

Projekat integralnog upravljanja ekosistemom  
Skadarskog  
jezera

Razvoj hidrološkog prognostičkog modela u  
području sliva Skadarskog jezera (SS-LBA)

Dodatak  
Završnom izveštaju

Ukupan broj stranica: 22

	<i>Ime</i>	<i>Datum</i>
<i>Priredio:</i>	Nadia Pinardi	
<i>Proverio:</i>		
<i>Odobrio:</i>		



**PROJEKAT INTEGRALNOG  
UPRAVLJANJA  
EKOSISTEMOM  
SKADARSKOG JEZERA  
(LSIEMP)**

Br. dokumenta: 2011.10.7

Verzija: V2

Datum: Decembar 2011

## Hronologija dokumenta

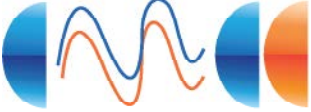
Verzija	Priredio	Datum	Opis promena
1.0	N.Pinardi	10/10/2011	Prva verzija
2.0	N.Pinardi	12/2011	Editorske ispravke

## LISTA SPOLJNE RASPODELE

IME	NAZIV INSTITUCIJE	KOLICINA
Novak Čadjenović	Ministarstvo Odrzivog razvoja i turizma (prethodni naziv: Ministarstvo za prostorno planiranje i zaštitu životne sredine Crne Gore)	1
Siniša Stanković	Ministarstvo Odrzivog razvoja i turizma (prethodni naziv: Ministarstvo za prostorno planiranje i zaštitu životne sredine Crne Gore)	1

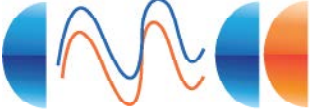
## LISTA UNUTRAŠNJE RASPODELE

IME	NAZIV INSTITUCIJE	KOLIČINA
Mirjana Sakradzija	SEWA	1
Goran Pejanovic	SEWA	1
Nicolò Moschini	SGI	1
Vladyslav Lyubartsev	CMCC	1
Damiano Delrosso	CMCC	1
Stefano Materia	CMCC	1
Biljana Bogdanovic	CMCC	1
Francesca De Pascalis	ISMAR	1
Debora Bellafiore	ISMAR	1

 <p>Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici</p>	<p><b>PROJEKAT INTEGRALNOG UPRAVLJANJA EKOSISTEMOM SKADARSKOG JEZERA (LSIEMP)</b></p>	<p>Br. dokumenta: 2011.10.7 Verzija: V2 Datum: Decembar 2011</p>
---	---	--


## Sadržaj

<b>1. PREDGOVOR</b>		<b>6</b>
<b>2. BAZA PODATAKA LSIEMP-HPM</b>		<b>7</b>
<b>3. PREDLOZI ZA SMERNICE BUDUĆEG DELOVANJA</b>		<b>11</b>
3.1 METEO-HIDROLOŠKI MODEL - H1		12
3.2 H2-HIDRODINAMIČKI MODEL ZA JEZERO		16
3.3 H3 I H6 MODELI ZA PODZEMNE VODE ALUVIJALNIH RAVNI		16
3.4 REČNI MODELI H4 I H5 ZA BOJANU I DRIM		17
<b>4. ZAVRŠNA RASPRAVA I ZAKLJUČCI</b>		<b>18</b>

 <p>Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici</p>	<p><b>PROJEKAT INTEGRALNOG UPRAVLJANJA EKOSISTEMOM SKADARSKOG JEZERA (LSIEMP)</b></p>	<p>Br. dokumenta: 2011.10.7 Verzija: V2 Datum: Decembar 2011</p>
---	---	--

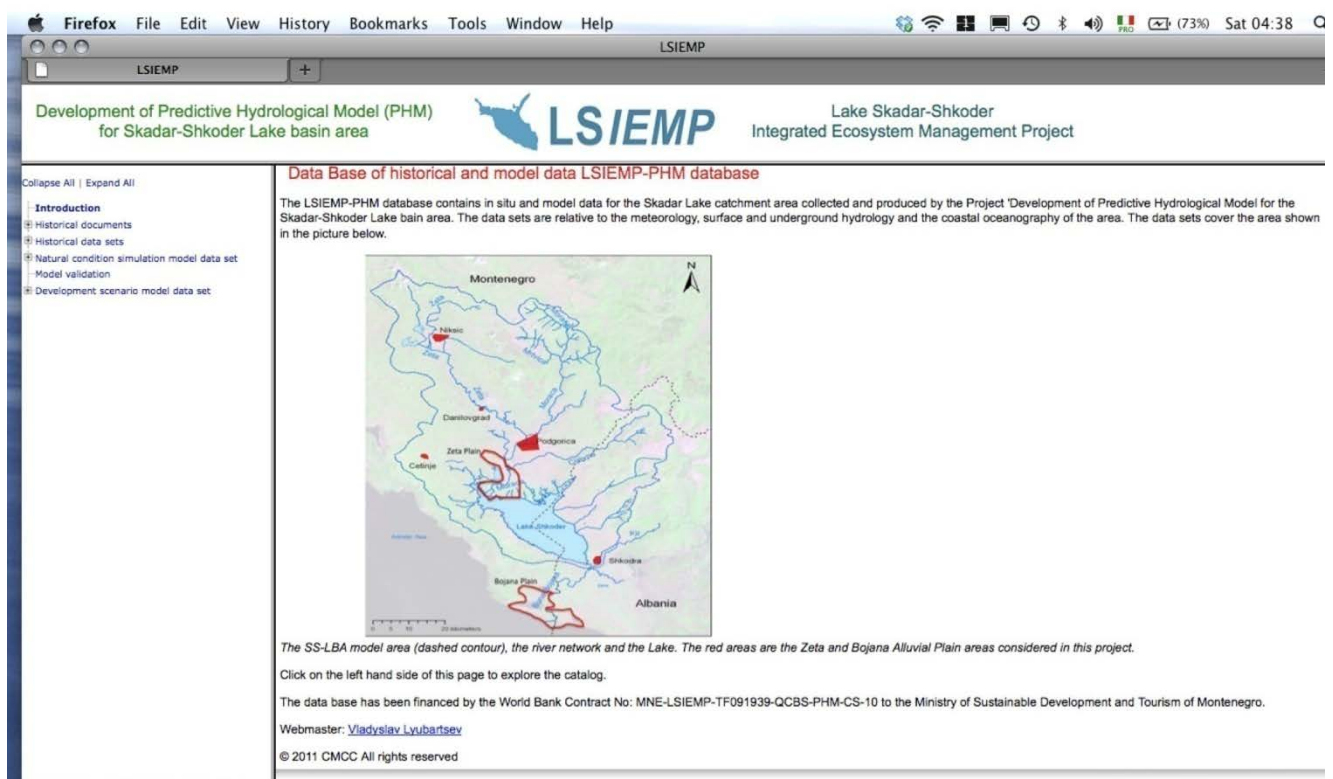
## 1. Predgovor

Ovaj dodatak završnom izveštaju projekta razvoja hidrološkog prognostičkog modela u području sliva Skadarskog jezera (SS-LBA) sadrži kratak pregled baze podataka LSIEMP- PHM, preporuke za smernice budućeg delovanja i generalne zključke rada.

 <p>Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici</p>	<p><b>PROJEKAT INTEGRALNOG UPRAVLJANJA EKOSISTEMOM SKADARSKOG JEZERA (LSIEMP)</b></p>	<p>Br. dokumenta: 2011.10.7 Verzija: V2 Datum: Decembar 2011</p>
---	---	--

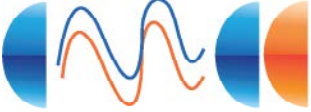
## 2. Baza podataka LSIEMP-HPM

Svi skupovi osmatranih podataka i podaci modela su digitalizovani, nad njima je izvršena kontrola kvaliteta i unešeni su u jedinstvenu platformu baze podataka nazvanu LSIEMP HPM baza podataka (LH-BP) koja će na sintetički način biti opisana u ovom odeljku. LH-baza podataka se sastoji od hardverske platforme koju čine Intel CPU3.3 GHz sa memorijom od 4GB, disk od 1GB, monitor 21,5 " i operativni sistem Microsoft Windows 7 Professional. Struktura baze podataka je vrlo jednostavna. Sastoji se od međusobno povezanih direktorijuma i niza korisničkih okruženja (User Interfaces-UI) skraćeno KO koji služe za prikazivanje i pretraživanje sadržaja direktorijuma kao i za prikazivanje vremenskih serija podataka. Pristup korisničkom okruženju je prikazan na Sl. 2.1.



**Sl. 2.1 LH-BP Korisničko okruženje pristupa podacima**

Stranica se sastoji iz dva dela: na levoj strani se nalazi katalog a na desnoj strani se nalaze mape i informacije.

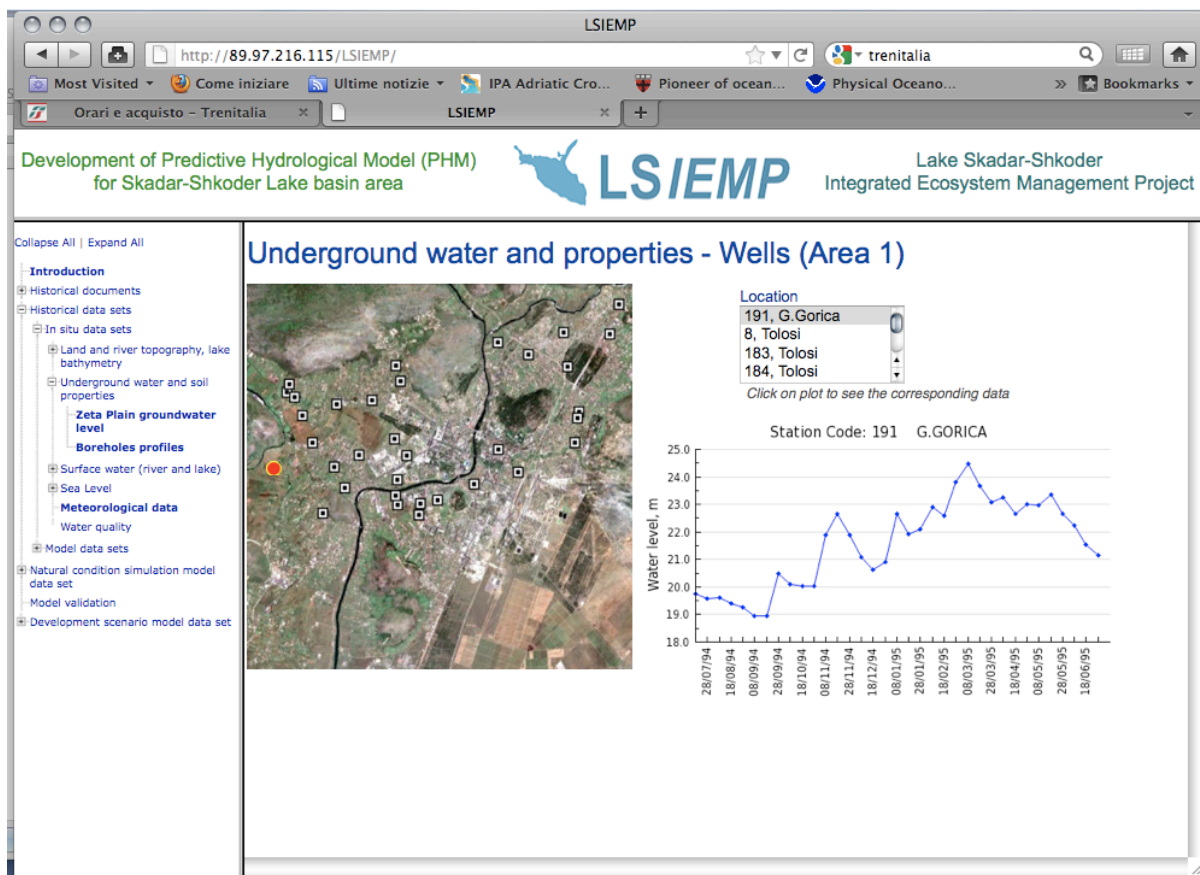
 <p>Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici</p>	<b>PROJEKAT INTEGRALNOG UPRAVLJANJA EKOSISTEMOM SKADARSKOG JEZERA (LSIEMP)</b>	Br. dokumenta: 2011.10.7 Verzija: V2 Datum: Decembar 2011
---	--	---

U katalog su sadržani sledeći odeljci:

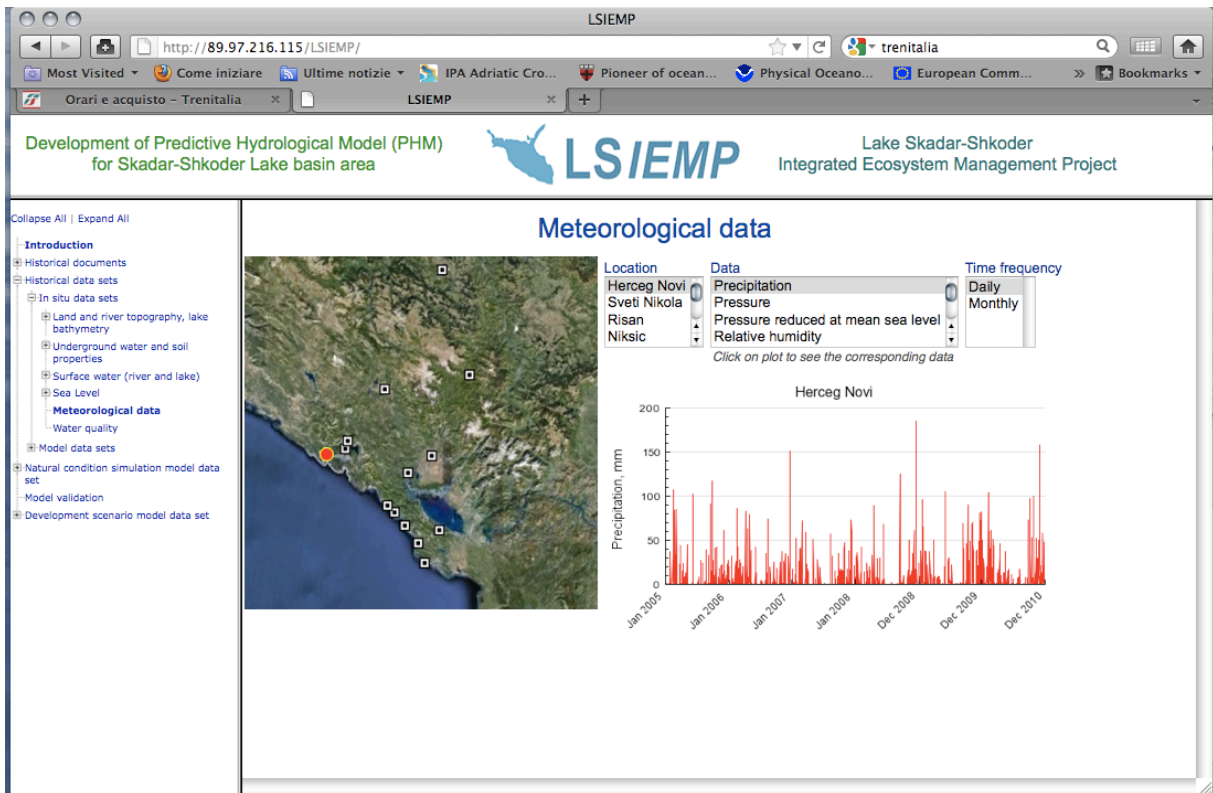
- [Uvod](#)
- [Istorijski dokumenti](#)
- [Skupovi istorijskih podataka](#)
  - [Skupovi podataka in situ](#)
    - [Topografija tla i reka, batimetrija jezera](#)
    - [Karakteristike pozemnih voda i tla](#)
      - [Bunari u Zetskoj ravnici](#)
      - [Profili busotina](#)
    - [Povrsinske vode\(reke i jezera\)](#)
    - [Nivoi vode reka i jezera](#)
      - [Dnevne vremenske serije protoka reka](#)
      - [Klimatologije protoka reka](#)
    - [Nivo mora](#)
      - [Merne stanice za nivo mora](#)
    - [Skupovi meteoroloskih podataka](#)
  - [Skupovi podataka modela](#)
    - [D1 ERA-INTERIM \(meteoroloski uslovi\)](#)
    - [D2 AFS \(oceanografski uslovi\)](#)
- [Skup podataka simulacije prirodnih uslova modela](#)
  - [H1 atmosfera-tlo, povrsinska hidrologija i hidrologija podzemnog sloja blizu površine](#)
  - [H2 uslovi i nivo vode Skadarskog jezera](#)
  - [H3 Nivoi podzemnih voda Zetske ravnice](#)
  - [H4-H5 protok i prenos sedimenta reka Bojane i Drima](#)
  - [H6 nivoi voda aluvijalne ravni Bojane](#)

Na slikama 2.2 i 2.3 prikazali smo neke od pod-dirktorijuma Korisničkog Okruženja. U Tehničkoj dokumentaciji baze podataka koja je pripremljena za Obuku detaljno će biti opisan sadržaj svakoga odeljka. Nadamo se da će se ovaj skup podataka koristiti kao prvi arhiv digitalizovanih istorijskih informacija za nivoje vode i protoke za područje sliva Skadarskog jezera.





Sl. 2.2 Korisničko okruženje za podatke o gornjem nivou podzemnih voda Zetske ravnice



**Sl. 2.3 Korisničko okruženje za podatke meteoroloških stanica**

### 3. Predlozi za smernice budućeg delovanja

Da bi se poboljšala ocena preciznosti rezultata za prirodne uslove i da bi se ovaj instrument pretvorio u sistem za rano upozoravanje na poplave na području sliva Skadarskog jezera i rečnog sistema Buna-Bojana-Drim, potrebno je nadograditi sadašnju implementaciju sistema HPM (Sl. 3.1). Hidroloski prognostički model bi bio u mogućnosti da se pretvori u sistem ranog upozoravanja na poplave ako bi se usmerio i povezoao sa sistemom za prikupljanje osmatranih podataka u realnom vremenu s obzirom da ovaj sistem sadrži sve odeljke koji su potrebni da bi se proizveli rezultati za realno vreme i prognoza za budućnost u ciklusu površinskih voda na području Skadarskog jezera i reka Bojane i Drima.

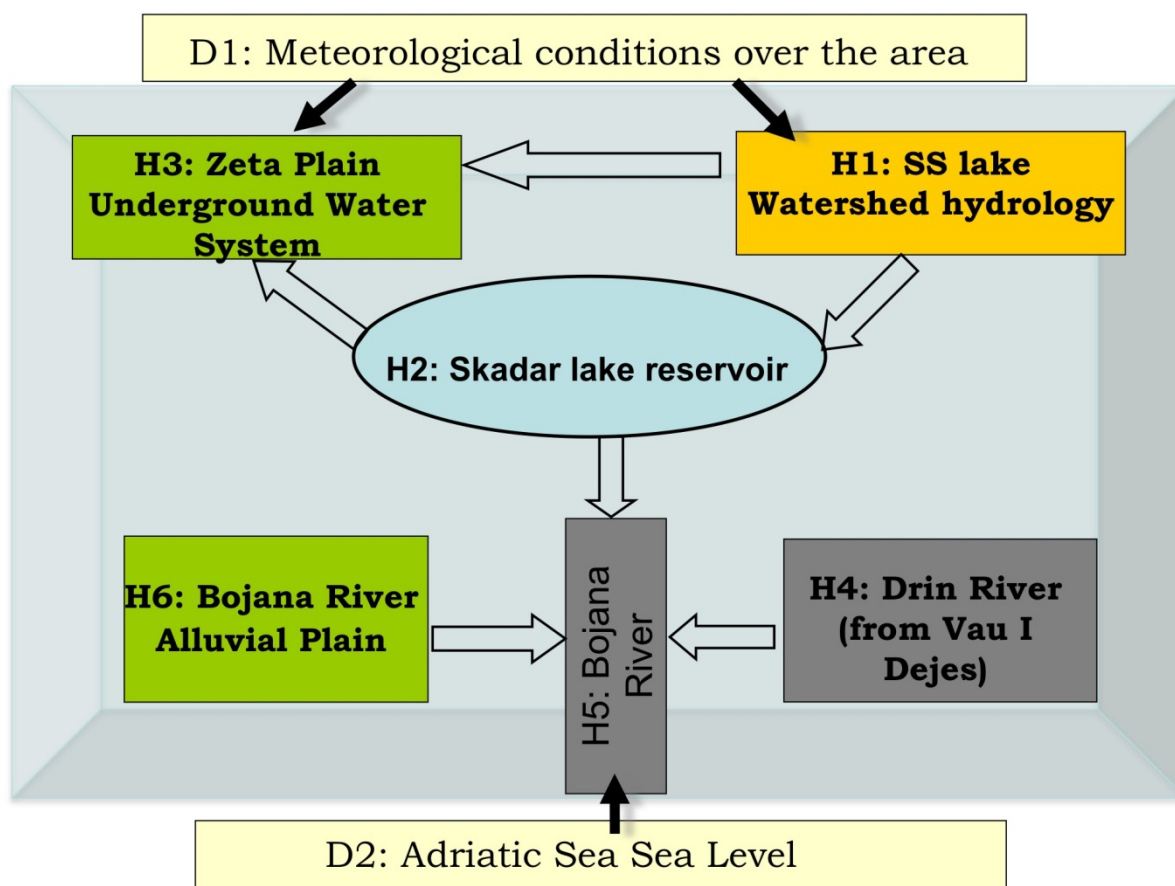


Figure 3.1–Komponente hidrološkog prognostičkog modela HPM, okruženja i spoljnji skupovi podataka

Mnoga od potrebnih poboljšanja su vezana za bolje definisanje geo-morfoloških karakteristika različitih odeljaka s obzirom da tipovi tla imaju ključnu ulogu u postizanju modeliranja sa visokom rezolucijom. Pored toga, trebalo bi bolje

predstaviti pojedine procese a medju njima: topljenje snežnog pokrivača, ponovno zamrzavanje, parametre tla za karstna područja u Modelu za površinu tla i oticaje sa izvora. Na kraju, predlaže se da se nacrt Hidrološkog prognostičkog modela nadogradi sledećim elementima:

1. Interfejs modela za kaplovanje koje bi moglo automatski da razmenjuje parametre modela i polja, modula koji se sprovode.
2. Instrumentima za asimilaciju podataka za nivo vode i protok iz mreže za osmatranje podataka u realnom vremenu da bi se ispravile greške u početnim uslovima modela.

Pored ovoga preporučuje se da se organizuje period obuke u cilju da se utvrdi operativna funkcija baze podataka i funkcionisanje modela pod pokroviteljstvom Hidrometeorološkog Zavoda Crne Gore i ekvivalentnih ustanova u Albaniji. Ovakvim projektom obuke trebalo bi da se sprovede dolazak naučnika u HMZ i albanske institucije, implementacija infrastrukture računara i program za razmenu mladih tehničara i naučnika u inostranim Institucijama u kojima su razvijene komponente Hidrološkog Prognostičkog Modela. Sledi spisak potrebnih poboljšanja za svaku komponentu HP modela:

### **3.1 Meteo-hidrološki model - H1**

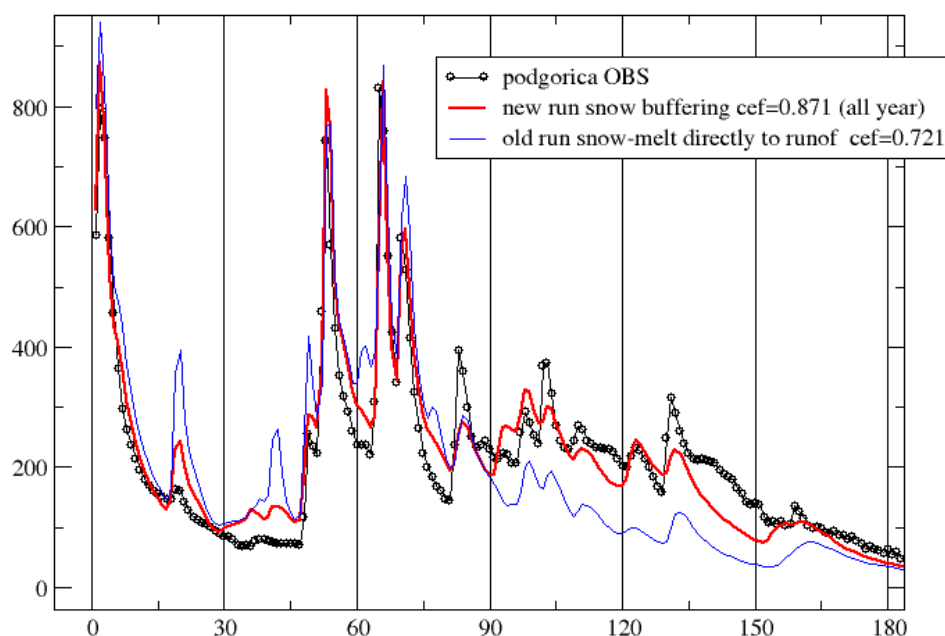
Ispostavilo se da je jedan od glavnih problema meteo-hidrološkog modela korišćenog u ovom studiju, povećani zimski oticaj i smanjeni letnji oticaj reke Morače. Utvrđeno je da je problem delimično vezan za mehanizam nastajanje i topljenje snežnog pokrivača u Modelu za površinu tla koji je naizmenično proizvodio površinski oticaj za HYPROM modul za forsiranje rečnog toka.

Sneg se ponaša kao prirodni rezervoar koji pravi preraspodelu snežnih padavina odlažuci ih za proleće i leto ukoliko to odgovara realnosti. Primećeno je da NOAH LSM daje konstantno odstupanje u sloju snega koje se odvija brže nego sto daju rezultati osmatranja U novijem razvoju NOAH LSM (Livneh et al., 2010) problem je rešen primenom procedure koja vodi računa o očuvanje tekuće vode i koja se zamrzava u procepima snežnog pokrivača. Proces topljenja i zamrzavanja poboljšava prognozu količine i trnutka stvaranja vode od snega i uspešno poboljšava raspored zimskih padavina koje postaju topljenje prolećnog snega, a shodno tome i protoka. Nažalost ovakav model nije bio dostupan za ovaj projekat.

Kao poboljšanje za Model Sliva Skadarskog jezera predlažemo da se koristi

poboljšana verzija NOAH LSM modela. Da bi se pokazala važnost pravilne vremenske preraspodele protoka nastalog topljenjem snežnog pokrivača, zadržana je zimska snežna tekuća voda te je korišćena kao protok za vreme prolećnog perioda, pomoću jednostavnog metoda parametrizacije. Razlika u preciznosti između kontrolne simulacije i gore navedene simulacije je prikazana na Slici 3.1.1 i tabeli 3.1.1. Poboljšanje je primetno ako se uporedi sa ocenom tačnosti iz Aneksa 1, Tabele 3.5.

discharge JFM AMJ 2006



**Sl. 3.1.1 Modelirani rečni tok upoređen sa izmerenim protokom kod stanice Podgorica na reci Morači; plava liniji predstavlja prirodne uslove koji su rezultati dobijeni iz NOAH LSM modela, dok crvena linija predstavlja novu simulaciju modela sa parametrizovanim procesom topljenja i zamrzavanja za prvih šest meseci za 2006. godinu**

**Tabela 3.1.1: Ocena greške modela: Poredjenje rezultata modeliranog protoka reke sa podacima iz hidrolske stanice Podgorica na reci Morači(Mor.Podg.YY) (Zet.Dani.YY) i stanice Danilovgrad na Zeti za razlicite scenarije prirodnih uslova**

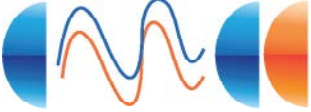
### Parametrizacija topljenja novog snega

Srednja									
<i>Stanice</i>	<i>i</i>	<i>osmatrana</i>							
<i>godine</i>	<i>vrednost</i>	<i>ME %</i>	<i>ME</i>	<i>MAE</i>	<i>RMSE</i>	<i>CORR</i>	<i>CEFF</i>	<i>Broj uzoraka</i>	
Mor.Podg.06	140.2	9.5	13.374	38.314	51.399	0.941	0.876	363	
Zet.Dani.06	79.2	-7	-5.584	21.811	31.751	0.913	0.827	363	
Mor.Podg.07	125.5	7.9	9.904	37.747	65.789	0.858	0.705	363	
Zet.Dani.07	77.9	-15.7	-12.196	22.736	37.849	0.861	0.702	363	
Mor.Podg.08	142.7	6.5	9.31	38.099	61.559	0.935	0.871	363	
Zet.Dani.08	88.5	-15.6	-13.779	21.737	36.728	0.926	0.834	363	
Mor.Podg.09	159.3	10.7	16.978	37.21	57.195	0.958	0.91	363	
Zet.Dani.09	98.7	-11.1	-10.907	24.274	41.677	0.915	0.812	363	
Mor.Podg.10	233.7	3.9	9.058	52.523	86.713	0.953	0.901	345	
Zet.Dani.10	146.4	-15.4	-22.599	41.591	54.655	0.914	0.716	345	

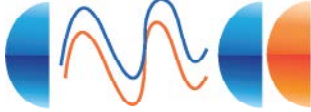
### Simulacija prirodnih uslova

Srednja									
<i>Stanice</i>	<i>i</i>	<i>osmatrana</i>							
<i>godine</i>	<i>vrednost</i>	<i>ME %</i>	<i>ME</i>	<i>MAE</i>	<i>RMSE</i>	<i>CORR</i>	<i>CEFF</i>	<i>Broj uzoraka</i>	
Mor.Podg.06	140.2	5.7	7.972	63.056	80.218	0.864	0.698	363	
Zet.Dani.06	79.2	-10.7	-8.446	30.852	41.971	0.863	0.698	363	
Mor.Podg.07	125.3	8.1	10.124	48.737	81.144	0.818	0.55	364	
Zet.Dani.07	77.8	-15.9	-12.387	26.709	43.94	0.834	0.598	364	
Mor.Podg.08	142.8	6	8.522	44.921	68.29	0.925	0.841	364	
Zet.Dani.08	88.7	-16.3	-14.425	23.319	37.573	0.926	0.826	364	
Mor.Podg.09	159.3	13.9	22.119	50.595	70.416	0.943	0.864	363	
Zet.Dani.09	98.7	-8.2	-8.05	26.86	44.157	0.914	0.789	363	
Mor.Podg.10	233.7	2.9	6.748	68.405	105.127	0.924	0.854	345	
Zet.Dani.10	146.4	-16.8	-24.553	50.707	62.32	0.902	0.631	345	

Drugi problem modela NOAH LSM modela koji je ovde korišćen bio je ograničeni broj tipova tla dostupnih u standardnom kodu modela. U ovom radu je izabrano da se koristi stenovito tlo jer je tipologija tla u slivu pretežno karstna. Primitili smo da je

 <p>Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici</p>	<p><b>PROJEKAT INTEGRALNOG UPRAVLJANJA EKOSISTEMOM SKADARSKOG JEZERA (LSIEMP)</b></p>	<p>Br. dokumenta: 2011.10.7 Verzija: V2 Datum: Decembar 2011</p>
---	---	--

zbog visoke zasicenosti provodnosti i difuznosti vode koju je favorizovalo stenovito tlo, modelom NOAH LSM proizvedeno do 10% vise protoka. Medjutim, da bi se smanjio zimski protok, u budućnosti bi trebalo koristiti kombinaciju dva tipa tla, barem za područje Zetske ravnice do područja sliva Skadarskog jezera.

 <p>Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici</p>	<p><b>PROJEKAT INTEGRALNOG UPRAVLJANJA EKOSISTEMOM SKADARSKOG JEZERA (LSIEMP)</b></p>	<p>Br. dokumenta: 2011.09 Verzija: V6 Datum: 5 septembar 2011</p>
---	---	---

### **3.2 H2-Hidrodinamički model za jezero**

Uzimajući u obzir rezultate modela za prirodne uslove i simulacije scenarija 1, pokazali smo da je model sa konacnim elementima, kao što je H2, u mogućnosti da simulira kompleksne geometrijske sisteme kao što je Skadarsko jezero. Međutim, na kvalitet rezultata uticala su dva nedostatka u poznavanju informacija: 1) Batimetrija jezera i nivo tla oko jezera i 2) oticaj iz izvora i njihov precizni geografski položaj.

Što se tiče prvog problema, batimetrija jezera je dobijena na korišćenje u projektu samo od Hidrometeorološkog Zavoda Crne Gore i potpuno nedostaje za albanski deo jezera. Iz tog razloga, konačna batimetrija je digitalizovana iz istorijske karte (kao što je opisano u revidiranom prvom izveštaju) i unešena je u USGS HYDROSHEDS digitalni skup topografskih podataka sa rezolucijom terena od 1 km. Povezanost između jezera i reke Bune-Bojane je takođe prilagođen tako da odgovara različitim bazama podataka, ali bez uradjene provere valjanosti poredjenjem sa podacima in situ. Oblast modela definisana je tako da se podudara s 3 m iznad srednjeg nivoa Skadarskog jezera, što je preuzeto iz USGS altimetrijskog skupa podataka, iako bi bilo razumnije da se proširi do 8m.

Jos jedna nesigurnost u sprovođenju modeliranja vezana je za nepoznate oticaje i položaje izvora. Ovo je veoma ozbiljan nedostatak informacija koji bi se morao uzeti u obzir pri budućim programima za mapiranje i monitoring.

U mreži H2 modela postojanje mosta (most Lesendro koji ne premošćuje nego je izgrađen u vidu nasipa,) između dva ogranka reke Morače nije uzet u obzir (vidi Aneks 2, strana 10) i ovaj aspekt može da utiče na hidrodinamiku područja iako možda ne i na zapreminu vode daleko od mosta. Ova prepreka koja nedostaje utiče na rezultate koji su predstavljeni u simulaciji Scenarija 3 pogotovu na ono što se odnosi širenje zagadjuvača od levog ogranka Morače i reke Crnojeviča tako da ove simulacije nisu uključene u finalni izveštaj.

### **3.3 H3 i H6 modeli za podzemne vode aluvijalnih ravni**

Na modeliranje aluvijalnih ravni Zete i Bojane veoma je uticalo nedovoljno poznavanje stratigrafskih informacija o dubokim izvorima i skoro potpuni nedostatak informacija o gornjim nivoima podzemnih voda u aluvijalnoj ravni Bojane. Preporučuje se da se u



budućim nastojanjima modeliranja dobiju azurirani podaci o hidrologiji, litologiji i geologiji aluvijalnih ravni.

### **3.4 Rečni modeli H4 i H5 za Bojanu i Drim**

Na modeliranje sistema reka Bojana-Drim uticale su dve glavne nesigurnosti/nepoznanice: prva je vezana za topografiju reke Drima koja nije poznata i druga je nepoznavanje karakteristika sedimenata rečnoga korita i suspendovanih sedimenata. . U budućnosti bi trebalo uzeti u obzir gradjevine i prepreke duz nekoliko zahvata reke (jedan primer je prikazan na Sl. 3.4.1). Kao poslednje ali ne i manje vazno trebalo bi da se digitalna informacija o terenu sa visokom rezolucijom sjedini sa topografskim sekcijama Bojane da bi se koristili modeli reke sa opcijama poplave.

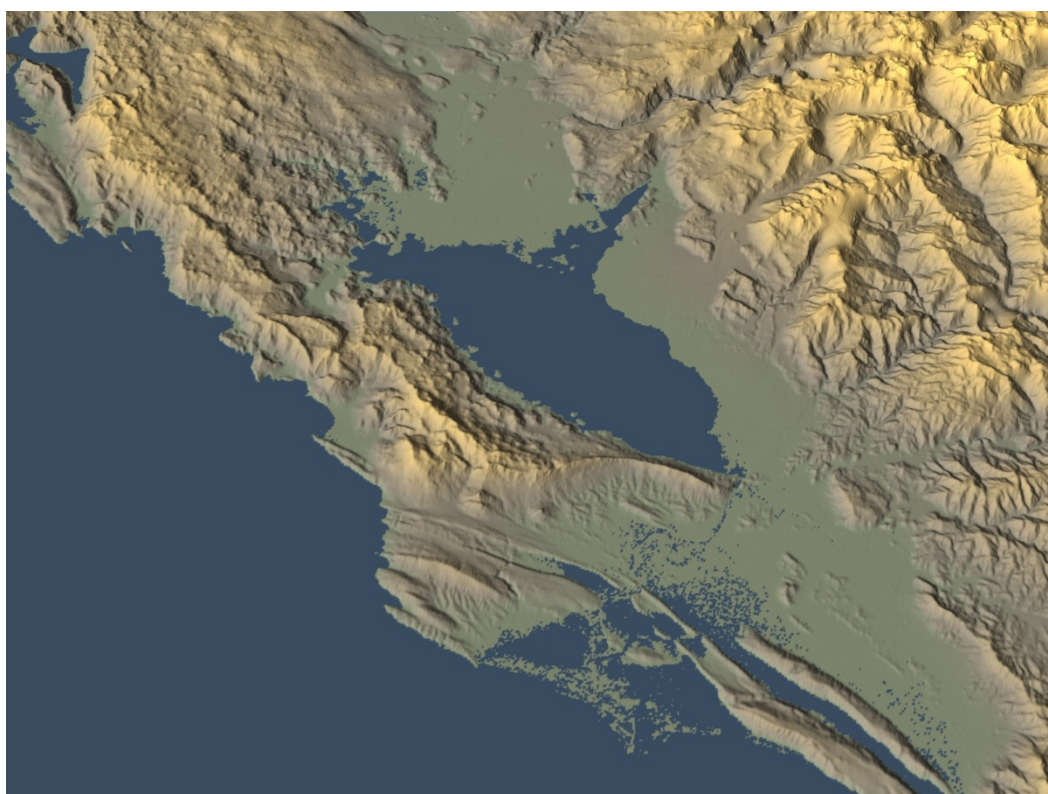


**Sl. 4.4.1 Google slike pokazuju ogranak Bojane gde se vidi postojanje bran koje stvaraju delimicnu prepreku i mostova na obe strane ostrva**

U budućem projektu bagerovanje reke Bojane mora biti pazljivo razmotreno s obzirom da su nasi eksperimenti pokazali da nedostaju informacije o sastavu sedimenta rečnoga korita i iskopavanje bi moglo povecati rizik od poplava na ovim područjima.

## 4. Završna rasprava i zaključci

Da bi se u periodu od 2005-2010 godine modelirali prirodni uslovi životne sredine i uticaji tri razvojna scenarija, korišćen je Hidrološki prognostički model za područje sliva Skadarskog jezera i sistem za reke Bojanu i Drim nizvodno od brane Vau i Dejes. Na Sl.4.1 prikazana je ukupna struktura terena i aluvijalni i vodni sistem Skadarskog jezera iz satelitske altimetrije. Iz ove slike se vidi nizak nivo aluvijalnih ravni Skadarskog jezera i Bojane tako da je njihova visina manja od procene greške od 1m na satelitskom snimku. Iz ove slike se jasno vidi da do poplava na području jezera i na okolnim područjima rečnog sistema Bojana-Drim mnogo verovatnije dolazi zbog potpuno prirodnih razloga te bi se tako budući razvojni scenariji morali usmeriti problem na uskladjivanja ovih prirodnih uslova sa zaštitom ljudskih dobara i aktivnosti od poplava.



Sl. 4.1 Trodimenzionalni prikaz tla iz altimetrijskih podataka

Da bi se izvršila provera valjanosti i kalibracija komponenata Hidrološkog Prognostičkog modela tokom projekta su korišteni meteorološki podaci in situ i podaci

o oticajima reka. Utvrđeno je da je mreža za meteo hidrološka osmatranja dobijena od HMZ-a, koja je vrlo dobrog kvaliteta i pokriva široko područje, pruža osnovne podatke za proveru valjnosti rezultata modela iako bi u budućnosti trebalo imati više stanica za monitoring istočnih pritoka Morače kao što su reke Cijevna, Gostiljska, Mrka i Urelja. Osim toga, takodje preporučujemo da se ima ekvivalentan sistem za monitoring albanskih reka severnog dela Skadarskog jezera kao što su Proni-i-Tat, Rjolit i Banus Sica. One imaju oticaje koji se mogu uporediti sa crnogorskim rekama i bitno doprinose zapremini vode jezera.

Informacije o podzemnim vodama Zetske ravnice i stratigrafske informacije obezbedili su instituti CETI i JU republički zavod za geološka istraživanja Crne Gore. Nedostatak ažuriranih podataka i podataka sa visokom rezolucijom u ovom slučaju je predstavljao ozbiljnu prepreku u modeliranju a pogotovu nedostatak novih i dokumentovanih osmatranja položaja izvora i njihovih protoka u blizini Malog Blata. Jos značajnije je to da je velika prepreka u radu bio nedostatak sveobuhvatnih stratigrafskih osmatranja i osmatranja gornjeg nivoa podzemnih voda u aluvijalnoj ravni reke Bojane.

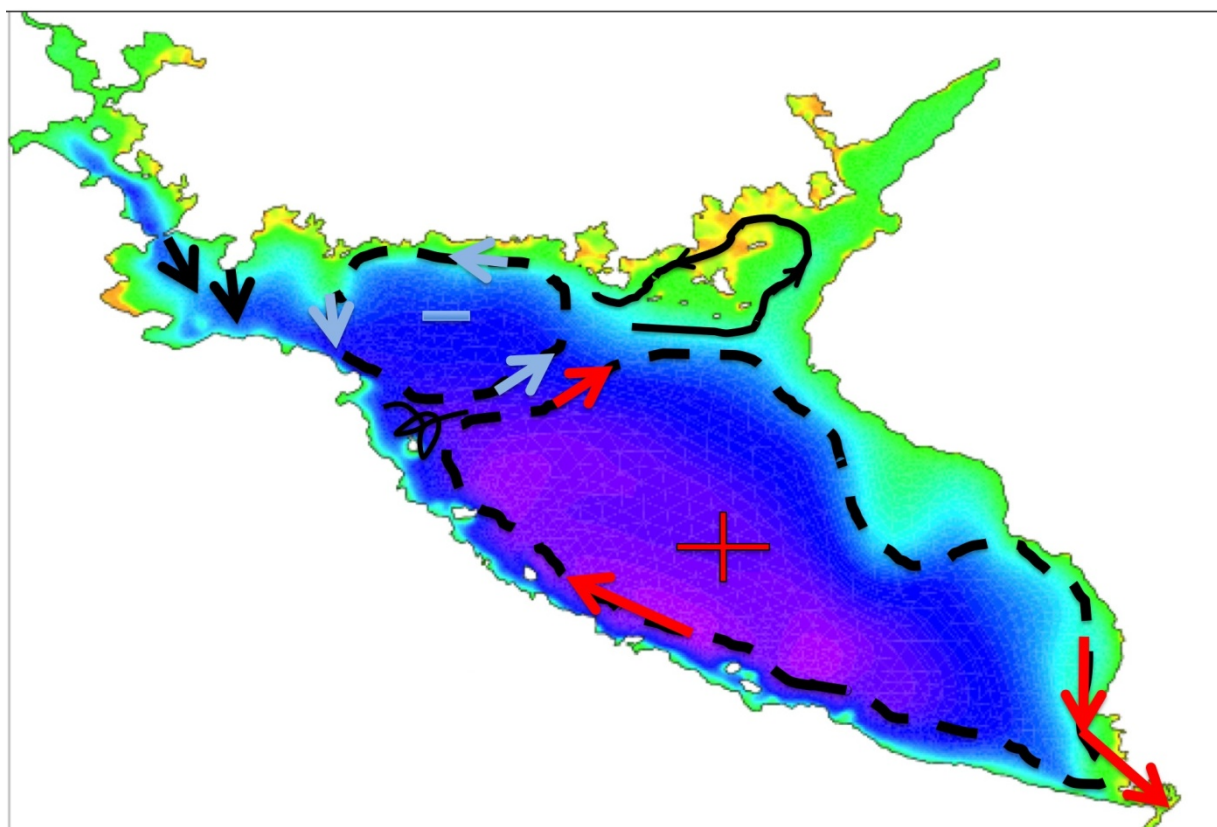
Može se reći da su podaci o nivou Skadarskog jezera, koji su dobijeni preko mreže HMZ (stanice Plavnica i Ckla), dovoljni za praćenje nivoa jezera iako bi senzorskom aparatu trebalo dodati i merenje temperature. Iz naših analiza jasno se vidi da se vodostaji Plavnice i Ckle ne razlikuju mnogo od vodostaja kod mosta na Bojani, tako da ove tri stanice potpuno definišu nivo vode jezera. S obzirom na važnost oticaja i ometanje koje stvara most Lesandro, trebalo bi da se vrši bolje osmatranje severnog dela jezera na mestima gde se ulivaju Rijeka Crnojevića i Karatuna.

što se tiče sistema monitoringa za Bojanu i Drim, preporučuje se da se sve dostupne stanice, kao sto su most na Bojani, Bahcallek, Dajc i Fraskanjel poboljšaju i održavaju, a isto tako i da se uspostave protokoli izmedju Crne Gore i Albanije koji bi osigurali blagovremeno objavljivanje podataka u slučaju poplava. Ovi će podaci omogućiti da se uspostavi sistem upozorenja na poplave baziran na podacima iz realnog vremena i na prognozi modela. Osim toga treba da se uzmu u obzir i stanice na ušću Bojane posebno zbog praćenja transporta i kvaliteta sedimenta. Prema tome, zaključujemo da izgleda da postojeće stanice za vodni ciklus zadovoljavaju potrebe koje zahteva sistema za rano upozoravanje na poplave, ukoliko se razvije protokol o blagovremenoj razmeni podataka izmedju Albanije i Crne Gore i ako se poboljša praćenje protoka severoistočnih reka kao i protoka izvora.

Preko simulacije sistema prirodnih uslova pokazali smo da uslovi sa anomalnim

padavinama mogu dovesti do izlivanja jezera i poplava u oblasti Bojane i Drima. Tokom referentnog perioda, od januara 2006 do decembra 2010, tokom zime 2007 i 2008 godine, došlo je do smanjenih padavina i niskog vodostaja, a zatim su sledile zime 2009 i 2010 gde se javljaju dve situacije sa visokim padavinama i visokim vodostajem. U oktobru 2009 i 2010 godine došlo je do neuobičajenih padavina na području sliva Skadarskog jezera (vidi Sl. 3.1.4 i Sl. 7.2.1 Završnog Izveštaja), što je dovelo do odstupanja protoka  $200 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  na stanici kod mosta na Bojani (od  $800$  do  $1000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  najviši dostignuti nivo tokom zime (vidi Sl. 3.2.30 Završnog Izveštaja)

Poplavljeni područja u severoistočnom delu su se udvostručila u period između godina 2007-2008 i 2009-2010. Cirkulacija jezera je veoma različita tokom godina što je pod jasnim uticajem vetra i tome takodje doprinose prilivi iz reka koje se ulivaju u jezero. Cirkulacija velikih razmera formirana je kombinacijom dva vrtloga, jednoga ciklonskog na severu i drugog anticiklonskog na južnom delu jezera.



Sl. 4.2 Shema cirkulacije jezera prikazuje: severni ciklonski vrtlog - plava strelica, južni anticiklonski vrtlog - crvena strelica

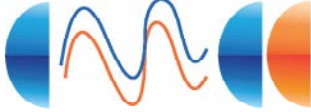
Jačina i pravac ova dva vrtloga variraju tokom godina: generalno možemo reći da postoji struja pojačana granicom duž severozapadnog oboda (vidi Sl. 4.2 crvena strelica) koja u nekim godinama slabi dok se severoistočna struja (Albanija) pojačava. U nekim godinama (kao u 2010.) izgleda kao da se zimska cirkulacija jezera ne uklapa u dva vrtloga nego ostaju pojačane južne i severne granične struje. Temperatura jezera je uglavnom ujednačena i varira između 25-27 stepeni u septembru i 5-7 stepeni tokom zime.

Nivoi podzemnih voda u Zetskoj ravnici pokazuju velike varijacije u sezonskom ciklusu kao i tokom godina. Gornji nivo podzemnih voda je oko 20 m iznad nivoa mora, prosečno tokom godišnjih doba, sa 5 metara odstupanja između zime i leta. Varijabilnost tokom godina je oko 2 metra, odnosno polovina prirodnog sezonskog ciklusa, a povezana je sa jakim odstupanjima u padavinama tokom zima 2009 i 2010 godine. U aluvijalnoj ravni reke Bojane gornji nivo podzemne vode je oko 1 m iznad nivoa mora i to je jasno povezano sa režimom vodostaja površinskih reka, pogotovu prilikom poplava.

Režim vodostaja reka Bojane i Drima regulisan je preko protoka kod mosta na Bojani koji tokom zime u godinama 2006-2008 dostiže do  $800 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  kao i preko protoka na Vau i Dejesu. Ovaj poslednji povećava doprinos protoka na protoku kod Frskanjela sa otprilike  $300 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  osim u zimama 2009-2010 kada je protok kod Frskanjela dosegao do  $3000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  zbog neuobičajeno velikih oticaja kod brane Vau i Dejes.

Razvojni scenariji koje smo ispitivali pokazuju da sistem hidrocentrala na Morači neće značajno uticati na prirodni režim vodnog ciklusa čak i ako protok Morače tokom leta dostigne do 300% vrednosti svojih prirodnih uslova (od oko 20 do  $70 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  kod stanice Podgorica). Nivo vode jezera menja se tokom leta za samo nekoliko procenata u odnosu na srednji nivo vode (20-30 cm razlike) a prirodni ciklus izlivanja jezera se samo marginalno menja.

Razvojni scenario 2 pokazuje visoko senzitivnu reakciju sistema Bojane i Drima na bageriranje i s obzirom na ograničene informacije koje su dostupne, trebalo bi da se pažljivo ispita specifična shema za bageriranje jer izgleda da to ima veliki uticaj na rizik od poplava u ovom području. Zaključci koji proizilaze iz naših eksperimenata ne podržavaju ideju da se sprovede bageriranje rečnog korita u kratkom roku. Umesto toga, trebalo bi da se razmotri pokušaj različitih limitirajućih aktivnosti, po mogućnosti unutar budućeg projekta, koji bi trebalo da se posveti ovom specifičnom aspektu

 <p>Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici</p>	<p><b>PROJEKAT INTEGRALNOG UPRAVLJANJA EKOSISTEMOM SKADARSKOG JEZERA (LSIEMP)</b></p>	<p>Br. dokumenta: 2011.09 Verzija: V6 Datum: 5 septembar 2011</p>
---	---	---

razvoja ove oblasti.

Eksperimenti scenaria 3 pokazuju da bi reke, koje se smatraju zagadivacima jezera, mogle da uticu i na siru oblast jezera a posebno levi ogranak Morače koji utiče na sva severna i centralna područja jezera, pogotovu tokom zimskih meseci kada je cirkulacija jača. Urelja i Banus Sica takodje utiču na šira područja a ova poslednja može uticati i na kvalitet vode sistema reka Bojana i Drim.

Poslednja ali ne i manje važana studija scenarija 4, jasno definiše reakcije sveukuponog sistem ciklusa vode na padavine u oblasti sliva Skadarskog jezera: Padavine u oktobru, novembru i decembru 2009 i 2010 godine, povećale su protok reke Morače do 1200-1400 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> što je zatim dovelo do protoka kod mosta na Bojani od oko 1000 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Nizvodno od oticaja jezera poplave su kontrolisane sistemom Vau i Dejesa koji je u januaru 2010 i u novembre i u decembru 2010 dodao 2000 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> umesto 300 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> kao što je uobičajeno registrovano u periodu od 2006 do 2009 godine.