



CRNA GORA

MINISTARSTVO UREĐENJA PROSTORA  
I ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE



UN  
DP

Montenegro

# EKONOMSKI UTICAJ KLIMATSKIH PROMJENA U CRNOJ GORI

2010



GEF

INVESTING IN  
OUR PLANET



*Ekonomski uticaji klimatskih promjena u Crnoj Gori: prvi pogled*

Autor: kancelarija UNDP, Crna Gora

John M. Callaway<sup>1</sup>

Slavica Kaščelan<sup>2</sup>

Marina Markovic<sup>3</sup>

Uz korićenje dodatnih podataka iz Elektroprivrede Crne Gore, Nikšić

---

1 Viši ekonomista – istraživač, UNEP-RISØ Centar, Risø Nacionalna laboratorija za održivu energiju, Danski tehnički univerzitet

2 Konsultant, dr., biolog

3 Konsultant, ekonomista

---

<b>1. IZVRŠNI REZIME, GLAVNI ZAKLJUČCI I PREPORUKE.....</b>	<b>6</b>
1.1. Rezime .....	6
1.2. Zaključci i preporuke .....	10
1.2.1. Glavni zaključci.....	10
1.2.2. Glavne preporuke.....	11
<b>UVOD .....</b>	<b>13</b>
<b>2. EKONOMIJA KLIMATSKIH PROMJENA.....</b>	<b>14</b>
2.1. Istorijat i ocjene.....	14
2.1.1. Istorijat.....	14
2.1.2. Ciljevi .....	15
2.2. Kratak pregled ekonomije klimatskih promjena .....	15
2.3. Uvod u integralne ekološko-ekonomske pristupe .....	19
2.4. Izrada preliminarnih procjena ekonomskih uticaja klimatskih promjena: Šta možemo naučiti?.....	21
2.5. Analitički i institucionalni kapacitet za procjenu ekonomskih uticaja klimatskih promjena, pristup “bez žaljenja ” .....	23
<b>3. ŠTETE UZROKOVANE KLIMATSKIM PROMJENAMA U SEKTORU POLJOPRIVREDE I ŠUMARSTVA .....</b>	<b>24</b>
3.1. Uvod: Istorijat i ocjene .....	24
3.1.1. Istorijat.....	24
3.1.2. Ciljevi .....	27
3.2. Potencijalni uticaji klimatskih promjena na sektore poljoprivrede i šumarstva .....	27
3.2.1. Poljoprivreda .....	27
3.2.2. Šume.....	30
3.3. Potrebni pristupi i podaci za procjenu fizičkih uticaja klimatskih promjena u sektorima poljoprivrede i šumarstva .....	32
3.3.1. Poljoprivreda.....	32
3.3.2. Šume.....	40
3.4. Postojeći kapacitet za procjenu šteta izazvanih klimatskim promjenama u sektorima poljoprivrede i šumarstva u crnoj gori .....	48
3.4.1. Poljoprivreda.....	48
3.4.2. Šume.....	49
3.5. Preliminarna procjena šteta uzrokovanih klimatskim promjenama u sektorima poljoprivrede i šumarstva .....	50
3.5.1. Poljoprivreda.....	50
3.5.2. Šume.....	57
3.6. Dalji pravci u sektorima poljoprivrede i šumarstva .....	57
3.6.1. Glavni nalazi .....	57
3.6.2. Glavne preporuke.....	58

<b>4. ŠTETE IZAZVANE KLIMATSKIM PROMJENAMA U SEKTORU TURIZMA .....</b>	<b>58</b>
4.1. Uvod: Istorijat i ocjene .....	58
4.1.1. Istorijat.....	58
4.1.2. Ciljevi .....	61
4.2. Potencijalni uticaji klimatskih promjena na sektor turizma .....	61
4.3. Potrebni pristupi i podaci za procjenu fizičkih uticaja klimatskih promjena .....	63
4.3.1. Rikardijanska analiza .....	64
4.3.2. Modeli troškova putovanja .....	65
4.3.3. Modeliranje participacije.....	66
4.3.4. Potrebni podaci za modele Rikarijanske analize, putnih troškova i participacije .....	67
4.4. Postojeći kapacitet za procjenu šteta izazvanih klimatskim promjenama u sektoru turizma u Crnoj Gori .....	69
4.5. Preliminarne procjene šteta izazvanih klimatskim promjenama u sektoru turizma .....	70
4.5.1. Uticaji klimatskih promjena na dolaske, noćenja i troškove turista koristeći informacije iz HTM modela .....	70
4.5.2. Uticaji klimatskih promjena na turističke posjete koristeći informacije iz PESETA projekta metodologije u turizmu .....	75
4.6. Dalji pravci u sektoru turizma i rekreacije .....	78
4.6.1. Glavni nalazi .....	78
4.6.2. Glavne preporuke.....	78
<b>5. ŠTETE UZROKOVANE KLIMATSKIM PROMJENAMA U SEKTORU VODA .....</b>	<b>79</b>
5.1. Uvod and Ciljevi .....	79
5.1.1. Istorijat.....	79
5.1.2. Ciljevi .....	80
5.2. Potencijalni uticaji klimatskih promjena na sektor vodnih resursa .....	80
5.3. Pristupi i metode za procjenu fizičkih uticaja klimatskih promjena .....	83
5.3.1. Hido-ekonomski modeli .....	83
5.3.2. Potrebni podaci za hidroekonomski model .....	85
5.3.3. Modeliranje ostalih sektora pomoću hidroekonomskih modela .....	86
5.4. Postojeći kapacitet za procjenu šteta uzrokovanih klimatskim promjenama u Crnoj Gori .....	90
5.5. Preliminarna procjena uticaja klimatskih promjena na proizvodnju hidro električne energije, rijeka Piva .....	91
5.6. Dalji pravci u sektoru vodnih resursa .....	94
5.6.1. Glavni nalazi .....	94
5.6.2. Glavne preporuke.....	95
<b>6. POTENCIJALNI UTICAJI KLIMATSKIH PROMJENA NA ZDRAVLJE LJUDI .....</b>	<b>96</b>
6.1. Uvod: Istorijat i ocjene .....	96
6.1.1. Istorijat.....	96
6.1.2. Ciljevi .....	96
6.2. Potencijalni uticaji klimatskih promjena na zdravlje ljudi .....	97

---

6.2.1.	Temperatura.....	97
6.2.2.	Bolesti koje se prenose putem hrane .....	99
6.2.3.	Bolesti koje se prenose putem vektora.....	99
6.2.4.	Ekstremni vremenski uslovi – poplave i oluje.....	99
6.2.5.	Aklimatizacija.....	99
6.3.	Potrebni pristupi i podaci za procjenu fizičkih uticaja klimatskih promjena .....	100
6.3.1.	Metode za procjenu ekonomskih uticaja mortaliteta izazvanog temperaturom usljed klimatskih promjena .....	100
6.3.2.	Potrebni podaci .....	105
6.4.	Postojeći kapacitet za procjenu mortaliteta uzrokovanog temperaturom i prateći ekonomski gubici u Crnoj Gori .....	106
6.5.	Preliminarne procjene mortaliteta uzrokovanog visokim i niskim temperaturama usljed klimatskih promjena u Crnoj Gori .....	107
6.6.	Dalji pravci u zdravstvenoj zaštiti .....	109
7.	<b>LITERATURA.....</b>	<b>112</b>



---

## 1. IZVRŠNI REZIME, GLAVNI ZAKLJUČCI I PREPORUKE

### 1.1. Rezime

Ovaj izvještaj sadrži sljedećih pet ciljeva:

- Prepoznavanje podataka, kao i najnovijih modela i metoda za procjenu ekonomskih uticaja klimatskih promjena, kao i prednosti i troškova prilagođavanja takvim promjenama u sektorima poljoprivrede i šumarstva, turizma, vodnih resursa i zdravstvene zaštite u Crnoj Gori,
- Procjena obima nacionalnih kapaciteta za razvoj i primjenu pomenutih podataka, modela i metoda na situaciju u Crnoj Gori,
- Primjena postojećih podataka, modela i metoda u Crnoj Gori kako bi se došlo do veoma preliminarnih procjena ekonomske vrijednosti fizičkih uticaja utvrđenih Prvom nacionalnom komunikacijom, i konačno
- Prijedlog načina za unapređenje postojećih analitičkih i institucionalnih kapaciteta za procjenu uticaja klimatskih promjena, kao i prednosti i troškova prilagođavanja promjenama u Crnoj Gori.

U Uvodnom dijelu ove Studije (Poglavlje 2) opisana je osnovna teorija za procjenu uticaja klimatskih uticaja. Klimatske promjene, u svakom slučaju, utiču na kvantitet i kvalitet životne sredine koju ljudi koriste za proizvodnju dobara i usluga, odnosno u nedostatku boljeg termina, "za uživanje u životu". Na taj način pomenuti fizički uticaji prodiru na tržišta roba i usluga, kao i u svakodnevni život. Na tržištima, klimatske promjene utiču na proizvodnju i tržišne cijene roba i usluga u sektorima koji su direktno pogođeni klimatskim promjenama. U modernim ekonomijama, tržišta su međusobno povezana međuindustrijskim tokovima roba i usluga, kao i novčanih sredstava dobijenih u zamjenu za te robe i usluge. Ovi međuindustrijski tokovi imaju ulogu transportne trake za prenos uticaja klimatskih promjena, potencijalno ih šireći kroz čitavu ekonomiju.

Prema tome, ova studija prepoznaje dvije vrste uticaja klimatskih promjena. Prvi uticaji utiču na dobrobit ljudi, a drugi na indikatore nacionalne ekonomske aktivnosti. Uticaji na dobrobit ljudi mjere se ekonomskim dobitima i gubicima koje kupci, proizvođači i investitori direktno osjećaju kao pomjeranje na tržištu ponude i potražnje roba usljed klimatskih promjena. Ovi uticaji na dobrobit ljudi imaju sličan ekonomski značaj za pomenute tri grupe, kao i dobro utvrđen teoretski osnov za njihovo mjerenje i sabiranje (ili nesabiranje). Ovi ekonomski uticaji poznati su kao „šteta prouzrokovana klimatskim promjenama“. Ova šteta se može djelimično umanjiti prilagođavanjem, uz određene troškove. Maksimalno smanjenje štete prouzrokovane klimatskim promjenama pomoću adaptacije naziva se „čista korist od adaptacije“. Konačno, preostala šteta od klimatskih promjena naziva se „neizbježna šteta od klimatskih promjena“.

Ekonomski uticaji klimatskih promjena na indikatore nacionalne ekonomske aktivnosti su različiti. Njima se mjere promjene u stavkama kao što su bruto nacionalni proizvod, potrošnja, investicije i državne investicije. Ovi uticaji takođe sadrže mjere aktivnosti radne snage, kao što su zaposlenost i nezaposlenost, kao i prenos prihoda između zemalja. U nekim slučajevima, sistemi za obračun nacionalnog prihoda obezbjeđuju pravila za sabiranje dijela, ali ne svih uticaja. Pored toga, ove uticaje, čak i ako se mjere novčanom vrijednošću, ne treba sabirati sa vrijednošću uticaja na dobrobit ljudi, mada obje vrste uticaja sadrže vrijedne informacije za subjekte koji donose odluke u javnom i privatnom sektoru, pomažući im da se bore sa klimatskim promjenama.

Četiri poglavlja koja slijede nakon Uvodnog dijela fokusirana su na sljedeće ekonomske sektore ili kategorije uticaja u Crnoj Gori:

- Poglavlje 3: Poljoprivreda i šume, zato što im je zajedničko zemljište na kojem se nalaze,
- Poglavlje 4: Turizam,
- Poglavlje 5: Vodni resursi, koji prožimaju različite ekonomske sektore, kao i
- Poglavlje 6: Zdravlje ljudi, sa ograničenom pokrivenošću.

Svako poglavlje daje pregled osnovnih metodoloških pristupa, vrsta modela i baza podataka potrebnih za sveobuhvatnu procjenu šteta uzrokovanih klimatskim promjenama, koje se razlikuju za svaki sektor i kategoriju uticaja. Takođe pokušava da predoči status postojećih kapaciteta za razvoj pomenutih modela i njihovo korišćenje za procjenu šteta od klimatskih promjena u Crnoj Gori. U većini slučajeva, ovaj kapacitet je izazito ograničen ili ne postoji. Takođe je moguće da postoji dio tog kapaciteta, ali se teško može locirati. Svako poglavlje takođe sadrži krakoročne i dugoročne preporuke za budući razvoj takvog kapaciteta u različitim ekonomskim sektorima i kategorijama uticaja.

Studija koristi pristup izgradnji kapaciteta koji nazivamo „bez žaljenja“. To znači da modeli, metode i podaci potrebni za procjenu fizičkih i ekonomskih uticaja klimatskih promjena i donošenje odluka u javnom i privatnom sektoru o „najboljem“ načinu da se izbjegnu uticaji putem adaptacije, u mnogim slučajevima, koristite se za donošenje planskih i upravljačkih odluka vezanih za ekonomski razvoj i zaštitu životne sredine. Drugim riječima, razlog za izgradnju ovih modela i razvijanje novih baza podataka je da se pomogne Crnoj Gori da razvija svoju ekonomiju na razborit način, koristan za građane Crne Gore, njihovu prirodnu sredinu i ekosisteme. Vrijedna uloga koju mogu imati u borbi protiv klimatskih promjena predstavlja dodatnu vrijednost.

Rezultati procjene izgradnje kapaciteta iz svih poglavlja rezimirani su na kraju ovog poglavlja, pod naslovom „zaključci i preporuke“. Ostali dio ovog rezimea posvećen je kvantitativnoj analizi svakog sektora, kako bi se došlo do određene procjene šteta od klimatskih promjena usljed posebnih uticaja na konkretne dijelove sektora ili lokacija u Crnoj Gori.

Sama činjenica da Crnoj Gori nedostaju najnoviji modeli za procjenu ekonomskih uticaja klimatskih promjena ne znači da nije moguće napraviti određenu preliminarnu procjenu ovih uticaja. Ustvari, ove vrste preliminarnih uticaja koji se oslanjaju na postijeće podatke i metode, kao i brojne ključne pretpostavke za nadomještanje nedostajućih podataka, mogu biti veoma korisne u ranim fazama formulisanja politike u oblasti klime i razvoja. Naročito, ovakvim pristupom „ograničenih informacija“ nekada se može utvrditi niz ekonomskih uticaja, kao i njihov obim; mogu se identifikovati važni uticaji koji na prvi pogled ne moraju biti očigledni; takođe vam mogu predočiti koje pretpostavke i podaci mogu biti važni, a koji ne. Vjerovatno je bolje imati sve ove informacije, mada nisu savršene, nego nemati nikakve informacije.

Sve u svemu, ova studija je dala preliminarnu procjenu šteta od klimatskih promjena u sljedećim oblastima<sup>4</sup>:

1. Poljoprivreda i šume: uticaj klimatskih promjena na smanjenje roda kukuruza, na nacionalnom nivou, kao i bruto prihoda od obrade zemlje, koristeći podatke iz studije kojom se simuliraju podaci o prinosima od berbe u Hrvatskoj.

<sup>4</sup> Urađena je još jedna dodatna procjena kako bi se procijenili uticaji uzrokovani klimom na periodično smanjenje rasta bukovo-vog drveća i vrijednost zemljišta za drveće bukve iste starosti u Crnoj Gori. Procjena nije bila uspješna (dobijeni su pretjerani rezultati usljed nedovoljnih podataka).



- 
2. Poljoprivreda i šume: uticaj klime na veću potrošnju vode za zalivanje usjeva, te na troškove pumpanja i isporuke dodatnih količina vode za navodnjavanje usjeva na postojećem i novom irigacionom zemljištu.
  3. Turizam i rekreacija: klimatski uticaj porasta temperatura na posjetu i troškove stranih i domaćih turista u Crnoj Gori, koristeći dio podataka iz Hamburškog turističkog modela (HTM).
  4. Turizam i rekreacija: klimatski uticaj porasta temperatura na posjetu i troškove stranih i domaćih turista u Crnoj Gori, na osnovu metodologije iz projekta PESETA za procjenu uticaja na turizam.
  5. Vodni resursi: klimatski uticaji smanjenjog odvajanja bruto prihoda od prodaje električne energije iz hidroelektrane Mratinje na rijeci Pivi.
  6. Zdravlje: uticaj klime na porast temperatura na ekonomsku vrijednost dodatnih troškova života vezanih za mortalitet u Crnoj Gori usljed povećanog zagrijavanja.

Rezime rezultata sa svih šest studija slučaja prikazan je u Tabeli 1. Rezultati su neeskontovane prosječne godišnje vrijednosti šteta od klimatskih promjena za svaku studiju slučaja na osnovu scenarija za klimatske promjene: A1B - bliska budućnost (2001-2030); A1B - daleka budućnost (2071-2100) i A2 – daleka budućnost (2071-2100). U nekim slučajevima nije bilo dovoljno raspoloživih informacija za procjenu rezultata sva tri scenarija, a u slučaju procjene uticaja na zdravlje, na raspolaganju su bili samo podaci za scenarije B2 BB i DB. U tim slučajevima, podaci dobijeni na osnovu scenarija za klimatske promjene i fizičke ekonomske procjene korišćeni su za interpolaciju i popunjavanje „nedostajućih vrijednosti”.

Pošto se radi o prvim procjenama klimatskih promjena u Crnoj Gori, kao i zato što postoji veoma mali broj sličnih procjena za druge balkanske zemlje, teško da se one mogu ocijeniti bez mnogo većeg broja podataka o pojedinim sektorima. Međutim, ovi rezultati pokreću brojna važna pitanja vezana za istraživanja i datu politiku. Prosječne štete od klimatskih promjena usljed smanjenja prinosa kukuruza su male, pošto se proizvode male količine kukuruza. Ipak, takva šteta bi se povećala u slučaju značajnog porasta sektora uzgoja stoke u skladu sa planovima za budući razvoj, gdje se lokalno uzgajani kukuruz koristi kao stočna hrana za tovljenja stoke. To bi značilo veliku strukturnu promjenu u poljoprivrednom sektoru. Prosječne godišnje štete usljed povećanog navodnjavanja usjeva bile su veće od očekivanih u odnosu na relativno malu površinu zemljišta. To može biti razlog za zabrinutost u budućnosti, ukoliko dođe do većeg porasta navodnjavanja zemljišta od očekivanog. To bi takođe zavisilo od uticaja klimatskih promjena na konkurentnost domaćih, u odnosu na uvozne sorte voća, grožđa i vina na lokalnim i međunarodnim tržištima. Znači, u obje studije slučaja u oblasti poljoprivrede potrebni su bolji modeli, konkretnije modeli za sektor poljoprivrede, koji bi uzeli u obzir pomenute faktore.

**Tabela 1** Preliminarne procjene prosječnih godišnjih šteta uzrokovanih simuliranim klimatskim promjenama u odabranim studijama slučaja u različitim sektorima u Crnoj Gori (miliona €/godišnje)

Priroda uticaja	Scenarij za klimatske promjene		
	A1B BB	A1B DB	A2 DB
Smanjenje roda kukuruza <sup>1</sup>	Smanjenje bruto prihoda od prodaje kukuruza		
	0.016	0.043	0.81
Porast potreba za navodnjavanjem usjeva <sup>2</sup>	Veći troškovi pumpanja i distribucije dodatnih količina vode za navodnjavanje usjeva na postojećim i novim površinama zemljišta		
	0.074	4.33	4.41
Porast temperature <sup>3</sup>	Smanjenje troškova turista (HTM analiza)		
	34.20	68.35	85.45
Porast temperature <sup>4</sup>	Smanjenje troškova turista (PESETA analiza)		
	(13.90) <sup>5</sup>	33.20	33.50
Smanjenje površinskog površinskog oticanja	Smanjenje bruto prihoda od prodaje električne energije proizvedene u hidroelektrani Mratinje		
	6.60	12.80	--
Porast temperature <sup>6</sup>	Vrijednost dodatnog broja izgubljenih života usljed mortaliteta izazvanog povećanim zagrijavanjem		
	--	--	4.60 to 85.20

<sup>1</sup> Smanjenje prinosa izraženo u %, ne na osnovu scenarija. Pretpostavljena domaća cijena kukuruza: 60 €/MT.  
<sup>2</sup> Ukupno navodnjavano zemljište (novo i planirano) po 0.15€/Kwh.  
<sup>3</sup> Osnovna naspram prosječne godišnje temperature, 16 stepeni C, osnovni nivoi turističke posjete i troškova, sadašnja prosječna vrijednost.  
<sup>4</sup> Osnovni nivoi turističke posjete i troškova, sadašnja prosječna vrijednost.  
<sup>5</sup> Ova prosječna vrijednost je u zgradama pošto ustvari predstavlja korist od klimatskih promjena, a ne trošak.  
<sup>6</sup> Opseg odražava metod vrednovanja (VOLY-VSL)

Procijenjena šteta uzrokovana klimatskim promjenama usljed smanjenja broja turista umjereno je velika u poređenju sa stvarnim troškovima turista. Razlika između dva skupa procijenjenih vrijednosti u ovom sektoru ilustruje zajednički fenomen u ekonomiji, odnosno da različiti modeli imaju različitu osjetljivost na ulazne i pretpostavljene podatke. Procjena dobijena na osnovu PESETA pristupa za scenarijo A1B BB je u stvari vjerovatna: kratkoročna klimatska promjena može biti dobra za turizam, ali konačno, ukoliko su ovi modeli tačni, prosječne i najviše temperature će toliko porasti da će turisti, makar ljeti, umjesto plaža posjećivati sjeverne oblasti. Štete od klimatskih promjena vezane za smanjenje površinskog površinskog oticanja rijeke Pive takođe su relativno velike, ali je metodologija bila prilično gruba. Ovo takođe ukazuje na činjenicu da su potrebni bolji modeli i podaci za potvrdu i poboljšanje ovih procjena u ovom kao i u drugim sektorima. Klimatske promjene mogle bi dramatično pogoditi buduće ambicije Crne Gore vezane za hidro energiju, tako da je potrebno da planeri razmotre i uključe u postojeće i buduće razvojne planove uticaj klimatskih promjena na količinu vodenih tokova i potrošnju električne energije.

---

Na osnovu posljednje procjena šteta uzrokovanih klimatskim promjenama u sektoru zdravstva izgleda da vjerovatno veliki broj ljudi nije upoznat sa procjenom vrijednosti kvaliteta života. Ipak, u poređenju sa drugim evropskim i nekim balkanskim zemljama, za zemlje obuhvaćene PESETA analizom zdravstvene zaštite za EU, procijenjene štete od klimatskih promjena iz Tabele 1 su prilično male i zasnovane na relativno malom porastu broja smrtnih slučajeva usljed porasta temperatura. Građani Crne Gore su se očigledno već aklimatizovali na velike oscilacije u vršnim vrijednostima temperatura u toku ljeta.

Procjene prosječnih godišnjih šteta od klimatskih promjena čiji rezime je dat u Tabeli 1 imaju brojna ograničenja:

- Radi se o preliminarnim, ne veoma složenim metodologijama, u većini slučajeva zasnovanim na veoma ograničenim podacima i snažnim pretpostavkama koje su bile potrebne za sprovođenje analiza, ali ne moraju biti istinite,
- Rezultati nisu sveobuhvatni. To su studije slučaja.
- Mjere koje se koriste u svakoj studiji slučaja zahtjevaju nešto snažnije pretpostavke da bi bile okarakterisane kao opravdane procjene štete, zasnovane na gubitku i dobiti dobrobiti u oblasti ekonomije. Radi toga, trebamo se oduprijeti iskušenju da ih saberemo.
- Ove procjene štete od klimatskih promjena ne obuhvataju gubitke dobrobiti koje snose potrošači radi promjena cijena, indirektno uzrokovanih klimatskim promjenama.
- U ovim slučajevima, procjene ne treba pogrešno tumačiti kao uticaje na nacionalnu ekonomsku aktivnost, kao što je BND. Ove vrste ekonomskih uticaja nisu procijenjene pošto nije bilo moguće ustanoviti ni jedan makroekononmski model ekonomije u Crnoj Gori.

Konačno, ograničenja ovih rezultata snažno naglašavaju potrebu za unapređenjem kapaciteta za razvijanje boljih podataka i modela. Na to je fokusiran posljednji dio ovog poglavlja koji obuhvata zaključke i preporuke.

## **1.2.Zaključci i preporuke**

Svako poglavlje, od poglavlja 3 do poglavlja 6, sadrži odjeljak sa glavnim nalazima koji se tiču mogućnosti procjene ekonomskih uticaja klimatskih promjena i korišćenja prikupljenih podataka za donošenje državne politike ili planiranje i upravljanje aktivnostima u javnom i privatnom sektoru. Ovaj odjeljak takođe sadrži i preporuke o načinu za kratoročno i dugoročno prevazilaženje ovih „nedostataka u kapacitetu“.

U ovom odjeljku nalaze se kombinovani nalazi i preporuke sa glavnim zaključcima koji proističu iz studija slučaja i čine kraću listu najznačajnijih rezultata ove studije.

### **1.2.1. Glavni zaključci**

- 1. Potreba za makroekonomskim modelom.** Značajan nedostatak analitičkih podataka za koji je utvrđeno da je posebno ograničavajući u slučaju studija iz oblasti turizma odnosio se na očigledan nedostatak makroekonomskog modela za Crnu Goru, kako unutar zemlje, tako i u široj zajednici institucionalnog modeliranja.
- 2. Vrijednost preliminarnih procjena šteta uzrokovanih klimatskim promjenama.** Ova studija je pokazala da, čak i u odsustvu savršenijih podataka i boljih modela, preliminarne procjene šteta od klimatskih promjena, kao u studijama slučaja, mogu obezbijediti korisne

informacije o ekonomskim uticajima klimatskih promjena koje bi dale smjernice za donošenje odluka o razvojnoj politici i izgradnji kapaciteta za unapređenje analitičkog kapaciteta o ekonomskom razvoju i opcijama za borbu sa klimatskim promjenama.

3. **Potreba za boljim modelima i podacima.** U ovoj studiji su izložena najnovija dostignuća u modeliranju štete od klimatskih promjena u svim sektorima obuhvaćenim studijom slučaja. Postoje značajne praznine u oba modela i podacima za svaki od sektora koje smo analizirali simuliranjem fizičkih uticaja klimatskih promjena i prevođenjem tih uticaja u mjerenje štete od klimatskih promjena, koristeći integralne modele za ekološko-ekonomski sektor.
4. **Prioriteti za izgradnju kapaciteta.** Na osnovu rezultata studija slučaja, kao i državnih razvojnih planova, izgleda da su prioriteti u razvijanju ovih vrsta modela sljedeći:
  - a. **Najviši priritet:**
    - i. Ukupni modeli za učešće turizma na nivou zemlje kao cjeline, i
    - ii. Odvođenje atmosferskih voda i hidro-ekonomski modeli za bazene namjenjene budućem razvoju hidro energije.
  - b. **Niži pririt**
    - i. Stalni upravljački modeli (i prateći podaci) za šume koji obuhvataju modele za uzgoj šuma, radi simuliranja uticaja klimatskih promjena i remećenja šuma na rast vrsta šumskog drveća koje je predmet upravljanja,
    - ii. Modeli vegetacije radi simuliranja rasta šuma i razvoja u ekosistemima koji nisu predmet upravljanja,
    - iii. Modeli za prinos usjeva za važne usjeve u zemlji,
    - iv. Dinamika, model dva sektora, za sektor poljoprivrede i šuma, na primjer kroz integraciju sa EUFASOM-om.
    - v. Modeli potreba za rekreacijom za konkretnu lokaciju, za projektovanje uticaja razvojnih politika i klimatskih promjena na posjećenost i vrijednosti rekreacione dobrobiti na odabranim ključnim lokacijama, dragocjenim za zaštitu životne sredine i/ili rekreativne svrhe.
  - c. **Neizvjestan priritet:**
    - i. Epidemiološki modeli za simuliranje uticaja klimatskih promjena na mortalitet i smrtnost uzrokovanih različitim izvorima, uključujući: mortalitet i smrtnost uzrokovana temperaturom, bolesti koje se prenose vodom i hranom, bolesti koje se prenose vektorima, ekstremni uticaji na zdravlje uzrokovani određenim slučajem.

### 1.2.2. Glavne preporuke

1. **Makroekonomski model.** Potrebno je razviti model koji omogućava izračunavanje generalne ravnoteže za Crnu Goru. Ipak, važno je da model bude odgovarajući za razmatranje razvojnih pitanja u Crnoj Gori, posebno zahtjevajući da "nastupne tačke" u svakom slučaju mogu realno predstaviti uticaje vezane za razvojne planove Crne Gore i uticaje klimatskih promjena. Ovi modeli mogu se razviti putem ugovora sa multilateralnim i bilateralnim institucijama, uključujući međunarodne i regionalne stručne centre u ovoj oblasti.
2. **Prikupljanje podataka.** Studije slučaja otkrile su nedostatke u podacima za sve sektore. Napori u pravcu izrade studije slučaja za uticaj klimatskih promjena sukobili su se sa nedostatkom podataka o rastu šuma koje su bile predmet upravljanja. Ipak, u toku je ambiciozan projekat izrade novih procjena šumskih fondova, što može pomoći u podešavanju modela za rast šume i vegetacije. Izgradnja novih baza podataka, tamo gdje



---

su prethodni podaci izgubljeni, u toku je u mnogim sektorima, tako da bi prvenstvena preporuka ove studije bila da odgovorni organi uoče da su ove informacije takođe od pomoći za izradu procjena koje se odnose na klimatske promjene.

3. **Izrada modela.** Preporučuje se izrada modela za fizički uticaj i pratećih integralnih ekološko-ekonomskih procjena prepoznatih u Zaključku br. 4 u periodu od pet do deset godina, u skladu sa utvrđenim prioritetima iz navedenog zaključka.
4. **Koordinacija prikupljanja podataka i izrade modela.** Preporučuje se koordinacija aktivnosti državnih organa na prikupljanju podataka sa izradom modela.
5. **Potreba za izgradnjom nacionalnih kapaciteta.** Razvoj kapaciteta za izgradnju i implementaciju modela koji mogu biti korisni za planiranje i upravljanje prirodnim resursima i procjenu fizičkih i ekonomskih uticaja klimatskih promjena trebaju biti fokusirani na dugoročni razvoj ljudskih resursa u Crnoj Gori i crnogorskim institucijama. To je lakše reći nego učiniti, pošto je potrebe za neposrednim istraživanjem uvijek lakše zadovoljiti uvozom ljudskog kapitala u obliku stranih konsultanata. Jedan od načina da se osigura prenos kapaciteta na Crnu Goru je kroz obuku i saradnju crnogorskih stručnjaka na poljima koja se odnose na sektor sa naprednim centrima za izradu modela širom Evropske Unije i Balkana kroz multilateranu i bilateranu finansijsku podršku. Druga opcija je programiranje modela za primjenu širom Evropske Unije, kao što je FASOM, putem obuke i kroz saradnju sa stručnjacima iz Crne Gore, u saradnji sa projektantima evropskog modela, kroz razmjene stručnjaka, doktorske studije na razvojnim akademskim institucijama, kao i obuku nakon doktorskih studija.

## Uvod

Crna Gora je nedavno izradila Prvu nacionalnu komunikaciju za Okvirnu konvenciju Ujedinjenih Nacija o klimatskim promjenama (Ministarstvo uređenja prostora i zaštite životne sredine – MUPZZS, 2010.: nacrt). Ova studija prepoznaje potencijalne uticaje klimatskih promjena u brojnim sektorima i daje, u nekim slučajevima, preliminarne procjene veličine uticaja na osnovu nekoliko različitih klimatskih scenarija. Ipak, ono što studiji nedostaje je detaljnije objašnjenje načina na koji takvi fizički uticaji mogu uticati ne samo na ekonomsku dobrobit proizvođača, investitora i potrošača u različitim ekonomskim sektorima, nego i kako mogu uticati na indikatore ekonomske aktivnosti kao što su bruto domaći proizvod, troškovi lične potrošnje, privatne investicije i državnu potrošnju. UNDP je pripremio ovaj izvještaj kako bi se popunile praznine u Nacionalnoj komunikaciji i trasirao put za detaljnije razmatranje ekonomskih uticaja.

Ipak, prethodno iskustvo i postojeća ekonomska praksa sugerišu da je dovoljno teško napraviti ovu vrstu procjene za razvijene zemlje kao što su Sjedinjene Države (SAD) i Evropska Unija,<sup>5</sup> a još teže za zemlje kao Crna Gora koje su se neekoliko decenija borile sa iznenadnim političkim promjenama i ekonomskim preokretima<sup>6</sup>. U ovom periodu podaci i modeli, kao i analitički i institucionalni kapaciteti za planiranje i upravljanje ekonomijom planiranom na nivou države izgubljeni su raspadom Jugoslavije. Sektoru u kojim su ovi podaci i modeli igrali važnu ulogu u planiranju i upravljanju prirodnim resursima su „privatizovani“. Kao rezultat toga, efektivna uloga države u vršenju mnogih ključnih funkcija u pojedinim sektorima praktično je prestala, a privatni sektor je nije preuzeo. Nakon raspada Jugoslavije, Crna Gora je takođe bila pod međunarodnim sankcijama uperenim protiv spoljne politike Srbije. To je imalo za posledicu ograničen protok ideja, novih mogućnosti za obuku i obrazovanje, kao i finansiranja novog razvoja Crne Gore od strane zapadnih zemalja. Kao rezultat toga, analitički kapacitet za razvoj i primjenu instrumenata za planiranje u oblasti prirodnih resursa i životne sredine, kao i industrijski kapacitet za korišćenje ovih rezultata za donošenje odluka vezanih za planiranje u upravljanje u javnom i privatnom sektoru nije sistematski razvijan.

Crnogorska nezavisnost donijela je brojne izazove vezane za razvoj i ekonomski rast. Istovremeno, ipak, dio prednosti ostvarenih u periodu od 1989. do 2006. u smislu oporavka kapaciteta za planiranje i upravljanje prirodnim resursima ostao je u Srbiji nakon konačnog razdvajanja dva naroda.

U prethodne četiri godine Vlada Crna Gora pokrenula je skup inicijativa u oblasti politike čiji cilj su značajni sektori za ekonomski razvoj, istovremeno pokušavajući da uspostavi ravnotežu između ekoloških i ekonomskih ciljeva. U ovom procesu postoji snažna potreba da Crna Gora ponovo izgradi analitički i institucionalni kapacitet za upravljanje svojim prirodnim dobrima na novi način. Prema tome, vlada je takođe pokrenula niz inicijativa u kontekstu svoje razvojne politike upravo kako bi to postigla. To podržava kancelarija UNDP u Crnoj Gori iznalaženjem sredstava da se omogući izgradnja kapaciteta u mnogim oblastima, uključujući klimatske promjene.

U tom opštem kontekstu, UNDP je finansirao izradu ove studije kako bi se ostvarila četiri glavna cilja:

- Definisane podataka i najnovijih modela i metoda potrebnih za procjenu ekonomskih uticaja

5 Za SAD, vidjeti Mendelsohn and Neumann (Eds.). 1999. *The Impact of Climate Change on the United States Economy*. (Uticaj klimatskih promjena na ekonomiju Sjedinjenih Država) Cambridge University Press, a za EU Ciscar et al. *Climate Change Impacts in Europe. Final Report of the PESETA Research Project*. (Uticaji klimatskih promjena u Evropi. Konačni izvještaj istraživačkog projekta PESETA. Centar za istraživanje Sevilja).

6 Vidjeti, na primjer, Hrvatski izvještaj o razvoju ljudskih resursa (HDR): UNDP Hrvatska. 2009. *Klima za promjene*, koji se fokusira na uticaje klimatskih promjena, uključujući ograničenu procjenu ekonomskih uticaja.

- 
- klimatskih promjena, kao i prednosti i troškova adaptacije u oblasti poljoprivrede i šumarstva, turizma, vodnih resursa i zdravlju ljudi u Crnoj Gori;
- Procjena obima nacionalnih kapaciteta za razvijanje i primjenu ovih podataka, modela i metoda na situaciju u Crnoj Gori;
  - Korišćenje postojećih raspoloživih podataka, modela i metoda u Crnoj Gori kako bi se veoma preliminarno procijenile ekonomske vrijednosti fizičkih uticaja identifikovanih Prvom nacionalnom komunikacijom; i konačno
  - Preporuka načina za unapređenje postojećih analitičkih i institucionalnih kapaciteta za procjenu ekonomskih uticaja klimatskih promjena, kao i prednosti i troškova adaptacije u Crnoj Gori.

Ova studija sadrži sedam poglavlja. Nakon uvodnog dijela, u poglavlju 1 i poglavlju 2 definiše se značenje “ekonomskog uticaja” uz kratko objašnjenje načina za procjenu takvih uticaja primjenom modela integralne ekološko-ekonomske procjene i makro-ekonomskih modela. Takođe sadrži nekoliko razloga koji ukazuju na potrebu izvođenja veoma preliminarnih proračuna ekonomske vrijednosti šteta uzrokovanih klimatskim promjenama koristeći postojeće podatke i raspoložive metode u Crnoj Gori. Konačno, objašnjava kako se koncept “bez žaljenja” može koristiti za definisanje modela i metoda kojim se ne vrši samo procjena ekonomskih uticaja klimatskih promjena, nego su više generalno korisni kao instrumenti za planiranje u upravljanje u sektorima prirodnih resursa.

Poglavlja 3 do 6 posvećena su pojedinim sektorima ili oblastima uticaja:

- Poglavlje 3: Poljoprivreda i šumarstvo
- Poglavlje 4: Turizam i rekreacija
- Poglavlje 5: Vodni resursi
- Poglavlje 6: Zdravlje ljudi (uticaji na mortalitet uzrokovan temperaturom)

Svako poglavlje sadrži sljedeće odjeljke:

- Definisane potencijalnih fizičkih uticaja klimatskih promjena,
- Definisane i objašnjene podatke i najnovijih modela i metoda za procjenu ekonomskih uticaja klimatskih promjena,
- Definisane postojećeg kapaciteta u Crnoj Gori za primjenu ovih podataka, modela i metoda, koji je u većini slučajeva ograničen,
- Definisane i implementacije pristupa za vršenje preliminarne procjene odabranih ekonomskih uticaja, i
- Zaključne preporuke o tome kako da se unaprijedi postojeći analitički i institucionalni kapacitet za procjenu ekonomskih uticaja klimatskih promjena i kako te podatke treba koristiti kao informaciju prilikom definisanja javne politike i planiranja, kao i upravljanja privatnog sektora industrijskim djelatnostima u oblasti prirodnih resursa.

## **2. EKONOMIJA KLIMATSKIH PROMJENA**

### **2.1. Istorijat i ocjene**

#### **2.1.1. Istorijat**

Izraz “ekonomski uticaji klimatskih promjena” može imati različita značenja za različite ljude, a kako napraviti procjenu ekonomskih uticaja može biti još više zbunjujuće. Ali jedno je jasno, subjektima koji donose odluke na svim nivoima države i privatnog sektora biće potrebne informacije, koje već sada traže, o ekonomskim uticajima klimatskih promjena, kao i troškovima i prednostima adaptacije na klimatske promjene.

Prilično često pogrešno shvatanje procjene ekonomskih uticaja je da je procjenu relativno lako napraviti, u poređenju sa simuliranjem efekata porasta emisija gasova sa efektom staklene bašte na globalnu i regionalnu klimu, ili efekata regionalnih klimatskih promjena na prirodno i izgrađeno okruženje, kao i na životinje i ljude. Ovakvi stavovi bili su prilično prodorni, ne samo u pogledu uloge ekonomije u procjeni klimatskih promjena, nego i uloge ekonomije kako bi se pomoglo u rješavanju problema vezanih za sve vrste zagađenja životne sredine. Ovakav stav je naveo planere koji se bave istraživanjem zagađivača životne sredine i klimatskih promjena da razmišljaju o ekonomskoj analizi kao „dodatnom“ zadatku koji se može realizovati nakon obavljanja svih „teških poslova“ vezanih za prirodne i fizičke nauke. Kao rezultat takvog razmišljanja nedovoljno je korišćen puni potencijal ekonomske analize u istraživanju vezanom za ekološke probleme, ali je svijest o tome sve prisutnija kao i svjesnost o potrebi da se to ispravi.

Ovaj novi stav odražava se na sve veći rad na integrisanju ekoloških i ekonomskih analiza u takozvanoj „integralnoj ekološko-ekonomskoj procjeni“ klimatskih promjena. Takođe je dao doprinos saradnji između naučnika u oblasti prirodnih i fizičkih nauka i ekonomista u razvoju ekonomskih modela koji povezuju prirodne i fizičke procese sa tržišnim ekonomskim principima. Ova nova generacija integrisanih ekološko-ekonomskih modela ima sposobnost prevođenja fizičkih uticaja klimatskih promjena u monetarne mjere vezane za pomenute uticaje, uticaje na mjere na nivou sektora i makro ekonomske aktivnosti, prihod, zapošljavanje, itd., kao i na prednosti i troškove smanjenja fizičke i ekonomske štete uzrokovane klimatskim promjenama kroz adaptaciju.

### **2.1.2. Ciljevi**

Ovo poglavlje govori o tome kako ekonomisti definišu i procjenjuju „ekonomske uticaje klimatskih promjena“. Takođe govori o važnosti definisanja i izgradnje kapaciteta za simuliranje i procjenu tih uticaja, kao i kako da se izgradi takav kapacitet na način koristan ne samo za definisanje politike u oblasti klimatskih promjena, nego i politike i odluka vezanih za planiranje i upravljanje prirodnim resursima.

U ovom poglavlju obrađeno je pet stvari. Prvo, definiše pojam ekonomskih uticaja prema tumačenju ekonomista. Drugo, opisuje način na koji klimatske promjene mogu uticati na ekonomska tržišta, što omogućava procjenu pojedinih fizičkih uticaja, ali ne svih, na klimatske promjene. Treće, opisuje kako se modeli iz prirodnih i fizičkih nauka mogu kombinovati sa ekonomskim modelima radi simulacije uticaja klimatskih promjena na tržišta. Četvrto, opisuje određene prečice vezane za pristup, poput onih koje se koriste u ovoj studiji, kako bi se napravile preliminarne procjene ekonomskih uticaja i sugerisalo kako takve procjene mogu biti od pomoći. Na kraju, opisuje način za izgradnju analitičkog i institucionalnog kapaciteta na osnovu principa „bez žaljenja“ koji se može koristiti za nadomještanje praznina u analitičkom kapacitetu za planiranje i upravljanje ekonomskim razvojem u mnogim različitim ekonomskim sektorima, a koji su istovremeno od pomoći za donošenje odluka o ublažavanju uticaja gasova koji proizvode efekat staklene bašte i adaptaciji na klimatske promjene.

## **2.2. Kratak pregled ekonomije klimatskih promjena**

Osnovna teorija za procjenu ekonomskih uticaja klimatskih promjena u konkretnim sektorima ista je kao i za procjenu štete od bilo koje vrste zagađenja životne sredine, a primjenjuje se naširoko za mnoge zagađivače vazduha i vode u brojnim okolnostima.

(Adams et al. 1985; Adams et al. 1986; Smith i Desvousges 1985; Carson i Mitchell 2004). Ono što



---

klimatske promjene čini različitim, sa aspekta politike, od konvencionalnih zagađenja je činjenica da tona gasova koji imaju efekat staklene bašte bez obzira na mjesto odakle je emitovana ima ugrubo isti snažan uticaj na globalnu i regionalnu klimu. Ipak, globalna priroda uticaja klimatskim promjena uzrokovanih gasovima staklene bašte relevantna je samo za ublažavanje uticaja klimatskih promjena uzrokovanih gasovima staklene bašte, dok ne utiče na procjenu šteta od globalnih klimatskih promjena na konkretnim lokacijama ili procjenu globalnih šteta koje su zbir svih lokalnih šteta. Pored toga, mjere adaptacije korisne su samo na lokalnom nivou; ipak, u mjeri u kojoj aktivnosti vezane za adaptaciju zavise od klimatskih promjena, uspješno ublažavanje uticaja gasova staklene bašte utiče na korisnost mjera i prateće troškove.

Promjene klime, bez obzira na uzrok, mogu potencijalno uticati na robe i usluge koje pruža prirodna sredina unutar mnogih tržišnih sektora. Na primjer, promjene u temperaturi i padavinama, kao i mnogo drugih promjenljivih meteoroloških vrijednosti utiču na rast i razvoj komercijalnih usjeva, količinu vode koja potiče od atmosferskih padavina, a koju iz površinskih i podzemnih izvora mogu koristiti ljudi, životinje i industrija. Klimatske promjene takođe mogu direktno i indirektno uticati na tokove ekoloških usluga koje privlače turiste na određene lokacije radi pojedinih oblika rekreacije i odmora. Ne možemo skijati ukoliko nema snijega, niti je odlazak na plažu zadovoljstvo na temperaturi od plus 40<sup>o</sup> C, kada ni temperatura vode nije mnogo niža. Ne možemo ni uživati u pjesmi ptica, ako nema ptica. A ukoliko se usljed klimatskih promjena podigne nivo mora, plaže mogu biti izgubljene kao i vrijedna imanja duž obale koja bi bila potopljena. Ovo su samo neki od primjera kako klimatske promjene remete tok ekoloških usluga u nekoliko različitih sektora.

Dok se fizička šteta uzrokovana klimatskim promjenama lako može objasniti i razumjeti (ali često teško izmjeriti), teže se može razumjeti novčana procjena takve štete. Već smo naveli nekoliko primjera povezanosti tržišnih roba (usjeva, vode za piće, roba i usluga koje kupuju turisti, itd.) sa klimatskim promjenama. U nekim slučajevima, klimatske promjene mogu pogoditi potražnju za robom na tržištu: sa porastom vrućina usjevima i ljudima treba više vode da prežive. U drugim slučajevima, može pogoditi snabdijevanje tržišta određenom robom: pad prinosa usjeva, smanjenje vodosnabdijevanja, izmjena uslova za rekreaciju na plaži. A u nekim slučajevima, promjena klime može istovremeno uticati na snabdijevanje tržišta i potražnju za određenom robom: sa porastom temperatura i suša, društvenoj zajednici obično treba više vode, a vode ima manje.

Iz razloga koje samo ekonomisti mogu objasniti pomoću dijagrama i/ili matematike (vidjeti Sliku 2.1.), uticaji klimatskih promjena na snabdijevanje i potrošnju tržišnih roba mogu uticati na primjenu količina određenih tržišnih roba i usluga koje se proizvode i troše, kao i na tržišne cijene tih roba. U mnogim, ali ne svim slučajevima, karakteristika ovih negativnih uticaja klimatskih promjena je smanjenje proizvodnje i potrošnje pojedinih tržišnih roba, kao i povećanje cijena. Na primjer, topla suvlja klima mogla bi uticati na smanjenje domaće proizvodnje usjeva i porast cijena hrane (u zavisnosti od situacije na uvoznim tržištima). U drugim situacijama, usljed promjene klime može se smanjiti potrošnja tržišnih roba, kao i cijene roba. Ovo se može dogoditi u slučaju kada radi velike vrućine rekreacija na plaži postane neprijatna; turisti odlaze na druga mjesta, a cijene lokalnog smještaja padaju.

Ono što je zajedničko za oba nevedena slučaja je da kada proizvodnja tržišne robe ili usluge opada, dok sve ostalo ostaje nepromijenjeno, profit firmi koje proizvode takvu robu i pružaju takve usluge opada, kao i ekonomsko blagostanje potrošača. Kada cijene usluga i roba rastu, to može pomoći proizvođačima tržišnih roba i usluga da povrate dio izgubljenih prihoda usljed smanjenja potrošnje, ali će u svakom slučaju umanjiti dobrobit potrošača. Smanjenje ekonomske dobrobiti potrošača i proizvođača tržišnih

roba usljed uticaja klimatskih promjena, ne uzimajući u obzir dodatne mjere na prilagođavanju ovih uticaja, naziva se “*Štete uzrokovane klimatskim promjenama*” (Callaway 2004a). Ekonomisti koriste različite tehnike za upotrebu informacija o primjenama visine tržišnih cijena, proizvodnje i potrošnje uzrokovane klimom, kako bi procijenili štete od klimatskih promjena u određenim sektorima. Osobine ovog pristupa prikazane su na dijagramu, Slika 2.1, koristeći primjer komercijalnih usjeva za ishranu.

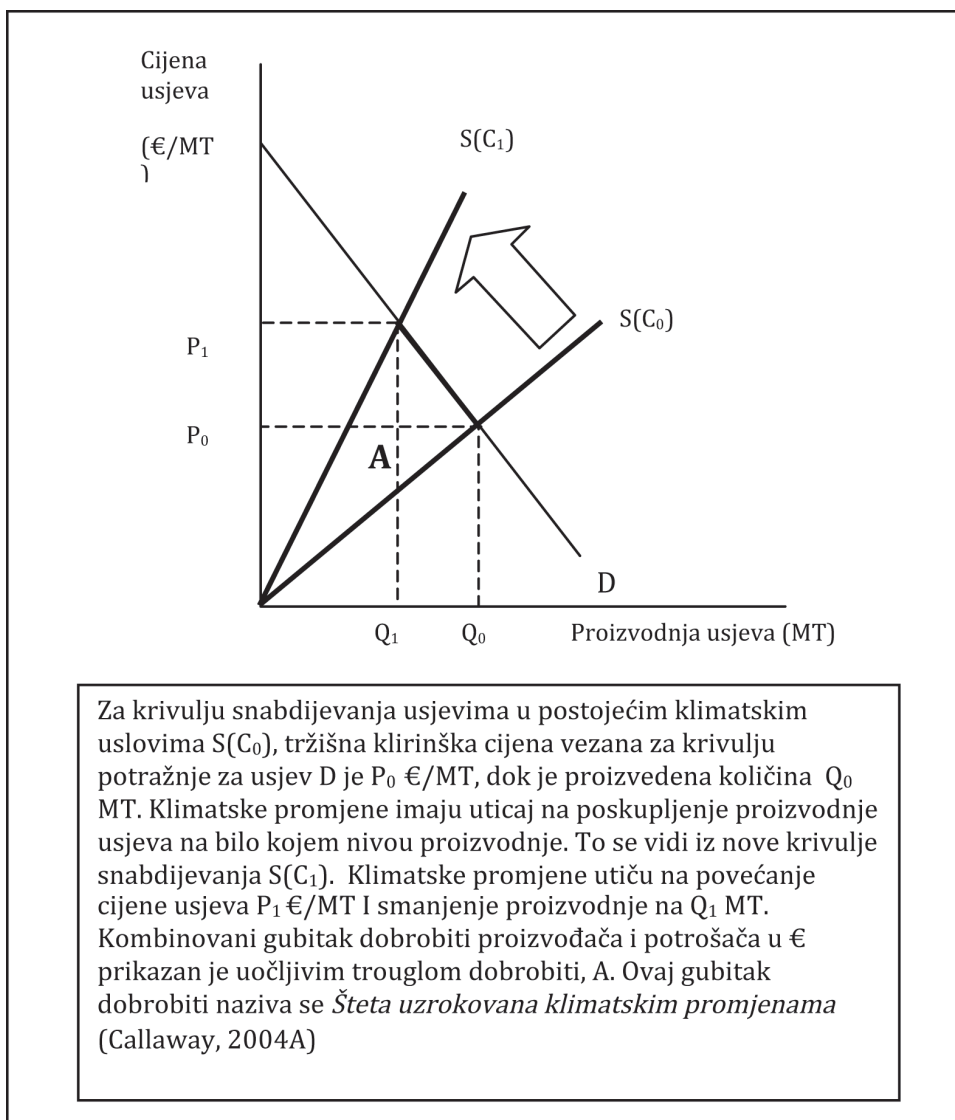
Isti princip može se primijeniti na procjenu koristi i troškova vezanih za izbjegavanje pomenutih šteta kroz adaptaciju (Callaway 2004a, 2004b, 2008, 2009), ali se to veoma teško može prikazati dijagramom. Ideja je da se ova opcija može primijeniti kako bi se eliminisao dio uticaja ekonomske štete. Tako se smanjuje površina oblasti A. Odnosno: smanjuje se šteta (uz određene troškove), a čisto smanjenje šteta uzrokovanih klimatskim promjenama (izbjegnuta šteta putem adaptacije) naziva se “*Čista korist od adaptacije*”. Dio površine A koji ostaje nepokriven nakon adaptacije naziva se “*Prinudni trošak klimatskih promjena*”. To su štete od klimatskih promjena koje se ne mogu izbjeći, bilo radi toga što su troškovi previsoki ili zato što to jednostavno fizički nije moguće.

Postoje dvije vrste uticaja klimatskih promjena:

- Uticaji na dobrobit, i
- Uticaji i indikatori ekonomske aktivnosti.

Uticaji koji su prikazani na Slici 2.1. nazivaju se uticaji na dobrobit, pošto se zasnivaju na mjerenju promjena u dobrobiti ekonomskih subjekata – proizvođača, potrošača i investitora – usljed tržišnih uticaja. Ovim promjenama dobrobiti mjeri se gubitak ili dobit potrošača kada se cijena i/ili količina robe koju troše promijeni. Mjeri se promjena u neto prihodu proizvođača: prihod koji ostvaruju od prodaje roba, umanjen za troškove proizvodnje. Konačno. U slučaju investitora ovim promjenama u dobrobiti mjeri se neto prihod koji investitori ostvaruju tokom vremena, umanjen za investicione troškove. Mjerenje uticaja dobrobiti na sve ove ekonomske grupe zasniva se na dobro razvijenoj ekonomskoj teoriji koja govori ekonomistima ne samo kako da ih mjere, već i kako da ih sastavljaju (i drugačije sastavljaju) i razlažu<sup>7</sup>.

7 Dobar uvodni udžbenik je Just et al. 1982. *Applied Welfare Economics (Primjenjena ekonomija dobrobiti)*. Prentice-Hall.



**Slika 2.1** Grafički prikaz i opis načina na koji ekonomisti mjere štete od klimatskih promjena u smislu dobiti

Ova studija fokusira se na modele i metode za mjerenje ovih uticaja na dobrobit, posebno na približavanje šteta od klimatskih promjena usljed određenih uticaja klimatskih promjena, vezano za određene ekonomske aktivnosti (i zdravlje ljudi), na nekim mjestima i/ili djelovima ekonomskog sektora. Ipak, preliminarne kvantitativne procjene šteta uzrokovanih klimatskim promjenama nisu dovoljne pošto nisu istinske mjere za očuvanje dobiti. To je zato što modeli, metode i/ili podaci za vršenje ovih proračuna nisu razvijeni u Crnoj Gori ili nisu lako dostupni iz objavljenih ili drugih raspoloživih sredstava.

Uticaji na indikatore ekonomske aktivnosti su važni, možda važniji od uticaja na dobrobit u očima kreatora državne politike i državnih službenika. Ovi uticaji vezani su za promjene u ekonomskoj aktivnosti mjerene bruto domaćim proizvodom, troškovima potrošača (potrošnja), investicionom i državnom potrošnjom, itd. Učešće radne snage, zaposlenost i nezaposlenost obuhvaćeni su ovim mjerama koje se koriste u domaćim računovodstvenim sistemima. Tipično, ovi uticaji mjere se u makro ekonomiji na nivou države. Do prije trideset godina, grubo govoreći, tabele sa ulazno-izlaznim podacima prvenstveno su se koristile kao sredstvo za procjenu ovih uticaja (Miller et al. 1985). Njih

su zamijenili modeli za izračunavanje opšteg ravnotežnog stanja (computable general equilibrium - CGE), koji sadrže realniju predstavu tržišta i njihove povezanosti (Kehoe and Kehoe 1994). U principu, oba modela mogu se koristiti za simulaciju prenosa uticaja klimatskih promjena na tržištima (kako je prikazano na Slici 2.1) kroz međuindustrijsku strukturu ekonomije na druga tržišta u drugim sektorima.

Učinjen je napor da se pronađe drugi model zasnovan na ulazno-izlaznim podacima ili izračunavanju opšteg ravnotežnog stanja za Crnu Goru koji bi se mogao koristiti za projektovanje uticaja smanjenja turizma na nacionalni bruto domaći proizvod i nezaposlenost, ali nakon početnih nadanja, takav model nije bilo moguće pronaći u privatnom i javnom sektoru. Treba napomenuti, ipak, da je približna procjena štete od klimatskih promjena u sektoru turizma zasnovana na promjenama u potrošnji turista, što nije mjera čiste dobrobiti, samo po sebi. Smanjenje troškova turizma predstavlja uštedu za turiste (ali mogu izgubiti zadovoljstvo koje im pruža odmor, kao i robe i usluge koje kupuju) i ekonomski trošak za lokalne trgovce. Ekonomski uticaji koji se mjere promjenom u indikatorima ekonomske aktivnosti imaju istu karakteristiku: ne predstavljaju promjene dobrobiti, tako da njihovi sabiranje u različitim sektorima vremenom ima za rezultat duplo računanje tokova prihoda i troškova (Just et al. 1982)<sup>8</sup>.

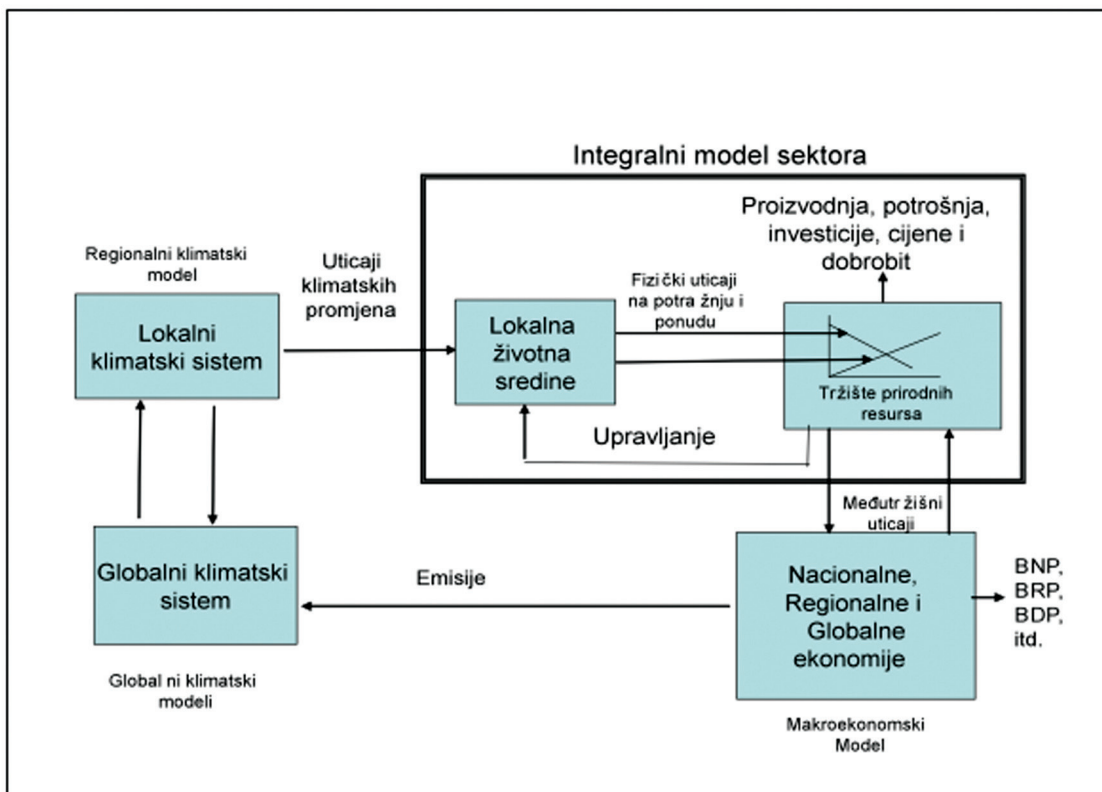
### 2.3. Uvod u integralne ekološko-ekonomske pristupe

Slika 2.2 predstavlja grafički prikaz svih sistema i veza koje se mogu uključiti (a često i jesu uključene) u integralnu ekološko-ekonomsku procjenu. Teško je znati gdje da se počne, pošto je to stvar svega i zavisi od svega ostalog. Ipak, mjesto označeno u boksu kao "Nacionalna, regionalna i globalna ekonomija" je jednako dobro kao i svako drugo. Ovaj dio sistema bi zapravo trebalo prikazati kroz više primjera tokova proizvoda i troškova među sektorima i državama. Ovi tokovi roba i novca imaju ulogu "transportne trake" za ekonomske uticaje između sektora, kao i unutar i između nacionalnih ekonomija.

Strelica označena kao „emisije” pokazuje da ove ekonomije kolektivno proizvode gasove staklene bašte koji se prenose u globalni klimatski sistem gdje se mješaju, a njihov prinudni uticaj na klimu utvrđuje se na osnovu mješavine gasova, brzine oksidacije i jačine prinudnog uticaja gasova. Zatim se ovi prinudni uticaji prenose na lokalne klimatske sisteme, gdje promjene u lokalnoj klimi stalno uzajamno djeluju na globalnu koncentraciju gasova staklene bašte, što utiče na lokalnu životnu sredinu (kako prirodnu, tako i izgrađenu, kao i direktno i indirektno na zdravlje ljudi (nije prikazano). Ovi lokalni uticaji imaju potencijal da pomjere ponudu i potražnju za tržišnim robama i uslugama (većinom, ali ne isključivo) u sektorima prirodnih resursa, kao što su poljoprivreda, šumarstvo, ribarstvo, turizam, rekreacija i vodni resursi (što se preklapa i presjeca mnoge različite sektore). Svi uticaji se zatim prenose sa prirodne sredine na tržišta i sektore prirodnih resursa promjenama u tokovima ekoloških usluga, od kojih neke imaju cijenu na tržištu, a neke ne. Prilagođavanje na klimatske promjene u ovim sektorima odvija se kroz adaptivno upravljanje (i pomoću adaptivnih instrumenata) vraćanjem u lokalnu sredinu, kao i mijenjanjem i vraćanjem tokova ekoloških usluga unazad prema sektorima prirodnih resursa, upotpunjavajući proces kontrole i povratne adaptacije na klimatske promjene. Konačno, uticaji klimatskih promjena, kako prije tako i nakon adaptivnih prilagođavanja, prenose se na lokalne, nacionalne i globalne ekonomije putem transportnih traka među-industrijskih i međudržavnih roba, usluga i novčanih tokova. Time se ciklus završava.

<sup>8</sup> Kao što autor pokazuje, puni uticaj dobrobiti na čitavu ekonomiju udara na životnu sredinu može se mjeriti u jednom sektoru (ukoliko postoje prave informacije), zato što su mnogi među-industrijski uticaji jednaki transferima između sektora koji se međusobno poništavaju, radi toga što je dobit za dobavljača trošak za kupca.





**Slika 2.2** Grafički prikaz sistema i veza, na globalnom i lokalnom nivou, koji utiču na uticaje klimatskih promjena i adaptivno prilagođavanje na te uticaje

Svaki od ovih sistema, ili u nekim slučajevima grupa sistema, takođe je predstavljen različitim tipovima modela koji se mogu koristiti za procjenu fizičkih i ekonomskih uticaja koji se dešavaju u svakom sistemu. U stvari, jedna vrsta modela, poznata kao Modeli integralne procjene (Integrated Assessment Models - IAMs), obuhvataju sve sisteme i veze prikazane na Slici 2.2. Modeli integralne procjene široko se primjenjuju za procjenu odnosa između emisioh politika, emisija gasova staklene bašte, klimatskih promjena, uticaja klimatskih promjena i adaptacije na globalnom i regionalnom nivou<sup>9</sup>. Ipak, nivo fizičkih i ekonomskih detaljnih podataka u Modelima integralne procjene na nacionalnom i lokalnom nivou često nije odgovarajući za procjenu i ocjenu uticaja klimatskih promjena, kao i koristi i troškova adaptacije na odgovarajućim geografskim ili tržišnim skalama, mada se mnogo raspravlja o tome gdje treba podvući crtu.

Brojni modeli poznati kao modeli ekonomskog sektora koji su opisani u ovoj studiji u poglavljima 3, 4 i 5 koriste se u integralnim ekološko-ekonomskim procjenama klimatskih promjena na lokalnom i državnom nivou za procjenu uticaja klimatskih promjena na tržište roba, kako bi se procijenila šteta od klimatskih promjena u smislu dobrobiti, kao i procijenile koristi i troškovi adaptacije na klimatske promjene. Primjere nalazimo u dvije studije čiji autori su Callaway et al. (2008 i 2009) u bazenu rijeke Berg, Zapadni Rt Južne Afrike. Za ove studije korišćeni su globalni klimatski modeli za prikupljanje informacija o klimatskim promjenama u velikim oblastima u Africi. Ove informacije o klimi primijenjene su na nivou bazena korišćenjem regionalnog statističkog modela klime. Površinsko površinsko oticanje atmosferskih voda korišćeno je za prevođenje distribuiranih promjena u količinama

<sup>9</sup> Vidjeti analize Wyant (1996), Kelly i Kolstad (1999), kao i Parson i Fisher-Vanden (1997), kako bi se dobio dobar pregled ovih modela i njihove upotrebe.

padavina i temperaturi širom bazena u promjene količine vode koja otekne, ispari iz rezervoara ili se potroši na zalivanje biljaka i navodnjavanje u poljoprivredi za izvjestan broj različitih klimatskih scenarija. Nakon toga je korišćen prostorno razložen hidro-ekonomski model koji je za region razvio Callaway (2008) radi simulacije načina na koji bi ove promjene uticale na dugoročno ulaganje u izgradnju novih brana (brana na rijeci Berg) i rad sistema na mjesečnim osnovama. Šteta od klimatskih promjena procijenjena je za bazen ne uključujući dodatne investicije u rezervoarske kapacitete, koristi od i troškove brane na rijeci Berg kako bi se smanjila pomenuta šteta, koristeći niz pretpostavki o budućem razvoju potreba za vodom u Kejpu Taunu i poljoprivrednom navodnjavanju u bazenu rijeke Berg. Ključni nalaz ove studije je da bi trebalo promijeniti način na koji se vrši raspodjela vode, što je najkorisnije za adaptaciju i nosi najmanji klimatski rizik, prije nego ići na izgradnju nove brane. Nalaz je bio značajan zato što je naglasio značaj opcija za adaptaciju „bez žaljenja“ koje su ekonomski efikasnije od mjera podložnih klimatskom utijacu, kao i „bezbjednije“ u smislu izbjegavanja negativnih posljedica od izgradnje previše ili premalo skladišnih kapaciteta obzirom na neizvjesnost vezanu za klimatske promjene u budućnosti.

Jedina vrsta modela, prikazana na Slici 2.2, koji studija za rijeku Berg nije obuhvatila je makro model za veće regionalne i nacionalne ekonomije. Ovo je najbogatiji poljoprivredni region u Južnoj Africi. Takav model mogao je biti koristan za projektovanje uticaja klimatskih promjena i adaptacije na klimatske promjene u bazenu i na lokalno i nacionalno zapošljavanje, kao i na lokalni i nacionalni dohodak radi izvoza grožđa, vina i voća, kao što su breskve, nektarine i šljive. Takva analiza takođe je mogla pomoći da se procijeni šteta izazvana klimatskim promjenama u regionu, da su funkcije potražnje za hranom u modelu mogle odraziti tržišnu ekonomsku aktivnost kako na domaćem tako i na izvoznim tržištima. Ipak, praćenje novčanih razmjena kroz navedena tržišta, od proizvođača hrane, preko obrađivača, prodavaca i izvoznika prehrambenih proizvoda, a zatim do pojedinačnih transakcija u domaćim bakalnicama i potražnje za izvozom hrane, ne bi doprinijelo izračunavanju dobrobiti pošto sve ove transakcije dolaze u ravnotežu. U toku je izrada sljedeće studije za širu oblast Zapadnog rta, koristeći makroekonomski model za procjenu uticaja klimatskih promjena na različite indikatore regionalne i nacionalne ekonomske aktivnosti.

#### **2.4. Izrada preliminarnih procjena ekonomskih uticaja klimatskih promjena: Šta možemo naučiti?**

Jedan od ciljeva ove studije definisanih u Poglavlju 1 je da se pokuša napraviti preliminarna procjena šteta od klimatskih promjena u sektorima poljoprivrede i šumarstva, turizma i rekreacije, vodnih resursa i zdravlja ljudi u Crnoj Gori. Procjene su preliminarne zato što u svakom slučaju podaci i modeli, kao i određena obuka i iskustvo u razvijanju i primjeni integralnog ekološko-ekonomskih modela za procjenu navedenih uticaja, nisu dobro razvijeni, ukoliko su uopšte razvijeni. Istovremeno, ne čini se da postoji model zasnovan na ulazno-izlaznim podacima ili izračunavanju opšteg ravnotežnog stanja u Crnoj Gori, kako bi se procijenili ekonomski uticaji klimatskih promjena na indikatore nacionalne ekonomske aktivnosti. Bez ove dvije vrste modela i pratećih baza podataka, u ovom momentu jednostavno nije moguće napraviti sveobuhvatnu i pouzdanu procjenu ekonomskih uticaja bilo koje vrste.

Ipak, to ne znači da se ništa ne može uraditi. U zemljama kao što je Crna Gora čijom su istorijom nakon II svjetskog rata dominirale političke promjene i ekonomski preokreti, planeri i menadžeri u oblasti prirodnih resursa i socijalnih pitanja u privatnom i javnom sektoru donijeli su važne odluke na osnovu modela i informacija koje su imali na raspolaganju. Ne bi bilo tačno reći da se nikakve procjene ekonomskih uticaja klimatskih promjena ne mogu napraviti bez detaljnih podataka i najsavremenijih

---

geofizičkih, biloških i ekonomskih modela. Takvi modeli mogu biti u stanju da daju više informacija koje su pouzdanije i korisnije za donošenje odluka vezanih za politiku javnog i privatnog sektora. Ali preliminarne procjene, bez obzira koliko grube, još uvijek imaju svoje mjesto u donošenju odluka u privatnom i javnom sektoru dok (i ukoliko) se ne javi potreba za kvalitetnijim informacijama.

Ovim preliminarnim procjenama mogu se postići tri različite stvari. Prvo, preliminarne procjene mogu otkriti generalni obim uticaja koji se može očekivati. Na primjer, u Poglavlju 4, gubitak bruto prihoda od prodaje kukuruza izračunava se za Crnu Goru korišćenjem podataka o uticajima klimatskih promjena na proizvodnju iz Hrvatske. Crnogorci znaju da je proizvodnja žitarica i kukuruza mala i koncentrisana na malim individualnim poljoprivrednim imanjima na sjeveru zemlje. Klimatske promjene koje bi uticale na smanjenje proizvodnje ne bi imale veliki monetarni uticaj na stanovništvo u cjelini. Ipak, prosječni godišnji gubitak prinosa koji je dobijen simulacijom za Hrvatsku, usljed klimatskih promjena, varira između 3-8% za 2050. godinu, odnosno između 8-15% za 2100. godinu (Vučetić 2006). Ukoliko se ispostavi da su ove procjene prilično tačne, uticaji na pojedinačne poljoprivredne proizvođače koji već imaju problema sa gotovinskim sredstvima mogu postati veoma bolni, ukoliko budu morali kupovati na tržištu kukuruz za ishranu stoke, ili ukoliko budu morali da smanje broj grla stoke kako bi se borili sa klimatskim promjenama. Uzimajući u obzir ove potencijalne uticaje, 3 to 15 % smanjenja broja grla stoke je nešto o čemu treba razmisliti, pošto to pogađa potrošnju proizvoda od mesa u čitavoj zemlji. Radi toga bi se moglo zaključiti: možda Crna Gora treba pokušati da razvije kapacitet za bolju procjenu ovih ekonomskih uticaja kroz korišćenje modela za prinos usjeva i modela za sektor poljoprivrede.

Drugo, rezultati ovih preliminarnih procjena štete od klimatskih promjena (ili uticaja na indikatore ekonomske aktivnosti) mogu pomoći da se lociraju "vruće tačke" i "vrući sektori" gdje štete mogu biti posebno ozbiljne, preletiti se i poremetiti nacionalni ekonomski razvoj. Na osnovu ove studije, čini se da je to slučaj sa irigacionom poljoprivredom (Poglavlje 4), sektorom turizma i rekreacije (Poglavlje 5), a potencijalno i sa proizvodnjom hidroenergije takođe. Zacrtni cilj privatnog i državnog sektora u Crnoj Gori je ubrzan razvoj ova dva posljednja sektora, dok se površina područja koja se navodnjavaju povećava, a očekuje se da će se u sljedećih 50 godina udvostručiti, ili čak utrostručiti. Rezultati ovog rada, čija tačnost zavisi od raspoloživih analiza, pokazuju da bi klimatske promjene u budućnosti (ako već nisu) mogle prisilno ograničiti ovakav rast. Potrebni su bolji podaci i modeli, modeli fizičkih uticaja, sektorski modeli i makroekonomski modeli, u svim ovim slučajevima kako bi se to dokazalo.

Konačno, razvijanjem preliminarnih procjena ekonomskih uticaja klimatskih promjena možemo saznati koji podaci i modeli nedostaju, a koji podaci i modeli nisu primjenjivi. To je jedan od onih slučajeva kada „neuspjeh“ može biti poučan. Na primjer, u slučaju sektora šumarstva, planirana metodologija za procjenu uticaja promjena na stopu rasta drveća kao prvo treba obuhvatiti vrijeme koje je potrebno za smjenu drveća i obim smjenjivanja, kao i utvrđivanje redosljeda i prečnika drveća u šumskim sastojinama iste ili različite starosti koje su predmet upravljanja; kao drugo treba da ubuhvati postojeću neto vrijednost sastojina (na osnovu cijena drvene građe). Ipak, ovaj pristup nije uspio iz brojnih specifičnih razloga, naime: nema raspoloživih sistematskih informacija o povećanju uzgoja drveća u zemlji, a prenos podataka iz Hrvatske je bio neuspješan; nije bilo raspoloživih registrovanih podataka o starosti, prečniku i strukturi vrsta sastojina u Crnoj Gori, što je bilo potrebno, kao ni podataka o cijeni drvene građe i troškovima upravljanja. Ovakvi problemi su tipični za ovu vrstu studija. Takvi podaci postoje, ali se do njih jednostavno teško može doći. Ipak, nedostatak modela za uzgoj drveća, kao i podataka kako bi se modeli mogli primijeniti na sastojine, predstavlja ozbiljniji problem. U zemlji se upravo radi na rješavanju problema nedostatka podataka kroz realizaciju velikog projekta izrade registra šuma. Nedostatak modela sastojina za simulaciju rasta drveća, upravljanja i razvoja obima i strukture

registra neposječene drvene građe za različite tipove upravljanja predstavlja važan nedostatak koji treba riješiti kako bi se unaprijedila pouzdanost procjena ekonomskih uticaja klimatskih promjena.

Iz perspektive sve tri vrste rezultata, isplati se napraviti preliminarne procjene ekonomskih uticaja klimatskih promjena.

## **2.5. Analitički i institucionalni kapacitet za procjenu ekonomskih uticaja klimatskih promjena, pristup "bez žaljenja"**

Drugi cilj ove studije je procjena analitičkog i institucionalnog kapaciteta za ocjenu ekonomskih uticaja klimatskih promjena. Šta se podrazumijeva pod analitičkim i institucionalnim kapacitetom? U čemu je razlika između njih? Koji je najbolji način za razvoj ove dvije vrste kapaciteta u zemlji u kojoj je, kako se osnovano može tvrditi, razmišljanje o klimatskim promjenama sekundarno u odnosu na razmišljanje o ekonomskom razvoju?

Kao prvo, analitički kapacitet je kapacitet za razvijanje i korišćenje različitih vrsta baza podataka i modela navedenih u ovom izvještaju radi procjene ekonomskih uticaja klimatskih promjena. Institucionalni kapacitet odnosi se na sposobnost planera i menadžera prirodnih resursa, socijalne i zdravstvene zaštite, kako u javnom tako i u privatnom sektoru, da koriste informacije dobijene na osnovu novih podataka i modela kako bi se kvalitetnije realizovala investiciona ulaganja i kreirala politika koja će smanjiti štete od klimatskih promjena. Ovi kapaciteti ne moraju ići ruku pod ruku, s tim što je vjerovatno lakše razviti analitički nego institucionalni kapacitet koji prije usvajanja mora proći kroz institucionalne filtere javnog i privatnog sektora.

Veće pitanje je zašto bi zemlja koja se brzo razvija (odnosno želi da se razvija) trošila vrijeme i sredstva na razvoj analitičkog i institucionalnog kapaciteta za procjenu ekonomskih uticaja klimatskih promjena i čiste koristi od adaptacije na promjene kada, što se osnovano može tvrditi, postoje mnogo hitnija pitanja socijalnog i ekonomskog razvoja. Ovdje na scenu stupa koncept „bez žaljenja“. Javni ili privatni sektor nema za čim da „žali“ ukoliko su ishodi njegove politike, plana, zakona ili čak projekta pozitivni bez obzira na to da li će se klimatske promjene dogoditi ili ne, a takođe pozitivni i u slučaju da se klimatske promjene dogode. Uzmimo, na primjer, alternative za borbu sa klimatskim promjenama kroz izgradnju većih skladišnih kapaciteta naspram promjene načina na koji se vrši raspodjela vode. Promjena sistema za raspodjelu vode je opcija radi koje nećemo „zažaliti“ ukoliko za rezultat bude imala efikasnije korišćenje vode i porast ekonomske vrijednost vode koja se koristi bilo da se klima promijeni ili ne promijeni. U tom smislu, to je dobro za ekonomski razvoj, a dobro je i za borbu sa klimatskim promjenama. Međutim, povećanje skladišnih kapaciteta mnogo košta, a takođe je važno i pravilno projekovati veličinu rezervoara. „Optimalna“ veličina rezervoara za vodosnabdijevanje može mnogo da zavisi od klimatskih promjena. Znači, uvijek postoji mogućnost da se zažali što je sagrađen rezervoar previše velikog ili previše malog kapaciteta, na osnovu projekcije klimatskih promjena u budućnosti. „Previše veliki“ rezervoar je onaj koji se ne može napuniti i čiji se dio skladišnog kapaciteta neće koristiti kada se klima promijeni. Rezervoar je previše mali ukoliko se voda koja bi se mogla akumulirati i kasnije koristiti mora pustiti da oteče. U prvom slučaju „žaljenje“ je uzrokovano previsokim troškovima, a u drugom slučaju se „žali“ za izgubljenom dobrobiti.

Pristup „bez žaljenja“ izgradnji kapaciteta jednak je planiranju za slučaj klimatskih promjena iz gore navedenog primjera. Obuhvata razvijanje analitičkih i institucionalnih kapaciteta za planiranje,

upravljanje, kreiranje politike i definisanje standarda, itd. u privatnim i javnim sektorima koji su generalno potrebni za vođenje ekonomskog razvoja zemlje, a koji takođe pomažu u borbi sa klimatskim promjenama. U nekim krugovima ovo je poznato kao situacija iz koje se u svakom slučaju izlazi „kao pobjednik“. Uzmimo opet za primjer slučaj sektora vodnih resura. U Crnoj Gori postoji niz razvojnih pitanja vezanih za vodne resurse i planiranje. Najočiglednije pitanje koje nam je poznato su planovi za značajno povećanje proizvodnje električne energije u hidroelektranama. Razvijanje hidro-ekonomskih modela poput onih opisanih u Poglavlju 5 bilo bi od velike pomoći planerima u oblasti vodnih resursa i energije, čak i bez razmišljanja o pitanju klimatskih promjena. Ipak, pošto klimatske promjene pogađaju potrošnju električne energije, kao i snabdijevanje vodom koja se koristi za proizvodnju električne energije, takav model takođe je vrijedan za integrisanje uticaja klimatskih promjena u planiranje vodnih resursa i energije.

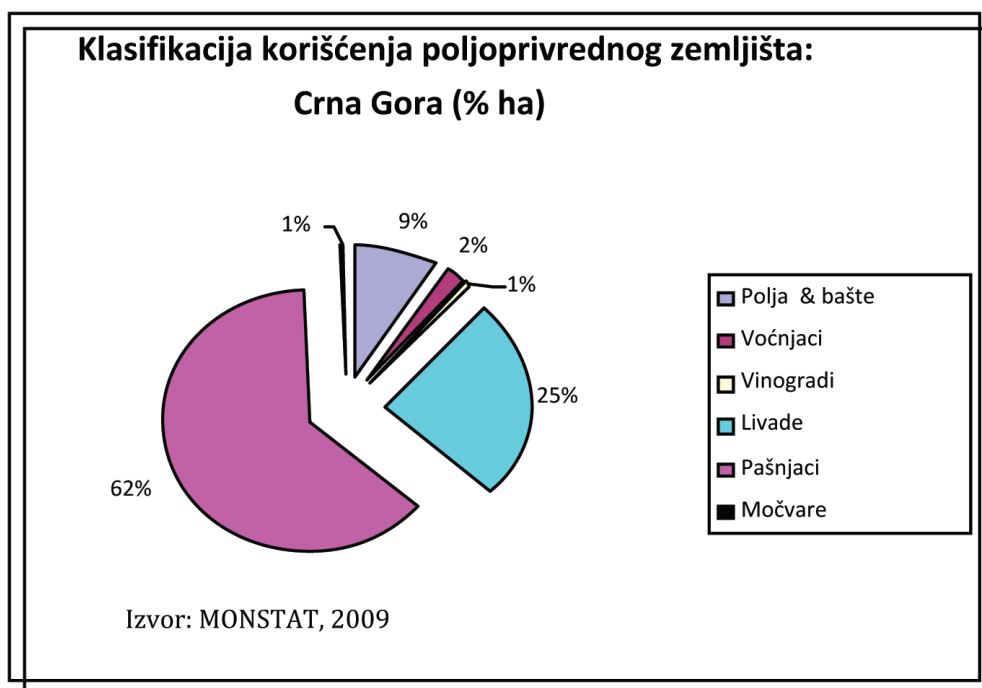
Sljedeća četiri poglavlja govore o primjeni principa i pitanja koje smo ovdje razmatrali na sektore poljoprivrede i šumarstva, turizma i rekreacije, vodnih resursa i zdravlja ljudi.

### 3. ŠTETE UZROKOVANE KLIMATSKIM PROMJENAMA U SEKTORU POLJOPRIVREDE I ŠUMARSTVA

#### 3.1. Uvod: Istorijat i ocjene

##### 3.1.1. Istorijat

Sektor poljoprivrede u Crnoj Gori usglavnom se sastoji od malih poljoprivrednih imanja koja proizvode za potrebe domaćinstva, lokalnog tržišta i nacionalne potrošnje. Radi se o relativno malom sektoru čije je učesće u BDP, zajedno sa sektorom šumarstva, iznosilo oko 7.5%, a koji je zapošljavao manje od 8 procenata ukupne radne snage u 2008. godini. Klasifikacija korišćenja poljoprivrednog zemljišta prikazana je na Slici 3.1.

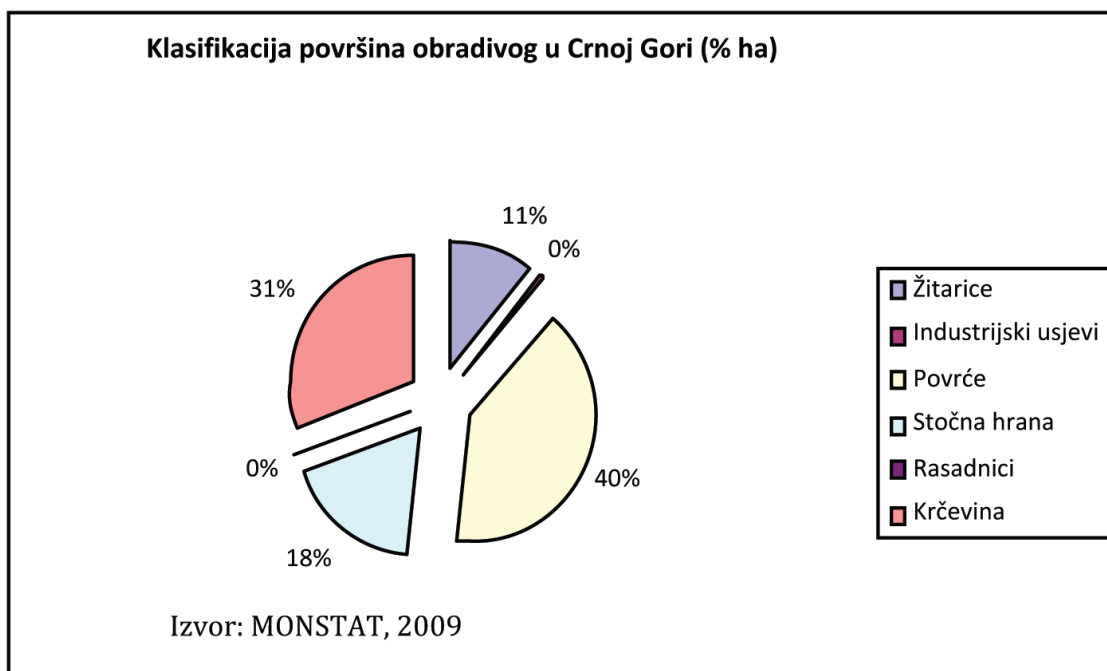


**Slika 3.1** Klasifikacija korišćenja poljoprivrednog zemljišta u Crnoj Gori



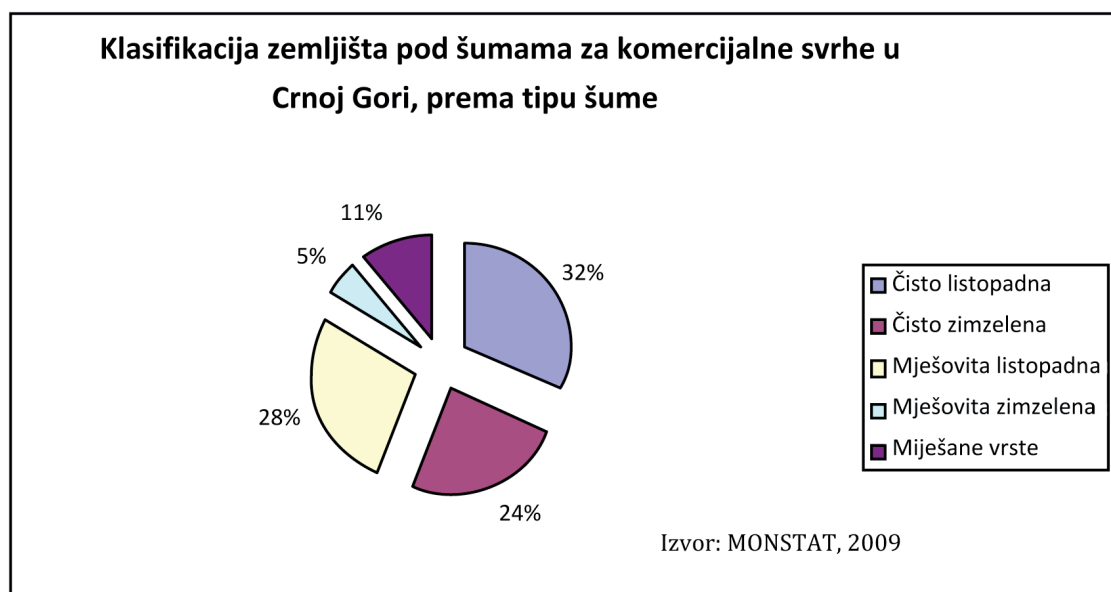
Preko 60 procenata od grubo procijenjenih 520.000 ha poljoprivrednog zemljišta u zemlji koristi se za napasanje relativno malog stočnog fonda, s tim što se ovaj procenat penje na preko 85 posto ukoliko se uzmu u obzir i livade za ispašu. Ovo nije iznenađujuće obzirom da prihodi od stočarstva (uglavnom goveda, ovce i koze) čine značajan dio prihoda ovog sektora. Ipak, podsektor stočarstva uglavnom čine mala, geografski raštrkana poljoprivredna dobra. Glavni cilj države je povećanje stočarske proizvodnje i unapređenje plasmana na tržištu. Ukoliko bi se ovo uspješno realizovalo, takođe bi moglo doći do porasta proizvodnje usjeva žitarica za ishranu stoke. Budućnost ova dva podsektora je definitivno povezana.

Sljedeća velika kategorija namjene zemljišta odnosi se na polja i bašte, odnosno oko 9 procenata poljoprivrednog zemljišta pod povrtnjacima i oraničnim usjevima, uključujući stočnu hranu za domaću stoku. Slika 3.2. pokazuje da se na oko 40 zemljišta ove kategorije (obrađivo zemljište) uzgaja stočna hrana, 18 procenata otpada na povrtnjake, dok se samo 11 procenata koristi za uzgoj žitarica kao što je pšenica, ječam, ovas i kukuruz. Konačno, voćnjaci i vinogradi koji se većinom nalaze u južnom dijelu zemlje, između Podgorice i mora, čine se na oko 3 procenta ukupnog poljoprivrednog zemljišta. Ova oblast se djelimično navodnjava, sa ciljem proširivanja u narednim decenijama, prvenstveno radi izvoza. Obuhvata proizvodnju grožđa, kao i drugog voća i usjeva.



**Slika 3.2** Klasifikacija namjena obradivog zemljišta u Crnoj Gori

Oko 740.000 ha zemljišta u Crnoj Gori pokriveno je šumama i šumskim zemljištem (620.000 ha je pod šumama, a ostalih 120.000 ha spada u kategoriju šumskog zemljišta). 67% ukupne površine zauzimaju šume i šumsko zemljište u državnoj svojini, dok je ostalih 33% u privatnom vlasništvu. Visoke šume (ekonomski najvrjedniji dio komercijalnih šuma) kojima se intenzivno upravlja u komercijalne svrhe prostiru se na oko 250.000 ha, većinom u sjevernom i sjeceroistočnom dijelu zemlje. Na Slici 3.3 prikazana je klasifikacija zemljišta pod šumom, po tipovima i sastavu šume, da li se sastoji od jedne ili više vrsta drveća.



**Slika 3.3** Klasifikacija zemljišta pod šumama za komercijalne svrhe u Crnoj Gori.

Oko 56 procenata zemljišta pokriveno je šumama sastavljenim od jedne vrste drveća (bilo listopadnog ili zimzelenog), dok je ostali dio pokriven različitim mješovitim šumama. Postojeći podaci vezani za inventar šuma su ograničeni, ali je u toku prikupljanje podataka o šumskom inventaru kroz sveobuhvatan novi program. Međutim, glavne vrste listopadnih šuma su bukove i hrastve šume; glavni tipovi zimzelenih šuma su smrčeve-jelove šume; dok mješovite sastojine obuhvataju bukvu, hrast i druge vrste, zajedno sa smrčom i jelom. Šumsko zemljište i industrija sječe drveta u privatnoj svojini uglavnom obuhvataju relativno male pogone. Šumske sastojine kod većine pomenutih šuma prvenstveno se sastoje od drveća različite starosti. To znači da se drveće siječe na malim površinama kada dostigne određenu veličinu (ili starost). Ova vrsta gazdovanja odgovara karakteru šumske industrije u Crnoj Gori čiji obim je mali, mada ekonomski nije jednako efikasna kao gazdovanje sastojinama iste starosti pogodnije je za životnu sredinu radi očuvanja zemljišta, smanjenja poplava, kao i zato što obezbjeđuje bolja staništa za divlje životinje.

Mada su sektori poljoprivrede i šumarstva u Crnoj Gori relativno mali, to ne znači da uticaji klimatskih promjena nisu važni za ekonomiju države u cjelini. Ovo je posebno istinito za sektor poljoprivrede. Sa tačke gledišta bezbjednosti hrane, veliki dio domaće proizvodnje troši se na domaćem tržištu. Smanjenje prinosa usjeva i produktivnosti domaće stoke radi klimatskih promjena, kao što se kasnije navodi u ovom poglavlju, vjerovatno se može izbalansirati širenjem zasijanih površina, ali troškovi proširenja obradivih površina zemljišta, uz smanjen prinos usjeva i stoke, imaju za rezultat povećanje troškova obrade novog zemljišta. Kao posljedica toga, moglo bi se dogoditi da se veći dio izgubljene proizvodnje nadomjesti uvoznim poljoprivrednim proizvodima, što bi izazvalo brži porast stope migracija ruralnog stanovništva nego što je to poželjno, kako se ekonomija razvija. Ipak, uticaje značajnog porasta u pojedinim sektorima, kao što su stočarstvo i voćarstvo, na sektor nabavke i obrade teško se može predvidjeti bez modela za sektor i podsektore. Na primjer, značajan porast proizvodnje stoke izazvao bi porast potrebe za većom količinom stočne hrane za „završnu“ fazu ishrane, što bi zatim moglo stimulisati proizvodnju domaćih vrsta stočne hrane ili porast uvoza. Bez sektorskih modela za procjenu isplativosti ovih alternativa i upoređivanje njihovog međusobnog djelovanja na nivou poljoprivrednog dobra, veoma se teško može predvidjeti šta će se dogoditi.

Ekonomski uticaji klimatskih promjena na sektor šumarstva manje su jednostavni iz više razloga. Prije svega, šume su podložne većem broju izvora pritisaka i poremećaja (štetočine, bolesti i požari) koji se mogu ili ne mogu kontrolisati nego što je to slučaj sa usjevima, radi toga što uticaji takvih pritisaka, nakon što se dogode, mogu biti dugotrajni. Iz ovih razloga je teško empirijski ustanoviti lokalni obim parcijalnih i kombinovanih uticaja svih navedenih pritisaka na rast i razvoj drveta bez primjene veoma naprednih modela koji nisu podešeni za Crnu Goru. Primjenom naprednih modela rasta šume i geografskih modela (Schimel et al. 2000; IPCC 2007) došlo se do zaključka da će dugotrajan porast prosječnih dnevnih temperatura i smanjenje prosječnih dnevnih padavina krajem ovog vijeka imati negativan uticaj na stopu rasta drveća; ipak, pomjeranja u geografskoj rasprostranjenosti vrsta teško se mogu opisati pošto takođe zavise od mnoštva drugih faktora vezanih upravljanje i životnu serdinu koje nije lako predvidjeti. Smanjenje stope rasta drveća imaće ekonomske posljedice. U najmanje, drveće neće rasti tako brzo, što znači da će mu trebati više vremena da poraste koliko je potrebno za sječu, tako da će opati količina posječenog drveta, što će za posledicu imati smanjenje prihoda i negativan uticaj na industriju.

### **3.1.2. Ciljevi**

Ovo poglavlje sadrži pet glavnih ciljeva. Prvo, u odjeljku 3.2 rezimirano je kako klimatske promjene mogu uticati na sektore poljoprivrede i šumarstva u Crnoj Gori. Drugo, u odjeljku 3.3 opisani su raspoložive metode za procjenu ekonomske vrijednosti budućih šteta uzrokovanih klimatskim promjenama u ovim sektorima. Treće, odjeljak 3.4 sadrži postojeće kapacitete u Crnoj Gori za procjenu ekonomske vrijednosti šteta uzrokovanih klimatskim promjenama korišćenjem najnovijih modela i metoda. Četvrto, odjeljak 3.5 sadrži veoma preliminarne procjene ekonomske vrijednosti šteta uzrokovanih klimatskom promjenama koje se mogu u ovom trenutku proračunati, na osnovu raspoloživih informacija u vrijeme izrade ove studije. Na kraju, odjeljak 3.6 sadrži prijedlog kako treba dalje razvijati analitički kapacitet radi dobijanja boljih procjena, kao i institucionalni kapacitet radi primjene dobijenih informacija prilikom kreiranja politike u javnom i privatnom sektoru.

## **3.2. Potencijalni uticaji klimatskih promjena na sektore poljoprivrede i šumarstva**

### **3.2.1. Poljoprivreda**

Sa stanovišta sektora poljoprivrede, najvažniji uticaji klimatskih promjena biće uticaji na neto primarnu produktivnost (NPP) usjeva i stočnog fonda, kroz promjenu prosječne vrijednosti, kao i prostornu i vremensku rasprostranjenost temperature, padavina i raspoloživosti vode za navodnjavanje. Porast učestalosti i/ili intenziteta oluja može imati za posledicu veću štetu po usjeve radi snažnih vjetrova, pljuskova i grada, povećan gubitak usjeva usljed plavljenja priobalnih područja, kao i plavljenje zemljišta pod usjevima radi porasta gornje granice podzemnih voda i slabog dreniranja zemljišta. Eventualna tendencija ka učestalijim i intenzivnijim sušama takođe bi imala negativne posljedice po poljoprivrednu i stočarsku proizvodnju koje mogu trajati duži vremenski period, od tri do pet godina.

U ovom momentu skoro jedini dostupan iscrpan izvor informacija o klimatskim promjenama i njihovom potencijalnom uticaju na poljoprivredu je Prva nacionalna komunikacija koju je Crna Gora dostavila UNFCCC (MUPZZŠ 2010). Ovaj izvještaj pokazuje da bi se generalno povišene temperature mogle očekivati tokom čitave godine u svom regionima, s tim što je najveći porast temperature registrovan ljeti, u južnom regionu zemlje, između Podgorice i priobalnog pojasa. Projektovane promjene padavina

su više neuravnotežene. Ipak, generalno se očekuje smanjenje količine padavina na jugu zemlje u periodu od decembra do avgusta. Ovo nijesu dobre vijesti za Crnu Goru, pošto je na tom području, na navodnjavanim površinama, koncentrisana skoro sva proizvodnja voća u zemlji, što čini najveću vrijednost komercijalne proizvodnje u sektoru poljoprivrede. Prva nacionalna komunikacija Crne Gore sadrži dovoljno podataka na osnovu kojih se može preliminarno predvidjeti veličina ekonomskih uticaja koje proizvođači voća mogu očekivati u budućnosti radi klimatskih promjena.

Praktično svi fizički uticaji nagomilavanja gasova staklene bašte u atmosferi obuhvataju promjene u sektoru poljoprivrede, u produktivnosti poljoprivrednog zemljišta i stočnog fonda (IPCC 1990, 1995, 2001 and 2007)<sup>10</sup> Tabela 3.1 prikazuje na jednostavan način glavne uticaje nagomilavanja CO<sub>2</sub> i klimatskih promjena na sektor poljoprivrede koji se mogu javiti u Crnoj Gori. Ova procjena zasniva se na trećem i četvrtom Izvještaju o procjeni uticaja IPCC-a (IPCC 2001 and 2007) i Prvoj nacionalnoj komunikaciji koju je Crna Gora dostavila UNFCC-u (MUPZŽS 2010).

Izvor	Uticaj
Porast koncentracija CO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porast dugoročnih prinosa pojedinih usjeva</li> <li>• Brži rast određenih vrsta naročito štetnog korova</li> <li>• Narastanje nadmetanja takovog korova za preuzimanje raspoloživih resursa</li> </ul>
Porast temperature	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porast prinosa usjeva (i produktivnosti zemljišta), do tačke nakon koje slijedi opadanje</li> <li>• Porast produktivnosti stočnog fonda, do tačke nakon koje slijedi opadanje</li> <li>• Smanjena količina raspoložive vode za navodnjavanje</li> <li>• Porast potreba za navodnjavanjem</li> <li>• Kompleksni uticaji na korov, insekte</li> <li>• Negativni uticaji na zdravlje životinja radi stresa uzrokovanog vrućinom</li> </ul>
Smanjenje količina padavina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Smanjenje prinosa usjeva (i produktivnosti zemljišta)</li> <li>• Smanjena količina raspoložive vode za navodnjavanje</li> <li>• Porast potreba za navodnjavanjem</li> <li>• Kompleksni uticaji na korov, insekte, zdravlje životinja</li> </ul>
Porast obima i učestalosti ekstremnih pojava	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Povećanje štete pricinjene usjevima zbog suše, poplava, grada i olujnih vjetrova</li> <li>• Povećanje gubitaka usjeva usljed poplava</li> <li>• Povećanje gubitaka stoke radi suše i poplava</li> </ul>
Uzajamno djelovanje: porast CO <sub>2</sub> i temperature (1-3 <sup>0</sup> C)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sjeverni region: mali pozitivni uticaji na produktivnost zemljišta i prinose</li> <li>• Južni region: smanjenje produktivnosti zemljišta i prinosa</li> <li>• Bliska budućnost – daleka budućnost: porast negativnih uticaja na produktivnost zemljišta i prinose.</li> </ul>

**Tabela 3.1** Rezime potencijalnih fizičkih uticaja klimatskih promjena na poljoprivredni sektor u Crnoj Gori

<sup>10</sup> Ovo se odnosi na nalaze sadržane u četiri glavna izvještaja IPCC-a o procjeni uticaja, iz 1990., 1995., 2001. i 2007. godine <http://www.ipcc-wg2.gov/publications/Reports/#AR>

Mnoge studije su pokazale da povećanje koncentracija CO<sub>2</sub> u okruženju može imati za posljedicu dugoročno povećanje prinosa usjeva. Ali uticaj nije isti za sve usjeve. Zavisno od načina na koji biljka pretvara CO<sub>2</sub> u biomasu, visoke koncentracije CO<sub>2</sub> u atmosferi (550 ppm) utiču na povećanje godišnjih prinosa usjeva od 0-20 procenta ili više (Ainsworth et al. 2004, 2005; Gifford 2004; Long et al. 2004). Ovo može zvučati dobro, ali ipak, višokije koncentracije CO<sub>2</sub> takođe mogu prouzrokovati intenzivan rast određenih naročito štetnih vrsta korova koji mogu ugroziti poljoprivredne usjeve crpljenjem vode i minerala, kao i zaklanjanjem sunčeve svjetlosti. Pored toga, brojne najnovije studije pokazuju da promjene u temperaturi i padavinama usljed nagomilavanja CO<sub>2</sub> mogu promijeniti, a često i ograničiti direktne uticaje povećane koncentracije CO<sub>2</sub> na prinos usjeva (IPCC 2007).

Pojedinačni uticaji promjena u temperaturi i padavinama (radi promjenljivosti klime ili klimatskih promjena) na prinos usjeva variraju, sa promjenom svakog parametra. Sa porastom temperature (zajedno sa sunčevim zračenjem) u toku sezone rasta povećava se produktivnost biljaka do momenta kada počinje da opada dok se biljka ne osuši i potpuno ne uvene. Povećanje padavina je generalno dobro za rast biljaka u toku sezone rasta, dok se smanjenjem količina padavina smanjuje i prinos usjeva. Ipak, u određenom momentu sa povećanjem padavina smanjuje se prinos žita radi plavljenja korjena biljke. Isto tako, vršne temperature i količine padavina generalno loše utiču na rast biljaka radi stresa izazvanog vrućinom, plavljenja korijenja biljke ili mehaničkih oštećenja koja se samo djelimično mogu sanirati u toku ratarske sezone promjenom upravljanja.

Takođe znamo da porast temperature i CO<sub>2</sub> ima potencijal međusobnog djelovanja na različite načine u prostoru i tokom vremena. Prema najnovijem izvještaju IPCC Radne grupe II (2007.), uticaji globalnog zagrijavanja na usjeve sistematski variraju u prostoru i tokom vremena. (Ovaj isti opšti zaključak odnosi se i na šume, mada su posljednja povećanja posmatranih prinosa, usljed globalnog zagrijavanja i vjerovatno većih koncentracija CO<sub>2</sub>, bolje dokumentovana i više rasprostranjena). Na srednjim nadmorskim visinama, uzajamni uticaji su pozitivni: višokije temperature i porast koncentracija CO<sub>2</sub> imaju pozitivan međusobni uticaj, tako da proizvode veći prinos usjeva. Ovo međusobno djelovanje se povećava sa povećanjem geografske širine. Na malim geografskim širinama, gdje je već prilično vruće sa moguće već ograničenim padavinama, efekat uzajamnog djelovanja na prinos usjeva je negativan: negativan uticaj porasta temperatura suprotstavlja se pozitivnim uticajima porasta koncentracija CO<sub>2</sub>, tako da prinos opada. Analogno ovom prostornom uzajamnom dejstvu, na srednjoj udaljenosti od ekvatora javlja se vremensko uzajamno dejstvo. U početku (recimo negdje do polovine vijeka), predviđa se da će porast srednje godišnje temperature tokom sezone gajenja usjeva i koncentracija CO<sub>2</sub> imati pozitivan uzajamni uticaj, što će za rezultat imati povećanje prinosa usjeva. Međutim, predviđa se da će krajem ovog vijeka temperature na srednjoj udaljenosti od ekvatora biti toliko visoke da će negativni uticaji visokih temperatura na prinos usjeva nadvladati pozitivan uticaj CO<sub>2</sub> kao đubriva, tako da se predviđa pad prinosa usjeva skoro u svim područjima ispod Arktičkog kruga, ne samo u tropskim predjelima.

Promjene u temperaturi i količini padavina takođe pogađaju produktivnost stočnog fonda kroz hranu i rad. Uticaji su direktni i indirektni. Sa porastom temperature životinje troše manje energije na održavanje tjelesne temperature i imaju više energije za pretvaranje unesene hrane u rad, odnosno proizvodnju mlijeka i hrane. Međutim, nakon određenog praga, proces se vraća unazad tako da budući rast temperature smanjuje produktivnost životinja. Istovremeno, sa porastom temperature i smanjenjem padavina smanjuje se produktivnost pašnjaka, a produktivnost stoke opada sa smanjenjem količine stočne hrane, tako da životinje moraju više da se potrudu da pronađu hranu.



---

### 3.2.2. Šume

Generalno, mnogo manje pažnje je posvećeno uticajima klimatskih promjena na sektor šumarstva i procjenu šteta od klimatskih promjena u ovom sektoru nego u sektoru poljoprivrede. To je vjerovatno zato što su šumski ekosistemi komplikovaniji (i teži za modeliranje) nego komercijalni poljoprivredni ekosistemi: ovi sistemi su podložni većem broju različitih pritisaka čije je izvore često teže otkriti i ublažiti nego u sektoru poljoprivrede. Konačno, rast i razvoj drveća je dinamičan proces koji traje godinama, a ne nedjeljama i mjesecima. Direktni i indirektni uticaji klimatskih promjena ne utiču samo na tekuće procese rasta i razvoja, nego se često prenose i imaju kumulativne efekte koji mogu trajati sve dok drvo živi. Radi toga je teže izdvojiti uticaj klimatskih promjena od drugih pritisaka, što zahtijeva dugotrajno proučavanje, desetine godina, kako bi se opisali kumulativni uticaji promjena temperature i količina padavina.

U Tabeli 3.2 rezimirani su potencijalni uticaji porasta koncentracija CO<sub>2</sub> i klimatskih promjena na rast i razvoj šuma. Generalna snaga uticaja rezimiranih u Tabeli 3.2 sugerise da klimatske promjene neće imati toliko negativan uticaj na šume kao na neke druge sektore. Doduše, porast koncentracija CO<sub>2</sub> u atmosferi, produžetak sezone rasta radi najnovijih trendova zagrijavanja, veće stope deponovanja azota (takođe usljed zagađenja vazduha) i ostalih ljudskih faktora imali su za posljedicu uočeni porast godišnjeg kapaciteta šuma za akumulaciju CO<sub>2</sub> i neto primarne produktivnosti šuma tokom nekoliko posljednjih decenija (Nabuurs et al., 2002). Ovo je potvrđeno procjenom globalne mreže na osnovu satelitskih podataka. Indeksi vegetacije pokazuju prosječan godišnji porast od oko 6 procenata za period od 1982. do 1999., sa velikim porastom tropskih ekosistema (Nemani et al. 2003). Ova i druga najnovija opažanja motivisali su IPCC da u svom petom Izvještaju o procjeni uticaja (IPCC 2007) objavi da „će suprotno nalazima iz drugog Izvještaja o procjeni uticaja, klimatske promjene uticati na globalni porast drvne građe i pojačati postojeće tržišne trendove povećanjem tržišnog učešća u zemljama u razvoju“.

Dokaze zasnovane na satelitskim podacima podupiru najnovije informacije o pozitivnim uticajima CO<sub>2</sub> na neto primarnu produktivnost šuma. Obje VMAP studije sprovedene sredinom i krajem 1990-ih (VMAP<sup>11</sup> članovi 1995), kao i posljednji ekperimenti obogaćivanja ugljen dioksida u slobodnom vazduhu (Free-Air Carbon dioxide Enrichment - FACE) potvrđuju da će porast CO<sub>2</sub> koji ima efekat đubriva u atmosferi poboljšati rast drveća. Ipak, noviji FACE ekperimenti pokazuju da uticaj na neto primarnu produktivnost šuma neće biti tako veliki kako su predvidjele ranije studije, poput VMAP, moguće u prosječnom opsegu od 20 procenata, a ne 30 do 40 procenata za mlade sastojine (Norby et al. 2005). Sa druge strane, to će vjerovatno imati manji uticaj na starije sastojine (Korner et al. 2005) pošto starije drveće raste sporije, radi čega koristi manje količine CO<sub>2</sub> za stvaranje biomase putem fotosinteze.

Uticaji povećanja temperature i smanjenja količine padavina na šume nisu tako jasni kao u slučaju poljoprivrede. To je djelimično zato što je važno gdje se šuma nalazi, u kojoj geografskoj i klimatskoj zoni, u smislu gornje i donje granice, gdje su temepartura i količina padavina faktori koji ograničavaju rast. Ukoliko se šuma u kojoj raste određena vrsta drveća nalazi na mjestu gdje je temperatura koja odgovara datoj vrsti drveća na donjoj granici temperaturnog opsega, a količina padavina na gornjoj granici opsega padavina, tada će porast temperature i opadanje količine padavina uticati na stvaranje optimalnijih uslova za rast drveća. Ali, uticaji će biti obrnuti ukoliko se ista šuma nalazi na mjestu gdje je temperatura koja odgovara datoj vrsti drveća na gornjoj granici temperaturnog opsega, a obim

---

11 Ovo je bila rana komparativna studija modela vegetacije koji se koriste za simuliranje klimatskih promjena.

padavina na donjoj granici opsega padavina. U tom slučaju može se očekivati prirodno migriranje vrste (što je spor proces), ili vještačko, što je oblik adaptacije.

Izvor	Uticaj
Porast koncentracija CO <sub>2</sub>	Porast dugoročne neto primarne produktivnosti većine drveća. Različiti uticaj na pojedine vrste može uticati na konkurenciju i nasljedstvo, posebno u mješovitim šumama. Nepoznato međusobno dejstvo sa drugim uzročnicima stresa, ali bi tako drveće trebalo postati manje osjetljivo.
Porast temperature	Reakcija neto primarne produktivnosti zavisi od toga gdje se određena vrsta šuma nalazi u odnosu na temperaturni opseg koji joj odgovara. Kratkoročno, zagrijavanje može produžiti sezonu rasta. Tamo gdje je temperatura na gornjoj granici, uticaj na neto primarnu produktivnost biće negativan. Vrste se mogu prilagođavati migriranjem, prirodnim ili vještačkim, ali u nekom momentu visocije temperature postaju ograničavajući faktor rasta na širim područjima. Različiti uticaj na pojedine vrste može uticati na konkurenciju i nasljedstvo, posebno u mješovitim šumama. Kompleksni uticaji na ostale uzročnike stresa, kao što su insekti i bolesti Može uticati na ograničavanje ili pojačavanje djelovanja CO <sub>2</sub> kao đubriva. Porast osjetljivosti na šumske požare
Smanjenje količine padavina	Reakcija neto primarne produktivnosti zavisi od toga gdje se određena vrsta šuma nalazi u odnosu na opseg padavina koji joj odgovara. (Iste opšte vrste uticaja kao gore navedene)
Porast jačine i učestalosti ekstremnih poremećaja	Dugotrajan porast suša i poplava vjerovatno će imati negativan uticaj na neto primarnu produktivnost. Ipak, šume mogu prilagoditi svoj opseg tolerancije do određene mjere Porast šumskih požara imaće kratkoročne i dugoročne negativne posljedice po neto primarnu produktivnost.
Uzajamno dejstvo: porast CO <sub>2</sub> i porast temperature (1-3°C)	Generalno pozitivni uticaji na neto primarnu produktivnost, vjerovatno dugotrajniji nego za usjeve. Eventualno negativni uticaji na rast drveća, ali je vremenski okvir neizvjestan. Postojeći dometi i geografski raspored vrsta mijenjaće se prirodno i/ili vještački, od strane ljudi.

**Tabela 3.2** Rezime potencijalnih fizičkih uticaja klimatskih promjena na šume u Crnoj Gori

Porast temperature i smanjenje padavina takođe mogu poremetiti režim šuma tako što pogoduju širenju štetnih vrsta insekta. Ovo je uočeno u posljednjih 20 godina u slučaju tvrdokrilca koji napada koru drveta u SAD (Williams and Liebhold 1996 and 2002) i moljca koji napada borove šume

---

u Evropi (Battisti et al. 2005). Uticaji porasta temperatura na šumske požare je dugoročni predmet diskusije. Jedna grupa studija o šumskim požarima sugerise da će sa porastom temperature porasti broj slučajeva i veličina šumskih požara. Na primjer Gillett et al. (2004) primijetio je da je veličina površina koje su izgorjele u Kanadi u posljednjih 40 godina u skladu sa simuliranim zagrijavanjem iz generalnog modela cirkulacije (general circulation model - GCM). Druge studije naglašavaju važnost upravljana šumama više na naučnim osnovama, ekonomskog razvoja i borbe protiv šumskih požara kao najvećih faktora koji utiču na pojavu i veličinu šumskih požara, kao i štetu koju oni globalno nanose.

Brojne studije sadrže procjene ekonomskih uticaja klimatskih promjena u Sjedinjenim Državama (Sohngen and Mendelsohn 1998, 1999; Alig et al. 2002), Evropi (Solberg et al. 2003; Schroeter 2004; Nabuurs et al. 2002) i u svijetu (Sohngen and Sedjo 1999; Perez-Garcia et al. 2002; Lee i Lyon 2004). Ove studije koriste modele tržišta proizvodima od drveta unutar nacionalnog, regionalnog ili globalnog ekonomskog sektora gdje su uticaji klimatskih promjena uneseni kao promjene u neto primarnoj produktivnosti različitih vrsta ili tipova šuma, odnosno oblasti sa sličnim klimatskim uslovima. Ove studije su generalno predvidjele umjeren porast ili neznatan pad u ekonomskom blagostanju potrošača i proizvođača na pomenutim tržištima, kao i umjeren porast ili neznatan pad cijena drvne građe. Ove vrste rezultata nisu u neskladu sa realnošću. Kao što su primijetili Shugart et al. (2003) u svojoj globalnoj studiji, globalna tržišta drvne građe i proizvoda od drveta, kao i mnoga nacionalna tržišta, nisu značajno osjetljiva na klimatske promjene radi veličine postojećeg šumskog inventara (zaliha drvne građe), postojanja fleksibilnih uvoznih i izvoznih tržišta za posječenu građu i proizvode od drveta, kao i tehnoloških promjena koje su značajno doprinijele produktivnosti postojećih šuma i smanjile upotrebu drveta. U zemljama poput Crne Gore, gdje se postojeće količine drveta ne koriste veoma efikasno, unapređenje procedura za uzgoj i gazdovanje šumama može nadoknaditi dio gubitaka u neto primarnoj produktivnosti uzrokovanih klimatskim promjenama, uz odgovarajuće ekonomske poticaje.

### **3.3. Potrebni pristupi i podaci za procjenu fizičkih uticaja klimatskih promjena u sektorima poljoprivrede i šumarstva**

#### **3.3.1. Poljoprivreda**

Postoje najmanje tri pristupa koji se koriste za procjenu uticaja klimatskih promjena u poljoprivredi, kao i u mnogim drugim sektorima i kategorijama uticaja:

- **Agronomski.** Ovaj pristup se oslanja na uočeni odgovor prinosa usjeva na različita zemljišta, klimatske uslove i režime gazdovanja kako bi se stimulisale promjene u prosječnim godišnjim prinosima usjeva. Nezavisne projekcije cijena usjeva i oblasti usjeva koriste se za pretvaranje ovih promjena prinosa u ekonomske vrijednosti.
- **Agro-ekonomski.** Ovaj pristup kombinuje agronomski pristup kako bi se utvrdili uticaji klimatskih promjena na prinose usjeva pomoću modela poljoprivrednog tržišta, da se utvrdi proizvodnja usjeva, cijene, ekonomska dobit i gubici uzrokovani klimatskim promjenama. Ove metode često su "normativne" (zasnovane na optimizaciji) po tome što odgovaraju kako agronomski „optimalnom“, tako i ekonomski efikasnom upravljanju.
- **Rikardijanski.** Ovaj pristup se oslanja na uočenim reakcijama potrošača hrane, poljoprivrednika i njihovih dobavljača, kako se odražavaju na cijene poljoprivrednog zemljišta, sve do različitih aspekata promjenljivosti klime radi utvrđivanja kako će ove grupe reagovati na klimatske promjene.

Ovaj pristup potpada pod naslov "otkrivene preferencije" u smislu da se preferencije ekonomskih faktora mogu otkriti kroz njihovo ponašanje, što omogućava povezivanje ekonomskih vrijednosti sa tržišnim ishodima pomoću različitih scenarija za promjenljivost klime/klimatske promjene. Ovi metodi su „pozitivni“ prije nego normativni. To jest: oni omogućavaju simulaciju načina na koji u stvari djeluju ekonomski faktori (kao što se otkriva uočavanjem njihovog izbora na tržištu proizvoda i/ili aktive), ne kako bi trebali djelovati u uslovima savršene konkurencije.

### **Agronomski modeli**

Agronomski model zasniva se na modelu za simuliranje uticaja promjena klime različitog vremenskog i prostornog obima na prinos usjeva, pod različitim geofizičkim uslovima i režimima upravljanja. Takav model može biti u obliku jedne jednostavne jednačine, modela regresije ili numeričkog modela za simulaciju. Najnoviji pristup u agronomskom modeliranju sastoji se od modela za simulaciju, kao što su modeli pod nazivom CERES (Tubiello et al. 2002), EPIC (Stöckle et al. 1992) i WOFOST-DSSAT (van Diepen et al. 2007), koji podržavaju niz sirovih usjeva, a postoji još modela koji su u fazi razvoja. Ovi modeli su na raspolaganju i mogu se jednostavno pribaviti, ali ih lokalnim geofizičkim i klimatskim uslovima moraju prilagoditi obučeni agronomi, poljoprivredni inženjeri i agro meteorolozi. U većini slučajeva ovaj primijenjeni rad podržavaju agronomski istraživanja na konkretnim parcelama zasijanim određenom vrstom usjeva, kao i velike studije sprovedene na poljoprivrednim dobrima kako bi se, na primjer, detaljnije ispitala pitanja upravljanja bolestima i štetočinama.

Ovi modeli simuliraju uticaje dnevnog atmosferskog vremena na rast i prinos pojedinih sirovih usjeva. Kao takvi, zahtijevaju svakodnevno posmatranje brojnih promjenljivih meteoroloških veličina, kao i informacije o fizičkom okruženju u kojem se usjev uzgaja, vezano za zemljište, drenažu, zahvatanje vode, itd., kao i „upravljanja“. Ove vrste modela takođe se mogu koristiti za simulaciju niza različitih vrsta upravljačkih procedura vezanih za vrstu, vremenski raspored i količinu korišćenih ulaznih podataka (voda, đubrivo, drljanje, oranje, itd.). Relevantan rezultat ovih modela je fizički prinos usjeva koji se može požnjati u jedinicama težine.

Ove vrste modela generalno se podešavaju pomoću podataka o usjevima sa nekoliko lokacija, da bi se zatim podešeni model koristio na reprezentativan način za simuliranje prinosa na više drugih lokacija koje imaju iste geofizičke i klimatske karakteristike kao prvobitne lokacije.

Primjer kako se takav model može koristiti za procjenu ekonomskih uticaja klimatskih promjena javlja se u posljednjem Razvoju ljudskih resursa za Hrvatsku, *Klima za promjenu* (UNDP 2008.). Ova studija zasnovana se na istraživanjima Vučevića (2006.) koji se koristio CERES- KUKURUZ model za procjenu uticaja različitih IPCC klimatskih scenarija na proizvodnju kukuruza u Hrvatskoj. Simulirano smanjenje prinosa kretalo se od 3-8% za 2050. godinu i od 8-15% za 2100. godinu. Autori UNDP studije procijenili su ova smanjenja koristeći istorijske podatke o oblasti proizvodnje kukuruza i prosječni godišnju proizvođačku cijenu, tako da su došli do procjene ekonomskih gubitaka (prihoda) veličine 6-16 miliona eura za 2050. godinu i 31-43 miliona eura za 2100. godinu, u poređenju sa prihodima od 199 miliona za polazni istorijski slučaj.

Jedna od najvećih koristi od ovih vrsta modela je ta što se oni mogu koristiti za široki spektar različitih aplikacija, ne samo za klimatske promjene. U tom smislu, razvijanje kapaciteta za korišćenje takvih modela u jednoj zemlji spada u one prethodno pomenute odluke zbog kojih „nema žaljenja“. Druga važna jaka strana ovog pristupa leži u tačnosti dobijenih procjena prinosa, u poređenju sa starijim empirijskim modelima. Postoji nekoliko slabih strana. Jednu smo već pomenuli. Struktura ovih modela nije pogodna za simuliranje rasta voćaka i vinogradarskih prinosa. Druga je to što zahtijevaju veliki

---

broj podataka, ali to je problem samo u sredinama koje slabo stoje sa podacima. Konačno, ovi modeli ne mogu simulirati reakciju poljoprivrednika i tržišta na klimatske promjene. Klimatske promjene imaju potencijal da utiču na profitabilnost usjeva, što zatim utiče ne samo na to koliko zemlje će poljoprivrednici opredijeliti za pojedine usjeve, nego i na troškove/cijenu po kojoj roba može da se proizvede/kupi. Agronomski model ne može simulirati klimatske promjene u okviru ekonomskog donošenja odluka na nivou poljoprivrednog dobra ili tržišta poljoprivrednih roba. Ovi modeli mogu se koristiti za simulaciju upravljačkih radnji, kao što je rastojanje između redova, različiti metodi obrade zemljišta i vrijeme sjetve, ali te ulazne podatke ne određuje model. Korisnik mora unijeti ove podatke u model. Tada model može simulirati rezultirajući uticaj na prinos usjeva.

Agronomski modeli zahtijevaju veoma veliki broj podataka. Ovi modeli predviđaju prinos usjeva za područja gdje vladaju homogeni geofizički uslovi, klimatski uslovi i upravljački režimi. Ovi faktori mogu se značajno razlikovati od jednog mjesta do drugog, tako da se za bilo koju zemlju vjerovatno mora podesiti na više različitih lokacija kako bi se dobili najtačniji rezultati za uticaj klimatskih promjena na prinos usjeva. Svi modeli za prinos usjeva zahtijevaju neznatno drugačije skupove geofizičkih i upravljačkih podataka za podešavanje. Ipak, jedna stvar koja im je zajednička radi podešavanja i simuliranja je potreba za skupovima podataka sa svakodnevnim meteorološkim praćenjem potrebnih ulaznih promjenljivih veličina. Za simulaciju klimatskih promjena postoji i dodatni zahtjev pretvaranja meteoroloških promjenljivih veličina dobijenih na osnovu Regionalnih klimatskih modela (Regional Climate Models - RCMs) u obim dnevnog vremena, koristeći generator atmosferskog vremena, kao što je to uradio Vučetić.

Modeli prinosa usjeva, kao što su različiti CERES, EPIC i WOFOST modeli, već su napravljeni za brojne kratkoročne (jednogodišnje) usjeve. (Modeli za višegodišnje prinose, kao što su vinova loza i stabla voćaka, daleko su komplikovnije i malobrojniji; to predstavlja veliku prazninu u najnovijim dostignućima u oblasti modeliranja klime). Ovi modeli projektuju prinos usjeva za oblasti gdje vladaju komogeni geofizički, klimatski i upravljački režimi, pa se u tom smislu mogu generalizovati pomoću svih ovih faktora. To jest: uz odgovarajuće geofizičke i klimatske baze podataka, mogu se primijeniti za bilo koju lokaciju, a podaci se mogu generalizovati i primijeniti na druge lokacije sa sličnim karakteristikama. To je dobra vijest sa tačke gledišta primjene. Ipak, pošto se faktori koji utiču na prinos usjeva mogu značajno razlikovati u različitom vremenu i prostoru, potrebno je podesiti model na reprezentativnim lokacija, što može biti teško za područja za koja ne postoji dovoljno podataka. Srećom, u ove modele je već uložena velika količina ljudskog kapitala, pošto je izrastao veliki broj centara koji okupljaju stručna znanja radi razvijanja ovih modela, tako da zemlja nema potrebu darazvija potpuno nove modele za prinos usjeva. U isto vrijeme je više organizacija kao što su Evropska Unija, Organizacija za hranu i poljoprivredu (FAO), Svjetska meteorološka organizacija (WMO) i NASA, saradivale sa ovim i drugim centrima koji okupljaju stručna znanja radi formiranja potrebnih baza podataka za podešavanje i primjenu ovih modela na globalnom nivou.

Glavni zadaci koje treba izvršiti su:

- Podešavanje modela prema lokalnim geofizičkim i klimatskim uslovima, i
- Korišćenje modela za simuliranje prinosa za niz reprezentativnih geografskih regiona i klimatskih scenarija.

Dok modeli prinosa usjeva pretpostavljaju da se struktura biljaka i procesi za bilo koju datu vrst usjeva mogu generalizivati i primijeniti na široka područja, struktura poljoprivredne ekonomije je mnogo manje uopštena od jednog regiona do drugog. Tako, ne postoji model za sektor poljoprivrede koji se



može primijeniti u svim uslovima. Ukoliko ne postoji takav model za region, on se mora napraviti od samog temelja pa na više. To je intenzivan proces, ali ga obučeni stručnjaci mogu brzo ponoviti, ukoliko je moguće prikupiti potrebne podatke.

### **Modeli za agro-ekonomski sektor**

Modeli za agro-ekonomski sektor prevazilaze glavno ograničenje koje imaju agronomski modeli korišćenjem projekcija dobijenih pomoću modela za prinos agronomskih usjeva (kao i stočnog fonda) za pokretanje veoma naprednih modela u sektoru poljoprivrede, ponekad poznatih kao modeli prostorne ravnoteže (McCarl and Spreen 1980). Modeli prostorne ravnoteže simuliraju procese donošenja odluka proizvođača i potrošača na mnogim različitim tržištima poljoprivrednih roba, opisujući trgovinu i prevoz roba između područja unutar država i međunarodnih regiona. U tom pogledu, mogu se okarakterisati kao multi-robni modeli tržišta za snabdijevanje hranom i potražnju hrane u mnogim regionima snabdijevanja i potražnje.

Simuliranje uticaja klimatskih promjena na jednu vrstu usjeva, čak i na više različitih lokacija, je daleko od kraja priče pošto, kada poljoprivrednik zna da se klima mijenja, takođe zna da će to uticati na relativnu profitabilnost mnogih različitih usjeva koje on može uzgajati. Takođe zna da će morati da proda usjeve na domaćem i/ili međunarodnom tržištu, gdje će uticaji klime uticati na izbor usjeva, gazdovanje i nivo proizvodnje mnogih drugih poljoprivrednika, da i ne pominjemo ravnotežnu tržišnu cijenu za svaku vrstu usjeva, a konačno i na njegov neto prihod. Ovo saznanje će ga motivisati da razmisli koje usjeve da zasije, kada i kako da ih uzgaja, na osnovu očekivanog neto prihoda i rizika vezanih za klimu i tržišnu cijenu za različite kombinacije usjeva.

Sektorski modeli mogu uzeti u razmatranje ova međusobna djelovanja između poljoprivrednika i tržišta, u kontekstu promjenljivosti klime i klimatskih promjena. Kao u slučaju modela za simulaciju prinosa usjeva, model za poljoprivredni sektor je pristup „bez žaljenja“ koji unapređuje stručnost države u poljoprivrednom modeliranju. Ovi tipovi modela koriste se u razvijenim zemljama kao pomoć kreatorima politike u istraživanju mnoštva politika vezanih za uticaj promjenljivosti klime na sektor, kao i podršci domaćem poljoprivrednom razvoju i strategijama a plasman na tržište u kontekstu modernih tržišnih ekonomija.

Za modeliranje načina na koji će klimatske promjene uticati na mješavine usjeva, nivo proizvodnje i cijene usjeva na nivou države, potreban je prostorni ravnotežni sektorski model „koji izrasta iz cijene“ za sektor poljoprivrede. Model koji izrasta iz cijene jednostavno znači da cijene usjeva i prehrambenih proizvoda budu rezultat, a ne ulazni podaci za model. Prostorna uravnoteženost znači da model predstavlja više proizvodnih mogućnosti vezanih za prostor i transport proizvoda, kao i za prostor i tržište. Obje karakteristike su veoma važne za modeliranje uticaja klimatskih promjena, zato što promjene klime neće biti jednake na svim mjestima i zato što će istovremeno klimatskim promjenama biti pogođeni brojni proizvođači i potrošači na mnogim mjestima, kao i tržišne cijene.

Modeli prostorne ravnoteže mogu se dalje podešavati tako da obuhvata zalihe hrane za simuliranje uticaja klimatskih promjena na sektor stočarstva, kao i na raspoloživost i potrebe za vodom na navodnjavanje (Adams et al. 2001). Pored toga, ovi modeli mogu simulirati normativnu adaptaciju na klimatske promjene na dva načina: 1) adaptacija koja obuhvata promjene u gazdovanju na nivou poljoprivrednog dobra i 2) adaptacija koja se obično javlja usljed reakcije poljoprivrednika na promjene cijena proizvoda na tržištu.

---

Kao što je ranije rečeno, ovaj tip modela je po strukturi model za više usjeva, više oblasti (svijet, multinacionalni subjekat ili država) koji obuhvata domaću i izvoznu potražnju za usjevima proizvedenim na domaćem tržištu, kao i potražnju za uvoznom hranom, kao i procese koji pogađaju snabdijevanje različitim vrstama usjeva, kroz različite proizvodne oblasti, kako bi se zadovoljila domaća i izvozna potrošnja. Takvi modeli su generalno procesni modeli (modeli nelinearnog programiranja) koji se sastoje iz:

- Objektivne funkcije koja dozvoljava izračunavanje dobiti proizvođača i potrošača predstavljenih u modelu, na primjer: maksimiziranje potrošača + suficit proizvođača
- Funkcija domaće i prekomjerne potražnje (izvoz - uvoz) za prehrambenu robu (usjevi, ulja, sjeme, stočna hrana i stoka)
- Aktivnosti tokom upravljačkog procesa koje predstavljaju različite tehničke opcije vezane za sađenje, upravljanje, žetvu, dalju obradu i prevoz prehrambenih roba, uključujući prosječne godišnje prinose za svaki usjev u svakom regionu (dobijeno iz modela za prinos usjeva)
- Matrica toka transporta koja povezuje regione snabdijevanja i potražnje, kao i prateće uslove za tržišni kliring
- Funkcije snabdijevanja za važna nacionalna primarna sredstva, kao i
- Ograničenja u pogledu miješanja različitih usjeva, nivoa proizvodnje i cijena, kako bi se odrazilo stvarno u odnosu na normativno ponašanje, kao i poremećaji uzrokovani programima za poljoprivredna gazdinstva na nacionalnom nivou.

Jedna veoma važna karakteristika ovih modela je to što, pored toga što su dobro napravljeni za projektovanje fizičkih i ekonomskih uticaja klimatskih promjena, takođe se mogu koristiti u mnogo širem okviru za istraživanje ekonomskih posljedica veoma širokog opsega ekoloških uticaja na sektor, kao i ekonomskih uticaja spoljnih i domaćih politika poljoprivrednog i ruralnog razvoja. Činjenica da se ovi modeli mogu koristiti za određivanje uticaja različitih vrsta nacionalnih (ili muti-nacionalnih) poljoprivrednih programa, kao i uzajamno dejstvo između poljoprivrednih programa i klimatskih promjena važna je karakteristika koju mnogi drugi metodi (kao što je Rikardijanski pristup o kojem ćemo uskoro govoriti) ne mogu reprodukovati. Druga poželjna karakteristika ove vrste modela je mogućnost oslikavanja i sagledavanja upravljačkog ponašanja malih poljoprivrednika koji proizvode hranu za sebe i lokalna tržišta, a ne za izvoz.

Primjer agro-ekonomskog modela koji se trenutno koristi unutar Evropske Unije je Model optimizacije sektora šumarstva i poljoprivrede (**EU Forest and Agricultural Sector Optimization Model - EUFASOM**) koji je razvio Schneider et al. (2008). FASOM je zapravo model korišćenja zemljišta. Sadrži agro-multi-državni, multi-robni ekonomski model za sektor poljoprivrede i multi-državni, multi-proizvodni dinamički model za sektor šumarstva koje povezuje ista zemljišna osnova i funkcija ekonomskog cilja. To omogućava modelu da simulira kako se zemljište kreće tamo-ovamo između dva sektora kao rezultat uticaja životne sredine i sektorske politike. Model je prvobitno razvijem u SAD (Adams and McCarl 1999) radi ispitivanja uticaja tržišta na politiku sprečavanja taloženja ugljen dioksida u Sjedinjenim Državama koja je obuhvatala pošumljavanje i ponovno pošumljavanje (Alig et al. 2001). Ipak, takođe se intenzivno koristio za procjenu šteta od klimatskih promjena u dva sektora, kao i koristi i troškova izbjegavanje šteta izazvanih klimatskim promjenama kroz adaptaciju. EU verzija modela se upravo koristi kako bi se utvrdio potencijal sektora poljoprivrede i šumarstva u EU za ublažavanje uticaja; kako će druge energetske politike EU, kao što je politika o bio gorivima, uticati na ovaj potencijal; i konačno da se utvrdi kako klimatske promjene utiču u oba sektora na njihov potencijal za ublažavanje uticaja i prateće troškove.

Aktuelna verzija EUFASOM modelira oba setora na nivou države. Ipak, zemlje koje su nedavno primljene u EU još uvijek nisu uključene u model. To takođe važi za zemlje koje će postati članice

EU, Srbiju, Hrvatsku i Crnu Goru prilikom sljedećeg proširivanja Evropske Unije. Interesantan aspekt Hrvatskog izvještaja o razvoju ljudskih resursa, *Klima za promjenu*, je to što je doveo do izrade projektnog zadatka koji sada razmatraju donatorske agencije, kako bi se razvio kapacitet za izradu i sprovođenje hrvatskog “modula” za EUFASOM, koji se može koristiti za rješavanje različitih hitnih pitanja poljoprivredne i ruralne razvojne politike, uključujući klimatske promjene, čak i prije nego što zemlja postane članica EU.

Izgradnja modela prostorne ravnoteže koji proističe iz cijene za sektor poljoprivrede je zadatak koji zahtijeva prikupljanje velikog broja podataka. Zahtijeva:

- Godišnje vremenske serije informacija o domaćoj potrošnji hrane i cijenama pojedinih prehrambenih proizvoda koje su potrebne za razvijanje funkcija domaće proizvodnje hrane za svaku prehrambenu robu koja se u modelu prodaje krajnjem kupcu.
- Dodatne informacije o uvozu i izvozu (cijene i količine) za razvijanje funkcija potražnje izvoza i/ili funkcija prekomjerne potražnje,
- Procjena domaćih poljoprivrednih imanja, razvrstanih po regionima proizvodnje, radi izrade bužeta za upravljanje usjevima koji odražava alternative upravljanja za proizvodnju svakog usjeva u kontekstu „reprezentativnog regionalnog poljoprivrednog dobra (dobara)”. Za svaki usjev i tip upravljanja (na primjer, intenzivno komercijalno upravljanje kukuruzom), budžet sadrži potrebne ulazne podatke po jediničnom području za različite operacije i njihove jedinične troškove, prosječan prinos po jediničnom području, kao i druge troškove. Iz ovih informacija mogu se napraviti hiljade ili desetine hiljada različitih alternativa za upravljanje 10-30 usjeva plus kategorijama stoke na nivou države. Ugradnja adaptacije na klimatske promjene u postojeći budžet poljoprivrednih dobara često zahtijeva proširenje i/ili izmjenu upravljačkih alternativa za usjeve u postojećim regionima kako bi se uzela u obzir „nova” klima kao i posebne opcije/aktivnosti za adaptaciju vezanu za klimu (korišćenje ulaznih podataka, troška i uticaja na prinose).
- Veliki broj drugih podataka o transportnoj povezanosti područja, kapacitetima i troškovima, skladišnim kapacitetima i troškovima, postojeća mješavina usjeva na datom području i nivo proizvodnje, kao i karakteristike programa za poljoprivredna dobra, što predstavlja samo dio stavki. Na primjer, ukoliko su uključene mogućnosti navodnjavanja, kretori modela moraju naći način da predstave godišnju količinu vode koja je raspoloživa za navodnjavanje u svakom proizvodnom regionu, a zatim predvidjeti budžet za navodnjavanje poljoprivrednih usjeva kako bi se prikazale mogućnosti proizvodnje i troškovi upravljanja navodnjavanjem.

### **Povezivanje agronomskih i ekonomskih modela**

Procjena vrijednost šteta od klimatskih promjena korišćenjem ovih modela vrši se u dva koraka. Da bi se simulirali fizički uticaji klimatskih promjena na prinose na reprezentativnim lokacijama moraju se procijeniti i primijeniti modeli reprezentativnih oblasti za svaki usjev koristeći potrebne skupove biogeografskih podataka koji su karakteristični za region, kao i dnevne podatke o klimi za svaki klimatski scenarij. Drugi korak sastoji se iz unošenja ovih vrijednosti prinosa u model prostorne ravnoteže i primjena modela radi simuliranja poljoprivredne proizvodnje i potrošnje za dati klimatski scenarij. Proces se ponavlja sa svaki klimatski scenarij, uključujući referentni slučaj. Razlike u prinosu između sva scenarija odražavaju uticaje klimatskih promjena. Vrijednost šteta od klimatskih promjena za dati klimatski scenarij utvrđuje se upoređivanjem vrijednosti predmetnih funkcija za klimatski scenarij sa referentnim slučajem.

Važna osobina ovih modela je bogatstvo izlaznih informacija koje može obezbijediti. Pored pružanja

---

informacija o regionalnoj i nacionalnoj količini i raspodjeli viška potrošača i proizvođača, ovi modeli takođe proizvode informacije u uticajima klimatskih promjena i porasta CO<sub>2</sub> na, između ostalog:

- Regionalne cijene prehrambenih proizvoda, ponude i potražnje
- Domaća proizvodnja i potrošnja po regionima ponude i potražnje
- Domaći izvoz i uvoz
- Vrste upljavljačkih opcija koje se koriste za adaptiranje na klimatske promjene
- Korišćenje ulaznih podataka, kao i
- Uticaj na programe poljoprivrednih imanja (ukoliko je modelirano).

Kao što je prethodno napomenuto, činjenica da ovaj tip modela može obezbijediti toliku količinu informacija čini ga izuzetno korisnim ne samo za utvrđivanje fizičkih i ekonomskih uticaja veoma širokog spektra ekoloških potresa i formulisanje politika za smanjenje šteta po životnu sredinu uz najniže moguće troškove, već takođe za adresiranje dugačkog spiska važnih pitanja iz oblasti politike ruralnog razvoja, proizvodnje, plasmana na tržište i poljoprivredne trgovine.

### **Rikardijanski model**

Rikardijanski model je poseban tip modela koji se oslanja direktno na uočeno ponašanje proizvođača i potrošača hrane kako bi okarakterisao uticaj klimatskih promjena. Umjesto razvijanja posebnih modela ponude i potrošnje hrane radi simuliranja načina na koji će tržišta roba odgovoriti na klimatsku promjenu, Rikardijanski modeli zasnivaju se na dvije pretpostavke o odnosu između vrijednosti poljoprivrednog zemljišta, klimatskih promjena i promjenljivosti klime. Prva je da promjene vrijednosti poljoprivrednog zemljišta odražavaju, između ostalog, promjene klime u vremenu i prostoru. Druga pretpostavka je da je struktura odnosa na kojim počivaju agro-ekonomski odnosi između vrijednosti zemljišta i klimatskih promjena, kao i između vrijednosti zemljišta i promjenljivosti klime jednaka. Prva pretpostavka se može provjeriti i, barem u tržišnim ekonomijama, vrijedi kada drugi faktori kojim se objašnjava, uključujući poremećaje u programu poljoprivrednog dobra, ostaju nepromijenjeni. Druga pretpostavka može se provjeriti samo empirijski, polako, vremenom i kako se klima mijenja. Ipak, čak i ako ne možemo biti sigurni u to, pretpostavka je vjerovatna i široko je primjenjuju naučnici koji proučavaju klimu kada koriste statističko preračunavanje podataka za prevođenje rezultata globalnog klimatskog modela na regionalni nivo, a donekle takođe i naučnici koji se bave proučavanjem usjeva kada koriste rezultate modela zasnovanih na fiziološkoj stimulaciju za procjenu empirijskih modela prinosa usjeva (Quiroga i Iglesias et al. 2007).

Osnovni Rikardijanski model je tipično predstavljen jednačinom vrijednosti zemljišta. Ovom jednačinom objašnjava se promjena vrijednosti poljoprivrednog zemljišta širom velikog broja poljoprivrednih regiona kao funkcije sezonskih meteoroloških promjenljivih veličina koje odražavaju klimatski prosjek za svaki region i varijabilnost, kao i fizičkih i socio-ekonomskih karakteristika poljoprivrednih regiona koja se koristi za kontrolu drugih uticaja na cijene zemljišta (Mendelsohn et al. 1994).

Da bi se direktno procijenila vrijednost šteta od klimatskih promjena za određene klimatske scenarije, prvo se moraju uzeti rezultati meteoroloških promjenljivih veličina koje su korišćene u Rikardijanskom modelu (tj. prosječna godišnja količina padavina, temperatura i njihovo uzajamno djelovanje) iz simulacija globalnih klimatskih modela i svesti ih na iste meteorološke stanice koje su korišćene za dobijanje promjenljivih veličina u Rikardijanskom modelu. Kada je to završeno, moguće je procijeniti promjenjive vrijednosti koje karakterišu klimu u Rikardijanskim modelima pomoću dobijenih

prilagođenih vrijednosti, a zatim izračunati rezultirajući uticaj na vrijednost zemljišta za svaki region pojedinačno, koristeći jednačinu za vrijednost zemljišta.

Ovu vrstu modela razvili su Mendelsohn et al. (1994 and 1999) za Sjedinjene Države, a usavršili kroz brojne studije Sjedinjenih Država Mendelsohn i njegove kolege (vidjeti, na primjer, Mendelsohn et al. 2001 i Mendelsohn i Dinar 2003). Pristup se uspješno proširio na Kanadu (Mendelsohn i Reinsborough 2007), Afriku (Kurukulasuriya et al. 2006 i Seo i Mendelsohn 2008); Sri Lanku (Seo et al. 2005); Južnu Ameriku (Seo 2008), i Kinu (Wang et al. 2009). Studije u zemljama u razvoju su posebno važne pošto u nekim slučajevima ne postoje podaci za izradu modela za sektor poljoprivrede, a Rikardijanski pristup je jedina raspoloživa alternativa za tačnu procjenu potencijalne ekonomske vrijednosti šteta od klimatskih promjena.

Potrebni podaci za Rikardijanski model su mnogo manje zahtjevni od potrebnih podataka za agronomski ili agro-ekonomski model, ali svakako nisu površni. Prvi korak Rikardijanskog modela je procjena koeficijenta regresije modela. Da bi se to uradilo potrebni su osmotreni raznorodni regionalni podaci iz različitih izvora kako bi se utvrdile vrijednosti za zavisne i nezavisne promjenljive veličine u regresionoj jednačini (cijene zemljišta, klima, kao i drugi faktori koji utiču na cijene zemljišta).

Vrijednosti za nezavisne promjenljive veličine u regresionom modelu razlikovaće se za pojedinačne studije i lokacije. Na primjer, Mendelsohn et al. (1999) koristili su prosječnu temperaturu i vrijednosti padavina, kao i njihova dnevna i godišnja odstupanja za januar, april, juli i oktobar iz meteoroloških stanica u Sjedinjenim Državama na nivou čitave države. Izračunavanje kontrolnih promjenljivih veličina zahtjevalo je podatke na nivou države o prihodima po glavi stanovnika, gustini stanovništva, sunčevom zračenju, nadmorskoj visinu, koncentracijama soli u zemljištu, sklonosti plavljenju, močvarnom području i brojne promjenljive veličine koje se tiču zemljišta. I za druge studije korišćene su slične vrste podataka, takođe prikupljenih na poljoprivrednim dobrima.

Kada se procijene parametri modela, simulacija se postiže na isti način kao i kod ostalih pristupa. Vrijednosti meteoroloških promjenljivih veličina u svakom klimatskom scenariju svode se na na vrijednosti koje su dosljedne promjenljivim veličinama u modelu za klimatske scenarije. Vrijednosti za kontrolne promjenljive veličine podešavaju se na odgovarajuće regionalne vrijednosti (neke od njih moraju je projektovati veremenom). Nakon toga, model regresije može se procijeniti za svaki region u modelu, a zatim se svi podaci mogu sabrati da se dobiju vrijednosti na nivou države.

Ipak, za razliku od agronomskih i agro-ekonomskih modela, informacija koju pruža ovaj tip Rikardijanskog modela ograničena je na uticaje klimatskih promjena i porasta koncentracija CO<sub>2</sub> na dobit.

### **Poređenja modela**

Dok se agronomski modeli mnogo koriste za ekonomske procjene klimatskih promjena, generalno su povezani bilo sa modelima prostorne ravnoteže (Adams et al. 2001) ili nacionalnim makroekonomskim modelima (PESETA Završni izvještaj, 2010).

Ipak, ukoliko ove vrste modela nisu raspoložive, agronomskim modelima se još uvijek može objasniti ekonomska vrijednost šteta od klimatskih promjena, korišćenjem pristupa iz posljednjeg UNDP izvještaja o ljudskom razvoju u Hrvatskoj, *Klima za promjenu* (*Climate for Change* (UNDP, 2009)).



---

Mendelsohn i drugi ekonomisti su imali dugu i napornu diskusiju o relativnim zaslugama Rikardijanaskog modela u odnosu na agro-ekonomski. Dobar dio ove diskusije nije relevantan za praktičnija pitanja vezana za razvijanje kapaciteta za planiranje i upravljanje prirodnim resursima zemlje, a zatim proširenje kapaciteta na procjenu šteta od klimatskih promjena. U vezi sa ovim praktičnijim programom rada, čini nam se da postoje najmanje dva osnovna pitanja (i ustupci među njima):

- Ograničenja Rikardijanskog pristupa za planiranje i upravljanje prirodnim resursima nevezanim za klimatske promjene, i
- Ograničenja agronomskih i agro-ekonomskih pristupa u slučaju da su postojeći podaci i resursi potrebni za razvijanje ovih modela oskudni.

Rikardijanski pristup nije veoma koristan ako želimo da odgovorimo na pitanje koji je najbolji način za upravljanje prirodnim resursima ukoliko u zemlji ne postoji bogata i raznovrsna praksa i istorija upravljanja prirodnim resursima koja se odražava kroz uočene vrijednosti zemljišta i instrumentalne promjenjive veličine koje odražavaju pomenutu prakse i politike.

Sa druge strane, obezbjeđuje prateće informacije o štetama uzrokovanim klimatskim promjenama i promjenljivošću klime (na primjer poplave i drugi ekstremni slučajevi) u sredini koja nema dobre resurse i podatke<sup>12</sup>. Nasuprot tome, agro-ekonomski modeli mogu se koristiti u okviru „bez žaljenja“ za procjenu različitih opcija za poljoprivrednu politiku za borbu sa klimatskim promjenama, kvalitetom životne sredine i brojnim drugim pitanjima koja se tiču poljoprivrede. Naravno, kada se ovaj kapacitet razvije takođe se može koristiti za procjenu vrijednosti šteta od klimatskih promjena za različite klimatske scenarije. Ali, da bi se to uradilo potrebna je velika količina podataka i stručnog znanja o modeliranju kako bi: 1) se podesili modeli za simulaciju usjeva za različite usjeve, 2) se napravio plan za uzimanje uzoraka radi širenja rezultata vezanih za zemljište dobijenih eksperimentalnim putem na mnoga druga područja, razvrstana po osnovu geofizičkih i klimatskih uslova, 3) se projektovao i razvio poljoprivredni model prostorne ravnoteže, i 4) naučili da ove modele inteligentno koristimo u okviru politike.

Ukratko, ova dva pristupa predstavljaju veoma različite funkcionalne metode i profile analiza koristi i troškova koji trebaju biti uravnoteženi prilikom odlučivanja o tome gdje treba razvijati potreban analitički kapacitet. Sve zemlje neće doći do istih zaključaka kada budu odlučivale o tome.

### 3.3.2. Šume

Kao u slučaju sektora poljoprivrede, postoje najmanje tri pristupa koji su korišćeni da se procijeni vrijednost uticaja klimatskih promjena na šume:

- **Biometrijski modeli** koji mogu projektovati promjene u neto primarnoj produktivnosti prirodnih i komercijalnih šuma uzrokovane direktno promjenama koncentracija CO<sub>2</sub> u okolnom vazduhu, kao i indirektno usljed šumskih poremećaja koji mogu biti uzrokovani klimatskim faktorima. Ovi modeli mogu objasniti uticaj upravljačkih faktora na neto primarnu produktivnost, ali se ne mogu koristiti za vrednovanje šumskih inventara ili prinosa. Ovi modeli generalno se koriste za prikupljanje ulaznih podataka za sljedeće dvije vrste modela.
- **Upravljački modeli** koji tipično simuliraju uticaje različitih vrsta upravljanja šumskim inventarom na veličinu i strukturu zaliha šuma u šumskim sastojinama ili se mogu koristiti u okviru optimizacija za izbor upravljačkih radnji (tj. formiranje sastojina, prorjeđivanje sastojina

---

12 Burkina Faso je bila jedna od zemalja uključenih u Afričku studiju Kurukulasuriya et al. (2006).

i regeneraciju sastojina) koje će zadovoljiti određene upravljačke ciljeve, kao što su maksimalno povećanje vrijednosti sredstava ili proizvodnje sastojina, ili odražavanje ravnomjernog toka sječe drvene građe tokom vremena. Ovi modeli mogu se koristiti za procjenu vrijednosti ekonomskih uticaja klimatskih promjena na novou sastojine za šume koje su predmet upravljanja.

- **Sektorski (tržišni) modeli** (kombinovani sa biometrijskim modelima) koji mogu projektovati fizičke uticaje CO<sub>2</sub> kao đubriva i klimatskih promjena na veličinu i strukturu nacionalnih, regionalnih ili globalnih šumskih zaliha, vrijeme i obim sječe, kao i ekonomske uticaje kao što su promjene u cijeni drvene građe (posječenog drveta), tok neto prihoda od vršenja djelatnosti, kao i vrijednost inventara neposječenog drveća tokom vremena. Globalni modeli takođe tipično mogu simulirati tokove trgovine drvnom građom i proizvodima od šumskog drveta.

### **Biometrijski modeli**

Modeli šumske ekonomije dugo su se oslanjali na modele rasta drveća u prikupljanju informacija o neto primarnoj produktivnosti. Do pojave ekoloških problema kao što su taloženje kiselina i klimatske promjene, tradicionalni modeli rasta drveća razvijani tako da projektuju godišnji porast rasta drveća na osnovu starosti drveća i/ili klasa drvaća po prečniku (ili osnovnoj površini). Ove modele su se mogli razviti relativno lako korišćenjem tradicionalnih metoda za objašnjavanje odstupanja u porastu rasta drveća kao funkcije razlika u nadmorskoj visini, sastavu zemljišta i prosječnim ili vršnim temperaturama, na osnovu istorijskih podataka ili eksperimentalnih posmatranja. Ovi modeli su obezbijedili dobre podatke za table rasta i prinosa koje se koriste u modelima za upravljanje šumama i ekonomskim modelima za prinos drvene građe. Ipak, sve se ovo promijenilo sa pojavom problema sa taloženjem kiselina i azota u šumama i kasnije, kada su klimatske primjene zahtijevale modele dugoročnije prirode koji su fokusirani na pojedinačne ekosisteme i/ili fiziološke procese u drvetu koji bi mogli biti pogođeni загаđиваčима vazduha ili klimatskim promjenama.

Danas u osnovi postoje tri različita tipa modela koji su se koristili (i još se koriste u različitim oblicima) za simulaciju uticaja porasta koncentracija CO<sub>2</sub> i promjene klime na rast i razvoj šuma:

- Modeli za utvrđivanje praznina („gap“ modeli)
- Biogeohemijski modeli (BGCM) i biogeografski modeli (BGM) modeli
- Dinamički modeli globalne vegetacije (DGVM)

Prvi tip modela koji se koristio za simulaciju posljedica klimatskih promjena na šumsku produktivnost poznat je po nazivom „Gap“ model<sup>13</sup>. Ovi modeli simuliraju rast drveća i promjene i rastu sastojina na malim (0.1 hektara) proplancima (prazan prostor – „gap“) i otvorima u šumskom svodu sve dok sastojine dostigne svoj maksimalan rast, u periodu od 300 do 400 godina, a čak i duže za neke vrste mješovitih šumskih sastojina tvrdog drveta koje sporo rastu. Prvi modeli ove vrste razvijeni su 1970-ih godina (Botkin, et al. 1972). Tokom kasnih 1980-ih do sredine 1990-ih ov modeli su korišćeni za procjenu uticaja klimatskih promjena na rast šume uzrokovan klimatskim promjenama (npr., Solomon 1986 i Davis i Botkin 1983). „Gap“ modeli simuliraju odgovor svakog pojedinačnog drveta u sastojini na raspoloživost svjetlosti pri različitim intervalima visine, kao konkurentan proces. Drveće koje brzo raste i ne podnosi hladovinu, dominira početnom strukturom šume. Najviše vrste podnose hladovinu, ali sporo rastu. U nekom momentu prerastaju vrste koje ne podnose hladovinu, nakon čega se međusobno takmiče za sunčevu svjetlost do uspostavljanja ravnoteže u konkurenciji. Konkurencija u slučaju drugih resursa uključena je u različitom stepenu u ove modele. Ovi resursi uključuju vlažnost zemljišta, plodnost (često raspoloživi azot, naročito) i temperaturu. Ovo omogućava korišćenje modela

13 Vidjeti pregled modela nedostataka, Bugman (2001)

---

za simuliranje uticaja promjena u navedenim resursima radi klime ili poremećaja kao što su požari, orkanski vjetrovi, poplave i oluje sa vjetrom.

Prvobitni modeli su po današnjim standardima prilično jednostavni, ali su vremenom postali složeniji. Pojedinačni rast izračunava se korišćenjem posebne jednačine za svaku vrstu kako bi se predvidjelo očekivano povećanje obima svakog drveta pod optimalnim uslovima. Ovo povećanje prečnika funkcionalno je povezano sa prethodnim obimom drveta koji se modifikuje pomoću funkcija za izračunavanje reakcije prirodne sredine koja odražava takmičenje za resurse, kao i raspoloživost resursa, uključujući klimatske resurse. Kod većine modela, reakcije prirodne sredine modeliraju se pomoću modela za ograničeni potencijal; drvo može dostići maksimalan potencijal pod optimalnim uslovima (tj. maksimalno povećanje obima stabla, sposobnost preživljavanja, ili stopa formiranja). Ovaj optimizam se tada smanjuje u skladu sa uslovima životne sredine na parceli (npr. zasjenjenost, suša, mraz, itd.) kako bi se došlo do rezultata ponašanja pod okolnim uslovima.

Prvobitni modeli nedostataka bili su relativno jednostavni, a njihova glavna snaga bila je sposobnost modeliranja konkurencije i nasljeđivanja u sastojini. Jednačine rasta bile su velikim dijelom empirijske, a način na koji su se uvodila ograničenja resursa uveden je na osnovu podesnosti, a ne fiziologije drveta. Ipak, kada bi bilo dovoljno podataka za podešavanje modela u toku dovoljno dugačkog vremenskog perioda, modeli bi mogli biti prilično tačni u reprodukcivanju prethodno uočenog rasta drveća. Mada su modeli korišćeni za simuliranje uticaja klimatskih promjena, došla su do izražaja ograničenja njihovog kapaciteta. Samo određeni šumski ekosistemi mogu se modelirati putem okvira za nedostatke; za praćenje rasta sastojine od formiranja do postizanja maksimalne visine potrebni su skupovi podataka za dugoročno podešavanje; sposobnost tačnog simuliranja višestrukih pritisaka ograničena je činjenicom da ovi modeli nisu opisivali značajne fiziološke procese. Radi toga je, na primjer, bilo teško simulirati uticaje CO<sub>2</sub> kao đubriva.

Ulazni podaci za modele za utvrđivanje nedostataka za određenu studiju nisu veoma detaljni. Obuhvataju informacije prikupljene posmatranjem odnosa između prečnika i visine drveta, kao i druge podatke vezane za rast. Ulazni podaci su takođe potrebni za mjesečne temperature i broj dana kada je temperatura iznad određenog praga, plus dodatni podaci o temperaturi u toku perioda rasta, kao i dodatne informacije o zemljištu potrebne za izračunavanje isparavanja. Mnogo veće pitanje su podaci potrebni za usklađivanje modela za utvrđivanje nedostataka prema postojećim uslovima. To može zahtijevati mjerenja indeksa površine lišća pod različitim uslovima u prirodnoj sredini, prodiranju svjetlosti kroz šumski svod, uz podatke i uočenom rastu drveća. „Gap“ modeli tipično imaju skori isto toliko (ili više) parametara za podešavanje koliko i promjenljivih veličina. Tako, postoje mišljenja da mnogo različitih načina za utvrđivanje parametara mogu upotpuniti iste skupove nepotpunih podataka, ali imaju veoma različite posljedice kada se model koristi za simuliranje uslova koji su bitno različiti od osnovnog slučaja (Bugman 2001).

Na kraju su ove modele zamijenili biogeohemijski (BGCM) i biogeografski modeli za simulaciju. Različite funkcije ovih modela su se na kraju spojile više opšte dinamičke modele globalne vegetacije (DGVM). Biohemijski modeli (BGCM) simuliraju promjene u osnovnim procesima ekosistema, kako što je kruženje ugljenika, hranjivih materija i vode (funkcija ekosistema), koje doprinose neto primarnoj produktivnosti šumskih ekosistema. Biohemijski sistemi simuliraju pomjeranja i geografskoj rasprostranjenosti glavnih biljnih vrsta i zajednica (struktura ekosistema). Dinamički modeli globalne vegetacije (DGVM) simuliraju uticaje klimatskih promjena i porasta CO<sub>2</sub> u okolnom vazduhu na neto primarnu produktivnost i geografsku rasprisanjenost šuma i šumskih ekosistema dok prirodno migriraju kao odgovor na klimatske promjene.

Sva tri tipa modela su modeli procesa. To znači da se oslanjaju na „prve principe“ prilikom opisivanja značajnih fizioloških procesa vezanih za rast i razvoj drveća. Biohemijskim modelima se vrši procjena kretanja i akumulacije *energije, vode, ugljenika i azota* za komponente *vegetacije i zemljišta* suvozemnih ekosistema<sup>14</sup>. Mnogi od ovih modela specijalizovani su za detaljnije praćenje pojedinih kretanja i procesa. U modelima za vegetaciju (šume) najrelevantniji procesi koji kontrolišu tokove energije i mase su:

- Zaklanjanje sunca lišćem i prodiranje sunčevih zraka do tla
- Tok padavina preko lišća do tla
- Gomilanje i topljenje snijega
- Dreniranje i površinsko oticanje atmosferskih voda iz tla
- Isparavanje vode sa tla i vlažnog lišća
- Isparavanje vode iz zemljišta
- Vezivanje ugljenika iz CO<sub>2</sub> iz vazduha putem fotosinteze
- Uzimanje azota iz zemljišta
- Odvođenje ugljenika i azota u dijelove biljke koji rastu
- Razlaganje novog otpalog lišća i ogranskih materija u zemljištu
- Mortalitet biljaka
- Poremećaji izazvani požarima, insektima i bolestima.

Prva generacija biogeohemijskih modela (BGCM) simulirala je cikluse ugljenika i hranjivih materija unutar ekosistema na datom mjestu, ali nije imala sposobnost da utvrdi koja bi vrsta vegetacije mogla živjeti na datoj lokaciji. Sa druge strane, biogeološki modeli (BGM) su modelirali ograničen broj fizioloških procesa, ali na dinamičniji način, tako da su bili u stanju da simuliraju način kako bi promjene uslova u sredini mogle uticati na geografsku raspoređenost ovih ekosistema (ili bioma, kako su prozvani). Tako su se procjene uticaja klimatskih promjena do kasnih 1990-ih i ranih 2000-ih morale oslanjati na jedan skup biogeoloških modela za simuliranje geografske redistribucije šumskih ekosistema prema klimatskim promjenama i drugi skup biogeohemijskih modela za simuliranje uticaja klimatskih promjena na neto prirodni potencijal ovih ekosistema. Ovo je bio problem za simuliranje uticaja klimatskih promjena na prirodne šume, ali ne na šume kojim se upravlja. U ekonomskim studijama za šume kojim se upravlja, diferencijalni uticaj klimatskih promjena na neto primarnu produktivnost na mnogo različitih lokacija određuje fizički potencijal za datu vrstu šume, ali ekonomski faktori određuju gdje i kada će se taj potencijal iskoristiti.

Nedavno širenje Dinamičkog modela rasta vegetacije omogućilo je bolje predviđanje vegetativnih promjena izazvanih klimom (Peng 2000; Bachelet et al. 2001; Cramer et al. 2001; Brovkin 2002; Moorcroft 2003; Sitch et al. 2003). To je zato što ovi modeli bolje simuliraju sastav listopadnih i zimzelenih šuma, šumskih bioma, proizvodnje, kao i kruženja vode i hranjivih materija, kao i uticaja požara. Dinamički modeli rasta vegetacije takođe mogu obezbjediti podatke za globale i regionalne klimatske modele

<sup>14</sup> Struktura ovih modela je složena. Vidjeti opis Dinamičkog modela rasta vegetacije, MC1, Bachelet et al. (2001), koji je na raspolaganju većini stručnjaka koji rade na brojnim poljima vezanim za integralnu ekološko-ekonomsku procjenu.

---

o promjenama u vegetaciji. Ipak, modeli još uvijek ne oponašaju realno proces prelazne migracije šumskih ekosistema, niti neizostavno simuliraju promjene u šumskoj produktivnosti imalo bolje od mnogo jednostavnijih modela šumskih prinosa. Budući razvoj modela koji bi integrisali oba prisupa, neto primarnu produktivnost i šumski prinos, (Nabuurs et al., 2002; Peng et al., 2002), mogli bi značajno poboljšati predviđanja, kako se navodi u četvrtom IPCC izvještaju o procjeni uticaja.

Poput „gap“ modela, biogeohemijski, biogeološki i dinamički modeli rasta vegetacije zahtijevaju „relativno“ malo ulaznih u poređenju sa brojem podataka koji im je potreban za kalibriranje. Ova osobina čini modele idealnim za korišćenje u vezi sa podacima dobijenim na osnovu satelitskih snimaka. Ipak, ovi modeli su modeli zasnovani na fiziološkim procesima, tako da im je potrebno mnogo podataka za podešavanje pojedinih konkretnih modela za određene lokacije (sa stanovišta geofizičkih uslova i klime). Obično u okviru modeliranja simulacije klime, ovi modeli koriste ulazne podatke iz globalnih ili regionalnih klimatskih modela, čija tačnost je u pojedinim slučajevima, na primjer za padavine i površinsko oticanje atmosferskih voda, veoma upitna obzirom na vremenski i prostorni opseg na koji se odnose. Ipak, istina je da nikada nije bila namjera da ovi modeli proizvode dnevne rezultate, a kade se izlazni podaci o neto primarnoj produktivnosti i geografskoj distribuciji vegetacije spoje, izgledaju vjerovatno (Kitel et al. 2004; Batchelet et al. 2008; Gordon et al. 2004).

Konačno, važno je opet napomenuti da se standard za ocjenu modela rasta šume koji se koristi za ekonomsku procjenu uticaja klimatskih promjena na šume kojim se upravlja značajno razlikuje od standarda za ocjenu njihove primjene u procjenama životne sredine. Šume koji se upravlja „migriraju“ usljed kombinacije ekonomskih i fizičkih faktora. Važno je znati da će se potencijal neto primarne produktivnosti šuma kojim se upravlja vremenom promijeniti na različitim lokacijama radi simuliranja migracije kojom „upravlja“ ljudi sadeći drveće. Promjene u geografskoj distribuciji neto primarne produktivnosti može se utvrditi samo nekom vrstom biometrijskog modela. Međutim, stvarna migracija ovih šuma kojim se upravlja na pojedinim lokacijama ustanoviće se ekonomskim razmatranjima vezanim za relativnu profitabilnost različitih vrsta. Spektar produktivnih potencijala određenog tipa šume na svakoj lokaciji predstavlja ulazni podatak za izračunavanje u ekonomskom modelu, dok ćemo o modelima upravljanja i sektorskim modelima govoriti u daljem tekstu.

### **Upravljački modeli**

Modeli upravljanja šumom koriste rezultate biometrijskih modela (različita mjerenja stope rasta drveća) da bi predvidjeli kako će različite upravljačke stratege uticati na berbu drveta, kao i na veličinu i strukturu zaliha drveća u šumi kojom se upravlja, obim berbe, prihode i neto prihode od berbe, vrijednost šumskog zemljišta i cijenu zemljišta (Gunn 2007). To zahtjeva da ovi modeli opišu ne samo veličinu, starost, produktivnost zemljišta i starosnu strukturu zaliha drveta, nego i da budu u mogućnosti da simuliraju kako određene upravljačke radnje utiču na veličinu i strukturu tokom vremena. Pored toga, mnogi modeli upravljanja šumama projektovani su da odaberu „optimalan“ tip režima upravljanja tokom brojnih perioda smjenjivanja, što maksimalno uvećava fizičke i ekonomske ciljeve vlasnika zemljišta kako u determinističkom tako i u stohastičkom (probabilističkom) okviru. Kako takvi, ovi modeli simuliraju proces donošenja odluka vlasnika drvne građe: 1) očekivane trenutne i buduće cijene drve građe, 2) sadašnja i očekivana neto primarna produktivnost različitih vrsta drveća koje vlasnik zemljišta uzgaja (iz biometrijskih modela) i 3) sva ograničenja spoljašnje politike i fizička ograničenja sa kojim se vlasnik zemljišta susreće utičaće donošenje odluka. Takođe simuliraju posljedice ovih odluka na veličinu i strukturu zaliha drveća u sastojinama.

Modeli za upravljanje sastojinama prvobitno su projektovani u vidu instrumenta za upravljanje za



komercijalne vlasnike zemljišta (Brodie et al. 1979; Davis et al. 2001). Ipak, naglasak se donekle pomjerio u posljednjih 20 do 30 godina, kako su se modeli za upravljanje sastojinama prilagođavali širokom spektru segmenata životne sredine, uključujući raznovrsnost staništa (Bertomeu and Romero 2002), procjenu osiguranja od rizika radi poremećaja (Holecy and Hnewinkel 2004), opšta tema održivog razvoja (Hasenauer 2005) i mnoge druge. Druga takva tema je uticaj klimatskih promjena na upravljanje komercijalnim šumama i zalihe drveta.

U aplikacijama klimatskih promjena, biometrijski modeli se koriste za ustanovljavanje kako promjene koncentracija CO<sub>2</sub> u vazduhu i klima utiču na rast drveća za vrste koje se uzgajaju ili se mogu uzgajati na datoj lokaciji. Zatim se ove procjene rasta koriste u modelima upravljanja sastojinama za projektovanje načina na koji bi komercijalni vlasnici zemljišta upravljali postojećim i novim sastojinama drveća, prorjeđivanjem, sječom i formiranjem postojećih ili različitih vrsta. U jednoj interesantnoj studiji koja je poslužila kao putokaz, Lindner (2000), prilagođen je postojeći „gap“ model radi simuliranja uticaja različitih režima sadnje drveća (formiranje) na „praznine“ šume, pošto su na nju vremenom (110 godina) uticale klimatske promjene. „Gap“ modeli nisu projektovani da u obzir uzimaju ekonomske faktore, tako da je izbor alternativnih metoda upravljanja koje je trebalo testirati odražavao niz različitih ekonomskih ciljeva. Studija je pokazala da su klimatske promjene imale značajan uticaj na rast sastojina pod alternativnim strategijama upravljanja, kao i da je formiranje vrsta koje su bolje prilagođene na klimatske promjene imalo značajan uticaj na količinu biomase za berbu. Kasnije studije (McCarl et al. 2000) koje su koristile modele upravljanja u funkciji ekonomskih ciljeva pokazale su slične rezultate, naglašavajući značaj adaptivnog upravljanja.

Informacije koje upravljački modeli mogu proizvesti o ekonomskim uticajima klimatskih promjena i adaptaciji na njih su bitne, a uključuju, pored obima berbe i informacija o veličini i strukturi šumskih zaliha, stvari kao što prihodi od berbe tokom vremena, neto prihod od berbe tokom vremena i vrijednost zemljišta utvrđenu tokom neto prihoda od pomenutih berbi tokom vremena. Ali, upravljački modeli imaju najmanje tri značajne slabe strane sa tačke gledišta ekonomskih uticaja. Prvo, odnose se samo na jednu sastojinu, plantažu ili možda šumu. Pokrivenost geografskim i šumskim vrstama je generalno ograničena. Drugo, cijene drvne građe u sadašnjem i budućim periodima utvrđuju se izvan modela. To nije rezultat ovih modela. Problem je to što model ne uzima u obzir činjenicu da klimatske promjene mogu uticati na nacionalna i globalna tržišta drvne građe, na ponudu i na potražnju, što će vremenom uticati na tržišne cijene, jednako kao i u sektoru poljoprivrede. Treće, upravljački modeli odnose se samo na ponudu drvne građe, a ne i na potražnju drvne građe i proizvoda od drveta. Radi toga oni ne mogu simulirati uticaj klimatskih promjena na potrebe potrošača, potrošnju i ekonomsku dobrobit potrošača.

Za ispravno simuliranje međusobnih ekološko-ekonomskih djelovanja potrebni su dinamički modeli nacionalnih tržišta drvne građe i proizvoda od drveta u sektoru šumarstva.

### **Bioekonomski sektorski modeli**

Termin „bioekonomski“ koristi se da odrazi činjenicu, kao i modeli za agroekonomski sektor, da takođe postoji kategorija modela za ekonomski sektor šuma koji su povezani sa biometrijskim modelima kako bi se utvrdio uticaj klimatskih promjena na rast (neto primarnu produktivnost) vrsta šuma u ekonomskom modelu. Dio ovih modela koji se odnosi na ekonomski sektor takođe spada u istu kategoriju modela prostorne ravnoteže koja potiče od cijene, kao što je prethodno opisano za sektor poljoprivrede. To jest: oni istovremeno daju rješenje za nivo cijena drvne građe, proizvodnju i potrošnju i trgovinske tokove među regionima na mnogo različitih tržišta. Neki od ovih modela takođe

---

uključuju tržišta koja koriste rezanu građu i pretvaraju je u primarne proizvode od drveta. Radi toga je opis ovih modela nešto više ograničen nego što bi inače bio.

Međutim, postoji jedna veoma važna razlika između tržišnih modela za drvenu građu i poljoprivredu. Drveće se sadi na jednu parcelu, vremenom raste, a zatim siječe. Ovaj proces se stalno nastavlja. Prema tome, potrebno je modelirati vrijednost berbe drvene građe tokom vremena kako na tržištima proizvoda, tako i vrijednost zaliha drveta. To dvoje povezuje činjenica da upravljačke odluke u bilo kojem momentu tokom životnog ciklusa šumskih zaliha u određenoj mjeri zavisi o tome šta vlasnici zemljišta misle, koliko će drveće i zemljište na kojem raste vrijediti u budućnosti. Kako bi se obuhvatila oba tržišna efekta, potrebno je modelirati zalihe neposječenog drveća kako se vremenom razvija, i kako na njega utiču klimatske promjene i upravljanje (kao što je to slučaj sa upravljačkim modelima), odnosno u najmanje uzeti u obzir ova međusobna dejstva indirektnim sredstvima.

Modeli prostorne ravnoteže sektora šumarstva mogu se razvrstati najmanje na dva važna dijela: geografska pokrivenost (nacionalni ili regionalni u odnosu na globalni) i kako su proizvod i modeli šumskih zaliha povezani (dinamički, rekurzivni, statički). Dinamička povezanost znači da model sadrži prikaz šumskih zaliha i simulira promjene u količinama šumskog inventara u svakom periodu usljed rasta, mortaliteta i uklanjanja putem sječe. Ova vrsta povezanosti između ekonomskih i fizičkih aspekata snabdijevanja drvnom građom omogućava simuliranje dinamičkog donošenja odluka, gdje upravljanje u bilo kojem periodu zavisi od očekivanih budućih perioda. Rekurzivna povezanost je kada model ne sadrži detaljno raščlanjen inventar i ne simulira razvoj šumskog inventara tokom vremena. Umjesto toga ažurira se promjenljiva veličina šumskih zaliha u funkciji snabdijevanja nakon svake berbe. Ovaj pristup vodi ka „kratkovidom“ donošenju odluka, pošto samo šumski inventar iz prethodnog perioda utiče na simulaciju upravljanja šumom u tekućem periodu. Statičko povezivanje je ono koje ne uspostavlja vezu između strane modela koja se odnosi na snabdijevanje i šumskih zaliha; ipak, proizvodnja je ograničena raspoloživošću zemljišta.

Tabela 3.3. prikazuje modele prostorne ravnoteže za sektor šumarstva raščlanjene na dvije dimenzije. Spisak nije savršeno potpun, ali predstavlja skoro najnovije ekonomsko modeliranje u sektoru šumarstva.

Dva FASOM modela (Modeli za optimizaciju sektora šumarstva i poljoprivrede) i GLOBIOM modeli (Globalni modeli za optimizaciju biomase) - u Tabeli 3.3 imaju dodatnu osobinu koju drugi modeli nemaju; naime, obuhvataju oba sektora, šumarstvo i poljoprivredu, i iskućivo modeliraju kinkurenciju između ova dva sektora vezanu za zemljište. Kao takvi, sva tri ova modela mogu se koristiti za simuliranje ublažavanja efekata gasova staklene bašte u oba sektora, uticaje klimatskih promjena i adaptacije na ove uticaje, kao i njihovo međusobno djelovanje. Sektor šumarstva u obje verzije FASOM-a, Sjedinjenih Država i Evropske Unije, povezan je sa sektorom poljoprivrede u svakom modelu zajedničkim zemljištem i u predmetnoj funkciji. Modeli se mogu koristiti za jedan, kao i za oba sektora. Verzije modela za oba sektora posebno su djelotvorne za modeliranje uticaja klimatskih promjena na odvajanje ugljenika i troškove odvajanja ugljenika putem šuma i poljoprivrednih zemljišta, kao kompenzacije za emisije gasova staklene bašte (Adams et al. 1999).

Kao u modelima za upravljanje šumama, simulirani uticaj povećanja koncentracija CO<sub>2</sub> i klimatskih promjena na stopu rasta različitih tipova šuma u modelima za ove sektore određuje se pomoću biometrijskih modela. Ipak, to se radi na višeregionalnom osnovu unutar određenog prostornog domena sektorskog modela. To se mora uraditi, ne samo za postojeće komercijalne vrste u regionu, nego i za druge vrste koje se trenutno ne uzgajaju, ali koje bi se mogle bolje prilagoditi klimatskim

promjenama od postojećih komercijalnih vrsta. Tržišni dio ovih modela zatim određuje kako se ovi uticaji prenose na tržišta drvne građe i primarnih proizvoda kao rezultat pomjeranja u ponudi i potražnji, kao i dugoročnih promjena u zalihama drveta. U nekim slučajevima ovi modeli bi mogli predvidjeti tako tamnu budućnost za neke vrste u pojedinim regionima da bi se veliki dio takvih zaliha odmah posjekao i zamijenio vrstama koje su bolje prilagođene na dugoročne klimatske promjene. U drugim slučajevima, moglo bi doći do ograničene supstitucije, ali uz primjene u upravljanju, kao što je skraćivanje ili produžavanje perioda rotacije, smanjenje/povećanje količine zaliha obnovljenih sastojina i promjena režima prorjeđivanja. U modelu za dva sektora, kao što je američki model ili EUFASOM, konkurencija između dva sektora u borbi za zemljište također može biti pogođena, što bi vodilo promjeni namjene zemljišta na kojem je zasađena šuma ili usjevi, u zavisnosti od dugoročne profitabilnosti jednog ili drugog.

**Tabela 3.3.** Modeli za sektor poljoprivrede koji se zasnivaju na cijeni i koriste za procjenu ekonomskih uticaja klimatskih promjena, razvrstani prema geografskoj pokrivenosti i vrsti veze između snabdijevanja drvnom građom (tokovi) i zaliha drveta

Povezanost sa inventarima Prostorna pokrivenost	Dinamički	Rekurzivan	Statički/slab
Nacionalni-Regionalni	USFASOM, EU FASOM, Sohngen-Mendelsohn	TAMM, SF-GTM	
Globalni	TSM Sohngen-Sedjo-Lyons Model	EFI-GTM,	GLOBIOM
USFASOM – Sjedinjene Države: Adams et al., 1996 EUFASOM – Evropska Unija (u izradi): Schneider et al. (2008) Sohngen-Mendelsohn – Sjedinjene Države (Sohngen i Mendelsohn 1998, 1999) Sohngen-Sedjo-Lyons Model. Globalni: Sohngen et al. (2001) TAMM – Sjedinjene Države: Adams i Haines (1980) SF-FTH – Finska: Hänninen and Kallio (2007) EFI-GTM – Globalni: Kallio et al. (2004) GLOBIOM – Globalni (u izradi): Havlik et al. (2010)			

Potrebni podaci za modele prostorne ravnoteže za sektor šumarstva su prilično brojni. Na primjer, podaci koji su potrebni za FASOM modele za sektor šumarstva obuhvataju podatke o neto primarnom produktivitetu, podatke o rastu drveća iz biometrijskih modela razvrstane po vrstama, kao i podatke o regionu i režimu upravljanja. Takođe su im potrebne osnovne informacije u svakoj upravljačkoj aktivnosti u modelu: koliko košta, kako utiče na neto primarnu produktivnost i koje još primarne resurse koristi (zemljište, rad i kapital). Parametri koji određuju oblike krivulja potražnje za drvnom građom (cijena berbe naspram količine berbe) i primarnih proizvoda u ovim modelima moraju se procijeniti pomoću istorijskih podataka. Takođe su potrebni podaci o veličini, starosti i upravljačkoj strukturi postojećih inventara, kako bi se pravilno okarakterisale početne šumske zalihe u FASOM modelu. FASOM modeli

---

su procesni modeli. Oni sami po sebi ne sadrže krivulje o snabdijevanju tržišta. Umjesto toga koriste tehnike optimizacije radi izdvajanja ekonomski optimalne kombinacije upravljačkih aktivnosti tokom vremena koji se odnose, prije svega, na postojeće šumske zalihe a nakon toga na sljedeće šumske inventare kada se prvobitni inventar posiječe. TAMM i EFI-GTM modeli su takođe sektorski modeli, ali oni zapravo imaju eksplicitne krivulje ponude (i potražnje) u modelima. Parametri ovih funkcija procjenjuju se koristeći skupove podataka o regionalnim cijenama rezane građe i količinama berbe. Za simuliranje ekonomskih uticaja klimatskih promjena, svi modeli prikazani u Tabeli 3.3 zahtijevaju unosenje regionalnih klimatskih podataka za pokretanje biometrijskih modela koji simuliraju promjene u neto primarnoj produktivnosti, u vremenu i prostoru u sektorskim modelima. Sektorski modeli uzimaju ove informacije i simuliraju kako klimatske promjene utiču na upravljanje šumama, veličinu, lokaciju i strukturu šumskih zaliha, proizvodnju i korišćenje proizvoda od drveta, međuregionalnu trgovinu rezanom građom i proizvodnima od drveta i ekonomsko blagostanje proizvođača i korisnika drveta u različitim regionima, tokom vremena.

### **3.4. Postojeći kapacitet za procjenu šteta izazvanih klimatskim promjenama u sektorima poljoprivrede i šumarstva u crnoj gori**

Potrebno je ponovo naglasiti važnu napomenu iz uvodnog dijela ovog izvještaja, a to je da to što kažemo da zemlji nedostaje kapacitet da procijeni fizičke ili ekonomske štete izazvane klimatskim promjenama ne znači da zemlji nedostaju kvalifikovani stručnjaci ili svi kvantitativni instrumenti (modeli i metode), odnosno podaci za procjenu nekih važnih aspekata klimatskih promjena. Zaista, glavni cilj ove studije je da pokaže primjere kako se sada mogu procijeniti određeni fizički i ekonomski uticaji klime i određenim sektorima. Smisao je da analitički kapacitet nije nešto što imate ili nemate. Mora se kontinuirano mjeriti uzimajući u obzir šta je potrebno za određeni analitički korak, kao i šta postoji.

#### **3.4.1. Poljoprivreda**

Analitički kapacitet za simuliranje ekonomskih uticaja klimatskih promjena u sektoru poljoprivrede u Crnoj Gori uopšte nije dobro razvijeno. O tome se govori sa osvrtom na tri tipa modela koji su opisani u ovoj studiji.

#### **Modeli prinosa usjeva**

Stupili smo u kontakt sa nekoliko članova poljoprivrednog fakulteta i drugim stručnjacima koji su nam rekli da ne postoje empirijski (regresioni) modeli za simuliranje godišnjih prinosa komercijalnih usjeva koji se uzgajaju u crnoj Gori, kao funkcija klimatskih ili drugih promjenljivih veličina. Takođe smo kontaktirali brojne vodeće stručnjake na polju agronomskog modeliranja u Evropskoj Uniji i Sjedinjenim Državama, kao i određene eksperte Evropske Unije koji poznaju modele CERES i EPIC za simulaciju prinosa usjeva. Kontaktirali smo hrvatskog stručnjaka koji nam je pomogao da dođemo do podataka iz najnovijeg Hrvatskog izvještaja o ljudskom razvoju. Niko od pomenutih stručnjaka nije znao da li u Crnoj Gori postoje aktivnosti zasnovane na novijim generacijama modela za simuliranje usjeva. To su potvrdili i lokalni stručnjaci.

Radi toga, naš zaključak je da u ovom trenutku u Crnoj Gori ne postoji model koji se može odmah koristiti za simuliranje uticaja klimatskih promjena u Crnoj Gori na prinos značajnih „sirovih“ usjeva. Ipak, napominjemo da to ne znači da se takav model ne može procijeniti (empirijski) ili podesiti

(simulacija) za oko godinu dana. Smatra se da dobro bi obučeni agronom ili poljoprivredni inženjer mogao naučiti kako da primjeni CERES ili EPIC na mali broj sirovih usjeva nakog godinu dana rada i obuke u centrima koji okupljaju znanja iz ove oblasti, kao što je Univerzitet u Madridu (CERES) i BOKU u Austriji (EPIUC). To također ne znači da ne postoji kapacitet za simuliranje uticaja klimatskim promjena na usjeve. Metodologija koja se kasnije koristi u ovom poglavlju za procjenu dijela šteta od klimatskih promjena u dijelu poljoprivrede gdje se vrši navodnjavanje zasnovana je na lokalnim procjenama uticaja klimatskih promjena na ravnotežu vode u zemljištu.

### **Modeli za prostornu avnotežu sektora**

Kontaktirali smo međunarodne i lokalne stručnjake iz oblasti modeliranja poljoprivrednog tržišta i poljoprivrednog sektora. Na osnovu pomenutih kontakata, izgleda da u ovom trenutku ne postoje ekonomski modeli za simuliranje fizičkih i ekonomskih uticaja klimatskih promjena na pojedino ili više poljoprivrednih tržišta u zemlji. Ipak, ovaj kapacitet bi se mogao razviti grubo govoreći za tri godine kroz projekat u kojem bi učestvovali stručnjaci na doktorskim ili post-doktorskim studijama.

### **Rikardijanski modeli**

Rikardijanski modeli za opisivanje uticaja klimatskih promjena na poljoprivredni sektor ne zahtijevaju mnogo podataka, a uspješno su razvijani u dijelovima svijeta gdje ne postoji mnogo podataka, u Africi, Latinskoj Americi i donekle Kini. Takav model u ovom trenutku ne postoji u Crnoj Gori. Problem koji se često javlja pri izradi ovih modela je to što su podaci o cijeni poljoprivrednog zemljišta veoma ograničeni da bi se mogli koristiti za izradu sveobuhvatnih skupa podataka o cijenama zemljišta za više različitih poljoprivrednih/ klimatskih podregiona i tokom vremena također. U većini slučajeva cijene zemljišta moraju se prikupiti iz postojećih podataka o prihodima poljoprivrednih dobara, a tamo gdje nema takvih podataka moraju se pribaviti „odozdo prema gore“, na osnovu poizvodnje, kao i podataka o troškovima i cijeni na nivou poljoprivrednog dobra. Prikupljanje takvih podataka može dugo trajati, često 3-5 godina, ukoliko Rikardijanski modeli za Afriku mogu da se uzmu za primjer. U isto vrijeme, nakon posljednjih diskusija među ekonomistima o djelotvornosti ovog pristupa, od modela se zahtijevalo da postanu savršeni u smislu eksperimentalnog projektovanja i statističkih metoda. Tako, nije lako izgraditi kapacitet za izradu i implementaciju Rikardijanskih modela u „novoj“ zemlji, a postoje i drugi modeli koji se opisuju u ovom poglavlju. Ipak, činjenica je da ovi modeli mogu obezbijediti priložno dobar uvid u ekonomske uticaje klimatskih promjena u sredinama koje imaju malo raspoloživih podataka, što ih čini primaljivim, čak i ukoliko imaju ograničenu primjenu u sektorskoj politici.

### **3.4.2. Šume**

Kapacitet za simuliranje ekonomskih uticaja klimatskih promjena na sektor šumarstva u Crnoj Gori također nije najbolje razvijen. Ova situacija se opisuje pozivanjem na tri modela opisana u ovoj studiji.

### **Biometrijski modeli**

Ivakav model ne postoji u Crnoj Gori, niti postoji lokalni kapacitet za izradu takvih modela. Nije u toku ni jedan projekat, niti se planira izrada ovakvih modela u zemlji ili zajednički rad sa drugim institucijama ili organizacijama EU u oblasti šumarstva kako bi se postojeći model podesio za uslove u Crnoj Gori.



---

## Upravljački modeli

U Crnoj Gori nema modela za upravljanje sastojinama jednake ili različite starosti. Trenutno ne postoje ni table sa podacima o rastu i prinosu kao podrške ovom modelu. Izrada najnovijeg registra šumskog inventara će vjerovatno obezbijediti potrebne podatke. Naučnici za oblast šuma iz Njemačke koji pomažu u izradi registra šuma pokazali su interes sa izradu upravljačkih modela za sastojine jele, smrče i bukve raličite starosti, na osnovu modela razvijenih za Bosnu. Ipak, model u sadašnjem obliku nije u mogućnosti da simulira rast drveća za desetine godina, ili čas nekoliko godina; ne može izraditi planove upravljanja i ne radi optimizaciji. Bilo bi bolje početi od početka sa novim registrom šuma i koristiti te podatke za izradu jednostavnog modela rasta koji odgovara podacima, a zatim na osnovu tog modela rasta napraviti model upravljanja sastojinama<sup>15</sup>.

### Sektorski modeli prostorne ravnoteže

U ovom trenutku ne postoji sektorski model za sektor šumarstva u Crnoj Gori. Glavno pitanje je da li je takav model potreban obzirom na relativno mali obim poslovanja u sektoru šumarstva. Za početak, možda bi bilo bolje da Crna Gora razvije bolje upravljačke modele koji se zatim mogu modifikovati tako da uključe mogućnost simuliranja uticaja klimatskih promjena na rast drveća, a nakon toga i opcije za izbjegavanje/ smanjivanje tih uticaja u upravljačkom modelu.

Moglo bi se reći da je sektor šumarstva u crnoj Gori predstavljen u globalnim modelima za trgovinu u oblasti šumarstva za Istočnu Evropu/ region Evrope. Međutim, pošto je Crna Gora tako mali dio velikog regiona u kojem se nalazi, bilo bi teško svesti rezultate na lokalni nivo. Sa druge strane, simulirani ekonomski uticaji klimatskih promjena na sektor šumarstva u ovim drugim zemljama u Istočnoj Evropi ili Evropi mogli bi biti korisni za formulisanje politike u oblasti šumarstva vezano za klimatske promjene u Crnoj Gori.

## 3.5. Preliminarna procjena šteta uzrokovanih klimatskim promjenama u sektorima poljoprivrede i šumarstva

### 3.5.1. Poljoprivreda

Kapacitet za simuliranje sveobuhvatnih procjena ekonomskih uticaja klilatsnih promjena u sektoru poljoprivrede ne postoji u Crnoj Gori. Ipak, još uvijek je korisno vidjeti šta možemo saznati o ekonomskim uticajima klimatskih promjena koristeći moguće proračune. Ispitivanjem rezultata dobijenih takvim metodama i razmatranjem metodoloških aspekata, često se može bolje dokazati potreba da daljim razvojem analitičkog kapaciteta.

Za ovaj sektor smo primijenili dvije različite preliminarne metodologije:

1. Istraživanje uticaja klimatskih promjena na prinos kukuruza i prihode od proizvodnje kukuruza, koristeći postojeću studiju o štetama nanesenim prinosu usjeva iz Hrvatske.
2. Istraživanje dodatnih troškova pumpanja vode za navodnjavanje do zasada voća na koje bi negativno uticalo smanjenje količine vode u zemljištu i povećanje potreba usjeva za vodom zbog klimatskih promjena.

---

15 Zasnovano na nekoliko ličnih kontakata sa Mathias Dees i Axel Weinreich, 20.-28. aprila 2010.

### Uticaji klimatskih promjena na prinos kukuruza, proizvodnju i bruto prihod poljoprivrednih dobara od prodaje kukuruza

Kao što je ranije rečeno, Hrvatski izvještaj o ljudskom razvoju, *Klima za promjenu* (UNDP 2008), oslonio se na rad Vučetića (2006) prilikom izrade preliminarnu procjenu uticaja klimatskih promjena na prihode od proizvodnje i prodaje kukuruza. Isti pristup se može primijeniti u Crnoj Gori.

U njoj studiji, Vučetić je koristila CERES model kukuruza za procjenu uticaja dva različita klimatska scenarija IPCC c (SRES B1 and A2) koristeći šest različitih geoklimatskih modela u nekoliko gradova u Hrvatskoj. Pokazala je da bi neto uticaj klimatskih promjena i uticaj porasta koncentracija CO<sub>2</sub> kao đubriva na prinose kukuruza rezultirao simuliranim smanjenjem prinosa u visini od 3 do 8 procenata u 2050. i 8 do 15 procenata u 2100. godini.

Podaci iz Crne Gore mogu se koristiti za izračunavanje kako bi ovo smanjenje prinosa kukuruza moglo uticati na proizvodnju kukuruza i bruto prihod poljoprivrednih imanja u Crnoj Gori.

Tabela 3.4 prikazuje požnjevenu površinu, prosječan prinos po hektaru i ukupnu proizvodnju kukuruza za period 2004 do 2008. godine.

<b>Tabela 3.4.</b> Požnjevena površina, prosječni godišnji prinos po ha. i ukupna proizvodnja kukuruza u Crnoj Gori (2004. – 2008.)			
Godina	Požnjevena površina (ha)	Prosječni prinos (MT/ha)	Ukupna proizvodnja (MT)
2004	3217	2.99	9641
2005	3059	3.16	9668
2006	2782	3.26	9066
2007	2756	2.52	6937
2008	2712	3.55	9625
Prosjek	2905.2	3.096	8987.4
Izvor: MONSTAT (2009)			

Za mjerenje uticaja klimatskih promjena na proizvodnju kukuruza i bruto prihod poljoprivrednog imanja, prije svega treba formirati bazni slučaj za proizvodnju kukuruza i cijene za 2050. i 2010. godinu. Ipak, veoma je teško projektovati zasađene i požnjene površine godinu za godinom bez sektorskog modela, radi promjena u relativnoj profitabilnosti usjeva, pod uticajem cijena usjeva. Isto važi za predviđanje prinosa iz godine u godinu, radi promjena klime, bez modela za prinos usjeva. Koš je teže predvidjeti ove promjenljive veličine za period od 50 do 100 godina unaprijed radi potrebe da se uračunaju tehnološke promjene. Konačno, predviđanje cijena usjeva toliko daleko u budućnosti zahtijeva da se uzmu u obzir svi navedeni faktori, ne samo sektor poljoprivrede u Crnoj Gori, već u svim zemljama koje mogu uticati na cijene hrane u Crnoj Gori radi uvoza i izvoza. Radi toga su modeli za sektor poljoprivrede toliko od pomoći. Mada se tačnost predviđanja za tako daleku budućnost može uvijek dovesti u pitanje, takav model obezbjeđuje alat za izradu svih ovih proračuna u dosljednom i vjerovatnom ekonomskom okviru.

Možda bi najjednostavnije bilo, za preliminarnu analizu bez takvog kvantitativnog alata (tj. modeli za prinos usjeva i sektorski modeli), napraviti određene pretpostavke koje su napravljene u hrvatskoj studiji, naime:

- Kretanje cijena usjeva tokom posljednjih deset godina odražava kretanje stvarnih cijena koje će se vidjeti u budućnosti.
- Sve cijene poljoprivrednih roba mijenjaju se vremenom po istim relativnim stopama.
- Prosječni godišnji prinosi i požnjevene površine su utvrđene na nivou 2004-2008

Prve dvije pretpostavke dopuštaju da postojeća kretanja nominalnih cijena kukuruza odraze buduća kretanja cijena, bez potrebe za podizanjem/ smanjivanjem cijena kukuruza. Prosječni godišnji prinosi održavaju se na istom nivou kako bi uticaj proračuna bio transparentniji i kako bi ga ljudi lakše razumjeli u današnjem smislu. Zahvaljujući ovoj pretpostavci nije potrebno odlučiti koji dio promjene u proizvodnji kukuruza i bruto prihoda poljoprivrednog dobra je uslovljen klimatskim, a koji tehnološkim promjenama. Postojeća zasađena površina se ne mijenja zato što je veoma teško pretpostaviti kolika će biti 2050. i 2100. godine bez kombinovanja agronomskog i poljoprivrednog modela sektora.

Pokazalo se da je teško doći do podataka o cijenama usjeva u Crnog Gori posljednjih godina zato što je zemlja nedavno obnovila svoju nezavisnost, dok su se prethodne procjene prinosa objavljivale zajedno sa podacima iz Srbije. Za ovu studiju napravljene su dvije procjene cijena kukuruza, jedna koristeći podatke o međunarodnim kupovnim cijenama za kukuruz (USDA, 2004-2008) i druga koja je sastavljena za podacima iz baze podataka Organizacije za hranu i poljoprivredu (FAO 2010) za dati period. Koristeći ove dvije procjene, procijenili smo prosječan približni opseg od 70 do 110 €/MT za međunarodne cijene kukuruza i 60 do 90 €/MT za domaće cijene.

U Tabeli 3.5 prikazani su procijenjeni uticaju klimatskih promjena na proizvodnju kukuruza, koristeći gore navedene podatke i pretpostavke. Opseg gubitaka procijenjene godišnje proizvodnje kukuruza je veoma mali, tako da se gubici kreću od -270 do -719 MT/god. za 2050. i -719 do -1348 MT/god. za 2100. godinu. Ovi uticaji su mali, pošto proizvodnja kukuruza jednostavno ne zauzima veću površinu zemljišta. Ipak, štete bi se značajno povećale ukoliko bi sadašnji i budući naponi države doveli do značajnijeg porasta broja stoke koja se hrani kukuruzom (i žitom). Ovo pretpostavlja strukturalno pomjeranje u podsektoru stočarstva, uključujući prelaz sa intenzivnog napasanja na intezivno hranjenje stoke stočnom hranom tokom sljedećih 50-100 godina. Tako, na primjer, ukoliko se površina pod kukuruzom poveća u budućem periodu, koristeći faktor 10, gubici u proizvodnji bi porasli srazmjerno tome, tako da bi gubici u proizvodnji kukuruza iznosili na hiljade do desetine hiljada tona.

% Promjena prinosa	Zasađena površina (ha/god)	Prosječni prinos (MT/ha/god)	Proizvodnja (MT/god)	Gubitak u proizvodnji (MT/god)
2050 (-3%)	2905.2	3.096	8987	0
2050 (-8%)	2905.2	3.003	8718	-270
2100 (-8%)	2905.2	2.848	8268	-719
2100 (-15%)	2905.2	2.848	8268	-719

Gubici u bruto prihodima poljoprivrednog dobra, prikazani u Tabeli 3.6, takođe su prilično mali; kreću se od -16,177 do -79.089 € za 2050. i -43.140 do -148.292 € za 2100. godinu. Ove procjene bi mogle biti visočije ukoliko bi, kako je sugerisano, došlo do većih strukturalnih pomijeranja u strukturi poljoprivrednog sektora. Ali to se veoma teško može predvidjeti bez sektorskog modela.

<b>Tabela 3.6</b> Godišnji uticaj simuliranih gubitaka od prinosa kukuruza na buduću vrijednost bruto prihoda poljoprivrednog dobra od proizvodnje kukuruza u Crnoj Gori (promjena u budućoj vrijednosti bruto prihoda /godišnje)					
Cijene kukuruza (€/MT)	Bruto prihod, kukuruz (€)	% Smanjenje prinosa 2050		% Smanjenje prinosa 2010	
		-3%	-8%	-8%	-15%
Međunarodna 70€/MT	629.118	-18.874 €	-50.329 €	-50.329 €	-94.368 €
Međunarodna 110€/MT	988.614	-29.658 €	-79.089 €	-79.089 €	-148.292 €
Domaća 60€/MT	539.244	-16.177 €	-43.140 €	-43.140 €	-80.887 €
Domaća 90€/MT	808.866	-24.266 €	-64.709 €	-64.709 €	-121.330 €

Kao što smo naglasili, ove procjene ekonomske štete su veoma preliminarne, ali su ilustrativne na dva načina. Prije svega pokazuju da klimatske promjene mogu imati značajan uticaj na privredu u dijelu proizvodnje kukuruza, kao i dugih žitarica, ukoliko bi se proizvodnja značajno povećala u narednih 50 do 100 godina, što bi značilo značajne promjene u strukturi poljoprivrednog sektora u zemlji. Takođe broj i snaga pretpostavki koje su se morale koristiti za izvođenje navedenih procjena ekonomskih uticaja pokazuju koliko bi mogao biti važan dalji razvoj kapaciteta za modeliranje poljoprivrednog sektora u ekonomskom okviru koji uzima u obzir veze između životne sredine, uzgoja usjeva i stočnog fonda, cijena i potreba potrošača za hranom na mnogostrukim tržištima prehrambenih roba.

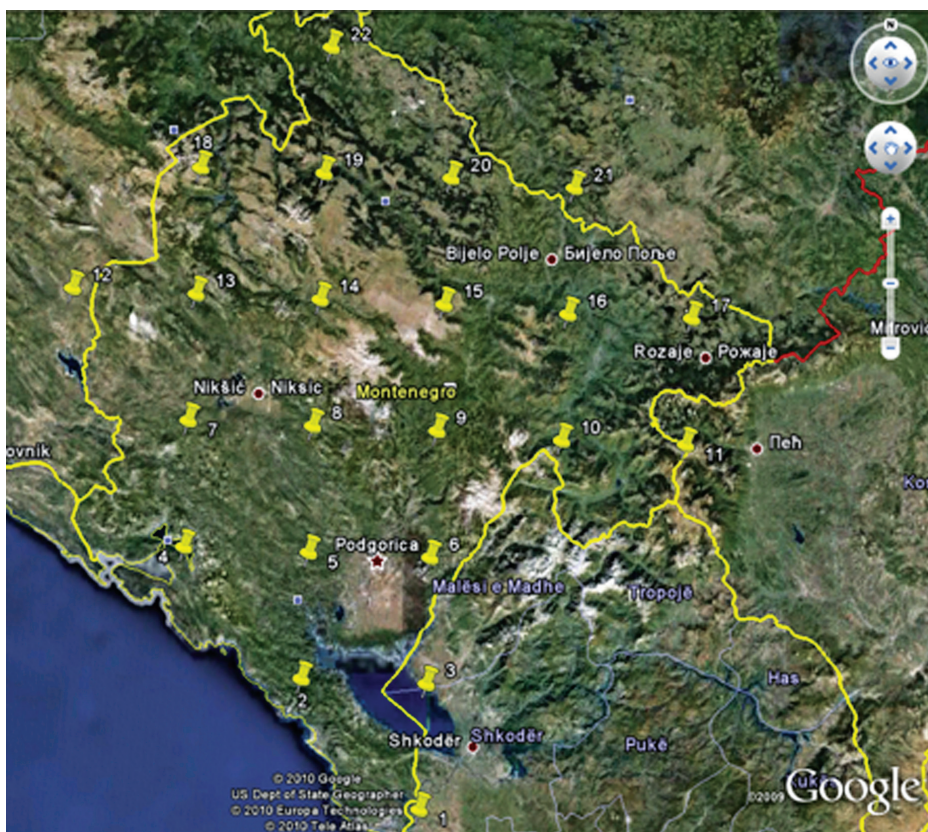
#### **Uticaji klimatskih promjena na irigacionu poljoprivredu: porast troškova radi povećane potrebe usjeva za vodom**

Prva nacionalna komunikacija Crne Gore sadrži procjenu mogućeg uticaja klimatskih promjena na vlažnost zemljišta i potrebe usjeva za vodom. Iza toga stoji pretpostavka da će sa porastom temperature i opadanjem količina padavina ne samo biti manje vode u zemljištu koja je potrebna za rast usjeva, nego će i potreba za takvom vodom porasti. Neto gubitak vode u zemljištu za zadovoljavanje povećanih potreba usjeva za vodom moraće se nadoknaditi pumpanjem dodatne vode za navodnjavanje. Ova povećana potreba za navodnjavanjem može se prevesti u ekonomski uticaj ukoliko se uzmu u obzir dodatni troškovi koje će poljoprivrednici imati za pumpanje vode. Intenzivnije pumpanje povećaće troškove poljoprivredne proizvodnje radi navodnjavanja i smanjiti neto prihod poljoprivrednog dobra, odnosno poljoprivrednih proizvođača. Ako pretpostavimo da će prinos ostati nepromijenjen (radi toga što se dodatnim navodnjavanjem zadovoljavaju potrebe usjeva za vodom), tada će ovaj dodatni trošak tačno odraziti smanjenje neto prihoda poljoprivrednog dobra, čime se valjano može mjeriti promjena dobiti i šteta od klimatskih promjena.



Neto potrebe usjeva za vodom (u mm) izračunate su na 22 lokacije u zemlji (vidjeti Sliku 3.4) za četiri klimatska scenarija: bazni slučaj koji pokazuje sadašnju klimu, SRES A1B (BB-bliska budućnost: 2021-2050), SRES A1B (DB-daleka budućnost: 2071-2100), i SRES A2 (DB-daleka budućnost). Konsultovani su stručnjaci da bi se identifikovale dvije kategorije oblasti vezanih za lokacije na kojim su vršeni proračuni, kao i površina navodnjavanog zemljišta u dvije kategorije:

- Područja koja se trenutno navodnjavaju
- Područja čije navodnjavanje se planira u budućnosti



**Slika 3.4** Lokacije u Crnoj Gori za koje je izračunat bilans vode i potrebe usjeva za vodom za Prvu nacionalnu komunikaciju Crne Gore

Tabela 3.7 prikazuje koje oblasti su odabrane za svaku kategoriju zemljišta i procijenjenu obrađenu površinu za svaku kategoriju u bliskoj i dalekoj budućnosti.

<b>Tabela 3.7.</b> Kategorije irigacionog zemljišta i površina koja je korišćena za procjenu dodatnih troškova navodnjavanja radi klimatskih promjena u Crnoj Gori			
Kategorija zemljišta	Broj lokacije	Površina za svaku kategoriju i vremenski period (ha)	
		Bliska budućnost 2021-2050	Daleka budućnost 2071-2100
Sadašnje navodnjavanje	1 – 6	3000	3000
Planirano navodnjavanje	7,8, 16,17,22	4000	5000



Promjena u neto potrebama za vodom (u mm) za period april – septembar (sezona navodnjavanja) u svakoj oblasti izračunata je za sve buduće klimatske scenarije za postojeće i planirano (očekivane) navodnjavano zemljište. Dodatna količina vode za navodnjavanje koja je potrebna u toku sezone navodnjavanja radi klimatskih promjena u svakom SRES scenariju za promjenu klime izračunata je kao razlika između procijenjenih potreba za vodom po SRES scenariju i baznog slučaja (sadašnja klima).

Ova procjena za svaku oblast zatim je pretvorena iz mm/god. u m<sup>3</sup>/ha/god., a zatim povećana po oblastima iz Tabele 3.7 da predstavi godišnju količinu vode za dodatno navodnjavanje (u m<sup>3</sup>/god) koja je potrebna za borbu sa klimatskim promjenama. Za izračunavanje potrebne količine električne energije korišćena je standardna tehnička formula (u Kwh/god.), za pumpanje vode prosječno na visinu od 50 m i navodnjavanje usjeva metodom kap-po-kap.

Konačno, godišnja potrošnja električne energije pretvorena je u godišnje monetarne troškove (u €/god) na osnovu važećih cijena električne energije u Crnoj Gori. Cijene električne energije značajno se razlikuju u zavisnosti od snage električne energije, perioda dana kada se koristi i kategorije potrošača. Pored graničnih tarifa koje se primjenjuju zavisno od količine utrošene električne energije, potrošači takođe plaćaju mjesečnu naknadu. Prosječna cijena električne energije u ovom momentu iznosi oko 0.06 €/Kwh/god. Ukoliko želimo da uzmemo u obzir buduće povećanje cijena (što je, kako smo već rekli veoma rizično), tada bi se cijene mogle udvostručiti ili utrostručiti u bliskoj budućnosti. Da bi to obuhvatili koristili smo dvije dodatne cijene električne energije za izračunavanje troškova pumpanja dodatne količine vode: 0.15 i 0.25 €/Kwh/god. Kao u prethodnom primjeru, pretpostavlja se da vremenom sve cijene rastu po istoj stopi, te da tako nominalne cijene u periodu baznog slučaja odražavaju stvarne cijene električne energije u budućnosti, bez potrebe da se povećavaju.

Rezultati ove analize prikazani su u Tabeli 3.8. Dok su površine zemljišta koje zahtijeva navodnjavanje pumpanjem i distribucijom vode putem irigacionog sistema relativno male (vidjeti Tabelu 3.7), štete u dalekoj budućnosti dostižu milione eura, u zavisnosti od klimatskog scenarija i cijene električne energije koja se koristi za analizu. Za klimatski scenarij A1B DB, budući troškovi navodnjavanja uzrokovani klimatskim promjenama iznose ugrubo između 1.7 i 7.2 miliona €/godišnje. Za klimatski scenarij A2 DB, koji je neznatno nepovoljniji u postojećoj oblasti koja se navodnjava, budući troškovi navodnjavanja uzrokovani klimatskim promjenama povećavaju se na 1.8 do 7.4 miliona €/godišnje. Za klimatski scenarij A1B BB, budući troškovi klimatskih promjena su manji za postojeće oblasti koje se navodnjavaju nego za nove oblasti koje će se navodnjavati. Za postojeće oblasti troškovi budućeg navodnjavanja radi klimatskih promjena kreću se od 58 do 241 hiljada €/year. To je zato što je porast temperature za scenarij bliske budućnosti manji nego za scenarij daleke budućnosti, što je u skladu sa ukupnim rezultatima najnovije procjene IPCC (2007).

**Tabela 3.8.** Procjena godišnjih dodatnih količina vode, potrošnje električne energije, i troškova električne energije u budućnosti za navodnjavanje poljoprivrednog zemljišta u Crnoj Gori radi klimatskih promjena 2050. i 2010. godine

Kategorija zemljišta	Klimatski scenarij	Dodatna potrošnja vode (1000 m <sup>3</sup> /god)	Dodatna potrošnja električne energije (1000 Kwh/god)	Troškovi dodatne potrošnje električne energije za tri različite cijene električne energije (miliona €/god.)		
				0.06 €/Kwh	0.15 €/Kwh	0.25 €/Kwh
Sadašnje	A1B BB	1.513	965	58	145	241
Novo		-2.288	-1.461	-88	-219	-365
Ukupno		-776	-495	-30	-74	-124
Sadašnje	A1B DB	21.320	13.608	816	2.041	3.402
Novo		23.909	15.261	916	2.289	3.815
Ukupno		45.230	28.869	1.736	4.330	7.217
Sadašnje	A2 DB	23.786	15.182	911	2.277	3.795
Novo		23.909	2.246	855	2.136	3.561
Ukupno		47.695	15.261	1.766	4.414	7.356

Ono što je možda iznenađujuće je da je za navodnjavanje novih površina zemljišta potrebno manje vode za zadovoljavanje potreba usjeva nego u baznom slučaju. To je zato što će u oblasti gdje se nalazi novo zemljište biti relativno više padavina u odnosu na povećanje temperature uzrokovano klimatskim promjenama nego u oblastima koje se sada navodnjavaju. Smanjenje potrošnje vode i električne energije radi toga stvara potencijalnu korist (tj. negativan trošak) poljoprivrednicima u tim oblastima, između 88 i 365 hiljada €/godišnje. Ovaj fenomen, gdje su klimatske promjene u određenim područjima u stvari korisne za poljoprivrednike sredinom 21. vijeka, takođe se vidi iz pojedinih studija za Sjedinjene Države i Evropu (Adams et al. 2001; PASETA 2010; IPCC 2007).

Ista vrsta rizika i kvalifikacija važi za ovaj primjer klimatskih promjena, kao i za prethodni primjer. Pokrivenost površine i na nivou sektora je veoma nepotpuna. Smanjenje troškova navodnjavanja pretpostavlja da neće doći do opadanja prinosa (pošto su potrebe usjeva za vodom zadovoljene), što ne mora biti istinito ukoliko povišene temperature budu negativno uticaje na rast i razvoj usjeva, bez obzira na dostupnost vode. Ukoliko bude tako, prihodi od prodaje usjeva koji se navodnjavaju će opasti, a takvi gubici, koji čine dio ekonomske štete, neće biti tačno obračunati, što vodi potcjenjivanju šteta od klimatskih promjena. Ipak, bez obzira na ova ograničenja, rezultati iz ovog primjera su takođe poučni. To sugeriše da u buduću veću pažnju vjerovatno treba pokloniti ekonomskim uticajima klimatskih promjena na navodnjavane usjeve nego na zrnaste usjeve. Na isti način, analiza ovih uticaja treba uzeti u obzir potencijalnu izvoznu vrijednost ovih usjeva u poređenju sa cijenom za domaću potrošnju. Kvalitetnija analiza ove vrste zahtijeva detaljnije agronomске i poljoprivredne sektorske modele kako bi se razmotrilo uzajamno djelovanje između klimatskih promjena i ekonomskog razvoja u poljoprivrednom sektoru.

### 3.5.2. Šume

Ne čini se da postoje informacije o uticajima klime na neto primarnu produktivnost/ stope rasta drveća u prirodnim ili komercijalnim šumama u Crnoj Gori. Raspoloživi modeli šuma za Crnu Goru koje je FODEMO II 2009 dokumentovao u Priručniku za planiranje upravljanja šumama<sup>16</sup> ne sadrže funkcije koje povezuju neto primarnu produktivnost sa promjenjivim veličinama za klimu, što je razumljivo pošto je svrha FODEMO da opiše veličinu i strukturu šumskih zaliha. Takođe većina privatnih i državnih šuma kojim se upravlja iz komercijalnih razloga sadrže sastojine različite starosti. Postoje objavljeni podaci koji opisuju distribuciju svih vrsta i kategorija veličina šuma u Crnoj Gori, ali nisu bili dovoljni da FODEMO proračuna kakav bi bio odgovor upravljanja na promjene klime koristeći sredstva i vrijeme koje je projekat imao na raspolaganju.

Napravljena je analiza za čiste sastojine bukve iste starosti. Namjera je bila da se utvrdi kako bi smanjenje i povećanje prosječnog godišnjeg rasta drveta od 5, 10 i 20 procenata uticala na optimalnu smjenu drveća i vrijednost šumskog zemljišta. Ova vrsta analize zahtijeva tabele rasta i prinosa čak i za čiste sastojine bukve iste starosti, informacije o cijeni posječene građe i troškovima upravljanja. Ovi podaci mogu se koristiti zajedno sa modelom za upravljanje sastojinama iste starosti (Faustmann) za simuliranje perioda optimalne smjene drveća i trenutne neto vrijednosti svih budućih berbi iz date sastojine. U Hrvatskoj su postojale tabele rasta i prinosa čistih bukovih sastojina (Spiranec 1975). Stručne informacije o vrijednosti šumskog zemljišta, kao i tabele rasta i prinosa, korišćene su zajedno sa modelom upravljanja kao "podrška" procjeni cijena posječene građe za različite periode smjenjivanja (75, 100 i 125 godina). Ipak, kada su ove cijene posječene građe ponovo unijete u upravljački model radi potvrde baznog slučaja, nije bilo moguće doći do „razumnog“ perioda smjenjivanja a da se ne naprave brojne pretpostavke. Posebno, izračunati periodi smjene bilo su prekratki (20-50 godina umjesto 75-100 years), dok sje procijenjena vrijednost zemljišta bila previsoka. To bi se moglo dogoditi samo ukoliko bi vlasnici zemljišta u Crnoj Gori eskontovali svoje buduće prihode po veoma niskoj eskontnoj stopi (blizu nule) i/ili ako je profit od prodaje drvene građe nakon odbijanja troškova upravljanja bio veoma mali, kao i/ili ako funkcije rasta i prinosa koje se koriste za analizu nisu tačne. Mogući izvor ovog problema je loš kvalitet tabela rasta i prinosa. Ipak, kao što je prethodno naznačeni, za uslove u Crnoj Gori ne postoje raspoložive tabele rasta i prinosa. U svakom slučaju se nije moglo nastaviti dalje sa raspoloživim podacima za studiju.

## 3.6. Dalji pravci u sektorima poljoprivrede i šumarstva

### 3.6.1. Glavni nalazi

- Analitički kapacitet Crne Gore za simuliranje uticaja klimatskih promjena na prinos i rast usjeva, prirodnih šuma, kao i šuma koje nisu predmet upravljanja pomoću agronomskih i biometrijskih modela krajnje je ograničen.
- Isto tako, ne postoje upravljački modeli na nivou sastojina u Crnoj Gori koji mogu simulirati uticaje klimatskih promjena na šumske sastojine kojim se upravlja.
- Analitički kapacitet za korišćenje i razvijanje modela ekonomskog sektora za sektore poljoprivrede i šumarstva krajnje je ograničen.
- Konačno, makroekonomski model za Crnu Goru za simulaciju uticaja klimatskih promjena u

16 FODEMO II 2009 Priručnik za planiranje upravljanja šumama, Verzija 2. Podgorica/Freiburg, oktobar - decembar 2009: vidjeti <http://www.fodemo.com/fodemoresult2fmtree>

---

sektorima poljoprivrede i šumarstva sa važnim indikatorima nacionalnog ekonomskog razvoja ne postoji, niti postoji kapacitet za razvijanje i sprovođenje takvog modela.

### 3.6.2. Glavne preporuke

- **Kratkoročne (nekoliko narednih godina):**
  - Kada budu postojali nivi podaci i šumskom inventaru, treba uložiti napor da se naprave upravljački modeli na nivou sastojina za važne komercijalne šume. Ti modeli trebaju biti u stanju da simuliraju rast šumskih sastojina iste ili različite starosti, kao i prelaz između toga.
  - Treba uložiti napor da se obučni mali broj agronoma, poljoprivrednih inženjera i/ili agrometeorologa kroz kontakte sa stručnjacima na Balkanu i u EU na ovom polju.
- **Dugoročni (pet do deset godina)**
  - Izrada modela za sektor poljoprivrede za Crnu Goru koji se može koristiti zajedno sa novijim modelima za prinos usjeva, planiranje razvoja, upravljanje i aplikacije klimatskih promjena. Ovaj model se može povezati sa postojećim EUFASOM modelom, a izvori finansiranja iskoristiti za njegovo proširenje i usavršavanje.
  - Izrada modela za sektor šumarstva u Crnoj Gori. Ipak, pošto je sektor šumarstva prilično mali, možda bi imalo smisla to uraditi tako što će se prvo proširiti funkcije modela upravljanja sastojinama, sa nivoa sastojima na nivo šume ili vrste, a zatim bi se modeli povezali pomoću zajedničke zemljišne osnove. Ukoliko se bude išlo dalje, pomoću EUFASOM-a, bilo bi najbolje ukoliko bi se postojeći izvori finansiranja iskoristili za njegovo proširenje i usavršavanje.
  - Formiranje centra znanja i/ili kombinovanog odsjeka na univerzitetu za poljoprivredu, resurse i ekonomiju životne sredine kao podrške dugoročnom razvojnom planiranju i upravljanju u zemlji i izradi studija ekonomskih uticaja klimatskih promjena u ovom sektoru.
- **Presjek (odnosi se praktično na sve sektore)**
  - Izrada makroekonomskog modela za Crnu Goru. Ovaj model treba pažljivo razviti tako da „tačke unošenja podataka“ u svakom sektoru simuliraju uticaje i posljedice razvoja u skladu sa vlastitom politikom razvoja na nivou sektora i ekonomskom strukturom Crne Gore.

## 4. ŠTETE IZAZVANE KLIMATSKIM PROMJENAMA U SEKTORU TURIZMA

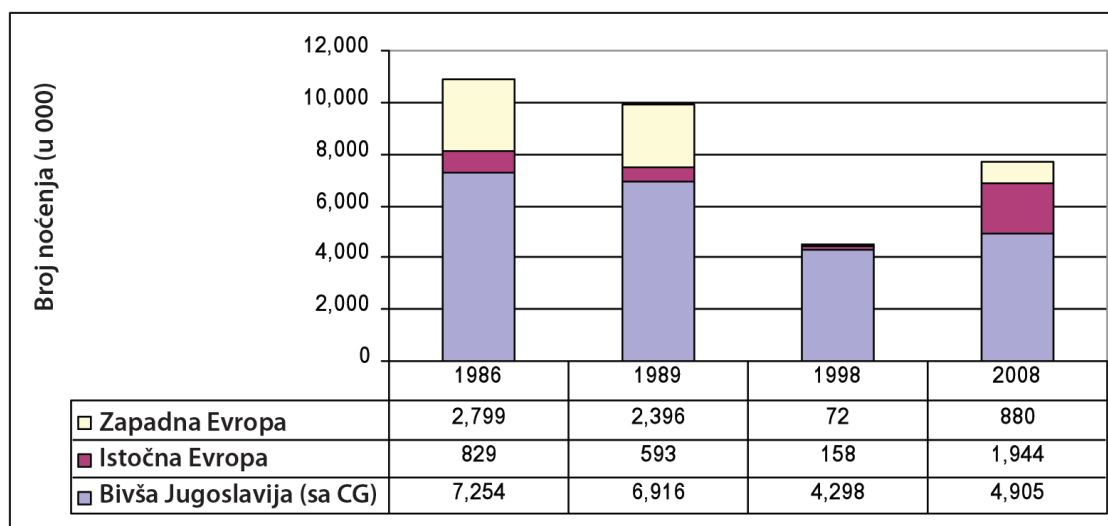
### 4.1. Uvod: Istorijat i ocjene

#### 4.1.1. Istorijat

Turizam igra značajnu ulogu u crnogorskoj privredi. Posljednja studija Svjetskog savjeta za putovanja i turizam (World Travel and Tourism Council 2009 - WTTC) procjenjuje da će 2009. godine 10,5% BDP biti ostvareno direktno od turizma, dok će sektor turizma zapošljavati 9% (14.700 radnih mjesta) od ukupno zaposlenog stanovništva. Kada se saberu direktni i indirektni rezultati, očekivalo se da turizam čini 20,8% domaćeg BDP i 17,8% od ukupnog broja radnih mjesta za istu godinu, što čini više od 40% ukupnog izvoza zemlje.<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Procjena je napravljena na osnovu metodologije za Tourism Satellite Accounts (TSAs). Izvještaj WTTC *Travel and Tourism: Economic Impact Montenegro (Putovanja i turizam: ekonomski uticaj na Crnu Goru)* objavljuje je u julu 2009.

U ranijem periodu, turizam je takođe igrao važnu ulogu u privredi i predstavljao jedan od glavnih grana izvoza zemlje. To bi bilo posebno očigledno 1980-ih godina, kada je dostigao svoj najviši nivo. U periodu 1985. – 1987., ostvareni je oko 10 – 11 miliona noćenja godišnje, od čega su oko 1/3 ostvarili strani turisti. Direktni prihod (domaća potrošnja turista) od turizma približio se iznosu od 100 miliona američkih dolara godišnje. Broj turista zabilježio je blagi pad krajem decenije, dok je nakon kulminacije krize u bivšoj Jugoslaviji i izbijanja više ratova u regionu tokom 1990-ih turizam zabilježio nagli pad. Pregled broja noćenja i struktura turističke posjete<sup>18</sup> za odabrane godine u protekle tri decenije prikazani su na Slici 4.1.



Slika 4.1 Broj noćenja sa glavnih emitivnih tržišta u periodu 1986. – 2008. za odabrane godine

Konflikti i ekonomski pad 1990-ih imali su štetan uticaj na čitavu privredu, a posebno turizam, dok su početak i kraj decenije (kasnije radi krize na Kosovu) bili posebno loši periodi u smislu turističke posjete i prihoda. Na primjer, 1991. prihodi od turizma pali su ispod 7 miliona američkih dolara, u poređenju sa godišnje ostvarenih 70 do 100 miliona dolara u periodu 1987. – 1990. 1999. broj turista opao je za više od 50 procenata, u poređenju sa 1998. Veći dio 1990-ih turizam je bio ograničen na domaće turiste i par regionalnih emitivnih tržišta (pretežno Srbija, a u manjoj mjeri i Bosna i Hercegovina i Makedonija), većinom tokom kratke ljetnje sezone/ primorski turizam.

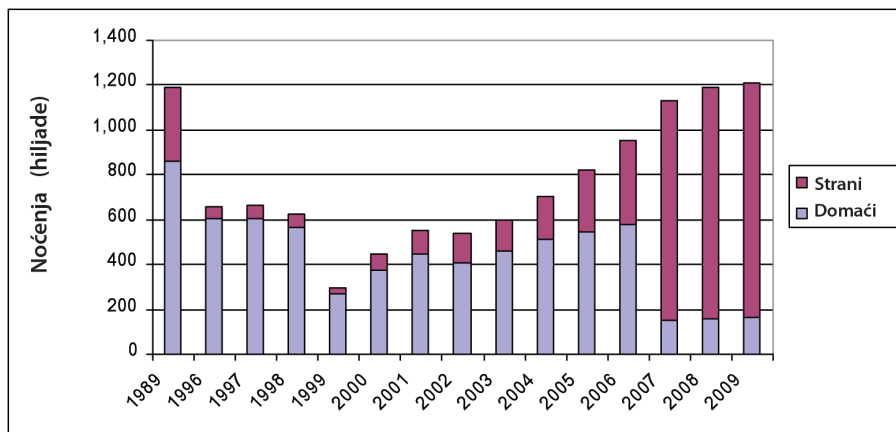
Kako se region stabilizovao, a domaći napor u pravcu revitalizacije sektora pojačali, zabilježen je postepen rast turističke posjete i prihoda polovinom 2000-ih. U periodu 2005. – 2008. (prije globalne ekonomske krize) turizam je zabilježio brzi rast, pa je generalno viđen kao jedan od glavnih pokretača ukupnog privrednog razvoja zemlje<sup>19</sup>. Promjene u evidentiranom broju turista (stranih, domaćih i ukupno)<sup>20</sup> tokom vremena prikazane su na slici 4.2. U analizama obima i rezultata turističke industrije u Crnoj Gori, uobičajeno je da se broj evidentiranih posjeta uveća za 5 – 10% kako bi se uračunao broj uglavnom neevidentiranih turista koji provode odmor u iznajmljenim ili sopstvenim stanovima i kućama.

18 Radu poređenja, struktura turističke posjete analizirana je za tri glavna emitivna tržišta: Zapadna I Istočna Evropa i region bivše Jugoslavije (uključujući Crnu Goru, tj. domaći turizam). Broj posjeta iz zemalja izvan Evrope je tradicionalno bio nizak (ispod 1% od ukupnog broja).

19 Stopa rasta BDP iznosila je 8.6% 2006. i 10.3% 2007. godine.

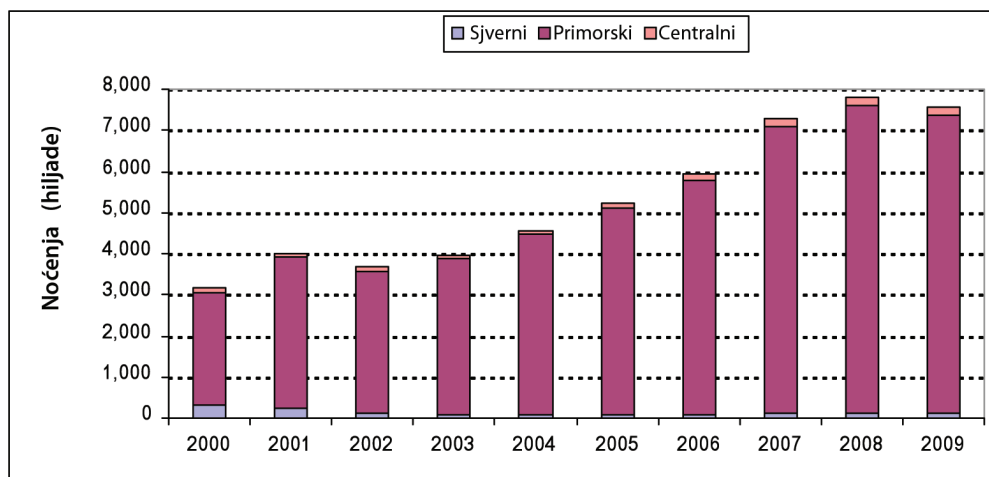
20 Kategorije „strani” i „domaći” turisti prikazane na Slici 4.2. mijenjale su se vremenom sa promjenom državnog statusa Crne Gore. U periodu prije raspada bivše Jugoslavije (1980-ih i samim početkom 1990-ih), turisti iz zemalja regiona koje su sada nezavisne, kao npr. Slovenija, Bosna i Hercegovina itd., evidentirani su kao „domaći” turisti. U periodu 1992. – 2006. kategorija „domaći” turisti odnosila se na turiste iz Srbije i Crne Gore. Od 2007., nakon obnove nezavisnosti, samo se građani Crne Gore vode kao „domaći” turisti.





**Slika 4.2** Broj turista (1989. i 1996. – 2009.)

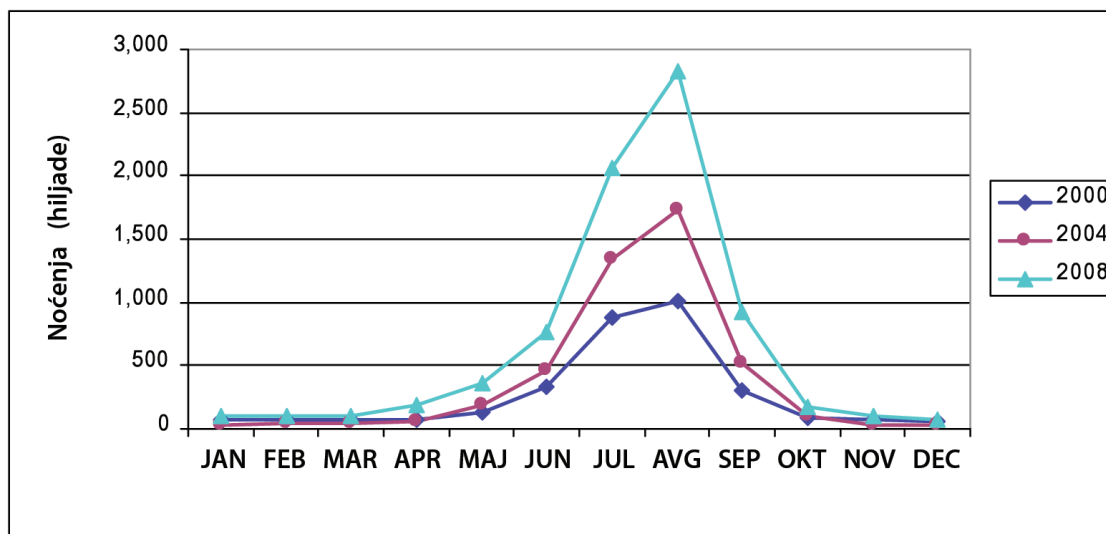
Pretežan dio ukupnog broja turista – do 91% svih posjeta i čak 96% ukupnog broja noćenja – u prethodnih 10 godina vezano je za primorski region<sup>21</sup>, kao što je prikazano na slici 4.3.



**Slika 4.3** Distribucija turističke posjete po regionu

Pretežna koncentracija turista u primorskom regionu, prikazana na Slici 4.3, ima direktan uticaj na vremensku distribuciju posjeta u toku godine. Prema Strategiji za razvoj turizma Crne Gore do 2020. godine (Strategija je usvojena 2008. godine, čime je ažuriran Master plan razvoja turizma iz 2001. godine), skoro 70% od ukupnog broja noćenja posljednjih godine bilježi se u julu i avgustu, odnosno blizu 90% u periodu juni – septembar. Koncentracija posjeta na ljeto ima najmanje dvije neželjene posljedice. Prvo je to što primorske zajednice doživljavaju velike sezonske oscilacije u prihodu, zaposlenosti i nezaposlenosti. To je predvidljivo, ali bez obzira na to izaziva zabrinutost iz perspektive socijalnih troškova i ljudskog razvoja. Drugo, radi toga je nacionalna privreda veoma osjetljiva na klimatske promjene za koje se predviđa da će uticati na smanjenje primorskog turizma u Južnoj Evropi (uz porast turizma u Sjevernoj Evropi) radi previsokih temperatura u toku dana (PESETA 2009). Planinskom turizmu, (zimskom i ljetnjem) poklanja se više pažnje tokom posljednjih nekoliko godina, mada je njegovo učesće u ukupnom turizmu i dalje malo. Međutim, zimske aktivnosti će takođe biti pogođene projektovanim povećanjem kišnih padavina (umjesto snijega) i porastom temeprature zimi (MUPZZŠ 2010.)

<sup>21</sup> Turistička posjeta (broj turista i noćenja) evidentira se po opštinama; procjene visine primorskog i planinskog turizma iz ove studije zasnovane su na sabranim broječanim podacima opština za tri regiona u Crnoj Gori: primorski, centralni i sjeverni.



**Slika 4.4** Distribucija primorskog turizma po mjesecima

#### 4.1.2. Ciljevi

Ovo poglavje ima četiri glavna cilja. Prvo, odjeljak 4.2 sadrži kratak opis kako sektor turizma u Crnoj Gori može biti pogođen klimatskim promjenama. Drugo, u odjeljku 4.3 opisane su raspoložive metode za procjenu ekonomske vrijednosti budućih šteta od klimatskih promjena u sektoru turizma. Treći, odjeljak 4.4 sadrži procjenu postojećeg kapaciteta u Crnoj Gori za procjenu šteta od klimatskih promjena u sektoru turizma. Četvrto, odjeljak 4.5 daje veoma preliminarnu procjenu ekonomske vrijednosti dijela štete koja se u ovom momentu može proračunati, na osnovu informacija kojim je studija raspolagala. Konačno, u odjeljaku 4.6 predloženi su načini za razvoj analitičkog kapaciteta za procjenu šteta od klimatskih promjena u sektoru turizma i institucionalnog kapaciteta za primjenu takvih procjena u kreiranju politike javnog i privatnog sektora u pogledu razvoja i regulacije turističke industrije.

### 4.2. Potencijalni uticaji klimatskih promjena na sektor turizma

Procjena šteta od klimatskih promjena u sektoru turizma i rekreacije je teoretski komplikovana gledano iz dva različita ugla. Prije svega, to je jedna od oblasti u modeliranju gdje je teško utvrditi kako će se ljudi adaptirati na klimatske promjene, kao odgovor na štete od klimatskih promjena. To je radi toga što može očekivati da se turisti prilagode samostalno (tj. bez radnji koje preduzimaju vlade) na klimatske promjene mijenjajući određenu kombinaciju mjesta na koja odlaze, vrijeme, sezonu i dužinu odmora, kao i svoje turističke i rekreativne aktivnosti. Prilagođavanjem svog ponašanja na ovaj način, individualni turisti mogu izbjeći štete od klimatskih promjena. Ipak, pošto uočavamo kretanja turista tek nakon pomenutih prilagođavanja, vraćanje na štete od klimatskih promjena bez prilagođavanja nepouzdan je za izračunavanje.

U stvari, sve procjene uticaja klimatskih promjena na turizam i rekreaciju „odozgo prema dolje“ smatraju da je adaptivni odgovor pojedinaca na klimatske promjene (u obliku promjene ponašanja prilikom putovanja) uticaj klimatskih promjena, a ne adaptacija. Inače, svi gubici dobrobiti koji su procijenjeni u ovim studijama obuhvataju neto koristi od pomenutih prilagođavanja i tako prenaplašavaju štete od klimatskih promjena.

Drugo, adaptacija turista na klimatske promjene neće proći bez ironije u nekim slučajevima, pošto adaptacija koja unapređuje dobrobit turista (ako pođu negdje drugo ili troše manje sredstava za odmor u zemlji) može desetkovati lokalnu privredu, sa dodatnim efektima multiplikacije na nivou nacionalne privrede. Tako, efekti uticaja klimatskih promjena u ovom sektoru na regionalni i nacionalni prihod vjerovatno će biti mnogo značajniji iz perspektive politike, a čak mogu ići i u drugom pravcu (negativnom prije nego pozitivnom) u odnosu na uticaje na turiste koji većinom dolaze iz drugih država.

Sektor turizma i rekreacije slabo je obrađen u četvrtom IPCC izvještaju o procjeni uticaja. Sadrži samo dokumentaciju iz Evrope o uticajima klimatskih promjena na turizam i rekreaciju, dok skoro potpuno ne uzima u obzir mnogobrojne dokumente o rekreativnim potrebama na kojim su zasnovane skoro sve studije o kvantitativnim uticajima u ovoj oblasti. Tabela 4.1 predstavlja pokušaj da se generalizuju fizički uticaji klimatskih promjena i njihove implikacije na ponašanje turista.

Izvor uticaja	Vrsta uticaja
Generalne primjene klime i vremena <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uticaji porasta temperature na plažni i jezerski turizam</li> <li>• Uticaji porasta temperature, smanjenja sniježnih padavina i povećanja kišnih padavina na mogućnost skijanja</li> <li>• Uticaji promjena u pravcu učestalijih i obimnijih poplava u suša</li> </ul>	Direktno pogađa privlačnost lokacije i/ili njenu pogodnost za različite oblike rekreacije turista, dok indirektno pogađa mnoge specifične ekološke karakteristike lokacije, uključujući vegetaciju, zajednice životinja, i pejzažne vrijednosti, što takođe utiče na mogućnosti za turizam i rekreaciju na različite načine.
Promjene nivoa vodotoka i jezera uzrokovane količinom padavina i temperaturom	Indirektno utiču na: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Privlačnost lokacije za turiste</li> <li>• Strukturu i razvoj akvatičkih ekosistema i staništa što utiče na pružanje ekoloških usluga turistima</li> </ul>
Promjene kvaliteta vode uzrokovane količinom padavina i temperaturom	Indirektno utiču na: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Privlačnost lokacije za turiste</li> <li>• Strukturu i razvoj akvatičkih ekosistema i staništa što utiče na pružanje ekoloških usluga turistima</li> </ul>
Promjene temperature vode uzrokovane porastom temperature	Indirektno utiču na: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Privlačnost lokacije za turiste</li> <li>• Strukturu i razvoj akvatičkih ekosistema i staništa što utiče na pružanje ekoloških usluga turistima</li> </ul>
Promjene nivoa, kvaliteta i temperature mora uzrokovane porastom zasljenosti	Direktno i indirektno utiče na: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mogućnosti za rekreaciju na plaži</li> <li>• Turističku infrastrukturu</li> <li>• Strukturu i razvoj priobalnih akvatičkih ekosistema i staništa što utiče na pružanje ekoloških usluga turistima</li> </ul>

**Tabela 4.1** Rezime potencijalnih uticaja klimatskih promjena na turizam i rekreaciju

Prije svega, postoji prilično mnogo empirijske literature koja potvrđuje pojedinci imaju svoja opredjeljenja po pitanju klime, na šta utiče mjesto gdje žive i gdje putuju kao turisti (Loomis i Crespi, 1999; Mendelsohn i Markowski 1999; Maddison 2001; Lise i Tol 2002; Hamilton 2004; Richardson i Loomis 2004). U tom smislu, različite promjene u klimi i meteorološkim uslovima, bilo da su štetni, korisni ili neutralni po životnu sredinu, različito će uticati na mjesta gdje ljudi putuju kao turisti kratkoročno, a moguće i na to gdje žive dugoročno.

Klimatske promjene takođe mogu indirektno uticati na turizam i rekreaciju u mjeri da utiču na usluge turizma i rekreacije koje nisu vezane za klimu nego za prirodnu i izgrađenu sredinu. Na primjer, klimatske promjene mogu poboljšati ili pogoršati akvatički ekosistem, što pogađa mogućnosti za rekreativni sportski ribolov (Ahn et al. 2000), ili može uticati na pristup planinskim stazama, zdravlje i izgled planinskih livada i mogućnosti za posmatranje divljih životinja u planinskom okruženju (Richardson and Loomis 2004). Pored šteta koje klimatske promjene mogu izazvati u drugim sektorima, takođe imaju potencijal da utiču na turističke tokove i aktivnosti na kompleksne načine, od čega neka mjesta imaju ekonomsku korist, dok druga bivaju oštećena radi promjena u količini sredstava koja troše turisti i efekata multiplikacije u široj privredi.

U Crnoj Gori, najvažniji uticaji na turizam i rekreaciju vezani za klimatske promjene (ne uključujući porast nivoa mora) vjerovatno će biti vezani za uticaj klimatskih promjena na temperature vazduha, kako u primorskim turističkim mjestima ljeti, tako i u planinskim skijaškim centrima zimi, zajedno sa povećanjem kišnih padavina u planinama zimi, što će imati negativan uticaj na skijanje. Turizam će takođe pogoditi uticaji klimatskih promjena na rječne tokove i nivo jezera, kvalitet i temperaturu slatkovodnih voda, što ukupno ima potencijal da utiče na tržišne tokove i netržišne usluge koje pruža prirodna i izgrađena sredina turistima. Kraške izdani mogu biti posebno osjetljive, pošto čak i malo smanjenje količine padavina može smanjiti oticanje i narušiti pejzažne vrijednosti lokacija/formacija gdje izlaze na površinu zemljišta. Vrijeme i stepen podizanja nivoa mora takođe će potencijalno imati važan uticaj na turizam duž primorja. To uključuje uticaje ne samo na rekreativne aktivnosti na plaži i ribarenje, već i na aktivnosti turista koje su povezane sa životnom sredinom ali ne u smislu potrošnje, kao što su posmatranje obalskih ptica i pješčenje u prirodi, kao i uticaj na pejzažne vrijednosti vezane za vizuelne promjene „vidika“. Može se očekivati da će ove vrste uticaja dalje uticati na ponašanje turista na načine koji mogu unaprijediti ili oštetiti nacionalnu i lokalnu ekonomiju.

### **4.3. Potrebni pristupi i podaci za procjenu fizičkih uticaja klimatskih promjena**

Uticaji klimatskih promjena i podizanja nivoa mora na turizam i rekreaciju imaju dvije ekonomske dimezije koje su predstavljene u Poglavlju 2. Prva se odnosi na procjenu promjena u dobrobiti koju osjećaju pojedinačni turisti kao rezultat fizičkih uticaja klimatskih promjena na njihovo ponašanje u smislu putovanja i rekreacije. Procijenjena vrijednost ovih promjena u dobrobiti zavisice od toga kako tretiramo nezavisno prilagođavanje pojedinaca na klimatske promjene (promjene mjesta gdje odlaze), bilo isključivanjem takvog prilagođavanja na neki način kako bi se sagledale dimenzije štete od klimatskih promjena ili njegovim uključivanjem kako bi se došlo do dimenzija preostale ili nametnute štete od klimatskih promjena<sup>22</sup>.

Druga dimezija takođe uključuje procjenu uticaja promjena u troškovima turizma i rekreacije u Crnoj

<sup>22</sup> Kao što je gore navedeno, ako ne dozvolimo da adaptacija utiče na izračunavanje šteta od klimatskih promjena, takve štete će uvijek biti veće u apsolutnim uslovima od nametnutih šteta od klimatskih promjena, dok će njihova razlika odraziti neto koristi od adaptacije.

---

Gori na lokalnu i nacionalnu ekonomiju, kao rezultat klimatskih promjena i porasta nivoa mora. To su potpuno različite mjere ekonomske štete. Prvo je u skladu sa primijenjenom analizom dobrobiti, dok je drugo u skladu sa obračunom državnih prihoda. Obje mjere imaju svije mjesto u diskusiji o sektorskoj politici, ali kako što smo ranije upozorili, ne treba ih zbrajati<sup>23</sup>.

#### **4.3.1. Rikardijanska analiza**

Jedan pristup koji bi se mogao koristiti za simuliranje uticaja klimatskih promjena i povećanja nivoa mora na turizam i rekreaciju je Rikardijanska analiza autora Mendelsohn et al. (1994), o kojoj smo govorili vezano za uticaje na poljoprivredni sektor. Koliko znamo, nikada se nije pokušalo sa primjenom ovog pristupa u procjeni ekonomskih uticaja klimatskih promjena, ali bi to imalo ekonomskog smisla. Većina rekreativnih aktivnosti odvija se na zemljištu (iako svo zemljište nije privatno) ili u blizini privatnog zemljišta i objekata na čiju vrijednost će potencijalno uticati klimatske promjene. Tereni za golf, kampovi, uzgajališta ribe, skijaški centri, turistički objekti uz obalu, sve to služi da omogući različite vrste rekreativnih aktivnosti i može biti pogođeno klimatskim promjenama. Na primjer, ukoliko se poveća nivo mora ili bude mnogo manje snijega u skijaškim centrima, sniziće se prihodi koje ostvaruju turistički operateri na takvim mjestima, što će se dugoročno odraziti i na vrijednost imovine uz obalu i u skijaškim centrima.

Tako se čini da se dijelom mogu procijeniti dimenzije šteta od klimatskih promjena i/ili podizanja nivoa mora, korišćenjem ukupnih ili pojedinačnih podataka dobijenih na osnovu poprečnog presjeka, kako bi se procijenili parametri Rikardijanske funkcije zakupa zemljišta (model) za različite vrste nepokretne imovine vezane za turističke posjete i rekreaciju, kao što je prikazano u prethodnom poglavlju o poljoprivredi. Ovaj model bi imao zadatak da objasni varijacije u vrijednosti nepokretne imovine u turističkim centrima (kao što su skijaški centri), kao funkciju klime i kontrolnih promjenljivih veličina. Kada se procijene parametri modela, funkcija bi se mogla koristiti za simuliranje promjene u vrijednosti zemljišta putem procjene promjenljivih veličina koje se odnose na klimu, uz pomoć informacija izvedenih iz IPCC klimatskih scenarija i upoređivanjem tako dobijenih simuliranih vrijednosti zemljišta sa baznim slučajem.

Promjene vrijednosti zemljišta koje su rezultat takvih modela ne moraju biti u skladu sa štetama od klimatskih promjena, kako smo ih definisali. To je zato što će podaci o vrijednosti zemljišta koji su korišćeni za procjenu parametara modela skoro sigurno obuhvatiti prilagođavanje vlasnika zemljišta i turista na promjenljivost klime. Kao rezultat toga, simulirane promjene vrijednosti zemljišta obuhvatiće uticaje adaptacije na klimatske promjene. Kao posljedica toga, ovi modeli mogu se koristiti da se obezbijedi procjena neizbježnih (preostalih) šteta od klimatskih promjena, ali ne precizno govoreći kao procjena šteta od klimatskih promjena. Sa druge strane, ovaj pristup uzima u obzir sve vrste prilagođavanja na uticaje od klimatskih promjena, direktne i indirektne, i na taj način dati tačniju procjenu neizbježnih šteta od klimatskih promjena. Ono što nije riješeno je kako se pomoću Rikardijanskog pristupa može podijeliti neizbježna šteta od klimatskih promjena na dva dijela, štetu od klimatskih promjena i neto korist od izbjegavanja datih šteta.

---

<sup>23</sup> Sabiranjem ovih procjena miješaju se dobit i troškovi. Mjerenje štete pomoću dobrobiti naročito isključuje promjene u troškovima potrošača prilikom izračunavanja gubitaka u preostaloj dobiti potrošača, dok ih metode za obračun prihoda uključuju. Sabiranjem gubitaka dobijaju se precijenjene vrijednosti oba mjerenja.



### 4.3.2. Modeli troškova putovanja

Skoro svaki pristup koji se koristi za procjenu uticaja promjena u životnoj sredini na rekreaciju oslanja se na takozvani pristup „troškova putovanja“. Dva glavna shvatanja na kojim počiva ovaj pristup vezano za njegovu primjenu na klimatske promjene su prvo da je spremnost ljudi da plate za putovanje do lokacije za rekreaciju vezana za njihovu spremnost da plate za pristup lokaciji (Clawson and Knetsch 1966) i drugo, da se spremnost ljudi da plate za pristup mjestu za rekreaciju snažno zasniva na tome da daju prednost određenim osobenostima ili karakteristikama lokacije (Brown i Mendelsohn 1984; Willis i Garrod 1991). Kada se ova dva shvatanja spoje, to znači da krivulja potražnje i obima potrebne rekreacije opada u određenoj mjeri u zavisnosti od troškova pristupa lokaciji, kao i da će na obim tražene rekreacije negativno uticati putni troškovi do i klima na datoj lokaciji, mada ovaj odnos može biti kompleksan.

Model troškova putovanja korišćen je za procjenu ekonomskih uticaja klimatskih promjena na rekreacione potrebe i dobrobit u brojnim rekreativnim aktivnostima u SAD na osnovu ukupnih podataka (Mendelsohn i Markowski 1999) o posjetama jednom nacionalnom parku u SAD-u US (Richardson i Loomis 2004), lovu pastrmki u Apalači planinama u SAD-u, (Ahn et al. 2000) i na sjeveroistoku (Pendleton & Mendelsohn 1998), skijanju u sjeveroistočnom dijelu Sjedinjenih Država (Scott et al. 2006), i golfu u široj oblasti Toronta (Scott i Jones 2006), većinom studije sa kojim smo upoznati.

Modeli putnih troškova oslanjaju se na uočene ili formulisane (slučajne<sup>24</sup>) odgovore pojedinaca na promjenljivost klime da bi se zaključilo kako će klimatske promjene uticati na njihovo ponašanje. Postoji više vrsta modela troškova putovanja, u zavisnosti od teorije na kojoj se zasnivaju, korišćenih podataka i vrste korišćenih statističkih metoda za procjenu parametara modela (Ward i Beal 2000; Ward i Loomis 1986). Ipak, svi imaju zajedničku karakteristiku, a to je da je potreba pojedinca za rekreacijom (obično mjerena učestalošću putovanja do mjesta za rekreaciju) funkcija demografskih, sicialajnih i ekonomskih karakteristika pojedinca, spoljnih karakteristika roba i usluga vezanih za rekreaciju koje potrošači kinzumiraju na licu mjesta, kao i vremena i novčanih troškova putovanja do datog mjesta i drugih zamjenskih mjesta<sup>25</sup>. Ova osobina omogućava procjenu parametara statističkih modela koji otjelotvoruju ove odnose, a zatim korišćenje tih modela za simuliranje uticaja promjena u uslovima na datoj lokaciji na potrebe za rekreacijom.

Pošto promjenljive veličine za klimu karakterišu lokaciju, ovaj pristup je veoma prikladan za procjenu uticaja klimatskih promjena na potrebe za rekreacijom. Ovim modelima takođe se mogu, a i korišćeni su u te svrhe, utvrditi direktni i indirektni uticaji klimatskih promjena na ponašanje u smislu potreba za rekreacijom (Richardson and Loomis 2004 i Ahn et al. 2000). Konačno, pošto su modeli tražnje izvedeni iz teorije o ličnom izboru, mogu se napraviti tako da njihova struktura bude u skladu sa ograničenom optimizacijom dobrobiti, kako bi se mogli koristiti za simulaciju uticaja promjena promjenljivih veličina koje karakterišu klimu i indirektnih promjenljivih veličina uticaja (obje promjenljive veličine spadaju u karakteristike lokacije), da odraze informacije klimatskim scenarijima

<sup>24</sup> Slučajne metode uključuju ankete poheđinaca o tome koliko su voljni da plate da izbjegnju štete od klimatskih promjena i/ili kako bi promijenili svoje navike vezane za putovanja radi konkretnih promjena klime. Odgovori na ova pitanja otkrivaju „iskazano opredjeljenje“ koje se možda ne podudara sa uočenim ili „otkrivenim“ opredjeljenjima koji se odražavaju krou promjenu konkretnog ponašanja.

<sup>25</sup> Rosenthal (1987) je pokazao važnost uključivanja „cijena“ zamjenskih mjesta; ipak, ni jedan model troškova putovanja koji je korišćen za simuliranje klimatskih promjena nije u svoju strukturu uključio zamjenu lokacija. Zamjena koja se javlja u ovim modelima je strogo uzrokovana uticajima klime na ukupno učešće turista na svim lokacijama.

---

za datu lokaciju. Za razliku od Rikardijanskog metoda, modeli triškova putovanja mogu se koristiti za procjenu ne samo neizbežnih šteta klimatskih promjena, dozvoljavajući pojedincima da prilagode svoje ponašanje kao odgovor na klimu, nego i šteta od klimatskih promjena, tako što vrijednost potreba za rekreacijom ostaje nepromijenjena, a mijenja se parametar klime. Konačno, pošto se metodom putnih troškova mjere promjene u potrebama za rekreacijom, ovaj pristup može se koristiti u vezi sa drugim podacima kako bi se simulirale promjene učesća u rekreaciji i spojili podaci sa podacima o troškovima prikupljenim na lokaciju, kako bi se došlo do procjene uticaja klimatskih promjena na troškove turizma i rekreacije. Ipak, kao što smo prethodno pomenuli, ne bi imalo smisla sabirati ove uticaje sa gubicima dobiti, pošto bi to bio oblik duplog brojanja<sup>26</sup>.

Poučno je napomenuti da ni jedna od postojećih studija uticaja klimatskih promjena na globalni turizam nije koristila modele troškova putovanja. Te studije su zasnovane na "modelima participacije".

### **4.3.3. Modeliranje participacije**

Model participacije je na neki način sličan modelu troškova putovanja. To je regresivni model čija struktura i parametri objašnjavaju promjene u veličini potreba za rekreacijom pomoću promjena spoljnih promjenljivih veličina. Ipak, model troškova putovanja izveden je iz ekonomske teorije, kao što je potražnja za konvencionalnim tržišnim robama i uslugama, koja uključuje promjenljive veličine cijene traženih i zamjenskih rekreativnih aktivnosti. Modeli participacije, sa druge strane, isključuju mjerila troškova putovanja kao nezavisne varijable. Takođe, modeli participacije nešto su fleksibilniji od modela putnih troškova u pogledu mjerenja participacije, uključujući obično intenzitet i trajanje participacije kroz mjere kao što su „dani provedeni u rekreaciji“ ili „noćenja“.

Modeli participacije korišćeni su za globale i nacionalne procjene uticaja klimatskih promjena na turizam i rekreaciju. Model koji se danas najšire primjenjuje je Hamburški model turizma (Hamburg Tourism Model - HTM) koji su razvili Hamilton i Tol (Hamilton et al.2005A i 2005B; Bigano et al. 2007), koji objašnjava uticaje klimatskih promjena na domaći i međunarodni turizam. Ovo je globalno tržište, ali parametri modela participacije nisu procijenjeni korišćenjem podataka iz Crne Gore. Djelovi tih modela koriste se u poglavlju 4.4. za procjenu šteta od klimatskih promjena za Crnu Goru. Druga globalna studija turizma je najnovija studija PESETA (projekcija ekonomskih uticaja klimatskih promjena u sektorima Evropske Unije na osnovu analize odozdo prema gore)(JRC 2009), a koristi neznato drugačiji pristup modeliranju participacije. Ova je studija u stvari obuhvatila podatke iz Crne Gore, ali rezultati iz Crne Gore nisu uneseni u Konačni izvještaj ili druge tehničke izvještaje iz ovog projekta. Ti podaci su takođe korišćeni u odjeljku 4.4 za procjenu šteta od klimatskih promjena u sektoru turizma za Crnu Goru.

Modeli participacije, kao modeli troškova putovanja, mogli bi se koristiti za simuliranje uticaja klimatskih promjena na različite vrste rekreacije u Crnoj Gori. Modeli, koji bi mogli biti opšti za čitavu zemlju ili prilagođeni pojedinim lokacijama, odnosno za više lokacija, morali bi se procijeniti na osnovu tabelarnih podataka iz anketa pojedinaca ili ukupnih podataka izvedenih na osnovu poprečnog presjeka (vremenske serije, ukoliko postoje) na nacionalnom ili lokalnom nivou. Ovi modeli participacije mogli bi se koristiti za simuliranje uticaja klimatskih promjena na učesće turizma i rekreacije na neki način, kao što je to slučaj sa Rikardijanskim modelom ili modelom troškova putovanja. To jest: procjenjujuću regresivne modele pomoću podataka o kontrolnim promjenljivim veličinama kako bi uzeli u obzir

---

<sup>26</sup> U stvari se pomoću jednostavne matematike može pokazati (iako to ne moramo ovdje uraditi) da je zbrajanje promjena u suficitu potrošača sa promjenama u troškovima jednako promjeni u spremnosti na plaćanje uzrokovano klimatskim promjenama, što prenaglašava promjenu dobiti za iznos jednak promjeni u troškovima (kada klimatske promjene uzrokuju štete neto dobiti).

distribuciju putovanja turista sa različitim individualnim karakteristikama i karakteristike lokacije koje nisu vezane za klimu izvedene iz IPCC klimatskih scenarija. Sa ovim informacijama bilo bi moguće stimulisati odnosni klimatski scenarij kao i bilo koji broj klimatskih scenarija. Do uticaja klimatskih promjena na učesće na datoj lokaciji dolazi se upoređivanjem simuliranih promjena u participaciji vezanih za klimatske scenarije sa rezultatima uz referentnog slučaja.

Glavna praktična razlika između troškova putovanja i modela participacije u istraživanju klimatskih promjena je to što se modeli troškova putovanja mogu koristiti za direktnu procjenu uticaja klimatskih promjena na gubitak dobrobiti turista. Modeli participacije, sa druge strane, ne mogu obezbijediti procjenu ekonomske dobrobiti sami po sebi, ali se mogu koristiti uz jediničnu procjenu dobrobiti iz drugih studija za simuliranje uticaja dobrobiti (tj. štete) i troškova. Ovo je slučaj sa studijama koje koriste HTM model, kao i sa PESETA studijom. U obje studije, kao i u drugim studijama, troškovi po glavi turista (ili određena varijacija ove mjere) koriste se kao jedinična mjera za procjenu promjene broja turista ili broja noćenja.

#### ***4.3.4. Potrebni podaci za modele Rikardijanske analize, putnih troškova i participacije***

Modeli o kojim smo govorili u ovom poglavlju su empirijski, zasnovani na regresionim modelima. To jest: to su pojedinačni, ili se, u nekim slučajevima sastoje od regresionih modela sa više jednačina čiji se parametri moraju procijeniti pomoću odgovarajućih podataka kako bi se objasnila promjena zavisne promjenljive veličine (vrijednost zemljišta koje se koristi u svrhe turizma i rekreacije za Rikardijanski model; potreba za rekreacijom za model troškova putovanja i participacija rekreacije za modele participacije, kao funkcija promjena u kontrolnoj promjenljivoj veličini i promjenljivoj veličini koja karakteriše klimu. Kada se parametri ovih modela procijene primjenom tehnika regresije, mogu se koristiti za simuliranje fizičkih i ekonomskih uticaja promjena vrijednosti promjenljivih veličina koje karakterišu klimu na način koji odgovara konkretnim klimatskim scenarijima izvedenim iz IPCC i kontrolnim promjenljivim veličinama (kako bi uzele u obzir različite lokacije i populacije). Postoje razlike među ovim modelima, od kojih smo naglasili one najpraktičnije, ali pošto ovi modeli imaju više sličnosti nego razlika, mogu se tretirati kao jedna skupina u sljedećem razmatranju.

Parametri ovih modela mogu se procijeniti primjenom ukupnog presjeka podataka ili presjeka tabelarnih podataka izvedenih na osnovu ankete pojedinaca. Za Rikardijanski model, ukupni podaci mogu se zasnivati na podacima iz svih lokalnih jedinica o vrijednosti golf terena, ski centara ili nekretnina uz obalu mora, itd., sa kontrolnom varijabilom i varijabilom za klimu iz istih izvora. Tabelarni podaci za procjenu po Rikardijanskom modelu mogu se uzeti iz ankete sprovedene na značajnom uzorku na više individualnih turističkih lokacija vezano za jednu vrstu aktivnosti na širokom području, obuhvatajući podtuke o vrijednostima nepokretne imovine, kontrolnim varijabilama da se odraze promjene u karakteristikama odmarališta, spojene zajedni sa bazama podataka o lokalnim vremenskim uslovima i klimi. Ipak, pošto se ovaj pristup nikada nije koristio za procjenu ekonomskih uticaja klimatskih promjena na turizam i rekreaciju, moguće je da postoji potreba za mnogim konkretnim podacima koje tek treba utvrditi.

Pristup iz modela troškova putovanja i modela participacije može se koristiti (ili pokušati da se koristi) u Crnoj Gori da se objasni niz fenomena vezanih za potražnju, kao što su: 1) putovanje između mjesta boravka i destinacije u turističke svrhe uopšte ili radi određenog oblika rekreacije; 2) turizam ili participacija u rekreaciji u nekoj zemlji, nekom njenom regionu, posebnim lokacijama koje nude

---

više oblika rekreacije, a koje mogu služiti kao supstituti jedna drugoj u jednoj ili više zemalja, ili čak na pojedinoj lokaciji za rekreaciju. Spekter je prilično širok, ali se baze podataka razlikuju. Mogle bi se izraditi ukupne baze, kao presjek pojedinačnih baze podataka, za tokove turista između zemalja ili regiona u okviru pojedinih država, uključujući regione u Crnoj Gori. Takođe bi bilo moguće koristiti postojeće, ili napraviti nove baze podataka koje sadrže različite mjere za potrebe/participaciju rekreacije na nacionalnom i lokalnim nivoima. Međutim, za izradu novih baza podataka potrebni značajni resursi. Ove ukupne baze podataka za turizam/rekreaciju mogu se dodjeljno spojiti sa bazama podataka o klimi i socio-ekonomskim bazama podataka, čime se mogu dobiti svi podaci osim podataka o troškovima putovanja.

Za modele troškova putovanja, troškovi putovanja između mjesta polaska i destinacija moraju se procijeniti na osnovu informacija o udaljenostima i troškovima modela. Procjenu troškova putovanja u ukupnom modelu tokova putovanja komplikuje činjenica da postoji onoliko troškova putovanja (od mjesta polaska do destinacije) koliko je na osnovu posmatranja zabilježeno u ukupnoj bazi podataka. Radi toga, u jednu jednačinu modela troškova putovanja na osnovu podataka o ukupnim tokovima mogao bi se unijeti samo po jedan „vlastiti“ trošak putovanja za svaku uočenu kombinaciju mjesta polaska i destinacije. U slučaju modela putnih troškova koji se procjenjuju koristeći podatke iz ankete dobijene direktno od pojedinaca, pitanje „nivoa sloboda“ ne predstavlja problem. Sa druge strane, ni jedna do sada objavljena studija o troškovima putovanja i uticajima klimatskih promjena na turizam i rekreaciju nije istražila zamjenski karakter lokacija vezan za različite troškove putovanja. Ovo, naravno, ne predstavlja pitanje za modeliranje učesća, za koje je možda bolje koristiti ukupne podatke.

U većini studija o potrebi rekreacije, model troškova putovanja se u stvari koristi uz tabelarne podatke prikupljenje kroz anketiranje prihvatljivo visokog broja pojedinaca ili domaćinstava da bi se objasnila potreba za rekreacijom na jednoj ili nekoliko lokacija. Ipak, podaci više generalne prirode koji se mogu dobiti iz pojedinih studija rekreacije na jednom ili više mjesta mogu biti ograničeni. Prenos rezultata iz jedne studije na veći uzorak lokacija obiluje problemima tačnosti. Ipak, ukoliko postoji veći broj sličnih studija na različitim lokacijama, meta-analiza može dati dovoljno tačne rezultate za svrhe kreiranja politike. (vidjeti Shrestha i Loomis 2003). Ipak, ova vrsta pristupa je veoma preporučljiva za procjenu ekonomskih uticaja klimatskih promjena na tražnju u oblasti turizma i rekreacije na lokacijama od međunarodnog i nacionalnog značaja. Tamo gdje nema dovoljno podataka, jedina alternativa često je primjena pristupa prenosa dobrobiti.

Potrebni podaci za simuliranje ekonomskih uticaja klimatskih promjena na turizam i rekreaciju, kada se utvrde parametri za bilo koji od ovih modela, sastojali bi se od postojećih podataka, koji su već prikupljeni, o relevantnim varijabilama podataka koji nisu vezani za klimu i podataka vezanih za klimu, u skladu sa određenim scenarijem za klimatske promjene. Ovi podaci nisu isti podaci o klimi koji su korišćeni za procjenu parametara modela. Tačnije rečeno, preuzimaju se iz rezultata simulacije GCM (globalni model atmosferske cirkulacije) i RCM (regionalni model atmosferske cirkulacije) IPCC scenarija. Ove klimatske podatke zatim treba svesti ili podestiti tako da odgovaraju geografskim jedinicama sadržanim u bazama podataka o turizmu. Za ukupne podatke na nivou države, većina klimatskih centara koji koriste GCM već je uspjela da ih prilagodi svojim potrebama. Ipak, ukoliko se geografska jedinica za uzimanje uzoraka sastoji od više lokalnih regiona ili ukoliko se studija fokusira na pojedinačna ili manji broj lokacija za rekreaciju, tada se GCM/RCM rezultati za određene klimatske scenarije moraju svesti na geografska područja u kojim klima utiče na turizam i rekreaciju. Na kraju, vrijedi istaći da studije potreba za turizmom i rekreacijom generalno ne uzimaju u obzir uticaje ekonomskog razvoja, što je slučaj i sa mnogim drugim sektorima koje razmatramo. Važno je na neki način uključiti relevantne aspekte ekonomskog razvoja u buduće studije uticaja klimatskih

promjena na turizam i rekreaciju. To obuhvata objašnjavanje porasta potreba za rekreacijom, promjena u budućim mogućnostima za rekreaciju usljed ekonomskog rasta i razvoja i posebnim uticajima na likaciji, kao što je zakrčenje. Značajno je proučavati uticaje razvoja radi interakcije sa klimatskim promjenama u bućnosti, kako bi se procijenile štete i uticalo na načine na koje se turisti i zaposleni u turističkoj industriji mogu adaptirati na klimatske promjene.

#### **4.4. Postojeći kapacitet za procjenu šteta izazvanih klimatskim promjenama u sektoru turizma u Crnoj Gori**

Ovo je kratak odjeljak. Trenutno ne postoje tipovi modela za procjenu determinanti za ponašanje turizma i rekreacije na osnovu empirijskih podataka na lokalnom nivou. U razgovorima sa ekonomistima i državnim službenicima u nadležnim ministarstvima nije naznačeno da u zemlji postoje stručnjaci obučeni za Rikardijanski model, modeliranje troškova putovanja ili participacije. Mada ova situacija nije idealna, nedostatak ove vrste specijalizovane analitičke sposobnosti nije atipičan u regionu Balkana i mnogim novim članicama EU. Ukoliko se smatra da je razvijanje ovog kapaciteta dovoljno važno, situacija se može popraviti edukacijom postojećih stručnjaka ili kroz nove doktorske studije na odsjecima za statistiku i ekonomiju u istraživačkim institucijama u Crnoj Gori koje se bave razvojem i primjenom ivih vrsta modela. Ovo može potrajati nekoliko mjeseci (za pojedine studije) ili nekoliko godina (u slučaju doktotskih studija), ali ne više od toga.

Dobra vijest je to što Crna Gora ima kapacitet za prikupljanje informacija o ponašanju turista u zemlji, u pogledu putovanja i potrošnje. Ovi podaci se objavljuju na nekoliko mjesta, prvenstveno u Statističkom godišnjaku koji svake godine objavljuje Zavod za statistiku Crne Gore (2009). Ova publikacija sadrži informacije o broju i državama iz kojih turisti dolaze u Crnu Goru, kako i vrstama mjesta za odmor/destinacija u zemlji koje posjećuju, smještajnim kapacitetima, koliko vremena provode u zemlji baveći se raznim aktivnostima i koliko novca troše u zemlji. Svi ovi objavljeni podaci razvrstavaju se na dvije kategorije, strani i domaći turisti, a često, kao što je rečeno, i prema zemlji porijekla.

Najvažniji aspekt ovih podataka je to što su metode koje su korišćene za njihovo prikupljanje i definisanje konzistentne sa globalnim bazama podataka kao što su one koje se koriste u HTM modelu i PESETA studiji. Ovo znači da, uz relativno mali napor (primjenom mjere čovjek-mjesec ili možda čovjek-godina) bilo bi moguće integrisati Crnu Goru posebno u postojeću strukturu HTM-a. Uz neku vrstu partnerstva na projektu između Univerziteta u Hamburgu i relevantne istraživačke ili državne organizacije u Crnoj Gori, to bi omogućilo procjenu uticaja klimatskih promjena na turizam i turističku potrošnju u Crnoj Gori u okviru koji objašnjava kako će klimatske promjene promijeniti ne samo prilike za rekreaciju u Crnoj Gori, nego i u drugim zemljama koje mogu ponuditi konkurentne mogućnosti turistima širom Evrope, pa čak i svijeta.

Dugoročnije gledano, iskustvo sa HTM moglo bi pomoći da se razvije potrebno iskustvo istraživača i državnih subjekata koji donose odluke, da razviju i koriste specijalizovane baze podataka i savršenije analitičke metode i primijene ih na razvojne potrebe zemlje. Dobar primjer za ovo bila bi studija o tome kako bi promjena klime širom Evrope (ne samo u Crnoj Gori) uticala na razvoj rekreativnog skijanja u Crnoj Gori i potrebnu prateću javnu infrastrukturu. Iste vrste metoda takođe bi mogle biti od pomoći, iz očiglednih razloga, u razvoju plažnog turizma, ne samo sa tačke gledišta klimatskih promjena, nego i gledano iz perspektive koje demografske grupacija i kakvog imovinskog statusa bi najviše privlačila Crna Gora uzimajući u obzor različite forme turističke infrastrukture.



---

Unapređenje kapaciteta za analizu ekonomskih uticaja klimatskih promjena i korišćenje tih informacija za kreiranje javne politike nije samo pitanje klimatskih promjena, već više opšte pitanje vezano za planiranje i upravljanje razvojem i resursima. Unapređenje kapaciteta za analizu fizičkih i ekonomskih uticaja klimatskih promjena na turizam takođe će unaprijediti sektorski kapacitet, kako u privatnom tako i u javnom sektoru. To je fundamentalni značaj onoga što smo u ovom izvještaju nazvali „izgradnja kapaciteta bez žaljenja“.

#### **4.5. Preliminarne procjene šteta izazvanih klimatskim promjenama u sektoru turizma**

Mada je kapacitet za procjenu ekonomskih uticaja klimatskih promjena na turizam u Crnoj Gori slabo razvijen, još uvijek je moguće razviti neke preliminarnе procjene koristeći postojeće modele i podatke. Rezultati imaju brojna ograničenja, ali ovakva vrsta kalkulacije može pomoći ne samo da se ukaže na snažnije opšte trendove, nego i da se otkrije zašto su potrebne bolje metode da se dobiju tačnije procjene.

Korišćena su sljedeća dva različita pristupa modeliranja za procjenu ekonomskih uticaja klimatskih promjena na sektor turizma u Crnoj Gori:

1. Ispitivanje uticaja klimatskih promjena na učešće i troškove turizma, korišćenjem odabranih podataka o djelimičnim uticajima promjena temperature na dolaske turista i troškove iz HTM modela.
2. Slično istraživanje korišćenjem modela razvijenih za EU PASETA projekat (2009).

##### ***4.5.1. Uticaji klimatskih promjena na dolaske, noćenja i troškove turista koristeći informacije iz HTM modela***

HTM model predviđa posjetu stranih turista na osnovu površine zemlje, dužine obale, dohotka po glavi stanovnika i prosječne godišnje temperature. (Hamilton, et al. 2005).

Posjete domaćih turista tretiraju se ugrubo na isti način (Bigano et al. 2007). Ovo znači da ukoliko pretpostavimo da je su sve vrijednosti u HTM modelu konstantne, osim vrijednosti godišnje prosječne temperature, moguće je stimulisati promjene u grupnim posjetama koristeći samo podatke o godišnjoj prosječnoj temperaturnoj varijabili. Za postmatranu zemlju, površina zemlje i dužina obale neće se mijenjati, ali se mijenja prihod po glavi stanovnika. U HTM modelu porast u prihodima po glavi stanovnika ima za rezultat porast turizma, dok temperatura ostaje na istom nivou. Ova studija je koncentrisana samo na uticaj klimatskih promjena. To je zato što se buduće promjene u prihodima teško mogu predvidjeti. Akođe, dodavanjem promjena u prihodima po glavi stanovnika, povećava se nepouzdanost analize. Pored toga, ukoliko pretpostavimo da će u roku od 50-100 godina sve u ovom momentu razvijene države svijeta bilježiti približno slične stope rasta prihoda po glavi stanovnika, zadržavanje prihoda po glavi stanovnika na konstantom novou podrazumijeva da objašnjavamo rast realnih a ne nominalnih prihoda.

HTM model korišćen je za izračunavanje djelimičnih promjena u turističkoj posjeti za strane i domaće turiste za niz promjena u posječnoj godišnjoj temperaturi iz baznog slučaja prosječne godišnje temperature. Ulazni podaci i rezultati koji su korišćeni za prikazivanje ekonomskih proračuna prikazani su u Tabeli 4.2.

**Tabela 4.2** Turističke posjete, noćenja, prihodi od turizma i troškovi po posjetama i noćenjima za period 2001.-2008.

Godina	Turističke posjete	Turistička noćenja	Prihodi od turizma (miliona €)	Troškovi/ posjeta (€)	Troškovi/ noćenja (€)
2001	555.040	4.011.413	86	155	21
2002	541.699	3.689.505	148	273	40
2003	599.430	3.976.266	151	252	38
2004	703.484	4.561.094	180	256	39
2005	820.457	5.211.847	244	297	47
2006	953.928	5.936.270	308	323	52
2007	1.133.432	7.294.530	480	423	66
2008	1.187.492	7.793.280	552	465	71
Istorijski prosjek 2001-2008	811.870	5.309.276	269	306	47
Sadašnji prosjek 2007-2008	1.160.462	7.543.905	516	444	68
„visoki“ (2 x tekući) prosjek	2.320.924	13.925.544	2062	888	148
Izvori: MONSTAT (2009); WTTC (2009)					

Podaci prikazani u tabeli 4.2. ponovo ilustruju brz rast turizma u Crnoj Gori. To se može brzo vidjeti upoređivanjem različitih prosjeka za čitav period sa prosjecima za 2007. do 2008. godine. U ovom trenutku to je većinom rezultat primorskog turizma. Očekuje se i dramatičan rast primorskog turizma u narednim godinama. Ipak, veoma je teško prokretovati ovaj rast zato što zavisi od rasta turističke infrastrukture u drugim zemljama koje turistima mogu ponuditi slične mogućnosti za odmor kao Crna Gora, kao i od rasta prihoda po glavi stanovnika u zemljama odakle turisti dolaze. Ipak, koristeći postojeće trendove u istorijskim podacima za projektovanje turizma bez objašnjavanja drugih faktora može dovesti do nerealno visokih predviđanja broja posjeta i troškova. Potreban je složeniji i realniji model za predviđanje uticaja ekonomskog razvoja na turizam i troškove turizma, ali nije raspoloživ. Radi toga, pretpostavka koja se koristi u analizi ekonomskih uticaja klimatskih promjena na sektor poljoprivrede održavaće se korišćenjem postojećih procjena da odrazi stvarne, a ne nominalne vrijednosti. Ipak, budući rast se kao ilustracija može uključiti u ovu analizu na veoma jednostavan ali ne veoma tačan način, analizom osjetljivosti tri različite vrijednosti (istorijska, postojeća i visoka) da se opiše projektovani rast turizma i turističkih troškova u budućim decenijama. Za srednje (prosjek 2007.-2008.) i visoke vrijednosti proizvoljno smo odlučili da povećamo prosječne troškove i procjenjeni broj posjeta proizvoljnim faktorom 2. Ove procjene prikazane su u posljednja tri reda u Tabeli 4.2.

U procesu simulacije uticaja klimatskih promjena na turizam i turističke troškove, ustanovljeno je da su rezultati dobijeni iz HTM modela, korišćenjem gore opisanog pristupa, veoma osjetljivi na pretpostavljenu prosječnu godišnju temperaturu iz baznog slučaja. Odlučeno je da se ovaj faktor uzme u obzir prilikom predstavljanja rezultata analize, da se pokaže kako može značajno uticati na dobijanje različitih rezultata.

Ova vrsta problema simbolizuje ekonomsku analizu: modeli su često veoma osjetljivi kako na pretpostavke tako i na podatke, ali je teško sigurno znati da li je ta osjetljivost stvarna ili vezana za karakteristike modela, pretpostavke ugrađene u analizu ili podatke koji su korišćeni za razvijanje modela.

Tabela 4.3 prikazuje procentualne promjene u broju posjeta turista i noćenja koje HTM predviđa za pet različitih nivoa porasta temperature (usljed promjene klime) 1°C – 5°C za prosječne godišnje temperature koje se kreću između 14°C – 17°C. Promjene temperature vezane za klimu odražavaju niz promjena u prosječnim godišnjim temperaturama u scenarijima klimatskih promjena A1B BB, A1B DB, i A2 DB, dok se opseg prosječnih godišnjih temperatura koristi da pokaže koliko su rezultati modela osjetljivi na ovu promjenjivlju veličinu.

Rezultati pokazuju koliko može biti teško procijeniti uticaje klimatskih promjena na ponašanje ljudi radi kombinacije neizvjesnosti/osjetljivosti modela, neizvjesne prirode klimatskih promjena, pa čak i neizvjesnosti o tome koja je postojeća „stvarna“ prosječna godišnja temperatura u odnosu na procjenjenu temperaturu, na osnovu registrovanih podataka iz prethodnih perioda. Ovaj problem se značajno usložnjava, koristeći jednostavne pristupe „brzih kalkulacija“. U načelu, stepen pouzdanosti prosječne godišnje temperature veći je u baznom slučaju, pošto postoje podaci o mjerenjima iz prethodnog perioda, makar i ograničeni: negdje između 15 i 17 stepeni C. Koristeći ovaj temperaturni opseg, najmanji projektovani pad u turizmu mogao bi iznositi -1.73 procenta, a najviši -9.79 procenta za slučaj A1B BB. Za slučaj A1B DB, ovaj opseg se povećava. Najniži projektovani gubici od turizma mogli bi biti iznositi -5.19 procenta, a najviši -19.58 procenata. Projekcija „najgoreg slučaja“ dešava se u scenariju A2DB, gdje bi simulirani broj turističkih posjeta mogao pasti najmanje za -8.65 procenata, a najviše za -24.47 procenta.

<b>Tabela 4.3</b> Simulirani uticaji klime: procentualne promjene u godišnjoj posjeti turista za različite promjene u temperaturi radi klimatskih promjena i različite procjene prosječne godišnje temperature u baznom slučaju (% promjena u godišnjem broju turističkih posjeta)					
Prosječna godišnja temperatura (stepeni C)	Prosječan godišnji porast temperature radi klimatskih promjena i opseg koji pokriva scenarij za klimu				
	A1B BB	A1B BB	A1B DB	A1B DB& A2 DB	A2 DB
	+1 stepen C	+2 step. C	+3 step. C	+4 step. C	+5 step. C
14	-0.15%	-0.30%	-0.44%	-0.59%	-0.74%
15	-1.73%	-3.46%	-5.19%	-6.92%	-8.65%
16	-3.31%	-6.62%	-9.94%	-13.25%	-16.56%
17	-4.89%	-9.79%	-14.68%	-19.58%	-24.47%
Rezultati su procijenjeni koristeći elastičnosti razrađene na osnovu jednačina iz HTM modela u djelimično analitičkom okviru					

Tabela 4.4 koristi procentualne promjene iz Tabele 4.3 da procijeni buduće turističke posjete (gornje rubrike), i ukupne troškove (donje rubrike) u Tabeli 4.2, pretpostavljajući prosječnu godišnju temperaturu u baznom slučaju između 15 i 17 stepeni, kao i za tri različita nivoa turizma i ukupne troškove.

Još jednom projekcije ovih uticaja pokazuju probleme vezane za projektovanje kada postoji mnogo izvora neizvjesnosti u modelima i podacima koji se koriste u analizi. Procjene smanjenja prosječnog godišnjeg broja turističkih posjeta kreće se od oko -14.000/god. do preko -565.000/god., u zavisnosti od nivoa baznog slučaja za turizam, prosječne godišnje temperature i scenarija za klimu. Opseg projektovanih promjena u troškovima je takođe veliki, između -4.7 € miliona/god. i -504.6 € miliona/god. Bez obzira na širinu opsega, rezultati su ipak poučni. Pokazuju da najveći pojedinačni izvor neizvjesnosti leži u projekciji bazne turističke posjete i troškova, što se koristi za upoređivanje uticaja klimatskih promjena. Ovakve vrste projekcija su nasljedno neizvjesne, zato što skoro direktno zavise od nivoa razvoja turizma u sljedećih deset do dvadeset godina, u kom periodu će uticaji klimatskih promjena na turizam vjerovatno biti veoma mali.

Činjenica da postoji mnogo neizvjesnosti u projekcijama u Tabeli 4.4 uzrokovana je faktorima koji nisu vezani za klimu i klimatske promjene, što ne znači da je rizik od klimatskih promjena zanemariv ili da uticaji samih klimatskih promjena na godišnji broj turističkih posjeta i troškove takođe nije neizvjesan. Čak i ukoliko broj posjeta i troškovi ostanu na nivou iz 2007-2008, obim gubitaka u turizmu mogao bi se kretati najniže od 20.000 posjeta/god. do oko 284.000 posjete/god., dok se prateći gubici u prihodima mogu kretati najmanje oko 9 miliona €/god. ili najviše oko 126 miliona €/god. Sa udvostručavanjem broja turističkih posjeta i troškova, godišnji gubici od turističkih posjeta bi se u najmanje udvostručili, dok bi se gubici u prihodima najmanje učetvorostučili, prema ovim projekcijama.

Tako, koristeći relativno jednostavnu metodologiju, date projekcije pokazuju da će se negativni ekonomski uticaji klimatskih promjena na troškove turizma značajno povećavati sa rastom sektora turizma. Ovo sugerise da će javni i privatni sektor imati velike koristi ako se budu planski pripremali za klimatske promjene, prije nego da ih ignorišu. Ovo je posebno istinito obzirom da infrastruktura koja prati turizam, odnosno hoteli, marine, autoputevi, itd., ima relativno dug vijek trajanja, tako da bi više koštalo „uvođenje zaštite“ od klimatskih promjena nakon izgradnje infrastrukture, nego planiranje takve zaštite u početnoj fazi projektovanja.

**Tabela 4.4** Simulirani klimatski uticaji: Promjene u godišnjem broju turističkih posjeta i troškovima turizma radi klimatskih promjena za pet različitih promjena u prosječnoj godišnjoj temperaturi radi klimatskih promjena, tri različita skupa projekcija za bazni slučaj turističke posjete i troškova, kao i obim procjena za bazni slučaj prosječne godišnje temperature

Projekcije posjeta/troškova prosječnih godišnjih temperatura	Porast prosječne godišnje temperature radi klimatskih promjena i opseg koji pokrivaju klimatski scenariji					
	Bazni slučaj	A1BDB	A1BBB	A1BDB	A1BDB & A2 DB	A2 DB
	+0 stepeni C	+1 step. C	+2 step. C	+3 step. C	+4 step. C	+5 step. C
Promjena u godišnjem broju turističkih posjeta radu klimatskih promjena (ukupna godišnja turistička posjeta/god.)						

Istorijski prosjek 2001-2008	Bazni slučaj godišnji broj turista					
15° C	811.870	-14.045	-28.091	-42.136	-56.181	-70.227
17° C		-39.733	-79.466	-119.199	-158.932	-198.665
Sadašnji prosjek 2007-2008						
15° C	1.160. 462	-20.076	-40.152	-60.228	-80.304	-100.380
17° C		-56.793	-113.586	-170.379	-227.172	-283.965
Projektovani visoki prosjek						
15° C	2.230.924	-40.152	-80.304	-120.456	-160.608	-200.760
17° C		-113.586	-227.172	-340.758	-454.344	-567.930
Promjena u godišnjim turističkim troškovima radi klimatskih promjena (miliona €/god.)						
Istorijski prosjek 2001-2008	Bazni slučaj Godišnji troškovi (miliona €)					
15° C	269	-4.7	-9.3	-14.0	-18.6	-23.3
17° C		-13.2	-26.3	-39.5	-52.7	-65.8
Sadašnji prosjek 2007-2008						
15° C	516	-8.9	-17.9	-26.8	-35.7	-44.6
17° C		-25.3	-50.5	-75.8	-101.0	-126.3
„visoki“ (2 x tekući) prosjek						
15° C	2,062	-35.7	-71.3	-107.0	-142.7	-178.4
17° C		-100.9	-201.8	-302.7	-403.7	-504.6



#### 4.5.2. Uticaji klimatskih promjena na turističke posjete koristeći informacije iz PESETA projekta metodologije u turizmu

Da li bi gubici u turizmu, u pogledu prosječnog godišnjeg broja turističkih posjeta i godišnjih troškova, zaista mogli biti toliko visoki kao što je pokazala ova jednostavna projekcija korišćenjem HTM modela o reakciji turističke posjete na porast temperature? Kako bi to provjerili, uzeli smo isti tip odnosa iz metodologije koja se koristi u EU PESETA i primijenili ga na bazni slučaj podataka o broju turističkih posjeta i troškova iz prethodnog poglavlja.

Metodologija PESETA obuhvata pristup od dva korakaza procjenu promjena u turističkoj posjeti. Prva faza obuhvata procjenu mjesečnih vrijednosti turističko-klimatskog indeksa TCI (Tourism Climatic Index – koji je razvio Mieczkowski (1985)) za svaku zemlju u evropskoj bazi statističkih podataka „Eurostat“, uključujući Crnu Goru, za bazni slučaj i izvjestan broj alternativnih klimatskih scenarija. U drugoj fazi, podaci iz turističke baze podataka NUTS 2 kombinovani su sa podacima iz Eurostat baze podataka kako bi se došlo do mjesečnih statističkih odnosa između turističkih noćenja u zemlju i TCI indeksa, bruto domaćeg proizvoda, i njegovog indeksa potrošačkih cijena. Srećom neobjavljeni podaci iz ove studije o izračunatim mjesečnim vrijednostima TCI sadrže mjesečne procjene vrijednosti TCI za Crnu Goru za bazni slučaj i dva IPCC klimatska scenarija (SRES A2 i B2) za dva različita regionalna modela klime (HRHAM i RAO). Informacije u mjesečnom statističkom modelu o djelimičnom odnosu između broja noćenja i TCI mogu se kombinovati sa TCI vrijednostima kako bi se izračunao procenat noćenja povezan sa malom promjenom u temperaturi u baznom slučaju prosječne temperature. Ovo je ista vrsta „djelimične“ metodologije koja se koristi u vezi sa HTM. Važna razlika je to što su podaci o temperaturi za klimatske scenarije koji su potrebni za izračunavanje opsega porasta temperature od date osnove bili „sakriveni“ u TCI indeksu, a do originalnih baza sa podacima iz zemlje se na žalost nije moglo brzo doći. Radi toga se ne mogu prikazati rezultati za izolovane promjene temperature usljed promjene klime, samo rezultati za klimatske scenarije u cjelini i promjene u prosječnoj godišnjoj temperaturi širom Evrope koji su u njima prikazani.

Druga velika razlika je to što su u PESETA studiji TCI vrijednosti i broj noćenja razvijane na mjesečnoj, a ne prosječnoj godišnjoj osnovi. Tako, korišćenjem podataka iz studije PESETA, može se izračunati procentualna promjena u broju noćenja (i turističkoj posjeti, ako pretpostavimo da su procentualne promjene iste) radi klimatskih promjena na mjesečnoj i godišnjoj osnovi za četiri klimatska scenarija koja su korišćena u PESETA studiji. Mjesečni rezultati nisu ovdje prikazani, ali procentualne promjene u turističkoj posjeti za Crnu Goru prikazani su u Tabeli 4.5 za prosječnu godinu (svih 12 mjeseci) i posebno za juli i avgust.

Rezultati u Tabeli 4.5 ilustruju najmanje tri važne stvari. Prije svega, projektovane turističke posjete u julu i avgustu opadaju u sva četiri slučaja promjene klime. Ovo je bez sumnje radi osjetljivosti ovog vida turizma na postojeće promjene ljetnjih temperatura, kao što odražava PESETA model. Ipak, godišnja prosječna promjena u turističkoj posjeti prikazana u tabeli uvijek je manja od prosječne promjene za period juni-juli, pa tako posljedično i za preostalih 10 mjeseci u godini. U stavi, Hiramov model predviđa porast prosječnog godišnjeg broja posjeta u oba scenarija, A2 i B2, kao i mali pad u julu i avgustu, dok RAO model predviđa prosječni godišnji pad turizma od oko 6 procenata za scenarije A2 i B2, kao i pad od oko -8 procenata u julu i -11 procenata u avgustu za oba scenarija A2 i B2. Hiramov model pokazuje manju osjetljivost turizma na klimatske promjene nego RAO model, ali nije moguće reći zašto. Šta je moguće reći je da godišnji i sezonski rezultati po RAO modelu spadaju otprilike u niži i sredni opseg procjena prikazanih u Tabeli 4.4. Na žalost, preveliki broj podataka

koji je korišćen za izradu PESETA modela nije bio raspoloživ, tako da nije bilo moguće vidjeti stepen osjetljivosti tih rezultata i različite procjene prosječnih godišnjih i mjesečnih temperatura, kao u slučaju analiza pomoću podataka iz HTM modela.

**Tabela 4.5** Simulirani procenat promjena u prosječnoj godišnjoj i mjesečnoj turističkoj posjeti iz PESETA studije radi klimatskih promjena za dva mjeseca ljeta, koristeći dva klimatska scenarija i regionalne klimatske modele (% promjene u turističkim posjetama /god.)

Vremenski period	Scenariji klimatskih promjena po Regionalnom klimatskom modelu i prosječni godišnji porast temperature (za Evropu)			
	Hiram – A2 +3.9 step. C	Hiram – B2 +2.5 step.	RCAO – A2 +5.4 step. C	RCAO – B2 +4.1 step. C
Godišnji prosjek	2.69%	2.86%	-6.43%	-6.49%
Prosjek juli	-0.25%	-0.03%	-7.79%	-7.87%
Prosjek avgust	-0.33%	0.52%	-11.29%	-11.41%

Vjerovatno je da turistička posjeta u HTM modelu velikim dijelom odražava plažni turizam, pošto velika većina turista koji posjećuju Crnu Goru odlazi na primorje. Tako, interesantno je uporediti smanjenje u turističkoj posjeti i troškovima simuliranim pomoću podataka uzetih iz PESETA modela, sa podacima iz HTM modela, koristeći iste pretpostavke o prosječnom godišnjem broju turističkih posjeta iz baznog slučaja. U Tabeli 4.6, procentualne promjene u turističkoj posjeti iz Tabele 4.5, koristeći PESETA metodologiju, primijenjene su na prethodne procjene turističke posjete u baznom slučaju. Izračunate su prosječne temperature za juli i avgust, a stope turističkih posjeta u baznom slučaju podešene su tako da odraze posjetu primorskom regionu u julu i avgustu, koristeći prosječne mjesečne vrijednosti za dati period. Rezultat je tabela sa informacijama koje se mogu donekle uporediti sa Tablom 4.4.

Kada se uporede rezultati iz Tabele 4.6 za PESETA analizu sa rezultatima iz Tabele 4.4 za HTM analizu, glavne karakteristike koje se ističu su prije svega projektovana turistička posjeta i turistički troškovi u Tabeli 4.6 za Hiramov model u PESETA analizi nisu veoma blizu rezultatima za HTM analizu u Tabelu 4.4. U svakom slučaju, projektovana posjećenost i turistički troškovi u Tabeli 4.6 za RCAO model u PESETA analizi preklapaju se sa rezultatima na kraju HTM analize u Tabeli 4.4, mada scenariji za promjenu temperature i klime nisu isti u dvije različite analize. Pored toga, rezultati RCAO A2 za turističke posjete i gubitke usljed troškova u Tabeli 4.6 potpadaju pod +4° C rezultate (kolona 5 rezultata) u Tabeli 4.4, približno povezani sa dalekom budućnošću za scenarij A2 DB. Činjenica da se rezultati ova dva različita skupa analiza djelimično preklapaju nije dokaz da su ove projekcije „tačne”, ali pomaže da se smanji rizik od donošenja odluka o politici u dijelu klimatskih promjena.

**Tabela 4.6** Simulirani uticaji klimatskih promjena: promjene u godišnjim turističkim posjetama i turističkim troškovima radi klimatskih promjena za pet različitih promjena u prosječnoj godišnjoj temperaturi usljed klimatskih promjena, tri različita skupa projekcija za bazni slučaj turističkih posjeta i troškova, kao o opseg procjena za bazni slučaj prosječne godišnje temperature

Projekcije posjete/troškova Prosječne godišnje temperature (Evropa)	Scenariji klimatskih promjena po regionalnom klimatskom modelu i prosječni godišnji porast temperature (za Evropu)				
	Bazni slučaj	Hiram A2	Hiram B2	RCAO A2	RCAO B2
	+ 0 step. C	+2.5 step. C	+2.5 step. C	+5.4 step. C	+4.1 step. C
Promjena u godišnjim turističkim posjetama radi klimatskih promjena (ukupan godišnji broj turističkih posjeta /god.)					
Istorijski prosjek 2001-2008	Bazni slučaj Broj turista godišnje				
Godišnje	811.870	21.871	23.185	-52.170	-52.692
Juli-avgust	519.597	-1.552	1.550	-51.400	-51.914
Sadašnji prosjek 2007-2008					
Godišnje	1.160.462	31.262	33.140	-74.570	-75.316
Juli-avgust	742.696	-2.219	2.216	-73.470	-74.204
Projektovani visoki prosjek.					
Godišnje	2.320.924	62.524	66.280	-149.141	-150.632
Juli-avgust	1.485.391	-4.438	4.432	-146.939	-148.409
Promjena u godišnjim turističkim troškovima radi klimatskih promjena (miliona €/god.)					
Istorijski prosjek 2001-2008	Bazni slučaj Godišnji troškovi (miliona €)				
Godišnje	269	7.2	7.7	-17.3	-17.5
Juli-avgust	172	-0.5	0.5	-17.0	-17.2
Sadašnji prosjek 2007-2008					
Godišnje	516	13.9	14.7	-33.2	-33.5
Juli-avgust	330	-1.0	1.0	-32.7	-33.1
Projektovani visoki prosjek.					
Godišnje	2.062	55.5	58.9	-132.5	-133.8
Juli-avgust	1320	-3.8	3.8	-130.4	-132.0

---

## 4.6. Dalji pravci u sektoru turizma i rekreacije

### 4.6.1. Glavni nalazi

- Kapacitet za prikupljanje i analizu podataka vezanih za turizam u Crnoj Gori prilično je dobar, ali ga treba nadograditi u oblastima projektovanja determinanti turizma u različitim sektorima.
- Sposobnost razvijanja boljih projekcija u turizmu poboljšala bi se razvojem kapaciteta za procjenu parametara troškova putovanja i modela, što se obično smatra jednom oblašću u okviru ekološke ekonomije poznatom kao modeliranje rekreacionih potreba.
- Crna Gora bi imala koristi od saradnje sa postojećim centrima koji okupljaju stručna znanja, da se podaci iz Crne Gore uključe u različite modele globalnog turizma i da nauči kako se ti modeli koriste.

### 4.6.2. Glavne preporuke

- **Kratkoročni (nekoliko sljedećih godina):**
  - Treba uložiti napor da se stručnjaci iz Crne Gore uključe u rad postojećih stručnih centara za modeliranje globalnih troškova putovanja, kako bi unaprijedila svoj kapacitet za projektovanje turizma i turističkih troškova u Crnoj Gori koristeći globalne modele
  - Treba uložiti napor u široku obuku ekonomista iz oblasti ekološke ekonomije (kao i analiza potreba za rekreacijom za ovaj sektor), za izradu studija o uticaju klimatskih promjena i procjena, ali takođe za procjenu ekonomskih uticaja mnogih različitih oblika razvoja na životnu sredinu.
  - Konačno, ne postoji makroekonomski model za Crnu Goru za simuliranje uticaja klimatskih promjena u sektoru turizma na važne indikatore nacionalnog ekonomskog razvoja, niti postoji kapacitet za izradu i implementaciju takvog modela.
- **Dugoročni (pet do deset godina)**
  - Izrada modela troškova putovanja i participacije za procjenu determinanti stranog i domaćeg turizma u određenim oblicima rekreacije na određenim mjestima u Crnoj Gori za projektovanje ekonomskih uticaja klimatskih promjena i, više generalno, za procjenu razvojnih alternativa iz ekonomske perspektive.
  - Formiranje centra stručnosti i/ili kombinovanog ekonomskog odsjeka na fakultetu za poljoprivrednu, resurse i životnu sredinu kao podršku dugoročnom planiranju i upravljanju razvojem u zemlji i izradi studija o ekonomskom uticaju klimatskih promjena u ovom sektoru.
- **Presjek (odnosi se praktično na sve sektore)**
  - Izrada makroekonomskog modela za Crnu Goru. Ovaj model treba pažljivo razviti tako da „tačke unošenja podataka“ u svakom sektoru simuliraju uticaje i posljedice razvoja u skladu sa vlastitom politikom razvoja na nivou sektora i ekonomskom strukturom Crne Gore.

## 5. ŠTETE UZROKOVANE KLIMATSKIM PROMJENAMA U SEKTORU VODA

### 5.1. Uvod and Ciljevi

#### 5.1.1. Istorijat

Prva nacionalna komunikacija Crne Gore za UNFCC (nacrt, MUPZZŠ, 2009) ne sadrži mnogo informacija o sektoru vodnih resursa u zemlji niti njegovoj osjetljivosti na klimatske promjene. Ukupna prosječna godišnja količina atmosferskih voda i padavina prilično je velika u odnosu na veličinu zemlje: spada među prve 4 zemlje u svijetu po količini padavina u odnosu na geografsku površinu. Ipak, ova statistika je donekle varljiva. U nekim djelovima godišnja količina padavina iznosi između 3200 i 4600 mm atmosferskih padavina godišnje, što je najveća količina u Evropi. Ipak, radi se o oblastima koje nisu gusto naseljene. Spuštajući se prema obali Jadranskog mora, nailazite na nagli pad prosječne godišnje količine padavina u regionima na ili u blizini obale Jadranskog mora, gdje količina padavina može da padne na 650 do 750 mm godišnje. Otuda nije iznenađenje da se samo mali dio atmosferskih padavina koje protiču kroz ili se stvaraju u Crnoj Gori koristi sa potrošnju (opštinsko vodosnabdijevanje, navodnjavanje, itd.) ili druge namjene (prečišćavanje otpadnih voda, hidro energija, itd.). Ipak, činjenica da potrebe za vodom i površinske vode nisu geografski usaglašene znači da rješavanje nestašice vode u suvim predjelima može biti skupu, ukoliko je potrebno dovodjenje vode iz drugog bazena.

Glavna potrošnja vode u Crnoj Gori vezana je za vodosnabdijevanje stanovništva u naseljima. Između 2005. i 2008. godine, posljednje godine za koje postoje raspoloživi podaci, godišnja količina zahvaćene vode u ovoj kategoriji iznosila je 102 i 107 miliona m<sup>3</sup> za navedene godine, dok je oko 90% ukupne količine zahvaćene vode poticalo iz izdana. Oko 80% stanovništva priključeno je na gradske vodovodne sisteme. Ostali se snabdijevaju iz manjih zajedničkih i/ili individualnih sistema. Industrija je drugi po redu najveći potrošač, sa prosječnom godišnjom potrošnjom od 49 miliona m<sup>3</sup> za period od 2004. do 2008. godine. Industrijska postrojenja najvećim dijelom oslanjaju se na sopstvene sisteme za vodosnabdijevanje (manje od 3% vode koja se koristi u industriji potiče iz gradskog vodovodnog sistema), dok ugrubo 2/3 zahvaćene vode potiče iz površinskih, a 1/3 iz podzemnih izvora. Izuzetno mala količina vode troši se u poljoprivredi. 2009. ukupna navodnjavana površina u Crnoj Gori iznosila je samo oko 2200 ha, ali polako raste. Većina navodnjavane površine koristi se za proizvodnju grožđa, voća i povrća u okolini Podgorice i prema primorju. Skoro ukupna količina vode koja se koristi za navodnjavanje usjeva u Crnoj Gori zahvata se iz podzemnih voda i distribuira pomoću sistema za irigaciju. U periodu 2004. – 2008., godišnja prosječna količina vode upotrebijene za navodnjavanje iznosila je oko 6 miliona m<sup>3</sup> godišnje. Poglavlje 3 ove studije, o sektorima poljoprivrede i šumarstva, govori o uticajima klimatskih promjena na korišćenje vode za navodnjavanje u poljoprivredi.

Konačno, najvažnija primjena vode u privredi u Crnoj Gori je za proizvodnju hidro energije. Između 2004. i 2008. godine količina vode koju su koristile hidroelektrane kretala se od 2.4 do 4.6 milijardi m<sup>3</sup>. Postoje dvije velike hidro elektrane u zemlji. Instalirani kapacitet za proizvodnju električne energije HE Perućica je 307 MW, sa prosječnom godišnjom proizvodnjom od oko 900 GWh. Instalirana snaga HE Piva iznosi 342 MW, sa prosječnom godišnjom proizvodnjom od oko 750 GWh. Takođe postoji još sedam malih hidro elektrana, čiji ukupna instalirana snaga iznosi 9 MW, sa prosječnom proizvodnjom od 21 GWh. Trenutno se koristi samo oko 17 procenata teoretskog potencijalnog kapaciteta za proizvodnju električne energije u Crnoj Gori. Postojeća Strategija razvoja energije do 2025 obuhvata planove za izgradnju pet velikih hidro elektrana (četiri na rijeci Morači, i HE Komarnica)



---

ukupne instalisane snage od oko 80 MW. Odjeljak 5.5 ovog poglavlja daje veoma preliminarnu procjenu kako smanjenje atmosferskih padavina usljed klimatskih promjena može uticati na efektivni proizvodni kapacitet elektrane na rijeci Pivi.

### **5.1.2. Ciljevi**

Ovo poglavlje ima pet glavnih ciljeva. Prvo, odjeljak 5.2 sadži rezime kako bi sektor vodnih resursa u Crnoj Gori mogao biti pogođen klimatskim promjenama. Drugo, odjeljak 5.3 opisuje raspoložive metode za procjenu ekonomske vrijednosti budućih klimatskih promjena u ovom sektoru. Treće, odjeljak 5.4 sadži procjenu postojećeg kapaciteta Crne Gore za procjenu ekonomske vrijednosti šteta od klimatskih promjena korišćenjem najnovijih modela i metoda. Četvrto, u odjeljku 5.5 date su veoma preliminarne procjene ekonomske vrijednosti određenih šteta od klimatskih promjena koje se sada mogu izračunati now, na osnovu podataka koji su bili na raspolaganju za ovu studiju. Konačno, odjeljak 5.6 sadži sugestije kako da se razvije analitički kapacitet za poboljšanje ovih procjena, kao i institucionalni kapacitet za korišćenje ovih informacija u cilju daljeg razvoja politike javnog i privatnog sektora.

## **5.2. Potencijalni uticaji klimatskih promjena na sektor vodnih resursa**

Uticaj klimatskih promjena na vodne resurse je veoma različit i presjeca mnoge sektore privrede. Ovo je radi toga što je voda povezana sa mnogim različitim robama i uslugama koje pružaju prirodni i vještački sistemi. To su: voda za ljudsku potrošnju, poljoprivredu i industriju, tehnička voda za prečišćavanje otpanih voda, termičko hlađenje, proizvodnju hidro energije, transport i rekreaciju, kao i brojne usluge vezane za vodu koje pružaju prirodni ekosistemi, kao što je očuvanje staništa i vrsta (uključujući vektorske prenosiocce bolesti) i kontrola poplave. Uprkos ovoj raznovrsnosti, skoro svi (ali ne svi) uticaji klimatskih promjena na vodne resurse sadrže određenu kombinaciju uticaja na vodosnabdijevanje i/ili upotrebu vode, a onda oni mogu imati za posljedicu sekundarne uticaje kao kada smanjenje padavina ima za posljedicu povećanje nivoa koncentracije zagađivača u rijekama i jezerima. Glavni izuzetak odnosi se na temperaturu vode, za koji se očekuje da će porasti sa klimatskim promjenama, vodeći do pogoršanja kvaliteta vode i slatkovodnih staništa postojećih biljaka, organizama i vrsta (IPCC 2001 i 2007)

U Tabeli 5.1 su na prilično jednostavan način naglašeni glavni uticaji klimatskih promjena uzrokovanih CO<sub>2</sub> na snabdijevanje vodom i upotrebu vodnih resursa, kao i sekundarni uticaji koji proističu iz ova dva izvora (IPCC 2001 and 2007).

Prema četvrtom IPCC Izvještaju o procjeni uticaja (2007), postoji dosta neizvjesnosti o uticajima klimatskih promjena na vodne resurse. Mnogo je lakše govoriti o globalnim uticajima klimatskih promjena na prinose usjeva, na primjer, nego na vodne resurse. To je djelimično zato što se faktori koji utiču na hidrologiju površinskih i podzemnih voda znatno razlikuju od jednog do drugog sliva, a djelimični i radi toga što rezultati GCM modela često nisu veoma tačni u smislu potrebne tačnosti za simuliranje hidrološkog ciklusa u pojedničnim bazenima (Covey et al. 2003). Ovo je posebno tačno za polja u GCM modelu koja se odnose na padavine (Prudhomme 2006). Dalje, rezolucija GCM modela nije dovoljno oštra da bi mogli simulirati procese koji uzrokuju nepogode.

Izvor uticaja	Vrsta uticaja
<p>Promjene u količini, tipu i distribuciji tokova površinskih voda uzrokovane padavinama i temperaturom :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Smanjenje površinskog oticanja površinskih voda može negativno uticati na vodosnabdijevanje, nadmetanje za vodu i kvalitet vode</li> <li>• Povećanjem površinskog oticanja površinskih voda može se povećati količina vode za vodosnabdijevanje, poboljšati kvalitet vode i smanjiti nadmetanje za vodom</li> </ul>	<p>Uticaji na vodosnabdijevanje iz površinskih voda i nadmetanja između sljedećih upotreba:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ljudska potrošnja <ul style="list-style-type: none"> <li>• Navodnjavanje</li> <li>• Urbana/komunalna i industrijska potrošnja</li> </ul> </li> <li>1. Tehnička voda <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proizvodnja električne energije</li> <li>• Termički hlađenje</li> <li>• Transport</li> <li>• Rekreacija i turizam</li> <li>• Akvatički ekosistemi /staništa</li> </ul> </li> </ol> <p>Uticaj na kvalitet ambijentalne vode:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Troškovi tretmana otpada</li> <li>• Akvatički ekosistemi /staništa</li> </ul>
<p>Promjene korišćenja vode uzrokovane temperaturom:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Smanjenja potrošnje vode može biti korisno za vodosnabdijevanje, konkurenciju za vodu i kvalitet vode</li> <li>• Porast potrošnje vode može smanjiti neto vodosnabdijevanje, povećati konkurenciju za vodu i smanjiti kvalitet vode</li> </ul>	<p>Uticaj na korišćenje vode po sektorima:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Navodnjavanje</li> <li>• Urbana/komunalna i industrijska upotreba vode u pojedinim podsektorima</li> <li>• Potrebe za električnom energijom</li> <li>• Rekreacija i turizam</li> </ul>
<p>Promjene u dopunjavanju podzemnih voda uzrokovane smanjenjem padavina:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Povećan dotok povećava prosječni godišnji kapacitet i nivo podzemnih voda</li> <li>• Smanjenjem dotok oboje se smanjuje</li> </ul>	<p>Uticaji na sisteme podzemnih voda:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prosječni godišnji kapacitet obnovljivih istema i/ili troškovi pumpanja za vodosnabdijevanje</li> <li>• Tabelarni nivoi podzemnih voda i potrebe za dreniranjem</li> </ul>
<p>Promjene u intenzitetu i vršnom površinskom oticanju atmosferskih voda izazvane temperaturom i padavinama usljed gomilanja/topljenja snijega i oluja:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Porast vršnog površinskog oticanja površinskih voda izaziva poplave, eroziju i prenošenje taloga, kao i negativne uticaje na zdravlje</li> <li>• Smanjenjem se smanjuje sve navedeno</li> </ul>	<p>Uticaj poplava/atmosferskih padavina na:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plavljenje rijeka i jezera gradskog, prigradskog i ruralnog zemljišta</li> <li>• Plavljenje gradskog i ruralnog zemljišta radi neadekvatne drenaže</li> <li>• Erozija i prenos taloga</li> <li>• Ruralno i prigradsko dreniranje</li> </ul> <p>Uticaji na zdravlje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bezbjednost vode za piće</li> <li>• Vektori koji prenose bolesti putem vode</li> </ul>
<p>Povećanje temperature površinskih voda uzrokovano temperaturom:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Porast temperatura i temperatura vode smanjuje kvalitet i produktivnost staništa i može degradirati ekosisteme</li> <li>• Smanjenje ima suprotan uticaj</li> </ul>	<p>Uticaji na:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kvalitet staništa</li> <li>• Produktivnost ekosistema</li> <li>• Distribuciju ekosistema</li> </ul>

**Tabela 5.1.** Rezime potencijalnih uticaja klimatskih promjena na vodne resurse

---

Radi ova dva problema potrebno je svesti globalni klimatski sistem (GCM) padavina na regionalni nivo korišćenjem regionalnih klimatskih modela (RCM), a zatim te podatke koristiti kao ulazne podatke za hidrološke modele koji mogu simulirati površinsko oticanje voda po bazenima (Prudhomme and Davis 2007). Ali se problem čak ni tu ne zaustavlja, pošto različiti načini za kreiranje klimatskih scenarija u RCM modelima na osnovu podataka o klimi koji su rezultat iz GCM modela mogu proizvesti bitne razlike u simuliranom površinskom oticanju, na primjer mjenjanjem varijabilnosti i intenziteta padavina, pri čemu se srednje godišnje vrijednosti održavaju na konstantnom nivou. Poplave su još komplikovaniji fenomen za simuliranje na preciznim geografskim i vremenskim skalama, čai i uz pomoć RCM modela, pa u tim slučajevima korišćenje simulatora atmosferskog vremena zasnovanih na prethodnim slučajevima za simuliranje ponašanja oluja unosi dalju neizvjesnot u simulacije uticaja klimatskih promjena na vodne resurse.

„Snažni“ zaključci koji se izводе u najnovijim procjenama IPCC o uticajima klimatskih promjena na vodne resurse simulacijom hidroloških modela korišćenjem podataka iz RCM modela su donekle ograničeni:

- Polu sušni regioni biće najosjetljiviji na klimatske promjene što se tiče vodnih resursa radi smanjenja površinskog površinskog oticanja i pražnjenja podzemnih voda. Onda nije iznenađujuće da će južni dijelovi Crne Gore biti najpodložniji klimatskim promjenama kako je prikazano u Prvoj nacionalnoj komunikaciji zemlje (MUPZZŠ, 2010)
- Gdje površinsko površinsko oticanje voda u velikoj mjeri zavisi od sniježnih naslaga i topljenja snijega, zagrijavanje ima tendenciju mijenjanja sezonskog karaktera površinskog oticanja voda kao rezultat smanjenih sniježnih padavina, povećanja kišnih padavina i ranijeg topljenja snijega. Ovo generalno smanjuje sezonsku promjenljivost površinskog oticanja voda, što može biti dobro ili loše u zavisnosti od tipa i granica kapaciteta slivnog područja za akumulaciju vode, kao i vremenske distribucije potreba za vodom. U planinskim slivovima u Crnoj Gori biće više kiše, a manje snijega. Granice sniježnog pokrivača nalaziće se na većim nadmorskim visinama. Biće pogođeni uobičajeni obrasci oticanja površinskih voda, pošto se atmosferske vode neće zadržavati na površini zemlje nego će oticati u rijeke i podzemne vode brže nego što je to slučaj sa naslagama snijega koje se vremenom polako tope. U malim rezervoarima i malim postrojenjima za proizvodnju hidro energije, promjene i vremenu površinskog oticanja mogu pogoditi sposobnost zadovoljavanja potreba za elektročnom energijom.
- Pogoršaće se kvalitet vode, a povećati prenos taloga radi smanjenja površinskog površinskog oticanja voda i visocije temperature vode. Uticaji na kvalitet vode biće najizraženiji u suvim područjima, gdje su tokovi niski i moguće nedovoljni za tretman otpada bez posezanja za sekundarnim i tercijarnim tretmanom, što je skupo.
- Klimatske promjene pogodiće rad i rukovanje postojećim i planiranim vještačkim hidrološkim sistemima. Kako bi se postigla maksimalna korist, mora postojati odgovarajući skladišni kapacitet i jačina toka za vrijeme vršne potrošnje električne energije. Klimatske promjene to mogu poremetiti.
- Toplija klima povećava vjerovatnoću pojave globalnih suša, a takva vjerovatnoća će rasti u pravcu od ekvatora prema polovima.
- Lokalni hidrološki ciklus će se na većini mjesta intenzivirati, povećavajući izglednost intenzivnijih kišnih padavina, a prema tome i povećane vršne tokove (poplave).

Skori svi ovi zaključci su veoma generalni, izvedeni iz lokalnih studija uticaja klimatskih promjena u određenim riječnim bazenima a, u nekim slučajevima, za prevođenje svedenih klimatskih rezultata GCM modela za velike rječne bazene koji koriste hidrološke modele rezultate površinsko oticanje atmosferskih padavina na lokalnom nivou. Činjenica da je veoma teško generalizovat ove uticaje

na lokalnom nivou bez detaljnog simuliranja važna je sa tačke gledišta modela, metofa i potrebnih podataka za simuliranje uticaja klimatskih promjena na vodne resurse.

### 5.3. Pristupi i metode za procjenu fizičkih uticaja klimatskih promjena

Mada je procjena šteta od klimatskih promjena relativno mlada oblast, veoma se dobro primjenjuje u poljoprivredi. To nije tako u sektoru vodnih resursa. Mali je broj studija koje mjere štete od klimatskih promjena ekonomskom vrijednošću, a one koje postoje ograničene su geografski su ograničene na pojedine velike riječne bazene u SAD (Vaux i Howitt 1984; Hurd et al. 1999 i 2004; Hurd i Coonrod), bazen rijeke Berg na Zapadnom Rtu Južne Afrike (Callaway et al. 2008, 2009) i rijeke Gambije u Africi (Njie et al. 2008). Ove studije se ne pominju u Četvrtom IPCC izvještaju o procjeni uticaja (IPCC 2007). Kao rezultat toga, naša razmatranja zasnovana su velikim dijelom na malom broju postojećih studija procjene i više na razmišljanjima o primjeni različitih metodoloških pristupa vrednovanju šireg opsega uticaja.

#### 5.3.1. Hido-ekonomski modeli

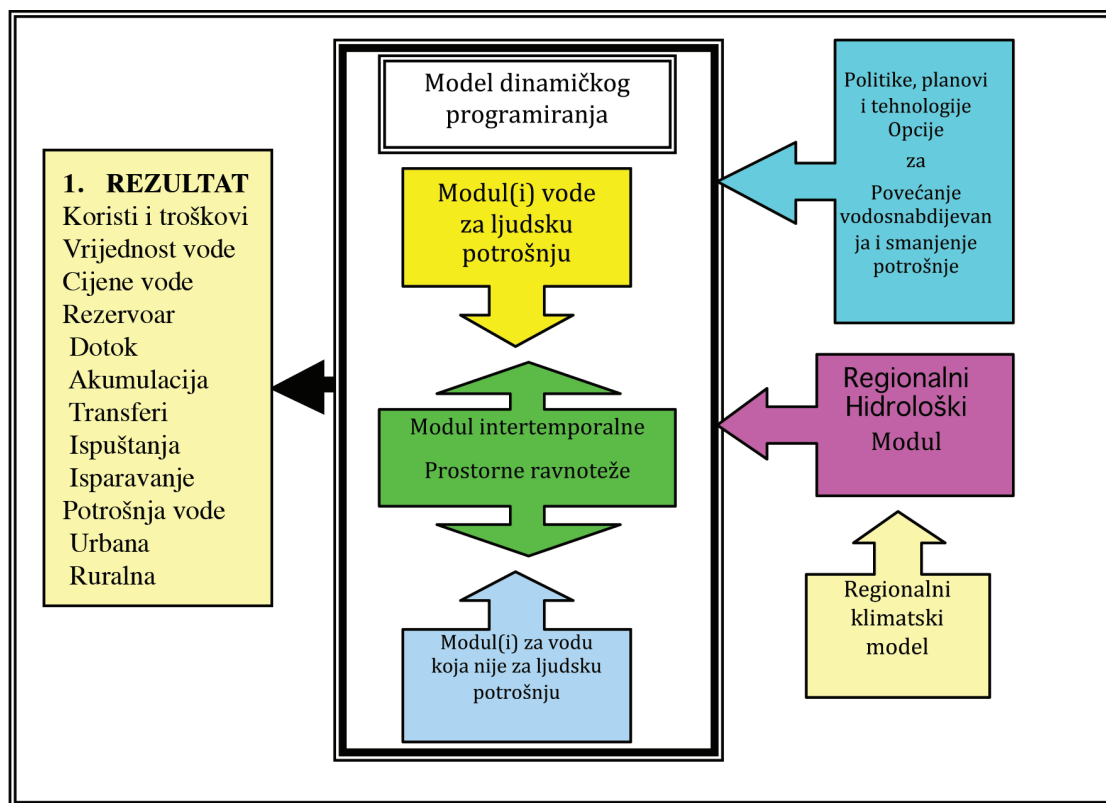
Većina gore navedenih studija koristi „hidro-ekonomski“ pristup modeliranju kako bi obuhvatile fizičke i ekonomske uticaje klimatskih promjena u velikim i malim riječnim bazenima. Ovu vrstu modela za procjenu šteta od klimatskih promjena prvi put je razvio Vaux and Howitt (1984) za velike regione sa vodnim resursima u Kaliforniji. Model je uspješno primijenio za klimatske promjene i druge aplikacije Booker (1990), kao i Booker i Young (1991, 1994) za bazen rijeke Kolorado, zatim Hurd et al. (1999 and 2004) za bazene rijeka Missouri, Delaware i Apalachicola-Flint-Chattahoochee u SAD, kao i Hurd et al. (2008) za bazen rijeke Rio Grande na jugozapadu Amerike. Nedavno je ovaj pristup primijenio Callaway et al. (2008, 2009) na bazen rijeke Berg u Južnoj Africi kako bi procijenio štete od klimatskih promjena, kao i koristi i štete od određenih adaptacionih mjera u cilju izbjegavanja takvih šteta.

Ovi modeli simuliraju ne samo prostorno raspoređene tokove i površinsko oticanje u bazenu do rezervoara i mjesta korišćenja vode, nego takođe i dimanički rad rezervoara, optimalnu podjelu vode na vodu koje jeste i nije za ljudsku potrošnju, kao i dugoročne investicije u infrastrukturu zasnovane na mješovitim ciljevima. Većina hidro-ekonomskih modela prepostavlja maksimalnu optimizaciju dobiti potrošača, koja je nametnuta kao kriterijum od tradicionalnog kriterijuma planera vodosnabdijevanja vezanog za bezbjednost vode i postojeće procedure za raspodjelu unutar bazena koje koriste subjekti koji upravljaju vodom.

Grafički prikaz generičkog modela dat je na Slici 5.1. Šema prikazuje tri vanjska izvora informacija koje pokreću hidro-ekonomske modele:

- **Regionalni klimatski model:** Ovaj model svodi rezultate globalnog klimatskog modela (GCM) i ukupno količini padavina i prosječnoj dnevnoj temperaturi, obično po mjesecima, tokom dugačkog vremenskog perioda (30-50 godina) za određene meteorološke stanice i mjere površinskog oticanja koje se koriste u bazenu za scenarije varijabilnosti /promjene klime.
- **Regionalni hidrološki model:** Ovaj model pretvara prostorno razvrstane podatke o mjesečnoj temperaturi i količini padavina za planski period predviđen modelom sa regionalnog klimatskog modela u: 1) mjesečno površinsko oticanje na različitim mjernim mjestima, 2) koeficijente mjesečnog isparavanja rezervoara za svaku akumulacionu branu, kao i 3) radi povećane temperature, mjesečni faktori prilagođavanja na promjene potreba za vodom u poljoprivredi i gradovima. **Ulazni podaci o politikama, planovima i tehnologijama:** Ovo predstavlja izvor informacija koje se mogu

koristiti za mijenjanje različitih parametara u osnovnom modelu za dinamičko modeliranje, da odrazi alternativne politike, planove i tehnologije na planu ponude i potražnje.



**Slika 5.1** Šematski prikaz generičkog hidro-ekonomskog modela koji se koristi za simuliranje ekonomskih uticaja na velike i male riječne bazene

Centralni dio hidro-ekonomskog modela obično je model za dinamičko, nelinearno programiranje (optimizacija). Sastoji se od tri međusobno povezana modula, kako slijedi. Dva modula predstavljaju ili eksplicitne procese vezane za ili prikaze po sistemu odozgo prema dolje potrošnje vode za ljudsku upotrebu i vode koja nije za ljudsku potrošnju, a koja je relevantna za bazen. U svim hidro-ekonomskim modelima potrebe za vodom za navodnjavanje određene su bilo eksplicitnim krivuljama potrošnje vode ili krivuljama potrošnje dobijenim iz modela procesa određenog sektora ili skupa aktivnosti vezanih za potrošnju vode. Na primjer, u studijama Callaway et al. (2008, 200) potreba za vodom za navodnjavanje izvedena je iz serije sedam modela optimizacije na nivou poljoprivrednog dobra ugrađenih u modul za vodu za ljudsku potrošnju, dok je opštinska i industrijska potrošnja vode u Kejp Taunu predstavljena eksplicitnim kosim opadajućim krivuljama potrošnje. U mnogim aplikacijama za modeliranje vode koja nije za ljudsku potrošnju koristi se takozvani model „funkcija štete“. Na primjer, u Hurd et al. (1999) nekoliko modela bazena obuhvatili su funkciju štete za transport vodenim putem gdje je gubitak neto prihoda prevoznika bio funkcija oticanja vode, što je faktor za dubinu kanala na određenim zahvatima rijeke. Funkcije potrošnje vode i štete u ovim modulima služe kao osnov za određivanje neto prinosa za vodu u objektivnoj funkciji modela (vidjeti u daljem tekstu).

Ove funkcije potrošnje vode/štete povezane su u svim ovim hidro-ekonomskim modelima sa intertemporalnim modulom prostorne ravnoteže. Ovaj model sastoji se iz tri dijela. Sadrži:

- *Objektivnu funkciju načina rada* – da maksimalno uveća neto postojeću vrijednost ekonomskih prinosa za vodu u bazenu umanjenu za troškove rada sistema i troškove optimalnog investiranja u infrastrukturu, kao što je akumulacija vode za vodosnabdijevanje.



- *Prostorna ograničenja* – koja povezuju tok vode između spoljnih čvorova površinskog oticanja, rezervoara za akumulaciju vode i tačaka potrošnje na način koji je fizički tačan za bazen.
- *Dinamička ograničenja* – koja održavaju intertemporalnu ravnotežu između akumulacije, površinskog oticanja i transfera vode u, kao i ispuštanja iz svakog rezervoara za akumulaciju koji je uključen u model.
- *Ograničenja koja se tiču sistema i politike* – koja određuju gornje i donje fizičke granice tokova vode i akumulacije vode u sistemu, kao i ograničenja u transferu vode i načinima potrošnje kako bi se opisala postojeća i alternativna pravila za rukovanje sistemom, kao i kratkoročnu i dugoročnu distribuciju vode.
- *Ograničenja pouzdanosti* – koja postavljaju donju granicu potrošnje vode po različitim korisničkim kategorijama u skladu sa kriterijumom „prije svega bezbjednost“ koji se tradicionalno koristi u planiranju rezervoarskih kapaciteta.

Simuliranje šteta od klimatskih promjena postiže se kroz četiri koraka, kako slijedi. Prvo, rezultati GCM klimatskog modela (padavine i temperatura) za dati vremenski period svode se na nivo bazena i pod-bazena za odgovarajući vremenski period, obično mjesečno. Drugo, koristi se prethodno podešeni hidrološki model za svaki bazen, pod-bazen ili slivno područje u modelu za dobijanje novih skupova izlaznih podataka o površinskom oticanju vode na svakom spoljnjem čvoru površinskog oticanja u modelu za svaki klimatski scenarij. Treće, koristi se model dinamičke prostorne ravnoteže za dobijanje informacija o vrijednosti neto prinosa vode od strane različitih sektora koji koriste vodu u modelu (uključujući troškove za štetu za neke sektore) za svaki klimatski scenarij. Konačno, vrijednost neto prinosa za vodu u objektivnoj funkciji može se uporediti za svaki scenarij klimatskih promjena sa vrijednošću baznog slučaja za utvrđivanje ekonomske vrijednosti šteta od klimatskih promjena. Pored informacija o štetama od klimatskih promjena vezanim za svaki klimatski scenarij, hidroekonomski modeli takođe mogu proizvesti mnogo drugih informacija (vidjeti Sliku 5.1) o fizičkim uticajima klimatskih promjena, uključujući uticaje na: potrošnju vode i implicitne cijene vode, površinsko oticanje vode, kapacitet i rad rezervoara, ulaganje u rezervoarske kapacitete i drugu infrastrukturu, i drugo.

### **5.3.2. Potrebni podaci za hidroekonomski model**

Za hidroekonomske modele potrebe su tri vrste podataka:

- Za svođenje promjenljivih veličina za klimu na regionalne razmjere
- Za prilagođavanje hidroloških modela slivnim područjima u modelu
- Za izgradnju modela za dinamičko programiranje
- Za simuliranje fizičkih uticaja klimatskih promjena i procjenu šteta od klimatskih promjena

Prva dva koraka ne obuhvataju ekonomsko modeliranje, pa se tu razmatraju samo šire potrebe za podacima. Način svođenja podataka, bilo statistički, koristeći uzajamne odnose i kovarijanse u podacima o klimi iz meteoroloških stanica ili koristeći klimatski model zasnovan na više fizičkim osobinama, odnosno moguće hibridni model nastao kombinacijom ova dva modela, često zavisi od alata koji su na raspolaganju u datom regionu. U svakom slučaju, bilo da se vrši procjena parametara statističkog modela ili podešavanje modela zasnovanog na fizičkim osobinama, mora se imati razumno dug zapis podataka o homogenim vremenskim serijama, bez trendova, o relevantnim meteorološkim varijabilama. Pored toga, ove serije podataka treba podijeliti na dva različita dijela; jedan za procjenu parametara statističkog modela za podešavanje parametara modela zasnovanog na fizičkim osobinama, a drugi

---

za upoređivanje simuliranih podataka i podataka prikupljenih posmatranjem. Modeli zasnovani na fizičkim osobinama dodatno otežavaju rad zato što se moraju koristiti skupovi geografskih podataka za predstavljanje važnih osobina lokalnog pejzaža i vegetacije koji utiču na lokalne klimatske procese, kao što je tip terena i pokrivača. Podešavanje hidroloških modela za dobijanje tačnih rezultata zahtijeva dodatno podešavanje i testiranje skupova podataka za izlazne podatke modela kao što su površinsko oticanje vode i meteorološki ulazni podaci. Jednostavno, modeli za izradu bilansa vode zahtijevaju samo ograničene dodatne podatke koji se odnose na promjene u očinajuu voda prouzrokovane lokalnim geografskim osobinama, dok su modeli sa prostorno raspoređenim paramentrima mnogo zahtjevniji u pogledu podešavanja i testiranja.

Izrada dijela hidroekonomskog modela za dinamičko programiranje je zahtjevan zadatak, ništa drugačiji od izrade modela prostorne ravnoteže u sektoru poljoprivrede, kao što je opisano u prethodnom poglavlju. Da bi se tačno predstavila potrošnja vode u različitim sektorima unutar bazena potrebni su ili podaci koji predstavljaju fizičke procese i troškove vezne za potrošnju vode po određenim sektorima, koristeći pristup odozdo prema gore, ili potrebne podatke za procjenu postrošnje koja je osjetljiva na cijenu po određenim sektorima, koristeći pristup odozgo prema dolje. Takođe moramo imati dovoljno informacija o postojećim prirodnim i vještačkim hidrološkim sistemima u bazenu da bi tačno povezali površinsko oticanje vode na mnogim različitim tačkama prema rezervoarima i mjestima potrošnje, uzimajući u obzir sve mogućnosti za vodu koja se operativno kreće u bazenu. Takođe se moraju imati informacije o maksimalnom i minimalnom protoku koji može da se javi na određenim tačkama u sistemu radi fizičkih ograničenja u prirodnim i vještačkim sistemima, kao i informacije o rezervoarskim kapacitetima za sve rezervoare. Konačno, mora se znati kako se voda distribuira u bazenu i kako to nameće ograničenja na protok vode i fizičko zahvatanje vode od strane individualnih korisnika.

Konačno, za procjenu fizičkih uticaja šteta od klimatskih promjena potrebne su serije izlaznih podataka o padavinama i temperaturi za jedan ili više klimatskih scenarija, da bi počeo proces simuliranja koristeći metodologiju svođenja na regionalne razmjere ili klimatski model. Takođe su potrebni podaci koji odražavaju socio-ekonomske faktore na lokalnom nivou koji djelimično utvrđuju potrošnju vode pomjeranjem funkcija potrošnje vode na odgovarajući način unutar različitih sektora potrošnje vode, kao i podatke o postojećim ili planiranim politikama u oblasti voda koje bi mogle uticati na način distribuciji vode u bazenu.

Obzirom na potrebne podatke i resurse za prikupljanje podataka i izradu modela, nije iznenađujuće da je broj stručnjaka iz oblasti hidroekonomije prilično mali (ali se rapidno uvećava), kao i broj studija. Sa druge strane, uspjeh koji imaju američki i evropski univerziteti u razvoju kapaciteta diplomiranih studenata za izradu modela za poljoprivredni sektor, iste kategorije opštih modela, sugerise da je, mada malo zastrašujuće, sigurno moguće obučiti ekonomiste za izradu i implementaciju hidroekonomskih modela. Glavno pitanje odnosi se na prihvatanje ekonomskih modela uopšte od strane stručnjaka za vodne resurse.

### ***5.3.3. Modeliranje ostalih sektora pomoću hidroekonomskih modela***

Najprivlačnija osobina korišćenja hidroekonomskih modela za procjenu šteta od klimatskih promjena je to što se ovi modeli mogu koristiti da se dođe do prilično velikog broja, mada ne svih, uticaja klimatskih promjena na vodne resurse. Postojeće studije o hidroekonomskim modelima bile su u stanju da procijene štete od klimatskih promjena vezane za potrošnju vode za navodnjavanje i izbjegavanje

štete od zaslanjivanja vode, komunalnu i industrijsku potrošnju, termičko hlađenje i proizvodnju hidro energije, vodeni prevoz, rekreaciju na vodi, prečišćavanje otpadnih voda i sezonsko, ali ne slučajno plavljenje.

Glavno ograničenje hidroekonomskih modela je to što radeći toliko mnogo urade veoma malo pošto stalno koriste prečice radi toga što obrađuju podatke za veliki vremenski period (mesečno), bez dovoljno izoštrene prostorne rezolucije ili nemajući dovoljno detaljnih podataka za tačnu karakterizaciju procesa, relevantnih osobina izgrađene sredine i ljudskog ponašanja. Radi toga, razmatramo neke alternativne pristupe koji se mogu koristiti za dobijanje boljih i/ili različitih rezultata u različitim kategorijama uticaja i sektorima.

### **Plavljenje**

Hidroekonomski modeli mogu odraziti regionalno plavljenje na osnovu ranog otapanja snijega zbog konzistentnog topljenja snijega zbog toplijeg kraja zime i početka proljeća nego što je to uobičajeno, korišćenjem mjesečnog vremenskog intervala. Prema tome, funkcije štete karakteristične za lokaciju vezane za ekonomske gubitke radi površinskog oticanja vode, na osnovu prethodnih procjena šteta od poplava, mogu se unijeti u objektivnu funkciju da odraze gubitke vezane za poplave (Hurd et al. 1999). Povoljna osobina modeliranja regionalnog plavljenja u hidroekonomskom okviru je ta što će model simulirati optimalan rad rezervoara koji je u skladu sa višestrukim ciljevima kontrole vodosnabdijevanja i plavljenja, kao i druge mješovite ciljeve koji se reflektuju u vidovima potrošnje u modelu.

Ipak, mjesečni vremenski interval je prekratak za predviđanje slučajeva poplava (oluja), što predstavlja ozbiljan rizik u mnogim dijelovima svijeta. Za to je potreban model napravljen isključivo za modeliranje poplava koji može simulirati vršne količine površinskog oticanja na sat, fizičke posljedice takvog vršnog površinskog oticanja po ekosisteme koji su predmet upravljanja ili ne, kao i izgrađenu okolinu, a zatim prevesti te posljedice štete u vrijednost štete. Jedan takav model LISFLOOD (deRoo et al. 2000) trenutno se koristi za procjenu šteta od klimatskih promjena usljed plavljenja u nekoliko bazena u EU (Feyen et al. 2006, 2007). Model simulira prostorne i vremenske šeme odgovora bazena na količinu padavina u toku jednog sata u velikim riječnim bazenima kao funkcije topografije, zemljišta, površine i namjene zemljišta. Model precizno izračunava količinu površinskog oticanja i smjer kretanja u skladu sa fizičkim karakteristikama riječnih kanala i plavnih područja oko rijeka. Ovaj podatak pretvara se u poplavljenu površinu i dubinu vode u poplavljenim područjima. Model simulira procjenu šteta od poplava koristeći detaljne podatke za područje o vrijednosti zemljišta i infrastrukture u plavnoj ravnici pri različitim visinama poplave u svakom poplavljenom području i primjenjujući ih na informacije o dubini vode koristeći funkcije za izračinavanje štete od dubine vode. Ove štete se sabiraju na čitavim poplavljenim područjima kako bi se dobila procjena šteta od poplava.

Modeli kao LISFLOOD mogu se koristiti za procjenu poplava skoro bilo koje vrste usljed promjenljivosti klime. Ključ za njihovo korišćenje za procjenu klimatskih promjena je da se polja padavina iz GCM i RCM modela pretvore u temporalnu, a ponekad i prostornu rezoluciju potrebnu za simuliranje poplave bazirane na slučaju. Ovo se može postići korišćenjem „meteorološkog generatora“ koji mogu prevesti klimatske podatke u vremenske prilike iz sata u sat, na osnovu uočenih odnosa između klime i vremena na postojećim meteorološkim stanicama. Ovi modeli takođe zahtijevaju mnogo informacija o namjeni zemljišta na nivou poprečnog presjeka, radi usmjeravanja poplava i procjene ekonomskih šteta kao funkcije podizanja nivoa vode. Potrebne ekonomske informacije za razvijanje ovih funkcija štete su takođe obimne radi precizne prostorne rezolucije u modelu.

---

## Potreba za rekreacijom na vodi i turizam

Rekreacija na vodi uključena je u hidroekonomske modele (Hurd et al. 1999) u obliku funkcija šteta vezanih za površinsko oticanje vode i novo jezerske vode po dobrobit iz odnosnih studija u bazenu. Detaljniji opis procjene ekonomskih uticaja klimatskih promjena na rekreaciju dat je u poglavlju 4. Ipak, možemo ukratko rezimirati glavni pristup koji se može koristiti za procjenu šteta od klimatskih promjena po rekreaciju na vodi u mikroekonomskim studijama.

Pristup zasnovan na troškovima putovanja koji se uvodi u poglavlju 4 široko se koristio za procjenu načina na koji promjene u životnoj sredini utiču ne samo na putovanja turista do mjesta za rekreaciju, nego i na njihovu dobrobit. U slučaju rekreacije na slatkovodnim tokovima, stopa površinskog oticanja rijeke i nivo jezera mogu biti važne determinante za potrebe rekreacije (Cameron et al. 1996). Oba parametra se zasnivaju na površinskom oticanju vode, a u manjoj mjeri na isparavnje površinskih voda, biljaka i zemljišta, što je ukupno vezano za padavine i/ili temperaturu. Kada sve sakupimo i imamo pravi skup podataka, to znači da bi trebali biti u mogućnosti da procijenimo parametre regresivnog modela koji objašnjava promjene u mjeri rekreativnih potreba (putovanja, broj rekreativnih dana, noćenja, itd.) kao funkciju relevantnih klimatskih promjenljivih veličina, putnih troškova iz mjesta polaska to destinacije za rekreaciju, kao i različite kontrolne promjenljive veličine koje odražavaju druge karakteristike lokacije i karakteristike rekreativaca.

Koristeći ovu vrstu pristupa Mendelsohn i Markowski (1999) su bili u mogućnosti da simuliraju promjene i rekreativnim potrebama i dobrobiti (spremnost vezana za plaćanje) pomoću promjena parametara temperature i količine padavina za sedam različitih kategorija rekreacije u Sjedinjenim Državama. Na značajno drugačijem vodotoku, Cameron et al. (1996) procijenili su promjene u participiranju u rekreativnim aktivnostima i dobrobiti usljed promjena stope površinskog oticanja i nivoa vode na brojnim lokacijama za rekreaciju na rijeci Kolumbiji u Sjedinjenim Državama i Kanadi. Mada promjene u hidrologiji nisu bile uzrokovane klimom, nego promjenama u radu sistema, pristup je i dalje ispravan. Interesantna razlika između dvije studije je ta što su Mendelsohn i Markowski koristili informacije o uočenim potrebama za rekreacijom, dok su Cameron et al. Pitali ljude kako bi promijenili distribuciju svojih putovanja na različita mjesta ako bi se suočili sa promjenama u površinskom oticanju vode i nivou jezera, kao što je prikazano na simuliranim fotografijama mjesta za rekreaciju.

## Prečišćavanje otpadnih voda

Prečišćavanje otpadnih voda u razvijenim zemljama i zemljama u razvoju većinom se prvenstveno ili djelimično oslanja na korišćenju vode za ublažavanje zagađenja iz mnogih različitih izvora, putem primarnog ili sekundarnog tretmana. Ipak, kako se opterećenje zagađenjem povećava ili nivo vode opada, opštine će se morati suočiti sa porastom zagađenja vode ili preći na tercijarni tretman i dezinfekciju kako bi dostigle dati skup standarda kvaliteta vode sa značajno višim troškovima (Hurd et al. 1999). Na taj način smanjenje površinskog oticanja vode uzrokovano klimom moglo bi voditi smanjenju dobrobiti od čiste vode, kao što je procijenjeno u brojnim studijama (Smith i Desvougues 1983, 1985 and 1986), ili porastu troškova za prečišćavanje otpadnih voda kako bi se održali postojeći standardi.

Hurd et al. (1999) su „prenijeli” procjenu koristi od sekundarnog tretmana na rijeku Missouri radi uspostavljanja funkcionalnog odnosa između dobrobiti od kvaliteta vode i količine površinskog

oticanja na različitim tačkama rijeke i modeliranih troškova dodatnog tercijarnog tretmana kao funkcije smanjenja u količini oticanja ispod praga koji bi zahtijevao tercijarni tretman, zadržavajući konstantne standarde za kvalitet vode (BPK).

Za ponavljanje analize bilo bi potrebno ustanoviti kako površinsko oticanje vode utiče na relevantne parametre kvaliteta vode i povezati površinsko oticanje vode sa klimatskim promjenama za glavne gradove gdje se koristi voda iz rijeka za prečišćavanje otpadnih voda. Analiza dobrobiti od poboljšanja kvaliteta vode zahtijevala bi dodatni rad u formi lokalnih mikroekonomskih studija za procjenu dobrobiti od čiste površinske vode na različitim lokacijama. Takva analiza mogla bi se napraviti pomoću modela troškova putovanja zasnovanog na karakteristikama troškova, gdje parametri zagađenja vode predstavljaju karakteristike lokacije, ili direktnim anketiranjem ljudi o njihovoj spremnosti da plate za poboljšanje kvaliteta vode na različitim mjestima. Oba pristupa zahtijevaju mnogo podataka i vremena, uzorke sastavljene od velikog broja odgovora, veoma detaljne ankete i sofisticirano projektovanje anketa, kao i primjenu prilično sofisticiranih statističkih i ekonomskih analitičkih tehnika za procjenu parametara modela i simuliranje uticaja klimatskih promjena. Izrada procjena dodatnih troškova tercijarnog tretmana, usljed smanjenja površinskog oticanja vode, bi sa druge strane zahtijevala procjenu graničnih vrijednosti površinskog oticanja vode gdje bi se morao primijeniti tercijarni tretman kako bi kvalitet vode i dalje odgovarao važećim standardima, kao i procjenu troškova investicije, rada i održavanja postrojenja za tercijarni tretman i aktivnosti za različite gradove.

### **Proizvodnja hidro energije**

Mada je upotreba vode za proizvodnju električne energije sadržana u određenim hidro-ekonomskim modelima (Hurd, 1999), prikazana je djelimično, ograničeno samo na određene riječne bazene. Nije uzeto u obzir međusobno djelovanje između hidroelektričnih sistema i drugih izvora snabdijevanja električnom energijom na mreži, kao i potreba za električnom energijom. Detaljna studija uticaja klimatskih promjena na hidroelektrične sisteme zahtijeva posmatranje sistema kao cjeline, počevši od pojedinačnih postrojenja.

Količina električne energije koja se može proizvesti iz date akumulacije zavisi od radnih karakteristika postrojenja a proizvodnju hidro energije, koliko se vode iz akumulacije može usmjeriti da pokreće turbine, kao i koliki pritisak proizvodi ta voda. Obzirom na nepostredni proizvodni kapacitet hidroelektrane, samo posljednja dva faktora su zaista važna za određivanje količine električne energije koja se trenutno može proizvesti do tog maksimalnog kapaciteta. Obje ove promjenljive veličine suštinski su funkcija količine vode u rezervoaru, uzimajući u obzir odnos između količine i nivoa vode u rezervoaru, izračunate pomoću krivulje za izračunavanje zapremine pomoću konturnih linija. Akumulacije na riječnim tokovima imaju čak manji broj promjenljivih veličina o kojim treba brinuti. Bez izgrađenih akumulacija, proizvodnja električne energije zavisi samo od zapremine trenutnog protoka.

Za obje vrste postrojenja, smanjenjem količine protoka smanjuje se količina električne energije koja se može proizvesti. Ipak, gdje voda za pokretanje turbina dolazi iz izgrađene akumulacije, akumulacija vrši ulogu filtera tako da se utučaj smanjenja protoka može vremenski odložiti, ili raširiti tako da pokrije više budućih vremenskih perioda. U tom slučaju, vrijeme potrošnje električne energije postaje važno, a taj faktor zahtijeva razmotrimo da li preostali kapacitet za proizvodnju električne energije može odgovoriti na trenutni obim potrošnje električne energije, uzimajući u obzir smanjenje protoka koji može stvoriti privremenu šupljinu u profilu snabdijevanja elektročnom energijom. Tako, da bi se tačno analizirali uticaji klimatskih promjena na proizvodnju hidroenergije, mora se imati mnogo šira predstava o sistemu koja obuhvata kompletan profil snabdijevanja električnom energijom i kako



---

se električna energija isporučuje tako da se zadovolje kratkotrajne promjene u obimu potrošnje. Dugoročno gledano, potrebno je razmotriti uticaje klimatskih promjena na investiranje u kapacitete za proizvodnju električne energije koji ne koriste hidro energiju, iz kojih bi se mogao nadoknaditi dio izgubljenog kapaciteta za proizvodnju hidro energije. Zatim, u svim ovim slučajevima, treba uzeti u obzir da će dio potrošnje električne energije biti pogođen klimatskim promjenama kroz pomjeranje sezonske temperature, što pogađa kapacitet sistema i mješovitu proizvodnju električne energije koja je potrebna za zadovoljavanje osnovnog opterećenja i vršne potrošnje.

Konačno, u vrijednost kratkoročnih gubitaka u proizvodnji hidro energije usljed šteta izazvanih klimatskim promjenama moraju se uračunati dodatni troškovi distribucije električne energije iz skupljeg izvora za proizvodnju električne energije kako bi se zadovoljile trenutne potrebe. U nešto dužem periodu, pri procjeni štete od klimatskih promjena treba uzeti u obzir da je jedna od opcija elektroprivrede povećanje cijena električne energije, što gubitak potrošača. Konačno, tamo gdje su sve veličine promjenljive, takođe se moraju izračunati dodatni investicioni troškovi i njihov uticaj na energetske sistem, da se utvrdi kako klimatske promjene utiču na proizvođače i potrošače električne energije.

### **Pozemne vode**

Od svih oblasti obuhvaćenih procjenom uticaja klimatskih promjena na vodne resurse, najmanje znamo o pozemnim vodama. To se nije mnogo promijenilo u periodu između trećeg i četvrtog izvještaja o procjeni uticaja (IPCC 2001, 2007). Glavnu poteškoću predstavlja nedostatak sistematskog kartiranja područja i modeliranja sistema podzemnih voda. To nije iznenađujuće. Nije bilo primjene hidro-ekonomskih modela na postojeće resurse pozemnih voda, niti je na odabranim lokacijama bilo dovoljno podzemnih voda da bi se o tome brinulo. Glavni izuzetak je trenutni rad McCarl sa kolegama (2001 and 2005) na izdanu Edwards u Teksasu. Ovaj rad zasniva se na modelu prostorne ravnoteže (Williams, McCarl and Chen 2006) potrošnje vode regionalnog poljoprivrednog i komunalnog sektora. Dio modela kojim se utvrđuju potrebe za vodom povezan je sa 3-dimenzionalnim modelom kraške izadani koji je onda povezan sa spoljašnjim regionalnim klimatskim modelom kojim se utvrđuje raspoloživa količina padavina za dopunu izdani na određenim tačkama za dopunu. Model može simulirati za svaki dati klimatski scenarij međusobno djelovanje sektora koji koriste vodu iz izdani, kao i uticaje na neto prinos od vode potrošača koji koriste vodu iz ove izdani.

### **5.4. Postojeći kapacitet za procjenu šteta uzrokovanih klimatskim promjenama u Crnoj Gori**

Kapacitet za simuliranje uticaja promjena u temperaturi i količini padavina na promjene u površinskom oticanju voda u rječnim bazenima postoji u Crnoj Gori, ali čini se da je veoma elementaran. Potrebni su modeli bilansa voda ili savršeni modeli površinskog oticanja voda za simuliranje uticaja promjena temperature i padavina na površinsko oticanje voda, isparavanje iz rezervoara i potencijalno isparavanje iz biljaka u modelu hidro-ekonomskog bazena. Na osnovu podataka iz Prve nacionalne komunikacije, izgleda da je postojeći kapacitet za simuliranje uticaja izazvanih klimom na površinsko oticanje voda ograničen na statističke metode koji se koriste samo za uspostavljanje korelacije između uočenog površinskog oticanja i količine padavina. Nismo vidjeli da postoji model površinskog oticanja atmosferskih voda (ili studija koja koristi takav model) koji je podešen za određeni bazen u zemlji, a zatim primijenjen za simuliranje uticaja klimatskih promjena na bilanse voda u različitim djelovima bazena.

Hidroekonomski modeli za bazene u Crnoj Gori ne postoje. Međutim, to nije iznenađujuće pošto su stručna znanja za izradu takvih modela ograničena na mali broj razvijenih zemalja, mada je to relativno novo polje, ali se razvija. Pored toga, pitanje je da li Crnoj Gori treba takav napredan tip modela kao pomoć za planiranje razvoja vodnih resursa još neko vrijeme. Ono što joj treba je kapacitet za izradu hidro-ekonomskih modela koji mogu pomoći u vođenju postojećeg razvoja. To znači modeli koji se mogu koristiti za planiranje budućih postrojenja za proizvodnju hidro energije i optimizaciju njihove veličine u skladu sa promjenljivošću klime i klimatskim promjenama u ekonomskom okviru. Tradicionalno se na rizik vezan za klimu i potrošnju vode odgovaralo izgradnjom dodatnih akumulacionih kapaciteta brana kako bi se povećala njihova pouzdanost. To se radi pomoću istorijskih podataka o površinskom oticanju koji se koriste za projektovanje budućeg oticanja kako bi se osiguralo da brana može prihvatiti postojeće količine oticaja. Ipak, u buduću će klimatske promjene promijeniti uobičajeno površinsko oticanje na način koji se teško može predvidjeti. Ovo povećava mogućnost, kao što je rečeno ranije u studiji, da planeri projektuju prevelike ili premale elektrane, u smislu mogućnosti za punjenje akumulacije i djelotvoran rad brane u skladu sa projektovanim kapacitetom. Ovaj novi oblik rizika ograničava staru strategiju smanjivanja rizika povećanjem veličine brane. Da bi se to riješilo, nije potrebno samo uračunati faktor klimatskih promjena u buduću projekciju oticanja površinskih voda, nego i različite metode za savladavanje rizika, kao što je smanjivanje „žaljenja“ usljed planiranja klimatskog scenarija koji se u stvari ne mora dogoditi u budućnosti (Matalas i Fiering 1977).

### **5.5. Preliminarna procjena uticaja klimatskih promjena na proizvodnju hidro električne energije, rijeka Piva**

Obzirom na sadašnju i buduću važnost proizvodnje hidroenergije za privredu Crne Gore i situaciju u oblasti vodnih resursa, odlučili smo da napravimo preliminarnu procjenu uticaja klimatskih promjena na bruto prihode od proizvodnje električne energije u hidroelektrani na rijeci Pivi. Brana na rijeci Pivi izgrađena je 1975. godine kada je nastalo veliko jezero, treće po veličini u obje zemlje, Crnoj Gori i Srbiji. Maksimalna površina akumulacije iznosi 112.5 km<sup>2</sup>, a najveća dubina 188 m. Maksimalni rezervoarski kapacitet iznosi oko 790-800 miliona m<sup>3</sup>. Instalirana snaga hidroelektrane na brani Mratinje iznosi 342 MW, sa maksimalnim godišnjim proizvodnim kapacitetom od 860MWh električne energije.

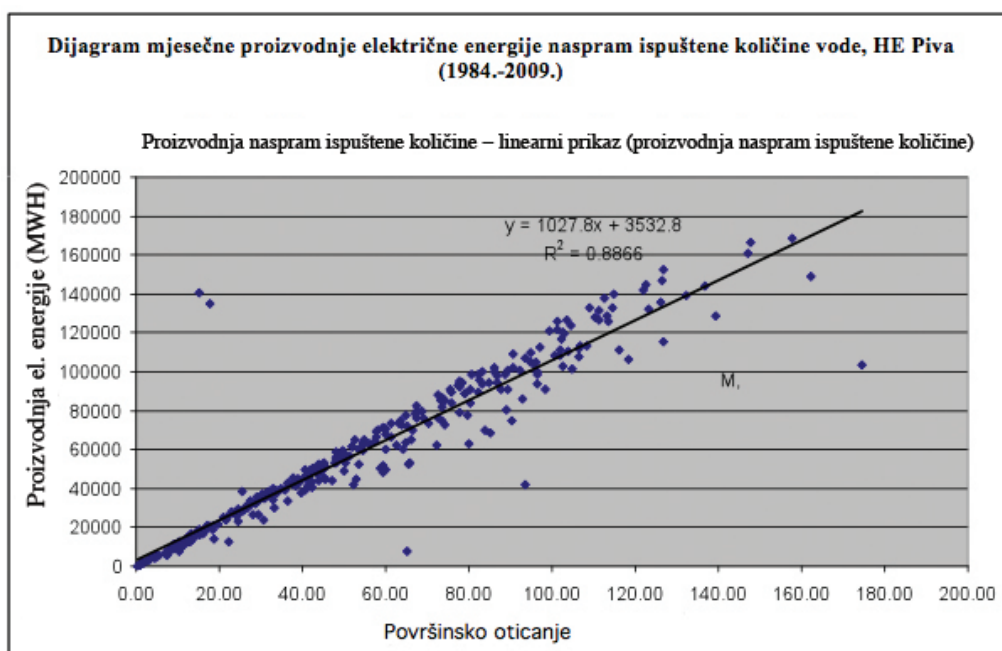
Za sveobuhvatnu procjenu šteta od klimatskih promjena po određenu elektranu ili grupu elektrana trebalo bi preduzeti sljedeće korake:

- Simuliranje uticaja klimatskih promjena na površinsko oticanje u akumulaciju i isparavanje površinskih voda, koristeći regionalni klimatski model zajedno sa površinskim oticanjem atmosferskih voda za pogođene bazene.
- Simuliranje uticaja klimatskih promjena na domaću potrošnju i izvoz električne energije.
- Koristeći model za upravljanje rezervoarom (hidro-ekonomski model) za simuliranje mjesečnog rada rezervoara tokom vremena za svaki rezervoar, balansirati raspoloživost vode za proizvodnju električne energije sa potrošnjom električne energije.
- U toku procesa, hidro-ekonomski model bi proizveo procjenu uticaja klimatskih promjena na godišnji bruto i neto prihod, po godinama, za svaku elektranu, kao i prateće neto trenutne vrijednosti takvih gotovinskih tokova tokom vremena. Model bi takođe izračunao uticaj na ekonomsko blagostanje potrošača radi visočijih cijena električne energije.

Pošto svi modeli i svi potrebni podaci da bi se to uradilo nisu razvijeni, pristup koji se ovdje koristi za izračunavanje šteta od klimatskih promjena zasniva se na mnogo ograničenijim podacima. Korišćena

je sljedeća metodologija. Prvo, ustanovljen je statistički odnos između mjesečnog ispuštanja vode iz rezervoara i količine proizvedene električne energije. Ukoliko se brana ne koristi i u druge svrhe koje su u značajnom sukobu sa proizvodnjom električne energije, između te dvije promjenljive veličine trebalo bi postojati blizak na mjesečnom (ali ne mora i na godišnjem) nivou. To je jednostavno zato što veći dio vode koja se ispušta iz rezervoara (izuzimajući prelivanje) prolazi kroz turbine koje proizvode električnu energiju. Čak ukoliko to i nije slučaj, šema fluktuacije iz mjeseca u mjesec trebala bi biti veoma blizu. Kako bi se to testiralo razvijeni su jednostavni linearni statistički modeli (tj. regresija) da se objasni mjesečna varijacija između proizvodnje električne energije i mjesečnih ispuštanja vode iz rezervoara, mjesečnog oticanja površinskih voda i mjesečnih akumulacija (svaki put po jedna vrijednost), koristeći podatke prikupljene posmatranjem u periodu 1984-2009, dobijene od operatera elektrane.

Slika 5.2 prikazuje vezu između mjesečne proizvodnje električne energije (na vertikalnoj osi, a mjesečno ispuštanje vode na horizontalnoj osi). Odnos je prilično linearan, kao što prikazuje linija regresije koja prolazi kroz sve podatke<sup>27</sup>. Pored toga linearni model koji se koristi da podesi ovu liniju prema podacima objašnjava oko 88 procenata varijacija između mjesečne proizvodnje električne energije i ispuštanja vode.



**Slika 5.2** Dijagram mjesečne proizvodnje električne energije pri različitim stopama mjesečnih količina ispuštene vode za branu Mratinje na rijeci Pivi (1984-2009)

Procjene promjena u proizvodnji električne energije usljed smanjenja površinskog oticanja bile su zasnovane na pretpostavci da je, da bi se proizvela električna energije, najmanje isto tolika količina (a vjerovatno više) površinske vode treba da dotiče u rezervoar u nekom momentu kako bi prošla kroz turbine (u vidu ispuštene vode). Ovo je bezbjedna pretpostavka pošto će usljed gubitaka iz rezervoara isparavanjem i curenjem količina ispuštene vode uvijek biti manja od ukupnog površinskog oticanja, prilikom objašnjavanja razlike u akumulaciji u rezervoaru. Ipak, objašnjavanje ovih razlika u akumuliranim količinama tokom vremena je važno pošto će količina električne energije koja se može isporučiti u toku vremenskog perioda dužine jednog mjeseca zavistiti od udaljenosti između

<sup>27</sup> Regresiona linija je dobijena korišćenjem linearnu jednačinu prikazanu unutar dijagrama: mjesečna proizvodnja (y) = 3531.8 + 1027.8 \* mjesečna količina ispuštene vode (x).

površine rezervoara i lopatica turbine, što je u osnovi funkcija akumulacije u rezervoaru. Razlike u količini akumulirane vode takođe su važne za odnos između površinskog oticanja i ispuštanja vode zato što, u zavisnosti od odnosa između skladišnog kapaciteta i vremena i obima oticanja i ispuštanja, period koji je potreban da se rezervoar dopuni vodom ne mora se vremenski poklapati sa momentom ispuštanjem vode. Radi toga, da bi se tačno procijenili uticaji smanjenog površinskog oticanja na proizvodnju električne energije potrebno je koristiti model rezervoara koji u najmanje pravi ravnotežu između početka i kraja punjenja rezervoara (za dati vremenski period) i površinskog oticanja (dotoci), isparavanja i spuštanja vode.

U nedostatku vremena i sredstava za implementaciju takvog modela, upotrebila se kratica, naime: pretpostavljeno je da mjesečno oticanje vode mora biti u ravnoteži sa količinom vode koja se mjesečno ispusti, umanjena za količinu isparavanja.<sup>28</sup> Uz ovu pretpostavku, uticaju klimatskih promjena na oticanje simulirani su smanjivanjem uočenog mjesečnog volumena površinskog oticanja za period 1976-2009 (što je predstavljalo osnovni slučaj) za procenete prikazane u Tabeli 5.2. Ova mjesečna smanjenja korišćena su za proračun prosječnog mjesečnog, godišnjeg i prosječnog godišnjeg oticanja usljed klimatskih promjena za dva klimatska scenarija. Svi podaci o površinskom oticanju i proizvodnju električne energije potiču od operatera brane. Podaci za ovaj postupak dobijeni su od operatera brane. Nakon toga jednačina za linearnu regresiju prikazana na Slici 5.2 primijenjena je na mjesečne podatke o oticanju vode za bazni slučaj, kao i na dva klimatska scenarija radi simuliranja proizvodnje električne energije u baznom slučaju i uticaja klimatskih promjena na mjesečnu proizvodnju električne energije u klimatskim scenarijima (pod pretpostavkom da mjesečno ispuštanje vode ne može biti veće od mjesečnog oticanja). Konačno, promjene u projektovanoj proizvodnji električne energije iz bazne studije izračunate su svaki scenario klimatskih promjena. Zatim je vrijednost ovih simuliranih promjena u proizvodnji električne energije usljed klimatskih promjena ekonomski procijenjena korišćenjem cijene od 82 €/MWh<sup>29</sup>.

**Tabela 5.2** Procentualno smanjenje mjesečnog prosječnog oticanja pretpostavljeno u ekonomskoj analizi za dva klimatska scenarija i bazni slučaj

Scenarij klimatskih promjena	Procentualno smanjenje u oticanju po periodu			
	Dec. – Feb.	Mar. – Maj	Jun – Avg.	Sep. – Nov.
Bazni slučaj	0 %	0 %	0 %	0%
A1B BB	-10 %	-10 %	-5 %	-20 %
A1B DB	-30 %	-10 %	-15%	-40%

Izvor: Podaci iz Prve godišnje komunikacije Crne Gore za UNFCCC (MUPZZŠ, 2010).

Ovi rezultati prikazani su u Tabeli 5.3. U scenariju A1B BB prosječna godišnja proizvodnja električne energije u elektrani pada sa oko 750 MWh u periodu kada je formulisan bazni slučaj na oko 665 MWh. To proizvodi prosječni gubitak u bruto prihodima od oko 6.6 miliona €/god. Za slučaj A1B DB, prosječna godišnja proizvodnja električne energije opada još više, na oko 590 MWh, dok prateći gubitak u bruto operativnim prihodima još više pada na oko 13 miliona €/god. Treba imati na umu

<sup>28</sup> Pretpostavka da godišnja količina oticanja mora biti u ravnoteži sa godišnjom količinom ispuštene vode, umanjenoj za isparavanje, takođe je testirana i rezultati nisu bili značajno različiti. Razlog što je pretpostavka o mjesečnom bilansu oticanja zadržana je zato što je to omogućilo mijenjanje količine oticanje na mjesečnim osnovama koristeći scenarije za klimatske promjene A1B BB i A1B DB.

<sup>29</sup> Cijena je zasnovana na lokalnim stručnim procjenama stručnog tima za Nacionalnu komunikaciju korišćenjem važećih cijena za uvoznu električnu energiju.

da su ove procjene napravljene na osnovu cijene električne energije od 82 €/MWh - cijena za uvoz nedostajuće električne energije. Sa porastom ili smanjenjem cijene mijenjale bi se procjene povećanja troškova.

**Tabela 5.3** Površinsko oticanje, proizvodnja električne energije i prosječni mjesečni bruto prihod od prodaje električne energije za branu Mratinje u baznom slučaju (1984-2009) i dva scenarija klimatskih promjena i procijenjeni godišnji gubitak u prihodima usljed smanjenja u prihodima u dva scenarija klimatskih promjena

Klimatski scenarij	Prosječno mjesečno oticanje (m <sup>3</sup> /sek)	Prosječna godišnja proizvodnja el. energije (MWh)	Prosječna mjesečna proizvodnja el. energije (MWh)	Prosječni godišnji prihod (miliona €/god.)	Prosječni mjesečni prihod (miliona €/god.)	Prosječni godišnji gubitak prihoda (miliona €/god.)
Bazni slučaj	57.1	746.196	62.183	61.2	5.1	--
A1B BB	50.5	665.456	55.455	54.6	4.5	-6.6
A1B DB	44.4	590.150	49.179	48.4	4.0	-12.8

Ove procjene važe samo za branu Mratinje na rijeci Pivi. Ovdje izračunati ekonomski gubici mogu se nadoknaditi smanjenjem troškova rada elektrane, ali ovi uticaji bi vjerovatno bili mali. Tako, ovdje navedene ekonomske procjene predstavljaju opravdane gubitke dobiti i mjeru šteta od klimatskih promjena nanesenih proizvođačima električne energije. Procjene ekonomskih gubitaka takođe ne uključuju gubitak dobiti potrošača električne energije koji bi se vjerovatno suočili sa povećanjem cijena električne energije iz alternativnih izvora. Više cijene električne energije od onih koje be plaćali za električnu energiju iz hidroelektrane Piva u slučaju bez klimatskih promjena umanjile njihovu dobit. Međutim, dodatni troškovi potrošača za električnu energiju, ako bi se izračunali, ne bi bili validna mjera za štete od klimatskih promjena koje bi potrošači iskusili. Ono što se mora izračunati je smanjenje u voljnosti potrošača da plate zbog viših cijena, umanjeno za razliku u njihovim izdacima za električnu energiju<sup>30</sup>. Ovaj gubitak nismo izračunali radi toga što pristup koji je ovdje korišćen nije uzeo u obzir uticaje ekonomskog tržišta kao što bi bio slučaj da je korišćen hidro-ekonomski model. Konačno, pristup koji koristi bilans vode na kojem počiva ova analiza zasnovan je na snažnim pretpostavkama o vremenu površinskog oticanja u i ispuštanja vode iz akumulacije brane. Korišćenjem hidro-ekonomskog modela dobila bi se simulacija tačnog procesa dovodenja akumulacije u ravnotežu. Teško je donijeti sud o ovim metodološkim ograničenjima preliminarnih procjena šteta od klimatskih promjena iz posljednje kolone u Tabeli 5.3.

## 5.6. Dalji pravci u sektoru vodnih resursa

### 5.6.1. Glavni nalazi

- Ne izgleda da je kapacitet za simuliranje površinskog oticanja na nivou riječnog sliva i bazena korišćenjem modela za površinsko oticanje atmosferskih voda dobro razvijen u Crnoj Gori. Ne postoje podaci koji su potrebni za podešavanje ovih modela.
- Izgleda da se kapacitet za simuliranje uticaja klimatskih promjena na površinske vode uglavnom

<sup>30</sup> Ova razlika je, formalno, smanjenje u "potrošačevom višku", koji se često upotrebljava kao mjera promjena u dobiti potrošača zbog viših cijena, rijetkosti resursa i oštećenja životne sredine.



zasniva na korišćenju empirijskih (tj. regresionih) modela, po potrebi.

- Kapacitet za razvoj i primjenu hidro-ekonomskih modela na nivou bazena ne postoji, ali moguće je da su potrebe zemlje za takvim modelom relativno ograničene, prvenstveno vezano za proizvodnju hidro energije.
- Konačno, makroekonomski model za Crnu Goru za simuliranje uticaja klimatskih promjena u sektoru vodnih resursa za važne indikatore nacionalnog ekonomskog razvoja ne postoji, niti postoji kapacitet za izradu i implementaciju takvog modela.

### **5.6.2. Glavne preporuke**

- **Kratkoročne (nekoliko narednih godina):**
  - Treba uložiti napor da se stručnjaci iz Crne Gore uključe u rad postojećih stručnih centara za modeliranje vodnih resursa kako bi poboljšali kapacitet za podešavanje najnovijih modela za površinsko oticanje atmosferskih voda
  - Potrebna je koordinacija tekućih projekata na unapređenju baza podataka vezanih za klimu i vodne resurse u zemlji kao podrška podešavanju i implementaciji boljih modela oticanja površinskih atmosferskih voda koji će se koristiti za procjene vezane kako za razvoj tako i za klimu.
  - Od tekućih ili planiranih preliminarnih studija izvodljivosti ili studija izvodljivosti za projekte iz oblasti hidro energije treba zahtijevati da uključe procjenu fizičkih i ekonomskih uticaja klimatskih promjena.
  - U implementaciju takve procjene treba uključiti stručnjake za hidrologiju i planiranje vodnih resursa iz Crne Gore, ako ni radi čega drugog, barem radi izgradnje kapaciteta.
- **Dugoročni (pet do deset godina)**
  - Zajedno sa budućim aktivnostima vezanim za planiranje razvoja i procjenama vezanim za klimu, sprovesti program: 1.) identifikovanja ključnih bazena za koje se smatra da su od vitalne važnosti za budući ekonomski razvoj Crne Gore; 2.) podesiti modele za oticanje atmosferskih voda prema tim bazenima; i 3) koristiti ove modele u budućim ekološkim i ekonomskim procjenama vezanim za aktivnosti koje se tiču ekonomskog razvoja i klimatskih promjena.
  - Preduzeti potrebne radnje za stvaranje i unapređenje kapaciteta za izradu i implementaciji određenog broja hidro-ekonomskih modela na nivou bazena kako bi se procijenio dalji razvoj vodnih resursa i ekoloških pitanja, kao što je razvoj hidro energije, prečišćavanje otpadnih voda i navodnjavanje u poljoprivredi.
- **Presjek (odnosi se praktično na sve sektore)**
  - Osigurati da makroekonomski model koji bude razvijen za Crnu Goru može da procijeni „tačke za unošenje“ sektorskih podataka koje omogućavaju korišćenje takvog modela za tačno simuliranje ekonomskih uticaja na nacionalnom nivou vezanih za razvoj vodnih resursa i uticaje na životnu sredinu. (Mnogi makro ekonomski modeli ograničavaju ove “tačke unošenja” samo na izlazne podatke na nivou sektora).

---

## 6. POTENCIJALNI UTICAJI KLIMATSKIH PROMJENA NA ZDRAVLJE LJUDI

### 6.1. Uvod: Istorijat i ocjene

#### 6.1.1. Istorijat

Tradicionalno, diskusije vezane za politiku klimatskih promjena bile su koncentrisane na troškove smanjenja gasova staklene bašte ublažavanjem uticaja. Ipak, kako se naglask ovih diskusija pomjera se prema fizičkim uticajima klimatskih promjena i mogućnostima za njihovo izbjegavanje kroz adaptaciju, takođe raste zainteresovanost za procjenu socijalnih troškova klimatskih promjena i društvene koristi od izbjegavanja tih uticaja ublažavanjem i adaptacijom. U ovo diskusiji, odnos između klimatskih promjena i zdravlja ljudi počinje da igra sve veću ulogu.

Brojne najnovije studije procijenile su socijalne troškove klimatskih promjena na lokalnom (Baccini et al. 2008) i regionalnom (PESETA 2009) i globalnom novou Watkiss et al. (2005) nivou. Skoro sve studije u oblasti ljudskog zdravlja fokusirale su se na mortalitet uzrokovan temperaturom. To uključuje mortalitet radi udara toplote i hladnoće. Visoke temperature ambijentalnog vazduha povezuju se sa smrtnošću od srčanog udara, kardiovaskularnim, bubrežnim i respiratornim oboljenjima, poremećajima metabolizma, itd. Niske temperature ambijentalnog vazduha povezane su sa kardiovaskularnim poremećajima (npr. srčani udar) i sa smrtnošću usljed direktne izloženosti. U generalnom kontekstu, trebalo bi da klimatske promjene koje za rezultat imaju vrše temperature i toplotne udare povećaju stopu smrtnosti, dok bi toplije zime sa više kiše umjesto snijega trebale rezultirati smanjenjem smrtnosti usljed udara hladnoće.

Uticaj klimatskih promjena na smrtnost vezanu za udare hladnoće i toplote mogu biti prilično veliki, ali se ti uticaji mogu značajno smanjiti aklimatizacijom kako se zemlje suočavaju sa višim temperaturama a ljudi prilagođavaju na te promjene. Na primjer, u studiji PESETA koja je obuhvatila sve zemlje Evropske Unije, procijenjeno je da bi samo prosječna smrtnost izazvana toplotnim udarom usljed klimatskih promjena mogla povećati broj smrtnih slučajeva u Evropskoj Uniji u cjelini za čak 150 procenata u periodu 2011 – 2040, u poređenju sa baznim slučajem, ali da bu aklimatizacija u stvari mogla smanjiti stopu smrtnosti, tako da bi bila za oko 80 procenata niža nego u periodu baznog slučaja. Za period 2071-2100, procijenjeno je da bi klimatske promjene mogle povećati broj smrtnih slučajeva za čak 650% u poređenju sa bazni, sličajem, ali da bi opet daljom aklimatizacijom stopa smrtnosti mogla biti smanjena na nivo za oko 80 procenata niži nego u baznoj studiji. Projektovana smrtnost od hladnog talasa pokazala je da bi se klimatskim promjenama smanjio broj smrtnih slučajeva, radi manjeg broja srčanih udara. Za period 2011-2040 simulirani uticaj promjene rezultirao je smanjenim brojem smrtnih slučajeva od hladnog talasa čak za -165% u poređenju sa baznim slučajem. Ipak, uticaj aklimatizacije bio je manje izražen vodeći ka stopama smrtnosti koje su bile niže za oko -105% nego u periodu baznog slučaja. Šema je bila skoro ista za period 2071-2010. Povećanje temperatura zimi radi klimatskih promjena smanjilo bi broj smrtnih slučajeva u Evropskoj Uniji čak za -130 procenata, dok bi aklimatizacija smanjila stope smrtnosti za oko 120 procenata u poređenju sa periodom baznog slučaja.

#### 6.1.2. Ciljevi

Obzirom na najnoviju zainteresovanost za smrtnost izazvanu udarima toplote i hladnoće, malog broja raspoloživih podataka da bi se sagledali potencijalni uticaji klimatskih promjena na zdravlje, kao

i relativno kratko vrijeme koje je bilo na raspolaganju za prikupljanje i organizovanje relevantnih podataka o zdravlju za Crnu Goru, odlučili smo da se u ovoj studiji fokusiramo na mortalitet izazvan udarom toplote i hladnoće. U tom pravcu, ovo poglavlje ima pet glavnih ciljeva. Prvo, odjeljak 6.2. rezimira kako klimatske promjene mogu uticati na zdravlje ljudi. Drugo, u odjeljku 6.3., opisuju se raspoložive metode za procjenu smrtnosti od udara toplote i hladnoće i ekonomske vrijednosti šteta od budućih klimatskih promjena povezanih sa promjenama u mortalitetu usljed klimatskih promjena. Treće, odjeljak 6.4 sadrži ocjenu postojećeg kapaciteta u Crnoj Gori za procjenu obje navedene promjene u smrtnosti i ekonomske vrijednosti šteta od klimatskih promjena povezanih sa smrtnošću usljed talasa vrućine i hladnoće. Četvrto, odjeljak 6.5 sadrži veoma preliminarne procjene ekonomske vrijednosti određenih šteta od klimatskih promjena koje se sada mogu izračunati, za smrtnost usljed talasa vrućine i hladnoće u Crnoj Gori, na osnovu informacija koje je ova studija imala na raspolaganju. Konačno, u odjeljku 6.6. sugeriše se način za dalji razvoj analitičkog kapaciteta kako bi se unaprijedile ove procjene i institucionalni kapacitet za korišćenje ovih informacija za kreiranje politike javnog i privatnog sektora.

## **6.2. Potencijalni uticaji klimatskih promjena na zdravlje ljudi**

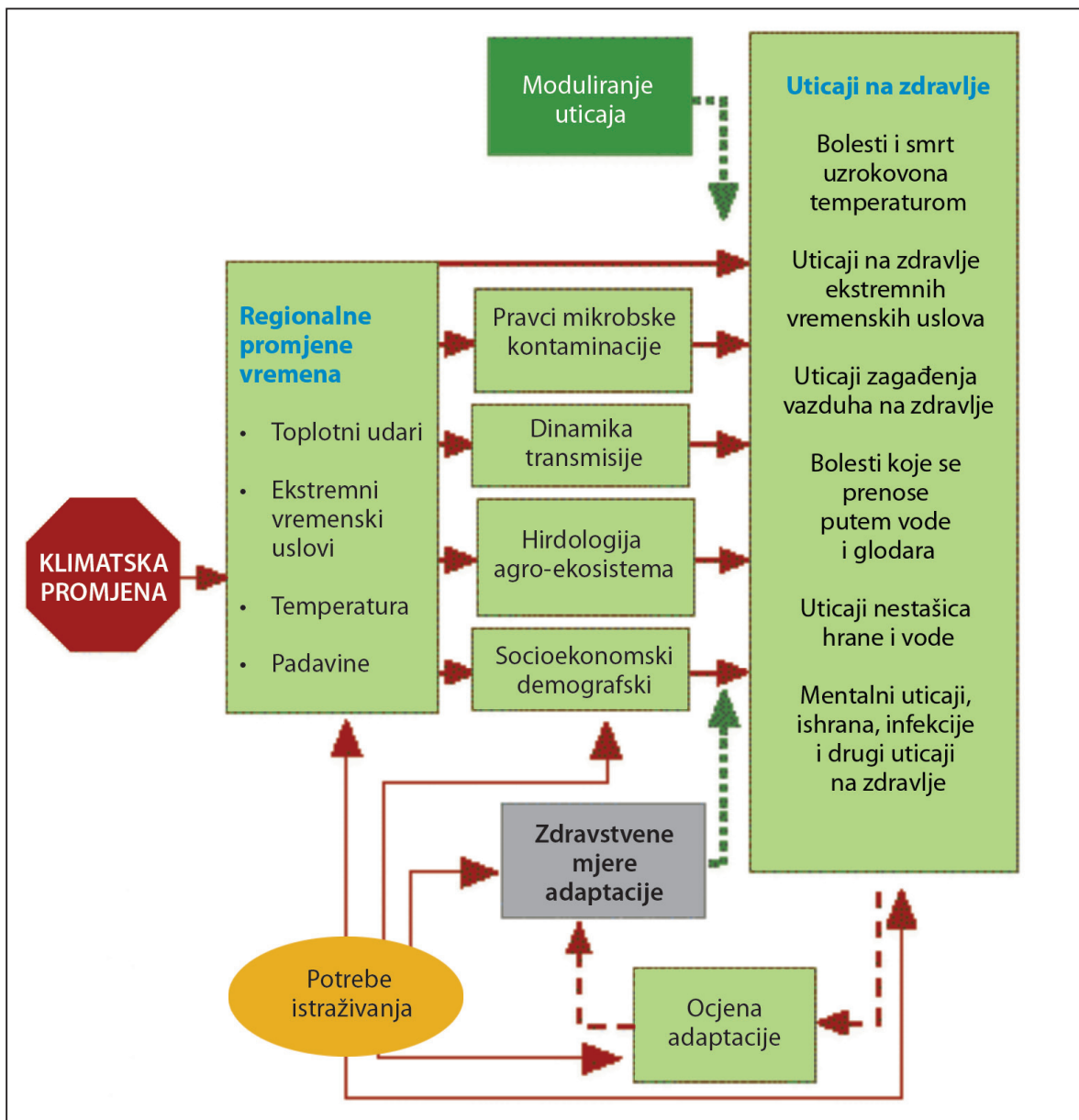
Klimatske promjene su višestruko i kompleksno povezane sa zdravljem. To uključuje direktne uticaje, kao što su bolesti i smrt uzrokovana temperaturom, kao i uticaji na zdravlje ekstremnih vremenskih uslova. Takođe uključuje i druge indirektnije uticaje koji prouzrokuju bolesti koje se prenose putem hrane, vode i vektora, ili uzrokuju nestašicu hrane i vode. Takođe mogu obuhvatiti šire uticaje na zdravlje i dobrobit ljudi.

Takođe se naglašava da dobro javno zdravlje zavisi od bezbjedne vode za piće, dovoljne količine hrane, bezbjednog skloništa, dobrih socijalnih uslova, što može biti pogođeno klimatskim promjenama, a posebno je važno u kontekstu zemalja u razvoju.

Slika 1 Svjetske zdravstvene organizacije (World Health Organization - WHO) prikazuje neke od načina na koje klim utiče na zdravlje. Namjera ovog izvještaja nije da sve te aspekte izrazi količinski, već se fokusira na ključne primarne pravce uticaja na zdravlje vezane za temperaturu.

### **6.2.1. Temperatura**

Postoji direktna veza između mortaliteta i temperature koja se razlikuje po klimatskim zonama i geografskom području. Visoka ambijentalna temperatura vezana je za smrtnost od srčanog udara, kardiovaskularnim, bubrežnim i respiratornim bolestima, poremećajima metabolizma, itd. Uticaj temperature na mortalitet veća je kod respiratornih i kardiovaskularnih oboljenja nego u slučaju drugih uzroka smrti. Najosjetljivije je stanovništvo starosti preko 65 godina. Izvještaji kojim se procjenjuju uticaju na zdravlje toplotnog talasa koji je registrovan u Evropi 2003. godine pokazuju da je talas izazvao najveću smrtnost najstarijeg dijela populacije: na primjer, u Francuskoj je procijenjeno da je smrtnost u dobi od 45 do 74 godine povećana za 20%, a u dobi od 75 do 94 godine za 70%, odnosno 120% za ljude starije od 94 godine (Pirard et al. 2005).



Slika 6.1 Putevi uticaja klime na zdravlje (PESETA, 2009)

Klimatske projekcije pokazuju povećanje prosječnih temperatura i pojavu toplotnih udara. Ipak, povećanje temperature talođe će smanjiti porast smrtnosti od hladnoće (u ovom trenutku je broj smrtnih slučajeva radi hladnoće veći od broja smrtnih slučajeva izazvanih vrućinom u Evropi). Od ovoga će imati naročitu korist sjeverni dio Evrope. Vjerovatnoća je da će do 2080. godine u Evropi skoro sasvim nestati hladne zime, osim na većim nadmorskim visinama, a do tada će se i sniježne granice značajno podići na veće nadmorske visine (EEA 2004).

Relativno manji broj studija procijenilo je uticaj višojih ili nižih temperatura na smrtnost (kao broj slučajeva primljenih u bolnicu). Postoji malo objavljenih dokaza koj povezuju vremenske uslove i mjere smrtnosti kako što je prihvatanje u bolnicama ili traženje savjeta iz oblasti primarne zdravstvene zaštite. Jednom studijom savjeta koje od ljekara opšte prakse traže stariji ljudi u široj oblasti Londona utvrđeno je da je temperatura uticala na povećan broj pregleda vezanih za respiratorne organe, a ne za kardiovaskularna oboljenja.

### **6.2.2. Bolesti koje se prenose putem hrane**

Temperatura može uticati na prenošenje infekcija salmonelom, a procijenjeno je da je to slučaj sa oko 35 % svih slučajeva (uključujući Holandiju, Englesku, Poljsku, Švajcarsku i Španiju) (Kovats et al. 2004). Generalno, slučajevi salmonelle rasli su za oko 5–10 % sa svakim stepenom porasta sedmičnih temperatura, iznad praga od oko 5 °C. Čini se da je ključni faktor bio neadekvatna priprema i čuvanje hrane oko vremena konzumiranja.

### **6.2.3. Bolesti koje se prenose putem vektora**

Klima je važna determinanta geografskog opsega vektora koji prenose niz bolesti. Porastao je broj slučajeva malarije, encefalitisa koji se prenosi ubodom, lajmske bolesti i leišmanioze u Evropi tokom posljednjih decenija, što međutim može ali ne mora biti uzrokovano najnovijim klimatskim promjenama (npr. uticaj povećanog broja putovanja, ili promjene navika u provođenju odmora što utiče na izloženost takođe su važni). Klimatske studije na globalnom nivou pokazale su da mnoge od ovih bolesti koje se prenose vektorskim putem imaju potencijalno veliki uticaj, mada predviđanja za Evropu nisu visoka.

### **6.2.4. Ekstremni vremenski uslovi – poplave i oluje**

Poplave su najčešća prirodna katastrofa koja uzrokuje gubitak života u ekonomske štete u Evropi. Negativni uticaji na zdravlje vezani za poplave uključuju direktne fizičke uticaje (davljenje i povrede), ali takođe i šire uticaje na dobrobit (npr. mentalna oboljenja uzrokovana poplavama i preseljenjem), kao i potencijalni rizik od bolesti koje se prenose hranom i vodom. Između 1975. i 2001. godine zabilježeno je 238 poplava u Evropi. Tokom ovog perioda povećao se godišnji broj poplava. Broj ljudi pogođenih poplavama značajno je porastao, sa negativnim posljedicama po fizičko i mentalno zdravlje<sup>31</sup>.

### **6.2.5. Aklimatizacija**

U studiji pravimo razliku između aklimatizacije (oni elementi fizioloških promjena i promjena ponašanja koji se događaju nezavisno i automatski kod pojedinaca i unutar populacija) i adaptacije (posebno preduzete radnje na planiran i proaktivan način radi borbe sa klimatskim promjenama).

Ljudska bića imaju kapacitet kratkoročne i dugoročne aklimatizacije na okoline uslove. To znači da ekstremno visoke temperature imaju veći uticaj na zdravlje ljudi ukoliko se jave na početku ljetnje sezone nego kasnije, krajem sezone. Isto tako, ekstremno hladne temperature imaju veći uticaj ako se jave početkom zime. Tokom dužeg trajanja promjene, takođe je moguć određeni stepen fiziološke aklimatizacije. To se vidi kada populacije migriraju između klimatski različitih regiona svijeta, a takođe se očekuje da će se dogoditi kako se klima vremenom mijenja na jednoj lokaciji. Slični uticaji takođe se mogu vidjeti upoređivanjem različitih regiona u Evropi. Barem od 20. vijeka stopa smrtnosti stanovništva u regionima sa umjerenom klimom bila je višija zimi nego ljeti. Zemlje koje bilježe najveću stopu „prekomjerne“ smrtnosti zimi u Evropi su Portugal i Španija, dok je ta stopa najniža u



---

skandinavskim zemljama, mada su njihove zime mnogo hladnije. Skandinavci su dobro prilagođeni (aklimatizovani) na hladne temperature, dok uslovi smještaja u Južnoj i Zapadnoj Evropi mogu igrati značajnu ulogu u smrtnosti vezanoj za godišnje doba (e.g. Healy 2003).

Moguće je da se pojedinci i populacije aklimatizuju na toplije klimatske uslove, obzirom na stopu promjena srednjih klimatskih vrijednosti koje momentalno projektuju modeli klime (McMichael, et al. 2004). Ipak, neizvjesno je da li će se stanovništvo moći prilagoditi nelinearnim povećanjima u učestalosti ili intenzitetu dnevnih ekstremnih temperatura (tj. toplotnih talasa).

Planirana i proaktivna adaptacija može smanjiti klimatske uticaje na dva načina. Može smanjiti izloženost populacije klimatskom uticaju (tj. pomoću prostornog planiranja i projektovanja); može smanjiti osjetljivost populacije (npr. kroz programe vakcinacije); može izmijeniti faktore rizika koji nisu vezani za klimu (npr. kontrola vektora koji prenose bolesti); ili može smanjiti direktan uticaj bolesti (npr. kroz rano obavljanje i liječenje).

Uticaji klimatskih promjena na zdravlje i moguće strategije za adaptaciju u Evropi nedavno su razmatrani kroz projekat Svjetske zdravstvene organizacije (Evropa). Ovaj projekat, poznat kao cCASHh, dao je izuzetno koristan rezime posljednjih istraživanja u ovim oblastima<sup>32</sup>, a mi smo dalje razradili neke od tih rezultata. Drugi projekat koji momentalno finansira Komisija, PHEWE, proširio je bazu saznanja o uticajima klime na zdravlje, fokusirajući se na uticaje temperature. Ovaj projekat je istraživao objavljenu statistiku vezanu za zdravlje, zajedno sa meteorološkim podacima za 15 gradova širom Evrope, kako bi napravio statističke funkcije koje povezuju krajnje tačke vremenskih uslova i zdravlja (Baccini et al. 2008).

### **6.3. Potrebni pristupi i podaci za procjenu fizičkih uticaja klimatskih promjena**

#### **6.3.1. Metode za procjenu ekonomskih uticaja mortaliteta izazvanog temperaturom usljed klimatskih promjena**

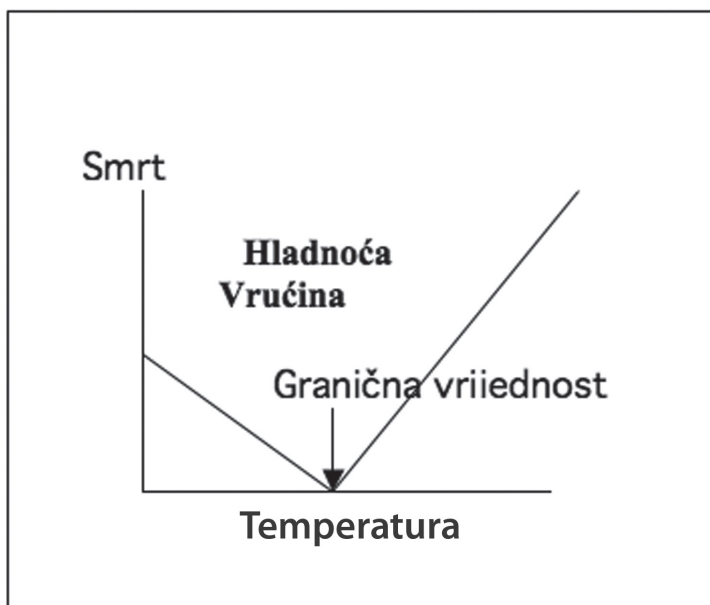
Za razliku od sektora poljoprivrede, šumarstva, turizma i donekle vodnih resursa, nema posebnih modela (kao EUFASOM ili HTM) u sektoru zdravlja koji karakteriše sve ekološko-ekonomske odnose potrebne za procjenu šteta od klimatskih promjena. Ipak, praktično sve studije uticaja na zdravlje uzrokovanih klimatskim promjenama prate iste osnovne metodološke korake. Ukupan metod za analizu zdravlja u mnogim posljednjim studijama kombinuje sadašnje modele procjene uticaja na zdravlje i vrednovanje uticaja (ugrađeno u baze podataka geografskih informacionih sistema) sa dnevnim klimatskim podacima i empirijskim odnosima između zdravlja i klime radi procjene dodatnog broja smrtnih slučajeva pripisanih posljedicama vrućine ili hladnoće.

U središtu analize smrtnosti uzrokovane talasima vrućine i hladnoće su funkcije koje karakterišu odnos između mortaliteta i temperature za talase vrućine i hladnoće. Forma povezanosti temperature i mortaliteta je otprilike u obliku slova U ili V, gdje se smrtnost poćevava jednako pri niskim i visokim temperaturama. Odnos između dnevne smrtnosti i toplotne sredine je mnogi bliži i kratkotrajniji ljeti nego zimi. Takva funkcija prikazana je na Slici 6.2. Kako bi se količinski izrazio uticaj temperature na mortalitet, prepostavljen je linearni odnos iznad (i ispod) granične temperature. Sa lijeve strane granične temperature prikazan je dio funkcije koji se odnosi na mortalitet usljed hladnog talasa.

---

<sup>32</sup> Mennei Ebi (Eds.), 2006: Klimatske promjene i strategije adaptacije za ljudsko zdravlje (Climate change and adaptation strategies for human health) WHO (Evropa).

Temperature ispod ove vrijednosti granične temperature imaju za posljedicu porast smrtnih slučajeva uzrokovanih hladnoćom, prema kosini ovog dijela funkcije. Što je kosina oštija to je broj smrtnih slučajeva radi hladnoće veći pri promjeni temperature za jedan stepen. Sa desne strane granične vrijednosti temperature nalazi se dio funkcije koji se odnosi na toplotni talas. Temperatura iznad ove granične linije ima za posljedicu smrtnu slučajevu uzrokovane vrućinom. Što je kosina oštija to je broj smrtnih slučajeva usljed vrućine veći pri porastu temperature za jedan stepen.



**Slika 6.2** Generička funkcija mortaliteta radi temperature

Postoje dva pristupa koja se koriste u literaturi za količinsko izražavanje odnosa između temperature i smrtnosti:

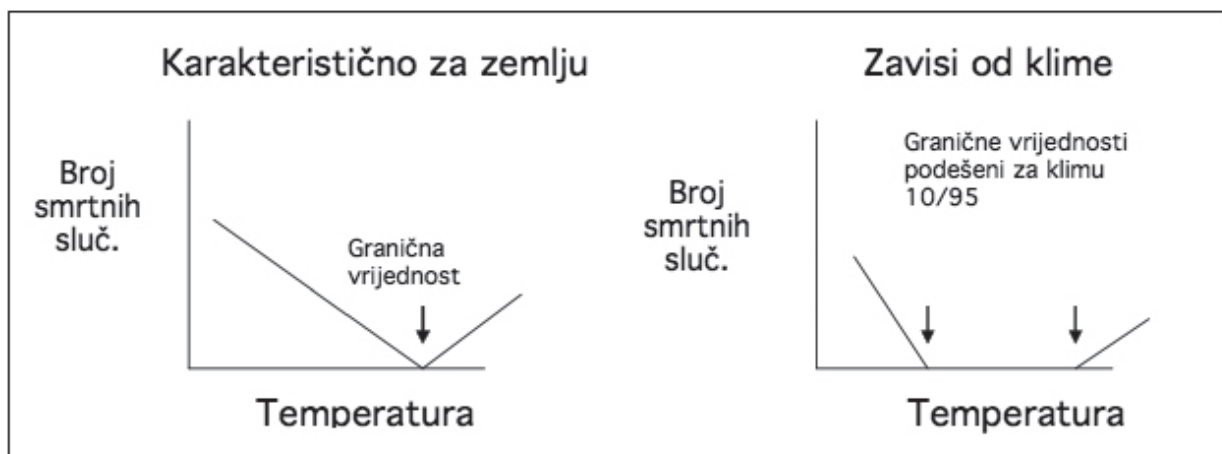
- Epidemiološke studije za pojedinačne zemlje koje izvode apsolutne funkcije koje se sastoje od graničnih vrijednosti i linearnih odnosa zasnovanih na statističkim analizama dnevne (ili mjesečne) temperature i smrtnosti (npr. cCAHSh, McMichael et al. 2004; Kovats i Jendritzky, 2006, i prateća literatura). Baccini et al. (2008) razvili su nelinearne funkcije mortaliteta usljed vrućina za 15 gradova u Evropskoj Uniji.
- Slične studije koje izvode funkcije koje zavise od klime, gdje su granične vrijednosti zasnovane na prosječnoj klimi na određenoj lokaciji (kao što su posebni procenti vezani za srednju dnevnu temperaturnu seriju za datu lokaciju), i linearni odnosi (nor. Kovats et al. 2006).

U svakom slučaju, granične vrijednosti imaju tendenciju da variraju od jedne zemlje do druge, sa nižim graničnim temperaturama na sjeveru i višim graničnim temperaturama na jugu. Takva funkcija nije procijenjena ni za Crnu Goru ni za bilo koji grad u zemlji.

Takođe u osnovi postoje dvije različite vrste funkcije mortaliteta uzrokovanog temperaturom (vidjeti Sliku 6.3):

- Apsolutne funkcije – one imaju jednu graničnu vrijednost zasnovanu na odnosima između broja smrtnih slučajeva i temperatura za određene gradove ili države, i

- Funkcije vezane za klimu – one imaju granične vrijednosti koje zavise od klime za ove funkcije, vrućinu i hladnoću, na osnovu statističke analize dnevnih temperatura na svakoj lokaciji, a rezultat je odvojena samo jedna fiksirana kosa linija (stepen nagiba) za mortalitet vezan za hladnoću i vrućinu.



**Slika 6.3** Šematski prikaz funkcija izloženosti i reakcije koje povezuju temperaturu i smrtnost, na osnovu dva pristupa.

Važna osobina mortaliteta usljed talasa vrućine i hladnoće je aklimatizacija. Rani radovi Kalkstein et al. (1989) o talasima vrućine otkrili su da je mortalitet uzrokovan toplotnim talasom najveći u gradovima koji se nalaze tamo gdje je razlika između vrijednosti prosječne i najviše ljetnje temperature najveća. Ovo jednostavno znači da su ljudi na mjestima koja su već toplja već spremni da se izbore sa nešto većom toplotom. Izgleda da isto važi i za talase hladnoće. Što je prosječna zimska temperatura niža, manje ljudi umire usljed talasa hladnoće. Mada je primijećena aklimatizacija u mnogim studijama koje daju presjek stanja, potpuna veličina ovih pojava nije poznata. Konkretno govoreći, teško se može utvrditi koji dio aklimatizacije se odnosi na radnje koje ljudi kratkoročno preduzimaju u ciju adaptacije na talase vrućine, a koji je posljedica dugoročnog prilagođavanja, kao što su promjene u projektovanju objekata i ugradnja klima uređaja u stambene i poslovne objekte.

Čini se da će doći do određene fiziološke aklimatizacije na klimatske promjene i prilagođavanja ponašanja, kao što je slučaj sa promjenljivošću klime. Malo je studija koje su pokušale da ugrade aklimatizaciju u projekcije buduće smrtnosti vezane za temperaturu, ali sve studije navode da bi aklimatizacija smanjila potencijalni porast mortaliteta izazvanog vrućinom. Radi toga je neispravno jednostavno primijeniti odnos između temperature i mortaliteta kako se definiše u sadašnjim klimatskim uslovima na buduće klimatske uslove, pošto to pretpostavlja neaklimatizovano stanovništvo i dobiće se precijenjeni uticaji. Dessai (2003) je pretpostavio da bi se aklimatizacija na zatopljavanje od 1 °C javila svakih trideset godina. McMichael et al. (2004) navode da bi stope aklimatizacije trebale biti uzvrđene posebno za svaki region i scenarij, kako bi odrazile uočenu stopu zagrijavanja i tako bile proporcionalne projektovanim promjenama u prosječnim temperaturama. Aklimatizacija se prema tome može modelirati jednostavno kao pomjeranje graničnih temperatura, bilo za fiksni iznos ili vezano za promjenu klime u svakom regionu. Linearni odnos između temperature i mortaliteta ostaje nepromijenjen, pod pretpostavkom da se stanovništvo aklimatizuje na nove prosječne temperature, ali i dalje bude osjetljivo na odstupanja od prosječnih uslova (McMichael et al., 2004). Ipak, treba napomenuti da bi se u stvarnosti oblik

ili stepen nagiba kosine takođe mogao promijeniti, kako stanovništvo postaje manje osjetljivo na temperaturu, moguće kroz bolju zdravstvenu zaštitu ili uslove življenja.

Interesantan pristup aklimatizaciji sadrži studija EU PESETA (2009), gdje su granične temperature pomjerene da odraze fiziološke promjene i promjene ponašanja koje se mogu dogoditi u decenijskom vremenskom razdoblju. Koristeći stope koje je sugerisao Dessai (2003), PESETA je pretpostavila da se sadašnje funkcije mortaliteta radi temperature primijenjene na klimu odnose na polazni period (1961–90), a zatim je pomjerila granične temperature primjenom *fiksne stope* od 1.67 °C za na period 2011–40 (centralna godina 2025), odnosno od 3.67 °C za period 2071–2100 (centralna godina 2085). Isti pristup korišćen je za granične vrijednosti mortaliteta usljed hladnoće. Za funkcije koje zavise od klime, aklimatizacija je uvedena korišćenjem alternativne metode koja odražava pristup McMichael et al (2004), koristeći 10 i 95 odsto graničnih vrijednosti u svakoj tački koordinatne mreže na osnovu projektovane klime u budućem posmatranom periodu. Ovo pretpostavlja da se stanovništvo savršeno prilagođava prateći iskustveno uočenu stopu klimatskih promjena. Pošto se redefinišu granične vrijednosti za visoke i niske temperature, to takođe pretpostavlja da kako se stanovništvo prilagođava na visocije temperature, postaje sve manje dobro prilagođeno na niže temperature.

Kod utvrđivanja vrijednosti uticaja na zdravlje, postoje tri elementa koja treba razmotriti prilikom procjene ukupnih efekata uticaja na dobrobit društva. Ti elementi su:

- Troškovi resursa, tj. medicinski troškovi;
- Troškovi uzrokovani prilikama, tj. troškovi u smislu gubitka produktivnosti, i
- Gubitak uživanja u životu oboljelih osoba radi prerane smrti, plus bol i patnja voljenih osoba.

Vrednovanje akutnog mortaliteta fokusira se na posljednji elemenat. To može djelovati kao podcjenjivanje prave vrijednosti, ali nije tako. Prije svega, ekonomisti su pretpostavili da bi u svakom slučaju došlo do izloženosti novčanim troškovima vezanim za svaku pojedinačnu smrt u momentu kada osoba umre. Takođe, pošto smrt uzrokovana vrućinom obično pogađa starije ljude, pretpostavlja se da oni nisu više radno aktivni tako taj elemenat takođe nije uključen. Tako ostaje samo gubitak preminule osobe i voljenih osoba.

Obično se koriste dvije metričke veličine za mjerenje ove krajnje tačke: vrijednost spriječenog smrtnog ishoda (value of a prevented fatality - VPF), takođe poznata kao vrijednost statističkog života (Value of a Statistical Life –VSL)<sup>33</sup> i vrijednost godine života (value of a life year - VOLY) koja sadrži sredstvo za eksplicitno prilagođavanje različitih dužina preostalog očekivanog životnog vijeka. Razrađene su tehnike za novčanu procjenu dobrobiti od roba koje nemaju tržišni vrijednost, opisujuću „spremnost da se plati“ ili „spremnost da se prihvati naknada“ za određeni ishod. One uključuju metode za utvrđivanje „deklarisanog“ opredjeljenja na osnovu anketa (vrednovanje nepredviđenih slučajeva, objedinjene analize, ekperimenti izbora) i metode za utvrđivanje „otkrivenog“ opredjeljenja (metod troškova putovanja, hedoničko formiranje cijena). Metode deklarisanog opredjeljenja mogu se upotrebiti izradom hipotetičkih tržišta i anketiranjem putem upitnika i direktnih pitanja o tome koliko su ljudi voljni da plate za hipotetičku promjenu u riziku (npr. smanjenje rizika od smrti u datom vremenskom periodu). Metod otkrivenog opredjeljenja zasniva se na uočavanju izbora koji su ljudi konkretno napravili. Takvi izbori povlače za sobom implicitne ustupke vezane za novac i rizik (npr. plata za poslove koji nose veći rizik od potencijalno smrtno provrede veća je od plate za poslove koji nose manji rizik). Pomoću ovog drugog metoda došlo se do većine procjena VSL ili VOLY vrijednosti.

33 VSL vrijednost procjenjuje se tako što se WTP (npr. 50 eura) za dati godišnji rizik promjena (npr. 5 u 10.000), sa rizikom promjena. U ovom primjeru VSL je jednak 100.000 eura.

---

Dosta se diskusije o tome da li su sadašnje VSL o VOLY vrijednosti teoretski korektne ili tačne. Sadašnje vrijednosti trebaju tačno izraziti spremnost na plaćanje koju bi pojedinci mogli izraziti, tj. da bi izbjegli povećanje rizika mortaliteta od klimatskih promjena. Konkretnije, postojeće vrijednosti često se izvode u kontekstu radnog mjesta (studije odnosa između plate i rizika) kada se procjenjuje spremnost na prihvatanje veće plate koja nosi i veći rizik od smrtne nesreće. Alternativno, obratila se pažnja na vrednovanje fatalnih nesreća u saobraćaju, za koje se može očekivati da će biti manje učestalale sa uvođenjem nove saobraćajne infrastrukture.

Kontekst oba prijera, sa radnim mjestom i saobraćajem, razlikuje se od konteksta klimatskih promjena, pa se mogu očekivati i različite vrijednosti spremnosti na plaćanje. Glavne razlike su:

- **Dužina prosječno izgubljenog životnog vijeka usljed uticaja.** Budući da se može očekivati da uticaj prerane smrti u saobraćaju ili na radnom mjestu pogađa individualnu osobu prosječne starosti unutar populacije, posljedica je gubitak oko 35 godina života, dok uticaji klimatskih promjena obično vode gubitku života od nekoliko sedmica, mjeseci ili godina.
- **Veličina promjene rizika.** Razlike između dvije vrijednosti mogu biti prilično velike: procjene koje koriste VSL vrijednosti su obično dva do deset puta veće od VOLY vrijednosti kada se tačno primijene.
- **Specifičnost konteksta.** Priroda rizika shvata se različito u zavisnosti od stepena u kojem je izloženost riziku dobrovoljna, stepena u kojem se vjeruje da se potencijalni rizik može kontrolisati, kao i veličine uticaja (u smislu rezultirajućeg broja smrtnih slučajeva). Na primjer, prerana smrt kao rezultat saobraćajne nesreće može se smatrati više dobrovoljnom nego smrt koja je posljedica klimatskih promjena.

Posljednje studije pokušale su da obrade neka od ovih pitanja. Jedna od njih je istraživački projekat NEWEXT koji finansira Evropska Komisija (Markandya et. al. 2004). Ova studija koristila je tehniku moguće vrijednosti deklarisanog opredjeljenja, a njeni rezultati su posebno korisni za temu koju obrađujemo pošto su izvedeni iz zbirnih zapažanja iz tri različite zemlje u Evropskoj Uniji. Vrijednosti su uzete iz tri ankete istovremeno sprovedene u Ujedinjenom Kraljevstvu, Francuskoj i Italiji, koristeći istu anketnu tehniku. Anketa je projektivana tako da otkrije spremnost na finansiranje smanjenja rizika smrtnosti. Konkretno, pitanje je bilo da ljudi procijene vrijednost momentalnog smanjenja rizika u 5 od 1000 slučajeva (promjena rizika proteže se na sljedećih deset godina) i momentalno smanjenje rizika u 1 od 1000 slučajeva. Mada direktan premet interesovanja studije bila politika zagađenja vazduha, anketa je projektovana tako da nosilac smanjenja rizika i način plaćanja ostanu apstraktni. Međutim, promjene rizika koju su vrednovane odražavaju skalu promjena rizika za koje se vjerovalo da su mogući iz uvođenja realne nove strategije za borbu protiv zagađenja vazduha u Sjevernoj Americi ili Evropi. Rabl (2003) je izveo promjene u preostalom očekivanom životnom vijeku vezane za rizik promjene od 5 u 1000 tokom sljedećih 10 godina, na osnovu empirijskih tablica života. Prema Rablovim kalkulacijama, produženi očekivani životni vijek kretao se od 0.64 do 2.02 mjeseca, u zavisnosti od starosne dobi i pola osobe, a u prosjeku iznosi 1.23 mjeseci (37 dana). Na tom osnovu može se proračunati procijenjena vrijednost spremnosti na plaćanje za 3 zemlje u odnosu na odgovarajuću vrijednost koja se dobije kada se vrijednost statističkog života (VSL) podijeli sa godinom života i dobije odgovarajuća VOLY vrijednost. Procjene su date u Tabeli 6-1 VSL vrijednost od 1.110 miliona € i VOLY vrijednost od 59.000 € korišćene su u studiji PESETA za vrednovanje mortaliteta uzrokovanog temperaturom.



**Tabea 6.1** NewExt rezultati na osnovu ukupnih podataka za 3 zemlje (miliona € 2005)

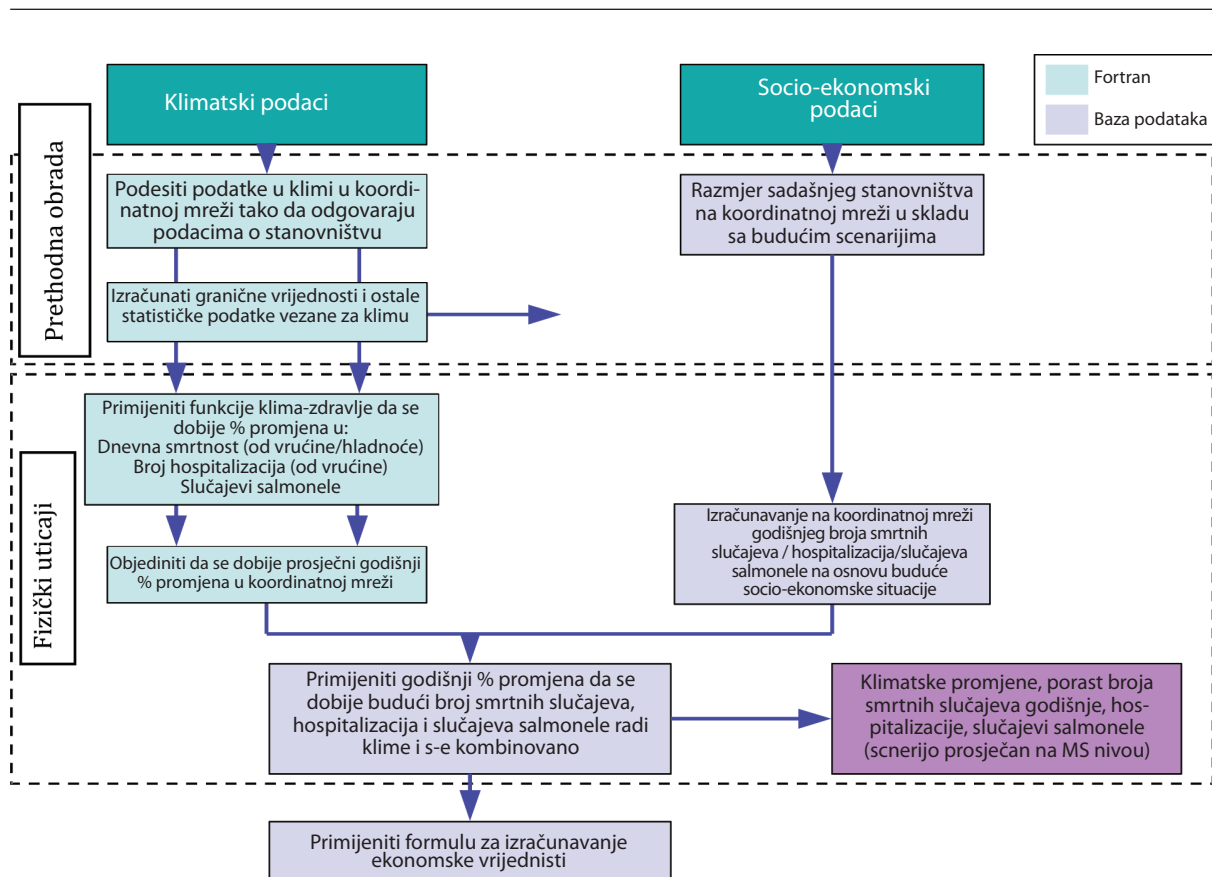
	Ukupna procjena za 3 zemlje	
	5:1000 promjena rizika	1:1000 promjena rizika
Vrijednost statističkog života (VSL)		
Središnja	<b>1.110</b>	0.840
Prosječna	2.280	3.140
Proračunata vrijednost jedne godine života (VOLY)		
Središnja	<b>0.059</b>	0.038
Prosječna	0.133	0.143

### 6.3.2. Potrebni podaci

Podaci potrebni za ovu vrstu analize najbolje se mogu razumjeti kada se pogledaju koraci u analizi koji su potrebni za procjenu uticaja klimatskih promjena na smrtnost uzrokovanu temperaturom u pomoć Slike<sup>34</sup>. Metodologija je uključila sljedeće korake:

- **Geografski usklađeni i ukupni podaci o dnevnim klimatskim uslovima (iz regionalnog klimatskog modela).** Dnevni podaci o klimatskim uslovima moraju se geografski uskladiti da odgovaraju geografskim koordinatama socio-ekonomskih podataka (tj. podaci o stanovništvu, prijemu u bolnicu i smrtnim slučajevima na lokalnom nivou).
- **Izračunavanje parametara funkcija mortaliteta usljed temperature.** Izračunavanje graničnih linija temperature i kosina funkcija mortaliteta usljed vrućine i hladnoće moraju se vršiti na osnovu prilagođene koordinatne mreže u lokalnoj razmjeri za baze podataka o stanovništvu i klimi.
- **Podešavanje podataka o stanovništvu.** Podaci o stanovništvu za svaki koordinatni sistem na lokalnom nivou moraju se „postepeno povećavati ili smanjivati“ tako da odraze ekonomski rast i razvoj u svakoj tački. To će zavisiti od klimatskog scenarija koji se koristi.
- **Izračunavanje procentualnih promjena u dnevnoj smrtnosti i broju slučajeva primljenih u bolnicu.** Funkcije mortaliteta usljed temperature primjenjuju se na dnevne klimatske podatke radi procjene broja slučajeva hospitalizacije i smrtnih slučajeva za svaki klimatski scenarij u svakoj tački koordinatnog sistema. Zatim je ovi rezultati objedinjuju na mjesečnom ili godišnjem nivou zavisno od toga koliko je studija detaljna (na primjer da li postoje istorijski i sadašnji podaci o mjesečnoj stopi smrtnosti).

<sup>34</sup> Napominjemo da ova slika iz PESETA (2009) obuhvata procjenu smrtnih slučajeva uzrokovanih salmonelom radi klimatskih promjena.



Slika 6.4 Pregled fizičkog i ekonomskog uticaja modeliranja u projektu PESETA (PESETA, 2010)

#### 6.4. Postojeći kapacitet za procjenu mortaliteta uzrokovanog temperaturom i prateći ekonomski gubici u Crnoj Gori

Metode za procjenu uticaja klimatskih promjena na zdravlje ne razlikuju se mnogo od procjene uticaja zagađivača vazduha na zdravlje. Koriste se empirijski podaci da se uspostavi veza između istorijskih varijacija u mortalitetu i morbiditetu i novoa izloženosti zagađivačima vazduha, baš kao u slučaju funkcija mortaliteta usljed vrućina. Modeli za simuliranje koriste se za transformisanje prethodno ispuštenih emisija iz izvora na lokacije prijema. Ovo je mnogo lakše u slučaju klimatskih promjena, pošto emisije staklene bašte iz bilo kojeg pojedinačnog izvora imaju isti uticaj na koncentracije globalnih emisija. Ipak, zadatak globalnih i regionalnih klimatskih modela je da transformišu emisije gasova staklene bašte u globalne, regionalne i lokalne temperature tokom vremena. Simulacije globalne i regionalne klime za Crnu Goru postoje. Prema tome, sve što je potrebno je da se procijene funkcije mortaliteta usljed temperature (toplota i hladnoća) za temlju i ključne gradove, pa da se zatim koriste podaci uneseni u koordinatnu mrežu zajedno sa funkcijama mortaliteta usljed temperature kako bi se procijenila smrtnost vezana za temperaturu u svakoj tački. Vrijednosti VOLY i VSL koje su korišćene u studiji PESETA mogu se zatim koristiti za izračunavanje vrijednosti šteta od klimatskih promjena vezanih za promjene u mortalitetu usljed promjena temperature tokom vremena.

Jedini podaci koji nedostaju da bi se to moglo uraditi u ovom trenutku su funkcije mortaliteta usljed temperature za Crnu Goru i važne gradove. Podaci za to postoje: istorijski podaci o vrijednosti dnevne temperature i broju smrtnih slučajeva, koristeći epidemiološke metode iz Kovats et al. (2006) and Baccini et al. (2008). Sve što preostaje je organizovanje podataka, kao što je urađeno za studiju PESETA (vidjeti Sliku 6.4).

Lokalni epidemiolozi imaju kapacitet za izradu funkcija mortaliteta usljed temperature za Crnu Goru, mada bi dodatna obuka bila od pomoći za ubrzavanje procesa učenja. Posao procjene funkcija mortaliteta usljed temperature na nivou države, regija i opština bi vjerovatno zahtijevao oko godinu dana rada, u zavisnosti od toga koliko su dobro organizovani podaci o smrtnosti na nivou države i opština. Ova oblast nije istražena, ali bi mogla biti valjan faktor za utvrđivanje koliko detaljne funkcije mortaliteta mogu biti na geografskoj osnovi. Kao prva približna vrijednost, funkcije mortaliteta usljed temperature mogu se „prenijeti“ sa drugih lokacija, kao što je urađeno u sudiji PESETA. Takođe postoje podaci o klimi u vidu koordinatne mreže, kao i kapacitet da se razviju i organizuju neophodne baze podataka koje su potrebne ka korišćenje kompletne PESETA metodologije. Ipak, ovaj posao nije urađen i nije sigurno koliko bi dodatnog napora trebalo da se to uradi, vjerovatno period mjeren mjesecima, a ne godinama.

Konačno, treba naglasiti da je ova studija razmatrala samo uticaje klimatskih promjena na mortalitet uzrokovan temperaturom. Nisu obrađene brojne druge oblasti kao što su bolest koje se prenose vektorskim putem, vodom i hranom (kao salmonela), šira tema infektivnih bolesti i ekstremne nepogode. Nije istraživano da li postoji analitički kapacitet za procjenu ovih uticaja i pratećih šteta od klimatskih promjena u Crnoj Gori.

### **6.5. Preliminarne procjene mortaliteta uzrokovanog visokim i niskim temperaturama usljed klimatskih promjena u Crnoj Gori**

Za PESETA analizu korišćene su simulacije podataka o dnevnoj klimi iz regionalnog klimatskog modela na brojnim tačkama koordinatnog sistema na lokalnom nivou gdje je broj izloženog stanovništva nejednako varirao u prostoru i vremenu. Dobro je poznato da što je manji temperaturni i prostorni okvir za koji se izračunavaju prosječni podaci o klimi i vremenskim uslovima, veća je razlika u simuliranim podacima o vremenskim uslovima i klimi. Tako, projekcije temperature po satu, danu ili čak sedmične variraju mnogo više od prosječne mjesečne temperature ili godišnje prosječne temperature. Ipak, obzirom na vrijeme i sredstva koja je projekat imao na raspolaganju, jedini podaci sa kojim je studija lako mogla raspolagati su godišnji i mjesečni podaci.

Procjena istorijskih podataka o varijacijama u mjesečnim i godišnjim prosječnim temperaturama vršena je pomoću funkcija mortaliteta usljed visoke i niske temperature koje su karakteristične za Bugarsku (PESETA 2009), kako bi se formirao bazni slučaj za mortalitet usljed visokih i niskih temperatura. Granična vrijednost za obje funkcije (vidjeti sliku 6.3) iznosi 17.7 stepeni C; linija funkcije za nisku temperaturu pokazuje promjenu i mortalitetu od -0.7% za svaki stepen porasta temperature, dok je linija funkcije za visoku temperaturu pokazivala promjenu od 2.21% za svaki stepen 1 porasta temperature. Procjena baznog slučaja za stopu smrtnosti u Crnoj Gori izračunata pomoću bugarske funkcije bila je mnogo niža (oko 1/2) od onih objavljenih za sve zemlje Južne Evrope i Balkana uključene u studiji PESETA. Ipak, razlike između objavljenih istorijskih stopa ukupne smrtnosti za ove zemlje su mnogo mnogo manje. Radi simuliranja talasa vrućine i hladnoće, istorijske distribucije mjesečne prosječne temperature pretpostavljene su sezonskim prosječnim temperaturama za sva godišnja doba (JFM, AMJ, JJA, SON) za svaki klimatski scenarij A1B BB, A1B DB, A2B DB, dok su bugarske funkcije mortaliteta usljed vrućine i hladnoće korišćene da se informacije o temperaturi pretvore u mortalitet. Ali opet, ovi podaci su pokazali previše malu varijabilnost u niskim i visokim temperaturama da bi bilo moguće utvrditi stvarnu varijabilnost pri ekstremnim temperaturama. Kada su upoređeni rezultati mortaliteta usljed klimatskih promjena

---

sa podacima zemlja Južne Evrope i Balkana, utvrđeno je da je vrijednost dobijenih podataka jedan do dva puta manja.

Obzirom da je problem sa kojim smo se susreli nemogućnost pristupa postojećim bazama podataka (ili možda ne postoje) i sredstvima za organizovanje i manipulaciju podataka, postoji samo jedna moguća alternativa da se dođe do prve procjene mortaliteta vezanog za temperaturu i ekonomske vrijednosti šteta od klimatskih promjena koje su povezane sa dodatnim smrtnim slučajevima. Predloženo je da se pretpostavi sa je distribucija smrtnih slučajeva uzrokovanih niskim i visokim temperaturama kako u baznom slučaju tako i usljed klimatskih promjena otprilike ista za Crnu Goru kao i za Hrvatsku (gdje su se koristile funkcije mortaliteta usljed temperature). Ono po čemu se dvije zemlje razlikuju je broj stanovnika i ukupna stopa smrtnosti bez obzira na uzrok. Ukoliko takođe prihvatimo pretpostavku da su funkcije mortaliteta usljed temperature koje su karakteristične za Bugarsku relevantne da se koriste u Crnoj Gori (kao što je primijenjeno u PESETA studiji), bilo bi moguće podesiti rezultate o mortalitetu izazvanom temperaturom koji su dobijeni za Hrvatsku, koristeći odnos broja stanovnika i odnos između mortaliteta radi temperature i ukupnog mortaliteta kao faktore za podešavanje i primijeniti te koeficijente na Crnu Goru za procjenu mortaliteta uzrokovanog vrućinom u Crnoj Gori.

Rezultati ove analize za mortalitet radi vrućina prikazani su u Tabeli Table 6.2. Slične procjene za smrtnost od talasa hladnoće nisu izračunate zato što takve procjene vjerovatno ne bi bile veoma tačne za Crnu Goru, obzirom na broj pretpostavki i transfer velikog broja podataka iz Bugarske i Hrvatske. Pretpostavlja se da će pristup koji je objašnjen na ovom primjeru takođe moći da se prenese i primijeni na smrtnost usljed niskih temperatura.

Generalno govoreći rezultati prate šablon iz studije PESETA, kao što i treba da bude. Simulirana smrtnost od vrućine (radi promjene klime) bilježi porast u Crnoj Gori za oba scenarija A2 BB i A2 DB, dok najveći porast bilježi scenarij A2 DB<sup>35</sup>. Ovo se očekuje pošto je porast temperature veći u scenarijima za daleku nego za blisku budućnost. Rezultati su zasnovani na pravcu i varijacijama u promjeni temperature na kojim počivaju klimatski scenariji korišćeni za studiju PESETA. Ovi temperaturni podaci su prikazani na mnogo detaljnijoj koordinatnoj mreži i za kraće vremenske intervale nego što je slučaj sa objavljenim podacima za klimatske scenarije iz Crne Gore. Takođe, pošto A2 BB nije sadržan u Nacionalnoj komunikaciji Crne Gore (2010), a A1B BB nije sadržan u studiji o zdravlju PESETA, nije bilo moguće dati bolje objašnjenje za ove razlike. Ipak, vjerovatno je da će se lokalizovane promjene u smrtnosti radi vrućine značajno razlikovati pod uticajem klimatskih promjena, što je vjerovatno i bio slučaj, istorijski, u Crnoj Gori. Za ovu studiju bi bilo korisno da je mogla detaljnije istražiti mortalitet vezan za visoke temperature u Podgorici. Ipak, nije bilo moguće procijeniti funkciju mortaliteta uzrokovanog temperaturom u Podgorici na osnovu postojećih objavljenih podataka.

**Tabela 6.2** Prosječna godišnja smrtnost od visokih temperatura i buduća vrijednost mortaliteta procijenjena za Hrvatsku i Crnu Goru na osnovu klimatskih scenarija A2 BB i A2 DB, pod pretpostavkom podešavanja hrvatskog klimatskog scenarija i scenarija za mortalitet usljed vrućina na niže stope smrtnosti za Crnu Goru u baznom slučaju i bez aklimatizacije

Zemlja	Prosječan broj stanovnika	Ukupan broj smrtnih slučajeva, bazni slučaj	Broj smrtnih slučajeva radi vrućine, bazni slučaj	Broj smrtnih sluč. radi vrućine A2 BB	A2 BB VOLY-VSL (miliona €)	Broj smrtnih sluč. radi vrućine A2 DB	A2 DB VOLY-VSL (miliona €)
Hrvatska	4.535.330	66511	1042	1728	16.3 to 754.4	2,499	86 to 1.603
Crna Gora	550.210	3535	55	92	7.1 to 40.1	127	4.6 to 85.2

Procjene izračunate na osnovu rezultata iz Hrvatske za mortalitet radi vrućina koji je karakterističan za tu zemlju, sa funkcijama iz baza podataka PESETA (2009) i Statističkih godišnjaka Hrvatske (2009) i Crne Gore (2009). Razlika u broju smrtnih slučajeva radi vrućine podešena na osnovu istorijskih i PESETA stopa smrtnosti.

Postoje tri važna, ali veoma privremena zaključka mogu se izvući iz ovih pokušaja da se količinski prikažu uticaji klimatskih promjena na mortalitet vezan za temperaturu i štete od klimatskih promjena vezanih za te uticaje. Prvo, dio faktora koji su doprinjeli relativno niskoj stopi smrtnosti u Crnoj Gori (barem u poređenju sa Hrvatskom) vjerovatno neće nestati kada se klima promijeni, nego će i dalje pomagati da se stanovništvo izoluje od opasnosti visokih temperatura. Drugo, dobijene procjene mortaliteta bile bi daleko niže (barem 50 do 75% na osnovu studije PESETA) da je aklimatizacija uključena u analizu. Razlog zašto nije uključena je taj što su za to potrebne baze podataka koje studija nije imala na raspolaganju, radi uvida, manipulacije i organizacije podataka. Konačno, relativno velike buduće (neeskotovane) ekonomske vrijednosti (VOLY i VSL) vezane za procjenu mortaliteta prouzrokovane su jednostavno činjenicom da kada veliki broj pomnožimo čak i sa malim brojem, opet dobijemo relativno veliki broj. Vrednovanje života je tema za diskusiju, kako u smislu metoda koje se koriste za dobijanje tih vrijednosti tako i u pogledu načina na koji takve procjene treba koristiti za donošenje odluka vezanih za politiku.

## 6.6. Dalji pravci u zdravstvenoj zaštiti

Kao što je rečeno u uvodnom dijelu ove studije, razmatrani ekonomski uticaji na zdravlje ljudi ograničeni su samo na mortalitet uzrokovan temperaturom. Kao takvo, ovo poglavlje nije zalazilo u duboko istraživanje kapaciteta koji zemlja ima za procjenu fizičkih ili ekonomskih dimenzija uticaja vezanih za klimu na ljudsko zdravlje. Pored toga, veoma mali dio praktičnog rada u oblasti klimatskih promjena vezan je za ekonomiju. Tačnije rečeno, studije o uticaju klime na zdravlje su velikom većinom epidemiološke studije, pa se VOLY i VSL procjene "prevode" u procjene mortaliteta. Troškovi uticaja koji nisu smrtonosni po zdravlje izračunavaju se na drugi način, metodama koje ovdje nisu razmatrane.



---

Primjena ovih metoda može se osloniti na lokalne podatke, ali se često ekonomske vrijednosti prenose iz drugih studija o sličnim uticajima na zdravlje.

#### **1.1.1. Glavni nalazi (samo za mortalitet uzrokovan temperaturom)**

- Podaci za procjenu parametara funkcija mortaliteta vezano za vrućinu i hladnoću za Crnu Goru i važne gradove vjerovatno postoje, ali možda nisu lako dostupni ili ih nije lako organizovati.
- Statistička epidemiologija nije veoma visoko razvijeno polje u Crnoj Gori, a edukacija i obučenosť za procjenu funkcija mortaliteta vezanih za vrućinu i hladnoću je na prilično osnovnom nivou.

#### **1.1.2. Glavne preporuke (samo za mortalitet uzrokovan temperaturom)**

- Kratkoročno (nekoliko narednih godina):
  - Kroz zajednički projekat sa nacionalnim zdravstvenim institucijama i organizacijama organizovati postojeće podatke o mortalitetu i stanovništvu tako da se procijeni mortalitet vezan za vrućinu i hladnoću na državnom nivou i za ključne gradove, koristeći razložene podatke o vremenskim uslovima i mortalitetu.
  - U sporazumu sa nacionalnim zdravstvenim institucijama i organizacijama, napraviti procjenu funkcija mortaliteta vezanog za hladnoću i vrućinu za ključne gradove i simulirati uticaje projektovanih klimatskih promjena, uzimajući u obzir različite oblike aklimatizacije.
- Dugoročni (pet do deset godina)
  - U skladu sa procjenama uticaja klimatskih promjena na zdravlje na nivou Evropske Unije, proširiti kapacitet za pokrivanje drugih uticaja na zdravlje koji mogu biti vezani za klimatske promjene.



---

## 7. LITERATURA

Adams, Darius M., Alig, Ralph J., Callaway, J.M., McCarl, Bruce A., Winnett, Steven M. 1996. *FASOM: Model Description (Opis modela)*. Res. Pap. PNW-RP-495. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. (Ministarstvo za poljoprivredu, šumarstvo i sjeverozapadnu istražnu stanicu na Pacifiku SAD)

Adams, D.M. and R.W. Haynes. 1980. "The 1980 Softwood Timber Assessment Market Model: Structure, Projections, and Policy Simulations". *For. Sci.* 26(3): Monograph 22. (Procjena tržišnog modela za meko drvo, 1980: struktura, projekcije i simulacije politike)

Adams, Darius, M., Ralph J. Alig, Bruce A. McCarl, John M. Callaway, and Steven M. Winnett. 1999. "Minimum Cost Strategies for Sequestering Carbon in Forests." *Land Economics*. 75(3): 360-374. (Strategije za odvajanje ugljenika u šumama sa najnižim troškovima – zemljišna ekonomija).

Adams, Richard M. & McCarl, Bruce A., 1985. "Assessing the benefits of alternative ozone standards on agriculture: The role of response information," *Journal of Environmental Economics and Management* 12(3): 264-276. (Procjena koristi od alternativnih standarda za ozon na poljoprivredu: uloga povratnih informacija – Časopis o ekonomiji i upravljanju životnom sredinom)

Adams, R.M., J.M. Callaway, and B.A. McCarl. 1986. "Pollution, Agriculture and Social Welfare: The Case of Acid Deposition," *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 34(1): 3-19. (Zagađenje, poljoprivreda i socijalno staranje: slučaj deponovanja kiselina – Kanadski časopis o poljoprivrednoj ekonomiji)

Adams, R.M. and B. McCarl. 1999. "The Economic Effects of Climate Change on Agriculture," Chapter 2 in *Effects of Climate Change on the U. S. Economy*, R. Mendelsohn and J. Neumann, eds. Cambridge University Press, NY, US. (Ekonomski uticaji klimatskih promjena na poljoprivredu)

Adams, R.M., L.L. Houston, B.A. McCarl, N. Tiscareno, J. Matus and R. Weiher. 2001. "The Benefits and Costs of an ENSO Early Warning System in Mexican Agriculture." U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration. (Koristi i troškovi ENSO sistema za rano upozoravanje u poljoprivredi u Meksiku – Ministarstvo za trgovinu, nacionalnu okeansku i atmosfersku administraciju SAD)

Ahn, S., J.E. De Steiguer, R.B. Palmquist, and T.P. Holmes. 2000. "Economic Analysis of the Potential Impact of Climate Change on Recreational Trout Fishing in the Southern Appalachian Mountains: An Application of a Nested Multinomial Logit Model". *Climatic Change* 45: 493–50. (Ekonomska analiza potencijalnog uticaja klimatskih promjena na rekreativni lov na pastrmke u južnim Apalači planinama: primjena ugrađenog multinominalnog logit modela – Klimatske promjene 45: 493-50)

Ainsworth E.A., P.Anderson.W. Oleszek, A. Stochmal and C.Agrell, 2004. "Combined effects of elevated CO<sub>2</sub> and herbivore damage on alfalfa and cotton". *J. Chem. Ecol.* 30: 2309-2324. (Kombinovani uticaji povećanog nivoa CO<sub>2</sub> i šteta koju nanose biljožderi biljci *madicago sativa* i pamuku)

Ainsworth, E.A. and S.P. Long. 2005. "What have we learned from 15 years of Chapter 5 Food, Fibre and Forest Products A meta-analysis of the responses of photosynthesis, canopy properties and plant

production to rising CO<sub>2</sub>". *New Phytol.*, 165:351-372. (Šta smo naučili za 15 godina; Poglavlje 5 – Prehrambeni, vlaknasti i šumski proizvodi; A meta-analiza povratnih odgovora fotosinteze, svojstva kupole i uzgoja biljaka na povećanje CO<sub>2</sub>)

Alig, R.J., D.M.Adams and B.A.McCarl. 2002. "Projecting impacts of global climate change on the US forest and agriculture sectors and carbon budgets". *Forest Ecol. Manag.*, 169: 3-14. (Projektovanje uticaja globalnih klimatskih promjena na sektore poljoprivrede i šumarstva u SAD-u i proračun ugljenika)

Baccini, Michela, Annibale Biggeri, Gabriele Accetta, Tom Kosatsky, Klea Katsouyanni, Antonis Analitis, H. Ross Anderson, Luigi Bisanti, Daniela D'Ippoliti, Jana Danova, Bertil Forsberg, Sylvia Medina, Anna Paldy, Daniel Rabczenko, Christian Schindler, and Paola Michelozzi. 2008. "Heat Effects on Mortality in 15 European Cities". *Epidemiology* 19(5): 711-719. (Uticaj visokih temperatura na mortalitet u 15 evropskih gradova – epidemiologija)

Bachelet, D., J.M. Lenihan, C. Daly, R.P. Neilson, D.S. Ojima and W.J. Parton. 2001. "MC1: a dynamic vegetation model for estimating the distribution of vegetation and associated carbon, nutrients, and water-technical documentation". Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-508. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, Oregon, 1-95 pp. [Accessed 19.03.07: <http://www.fs.fed.us/pnw/pubs/gtr508.pdf>. (MC1: dinamički vegetacioni model za procjenu rasprostranjenosti vegetacije i pratećeg ugljenika, hranjivih materija i tehnička dokumentacija o vodama)

Bachelet, D., J. Lenihan, R. Drapek, R. Neilson. 2008. "VEMAP vs VINCERA: A DGVM sensitivity to differences in climate scenarios. *Global and Planetary Change*" 64: 38–48. (DGVM osjetljivost na razlike u klimatskim scenarijima. Globalna i planetarna promjena)

Battisti A, Stastny M, Netherer S, Robinet C, Schopf A, Roques A, Larsson S. 2005. "Expansion of geographic range in the pine processionary moth caused by increased winter temperatures". *Ecological Applications* 15: 2084-2096. (Širenje geografskog prisustva moljca borovih šuma uzrokovano porastom zimskih temperatura)

Bertomeu, M. and C. Romero. 2002. "Forest Management Optimisation Models and Habitat Diversity: a goal programming approach". *Journal of the Operations Research Society* 53: 1175-1184. (Modeli za optimizaciju upravljanja šumama i šumskim diverzitetom: načelo programiranja cilja)

Bigano, Andrea, Jaqueline Hamilton and Richard Tol. 2007. "The impact of climate change on domestic and international tourism: A simulation study." *The Integrated Assessment Journal* 7(1): 25-49. (Uticaj klimatske promjene na domaći i međunarodni turizam: studija simulacije)

Botkin, D. B., Janak, J. F., and Wallis, J. R. 1972. "Rationale, Limitations and Assumptions of a Northeastern Forest Growth Simulator", *IBM J. Res. Develop.* 16: 101–116. (Principi, ograničenja i pretpostavke simulatora za rast sjeveroistočne šume)

Brodie, J. Douglas; Kao, Chiang. 1979. *Forest Science* 25(4): 665-672. (Nauka o šumama)

Brovkin, V. 2002. "Climate-vegetation interaction". *J. Phys. IV*, 12: 57-72. (Međusobni uticaj klime i vegetacije)

---

Bugman, Harald. 2001. A Review of Gap Forest Models. *Climatic Change* 51: 259–305. (Pregled modela praznog prostora u šumi: klimatske promjene)

Callaway, John M. 2004A. “The Benefits and Costs of Adapting to Climate Variability and Climate Change”, Chapter 4. *The Benefits of Climate Policy*. OECD, Paris Fr. (Korist i troškovi adaptacije na promjenljivost klime i klimatske promjene – poglavlje 4 – Korist politike u oblasti klime)

Callaway, John M. 2004B. “Adaptation Benefits and Costs: are they Important in the Global Policy Picture and How can we Estimate them?” *Global Environmental Change*, 14: 273-282. (Korist od i troškovi adaptacije: da li su važni za sliku globalne politike i kako ih možemo procijeniti? – Globalna ekološka promjena)

Callaway, John M., Daan Louw, Molly Hellmuth, Jabavu Nkomo, and Debby Sparks. 2008. Chapter 3: Benefits and costs of adapting water planning and management to climate change and water demand growth in the Western Cape of South Africa. In Neil Leary, Cecilia Conde, Jyoti Kulkarni, Anthony Nyong and Juan Pulhin (eds.). *Climate Change and Vulnerability and Adaptation*, Earthscan Books, London UK, pp. 53-70. (Korist od i troškovi adaptacije planiranja i upravljanja vodama klimatskim promjenama i porast potreba za vodon na zapadnom rtu Južne Afrike; Klimatske promjene, ranjivost i adaptacija)

Callaway, John M., Daniël B. Louw, and Molly Hellmuth. 2009. Chapter 14: Benefits and Costs of Measures for Coping with Water and Climate Change: Berg River Basin, South Africa. In Fulco Ludwig, Pavel Kabat, Henk van Schaik and Michael van der Valk (eds.). *Climate Change Adaptation in the Water Sector*. Earthscan Books, London, UK, pp. 191-212 (Korist od i troškovi mjera za borbu sa promjenama vodotoka i klime: bazen rijeke Berg, Južna Afrika; Adaptacija na klimatske promjene u sektoru voda)

Carson, Richard T. and Robert C. Mitchell. 2004. *Valuing Oil Spill Prevention: A Case Study of California's Central Coast*. Kluwer. Dordrecht, NE. (Vrednovanje sprečavanja prolivanja nafte: studija slučaja, centralna obala Kalifornije)

Ciscar J.C., et al. *Climate Change Impacts in Europe. Final Report of the PESETA Research Project*. Joint Research Centre, Seville, SP (Uticaji klimatskih promjena u Evropi. Konačni izvještaj istraživačkog projekta PESETA)

Cramer, W., A. Bondeau, F.I. Woodward, I.C. Prentice, R.A. Betts, V. Brovkin, P.M. Cox, V. Fisher and Coauthors. 2001. “Global response of terrestrial ecosystem structure and function to CO<sub>2</sub> and climate change: results from six dynamic global vegetation models”. *Glob. Change Biol.*, 7: 357-373. (Globalni odgovor strukture i funkcije suvozemnih ekosistema na CO<sub>2</sub> i klimatske promjene: rezultati šest dinamičkih modela vegetacije)

Davis, Lawrence S., K. Norman Johnson, Pete Bettinger, and Theodore E. Howard. 2001. *Forest Management. To Sustain Ecological, Economic, and Social Values, Fourth Edition*. Waveland Press, Long Grove, Il. US. (Upravljanje šumama. Održivost ekoloških, ekonomskih i socijalnih vrijednosti, četvrto izdanje).



Davis, M. B. & Botkin, D. B. 1985. "Sensitivity of cool-temperate forests and their fossil pollen record to rapid temperature change." *Quat. Res.* 23: 327–340. (Osjetljivost šuma koje uspijevaju na niskim temperaturama i evidencija o reagovanju okamenjenog polena na brze promjene temperature)

EEA (2004). "The impacts of Europe's changing climate – an indicator-based assessment". EEA Report No 2/2004. Available from <http://reports.eea.europa.eu/> (Uticaj promjena klime u Evropi – procjena zasnovana na indikatorima)

Gifford, R.M. 2004. "The CO<sub>2</sub> fertilising effect – does it occur in the real world?" *New Phytol.*, 163: 221–225. (Uticaj CO<sub>2</sub> na plodnost – da li se to događa u realnom svijetu?)

Gillett, N.P., A.J. Weaver, F.W. Zwiers and M.D. Flannigan. 2004: "Detecting the effect of climate change on Canadian forest fires". *Geophys. Res. Lett.*, 31, 12217. (Detektovanje uticaja klimatskih promjena na šumske požare u Kanadi)

Gordon, W. G., J. S. Famiglietti, N. L. Fowler, T. G. F. Kittel and K. A. Hibbard. 2004. "Validation of Simulated Runoff from Six Terrestrial Ecosystem Models Using Observed Streamflow: Results from the VEMAP II Model Intercomparison, Ecological Applications", 14(2): 527–545. (Provjera uticaja simuliranog površinskog oticanja na osnovu šest modela suvozemnih ekosistema koristeći uočene bujične tokove: rezultati međusobnog upoređivanja modela VEMAP II, ekološke aplikacije)

Gunn, Eldon. 2007. "Models for Strategic Forest Management." In Andres Weintraub, Carlos Rmoero, Trond Bjørndal, Rafael Epstein (eds.) *Handbook of Operations Research in Natural Resources*, Chapter 16. Springer. Darmstadt, DE. (Modeli za strateško upravljanje šumama)

Hamilton, Jacqueline M., David J. Maddison, Richard S.J. Tol. 2005A. "Climate change and international tourism: A simulation study". *Global Environmental Change* 15: 253–266. (Klimatske promjene i međunarodni turizam: studija simulacije)

Hamilton, Jacqueline M., David J. Maddison, Richard S.J. Tol. 2005B. Effects of climate change on international tourism. *Clim Res.* 29: 245–254. (Uticaji klimatskih promjena na međunarodni turizam)

Hasenhauer, Hubert. 2005. *Sustainable Forest Management - Growth Models for Europe*. Springer, Darmstadt, DE. (Održivo upravljanje šumama – modeli rasta za Evropu)

Havlik, Petr, Uwe A. Schneider, Erwin Schmid, Hannes Bottcher, Steffen Fritz, Rastislav Skalsky, Kentaro Aoki, Stephane DeCara, Georg Kindermann, Florian Kraxner, Sylvain Leduc, Ian McCallum, Aline Mosnier, Timm Sauer, Michael Obersteiner. 2010. "Global land-use implications of first and second generation biofuel targets". *Energy Policy* 10.1016/j.enpol.2010.03.030. (Globalne implikacije po namjenu zemljišta prve i druge generacije ciljeva za bio goriva)

Healy, J. D. 2003. "Excess winter mortality in Europe: a cross country analysis identifying key risk factors". *J Epidemiol Community Health* 57:784–789. (Porast mortaliteta u Evropi tokom zime: višestruka analiza za utvrđivanje ključnih faktora rizika)

Holec, Jan and Marc Hanewinkel. 2004. "A forest management risk insurance model and its application to coniferous stands in southwest Germany." *Forest Policy and Economics* 8(2):161–174. (Model

---

upravljanja osiguranjem od rizika po šume i njegova primjena na četinarske sastojine i jugozapadnoj Njemačkoj – Politika i ekonomija šuma)

Hänninen, Riitta & A. Maarit I. Kallio. 2007. "Economic impacts on the forest sector of increasing forest biodiversity conservation in Finland". *Silva Fennica* 41(3): 507–523. (Ekonomski uticaji na sektor šuma porasta očuvanja šumskog biodiverziteta u Finskoj)

IPCC. 1995. *Contribution of Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climate Change, forming part of the IPCC Second Assessment Report*. Published for the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK. (Doprinos II Radne grupe međudržavnog panela o klimatskim promjenama, kao dijela IPCC drugog izvještaja o procjeni uticaja)

IPCC, 2001. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, J.J. McCarthy, O.F. Canziani, N.A. Leary, D.J., Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK. (Klimatske promjene 2001: uticaji, adaptacija i ranjivost. Doprinos II Radne grupe trećem izvještaju o procjeni uticaja međudržavnog panela o klimatskim promjenama)

J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK. IPCC. 2007. *Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. M.L. Parry, O.F. Canziani, (Doprinos II Radne grupe četvrtom izvještaju o procjeni uticaja međudržavnog panela o klimatskim promjenama)

Just, R. A. Schmitz and D. Hueth. 1982 *Applied Welfare Analysis*. Prentice-Hall, NY, US. (Primijenjena analiza dobrobiti)

Kalkstein, L.S., Davis, R.E. 1989). 'Weather and human mortality: an evaluation of demographic and interregional responses in the United States,' *Annals of the Association of American Geographers*, 79:44-64. (Vrijeme i smrtnost ljudi: procjena demografskih i međuregionalnih odgovora u Sjedinjenim državama; Analiza Udruženja američkih geografa)

Kallio, Maarit, Alexnader Moiseyev, Berger Solberg. 2004. *The Global Forest Sector Model EFI-GTM – The Model Structure*. EFI Internal Report 15. European Forest Institute, Joensuu, Finland. (Globalni model sektora šumarstva; Struktura modela)

Kehoe, Patrick J. and Timothy J. Kehoe. 1994. "A Primer on Static Applied General Equilibrium Models." *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, 18(1) <http://www.minneapolisfed.org/research/QR/QR1821.pdf>. (Podloga za statičke primijenjenije modele za opštu ravnotežu)

Kelly, D.L., C.D. Kolstad. 1999. "Integrated Assessment Models for Climate Change Control" in Henk Folmer and Tom Tietenberg (eds), *International Yearbook of Environmental and Resource Economics 1999/2000: A Survey of Current Issues* Edward Elgar Cheltenham, UK. (Integralni modeli procjene za kontrolu klimatskih promjena)

Kittel, T.G.F., Rosenbloom, N.A., Royle, J.A., Daly, C., Gibson, W.P., Fisher, H.H., Thornton, P., Yates, D.N., Aulenbach, S., Kaufman, C., McKeown, R., Bachelet, D., Schimel, D.S., and VEMAP2 Participants. 2004. "VEMAP phase 2 bioclimatic database. I. Gridded historical (20th century) climate for modeling ecosystem dynamics across the conterminous United

- States". *Climate Research* 27: 151–170. (VEMAP2 učesnici.; VEMAP2 faza 2 bioklimatske baze podataka. Istorijski podaci (20. vijek) o klimi za modeliranje dinamike ekosistema duž pograničnog dijela Sjedinjenih Država).
- Kovats, R.S., Edwards, S., Hajat, S., Armstrong, B., Ebi, K.L., Menne, B. 2004. "The effect of temperature on food poisoning: time series analysis in 10 European countries". *Epidemiology and Infection* 132: 443-453. (Uticaji temperature na trovanje hranom: analiza vremenske serije u 10 Evropskih zemalja)
- Kovats, R.S., and Jendritzky, G. 2006. "Heat-waves and human health". In: Menne, B., and Ebi, K.L. (eds) *Climate change and adaptation strategies for human health*. WHO. Geneva, Switzerland, 63–97. (Toplotni udari i zdravlje ljudi; Klimatske promjene i strategije za adaptaciju zdravlja ljudi – SZO)
- Kovats, R.S., et al. 2006. Health. In: Metroeconomica Ltd., Project E – Quantify the cost of impacts and adaptation, unpublished study for Department for Environment, Food and Rural Affairs, UK. Available from <http://www.defra.gov.uk> (Kvantifikovanje troškova uticaja i adaptacije, neobjavljena studija za Ministarstvo životne sredine, hranu i ruralna pitanja, Velika Britanija)
- Korner, C., R. Asshoff, O. Bignucolo, S. Hattenschwiler, S.G. Keel, S. Pelaez-Riedl, S. Pepin, R.T.W. Siegwolf and G. Zotz. 2005. "Carbon flux and growth in mature deciduous forest trees exposed to elevated CO<sub>2</sub>". *Science*, 309:1360-1362. (Tok ugljenika i porast u drveću listopadnih šuma izloženom povećanom CO<sub>2</sub>)
- Kurukulasuriya Pradeep and Robert Mendelsohn. 2008. "A Ricardian analysis of the impact of climate change on African cropland." *AfJARE* 2(1): 1-23. (Rikardijanska analiza uticaja klimatskih promjena na polja pod usjevima u Africi)
- Lee, D.M. and K.S. Lyon. 2004. "A dynamic analysis of the global timber market under global warming: an integrated modeling approach". *Southern Econ. J.*, 70: 467-489. (Dinamička analiza globalnog tržišta drvenom građom u uslovima globalnog zagrijavanja: načelo integralnog modeliranja)
- Lindner, Marcus. 2000. Developing adaptive forest management strategies to cope with Climate change. *Tree Physiology* 20: 299-307. (Razvoj strategija adaptivnog upravljanja šumama radi borbe sa klimatskim promjenama).
- Lipski, S. and G. McBoyle. 1991. "The impact of global warming on downhill skiing in Michigan". *The East Lakes Geographer* 26: 37–51. (Uticaj globalnog zagrijavanja na skijanje u Mičigenu)
- Long, S.P., E.A. Ainsworth, A. Rogers and D.R. Ort. 2004. "Rising atmospheric carbon dioxide: plants FACE the future". *Annu. Rev. Plant Biol.*, 55: 591-628. (Porast udljen dioksida u atmosferi: bilje SUOČENE sa budućnošću)
- Loomis, J. and J. Crespi. 1999. "Estimated Effects of Climate Change on Selected Outdoor Recreation Activities in the United States." In Mendelsohn and Neumann, (eds.), *The Impact of Climate Change on the United States Economy*. Cambridge University Press. NY, US. (Procijenjeni uticaji klimatskih promjena na odabrane rekreativne aktivnosti na otvorenom u Sjedinjenim Državama; Uticaj klimatskih promjena na ekonomiju Sjedinjenih Država)
- Matalas, N.C. and Fiering, M.B. 1977. "Water-Resource Systems Planning" In National Academy of Sciences, *Climate, Climatic Change and Water Supply*. National Academy of Sciences, Washington,

---

DC. US, pp. 99-110. ("Planiranje sistema vodnih resursa" u Nacionalnoj akademiji nauka "Klima, klimatske promjene I vodosnabdijevanje, Nacionalna akademija nauka, Vašington, SAD).

McCarl, B.A. and T.H Spreen. 1980. "Price Endogenous Mathematical Programming as a Tool for Sector Analysis". *American Journal of Agricultural Economics*, 62: 87 – 102. (Vrijednost endogenog matematičkog programiranja kao sredstva za sektorsku analizu; Američki časopis o poljoprivrednoj ekonomiji)

McCarl, Bruce A., Darius M. Adams, Ralph J. Alig, Diana Burton and Chi-Chung Chen. 2000. "Effects of Global Climate Change on the U.S. Forest Sector: Response Functions Derived from a Dynamic Resource and Market Simulator", *Climate Research* 15:195-205. (Uticaju globalnih klimatskih promjena na sektor šumarstva u Sjedinjenim Državama: Funkcije reagovanja izvedene iz dinamičkog resursa i simulatora tržišta; Klimatska istraživanja)

McMichael, A.J., et al. 2004. "Climate change". In: Ezzati, M., Lopez, A.D., Rodgers, A., and Murray, C.J., (eds) *Comparative quantification of health risks: global and regional burden of disease due to selected major risk factors*, 2. WHO. Geneva, Switzerland, 1543–1649. (Komparativna kvantifikacija rizika po zdravlje: globalno i regionalno opterećenje bolešću usljed odabranih glavnih faktora rizika)

Mendelsohn, R., W. Nordhaus and D. Shaw. 1994. "Measuring the Impact of Global Warming on Agriculture." *American Economic Review* 84: 753-771. (Mjerenje uticaja globalnog zagrijavanja na poljoprivredu)

Mendelsohn, Robert, William Nordhaus, and Daigee Shaw. 1999 "The impact of climate variation on US agriculture" In Chapter 3 in *Effects of Climate Change on the U. S. Economy*, R. Mendelsohn and J. Neumann, eds. Cambridge University Press, New York, US. (Uticaj promjena klime na poljoprivljedu u SAD; Poglavlje 3: Uticaji klimatskih promjena na ekonomiju Sjedinjenih Država).

Mendelsohn, R., and M. Markowski. 1999. "The Impact of Climate Change on Outdoor Recreation." In Mendelsohn and Neumann, (eds.), *The Impact of Climate Change on the United States Economy*. Cambridge University Press. NY, US. (Uticaj klimatskih promjena na rekreaciju na otvorenom; Uticaji klimatskih promjena na ekonomiju Sjedinjenih Država).

Mendelsohn and Neumann (eds.). 1999. *The Impact of Climate Change on the United States Economy*. Cambridge University Press. New York, US. (Uticaji klimatskih promjena na ekonomiju Sjedinjenih Država)

Mendelsohn, R., Dinar, A., Sanghi, A.2001. "The Effect of Development on the Climate Sensitivity of Agriculture", *Environment and Development Economics* 6: 85-101. (Uticaj razvoja na klimatsku osjetljivost u poljoprivredi; Ekološka i razvojna ekonomija)

Mendelsohn, R. and Dinar, A. 2003. "Climate, Water, and Agriculture", *LandEconomics* 79: 328-341. (Klima, voda i poljoprivreda; zemljišna ekonomija)

Mendelsohn, R. and M. Reinsborough. 2007. "A Ricardian Analysis of US and Canadian Farmland" *Climatic Change* 81: 9-17. (Rikardijanska analiza obradivog zemljišta u SAD i Kanadi)

Miller, Ronald E. and Peter D. Blair. 1985. *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*. Prentice

Hall, NY, US. (Ulazno-izlazna analiza: osnove i proširenja)

Ministarstvo uređenja prostora i zaštite životne sredine Crne Gore (MUPZŽS) 2010, Prva nacionalna komunikacije Crne Gore prema UNFCCC, nacrt, Podgorica, Crna Gora.

Moorcroft, P.R. 2003. Recent advances in ecosystem–atmosphere interactions: an ecological perspective. *P. Roy. Soc. London B Bio.*, 270: 1215-1227. (Najnoviji pomaci u međusobnom djelovanju između ekosistema i atmosfere: ekološka perspektiva)

Nabuurs, G.J., A. Pussinen, T. Karjalainen, M. Erhard and K. Kramer. 2002. “Stemwood volume increment changes in European forests due to climate change – a simulation study with the EFISCEN model”. *Glob. Change Biol.*, 8: 304-316. (Promjene u povećanju volumena stabljike drveta u evropskim šumama radi klimatskih promjena – studija simulacije sa EFISCEN modelom)

Nemani, R.R., Keeling, C.D., Hashimoto, H., Jolly, W.M., Piper, S.C., Tucker, C.J., Myneni, R.B. and Running, S.W. 2003. “Climate-driven increases in global terrestrial net primary production from 1982 to 1999”. *Science* 300: 1560-1563. (Porast globalne kopnene neto primarne produktivnosti od 1982. do 1999.)

Njie, Momodou, John M. Callaway, Bernard E. Gomez, Molly E. Hellmuth, Bubu P. Jallow, and Peter Droogers. 2008. Chapter 7: Making economic sense of adaptation in upland cereal production systems in the Gambia. In Neil Leary, Cecilia Conde, Jyoti Kulkarni, Anthony Nyong and Juan Pulhin (eds.). *Climate Change and Vulnerability and Adaptation*, Earthscan Books, London, UK, pp. 131-146. (Poglavlje 7: ekonomski smisao adaptacije sistema za proizvodnju žitarica u brdskim krajevima)

Norby, R.J., E.H. DeLucia, B. Gielen, C. Calfapietra, C.P. Giardina, J.S. King, J. Ledford, H.R. McCarthy and Co-authors. 2005. “Forest response to elevated CO<sub>2</sub> is conserved across a broad range of productivity”. *P. Natl. Acad. Sci USA*, 102:18052-18056. (Odgovor šuma na porast CO<sub>2</sub> odražava se u širokom opsegu produktivnosti)

Parson, Edward A. and Karen Fisher-Vanden. 1997. “Integrated Assessment Models of Global Climate Change.” *Annual Review of Energy and the Environment* 22: 589-628. (Modeli za integralnu procjenu globalnih klimatskih promjena; Godišnji pregled o energiji i životnoj sredini)

Peng 2000: Peng, C.H. 2000. From static biogeographical model to dynamic global vegetation model: a global perspective on modelling vegetation dynamics. *Ecol. Model.* 135: 33-54. (Od statičkog biogeografskog modela do dinamičkog modela globalne vegetacije: globalna perspektiva o modeliranju dinamike vegetacije).

Pendleton, L.H., and R. Mendelsohn. 1998. “Estimating the Economic Impact of Climate Change on the Freshwater Sportfisheries of the Northeastern U.S.” *Land Economics* 74(4): 483–496. (Procjena ekonomskog uticaja klimatskih promjena na sportski ribolov u slatkovodnim tokovima na sjeveroistoku SAD)

Perez-Garcia, J., L.A. Joyce, A.D. McGuire and X. Xiao. 2002. “Impacts of climate change on the global forest sector”. *Climatic Change*, 54:439-461. (Uticaji klimatskih promjena na globalni šumski sektor)



---

Pirard P, Vandentorren S, Pascal M, Laaidi K, Ledrans M. 2005. "Summary of the mortality impact assessment of the 2003 heatwave in France". *Euro Surveillance* 10: 7-9. (Rezime procjene uticaja toplotog vala na mortalitet u Francuskoj 2003. godine)

Quiroga, Sonia and Ana Iglesias. 2007. "Projections of economic impacts of climate change in agriculture in Europe". *Economía Agraria y Recursos Naturales* 7: 14: 65-82. (Projekcije ekonomskih uticaja klimatskih promjena u poljoprivredi u Evropi)

Rabl, Ari. 2003. "Interpretation of Air Pollution Mortality: Number of Deaths or Years of Life Lost?" *J Air and Waste Management*, Vol.53(1), 41-50 (2003). A shortened French version has been published as "Mortalité due à la pollution de l'air: comment interpréter les resultants", *Pollution Atmosphérique*, vol.180, 541-550. (Tumačenje smrtnosti izazvane zagađenjem vazduha: broj smrtnih slučajeva ili izgubljene godine života?; Upravljanje vazduhom i otpadom; objavljena ne kratka verzija na francuskom jeziku).

Richardson, Robert B., John B. Loomis. 2004. "Adaptive recreation planning and climate change: a contingent visitation approach". *Ecological Economics* 50: 83– 99. (Planiranje adaptivne rekreacije i klimatske promjene: načelo slučajne posjete; Ekološka ekonomija)

Schimel, D., Melillo, J., Tian, H., McGuire, A.D., Kicklighter, D., Kittel, T., Rosenbloom, N., Running, S., Thornton, P., Ojima, D., Parton, W., Kelly, R., Sykes, M., Neilson, R., Rizzo, B., 2000. "Contribution of increasing CO<sub>2</sub> and climate to carbon storage by ecosystems in the United States". *Science* 287: 2004–2006. (Doprinos porasta CO<sub>2</sub> i klimatskih promjena na taloženje ugljenika u ekosistemima u Sjedinjenim Državama)

Schneider U.A., J Balkovic, S. De Cara, O. Franklin, S. Fritz, P. Havlik, I. Huck, K. Jantke, A.M.I. Kallio, F. Kraxner, A. Moiseyev, M. Obersteiner, C.I. Ramos, C. Schleupner, E. Schmid, D. Schwab & R. Skalsky .2008. *The European Forest and Agricultural Sector Optimization Model – EUFASOM*. FNU-156, Hamburg University and Centre for Marine and Atmospheric Science, Hamburg DE. (Model optimizacije sektora šumarstva i poljoprivrede u Evropi)

Schröter, D., C. Polsky and A.G. Patt. 2005. "Assessing vulnerabilities to the effects of global change: an eight step approach". *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 10: 573-596. (Ocjena podložnosti uticajima globalnih promjena: pristup od osam koraka; Strategije za ublažavanje uticaja i adaptaciju na globalne promjene)

Scott, D. and Jones, B. 2006. "The impact of climate change on golf participation in the Greater Toronto Area (GTA): a case study. *Journal of Leisure Research* 38(4). 87-99. (Uticaj klimatskih promjena na golf i širem području Toronta)

Scott D, McBoyle G, Minogue A, Mills B. 2006. "Climate change and the sustainability of ski-based tourism in eastern North America: a reassessment". *J Sustainable Tourism* 14: 376–398. (Klimatske promjene i održivost skijaškog turizma u istočnoj Sjevernoj Americi: ponovna procjena)

Seo, SN, Mendelsohn, R & Munasinghe, M, 2005. Climate change impacts on agriculture in Sri Lanka. *Environment and Development Economics* 10, 581–96. (Uticaji klimatskih promjena na poljoprivredu Šri Lanke; Ekološka i razvojna ekonomija)

Seo, N. and R. Mendelsohn. 2008. "Climate Change Impacts and Adaptations on Animal Husbandry in Africa." *AffARE* 2: 65-82. (Uticaji klimatskih promjena i prilagođavanje stočarskih gazdinstava u Africi)

Seo, N. and R. Mendelsohn. 2008. "A Ricardian Analysis of the Impact of Climate Change on South American Farms" *Chilean Journal Of Agricultural Research* 68(1): 69-79. (Rikardijanska analiza uticaja klimatskih promjena na poljoprivredna dobra u Južnoj Americi)

Shugart, H., R. Sedjo and B. Sohngen. 2003. *Forests and global climate change: potential impacts on U.S. forest resources*. Pew Center on Global Climate Change, Arlington, VA, US. (Šume i globalne klimatske promjene: potencijalni uticaji na šumske resurse Sjedinjenih Država)

Sitch, S., B. Smith, I.C. Prentice, A. Arneth, A. Bondeau, W. Cramer, J.O. Kaplan, S. Levis, W. Lucht, M.T. Sykes, K. Thonicke and S. Venevsky. 2003. "Evaluation of ecosystem dynamics, plant geography and terrestrial carbon cycling in the LPJ dynamic global vegetation model". *Glob. Change Biol.* 9: 161-185. (Procjena dinamike ekosistema, biljne geografije i zemnog ugljenika koji kruži unutar LPG modela dinamične globalne vegetacije)

Smith, V. Kerry and William H. Desvousges. 1985. "The Generalized Travel Cost Model and Water Quality Benefits: A Reconsideration". *Southern Economic Journal*, 52(2): 371-381. (Generalizovani model putnih troškova i koristi od kvaliteta vode: ponovno razmatranje)

Sohngen, B. and R. Mendelsohn. 1998. Valuing the market impact of large scale ecological change: the effect of climate change on US timber. *Am. Econ. Rev.*, 88: 689-710. (Vrednovanje tržišnog uticaja ekološke promjene velikih razmjera: uticaj klimatskih promjena na drvenu građu Sjedinjenih Država)

Sohngen, B. and R. Mendelsohn. 1999. "The US Timber Market Impacts of Climate Change". Chapter 5 in *The Market Impacts of Climate Change on the US Economy*. R. Mendelsohn and J. Neumann (eds). Cambridge University Press, Cambridge, U.K. (Uticaj klimatskih promjena na tržište drvnom građim u SAD)

Sohngen, B., R. Mendelsohn and R.A. Sedjo. 1999. "Forest management, conservation, and global timber markets". *Am. J. Agr. Econ.*, 81: 669-674. (Upravljanje šumama, zaštita i globalna tržišta drvne građe)

Sohngen, B., R. Mendelsohn and R. Sedjo. 2001. "A global model of climate change impacts on timber markets". *J. Agr. Resour. Econ* 26:326-343. (Globalni model uticaja klimatskih promjena na tržišta drvnom građom)

Solberg, B., A. Moiseyev and A.M. Kallio. 2003. "Economic impacts of accelerating forest growth in Europe". *Forest Policy Econ.*, 5:157-171. (Ekonomski uticaji ubrzanog rasta šuma u Evropi)

Solomon, A. M. 1986. 'Transient Response of Forests to CO<sub>2</sub>-Induced Climate Change: Simulation Modeling Experiments in Eastern North America', *Oecologia* 68: 567-579. (Dinamički odgovor šuma na klimatske promjene izazvane CO<sub>2</sub>: simulacija modeliranja eksperimenata i istočnom dijelu Sjeverne Amerike)

Stöckle, C., Williams, J.R., Rosenberg, N. J., and Jones, C. A. 1992. "A Method for Estimating the

---

Direct and Climatic Effects of Rising Atmospheric Carbon Dioxide on Growth and Yield of Crops: Part I-Modification of the EPIC Model for Climate Change Analysis”. *Agric. Systems* 38:225-238. (Metod za procjenu direktnih klimatskih uticaja porasta ugljen dioksida na uzgajanje i prinos usjeva: Dio I: prilagodavanje EPIC modela za anлізу klimatskih promjena)

Tubiello, F.N., Jagtap, S., Rosenweig, C., Goldberg, R., Jones, J.W. 2002. “Effects of climate change on US crop production from the National Assessment. Simulation results using two different GCM scenarios. Part I: Wheat, Potato, Corn, and Citrus”. *Climate Research* 20(3):259–270 (Uticaj klimatskih promjena na proizvodnju usjeva u Sjedinjenim Državama na osnovu rezultata simulacije korišćenjem dva različita GCM scenarija. Dio I: pšenica, krompir, kukuruz i limun)

UNDP, Croatia. 2009. *A Climate for Change: Climate Change and its Impacts on Society and Economy in Croatia*. Zagreb, Croatia. (Hrvatska; Klima za promjene: klimatske promjene i njihov uticaj na društvo i ekonomiju i Hrvatskoj)

van Diepen, C.A. J. Wolf H. van Keulen, C. Rappoldt. 2007. “WOFOST: a simulation model of crop production. Soil Use and Management.” 5(1): 16-24. (WOFOST: model simulacije proizvodnje žitarica; Korišćenje u upravljanje zemljištem)

VEMAP Members. 1995. “Vegetation/ecosystem modeling and analysis project: comparing biogeography and biogeochemistry models in a continental-scale study of terrestrial ecosystem responses to climate change and CO<sub>2</sub> doubling”. *Global Biogeochemical Cycles*. 9: 407-437. (Modeliranje vegetacije/ekosistema i analiza projekta: upoređivanje biografskih i biohemijskih modela u studiji na nivou kontinenta odgovora suvozemnih ekosistema na klimatske promjene i dvostruko povećanje CO<sub>2</sub>; Globalna biohemijska analiza)

Vucetic, Visnja. 2009. *Modelling of the Maize Production and the Impact of Climate Change on Maize Yields in Croatia*. Final Report. Meteorological and Hydrological Service of Republic of Croatia, Meteorological Research Division, Research and Atmospheric Modelling Department, Numerical Modelling Unit, Zagreb Croatia. (Modeliranje proizvodne kukuruza i uticaji klimatskih promjena na prinos kukuruza u Hrvatskoj; Konačni izvještaj. Hidrometeorološki zavod Reoublike Hrvatske; Sektor za meteorološka istraživanja; Odjeljenje za istraživanja i atmosfersko modeliranje; Jedinica za numeričko modeliranje)

Ward, F.A., and D. Beal. 2000. *Valuing Nature with Travel Cost Models: A Manual*. New Horizons in Environmental Economics. Edward Elgar Publishing, Inc. Northampton, MA. US. (Vrednovanje prirode pomoću modela putnih troškova: priručnik; Novi horizonti u ekološkoj ekonomiji)

Ward, F. A., and J. B. Loomis. 1986. “The Travel Cost Demand Model as an Environmental Policy Assessment Tool: A Review of Literature.” *West. J. Agr. Econ.* 11(1986):164-78. (Model potrebnih putnih troškova kao instrumenat za ocjenu ekološke politike: pregled literature)

Weyant John. 1995. “Integrated Assessment of Climate Change: An Overview and Comparison of Approaches and Results,” in J. P. Bruce (ed.), *Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions of Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK. (Integralna procjena klimatskih promjena: pregled i poredenje pristupa i rezultata; Klimatske promjene 1995: ekonomske i solcijalne dimenzije klimatskih promjena)

---

Williams, David W. and Liebhold, Andrew M. 1996. "Herbivorous insects and climate change: potential changes in the spatial distribution of forest defoliator outbreaks" in Hom, John, Birdsey, Richard, O'Brian, Kelly, (eds.). Gen. Tech. Rep. NE-214. Radnor, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station. (Insekti biljožderi i klimatske promjene: potencijalne promjene u prostornoj distribuciji pojava opadnja šumskog lišća)

Williams, D.W. and A.M. Liebhold. 2002: "Climate change and the outbreak range of two North American bark beetles". *Agr. Forest Entomol.*, 4: 87-99. (Klimatske promjene i pojava epidemije sjeveroameričkih tvrdokrilaca koji napadaju koru drveta)

Williams, David W., Long, Robert P., Wargo, Philip M., Liebhold, Andrew M. 2000. "Effects of climate change on forest insect and disease outbreaks In Mickler, Robert A.; Birdsey, Richard A.; Hom, John, eds. Responses of northern U.S. forests to environmental change. Ecological studies 139. New York: Springer-Verlag: 455-494. (Utjecaji klimatskih promjena na šumske insekte i epidemije bolesti u Mikleru; Odgovor šuma u Sjedinjenim Državama na promjenu životne sredine)

World Tourism and Trade Council (WTTC). 2009. Travel and Tourism: Economic Impact Montenegro. London, UK. (Svjetski savez za turizam i putovanja. 2009. Putovanje i turizam: ekonomski uticaj, Crna Gora)

