакав приступ пројектовању сакрива од програмера и корисника сву сложеност превазилажења некомпатибилности компоненти, док у исто време одваја одређену логику обраде од клијентске апликације. Другим речима, различити клијенти у облику претраживача, десктоп апликација попут Matlab-а, Excel-а, ArcGIS-а, или разних клијентских компоненти могу приступити на исти начин јединственом извору података.

Приказани сервиси се могу груписати према намени на следећи начин:

- Основни сервиси - управљање и надгледање сервера који представљају интерфејс ка постојећим базама података, апликацијама и сл., које се укључују у систем. Ту се сврставају и сервиси ажурирања, репликације и сл.
- Сервиси приступа спољним ресурсима - омогућују приступ разним спољним изворима који располажу подацима. Ови сервиси се користе за претраживање и преузимање података, као и за периодично обнављање складишта метаподатака.
- Сервиси приступа мерачима - представљају начин комуникације са појединачним давачима, односно сензорима који могу бити непосредно укључени у софтвер за управљање подацима.



Слика 4. Структурне компоненте сервисно оријентисаног хидроинформационог система

- Сервиси филтрирања података - представљају неопходну компоненту обраде сирових мерених података на сензорима, јер су овакви подаци оптерећени грешкама, непрецизностима и повременим прекидима у комуникацији и раду.



- Сервиси приступа ресурсима - прикупљање, претраживање, ажурирање и преузимање података који се налазе на серверима система.
- Апликативни сервиси представљају велику групу сервиса који подржавају манипулацију над објектима вишег хијерархијског нивоа. Ови сервиси обухватају: компилацију нижих објеката, анализу поузданости и попуњавање недостајућих података у временским серијама, трансформацију података и усаглашавање рада сервиса.
- Сервиси аутентификације и ауторизације - повезани су са процесом пријављивања корисника и одређивања права приступа подацима.

У приказаној архитектури, сервиси су уз то груписани према логичној хардверској имплементацији у следеће целине:

- централни сервер,
- аквизициони сервер,
- кориснички сервер и
- специјализоване апликације.

О овим целинама и припадајућим сервисима и складиштима података биће више речи у даљем тексту.

### 2.1.1 Централни сервер

Централни сервер има улогу координације, дистрибуирања и синхронизације складиштења података, као и управљања приступу подацима и сервисима хидроинформационог система. Основна функција централног хидроинформационог сервера је да обједини све релевантне податке и да их по потреби похрани у централну базу података. Описи и референце свих релевантних података налазе се у бази метаподатака на централном хидроинформационом серверу. На централном хидроинформационом серверу налази се такође и каталог сервиса хидроинформационог система.

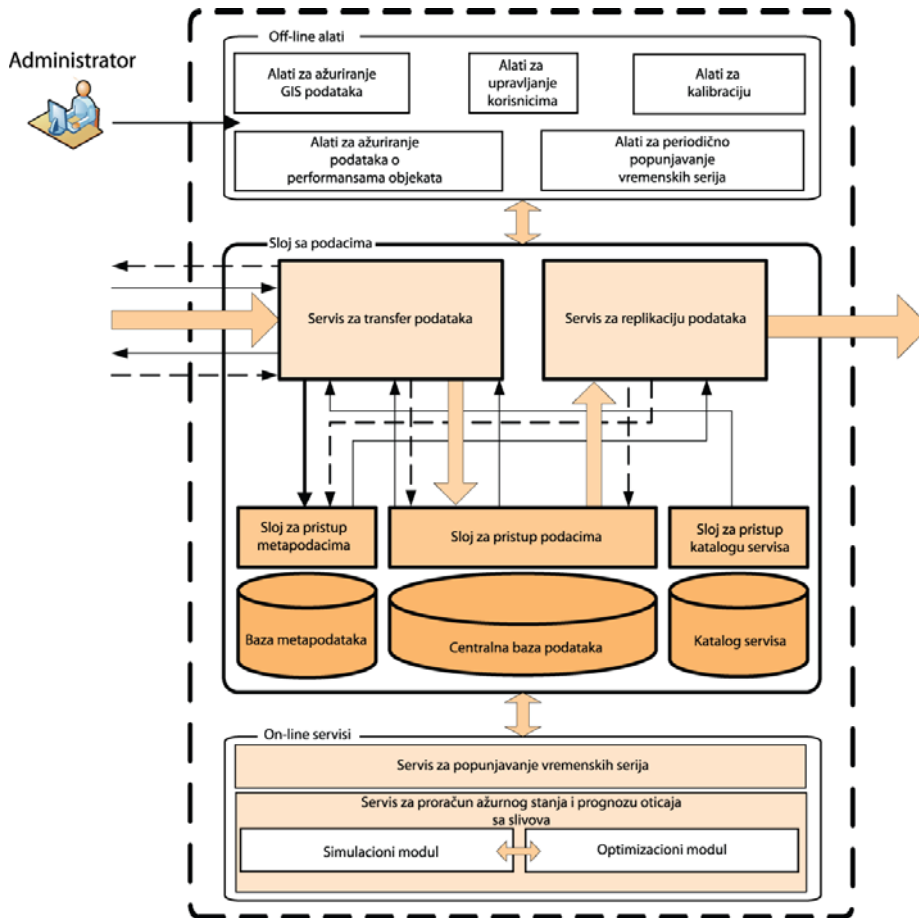
Централни сервер има више функционалних целина: слој са подацима, on-line сервисе и off-line алате који су неопходни за функционисање система.

Слој података централног сервера представља сложену функционалну целину која има улогу управљања архивирањем података као и координације захтева корисника за преузимањем доступних података са било ког сервера унутар хидроинформационог система. Да би испунио свој задатак слој са подацима централног сервера обједињује: централну базу података, базу метаподатака, каталог сервиса, сервис за трансфер података, сервис за репликацију и сервис за аутоматско публикување података.

### 2.1.1.1 Централна база података са слојем за приступ подацима

Централна база података омогућава архивирање релевантних мерења забележених на различитим локацијама и системима. Да би се избегао директан приступ централној бази података од стране других компоненти сервера формиран је слој за приступ подацима.

Модел над којим се креира централна база података је пројектован да прихвати све хидрометеоролошке и експлоатационе податке, на начин који омогућава систематизацију и архивирање великог броја хетерогених података.



Слика 5. Структура централног сервера

GIS модел података садржи географске референце на објекте од значаја за појаве у хидролошком циклусу површинских и подземних вода, као и за експлоатацију водопривредних система. Модел података површинског течења је организован око неколико главних категорија података: хидрографске мреже, сливова, морфологије токова и хидрографских објеката.

Једна од важнијих намена хидроинформационог система је архивирање података о хидролошким, метеоролошким и експлоатационим мерењима у релационој бази података, као и пружање приступа према овим подацима. Такође, сврха централне базе података је и пружање помоћи у стандардизацији размене података између корисника, чиме се омогућава интегралан приступ

анализи, одлучивању и истраживању у области ширег сливног подручја. Одређени метаподаци уско везани за конкретна мерења смештају се у модел података о временским серијама и самим осматрањима система и налазе се у овом моделу података.

Модел података о параметара система обухвата скаларне податке, криве и параметарске криве, при чему типови параметара припадају ограниченом скупу могућих типова података као и сложенијих параметара као што су површи, вишедимензионалне криве, просторна осматрања и сл. Ови параметри су намењени за општу употребу. Између осталог они се користе и у симулационом моделу.

У оквиру модела података за описивање симулационих објеката предвиђено је да сваки тип објекта може бити описан коришћењем више математичких модела. Поред математичких релација, сваки математички модел је дефинисан и параметрима неопходним за примену поменутих релација. За разлику од типа параметра, који је јединствен за све математичке моделе и објекте који га користе, вредност сваког параметра је јединствена за одређени објекат и математички модел који је у њему примењен. Потпуно дефинисање конкретног симулационог објекта је скуп његових параметара са конкретним вредностима. Стога овај модел референцира ентитете модела података о параметрима система где се налазе конкретизовани параметри објекта.

Слој за приступ подацима има за задатак да омогући да се избегне директан приступ централној бази података од стране других компоненти сервера, али и да централизује приступ подацима. Централизацијом логике приступа подацима постиже се да појединачне компоненте приступају подацима у централној бази на унифициран начин који није осетљив на модификације структуре базе. Слој за приступ подацима према другим компонентама пружа интерфејсе који су сачињени од одређеног броја метода које обезбеђују приступ подацима. С друге стране, слој за приступ подацима имплементира директне упите над централном базом података да би преузео или похранио податке дефинисане кроз позиве поменутих метода.

#### ***2.1.1.2 База метаподатака и слој за приступ метаподацима***

Под појмом метаподатак подразумева се „податак о подацима“, било ког облика и из било ког извора. Метаподатак се може користити за описивање појединачних података, описивање једног слога или низа података, као и хијерархијске структуре попут шеме модела података у бази. У системима који прикупљају и обрађују одређене податке, метаподаци се користе за бележење информација о свим другим подацима и информацијама везаним за процес прикупљања и обраде, раду апликација и параметрима окружења. Метаподаци најчешће садрже описе контекста, квалитета, стања и карактеристика података. Метаподаци олакшавају разумевање, анализу, обраду и управљање подацима, а сам ниво детаља метаподатака неопходан за процес управљања подацима варира од случаја до случаја. Пример метаподатака су техничке карактеристике мерног система, попут података који се односе на методу мерења, врсту мерне опреме, начин напајања, уочене проблеме у мерењу, начину чувања и обраде података и сл. Ово је само део метаподатака неопходних за имплементацију процеса валидације мерених података.

База метаподатака представља складиште свих метаподатака неопходних за функционисање хидроинформационог система (информације о доступним подацима, њиховим атрибутима, начину архивирања, процедурама приступа, корисницима, системима и сл.). База обухвата све податке који су јавни, како за кориснике хидроинформационог система, тако и унутар самог система, а односи се на податке како на централном тако и на локалним серверима, спољним информационим системима и аутоматским мерним системима. Приступ је могућ само у домену хидроинформационог система и информације су намењене за сервисе којима се подаци преузимају од стране корисника, као и за синхронизацију садржаја централне базе података и база података на локалним хидроинформационим серверима.

Слој за приступ метаподацима има за задатак да омогући да се избегне директан приступ бази метаподатака од стране других компоненти сервера али и да централизује логику приступа метаподацима. Појединачне компоненте приступају подацима у бази метаподатака на унифициран начин који није осетљив на модификације у самој бази метаподатака. Слој за приступ метаподацима према другим компонентама пружа интерфејсе који су сачињени од одређеног броја метода које обезбеђују приступ метаподацима. С друге стране, слој за приступ метаподацима имплементира директне упите над базом метаподатака да би преузео или похранио метаподатке дефинисане кроз позиве поменутих метода.

#### ***2.1.1.3 Каталог сервиса и слој за приступ каталогу сервиса***

Каталог сервиса представља складиште дефиниција и података потребних за функционисање компоненти и сервиса као и управљање истим од стране ауторизованих администратора. Да би се избегао директан приступ бази података каталога сервиса од стране других компоненти сервера формиран је слој за приступ подацима.

Каталог сервиса на одређени начин представља опис конфигурације читавог хидроинформационог система, како у физичком, тако и у логичком смислу обухватајући на тај начин и саме кориснике и начин коришћења ресурса хидроинформационог система. На пример, увођење новог мерења поред дефинисања величине у централној бази података и конфигурисања аквизиционог сервера неизоставно захтева и нов запис у каталогу сервиса.

Слој за приступ каталогу сервиса има за задатак да омогући да се избегне директан приступ каталогу од стране других компоненти сервера, али и да централизује приступ подацима о сервисима. Појединачне компоненте приступају каталогу на унифициран начин који није осетљив на модификације у самој бази која чува информације. Слој за приступ каталогу сервиса према другим компонентама пружа интерфејсе који су сачињени од одређеног броја метода које обезбеђују приступ подацима. Слој за приступ каталогу сервиса имплементира директне упите над базом која чува информације да би преузео или похранио податке дефинисане кроз позиве поменутих метода.

#### ***2.1.1.4 Сервис за трансфер података***

Сервис за трансфер података има вишеструку улогу у раду централног сервера. Доминантна улога овог сервиса се огледа у пријему података од стране аквизиционих сервера и њиховом прослеђивању података слоју за приступ подацима централне базе података ради архивирања.

Ради безбедног управљања подацима неопходно је да софтверске компоненте које учествују у њиховом трансферу буду обавештене о статусу сваког податка, односно да ли је податак успешно уписан у базу, чека на уписивање или је одбијен. Зато сервис за трансфер података има и улогу преноса информација о статусу сваког податка који је раније прослеђен на уписивање. С обзиром да се повремено од стране аквизиционог сервера добијају и одређени метаподаци који нису намењени за похрањивање у централну базу података, сервис за трансфер података има и задатак да метаподатке засебно процесира и проследи слоју за приступ метаподацима. Сервис за трансфер података представља скуп веб сервиса који имају везе ка слоју за приступ подацима и слоју за приступ метаподацима. Ови веб сервиси врше аутентификацију и ауторизацију долазећих захтева и на основу права приступа и формата долазних података прихватају и прослеђују на уписивање и прослеђују информације настале у току обраде података ка компонентама које испостављају захтеве за датим информацијама о статусу података.

#### ***2.1.1.5 Сервис за репликацију података***

Репликација представља скуп технологија за копирање и дистрибуцију података и објеката базе података из једне базе у другу уз синхронизовање ради очувања конзистентности. Коришћење репликације омогућава да се подаци дистрибуирају на разне локације, на удаљене и мобилне кориснике, преко локалних мрежа, повремених конекција, бежичних веза и интернета. Поред механизма репликације који су део система за управљање релационим базама података, постоје и програмски методи синхронизације база података. Имајући у виду архитектуру хидроинформационог система и обим података који се реплицирају, као и предвиђену динамику репликације, користи се програмска метода синхронизације података преко праћења измене тзв. timestamp поља.

#### ***2.1.1.6 Сервис за аутоматско публикување података***

Овај сервис служи као подршка наменским веб сајтовима, FTP и RSS сервисима и другим аутоматизованим средствима информисања заинтересованих странака о подацима ускладиштеним у базама података хидроинформационог система. Управљање правима приступа подацима је на нивоу сервиса, па се једноставно може одредити скуп података који се пружа одређеном кориснику.

#### ***2.1.1.7 On-line сервису***

У ову групу спадају софтверске компоненте које се аутоматизовано извршавају на централном серверу са циљем обезбеђивања неопходних предуслова и података за оперативну употребу хидроинформационог система. То су следеће компоненте: сервис за попуњавање временских серија и сервис за прорачун ажурног стања и прогнозу отицаја са сливова.

#### ***2.1.1.8 Сервис за попуњавање временских серија***

С обзиром да се у комплексним системима мерења често могу јавити недоследности у подацима, у погледу попуњености временских серија, неопходно је обезбедити аутоматизован поступак откривања недостајућих података и реконструкције вредности којима се уочене празнине у серијама попуњавају. У одређеним случајевима подаци који се реконструишу могу бити и забележене вредности мерења које су у аутоматизованом процесу валидације на аквизиционом серверу оцењене као непоуздане. Компонента хидроинформационог система која је намењена за



ове поступке је сервис за попуњавање временских серија. Њен рад је аутоматизован да би се обезбедила правовремена доступност података за улаз у симулационе и оптимизационе модуле.

#### ***2.1.1.9 Сервис за прорачун ажурног стања и прогнозу отицаја са сливова***

Да би се употребом актуелних симулационих и оптимизационих модела могла остварити подршка краткорочном планирању у експлоатацији хидроенергетских објеката, неопходно је поседовати у сваком тренутку ажурно стање модела. То је текући скуп вредности моделских величина који у најбољој мери одсликава стварно стање у физичком систему који се разматра, и он омогућава побољшање тачности прогнозираних вредности и скраћује време припреме модела (тзв. претпроцесирање).

Овај сервис се директно ослања на модуле за симулацију и оптимизацију, који су компоненте хидроинформационог система које се такође извршавају на централном серверу.

#### ***2.1.1.10 Модул за симулацију***

Модул за симулацију је, софтверски гледано, дериват апликације за симулацију која се налази на корисничком серверу. За разлику од поменуте апликације која је намењена за краткорочно и дугорочно планирање и израду студија, уз употребу савременог корисничког интерфејса, модул за симулацију је компонента подређена сервису за прорачун ажурног стања. Стога не поседује кориснички интерфејс и служи за вршење прорачуна стања у систему по захтеву надређеног сервиса, као и модула за оптимизацију.

#### ***2.1.1.11 Модул за оптимизацију***

Као и модул за симулацију и модул за оптимизацију је дериват корисничког програма за оптимизацију, који се извршава на корисничком серверу. Такође је подређен сервису за прорачун ажурног стања, док за своје потребе покреће модул за оптимизацију.

#### ***2.1.1.12 Off-line алати***

У ову групу спадају корисничке апликације намењене администраторима централног сервера у циљу управљања системом, подацима и ажурним параметрима модела. То су следећи алати: алат за ажурирање GIS података, алат за ажурирање података о перформансама објеката, алат за управљање корисницима, алат за калибрацију и алат за периодично попуњавање временских серија.

#### ***2.1.1.13 Алат за ажурирање GIS података***

С обзиром да је алат за ажурирање GIS података намењен за одржавање података о просторним референцама ентитета хидроинформационог система, неопходно је да поседује савремен кориснички интерфејс који треба да визуелизује просторне односе, као и могућности увоза и извоза података у стандардним GIS форматима.

#### ***2.1.1.14 Алат за ажурирање података о перформансама објеката***

У току експлоатације објеката неизбежно долази до промене радних карактеристика, па је неопходно омогућити администраторима унос нових или измену постојећих параметара у бази података. Управо алат за ажурирање података о перформансама објекта омогућава контролисани

унос текућих карактеристика, чиме се постиже већа тачност прорачуна који се ослањају на моделе чији су параметри између осталог и поменуте карактеристике објеката.

#### ***2.1.1.15 Алат за управљање корисницима***

Како је софтвер за управљање подацима пре свега информациони систем, јасно је да се мора обезбедити алат за управљање корисницима у систему помоћу кога администратори могу одредити појединачна права приступа одређеним деловима система. Уз то, могуће је формирати и групе корисника и скупове правила који се на њих односе, што додатно поједностављује управљање у сложеном систему какав је хидроинформациони систем.

#### ***2.1.1.16 Алат за калибрацију***

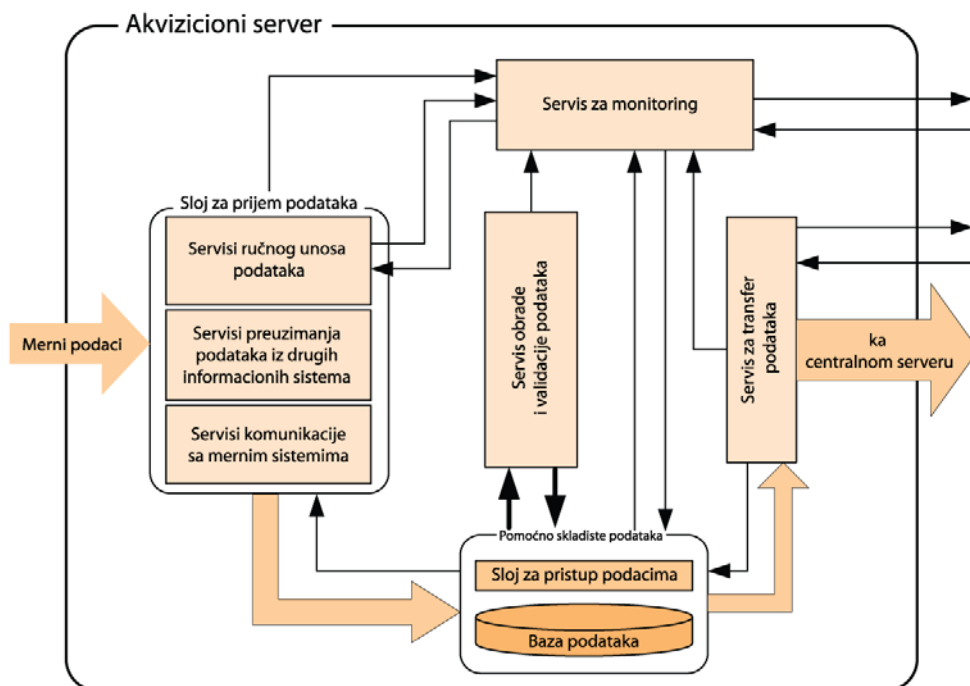
Иако је предвиђено функционисање аутоматизованог сервиса за прорачун ажурног стања у циљу побољшања резултата прорачуна над симулационим моделом, то само по себи није довољно да се обезбеди довољна тачност прорачуна. Модел се калибрише у процесу у коме је неопходно учешће експерта и који се не врши над текућим подацима, већ на пажљиво изабраном скупу историјских вредности које се користе за калибрацију и проверу тачности модела. Захваљујући употреби сервиса за прорачун ажурног стања, калибрацију овим алатом је потребно вршити након дужих временских периода (једном годишње). Процес калибрације резултује новим параметрима модела који у систему важе до следеће калибрације.

#### ***2.1.1.17 Алат за периодично попуњавање серија***

Као и у претходном случају, упркос постојању аутоматизованог сервиса за попуњавање серија, након одређеног временског периода мора се укључити и активност експерта на контроли и попуњавању вредности. То је могуће употребом алата за периодично попуњавање серија, који поседује и графички приказ серија и наменске функционалности за лакше уочавање неправилности у мноштву података. Сви подаци који се измене овим алатом су повезани преко одговарајућих метаподатака ка експерту који је извршио корекцију.

### **2.1.2 Аквизициони сервер**

Улога аквизиционог сервера у хидроинформационом систему је да врши прикупљање и обраду података о мерењима у физичком систему. Један аквизициони сервер састоји се од слоја за пријем података, сервиса обраде и валидације података и сервиса за трансфер података, као и посебног сервиса за мониторинг процеса који се одвијају на серверу. Подаци које сервер преузима могу да потичу са аутоматских мерних система, из других информационих система или да буду ручно унесени кроз посебне сервисе. Обрађене и проверене податке аквизициони сервер шаље централном серверу, а ограничени скуп података аквизициони сервер може да преузме и са централног сервера ради извршења поступка валидације и обраде података.



Слика 6. Структура аквизиционог сервера

Да би обезбедио потпуну функционалност, аквизициони сервер мора да покрије све претходно наведене изворе података, као и поступке валидације и комуникације са централном базом података. Аквизициони сервер садржи следеће елементе:

- слој за пријем података (који садржи сервисе ручног уноса података, преузимања података из других информационих система и комуникације директно са мерним системима),
- сервис обраде и валидације података,
- сервис за трансфер података,
- сервис за мониторинг и
- помоћно складиште података.

### **2.1.2.1 Слој за пријем података**

Да би аквизициони сервер могао да преузима податке из разних извора, формира се посебан слој за пријем података. Његов задатак је да транспарентно за систем преузима податке из аутоматских мерних система, других база података и ручног уноса оператера и да их похрани у помоћно складиште података где чекају процес обраде и валидације. Употребом конфигурационих фајлова могуће је додавати нове изворе у систему.

Сервис ручног уноса представља модул који генерише корисничке апликације намењене ручном уносу података. Корисничке апликације се формирају за сваког корисника понаособ, у складу са његовим обавезама и правима приступа подацима. Форме за унос имплементирају основне механизме валидације, чиме спречавају погрешан унос података. Поред уноса, сервис омогућава кориснику да добије информацију о тренутном статусу података унетих у претходном периоду.

Значајан број мерења налази се у информационим системима који поседују базе података и инфраструктуру која омогућава приступ подацима у бази. С обзиром да се ради о системима који се налазе у области одговорности одређених институција, за потребе преузимања морају се створити извесни предуслови: склапање уговора о пружању података, постојање техничке документације за приступ подацима итд. У зависности од врсте информационих система са којих се преузимају подаци, могући извори података се могу разврстати у неколико група: сервере релационих база података, FTP сервере, HTTP сервере, веб сервисе и др.

За она мерења која нису укључена у информациони систем који би кориснику могао да пружи податке на јасан и дефинисан начин формирани су посебни сервиси за комуникацију са мерним системима. Овај сервис је задужен за комуникацију и преузимање података са SCADA система као и појединачних активних и пасивних мерних система, са или без логера. Активним се сматрају давачи који аутоматски генеришу пакете мерења и прослеђују их ка сервису, док се пасивним сматрају они системи који податке шаљу само као одзив на спољни захтев.

#### ***2.1.2.2 Сервис обраде и валидације података***

Сви подаци који се прикупе, пре него што се пошаљу на централни сервер подлежу процесима обраде и валидације. Према подацима о експлоатационим карактеристикама објекта може се вршити валидација преузетих података према опсезима могућих вредности, задовољењу одређених међузависности, тренутном стању објекта (ремонт и сл.) итд. Сервис функционише над помоћним складиштем података и има за задатак да процени поузданост сваког податка који је предвиђен за валидацију. Након валидације податак у помоћном складишту података добија вредност за атрибут поузданости и одговарајућу ознаку да је спреман за слање у централни сервер. Сервис је модуларан, што значи да се процес валидације може мењати конфигурационим фајловима, тако да се могу узети у обзир промене у раду система и фактори који утичу на начин вршења валидације. Обрада података подразумева промену дискретизације и конверзију у мерне јединице које су предвиђене описом података на централном серверу.

#### ***2.1.2.3 Сервис за трансфер података***

Имајући у виду различитост извора података, као и могућност промене њиховог броја и начина рада, јасно је да би директно слање података из сваког извора у централну базу било готово неизводљиво. Разлог је тај што би у том случају био неопходан посебан комуникациони канал од сваког извора до централног сервера, као и стални развој и измене механизма за трансфер података у складу са специфичностима датог извора. Из тог разлога је централизован и униформисан механизам за трансфер података од свих извора једног аквизиционог сервера ка централном серверу, кроз заједнички канал. То подразумева постојање сервиса који преузима податке који су успешно прошли валидацију и затим их прослеђује централном серверу. Међутим,

с обзиром на просторну дислокацију аквизиционих сервера и централног сервера, реално је очекивати прекиде у комуникацији између ових компоненти хидро-информационог система. Из тог разлога је сервис за трансфер робустан и у случају немогућности да изврши трансфер одређених података ове податке задржава у помоћном складишту све док њихов трансфер не буде могућ. По успостављању везе са централним сервером, покушава се поновно слање података привремено смештених у помоћној бази.

#### **2.1.2.4 Сервис за мониторинг**

Сервис за мониторинг обезбеђује увид у рад самог аквизиционог сервера. Овај сервис поседује могућност евидентирања догађаја (грешака, проблема, акција) насталих током рада аквизиционог сервера (грешака у комуникацији са другим ИС, прекида везе, неправилности у раду других сервиса и сл.). Захваљујући вези са локалном складиштем података, овај сервис нуди могућност сервису ручног уноса да у сваком тренутку добије информацију о тренутном статусу унетих података тако да оператер има увид у статус свих релевантних података. Коришћењем интерфејса које нуди сервис за мониторинг, администратор централног сервера може да врши перманентни надзор над свим аквизиционим серверима у систему, што омогућава ефикасно реаговање у случају непредвиђених околности.

#### **2.1.2.5 Помоћно складиште података**

Помоћно складиште података обезбеђује складиштење и приступ свим подацима неопходним за исправно функционисање аквизиционог сервера. Сврха локалног складишта није да реплицира податке смештене у централној бази, већ да обезбеди привремено чување информација о раду аквизиционог сервера током краћег периода чије је трајање дефинисано приликом конфигурисања самог сервера. Помоћно складиште података такође дозвољава асинхрони рад сервиса пријема података, валидације и обраде, као и сервиса трансфера података. Помоћно складиште података се састоји из базе података и слоја за приступ подацима.

База података помоћног складишта података садржи податке потребне за пријављивање корисника на систем, све примљене, валидоване и невалидоване податке, послате податке и податке спремне за слање, као и догађаје на серверу (грешке, успешне и неуспешне акције, трансакције и сл.).

Овај слој је задужен за похрањивање и преузимање података у помоћно складиште података, односно његову базу података. На овај начин се избегава директан приступ бази података и избегава се потреба имплементирања SQL читања/уписа у свакој од компоненти која се користи помоћним складиштем података. Слој за приступ подацима помоћног складишта података према окружењу излаже скуп функција којима се подаци уписују у базу и читају из исте.

#### **2.1.3 Кориснички сервер**

Кориснички сервер је дизајниран за управљање приступом података од стране корисника, као и за проналажење и преузимање доступних података са дистрибуираног хидроинформационог система, чиме се кориснику корисничког подсистема пружа могућност универзалног приступа свим расположивим подацима у хидроинформационог систему. Структура корисничког сервера је веома слична структури централног хидро-информационог сервера. Основна разлика у односу



на централни сервер је у мањем броју off-line алата који су примерени раду са локалним подацима, као и изостављању on-line алата.

### *2.1.3.1 Слој са подацима*

Слој података корисничког сервера представља сложену функционалну целину која има улогу управљања преносом података у локалну базу података, као и при координацији захтева корисника за преузимањем доступних података. Да би испунио свој задатак, слој са подацима корисничког сервера обједињује: локалну базу података, базу метаподатака, сервис за пријем података, сервис за аутоматско публикување података и сервис за пружање података.

Циљ креирања локалне базе података је да се омогући репликација релевантних мерења која се налазе у централној бази података у локални систем, који је дизајниран да на оптималан начин пружи кориснику податке. Да би се избегао директан приступ локалној бази података од стране других компоненти сервера формиран је слој за приступ подацима.

Локална база података је дизајнирана на основу централне базе података, али је у одређеној мери специјализована и примерена потребама појединачних корисника. Подаци у овој бази добијају се копирањем и дистрибуцијом скупа података и објеката базе података из централне базе, уз синхронизовање ради очувања конзистентности.

Слој за приступ подацима има за задатак да омогући да се избегне директан приступ локалној бази података од стране других компоненти сервера, али и да централизује логику приступа подацима. Слој за приступ подацима према другим компонентама пружа интерфејсе који су сачињени од одређеног броја метода које обезбеђују приступ подацима. Слој за приступ подацима имплементира директне упите над базом података да би преузео податке дефинисане кроз позиве поменутих метода.

Локална база мета података представља складиште свих информација о доступним подацима, њиховим атрибутима (називу, типу, дискретизацији и сл.), о начину архивирања и приступа (сервер базе података, параметри конекције и сл.), као и о свим сервисима који су доступни корисницима хидроинформационог система. Ова база омогућава дистрибуираност и проширивост хидроинформационог система, обзиром да се њеним ажурирањем динамички може испратити свака промена у структури података као и у функционалности самог хидроинформационог система.

Појединачне компоненте приступају подацима у бази метаподатака на унифициран начин, који није осетљив на модификације у самој бази метаподатака. Слој за приступ метаподацима према другим компонентама пружа интерфејсе који су сачињени од одређеног броја метода које обезбеђују приступ метаподацима. С друге стране, слој за приступ метаподацима имплементира директне упите над базом метаподатака да би преузео или похранио метаподатке дефинисане кроз позиве поменутих метода.

### **2.1.3.2 Сервис за пријем података**

Сервис за пријем података омогућава да се приме подаци са централног сервера који се дистрибуирају на локалне сервере, преко локалних мрежа, повремених конекција, бежичних веза и интернета. Пошто се ради о комуникацији од једног сервера ка другом са великом количином размењених података, неопходно је постићи висок ниво скалабилности и доступности, складиштења података и извештавања о процесу преноса у циљу каснијег дијагностификовања инцидента, проблема у раду и сл.

### **2.1.3.3 Сервис за пружање података**

Сервис за приступ подацима представља најбитнији сервис са гледишта крајњег корисника. Сервис је намењен за приступ подацима при обављању честих задатака управљања, одлучивања, информисања и сл. Сервис за приступ подацима је опремљен механизмима за рад са подацима без потребе претходног упознавања са сложеном релационом структуром базе података. Поред тога, сервис дозвољава рад са метаподацима ради коришћења у спољним апликацијама. Сервис за приступ подацима је реализован као скуп веб сервиса који пружају информације о расположивим подацима, њиховим типовима и атрибутима, геореференцама, изворима и сл. Да би корисник могао на што лакши и интуитиван начин да дође до конкретне мерене величине или GIS податка, неопходно је постићи високе перформансе у погледу разнородности и количине података које корисник може да преузме у стандардизованом облику преко датих сервиса.

### **2.1.3.4 Off-line алати**

Off-line алати су намењени администраторима корисничког сервера који управљају приступом подацима у локалној бази података преко алата за управљање корисницима.

Компонента хидроинформационог система која је намењена пословима везаним за корисничке налоге и права приступа је апликација за управљање корисницима. Помоћу ове апликације администратори локалног сервера могу да креирају, мењају и бришу корисничке налоге и корисничке групе. Такође, могуће је формирати скупове правила приступа систему за одређене корисничке групе и прегледати резултујућа правила за појединачне кориснике и компоненте система.

## **2.1.4 Специјализоване апликације**

Клијентске апликације представљају софтверске пакете који могу да користе податке похрањене у хидроинформационом систему, као и одређене сервисе система. Ове апликације могу да буду специјализоване апликације, као и опште апликације. Према технологијама које се користе оне могу бити и десктоп апликације, али и апликације базиране на веб претраживачима.

Клијентске апликације се извршавају на радним станицама крајњих корисника. Уколико се ради о десктоп апликацијама, оне се инсталирају на датим радним станицама и преко њих се приступа хидроинформационом систему. Ако се ради о апликацијама базираним на веб претраживачима, инсталација апликација се врши на локалном серверу, а радне станице се користе за приступ серверу, привремено преузимање апликација и њихово коришћење у веб претраживачима.

Апликације за приступ и коришћење података омогућавају кориснику преглед и анализу података који се налазе у централној или локалним базама података. Као што је напоменуто, оне могу да имају облик стандардне десктоп апликације, или имплементирани у виду веб апликације која се користи кроз интернет претраживач. Зависно од интензитета операција над подацима и количине података који се користе, одређене апликације могу бити неефикасне уколико нису креиране на одговарајућој платформи.

Ове апликације су намењене за помоћ корисницима у обављању честих задатака над базом података. Поред тога, могуће је извозити податке заједно са метаподацима ради коришћења у спољним апликацијама. Такође, овај алат је опремљен механизмима за рад са подацима без потребе претходног упознавања са сложенем релационом структуром базе података.

Апликације за подршку одлучивању представљају алате који имплементирају технологије намењене подршци одлучивању везано за режим вода и начин експлоатације слива и хидроенергетског потенцијала. Применом у свакодневной пракси, корисници могу доћи до сазнања о ефектима различитих управљачких дејстава, као и до сазнања о понашању система у варијантним сценаријима развоја у будућности, чиме би се омогућило доношење поузданих и рационалних одлука.

#### **2.1.4.1 Програми за симулацију**

Декомпозиција простора хидросистема изводи се на основу реалних геоморфолошких и хидрометеоролошких карактеристика простора, постојећег стања изграђености (врсте и броја изграђених објеката за акумулацију воде, транспорта воде, производње енергије и др.), могућих будућих стања изграђености хидротехничких објеката и различитих начина коришћења. У оквиру декомпозиције простора потребно је развити низ различитих елемената модела (ентитета), којима се моделирају токови и трансформација воде у хидроинформационом систему. Резултат симулација треба да буду: протоци и нивои на карактеристичним профилима (осматрачким станицама, хидроенергетским и грађевинским објектима и насељеним местима), снаге и производње/потрошње електричне енергије на хидроенергетским постројењима, испоруке корисницима (и дефицити у односу на захтеве) и др. Модел треба да буде реализован тако да се може надограђивати у зависности од додатних захтева које намећу услови његове експлоатације.

Постојећи симулациони модел "ХИС Дрина" је подржан у овој архитектури, али се захваљујући отвореним форматима и стандардним начинима комуникације једноставно могу укључити и други симулациони модели.

#### **2.1.4.2 Програми за оптимизацију**

За потребе комплексних анализа рада објеката хидроинформационог система често је потребно понављати велики број симулација уз варирање одређених перформанси објеката или стања система. У вези са тим неопходно је развити програме за оптимизацију решења. Веома је важно да ови програми буду ефикасни и да се на изабраном рачунару или систему рачунара у захтевнијим системима, извршавају релативно брзо.

### **2.1.4.3 Програми за анализу серија података**

Апликације за анализу података омогућавају кориснику да на једноставан начин претражује расположиве податке унутар хидроинформационог система, као и да дефинише све неопходне атрибуте потребне за њихово преузимање.

Да би се омогућило формирање већег броја хидролошких серија са очуваним природним карактеристикама слива потребно је генерисати карактеристичне хидролошке ситуације. На овај начин се за карактеристичне ситуације рада хидроинформационог система (уобичајене или екстремне) могу вршити симулације у конфигурацији са улазним хидропрофилима, при чему се као улаз задају одговарајуће карактеристичне хидролошке серије. Овакав приступ може да у великој мери олакша анализе управљања системом у случајевима екстремних ситуација.

Преко апликације за статистичку обраду временских серија корисници приступају подацима, преузимају их, обрађују, анализирају и по потреби извозе у фајлове на радној станици корисника за могућу даљу употребу. Основни елементи апликације су вршење упита, анализа и визуелизација.

### **2.1.4.4 Програм за приступ и визуелизацију података**

Апликације за анализу података омогућавају кориснику да на једноставан начин претражује расположиве податке унутар хидроинформационог система, као и да дефинише све неопходне атрибуте потребне за њихово преузимање (Вучковић и др. 2004). Поред приступа подацима од оваквих апликација се очекује одређени ниво интерактивности и визуелизације. Зато се функционалност ових апликација састоји од вршења упита, визуелизације и обраде података. Функција вршења упита над базом хидроинформационог система дозвољава кориснику да на интуитиван начин пронађе податак који му је потребан и да га анализира или сачува у неком од стандардних формата ради даљег коришћења. Функција визуелизације даје могућност кориснику да брзо генерише дијаграме, табеле и елементарне показатеље везане за разматрани тип податка. Коначно, функција обраде података омогућава кориснику да на брз начин обради податке и генерише нове серије на основу преузетих података.

## **3 ЛИТЕРАТУРА**

- Divac D, Grujović N, Simić Z, Milivojević N (2006), Hydro-information system „Drina“ software for supporting intergrated water management in the Drina river basin. Vrnjačka Banja.
- Грујовић Н, Миливојевић Н (2004), Софтверска платформа хидро-информационог система Дрина, Водопривреда, Београд, стр. 167-174.
- Вучковић Д, Арсић М, Миливојевић Н (2004), Кориснички интерфејс хидро-информационог система заснован на ГИС-у, Водопривреда, Београд, стр. 159-166.
- „ХИС Дрина симулациони модел - математички модел“, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд, 2005.
- Unidata Internet Data Distribution, <http://www.unidata.ucar.edu/publications/factsheets/idd.html>
- WATERS Network, <http://www.watersnet.org/docs/SEDS-20080227-draft.pdf>
- Delft FEWS, <http://www.wldelft.nl/soft/fews/pdf/delft-fews-ext.pdf>
- DHI MIKE FLOOD WATCH, [http://www.dhigroup.com/upload/publications/mike11/Skotner\\_MIKE\\_FLOOD\\_watch.pdf](http://www.dhigroup.com/upload/publications/mike11/Skotner_MIKE_FLOOD_watch.pdf)
- MWH Software FLOODWORKS, <http://www.mwhsoft.com/products/floodworks/>

World Meteorological Organization Operational hydrology report no. 48 (2003). Hydrological data management: present state and trends, by A. Terakawa