

# Utjecaj klimatskih promjena na prirodnu baštinu Australije

---

Vrtarić, Timon

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:053811>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-22**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



**Timon Vrtarić**

**Utjecaj klimatskih promjena na prirodnu baštinu  
Australije**

**Diplomski rad**

**Zagreb**

**2023**



**Timon Vrtarić**

**Utjecaj klimatskih promjena na prirodnu baštinu  
Australije**

**Diplomski rad**

predan na ocjenu Geografskom odsjeku  
Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu  
radi stjecanja akademskog zvanja  
magistra geografije

**Zagreb  
2023**

Ovaj je diplomski rad izrađen u sklopu diplomskog sveučilišnog studija *Geografija; smjer: Baština i turizam* na Geografskom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom doc. dr. sc. Mladena Maradina

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geografski odsjek

Diplomski rad

## Utjecaj klimatskih promjena na prirodnu baštinu Australije

Timon Vrtarić

### Izvadak:

U ovom radu su analizirani utjecaji klimatskih promjena na prirodnu baštinu Australije uvrštenu na UNESCO-vu listu svjetske baštine. Na primjerima Velikog koraljnog grebana i Velikog modrog gorja prikazan je utjecaj klimatskih promjena na stanje prirodne baštine u Australiji, kao i mjere prilagodbe klimatskim promjenama radi njezinog očuvanja i zaštite. Pritisци koji prijete prirodnoj baštini Australije, a koji su posljedica klimatskih promjena, uključuju porast temperature, promjene u količini i godišnjem hođu padalina, porast razine mora, požare, češće ekstremne vremenske nepogode te acidifikaciju oceana. Veliki koraljni greben doživio je masovno izbjeljivanje prilikom toplinskih morskih valova uzrokovanih klimatskim promjenama čime su zaštićenom području ugrožena obilježja koja ga čine svjetskom baštinom. Veliko modro gorje je ugroženo zbog učestalih i snažnih požara uzorkovanih klimatskim promjenama. U radu su također analizirani nacionalni, regionalni i lokalni planovi i strategije za zaštitu prirodne baštine te okolišne posljedice na odabranim primjerima.

67 stranica, 15 grafičkih priloga, 8 tablica, 40 bibliografskih referenci; izvornik na hrvatskom jeziku

Ključne riječi: Klimatske promjene, prirodna baština, Australija, Veliki koraljni greben, Velike modre planine

Voditelj: doc. dr. sc. Mladen Maradin

Povjerenstvo: doc. dr. sc. Mladen Maradin  
prof. dr. sc. Anita Filipčić  
prof. dr. sc. Nenad Buzjak

Tema prihvaćena: 10. 2. 2022.

Rad prihvaćen: 9. 2. 2023.

Rad je pohranjen u Središnjoj geografskoj knjižnici Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Marulićev trg 19, Zagreb, Hrvatska.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Geography

Master Thesis

**The impact of climate change on natural heritage of Australia**

Timon Vrtarić

**Abstract:**

In this paper, the impacts of climate change on Australia's natural heritage included in the UNESCO World Heritage List are analyzed. Using the examples of the Great Barrier Reef and the Greater Blue Mountains, the impact of climate change on the state of natural heritage in Australia is shown, as well as measures for climate change adaptation due to its preservation and protection. Pressures threatening Australia's natural heritage resulting from climate change include rising temperatures, changes in the amount and pattern of rainfall, sea level rise, fires, more frequent extreme weather events, and ocean acidification. The Great Barrier Reef experienced massive bleaching during marine heatwaves caused by climate change, which threatened the protected area's features that make it a world heritage site. The Greater Blue Mountains are threatened by frequent and powerful fires patterned by climate change. The paper also analyzes national, regional, and local plans and strategies for the protection of natural heritage and the environmental consequences on selected examples.

67 pages, 15 figures, 8 tables, 40 references; original in Croatian

Keywords: Climate change, natural heritage, Australia, Great Barrier Reef, Great Blue Mountains

Supervisor: Mladen Maradin, PhD, Assistant Professor

Reviewers: Mladen Maradin, PhD, Assistant Professor  
Anita Filipčić, PhD, Full Professor  
Nenad Buzjak, PhD, Full Professor

Thesis title accepted: 10/02/2022

Thesis accepted: 09/02/2023

Thesis deposited in Central Geographic Library, Faculty of Science, University of Zagreb, Marulićev trg 19, Zagreb, Croatia.

## SADRŽAJ

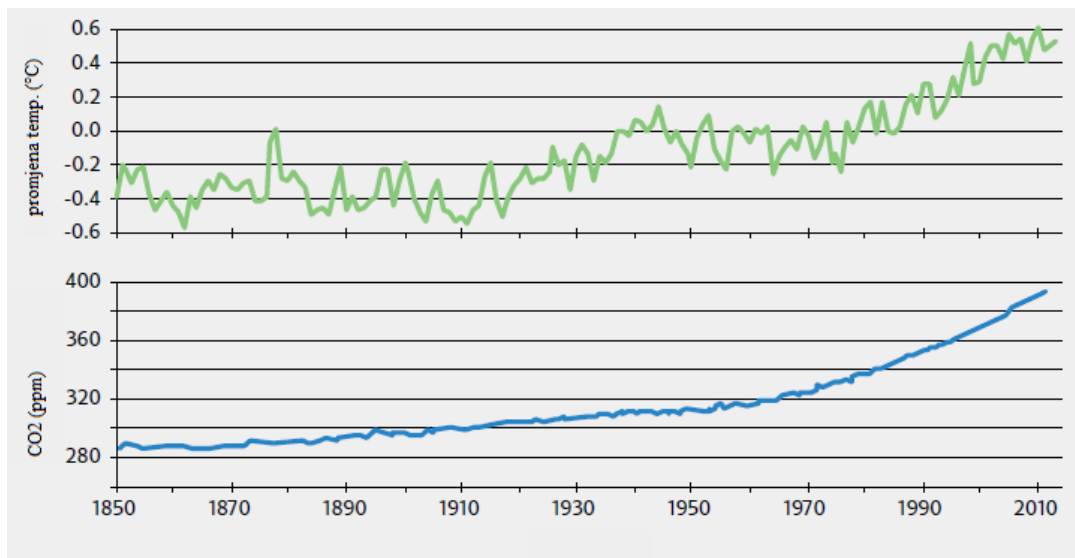
<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. METODOLOGIJA.....</b>	<b>3</b>
<b>3. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA.....</b>	<b>4</b>
<b>3.1. Pregled klimatskih promjena</b>	
3.1.1. Promjena temperature.....	4
3.1.2. Promjena količine padalina.....	6
3.1.3. Ekstremni događaji.....	9
<b>3.2. Posljedice klimatskih promjena.....</b>	<b>11</b>
3.2.1. Suša.....	11
3.2.2. Požari.....	12
3.2.3. Porast razine mora.....	13
<b>4. BAŠTINA AUSTRALIJE.....</b>	<b>14</b>
4.1. Prirodna baština Australije.....	16
4.2. Pritisci na prirodnu baštinu Australije.....	19
4.3. Upravljanje prirodnom baštinom.....	21
<b>5. UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA LOKALITETE PRIRODNE BAŠTINE AUSTRALIJE S POPISA SVJETSKE BAŠTINE.....</b>	<b>23</b>
5.1. NP Kakadu.....	25
5.2. Jezera Willandra.....	26
5.3. Lord Howe otočna skupina.....	27
5.4. Tasmanska divljina.....	28
5.5. Prašume Gondwane.....	29
5.6. NP Uluru-Kata Tjuta.....	30
5.7. Tropske šume Queenslanda.....	31
5.8. Shark bay.....	32
5.9. Otok Fraser.....	33
5.10 Riversleigh i Naracoorte.....	34
5.11. Otoci Heard i McDonald.....	34
5.12. Otok Macquaire.....	35
5.13. NP Purnululu.....	36
<b>6. ANALIZA UTJECAJA KLIMATSKIH PROMJENA NA VELIKI KORALJNI GREBEN.....</b>	<b>40</b>



6.1. Utjecaj klimatskih promjena i ostalih pritisaka na Veliki koraljni greben.....	42
6.2. Mogući klimatski scenariji Velikog koraljnog grebena.....	49
6.3. Mjere za smanjivanje utjecaja klimatskih promjena na Veliki koraljni greben.....	50
<b>7. ANALIZA UTJECAJA KLIMATSKIH PROMJENA NA VELIKE MODRE PLANINE.....</b>	<b>51</b>
7.1. Utjecaj klimatskih promjena i ostalih pritisaka na Velike modre planine.....	54
7.2. Požari na Velikim modrim planinama.....	55
7.3. Mogući scenariji Velikih modrih planina.....	58
7.5. Mjere australske vlade za očuvanje zaštićenih područja i zaštitu od požara.....	59
<b>8. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>61</b>
<b>LITERATURA.....</b>	<b>64</b>
<b>IZVORI.....</b>	<b>68</b>
<b>PRILOZI.....</b>	<b>VII</b>

## 1. UVOD

Klimatske promjene fenomen su koji zaokuplja pažnju cijelog svijeta što se odražava u rastućoj znanstvenoj literaturi na tu temu i u percepciji i iskustvima ljudi diljem svijeta. Dosadašnje klimatske promjene i one koje se očekuju u budućnosti sve će više imati značajne i štetne utjecaje na ljude i ekosustave diljem planete. Utjecaji klimatskih promjena i ekstremnih vremenskih događaja nepovoljno su utjecali i uzrokovali gubitak brojnih ekosustava uključujući kopnene, slatkovodne, oceanske i obalne ekosustave (IPCC, 2022). Tijekom instrumentalnog razdoblja zamijećen je porast temperature, koji je u posljednjih nekoliko godina bez presedana. To je u skladu s globalnim mjerenjima koji pokazuju da je posljednjih nekoliko godina bilo toplije od bilo kojeg višegodišnjeg razdoblja u zadnjih 2000 godina. Prosječne temperature u Australiji porasle su za 1,4 °C od 1910., što odgovara porastu temperature na kopnenim područjima Zemlje (IPCC, 2021). Također je došlo do značajnih promjena u mnogim drugim sastavnicama klimatskog sustava, uključujući količinu padalina i razinu mora. Posljednjih godina dogodili su se temperaturni ekstremi koji su poprilično izvan raspona vrijednosti u instrumentalnom razdoblju, a imali su veliki utjecaj na ljude i okoliš. Mnogi prirodni sustavi suočavaju se s velikim izazovima u prilagodbi, a prisutne vrste su prisiljene preseliti se, prilagoditi ili izumrijeti. Ljudska aktivnost, posebice globalna emisija stakleničkih plinova, glavni je pokretač porasta globalne temperature (Trewin i dr., 2021).



Sl. 1. Usporedba promjene temperature i količine CO<sub>2</sub> u atmosferi (izvor: [URL 1](#))

Posljedice klimatskih promjena sve više dolaze do izražaja. Temperature na kopnu i u oceanima su sve veće, prvenstveno uzrokovane porastom ugljikovog dioksida i drugih stakleničkih plinova. Razine ugljikovog dioksida u stalnom su porastu više od 100 godina uglavnom zbog izgaranja fosilnih goriva, zadržavajući više topline u atmosferi i doprinoseći klimatskim promjenama (Hoegh-Guldberg i dr., 2007), a korelacija porasta razine ugljikovog dioksida i povećanja temperature jasno je vidljiva na slici 1. Australija doprinosi s približno 1,2 % globalnih emisija stakleničkih plinova. To je svrstava među 15 najvećih država - izvora emisije stakleničkih plinova, a ujedno je i među najvećim svjetskim izvorima stakleničkih plinova po osobi (Friedlingstein i dr., 2020). Australske emisije stakleničkih plinova značajno su pale nakon 2007., iako se stopa promjene smanjila nakon 2013. (osim velikog smanjenja 2020. koje je djelomično posljedica smanjenja uzrokovanih pandemijom COVID-19 i koja će vjerojatno biti privremena). Sveukupno, emisije su se smanjile za 20% od 2005., ali je neizvjesno hoće li do 2030. zadovoljiti trenutni cilj smanjenja emisija od 26-28% donesen u skladu s Pariškom sporazumu (Friedlingstein i dr., 2020). Najveći doprinos smanjenju bila je promjena u korištenju zemljišta, promjene u upravljanju šumarstvom, te sve veći udio električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora. No emisije iz nekih drugih sektora nastavljaju rasti. Mjere i planovi biti će utjecajni na buduća smanjenja emisija, kao i nove tehnologije i daljnji napredak u razvoju tehnologija sa smanjenim emisijama. Izvori s niskom ili nultom emisijom već su vrlo konkurentni u pogledu troškova u proizvodnji električne energije i imaju potencijal da to postanu i u drugim sektorima u budućnosti. Kako su daljnje klimatske promjene u sljedećih 20-30 godina neizbježne, prilagodba klimatskim promjenama i dalje će biti važna. Sve tri razine vlasti (federalna, državna i lokalna) trebaju igrati ulogu u prilagodbi klimatskim promjenama, a mnoge ključne odgovornosti padaju na državne i lokalne vlasti. Klima će postati toplija, a povezane promjene nastavit će se događati tijekom sljedećih 20-30 godina, uglavnom bez obzira na količinu emisija (Trewin i dr., 2021). Glavne promjene koje su već primijećene i za koje se očekuje da će se nastaviti uključuju povećanu učestalost i intenzitet ekstremnih temperatura, podizanje razine mora, povećana pojava opasnih požara u južnoj i istočnoj Australiji, i smanjenje padalina u hladnoj sezoni u južnoj Australiji, posebno na jugozapadu Zapadne Australije. Prema izvještaju o stanju lokaliteta svjetske baštine iz 2020. (Ospinova i dr., 2020) ukupno pet australskih lokaliteta svjetske baštine je zabilježilo pogoršanje stanja (Shark bay, Ningaloo obala, Prašume Gondwane, Velike modre planine i Veliki koraljni greben) stoga je

nedvojbeno da će klimatske promjene ostaviti veliki pritisak na mnoge aspekte australskog okoliša tijekom sljedećih nekoliko desetljeća bez ako se ne uvedu određene mjere. Cilj ovog rada je istražiti i analizirati kako se mijenja klima na području Australije te kako te klimatske promjene utječu na prirodnu baštinu. Izdvojene su i mjere određenih lokaliteta koji su izabrani zbog značajnije prijetnje i ugrozi od klimatskih promjena, uglavnom zbog porasta temperature. Rad je usmjeren prema prirodnoj baštini koja je uvrštena na popis svjetske baštine UNESCO-a.

## **2. METODOLOGIJA**

Pri izradi ovog rada korištene metode istraživanja su analiza sekundarnih izvora podataka, analiza sadržaja, intervjuiranje te grafičke metode. Analizirani su relevantni članci, izvješća i dokumenti navedeni u poglavlju 2, a cilj analize je kategorizirati i dobiti uvid u utjecaje klimatskih promjena na prirodnu baštinu Australije kao i na regionalizaciju utjecaja. Također je, 25. listopada 2022. godine odrađen polustrukturirani intervju preko Microsoft Teams-a s izvršnom djelatnicom službe za nacionalne parkove i divljine New South Walesa (Aboriginal Partnerships, Planning and Heritage Branch NSW National Parks & Wildlife Service) Jacqueline Reid, pri čemu su dobivene informacije o stanju baštine, problemima s kojima se lokaliteti i njihovi djelatnici bore kao i o projektima zaštite lokaliteta i vrsta unutar lokaliteta.

U radu je istraživana i analizirana prirodna baština Australije, točnije baština koja je uvrštena na popis UNESCO-ve liste svjetske baštine. Pažnja je posvećena klimatskim promjenama te njihovom utjecaju na prirodne karakteristike navedenih lokaliteta. Također je istraženo stanje zaštićenih područja, odnosno usporedba stanja prema IUCN-ovom izvještaju iz 2020. prema izvještaju iz 2017. godini (Ospinova, 2020). Prema tom izvještaju su izdvojena dva lokaliteta, Veliki koraljni greben i Velike modre planine koji su označeni kao lokaliteti kojima se stanje pogoršalo zbog masovnog izbjeljivanja koralja, odnosno velikih požara u Velikim modrim planinama. Također je u radu objašnjeno upravljanje zaštićenim područjima te mjere koje su potrebne za očuvanje lokaliteta i osiguranja kvalitete prostora i adaptacije klimatskim promjenama.

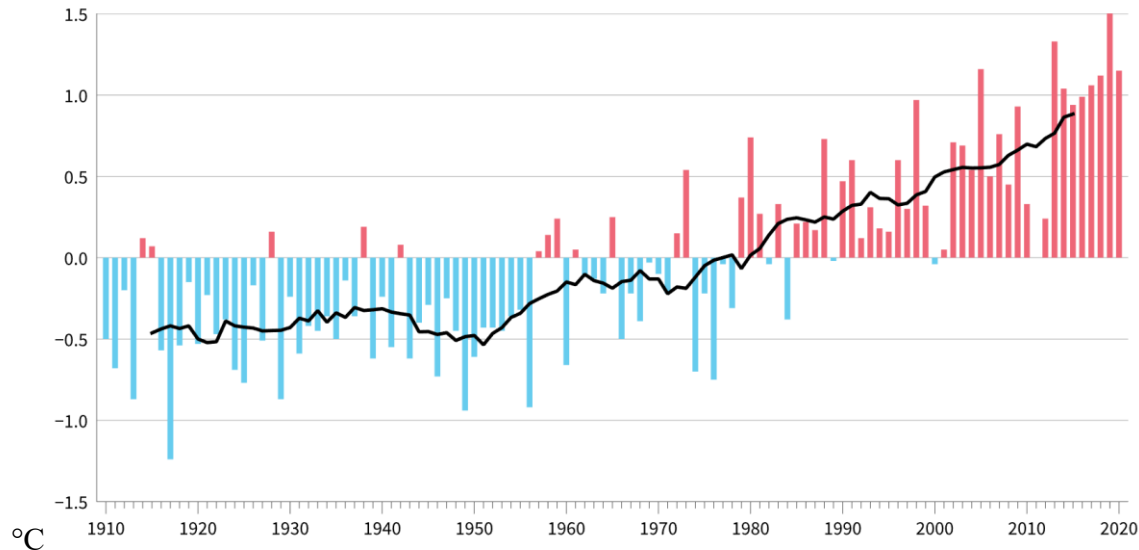
### 3. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Klimatske promjene nezaobilazan su proces koji se događa na cijelom planetu zbog toga što staklenički plinovi uglavnom nastaju izgaranjem fosilnih goriva radi proizvodnje energije, ali i drugim ljudskim aktivnostima kao što su sječa šuma, poljoprivreda ili uzgoj stoke. Upravo zato se sve češće pojavljuje kao tema u brojnim radovima, člancima i literaturama unutar znanstvenog kruga. Kao važan izvor podataka u sferi klimatskih promjena treba spomenuti IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) koji okuplja brojne znanstvenike i istraživače diljem svijeta i koji daje izvještaje o klimatskim promjenama, koji se redovito ažuriraju. U nastavku rada slijedi pregled klimatskih promjena u Australiji i nekih njezinih posljedica.

#### 3.1. Pregled klimatskih promjena

##### 3.1.1. Promjena temperature

Porast temperature najjasnija je manifestacija klimatskih promjena. Gotovo posvuda na Zemlji zabilježen je rast temperature tijekom prošlog stoljeća. Globalno, prosječne temperature u razdoblju 2011. – 2020. su za 1,09 °C više nego u razdoblju 1850. – 1900. (IPCC, 2021). Od početka nacionalnih evidencija 1910. godine, srednje temperature iznad Australije porasle su za otprilike 1,4 °C, pri čemu se veći dio povećanja dogodio od 1950-ih (sl. 2). Stopa zagrijavanja iznad Australije blizu je globalnog prosjeka za kopnena područja (BOM, 2020). Također iz sl. 2 vidimo da je prosječna temperatura Australije bila najveća 2019., s temperaturama 1,52 °C iznad prosjeka za standardno razdoblje 1961-90. Desetljeće od 2011. do 2020. bilo je najtoplije zabilježeno u Australiji, a svaka pojedinačna godina od 2013. do 2020. nalazi se među 10 najtoplijih zabilježenih godina na nacionalnoj razini.



Sl. 2. Anomalija temperature od 1910. do 2020. (u odnosu na 1961. – 1990.) (izvor: [URL 2](#))

Temperature mora u australskoj regiji također rastu. Od 1900. godine porasle su za otprilike 1,1 °C. Kao i na kopnu, najveći je porast nakon 1950-ih. Temperature površine mora rastle su sporije od temperatura na kopnu. To je u skladu s istraživanjima koja su pokazala da se kopno zagrijava 1,8 puta brže od oceana (IPCC, 2021). Intenzitet zagrijavanja prilično je ujednačen kroz sva godišnja doba i općenito je malo izraženiji istočnim australskim vodama nego u zapadnim. Zapadno Tasmansko more posebno se brzo zagrijalo posljednjih desetljeća, a neka su se područja od 1980. zagrijala za više od 1 °C (IPCC, 2021). Iako su promjene u temperaturama površine mora u desetogodišnjim i dužim vremenskim razdobljima uglavnom u skladu s promjenama temperature na kopnu, površinske temperature kopna i mora mogu se značajno razlikovati u pojedinim godinama. Na primjer, iako je 2019. bila najtoplija godina zabilježena u Australiji na kopnu, temperature površine australskog mora u 2019. bile su najniže od 2008. Ova varijacija djelomično je posljedica toga što na temperature kopna i mora na različite načine utječu El Niño–Južna oscilacija i Dipol Indijskog oceana. Na primjer, La Niña je povezana s ispodprosječnim temperaturama na australskom kontinentu, ali iznadprosječnim temperaturama površine mora sjeverno od Australije. Tri najtoplije godine zabilježene za temperaturu površine mora u australskoj regiji su bile 2016., 2010. i 1998., a sve su bile rezultat značajnih El Niña (Trewin i dr., 2021).

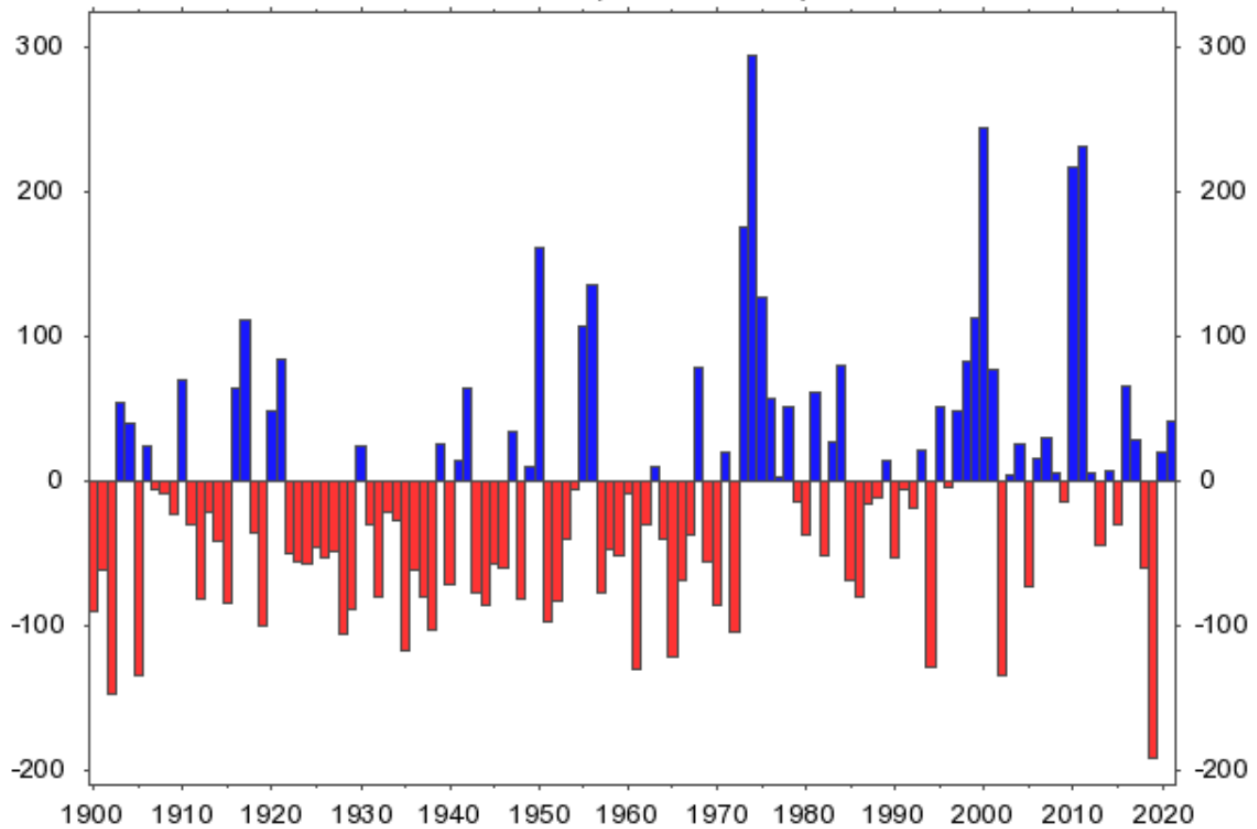
Porast temperature površine mora ima niz posljedica, uključujući znatno povećani rizik od morskih toplinskih valova, odnosno duljeg razdoblja povećane temperature površine mora na

nekoj lokaciji (Hobday i dr., 2016). Morski toplinski valovi, zajedno s dugotrajnijim porastom temperatura oceana, mogu dovesti do promjena u morskom ekosustavu – na primjer, promjena u brojnosti vrsta. Jedan posebno vidljiv utjecaj porasta temperature oceana je znatno povećana učestalost izbjeljivanja koralja u Velikom koraljnom grebenu kao i drugim obalnim vodama u sjevernoj Australiji. Također, porast razine mora može uzrokovati prodor slane vode u slatkovodne ekosustave čime se i na taj način narušavaju ekosustavi.

### **3.1.2. Promjene količine padalina**

Količina padalina u Australiji uvelike varira od godine do godine i od desetljeća do desetljeća. Općenito, količina padalina se smanjuje na jugu Australije, a povećava se na sjeveru, ali postoji značajna varijabilnost i znatne sezonske varijacije u trendovima padalina u nekim regijama (Dörte, 2016). Regionalne razlike također znače da prosječna količina padalina Australije, koja pokazuje blagi uzlazni trend od 1900. do 2020., ima ograničenu vrijednost kao pokazatelj stanja i trenda klime. U prosjeku za cijelu zemlju, 2019. je bila najsušnija zabilježena godina u Australiji (od instrumentalnih zapisa), ali je prosjek količine padalina za razdoblje 2011. - 2020. bio malo iznad prosjeka standardnog razdoblja 1961. - 1990. Visoke vrijednosti varijabilnosti, posebno u sušnijim dijelovima Australije, također znače da promatrani trendovi padalina mogu biti osjetljivi na datume početka i završetka razdoblja tijekom kojeg se trend mjeri. Najjasniji regionalni trend padalina je nad jugozapadom Australije. U ovo je regiji zabilježeno smanjenje količine padalina za 15-20% između 1970. i 2020. Iako su neke pojedinačne godine bile izrazito sušne, važnije je spomenuti gotovo potpuni izostanak vrlo kišnih godina; svih 25 najkišovitijih godina zabilježenih za regiju u razdoblju od 1900. do 2020. dogodilo se prije 1975. (O'Donnell i dr., 2021).

mm



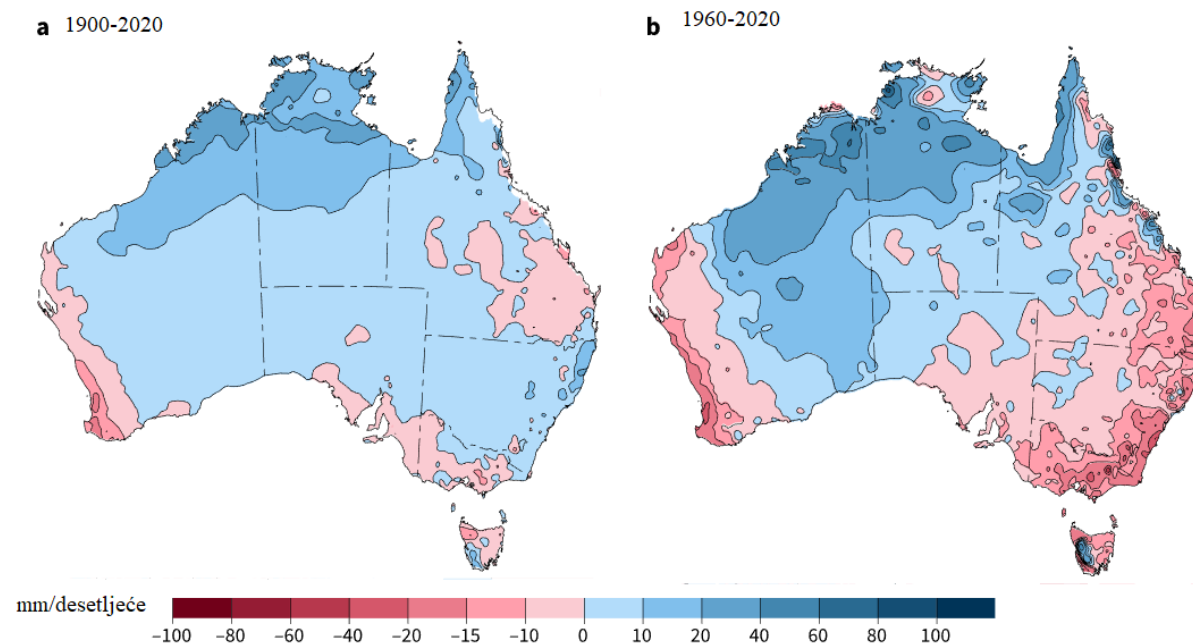
Sl. 3. Anomalija količine padalina Australije (u usporedbi prema razdoblju 1960. - 1990.) (izvor: [URL 3](#))

Australske količine padalina vrlo su promjenjive i pod snažnim su utjecajem pojava El Niña, La Niña i Dipola Indijskog oceana. Unatoč varijabilnosti, trendovi su očiti u nekim regijama. Došlo je do pomaka u sušnijim dijelovima jugozapadne i jugoistočne Australije od travnja do listopada. Sjeverna Australija bila je vlažnija tijekom svih godišnjih doba, ali posebno na sjeverozapadu tijekom tropske kišne sezone.

Varijabilnost se javlja u odnosu na trend smanjenja padalina u većem dijelu južne Australije (južno od 26° j.g.š.). U 17 od posljednjih 20 godina od travnja do listopada, južna Australija imala je ispodprosječnu količinu padalina. Posljednje godine s iznadprosječnom količinom padalina u ovoj regiji općenito su povezane s pokretačima veće količine padalina poput snažnog negativnog Dipola Indijskog oceana 2016. godine i La Niña 2010. godine (BOM i CSIRO, 2018).



U većem dijelu Novog Južnog Walesa, Queenslanda i sjeverne Južne Australije došlo je do male promjene u količini padalina tijekom cijelog razdoblja od 1900. do 2020. godine. Međutim, došlo je do znatne varijabilnosti tijekom vremena. Prva polovica 20. stoljeća bila je relativno sušna u većem dijelu regije, nakon čega je uslijedilo vlažno razdoblje od 1950. do ranih 1990-ih (pri čemu su 1950-e i 1970-e bile posebno vlažne). Od 1990-ih, padaline su se vratile na razine tipičnije za razdoblje prije 1950., iako je u nekim regijama suša 2017. - 2019. bila značajnija od bilo koje druge suše tijekom 20. stoljeća. S druge strane, sušniji dijelovi regije povijesno su skloni dužim sušnim razdobljima - na primjer, u južnoj Australiji bilo je 17 uzastopnih godina s padalinama ispod prosjeka 1961. - 1990. u razdoblju 1922. - 1938.



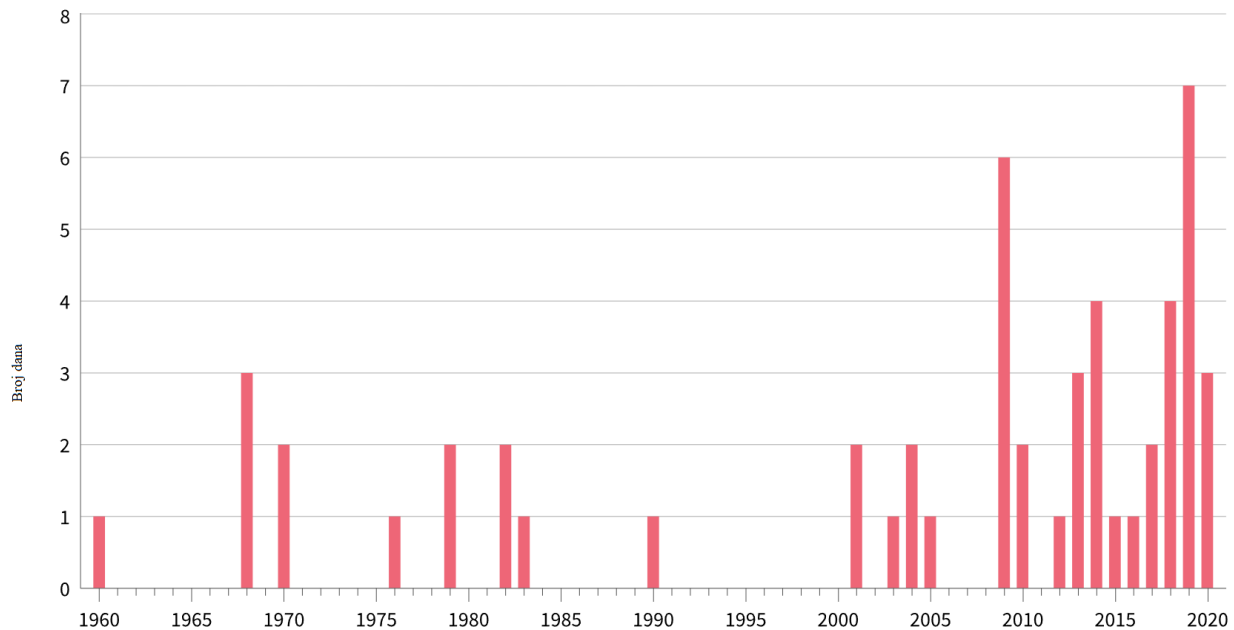
Sl. 4. Anomalija količine padalina u Australiji (izvor: Trewin i dr., 2021)

Smanjene količine padalina i promjene sezonalnosti padalina u dijelovima Australije, zajedno s povećanom učestalošću oluja i poplava, negativno utječu na okoliš i ljudske zajednice. Ti negativni utjecaji očituju se u smanjenju vode u rijekama, povezanim vodenim putevima, močvarama, podzemnim vodama i vodonosnicima, a to pridonosi promjenama u ekosustavi gubitku bioraznolikosti. Također, smanjuje se dostupnost vode za ljudske potrebe, uključujući i poljoprivredu.

### **3.1.3. Ekstremni događaji**

Ekstremni događaji mogu imati veliki utjecaj na ljude, okoliš pa čak i gospodarstvo. Oni dolaze u obliku toplinskih valova, suša, poplava, požara, oluja i ciklona. Ekstremni događaji mogu imati posebno velik utjecaj kada naknadni događaji pojačaju učinak početnih događaja (poplava nakon suše). Poznato je da je rizik od većine opaženih ekstremnih vrućina i hladnoća značajno promijenjen klimatskim promjenama. U sve toplijoj klimi očekuje se da će se učestalost toplih ekstrema povećati, a hladnih ekstrema smanjiti. Ekstremne temperature mogu se razmatrati na različite načine, uključujući iznimno visoke ili niske vrijednosti u jednom danu na određenoj lokaciji, razdoblja dugotrajne vrućine ili hladnoće tijekom nekoliko dana i ekstremne vrućine ili hladnoće na velikom području (Trewin, 2021).

Ekstremne temperature mogu imati implikacije na zdravlje i dobrobit ljudskih zajednica diljem Australije, posebno u urbanim sredinama. S druge strane, domorodačko stanovništvo ekstremne temperature mogu natjerati da migriraju sa svojih tradicionalnih zemalja na dulja razdoblja u urbana područja ili da traže područja s hladnijom klimom. Broj vrlo vrućih dana pokazuje trend porasta na nacionalnoj razini. U cijeloj Australiji, porast ekstremnih temperatura približno prati porast prosječnih ljetnih temperatura. U unutrašnjosti jugoistočne Australije ljetni ekstremi temperature općenito rastu brže od prosjeka, osobito od 2000. To se odražava u značajnom porastu pojave vrlo visokih temperatura. Kao što prikazuje sl. 5, prosječan broj dana u godini u kojima je maksimalna temperatura bila 45 °C u Victoriji povećao se s 0,3 u 1961. - 2000. na 2,0 u 2001. - 2020., i 2,6 u 2011.- 2020. Suprotno tome, u većem dijelu sjeverne i središnje Australije, ekstremi rasli su sporije od prosjeka, iako se broj vrućih dana znatno povećao.



Sl. 5. Broj dana u Victoriji s temperaturom zraka većom od 45°C (izvor: [URL 4](#))

Učestalost ekstremno niskih temperatura smanjila se u većem dijelu Australije tijekom posljednjih 100 godina. U nekim regijama u unutrašnjosti jugoistočne i jugozapadne Australije, koje su posljednjih desetljeća zabilježile smanjenje padalina u hladnoj sezoni, učestalost hladnih noći povećala od 1980-ih, unatoč porastu prosječne temperature (Pepler i dr., 2018).

Očekuje se da će se ekstremne količine padalina globalno povećati u sve toplijoj klimi, jer toplija atmosfera može zadržati više vode. Ekstremne padaline često su lokalizirane i vrlo varijabilne iz godine u godinu, povećavajući poteškoće u otkrivanju jasnog trenda. U Australiji još nije zapažen trend porasta ekstremnih padalina, dok u nekim drugim dijelovima svijeta postoji, posebno u umjerenim geografskim širinama sjeverne hemisfere. Ako porast globalne temperature bude 1,5 °C, predviđa se da će doći do povećanja pojava dnevnih i višednevnih ekstremnih padalina u sjevernoj i središnjoj Australiji, što se može dogoditi i u ostatku zemlje, pogotovo ako porast temperature bude velik (IPCC, 2021). Intenzitet kratkotrajnih, satnih, ekstremnih padalina povećao se za oko 10 % ili više u nekim regijama u posljednjim desetljećima. Ukupna dnevna količina padalina povezana s grmljavinskim olujama povećala se od 1979. (Trewin i dr., 2021). Obilne padaline mogu dovesti do povećanog rizika od klizišta i prirodnih nepogoda, oštećenja infrastrukture, oštećenja kulturnih znamenitosti. Ekstremne

količine padalina koje rezultiraju iznenadnim poplavama mogu utjecati na sve građevine u prostoru, s razornim učincima i na urbano okruženje i na prirodni okoliš. Obujam i brzina ekstremnih padalina često dovodi do ubrzane erozije riječnih obala i tokova, što rezultira premještajem sedimenta u druga područja te gubitkom bioraznolikosti u obalnim područjima.

Tropski cikloni predstavljaju veliku opasnost obalnim regijama Queenslanda, Sjevernog teritorija te tropskih i subtropskih dijelova Zapadne Australije. Oni su odgovorni za neke od najrazornijih prirodnih katastrofa u Australiji, uključujući uništenje većeg dijela Darwina tijekom ciklona Tracy 1974. godine. U prosjeku nad obližnjim oceanima Australije godišnje nastane oko 11 tropskih ciklona od kojih oko polovica ili zaobiđe australsku obalu ili joj se približi dovoljno blizu da ima utjecaja na kopno. Općenito, tropski cikloni u australskoj regiji češći su tijekom godina La Niñe, a rjeđi tijekom godina El Niña. Broj tropskih ciklona u australskoj regiji smanjio se od 1980-ih. Sedamdesete godine prošlog stoljeća bile su vrlo aktivno razdoblje za tropske ciklone, što se dijelom može pripisati brojnim godinama La Niñe. U 10 sezona od 2010. - 2011. do 2019. - 2020. bilo je prosječno 8,9 ciklona godišnje, oko 20% ispod prosjeka 1981. - 2010.

## **3.2. Posljedice klimatskih promjena**

### **3.2.1. SUŠA**

Suša je sastavni dio australske klime i može se razmatrati iz različitih perspektiva. Manjak padalina opterećuje prirodni okoliš i poljoprivredu te ograničava dostupnost vode za okoliš kao i za urbanu i ruralnu upotrebu. Prihvaćanje suše kao prirodnog dijela australske klime sadržano je u glavnom vladinom političkom okviru za upravljanje sušom, Nacionalnom sporazumu o suši (National Drought Agreement) između nacionalne, državne i teritorijalne vlade. Ključno načelo ovog okvira je da se suša ne smatra prirodnom katastrofom, već normalnim dijelom australske klimatske varijabilnosti. Politika je usmjerena na podršku pripravnosti i upravljanju rizikom. I na nacionalnoj i na državnoj i teritorijalnoj razini, vlada subvencijama pruža potporu ugroženim područjima. Glavni fokus politike suše je podrška poljoprivrednicima u upravljanju rizikom

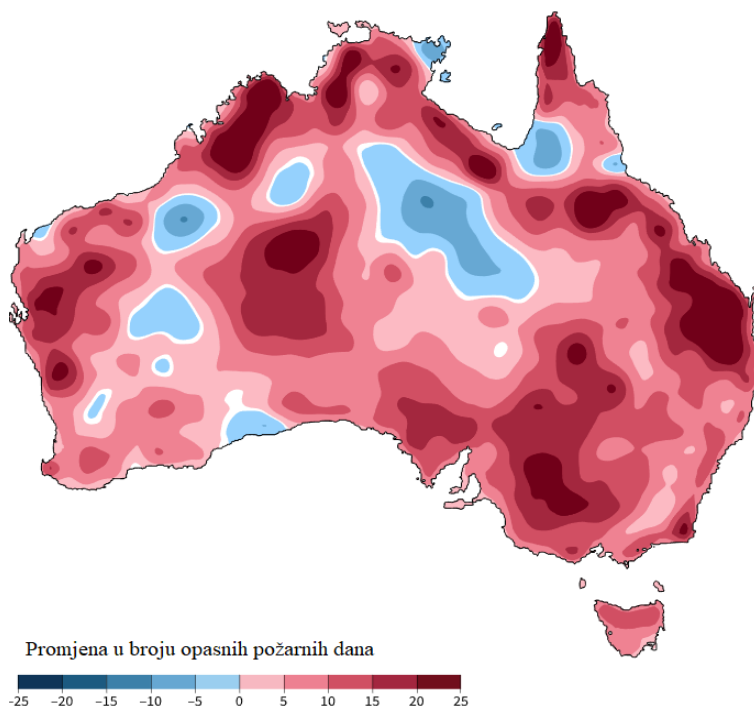
putem mjera kao što su porezne olakšice, povlašteni zajmovi i shema depozita za upravljanje farmama.

Postoje različiti pokazatelji za definiranje suše, ovisno o primjeni. Standardnim praćenjem koriste se samo podaci o padalinama, dok drugi pokazatelji suše koji se koriste na lokalnoj i međunarodnoj razini uključuju i druge pokazatelje, kao što je evapotranspiracija. Na primjer, jedna definicija nastoji uključiti ideje o tome kako niske količine padalina utječu na tlo - 'Pojam suša odnosi se na vremensko razdoblje tijekom kojeg je sadržaj vode u tlu smanjen do te mjere da biljke pate od nedostatka vode, dovoljno da poremeti normalne procese' (Coder, 1999).

Također se postavlja pitanje kada dugotrajna suša postaje trajna promjena klime. Na primjer, prosječna količina padalina od travnja do listopada u jugozapadnoj regiji Zapadne Australije od 2001. do 2020. bila je 478 mm. U 20. stoljeću, prosječna količina padalina od 478 mm bila bi rangirana kao 13. najniža u 100 godina. Drugim riječima, količina padalina u „normalnoj“ hladnoj sezoni bila bi označena kao gotovo sušna da se dogodila u 20. stoljeću (Trewin i dr., 2021).

### **3.2.2. POŽARI**

Učestalost pojave značajnih požara glavni je element u određivanju rizika od požara. Brojni čimbenici pridonose nastanku požara, a najčešći su nedostatak padalina, jaki vjetrovi i visoke temperature. Brojni indeksi koriste se za procjenu požarnog vremena. Najčešće korišteni u Australiji su Forest Fire Danger Index (FFDI) i Grassland Fire Danger Index (GFDI). FFDI je snažno povezan sa širenjem požara u šumama i šumskim područjima. Kombinira temperaturu, brzinu vjetra, vlažnost i indeks suhoće goriva na temelju padalina u prethodnom razdoblju. FFDI tijekom sezone požara pokazuje značaja trend porasta od 1970-ih u većini šumovitih područja jugoistočne i jugozapadne Australije (Clarke i dr., 2012). Povećao se i broj dana s vrlo visokom opasnosti od požara. Požarna sezona 2019.-20. u Australiji dogodila se tijekom razdoblja kada su brojni pokazatelji požarnog razdoblja tijekom sezone bili na rekordno visokim razinama.



Sl. 6. Usporedba broja dana opasnih požara u Australiji za razdoblje 1985.-2020. u odnosu na 1950.-1985. (izvor: BOM i CSIRO, 2020)

### 3.2.3. Porast razine mora

U zadnjih 3000 godina do sredine 19. stoljeća razina mora je bila poprilično stabilna i nije pokazivala znakove većih oscilacija. Tijekom 20. stoljeća, razina mora je počela rasti s globalnim prosjekom od 1.7 mm/god. (Williams, 2013). Trenutan porast razine mora iznosi oko 3.3 mm/god, što je gotovo dvostruko od posljednja dva desetljeća (Baynes, 2020).

Stope porasta razine mora relativno su dosljedne na vremenskim skalama od nekoliko godina ili dulje, iako mogu postojati kratkotrajna razdoblja (oko 6-12 mjeseci) kada je globalna srednja razina mora stabilna ili lagano opada. Stope porasta razine mora od 1993. bile su iznad globalnog prosjeka u većem dijelu zapadnog Pacifika, uključujući veći dio australske obale, i ispod globalnog prosjeka u istočnom Pacifiku (Trewin i dr., 2021). Australski mareografi na nekoliko lokacija datiraju iz kasnog 19. ili početka 20. stoljeća. Podaci s bilo koje pojedinačne lokacije

imaju visoku razinu nesigurnosti jer na njih mogu utjecati čimbenici koji nisu povezani s globalnom srednjom razinom mora, kao što su lokalne supsidencije, promjene u konfiguraciji luke ili premještanje mjerača. Prvi dosljedni nacionalni skup podataka o razini mora za mjerenje plime i oseke trenutno je u razvoju i, kada bude dovršen, omogućit će procjenu regionalnih promjena razine mora na australskoj obali od 1960-ih.

#### **4. BAŠTINA AUSTRALIJE**

Australija je jedna od biološki najraznolikijih zemalja i dom više od milijun vrsta, od kojih su mnoge endemične, a ujedno i najsušni naseljeni kontinent na svijetu, posebno osjetljiv na klimatske promjene. Vrste koje su endemske za Australiju uključuju 85 % cvjetnica, 84 % sisavaca i 45 % ptica (Australian National University, 2009). Prema popisu, postoji 119 lokaliteta koji su na popisu Australske nacionalne baštine, a ti lokaliteti posjeduju izuzetnu baštinsku vrijednost za australsku naciju. Od 119 mjesta na popisu nacionalne baštine 24 imaju prepoznate prirodne (biološke) vrijednosti nacionalne baštine, 29 lokaliteta spada pod geobaštinu, 38 lokaliteta ima vrijednosti autohtone (domorodačke) nacionalne baštine, dok 73 lokaliteta ima povijesne vrijednosti nacionalne baštine. Istovremeno postoji popis baštine Commonwealtha koji je popis od 389 lokaliteta autohtone, povijesne i prirodne baštine u vlasništvu ili pod kontrolom australske vlade. To uključuje mjesta povezana s obranom, pomorskom sigurnošću, komunikacijama, carinom i drugim vladinim aktivnostima koje također odražavaju razvoj Australije kao nacije.

Trenutno postoji 20 lokacija u Australiji priznatih od strane UNESCO-a koje posjeduju karakteristike koje se smatraju od izuzetne vrijednosti za čovječanstvo. Zbog njihove globalne važnosti, te su lokacije navedene kao svjetska baština. Od tih 20 lokacija, 12 ih se ubraja u prirodnu baštinu, 4 u kulturnu baštinu i još 4 ih je dvojih obilježja. Popis svjetske baštine prepoznaje mjesta prirodne i kulturne baštine koja su od značaja na globalnoj razini. Ova mjesta imaju izuzetnu univerzalnu vrijednost te zbog svoje važnosti, ovi lokaliteti imaju visoku razinu zaštite. Međutim, klimatske promjene, invazivne vrste i pritisci turizma, u kombinaciji s nedostatnim resursima za upravljanje ovim lokalitetima u cilju rješavanja ovih problema,

ugrožavaju svjetsku baštinu Australije. U tab. 1 opisani su kriteriji za uvrštavanje zaštićenog područja na UNESCO-vu listu svjetske baštine.

Tab. 1. Opis kriterija za uvrštavanje zaštićenog područja na UNESCO-vu listu svjetske baštine

	Kriterij	Obilježje
Kulturni	I	remek-djelo ljudskog kreativnog genija
	II	predstavlja važnu promjenu ljudskih vrijednosti kroz određeno vremensko razdoblje u jednom kulturnom području svijeta, na području razvoja arhitekture ili tehnologije, monumentalnih umjetnosti, urbanizma ili dizajna krajolika
	III	posjed jedinstvena ili barem izvanrednog svjedočanstva kulturne tradicije jedne postojeće ili nestale civilizacije
	IV	izvanredan primjer gradnje, arhitektonskog ili tehnološkog kompleksa ili krajolik koji predstavlja važne etape (ili važnu etapu) ljudske povijesti
	V	izvanredan primjer tradicionalnog ljudskog naselja, uporabe tla ili mora, koji je reprezentativan za cijelu kulturu (ili kulture), ili ljudsku interakciju s okolišem, osobito ako je postao osjetljiv zbog utjecaja nepovratnih promjena
	VI	izravno ili očito povezan s pojavama ili živom tradicijom, s idejama ili vjеровanjima, s umjetničkim i književnim radovima izvanrednog jedinstvenog značaja
Prirodni	VII	neusporediv prirodni fenomen ili područje izvanredne prirodne ljepote i estetske vrijednosti (tzv. kulturni krajolik)
	VIII	izvanredan primjer važnih etapa povijesti zemlje, uključujući zabilješke života, značajan neprekinut geološki proces u oblikovanju zemlje, ili značajna geomorfološka obilježja
	IX	izvanredan primjer koji predstavlja značajan neprekinut ekološki i biološki proces u evoluciji i razvoju kopnenih, slatkovodnih, obalnih i morskih ekosustava, te biljnih i životinjskih skupina
	X	najvažnije i značajno prirodno stanište za očuvanje prirodne raznolikosti na lokalitetu, uključujući ugrožene vrste izvanredne vrijednosti za znanost ili očuvanje života

Izvor: [URL 5](#) (pristupljeno 1.2.2023.)



#### **4.1. Prirodna baština Australije**

Prirodna baština obuhvaća dijelove prirodnog okoliša koje imaju estetski, povijesni, znanstveni ili društveni značaj ili drugu posebnu vrijednost za buduće generacije, kao i za sadašnju zajednicu. Prirodna baština uključuje okoliš (flora, fauna, staništa i ekosustavi), geološku i geomorfološku komponentu (stijene, oblike reljefa i krajolike). Prirodna baština uključuje i značajne reljefne oblike, te značajne biljne i životinjske populacije i staništa, čitave krajolike ili morske pejzaže. Također, prirodna baština može uključivati rijetke ili ranjive vrste, ostatke izumrlih vrsta ili reliktnih vrsta, specijalizirane zajednice poput onih s visokim endemizmom ili velikim bogatstvom vrsta te estetski iznimne krajolike. Prirodna baština ključni je dio australskog okoliša i ona uvelike pomaže definirati Australiju pa je stoga lokalitete prirodne baštine Australije moguće pronaći u cijeloj zemlji. Uglavnom se javljaju na javnim površinama i izvan visokorazvijenih područja i područja intenzivnog uzgoja, ali postoje i u urbanim područjima i na poljoprivrednom zemljištu. Prirodna baština pruža dobit i ekonomske koristi i od rekreacije, turizma i obrazovnih mogućnosti.

U proteklih 30-40 godina poduzete su značajne radnje za zaštitu prirodnog okoliša. Područja od posebnog značaja uključena su u popise svjetske i nacionalne baštine. Utjecaji raznih pritisaka koji se događaju diljem Australije (klimatske promjene, modifikacije korištenja zemljišta i invazivne vrste) značajno utječu na prirodnu baštinu i potrebno je hitno djelovanje kako bi se povećala njezina zaštita. Zaštita prirodne baštine može se osigurati na razini države i teritorija uključivanjem prirodne baštine u registar baštine države ili teritorija. Tipovi zaštite, koji se općenito određuju prema vrsti zaštićenog područja, utvrđeni su zakonodavstvom o zaštićenim područjima, koji se razlikuje između svake države i teritorija, kao i na razini Commonwealtha (McConnell i Janke, 2021). Najčešći tipovi rezervata u Australiji koji su zakonom propisani su nacionalni parkovi, regionalni parkovi ili rezervati, prirodni rezervati, zaštićena područja ili parkovi, rekreacijska područja ili rezervati u prirodi (Trewin, 2021)

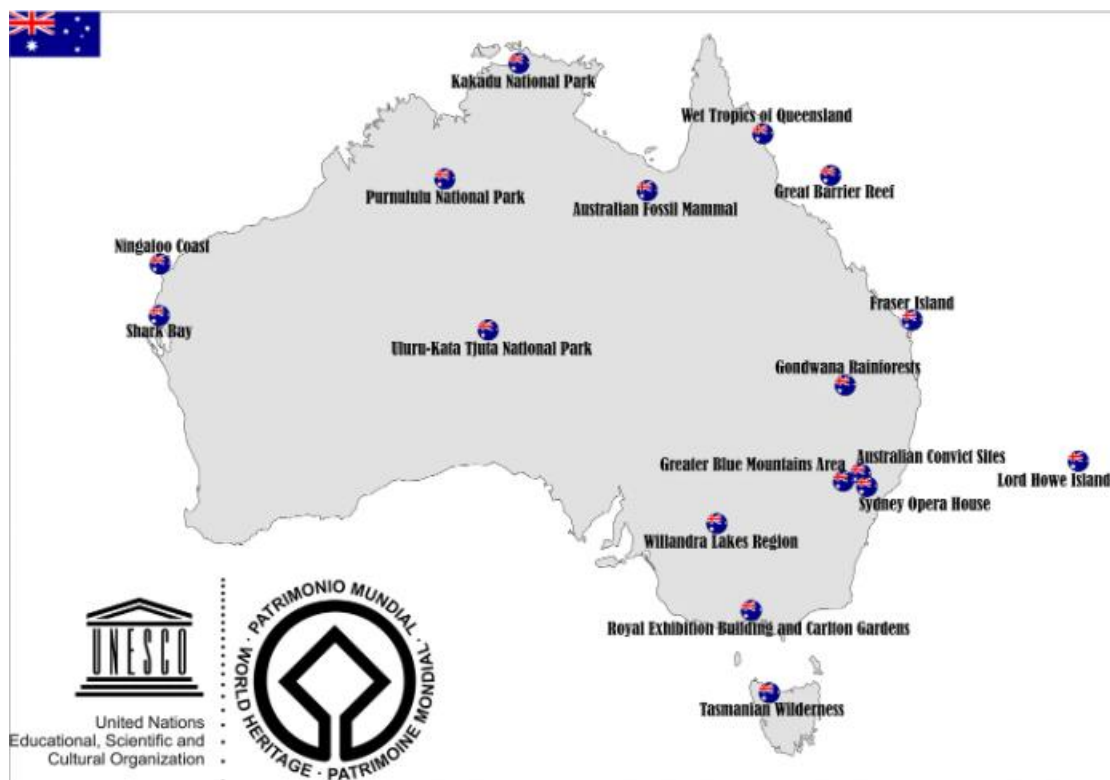
Australija je rano počela štititi svoje prirodne vrijednosti. Od 1879. godine, diljem Australije i njezinih teritorijalnih morskih voda razvijen je raznolik sustav zaštićenih područja, podržan nizom zakonskih zaštita (McConnell i Janke, 2021). Cijeli niz kopnenih zaštićenih područja i drugih rezervata diljem Australije, uključujući privatna zemljišta i autohtona zaštićena područja, poznat je kao National Reserve System. Ukupni sustav zaštićenih područja u Australiji, uključujući morska područja, iznosi približno 483 milijuna hektara. Od toga, s 380,15 milijuna ha upravlja vlada, a ostatak čine uglavnom zaštićena autohtona područja i privatni rezervati. Kopnena zaštićena područja obuhvaćaju približno 148 milijuna ha (19% kopnene mase Australije), dok morska zaštićena područja obuhvaćaju približno 335 milijuna ha (37% australskih voda) (Dudley, 2013). U tab. 2 izdvojeni su lokaliteti prirodne baštine Australije uvršteni u UNESCO-vu listu svjetske baštine.

Tab. 2. Popis lokaliteta prirodne baštine Australije s popisa UNESCO-ve liste svjetske baštine (površina, glavna obilježja godina pristupanja i kriteriji prema kojima je lokalitet uvršten na popis) (objašnjenje kriterija vidi u tab 1)

Lokalitet	Površina	Obilježje	Godina pristupa	Kriterij
Riversleigh i Naracoorte	10,326 ha	nalazište fosila	1994	viii, ix
Prašuma Gondvana	370,000 ha	iznimna biološka raznolikost primjeri bioloških i geoloških procesa koji su još uvijek u tijeku	1986	viii, ix, x
Veliki koraljni greben	34,870,000 ha	izuzetna prirodna ljepota geološki i geomorfološki procesi koji su još uvijek u tijeku izuzetna veličina i raznolikost	1981	vii, viii, ix, x
Šire područje Modrih planina	1,032,649 ha	iznimna biološka raznolikost brojne endemske vrste	2000	ix, x
Otoci Heard i McDonald	658,903 ha	geološki procesi koji su još uvijek u tijeku netaknuta priroda	1997	viii, ix
K'gari (Otok Fraser)	181,851 ha	najveći pješčani otok na svijetu geološki i biološki procesi još uvijek u tijeku	1992	vii, viii, ix
Otočna grupa Lord Howe	146,300 ha	značajna geološka i biološka raznolikost	1982	vii, x
Otok Macquarie	557,280 ha	izuzetne ljepote i važno stanište pingvina	1997	vii, viii

		jedinstvena geologija lokaliteta		
Ningaloo obala	705,015 ha	netaknuta priroda iznimna biološka raznolikost	2011	vii, x
Nacionalni park Purnululu	239,723 ha	izuzetna estetska i znanstvena obilježja	2003	vii, viii
Shark bay	2,200,902 ha	značajna bioraznolikost stromatoliti - najstariji oblici života na Zemlji geološki i biološki procesi još uvijek u tijeku	1991	vii, viii, ix, x
Tropske šume Queenslanda	893,453 ha	značajna bioraznolikost s izuzetnim ljepotama rijetke i ugrožene vrste bitni geološki i ekološki procesi	1988	vii, viii, ix, x
Nacionalni park Kakadu	1,980,994.92 ha	arheološko nalazište s uklesanim stijenama ekološki i geomorfološki procesi značajno močvarno stanište ptica	1981	i, vi, vii, ix, x
Jezera Willandra	240,000 ha	vidljivi bitni geološki i klimatski procesi tragovi ljudskog razvoj tijekom pleistocena	1981	iii, viii
Nacionalni park Uluru-Kata Tjuta	132,566 ha	kombinacija kulturne i prirodne vrijednosti izuzetni geomorfološki oblik	1987	v, vi, vii, viii
Tasmanska divljina	1,584,233 ha	jedan od najvećih prostora divljine na svijetu važan kulturološki krajolik za Aboridžine	1982	ii, iv, vi, vii, viii, ix, x

Izvor: [URL 6](#) (pristupljeno 31.1.2023.)



Sl. 7. Raspodjela lokaliteta svjetske baštine prema UNESCO-u u Australiji (izvor: [URL 7](#))

## 5.2. Pritisци na prirodnu baštinu Australije

Prirodna baština Australije ugrožena je raznim pritiscima. Posebice su naglašeni pritisci povezani s klimatskim promjenama, ekstremnim šumskim požarima i drugim spaljivanjem, „čišćenjem“ zemljišta i drugim značajnim izmjenama zemljišta, invazivnim vrstama te neadekvatnim upravljanjem.

Nedostaju podaci za procjenu sadašnje razine utjecaja pritiska na prirodnu baštinu Australije u cjelini, međutim prema mišljenju stručnjaka (McConnella, 2021), klimatske promjene čine najveći pritisak na prirodnu baštinu. Točnije, rastuće temperature smatraju se najopasnijim pritiskom klimatskih promjena, no značajni su i ekstremni vremenski uvjeti i promijenjeni požarni režimi. U posljednjih 5 godina klimatske promjene i utjecaji povezani s klimatskim promjenama imali su veliki utjecaj na prirodnu baštinu. Zagrijavanje temperature mora i morski

toplinski valovi doveli su do izbjeljivanja koralja na Velikom koraljnom grebenu dok su ekstremni vremenski uvjeti doveli do velikih šumskih požara u dijelovima Australije koji su „izbrisali“ velika područja zaštićenih područja. Na primjer, šumski požari 2019. – 2020. imali su značajan utjecaj na Velike modre planine, kao i na mnoga mjesta nacionalne baštine - Nacionalne parkove i rezervate Australskih Alpa, Nacionalni park Stirling Range i Zapadni Kimberley, od kojih svi imaju značajne vrijednosti prirodne baštine.

Nakon klimatskih promjena, sljedećim najvećim pritiskom smatra se neadekvatna zaštita i upravljanje prirodnom baštinom. Invazivne vrste i ruralni razvoj, uključujući krčenje zemljišta, također se smatraju vrlo značajnim pritiscima na prirodnu baštinu.

Najnovije izvješće (Ospinova i dr., 2020) Međunarodne unije za očuvanje prirode (International Union for Conservation of Nature) o stanju svjetske baštine zaključilo je da od prirodnih dobara koje je IUCN procijenio 2017. nijedno dobro u Oceaniji nije poboljšalo svoje stanje od 2017., već im se stanje pogoršalo (tab. 3)

Tab. 3 : Promjena stanja lokaliteta Svjetske baštine (2017./2020.)

Lokalitet	stanje 2017.	stanje 2020.
Veliki koraljni greben	značajna zabrinutost	kritično
Gondvanske prašume	dobro uz neke nedoumice	značajna zabrinutost
Velike modre planine	dobro uz neke nedoumice	značajna zabrinutost
Ningaloo obala	dobro	dobro uz neke nedoumice
Shark Bay	dobro	dobro uz neke nedoumice
NP Kakadu	značajna zabrinutost	značajna zabrinutost
Wet Tropics Queensland	značajna zabrinutost	značajna zabrinutost
otok Macquarie	dobro uz neke nedoumice	dobro uz neke nedoumice
divljina Tasmanije	dobro uz neke nedoumice	dobro uz neke nedoumice

Izvor: Osipova i dr., 2020

Ova su izvješća posebno zabrinjavajuća budući da je IUCN-ova procjena popisa svjetske baštine iz 2013. identificirala Tropske šume Queenslanda, NP Kakadu, Shark Bay i otok Macquaire kao lokalitete, odnosno staništa koja su nezamjenjiva za vrste koje žive u njima (Mackay, 2016). Australija nema lokalitete svjetske baštine uključene na Popis svjetske baštine u opasnosti. Međutim, na temelju savjeta Centra za svjetsku baštinu i IUCN-a, Odbor za svjetsku baštinu u lipnju 2021. objavio je nacrt odluke o upisu Velikog koraljnog grebena na Popis ugrožene svjetske baštine zbog utvrđene opasnosti s kojom se suočava, prvenstveno zbog klimatskih promjena, unatoč mnogim pozitivnim postignućima u upravljanju grebenom i smanjenju njegove ranjivosti. Poremećaj i degradacija ekosustava može dovesti do nepovratnog kolapsa, odnosno gubitka ključnih značajki i funkcija ekosustava (Bergstrom i dr., 2021).

### **5.3.Upravljanje prirodnom baštinom**

Mnoge vladine i privatne organizacije uključene su u zaštitu baštinskih lokaliteta: Ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i okoliša (Department of Agriculture, Water and the Environment) - Ministarstvo razvija i provodi politike i programe koji pomažu u prepoznavanju, očuvanju i promicanju poštovanja australskih mjesta i objekata prirodne i kulturne baštine. Australsko vijeće za baštinu (The Australian Heritage Council) - neovisno je stručno savjetodavno tijelo vlade za pitanja baštine. Australski savjetodavni odbor za svjetsku baštinu (The Australian World Heritage Advisory Committee) - osnovan je kako bi davao savjete ministrima Commonwealtha i država/teritorija o pitanjima međusektorske prirode koja utječu na mjesta svjetske baštine Australije. Državne i teritorijalne organizacije za baštinu - svaka australska država i teritorij ima i vladine i nevladine organizacije uključene u zaštitu baštinskih mjesta, npr: Heritage Council of Victoria, National Trust of Queensland, Tasmanian Parks and Wildlife Service, Aboriginal Cultural Material Committee (Western Australia) i dr.

Također, važan vladin dokument, Australian Heritage Strategy temelj je upravljanja baštinom Australije. Australska strategija baštine postavlja prioritete australske nacionalne baštine i strateški smjer za njezinu budućnost. Vizija strategije je da se prirodna, povijesna i autohtona baština vrednuju, štite za buduće generacije i da se o njima brine zajednica. Strategija je

objavljena 2015. i podupire rad pojedinaca, zajednica, organizacija i vlada pružajući zajednički smjer za prepoznavanje, zaštitu i upravljanje australskom baštinom. Glavne premise strategije uključuju: prepoznavanje da je baština raznolika i da obuhvaća prirodne, povijesne i autohtone vrijednosti, razmatranje načina na koji se lokaliteti australske baštine mogu bolje prepoznati i upravljati kako bi se osigurala njihova dugoročna zaštita, istraživanje novih mogućnosti za potporu i financiranje baštinskih lokaliteta, razmatranje kako zajednica uživa, obilježava i slavi ova posebna mjesta i naglašavanje kako baština može dovesti do porasta turizma i ekonomskih povrata upraviteljima mjesta ili vlasnicima i njihovim zajednicama, isticanje da su identifikacija, zaštita i upravljanje baštinom zajednička odgovornost državnih i lokalnih vlasti, organizacija i zajednica. Australaska vlada strategiju treba revidirati i obnavljati nakon pet godina, ovisno o podacima monitoringa (Australian Heritage Strategy, 2015)

Prema (Samuel, 2020), teško je procijeniti upravljanje prirodnom baštinom diljem Australije jer se upravljanje ne revidira rutinski i podaci se rutinski ne prikupljaju. Konkretni problem upravljanja prirodnom baštinom koji je identificiran je neadekvatna zakonska zaštita. Osim toga, probleme predstavljaju složeni pristupi zajedničkog upravljanja koji rezultiraju prazninama i preklapanjima te su upitne učinkovitosti, neadekvatno široko strateško planiranje i upravljanje, nedostatak aktivnog upravljanja pritiscima, posebice u odnosu na monitoring stanja i prilagodbu. Isto tako dolazi do problema i kod planiranja upravljanja rizicima, planova upravljanja koji nisu sveobuhvatni ili se ne obnavljaju, neadekvatno sudjelovanje domorodačkog stanovništva u upravljanju zaštićenim područjima, neadekvatan pristup zemlji i vodama te nedovoljan broj stručnog osoblja (Samuel, 2020). Ovi propusti u upravljanju događaju se unatoč jasnim smjernicama o najboljoj praksi upravljanja prirodnom baštinom koje su dostupne, npr. Australian Heritage Strategy. S rastućim pritiscima na prirodnu baštinu, posebice pritiscima povezanim s klimatskim promjenama, potrebno je aktivnije upravljanje tim pritiscima. Teško je odrediti troškove za upravljanje pritiscima u zaštićenim područjima, ali godišnji trošak kontrole invazivnih biljaka samo u nacionalnim parkovima procijenjen je na 29,11 milijuna dolara u 2018. (McLeod, 2018).

Stručnjaci za prirodnu baštinu vrlo su zabrinuti zbog toga što postoji vrlo malo aktivnog upravljanja pritiscima. Područja za koja je utvrđeno da zahtijevaju veću akciju za upravljanje pritiscima na prirodnu baštinu su - istraživanje prirode i ključnih pritisaka te njihovih

potencijalnih učinaka, istraživanje učinkovitosti i učinaka odgovora na pritiske, posebno šumske požare i upravljanje požarima, uklanjanje i kontrolu invazivnih vrsta, uključujući i njihove izvorne točke, obnavljanje ekosustava, staništa i zajednica, poboljšanje planiranja planova pripravnosti za katastrofe te razvijanje kriterija održivosti prirodne baštine. Financiranje baštine primarno je odgovornost vlade, ali financiranje agencija za baštinu postupno je smanjeno ili je ostalo isto od sredine 1990-ih, dok se opseg posla povećao. To je rezultiralo neadekvatnim brojem osoblja, smanjenom stručnošću osoblja i vrlo ograničenom mogućnošću pokretanja istraživačkih programa, uključujući identifikaciju baštine i praćenje stanja. To ozbiljno ograničava sposobnost poboljšanja identifikacije i razumijevanja baštine, te također ograničava reakciju na različite pritiske i poduzimanja učinkovitog prilagodljivog upravljačkog plana.

## **6. UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA LOKALITETE PRIRODNE BAŠTINE AUSTRALIJE S POPISA SVJETSKJE BAŠTINE**

Očekuje se da će klimatske promjene poput porasta razine mora, smanjene količine padalina i viših temperatura ugroziti lokalitete svjetske baštine Australije, pogoršavajući probleme poput gubitka i degradacije staništa, širenja invazivnih vrsta i mijenjanja režima požara. U ovom poglavlju rada analizirat će se utjecaji klimatskih promjena na lokalitete prirodne svjetske baštine Australije te mogući scenariji u budućnosti. Odjel za istraživanje atmosfere, CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation), upotrijebio je niz globalnih klimatskih modela za istraživanje budućih scenarija klimatskih promjena za Australiju (CSIRO 2006) koji su objavljeni u dokumentu *Implications of climate change for Australia's world heritage properties* (Australian National University, 2009). U odnosu na temperature iz 1990., ovi scenariji ukazuju na trend zagrijavanja diljem kontinenta za čak 2 °C do 2030. i 7 °C do 2070. Prema ovim klimatskim modelima, neki lokaliteti svjetske baštine mogu doživjeti veći porast temperature od drugih. Općenito, lokaliteti svjetske baštine koji se nalaze u unutrašnjosti (npr. Uluru-Kata Tjuta, regija jezera Willandra, nacionalni park Purnululu) mogu doživjeti veća povećanja temperature od onih u blizini obale (npr. nacionalni park Kakadu, divljina Tasmanije). Scenariji promjene količine padalina za Australiju razlikuju se sezonski i godišnje na cijelom



kontinentu. Predviđeni godišnji prosječni rasponi za veći dio Australije su od -10 % do +10 % do 2030. godine. Tropski cikloni vjerojatno će postati intenzivniji s većim brzinama vjetra (povećanje od 5-10 %) (Australian National University, 2009) te će se jači cikloni pojaviti južnije duž obale Queenslanda. Istraživanja su pokazala porast razornosti tropskih ciklona od 1970-ih, što je u korelaciji s uočenim porastom površinske temperature mora (Emanuel, 2005). Ekstremne padaline i oluje vjerojatno će postati učestalije u većini regija. Od 1993. do 2003. globalna srednja razina mora rasla je brzinom od oko 3 mm/god (Baynes, 2020). Termalna ekspanzija oceana i topljenje kopnenog leda rezultirat će daljnjim globalnim porastom razine mora. Na temelju relativnog porasta razine mora oko Australije (1,2 mm/godišnje) (Church i dr., 2004), prosječni porast razine mora do 2030. mogao bi iznositi čak 3 cm prema scenariju niske emisije stakleničkih plinova ili 17 cm prema scenariju visoke emisije stakleničkih plinova (CSIRO, 2006). Međutim, čak i umjeren porast bio bi nepoželjan za neke lokalitete australske svjetske baštine kao što su Nacionalni park Kakadu i Shark Bay. U nastavku rada slijedi analiza utjecaja klimatskih promjena na pojedine lokalitete prirodne baštine Australije uvrštene na popis svjetske baštine.

Tab. 4. Kategorije utjecaja klimatskih promjena na svjetsku baštinu Australije prema kriterijima Svjetske baštine

Kriteriji Svj. baštine	Lokalitet	Obilježja	Glavne prijetnje
ix, x*	NP Kakadu	<b>Kopnena obilježja:</b> Prašumske zajednica, beskralježnjaci, raznolikost biljnih i životinjskih vrsta, reliktno vrste "Gondvane", primjeri stromatolita	Promjene u godišnjim i sezonskim količinama padalina, intenzivnije oluje i cikloni, povećana temperatura zraka, frekventniji i intenzivniji požari i poplave, smanjeno otjecanje u potoke, povećana koncentracija CO <sub>2</sub>
	Veliki koraljni greben		
	Otočna grupa Lord Howe		
	Tasmanska divljina		
	Prašume Gondvane		
	Tropske šume Queenslanda		
	Shark bay		
	Otok Fraser		
	Riversleigh i Naracoorte		
	Otoci Heard i McDonald		
	Velike modre planine	<b>Morska obilježja:</b> koraljni grebeni, raznolikost morskih algi, primjeri stromatolita, raznolikost vrsta riba, gmazova i sisavaca	Porast razine mora, acidifikacija mora, oluje, porast temperature površine mora
	Veliki koraljni greben		
	Otočna grupa Lord Howe		
	Tasmanska divljina		
	Shark bay		
	Otok Fraser		

vii, viii*	NP Kakadu	Obalne dine, grebeni, stijene, litice, arheološka nalazišta, krške formacije, nalazišta fosila, močvare, jezera	Promjene u režimima požara, kisele kiše, intenzivnije oluje i cikloni, pojačana erozija, povećanje temperature zraka
	Veliki koraljni greben		
	Jezera Willandra		
	Otočna grupa Lord Howe		
	Tasmanska divljina		
	Prašume Gondvane		
	NP Uluru-Kata Tjuta		
	Tropske šume Queenslanda		
	Shark bay		
	Otok Fraser		
	Otoci Heard i McDonald		
	Otok Macquaire		
	NP Purnululu		

\* vidi tab. 1

Izvor: Australian National University, 2009 prema CSIRO, 2006

### 6.1. Nacionalni park Kakadu

Nacionalni park Kakadu nalazi se u savani tropske regije sjeverne Australije. Prostire se na površini od oko 20 000 km<sup>2</sup> i kontinuirano je naseljen više od 40 000 godina. Špiljske slike, uklesane stijene i arheološka nalazišta bilježe vještine i način života stanovnika regije, od prapovijesnih lovaca-sakupljača do Aboridžina koji tamo još žive. Parkom zajednički upravljaju tradicionalni aboridžinski vlasnici i Australian Government Director of National Parks.

Klimatske promjene na tom području uključuju povećanje ukupne količina padalina u regiji za 50 mm svakog desetljeća od 1950. Godišnja količina padalina može nastaviti rasti, ali čak i ako ostane nepromijenjena, isparavanje će vjerojatno biti veće (CSIRO, 2006). Požari kao prirodna pojava u tim krajolicima savane su normalni, no izmijenjeni požarni režimi pojavili su se kao glavna prijetnja tom lokalitetu, osobito ako dođe do dužeg trajanja razdoblja toplijeg i sušnijeg vremena i ako dođe do širenja invazivnih trava. Daljnji porast koncentracije ugljikovog dioksida atmosferi također bi mogao rezultirati povećanim širenjem drvenastog grmlja u sušna i polusušna područja. Međutim, potencijalno povećanje primarne proizvodnje vegetacije koje proizlazi iz povećane dostupnosti ugljikovog dioksida vjerojatno je ograničeno lošim stanjem hranjivih tvari u tlu savane, a također može biti ograničeno ako se dostupnost vode smanji povećanim isparavanjem. Više temperature i češći ekstremni vremenski uvjeti mogu olakšati širenje i

ponovnu pojavu bolesti poput malarije, encefalitisa, melioidoze i virusa Kunjin. Nizinski dijelovi Kakadua osjetljivi su na promjenu saliniteta kao rezultat porasta razine mora i prodora slane vode u podzemne vode. Porast razine mora dovest će do zaslanjivanja riječne vode i predstavljat će značajnu prijetnju slatkovodnim močvarama što će rezultirati transformacijom slatkovodnih močvara u slane muljevite ravnice. Do 80 % slatkovodnih močvara u Kakaduu moglo bi biti izgubljeno, s porastom prosječnih temperatura od 2-3 °C. Staništa na koja će utjecati klimatske promjene u Kakaduu uključuju slatkovodne močvare, mangrove, monsunske šume, plaže i potoke (Bayliss i dr., 1997).

Scenarij klimatskih promjena, u odnosu na 1990., temeljen na scenariju 'visokih' emisija stakleničkih plinova:

- srednja godišnja temperatura porasti će za  $1,3 \text{ °C} \pm 0,6 \text{ °C}$  do 2030. godine
- prosječna godišnja količina padalina ostati će uglavnom nepromijenjena ( $0 \% \pm 7,5 \%$ )
- tropski cikloni vjerojatno će postati intenzivniji s povećanjem brzine vjetra od 10 %
- ekstremne oluje i jake suše vjerojatno će postati učestalije
- očekuje se da će razina mora porasti u prosjeku za 17 cm do 2030. godine (Australian National University, 2009)

## 6.2. Jezera Willandra

Jezera Willandra nalaze se u polusušnom jugozapadnom dijelu Novog Južnog Walesa. Prostiru se na površini od 240 000 ha, od čega Nacionalni park Mungo obuhvaća oko 27 800 ha. Lokalitetom svjetske baštine upravljaju državne vladine agencije (NSW National Parks i Wildlife Service) i domorodačka zajednica. Krajolik regije Willandra jezera sastoji se od sustava plitkih kanala i međusobno povezanih suhih jezerskih bazena formiranih tijekom pleistocenske epohe. Vegetacija u ovom području je vrlo oskudna, sastoji se od šikara i kržljavog šiblja. Vegetacija pomaže u održavanju stabilnosti dina tijekom ekstremnih vremenskih nepogoda i, u ranijim vremenima, ublažavala je učinke ispaše divljih životinja. Regija je prije uživala u znatno većoj količini oborina i pristupu vodi preko potoka Willandra Billabong, što se odražava arheološkim ostacima nastalim tijekom posljednjih 50 000 godina. Području jezera Willandra porast razine mora ne predstavlja prijetnju, no klimatske promjene vjerojatno neće rezultirati

povratkom u vremena koje karakterizira dugotrajno plavljenje jezera i vodotoka. Iako se čini da ukupni trendovi ukazuju na sušu, topliju i vjerojatno vjetrovitiju regiju, lokalizirani događaji dogodit će se kao što su se događali u proteklih 15 000 godina (CSIRO, 2006). Najvjerojatniji utjecaji klimatskih promjena na regiju biti će ubrzana erozija te pritisak na vegetaciju koja uključuje niz trava, zajedno s vrstama drveća i grmlja zbog kojih je lokalitet na popisu svjetske baštine (UNESCO).

Ova regija nalazi se u jugozapadnom Novom Južnom Walesu, ali se očekuje da će klimatski trendovi na tom području do 2030. godine biti sličniji onima u unutrašnjosti Victorije, gdje je toplije (prosječna godišnja temperatura zraka  $+1,3\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) i sušnije ( $3,5\% \pm 11\%$  smanjenje u godišnjoj količini oborina) te sa povećanom evaporacijom ( $+5\% \pm 2,5\%$ ) (Australian National University, 2009).

### **6.3. Lord Howe otočna skupina**

Lord Howe otočna skupina uključuje niz oceanskih otoka i stijena koje čine otok Lord Howe zajedno s nizom drugih manjih otoka i stijena. Nalazi se 717 km sjeveroistočno od Sydneya i 570 km od australske obale. Upisan je na Popis svjetske baštine 1982, a njime upravlja The Lord Howe Island Board. Otok je zapravo denudirana vulkanska stijena okružena lagunskim grebenima. Lokalitet je ujedno i najjužniji sustav koraljnih grebena na svijetu. Oko 74% obale izloženo je otvorenom oceanu i posebno je osjetljivo na utjecaje valova uzrokovane olujnim udarima, kao i na utjecaje porasta razine mora, promjena temperature i promjena u kemijskom sastavu oceana. Porast temperature površine mora uzrokuje vertikalni porast razine sloja oblaka koji predstavlja veliku klimatsku prijetnju biljnim zajednicama otoka. Navedeni sloj oblaka je izvor padalina i održava vlažnost potrebnu za oko 86% endemskih biljnih vrsta otoka, uključujući patuljastu šumu s mahovinom koja dominira vrhovima otoka Lord Howe. Morske ptice također mogu biti izložene tim promjenama koje utječu na izvor i dostupnost hrane.

Scenarij klimatskih promjena, u odnosu na 1990., temeljen na scenariju 'visokih' emisija stakleničkih plinova:

- srednja godišnja temperatura zraka će porasti za  $1,3\text{ °C} \pm 0,6\text{ °C}$  do 2030. godine.
- srednja godišnja količina oborina će se promijeniti, ali sezonski karakter padalina može varirati, s manje padalina zimi i u proljeće, a više u ljeto i jesen
- očekuje se da će se površinske temperature mora zagrijati za  $1-2\text{ °C}$ , a pH morske vode pasti za 0,2 jedinice do 2070
- razina mora porasti će za oko 17 cm do 2030. godine (Australian National University, 2009)

#### 6.4. Tasmanska divljina

Područje svjetske baštine divljine Tasmanije pokriva površinu od 1,38 milijuna ha ili 20 % Tasmanije. Smatra se da će obalna područja tasmanske divljine doživjeti najdramatičnije utjecaje klimatskih promjena, povezanih s porastom razine mora. Obala zaštićenog područja ima važna geomorfološka i pedološka obilježja, od kojih je većina neobnovljiva čak i ako se uspore ili zaustave. Uz svoje geomorfološke vrijednosti, pješčane se obale također ističu bioraznolikošću i aboridžinskim kulturnim vrijednostima. Mnoga aboridžinska nalazišta, morske špilje, slike na stijenama i pećinske umjetnosti, zaštićena su zbog svojih očuvanih temeljnih oblika. Klimatske promjene će vjerojatno utjecati i na riječne sustave, krš i močvare koje podržavaju ekosustave različitih travnatih terena koji karakteriziraju veći dio jugozapadne Tasmanije. U planinskim i subalpskim područjima promjena režima požara može utjecati na vrste četinjača osjetljivih na vatru — uključujući huon bor, bor olovku i bor King Billy — i vjerojatno će uzrokovati značajno smanjenje populacija vrsta četinjača osjetljivih na vatru, uključujući alpske vrste kao što su *Pherosphaera hookeriana*, *Diselma archeri* i listopadna bukva.

Sljedeći scenariji klimatskih promjena za Tasmaniju, u odnosu na 1990., temelje se na scenariju 'visokih' emisija stakleničkih plinova.

- srednja godišnja temperatura će porasti za  $1,1\text{ °C} \pm 0,4\text{ °C}$  do 2030. godine
- srednja godišnja količina padalina će se povećati za  $3,5\% \pm 11\%$  do 2030., s vjerojatnošću da će ljetna količina padalina pasti za oko  $7,5\% (\pm 15\%)$
- porast razine mora za 17 cm

- intenzitet učestalost suša će se povećati, a broj dana visoke učestalosti požara može se malo povećati (0,5 dana godišnje).
- smanjiti će se snježni pokrivač za 10 - 40 % do 2030. godine
- ako će se stope isparavanja povećati (4,4 % ± 1,9 %), odgovor protoka će vjerojatno biti nepredvidiv (±10 % promjena) (Australian National University, 2009)

## 6.5 Prašume Gondwane

Prašume Gondwane u Australiji sastoje se od 42 područja unutar zaštićenog područja ukupne površine 366 514 ha. U ovoj regiji između 1950. i 2003. srednja maksimalna godišnja temperatura i srednja godišnja temperatura porasle su za 1,5 °C odnosno 1,0 °C. U istom vremenskom razdoblju, ukupna godišnja količina padalina smanjila se za 75,8 mm (Hennessy i dr., 2004). Većina obilježja svjetske baštine u ovom zaštićenom području ugrožena je višim temperaturama, sušom i posljedičnom promjenom režima požara. Područje prašuma Gondwane ima iznimno bogatu raznolikost primitivnih biljnih zajednica koje su od iznimnog značaja. Struktura šume slična je tropskim šumama Queenslanda, s visinskim gradijentima koji pružaju niz mikroklimatskih zona i mikrostaništa. Postoje dvije skupine šuma Gondwane za koje se smatra da su posebno ugrožene klimatskim promjenama u regiji prašuma Gondwane: mikrofilne šume paprati, kojima obično dominira antarktička bukva (*Nothofagus moorei*) i jednostavne zimzelene šume, kojima općenito dominira šimšir (*Ceratopetalum apetalum*). Potonji se pojavljuju na relativno neplodnim tlima u uvjetima velike količine padalina i često čine glavnu komponentu vlažnih sklerofilnih šuma.

Sljedeći scenariji klimatskih promjena za ovo dobro svjetske baštine, u odnosu na 1990., temelje se na scenariju 'visokih' emisija stakleničkih plinova:

- porast temperatura i povećanje broja vrućih dana, predviđa se da će do 2030. prosječna godišnja temperatura porasti za 1,3 °C ± 0,6 °C.
- u sjevernim dijelovima zaštićenog područja očekuje se da će prosječna godišnja količina padalina pasti 3,5 % ± 11 %, ali se veći pad predviđa za jesen, zimu i proljeće
- srednja godišnja količina oborina ostati uglavnom nepromijenjena na jugu (0 % ± 15 %)

- povećano isparavanje, zbog viših temperatura i manje oborina, rezultirat će manjim otjecanjem u riječne sustave.
- vjerojatno će doći do povećanja intenziteta i učestalosti sušnih uvjeta
- razina mora će porasti za oko 17 cm do 2030. godine (Australian National University, 2009)

## 6.6. NP Uluru – Kata Tjuta

Nacionalni park Uluru-Kata Tjuta nalazi se u blizini središta australskog kontinenta. Zauzima površinu od 132 566 hektara sušnih ekosustava. Čine ga najveći megalit na svijetu Uluru i skupina od 36 manjih megalita, Kata Tjuta, po kojima je park dobio ime. Regija sadrži tradicionalne zemlje naroda Pitjantjatjara i Yankunytjatjara, zajednički poznatih kao narod Anangu. Neotuđivo pravo vlasništva ima Uluru-Kata Tjuta Aboriginal Land Trust, kojim upravljaju tradicionalni vlasnici, od 1985. godine. Nacionalnim parkom upravlja Upravni odbor koji uključuje većinu tradicionalnih vlasnika Anangu. Atributi svjetske baštine u suštini spadaju u dvije kategorije, od kojih će svaka biti pod različitim utjecajem klimatskih promjena. Prva kategorija obuhvaća obilježja koje se tiču Uluru-Kata Tjuta kao krajolika iznimne prirodne ljepote, koji reprezentira geološke i geomorfološke procese. Klimatske promjene imat će određeni učinak na morfologiju lokaliteta, uključujući povećanje pucanja sedimenata arkoze i trošenja stijene. Ti su procesi prirodni, trajni i izravno povezani sa specifičnim karakteristikama lokaliteta. Druga kategorija su obilježja povezana s ekosustavom lokaliteta te kulturne prakse i uvjerenja blisko povezana s tim ugroženim ekosustavima. Na ekološka obilježja vjerojatno će značajno utjecati šumski požari i povećana evaporacija.

Sljedeće projekcije klimatskih promjena za središnju Australiju, u odnosu na 1990., temelje se na scenariju 'visokih' emisija stakleničkih plinova:

- srednja godišnja temperatura će porasti za  $1,7\text{ °C} \pm 0,6\text{ °C}$ .
- srednja godišnja količina padalina će ostati uglavnom nepromijenjena ( $0\% \pm 6,5\%$ ), međutim, veća potražnja za isparavanjem ( $+5,6\% \pm 3,1\%$ ) rezultirat će manjim otjecanjem u rijeke i potoke.

- postojat će tendencija ozbiljnijih suša, ekstremnih vremenskih nepogoda i iznenadnih poplava (Australian National University, 2009)

## 6.7. Tropske šume Queenslanda

Tropske šume Queenslanda zaštićeno su područje koje se proteže duž sjeveroistočne obale Australije u dužini od nekih 450 km, a uglavnom se sastoji od tropskih kišnih šuma. Obuhvaćajući oko 894 420 hektara uglavnom tropske prašume, ovo područje iznimno je važno zbog svoje bogate i jedinstvene bioraznolikosti. Također predstavlja neusporediv zapis o ekološkim i evolucijskim procesima koji su oblikovali floru i faunu Australije, a sadrži ostatke velike gondvanske šume koja je prekrivala Australiju i dio Antarktike prije 50 do 100 milijuna godina. Navedena obilježja biti će ugrožena zbog klimatskih promjena i to najznačajnije zbog intenzivnijih padalina i tropskih ciklona većeg intenziteta. Povećane temperature utjecat će na porast evapotranspiracije. Porast razine mora povećat će područje nizina pogođenih olujnim valom, a očekuje se prodor slane vode i plavljenje. Klimatske promjene imat će ozbiljne negativne učinke na biološku raznolikost zaštićenog područja. Položaj i areal šuma uvelike je određen padalinama, dok vrsta šuma i mnogi organizmi koji se u njima nalaze ovise o uskim temperaturnim rasponima. Predviđa se da će postojeći ekosustavi u Vlažnim tropima Queenslanda proći kroz dramatične promjene u sastavu vrsta ili arealu pri čemu će neki vjerojatno potpuno nestati. Nasuprot tome, mogu se pojaviti neki novi ekosustavi. Općenito, sve će autohtone vrste biti ranjivije, čak i one koje su otpornije na klimatske promjene, budući da će se sve morati nositi s nizom novih konkurenata, predatora, bolesti i unesenih vrsta za koje možda nemaju prirodnu obranu. Klimatske promjene imaju posebno jaki utjecaj na planinske dijelove Vlažnih tropa Queenslanda. Ovi hladniji dijelovi regije jedino su stanište za raznoliku i endemsku skupinu faune i flore, od kojih mnogi imaju uzak klimatski raspon. Na primjer, žaba zujavica (*Cophixalus bombiens*) ima godišnju srednju toleranciju raspona temperature od samo 1,8 °C, dok je prosječna godišnja tolerancija srednjeg temperaturnog raspona za sve endeme samo 5,5 °C. Planinske jednostavne notofilne i mikrofilne prašume, koje sadrže veliku većinu endemske faune regije, izložene su najvećem riziku od klimatskih promjena, dok će nizinske



mezofilne prašume najvjerojatnije pozitivno reagirati na povećanje zagrijavanja. Većina endemskih kralježnjaka, uključujući vrste prilagođene hladnijim uvjetima iznad 600 m nadmorske visine, bit će osjetljiviji na utjecaje klimatskih promjena zbog gubitka središnjeg staništa. Predviđeni porast visine oblačnog sloja smanjit će „cloud stripping“, proces koji daje značajnu količinu vode u tropskim kišnim šumama zadržavanjem kapljica vode iz oblaka na vegetaciji i kondenzacijom vodene pare.

Sljedeći scenariji klimatskih promjena za sjeveroistočni Queensland, u odnosu na 1990., temelje se na scenariju 'visokih' emisija stakleničkih plinova:

- srednja godišnja temperatura će porasti za  $1,3\text{ °C} \pm 0,6\text{ °C}$  do 2030. godine
- srednja godišnja količina padalina će pasti za  $3,5\% \pm 11\%$  do 2030. godine
- smanjenje godišnjeg otjecanja u rijeke, što je rezultat većeg isparavanja
- broj tropskih ciklona povećati će se za 10 % kao i njihov intenzitet
- razina mora će porasti za oko 17 cm do 2030. godine
- intenzitet i učestalost suša će se povećati (Australian National University, 2009)

## 6.8. Shark Bay

Shark Bay zauzima oko 2,2 milijuna ha morskih i kopnenih područja koji se nalaze u Zapadnoj Australiji. Zaštićeno područje se sastoji od preko 30 otoka i nekoliko izlaza na Indijski ocean. Velik dio zaljeva je plitak i stoga je hiperslani. Upravljanje Shark Bayom uključuje državne i lokalne vladine agencije, uključujući i Odjel za okoliš i zaštitu Zapadne Australije, Odjel za ribarstvo Zapadne Australije, Shires of Shark Bay i Carnarvon kao i komercijalne ribare, turistički operateri (osobito ekoturizam) i domorodačke zajednice. Utjecaji klimatskih promjena uključuju povećane temperature koje mogu biti praćene češćim i jačim sušama. Morski utjecaji ovisit će o procesima velikih razmjera, kao što su promjene Leeuwinove struje. Priljevi oceanske vode mogu značajno promijeniti ekologiju Shark Baya zbog toga što je salinitet glavna determinanta produktivnosti ekosustava i uzorka bioraznolikosti. Međutim, vjerojatno je da će se hiperslani okoliš zaljeva održati, osim ako dođe do velikih promjena razine mora. Značajno podizanje razine može utjecati na nekoliko obilježja marinskih ekosustava Shark Baya, posebice

na morske trave i stromatolite. Relativno mala promjena razine mora također bi mogla utjecati na zajednice mangrova i populacije glavatih kornjača smještenih na uskim podnožjima strmih litica na otoku Dirk Hartog. Također postoji opasnost od potencijalnog smanjenja populacije ugroženih kopnenih sisavaca. Promjena Leeuwinove struje i temperature mora mogu utjecati na odnose između morskih pasa i drugih morskih vrsta.

Sljedeće projekcije klimatskih promjena za jugozapadnu Australiju, u odnosu na 1990., temelje se na scenariju 'visokih' emisija stakleničkih plinova:

- srednja godišnja temperatura porast će za  $1,1\text{ °C} \pm 0,7\text{ °C}$  do 2030. godine
- značajan pad padalina ( $-11\% \pm 11\%$ )
- isparavanje će se povećati za  $4,2\% \pm 3,1\%$  i dodatno smanjujući protoke
- povećanje učestalosti i intenziteta vjetra, zajedno s povećanjem prosječne brzine vjetra od 5-10 %.
- razina mora će porasti za oko 17 cm do 2030. godine (Australian National University, 2009)

## **6.9. Otok Fraser**

Otok Fraser, smješten uz jugoistočnu obalu Queenslanda, najveći je pješčani otok na svijetu, a prostire se na površini od 184 000 ha. Kombinacija pješčanih dina, tropskih kišnih šuma i jezera čini ga izuzetnim mjestom. Upravljanje područjem odgovornost je Službe za parkove i divlje životinje Queenslanda, Odjela za okoliš i upravljanje resursima, a upravljanje je određeno Great Sandy Region Management Planom te planovima upravljanja specifičnim za aktivnosti za K'gari (otok Fraser). Klimatske prijetnje na otoku Fraser uključuju porast ekstremnih vremenskih događaja koji mogu rezultirati ubrzanjem prirodne erozije dina. Pojava sve češćih i intenzivnijih požara, te dugotrajne suše također mogu dovesti do promjena u sastavu i rasprostranjenosti otočne vegetacije. Otok je popularno turističko odredište, a povećani broj posjetitelja može dodatno opteretiti njegove prirodne vrijednosti i resurse, posebice vodne resurse. Porast razine mora i sve češće oluje vjerojatno će rezultirati prodorom slane vode u slatkovodne sustave.

Sljedeći scenariji klimatskih promjena za jugoistočni Queensland, u odnosu na 1990., temelje se na scenariju 'visokih' emisija stakleničkih plinova:

- srednja godišnja temperatura će porasti za  $1,3 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$  do 2030. godine, uz povećanje broja vrućih dana
- srednja godišnja količina padalina smanjiti će se za  $3,5 \% \pm 11 \%$ , uz veću evaporaciju, što dovodi do smanjenog otjecanja i smanjenja pohranjivanja u podzemne vode, što može smanjiti opskrbu vodom izvorskih potoka i jezerskih sustava
- ekstremni vremenski događaji vjerojatno će postati sve češći
- povećanje učestalosti i intenziteta suša, kao i povećanog rizika od ozbiljnih požara
- ekstremni vremenski događaji su vjerojatniji, što dovodi do povećanih iznenadnih poplava
- razina mora će se povećati za oko 17 cm do 2030. godine (Australian National University, 2009)

#### **6.10. Riversleigh i Naracoorte**

Dva australska nalazišta fosila sisavaca, Riversleigh u Queenslandu i Naracoorte u Južnoj Australiji, izvanredna su zbog iznimne raznolikosti i kvalitete svojih fosila. Ti fosili predstavljaju važne i značajne korake u razvoju australske faune sisavaca te stvaraju sliku o evolucijskom razvoju ekosustava u Nacionalnom parku Kakadu, prašumama Gondwane i tropskim šumama Queenslanda. Ova dva lokaliteta zajedno zauzimaju oko 10 300 ha. Njima upravljaju vlade Queenslanda i Južne Australije. Vrijednosti mjesta svjetske baštine odnose se isključivo na njihove fosilne ostatke. Očekuje se da klimatske promjene uglavnom ne utječu na ta dobra, unatoč tome što je Riversleigh lokalitet na otvorenom, a Naracoorte lokalitet u špilji.

Sljedeći klimatski scenariji za obje lokacije temelje se na scenariju 'visokih' emisija stakleničkih plinova prema 1990. (Scenariji klimatskih promjena za ova dva lokaliteta vjerojatno će varirati zbog njihovih različitih geografskih širina):

- veća učestalost i intenzitet vremenskih događaja, te smanjenje količine padalina na obje lokacije. Međutim, Naracoorte može doživjeti niži godišnji prosjek padalina nego Riversleigh, sa znatno nižim padalinama zimi i u proljeće, a najmanjim ljeti
- suše će vjerojatno postati češće i ozbiljnije na oba mjesta, a isparavanje će se povećati na oba mjesta (3,7 %) (Australian National University, 2009)

## 6.11. Otoci Heard i McDonald

Otoci Heard i McDonald leže u južnom Indijskom oceanu, na visoravni Kerguelen, 4100 km jugozapadno od australskog kontinenta i 1500 km sjeverno od Antarktika. Otoci su međusobno udaljeni 40 km, McDonaldovi otoci zapadno od otoka Heard. Otok Heard je vulkan prekriven ledom koji se prostire na približno 36 800 ha i uzdiže se 2745 m iznad razine mora, dok je najviša točka na neplodnom i stjenovitom McDonaldovom otočju od 1800 ha 230 m. Svjetska baština također uključuje susjedne stijene i plićake, te sve teritorijalne vode do udaljenosti od 12 nautičkih milja. Vizualni učinci klimatskih promjena vidljiviji su na subantarktičkim otocima više nego bilo gdje drugdje u Australiji. Otok Heard bilježi prosječni godišnji porast temperature zraka od oko 1 °C između 1947. i 2001. (Thost i Allison, 2006), s većim povećanjem zimskih temperatura nego ljetnih. Povećano zagrijavanje dovelo je do ubrzanog povlačenja ledenjaka i smanjenja površine godišnjeg snježnog pokrivača (Thost i Truffer, 2007). Glacijalno skupljanje također je rezultiralo stvaranjem slatkovodnih jezera i laguna. Ove promjene krajolika omogućile su fauni i flori da koloniziraju novonastala područja, mijenjajući raspodjelu i brojnost biljnih i životinjskih vrsta. Teško je predvidjeti kako će globalno zatopljenje utjecati na buduću raspodjelu vrsta, brojnost i konkurenciju među vrstama. Za male i stjenovite McDonaldove otoke, koji su neplodni i bez leda, nema klimatskih opažanja.

Scenariji klimatskih promjena za Novi Južni Wales (uz napomenu da je otok Lord Howe daleko od obale i stoga ovaj regionalni scenarij možda nije u potpunosti primjenjiv), u odnosu na 1990., temelje se na scenariju 'visokih' emisija stakleničkih plinova:

- srednja godišnja temperatura zraka na otoku Heard porasla je za oko 1 °C između 1947. i 2001. (Thost i Allison, 2006) i očekuje se da će nastaviti rasti
- temperatura površine mora će porasti za 1-2 °C do 2070., nakon što je već porasla za 0,75 °C od 1947.
- porast razine mora za oko 17 cm prema scenariju 'visokih' emisija stakleničkih plinova (Australian National University, 2009)

## 6.12. Otok Macquaire

Otok Macquarie nalazi se oko 1500 km jugoistočno od australskog kopna. Prostire se na površini od oko 124 km<sup>2</sup>. Leži na granici između pacifičke i australske tektonske ploče, koja se izdiže kao rezultat tektonskih procesa. Tektonsko izdizanje događalo se milijunima godina kontinuiranim procesom, ali epizodično. Veliki potres u blizini otoka 2004. godine rezultirao je horizontalnim pomicanjem otoka.

Otokom Macquarie, susjednim otočićima Judge i Clerk i Bishop i Clerk te svim okolnim vodama do tri nautičke milje, kao prirodnim rezervatom upravlja Tasmanska služba za parkove i divlje životinje. Upravljanje rezervatom se temelji na Planu upravljanja područjem svjetske baštine iz 2006. Većina voda do 200 nautičkih milja istočno od rezervata nalazi se unutar morskog rezervata otoka Macquarie Commonwealtha, kojim upravlja australska vlada u suradnji s PWS-om. Klimatske promjene uključuju povećanje srednje godišnje temperature od oko 1 °C od 1949. (Selkirk i dr., 1992). Zapisi pokazuju da ljetne temperature na otoku rastu od 1950-ih, za 0,4 °C od 1951. do 2006. (Selkirk i dr., 1992), zajedno s povećanjem brzine vjetera, padalina i evapotranspiracije, te smanjenjem vlage u zraku i sunčanih sati od 1950. (Selkirk i dr., 1992). Porast temperature površine mora i smanjenje opsega antarktičkog morskog ledenog pokrivača mogli bi utjecati na dostupnost hrane za morske grabežljivce. Populacije pingvina kamenjara vjerojatno će se smanjiti. Globalno zatopljenje moglo bi rezultirati promjenama prostorne raspodjele vegetacije, te smanjenjem površine tresetnih sustava i slojeva mahovina sfagnuma. Kunići i uneseni biljni štetnici mijenjaju otočnu vegetaciju i značajno utječu na stanište za razmnožavanje morskih ptica.

- srednja godišnja temperatura će porasti za 1,1 °C ± 0,2 °C do 2030., na temelju scenarija klimatskih promjena za Tasmaniju u odnosu na 1990. i scenarija 'visokih' emisija stakleničkih plinova
- porast razine mora za oko 17 cm (Australian National University, 2009)

## 6.13. Nacionalni park Purnululu

Nacionalni park Purnululu nalazi se u regiji East Kimberley u zapadnoj Australiji — "mokrim i suhim tropima". Prostire se na površini od gotovo 240 000 ha. Zaštićeno područje se sastoji od

riječnih ekosustava do zajednica u kojima dominira spinifex. Planina Bungle Bungle, sastavljena od izuzetnih geomorfnih tornjeva od pješčenjaka obilježenih vodoravnim trakama kore cijanobakterija, istaknuto je obilježje parka. Nacionalnim parkom Purnululu upravlja Ministarstvo okoliša i zaštite Zapadne Australije (DEC) prema Zakonu o zaštiti i upravljanju zemljištem iz 1984. Promjena u obrascima upravljanja predviđa zajedničko upravljanje područjem od strane tradicionalnih vlasnika i DEC-a, pod vodstvom Vijeća parka Purnululu. Mjesto je dodano na Popis svjetske baštine na temelju dva kriterija prirodne baštine — geološkog i estetskog.

Utjecaji klimatskih promjena varirat će ovisno o ranjivosti pojedinih ekosustava i njihovom geografskom položaju unutar lokaliteta. Iako područje također ima prirodne i kulturne vrijednosti, uključujući umjetnost na stijenama, tragove brušenja, arheološke artefakte i stalne veze od duhovne i gospodarske važnosti za tradicionalne autohtone stanovnike područja, one još nisu prepoznate kao obilježja svjetske baštine za upis i stoga nisu uzeti u obzir u ovoj procjeni.

Sljedeće projekcije klimatskih promjena za sjeverozapadnu Australiju temelje se na scenariju 'visokih' emisija stakleničkih plinova:

- sjeverozapadno područje Australije vjerojatno će imati porast temperature ( $+1,3\text{ °C} \pm 0,6\text{ °C}$ ) do 2030. godine, s toplijim danima i manje hladnih noći
- srednja godišnja količina padalina vjerojatno pasti za  $3,5\% \pm 11\%$  do 2030. godine
- povećana vjerojatnost ekstremnih vremenskih događaja i iznenadnih poplava
- smanjenje otjecanja vode u rijeke kao rezultat veće evaporacije ( $3,7\% \pm 2,5\%$ ) i malog smanjenja godišnje količine padalina (Australian National University, 2009)

Lokaliteti svjetske baštine Australije i njihova obilježja su raznoliki i klimatske promjene neće jednako utjecati na njih. Neka zaštićena područja, poput Velikog koraljnog grebena i Tropskih šuma Queenslanda, vrlo su osjetljiva, dok će druga, poput Naracoorte, vjerojatno biti manje osjetljiva na učinke klimatskih promjena. Klimatske promjene mogu, ali i ne moraju utjecati na obilježja lokaliteta svjetske baštine prema kriterijima UNESCO-a, a najvjerojatniji učinci će uključivati: promjene u godišnjim i sezonskim količinama padalina, intenzivnije oluje i cikloni, povećanu temperaturu zraka, frekventniji i intenzivniji požari i poplave, smanjeno otjecanje u

potoke, povećana koncentracija CO<sup>2</sup> porast razine mora, acidifikacija mora, porast temperature površine mora, kisele kiše, pojačana erozija dok je detaljniji prikaz sažet u tab. 4 i tab. 5.

Tab 5: Sažetak scenarija klimatskih promjena do 2030. (kao procjena promjene) za svaki lokalitet svjetske baštine Australije u odnosu na 1990. (Procjene se temelje na scenariju 'visokih' emisija stakleničkih plinova)

Lokalitet	Temperatura zraka °C	Razina mora	Količina padalina	Evaporacija	Broj ekstremnih požarnih dana	Tropski cikloni
	Prosjek god. porasta	Prosjek porasta	Godišnje	God. Prosjek	God. Prosjek	%
NP Kakadu	1.3 °C ± 0.6 °C	17 cm	0% ± 7.5%	+3.7% ± 3.7%	/	10%
Veliki koraljni greben	1.3 °C ± 0.6 °C	17 cm	-3.5% ± 11%	+3.7% ± 3.7%	/	10%
Willandra jezera	1.1 °C ± 0.4 °C	/	-3.5% ± 11%	+5% ± 2.5%	11	/
Lord Howe otočna skupina	1.3 °C ± 0.6 °C	17 cm	0% ± 15%	+5.6% ± 4.4%	10	/
Tasmanska divljina	1.1 °C ± 0.4 °C	17 cm	+3.5% ± 11%	+4.4% ± 1.9%	0.5	/
Prašume Gondvane (više / niže područje)	1.3 °C ± 0.6 °C	17 cm	-3.5% ± 11%	+5.6% ± 4.4%	/	/
	1.3 °C ± 0.6 °C	17 cm	0% ± 15%	+5.6% ± 4.4%	10	/
NP Uluru - Kata Tjuta	1.7 °C ± 0.6 °C	/	0% ± 15%	+5.6% ± 3.1%	/	/
Tropske šume Queenslanda	1.3 °C ± 0.6 °C	17 cm	-3.5% ± 11%	+3.7% ± 3.7%	/	10%
Shark bay	1.1 °C ± 0.7 °C	17 cm	-11% ± 11%	+4.3% ± 3.1%	/	/
Otok Fraser	1.3 °C ± 0.6 °C	17 cm	-3.5% ± 11%	+5.6% ± 4.4%	/	/
Riversleigh i Naracoorte	1.3 °C ± 0.6 °C	/	-3.5% ± 11%	+3.7% ± 3.7%	/	10%
	0.9 °C ± 0.6 °C	/	-7.5% ± 7.5%	+3.7% ± 2.5%	/	/
Otoci Heard i McDonald	/	17 cm	/	/	/	/
Otok Macquaire	1.1 °C ± 0.4 °C	17 cm	+3.5% ± 11%	+4.4% ± 1.9%	/	/
Šire područje Modrih Planina	1.3 °C ± 0.6 °C	17 cm	0% ± 15%	+5.6% ± 4.4%	10	/
NP Prunululu	1.3 °C ± 0.6 °C	/	-3.5% ± 11%	+3.7% ± 2.5%	/	/

Izvor: Australian National University, 2009 prema CSIRO, 2006

Tab 6. Sažetak potencijalnih učinaka klimatskih promjena na lokalitete svjetske baštine Australije

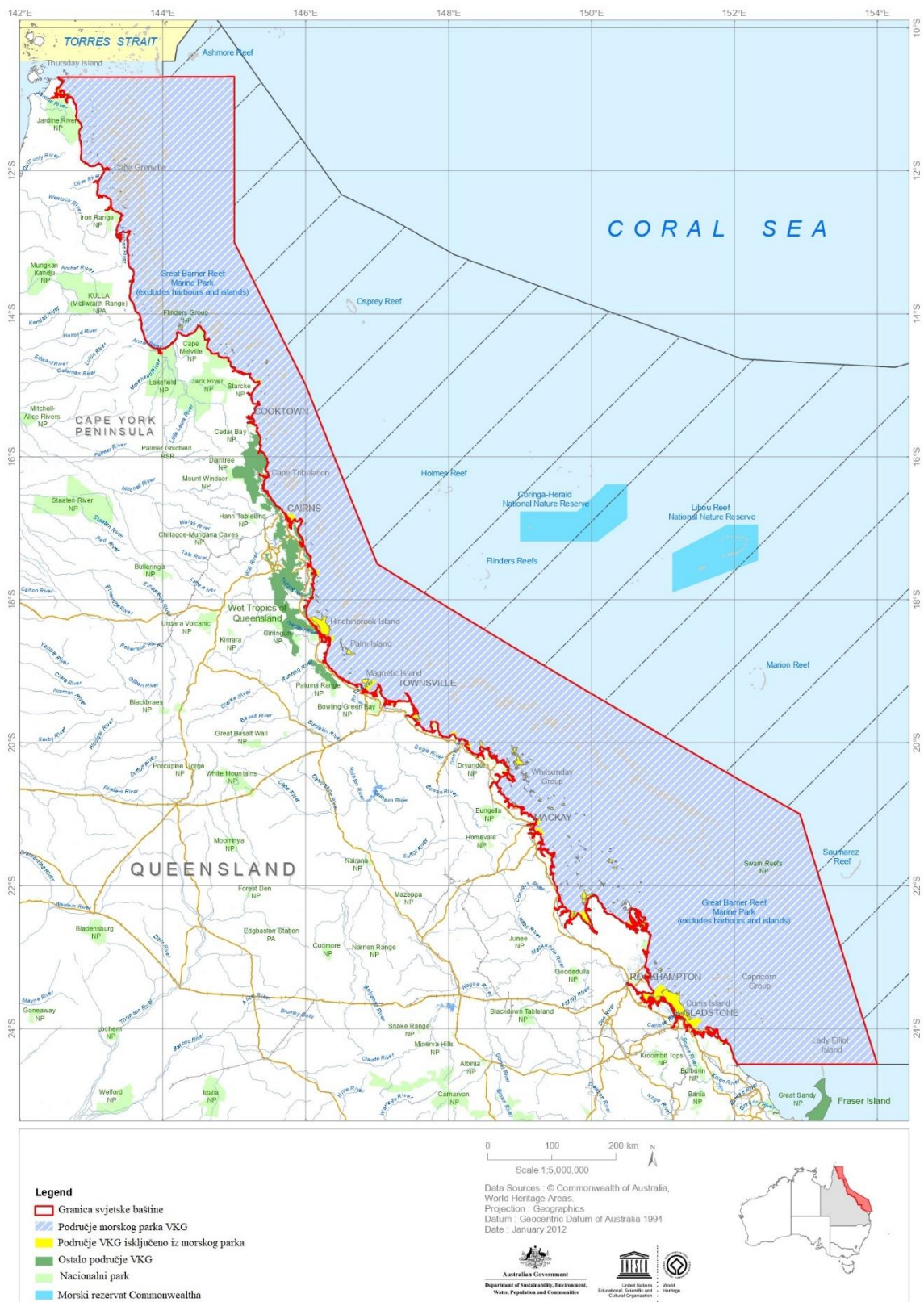
	NP Kakadu	Veliki koraljni greben	Otočna skupina Lord Howe	Jezeru Willandra	Tasmanijska divljina	Prašume Gondwane	NP Uluru-Kata Tjuta	Tropske šume Queenslanda	Shark bay	Otok Fraser	Riversleigh i Naracoorte	Otoci Heard i McDonald	Otok Macquarie	Velike modre planine	NP Purnululu
Porast razine mora	+	+	+		+			+	+	+		+	+		
Povećanje u režimima požara	+		+	+	+	+	+	+		+				+	+
Intenzivniji cikloni i oluje	+	+	+		+		+	+	+		+				+
Povećana koncentracija CO2	+	+	+			+		+	+	+				+	
Povećana evaporacija	+				+			+			+			+	
Povećana temperatura mora		+	+						+			+	+		
Acidifikacija oceana		+							+			+			
Poplave			+												
Invazija invazivnih vrsta			+	+											
Suša															+
Orografsko dizanje visine oblaka			+			+		+							

Izvor: prema Australian National University, 2009



## **7. ANALIZA UTJECAJA KLIMATSKIH PROMJENA NA VELIKI KORALJNI GREBEN**

Veliki koraljni greben mjesto je izuzetne raznolikosti i ljepote koji se nalazi na sjeveroistočnoj obali Australije. Sadrži najveći skup koraljnih grebena na svijetu, s 400 vrsta koralja, 1500 vrsta riba i 4000 vrsta mekušaca. Također predstavlja veliki interes znanstvenicima kao stanište vrsta kao što su dugonoga i velika zelena kornjača, kojima prijete izumiranje. Veliki koraljni greben pretrpio je ozbiljno izbjeljivanje koralja zbog porasta temperature oceana i prolaskom tropskih ciklona. Greben je bio posebno teško pogođen 2016. i 2017. morskim toplinskim valovima koji su potaknuli izbjeljivanje. Upravo zbog navedenih toplinskih valova, odnosno izbjeljivanja koralja i velike štete, cijelo zaštićeno područje je prema IUCN-ovom izvještaju o stanju lokaliteta Svjetske baštine iz 2020. (Ospinova i dr., 2020) označeno kao područje s pogoršanjem stanja. U ovom dijelu rada će biti analizirane klimatske promjene na prostoru Velikog koraljnog grebena te njihov utjecaj na obilježja lokaliteta, mogući klimatski scenariji u budućnosti te mjere za ublažavanje negativnih utjecaja.



Sl. 8. Područje zaštićenog prostora Velikog koraljnog grebena (izvor: [URL 8](#))

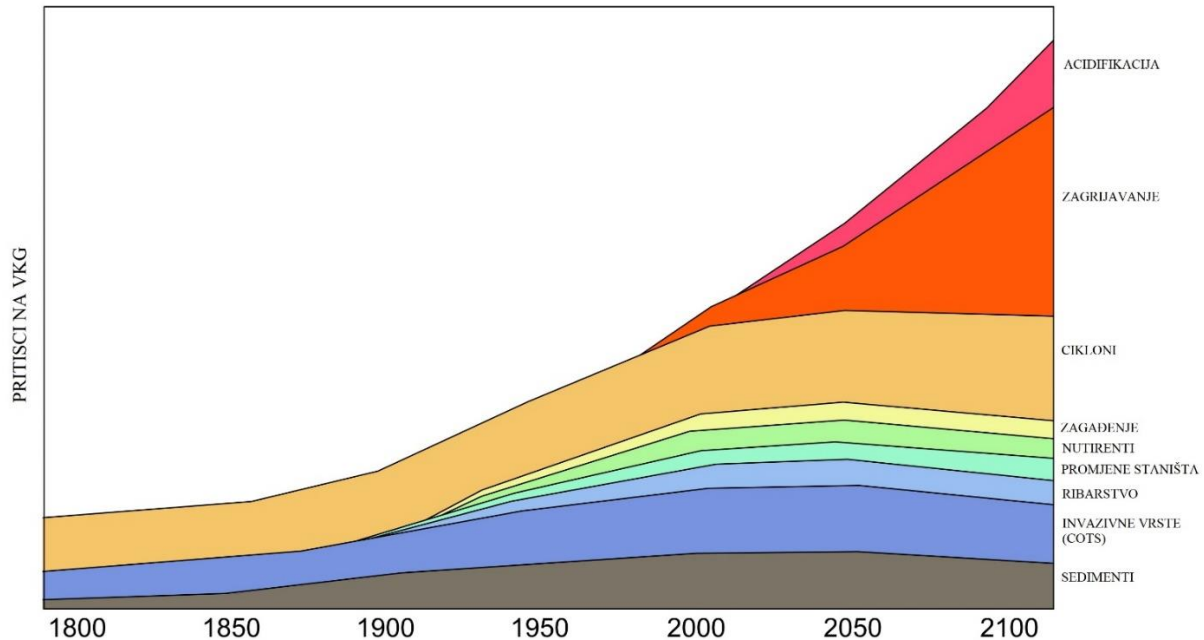
Tab 7. Kriteriji za uvrštavanje na popis svjetske baštine

Prirodne ljepote i prirodni fenomeni	vrhunski prirodni fenomeni ili područja iznimne prirodne ljepote i estetske važnosti
Glavne etape evolucijske povijesti Zemlje	sadrži izvanredne primjere koji predstavljaju glavne etape Zemljine povijesti, uključujući zapis o životu, značajne tekuće geološke procese o razvoju reljefnih oblika ili značajna geomorfološka obilježja
Ekološki i biološki procesi	biti izvanredni primjeri koji predstavljaju značajne tekuće ekološke i biološke procese o evoluciji i razvoju kopnenih, slatkovodnih, obalnih i morskih ekosustava i zajednica biljaka i životinja
Staništa za očuvanje biološke raznolikosti	sadrže najvažnija i najznačajnija prirodna staništa za in situ očuvanje biološke raznolikosti, uključujući ona koja sadrže ugrožene vrste od iznimne univerzalne vrijednosti sa stajališta znanosti ili zaštite
Cjelovitost	Cjelovitost dobra, dodatna je komponenta procjene vrijednosti baštine, a odnosi se na njegovu cjelovitost i neoštećenost

Izvor: GBRMPA 2019.

### 7.1. Utjecaj klimatskih promjena i ostalih učinaka na Veliki koraljni greben

Tijekom posljednjih 150 godina došlo je do sve brojnijih i intenzivnijih pritisaka na Greben. Oni se kreću od pritisaka na kopnu kao što su unos hranjivih tvari do globalnih pritisaka kao što su klimatske promjene i acidifikacija oceana. Sl. 9 prikazuje zastupljenost pojedinih pritisaka na Greben od početka 19. st. te projekciju do kraja 21. st. Ključni izazov je razumijevanje relativne snage pritisaka i načina na koji oni međusobno djeluju. S dobrim lokalnim upravljanjem u budućnosti se mogu smanjiti neki pritisci te se na taj način može djelomično kompenzirati povećanje globalnog pritiska. Međutim, potrebna je puno značajnija globalna akcija protiv klimatskih promjena ako se želi smanjiti učestali pritisak zbog zagrijavanja i zakiseljavanja oceana (Collier i dr., 2018).



Sl. 9. Zastupljenost pojedinih utjecaja na Greben od početka 19. st. te projekcija do kraja 21. st. (izvor: [URL 10](#))

Temperatura mora i druge fizičke i kemijske komponente (kao što su razina mora i pH oceana) nastaviti će se pogoršavati kako se učinci klimatskih promjena ubrzavaju. Ostali fizički procesi, poput izlaganja sedimentima i dotoka slatke vode, ostali su stabilni od 2014 (GBRMPA, 2019). Osim pH vrijednosti oceana, koji se pogoršao od 2014., kemijski procesi su relativno stabilni: salinitet oceana je nepromijenjen, a kruženje hranjivih tvari ostaje u lošem, ali stabilnom stanju. Iako su napravljena neka poboljšanja u praksi upravljanja zemljištem kako bi se smanjile hranjive tvari i sedimenti iz kopnenog otjecanja, postoje značajni vremenski odmaci između promjena u upravljanju i poboljšanja u morskim procesima. Ekološki procesi, uključujući mikrobne procese, hranjenje česticama, primarnu proizvodnju i konkurenciju i dalje su slabo shvaćeni. Gubitak nekih staništa koralja 2016. i 2017. utjecao je na neke ključne ekološke procese, posebice one povezane s koraljima, kao što su hranjenje česticama, primarna proizvodnja i izgradnja grebena. Pogoršanje stanja mnogih ekoloških procesa utjecalo je na cjelovitost izuzetne univerzalne vrijednosti Grebena. Obalni ekosustavi Grebena i dalje su u lošem stanju, međutim, trendovi većine komponenti su se stabilizirali. Kontinuirano mijenjanje obalnih ekosustava povećat će dotok sedimenta, smanjiti povezanost s grebenom i smanjiti

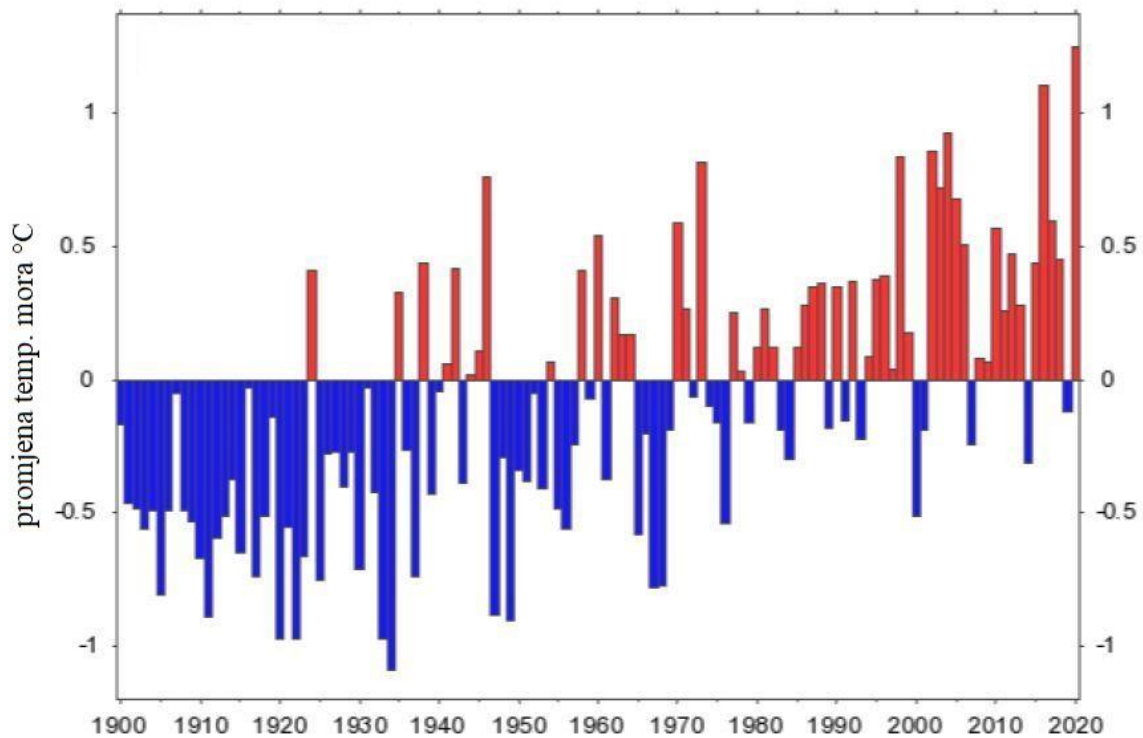
kapacitet staništa da podrže ekosustave i vrste u Grebenu. Područje Grebena je posebno osjetljivo na utjecaj klime koja se brzo mijenja. Primarna briga je utjecaj na vrste koje stvaraju staništa, kao što su koralji, morske trave i šume mangrova.

Koraljni grebeni i vrste ovisne o koraljima najosjetljiviji su na porast temperature mora, što je dokazano događajima masovnog izbjeljivanja 2016. i 2017. godine. Kumulativni učinci već su rezultirali smanjenjem riba i beskralježnjaka povezanih s koraljima. Prostranstva s morskom travom manje su osjetljive na porast temperature nego koraljni grebeni. Međutim, ekstremne temperature (više od 40 °C) mogu biti kobne za morske trave. Jaki tropski cikloni Ita (2014.) i Nathan (2015.) doveli su do odumiranja 400-600 hektara šuma mangrova u blizini rijeke Starcke, Cape York (GBRMPA, 2019). Ovi događaji naglašavaju osjetljivost ovih ekosustava na učinke klimatskih promjena. Gubitak morskih trava i mangrova potencijalno će osloboditi pohranjeni ugljik natrag u atmosferu, pridonoseći daljnjem porastu koncentracije ugljikovog dioksida u atmosferi (GBRMPA, 2019). Projekcije buduće distribucije morskih trava sugeriraju pomicanje prema polovima zbog povećanja temperature morske vode.

Organizmi koji kalcificiraju, uključujući koralje, bodljikaše i alge, najosjetljiviji su na acidifikaciju oceana. Čak i relativno mala smanjenja pH vrijednosti oceana smanjuju sposobnost koralja za izgradnju kostura, što zauzvrat smanjuje njihovu sposobnost stvaranja staništa. Budući da su stope acidifikacije oceana najveće na obalnim grebenima, koji čine otprilike 20 % ukupnog broja grebena u Velikom koraljnom grebenu, brzo opadanje broja obalnih grebena izaziva veliku zabrinutost. Kada su organizmi koji kalcificiraju oslabljeni, manje su sposobni oporaviti se od fizičkih oštećenja uzrokovanih tropskim ciklonima. Također se predviđa da će porast razine mora stvoriti značajan pritisak na koraljne grebene, šume mangrova i morske trave, kao i na slane močvare i otoke. Kako bi ova staništa opstala, rast mora ići ukorak s porastom razine mora, no malo je koraljnih grebena koji imaju kapacitet za to. Češće obalno plavljenje dovest će do hiper-salinizacije obalnih staništa i promjena u distribuciji vrsta. Većina morskih organizama su ektotermi i ne mogu regulirati svoju tjelesnu temperaturu pa samim time povećanje temperature utječe na njihovo stanje i opstanak. Povećana toplina smanjuje stope razmnožavanja i mijenja ponašanje rakova.

Neizravni učinci povećanja temperature također su zabrinjavajući za Greben. Također dolazi i do promjene u vremenskom rasporedu bioloških događaja na primjerima brojnih vrsta planktona, koštunjača i beskralješnjaka kao odgovor na porast temperature (GBRMPA, 2019). Kako Istočnoaustralska struja jača i donosi topliju vodu južnije, neke se tropske vrste šire prema jugu duž jugoistočne obale Australije. Južne vode postaju toplije, osobito tijekom zime, spomenute vrste mogu migrirati i uspostaviti nove populacije, što predstavlja širenje raspona i „tropikalizaciju“ umjerenih morskih ekosustava. Zbog navedenih procesa moglo bi doći do reorganizacije ekosustava, osobito ako raseljene vrste stvaraju staništa i izgube svoj dominantni položaj u ekosustavu. Ključna staništa regije, kao što su koraljni grebeni, livade morske trave i mangrove, imaju prirodnu otpornost na fizičke poremećaje, kao što su tropski cikloni, intenzivne kiše, slatkovodne poplave i toplinski valovi. Međutim, klimatske promjene pogoršavaju poremećaje u regiji, smanjujući mogućnost za oporavak i sposobnost otpornosti.

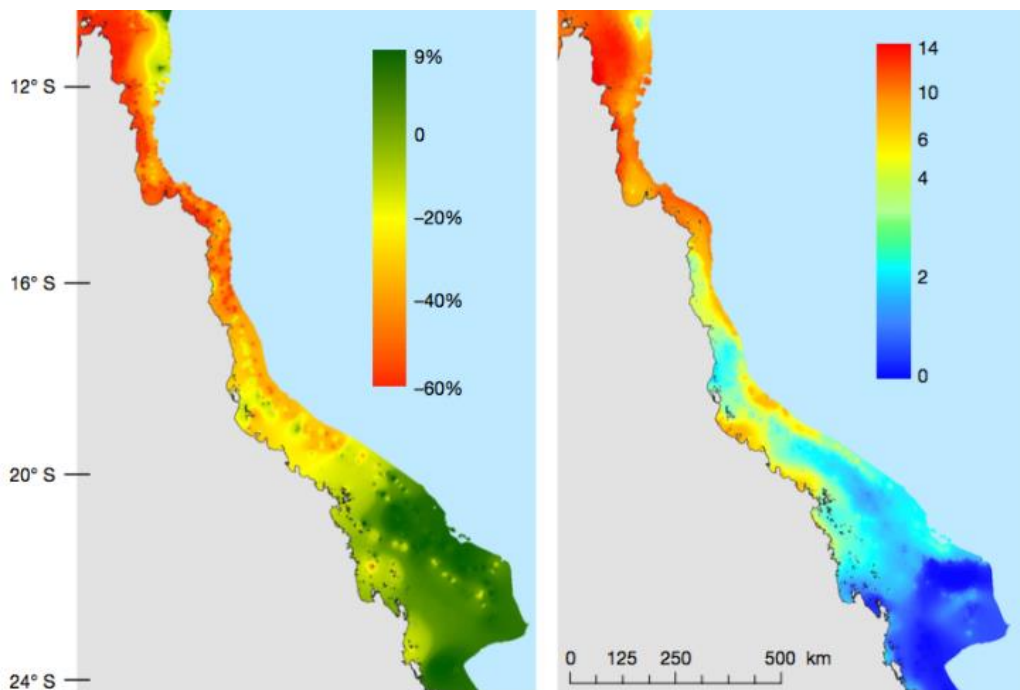
U posljednja četiri desetljeća, zagrijavanje uslijed klimatskih promjena rezultiralo je peterostrukim povećanjem površine izbjeljelog koralja (GBRMPA, 2019). Povećanje globalne temperature prouzročit će daljnje pogoršanje zdravlja grebena i imat će ozbiljne implikacije na zajednice koje ovise o zdravom grebenu (Hughes i dr., 2018). Ako se trenutna stopa emisije stakleničkih plinova nastavi, globalna prosječna temperatura nastavit će brzo rasti, što će imati daljnje negativne učinke na greben. U izvješću Međuvladinog panela o klimatskim promjenama navodi se da će se koraljni grebeni diljem svijeta smanjiti za daljnjih 70-90 % pri porastu temperature od 1,5 °C, s još većim gubicima pri porastu od 2,0 °C (Hoegh-Guldberg i dr., 2007). Zdravi greben prirodno je otporan na poremećaje, međutim brzo povećanje temperature mora predstavljati značajne izazove u prilagodbi koraljnih grebena klimi koja se mijenja. Sl. 10 prikazuje sve veće promjene temperature mora u odnosu na prijašnje godine (anomalija temperature mora) što dovodi do izbjeljivanja koralja. Češće i intenzivnije izbjeljivanje, koraljnim grebenima omogućuje manje vremena za oporavak i prilagodbu te smanjuje njihovu sposobnost da izdrže druge utjecaje poput bolesti. Gubitak koralja dovodi do smanjenja broja riba i povezanih vrsta koje oni podržavaju i ima velike implikacije na cijeli ekosustav grebena. Ti će utjecaji vjerojatno imati dalekosežne posljedice za Veliki koraljni greben i njegovu izuzetnu univerzalnu vrijednost kao područja svjetske baštine (Bellwood i dr., 2004).



Sl. 10. Anomalija temperature površine mora na području Velikog koraljnog grebena (izvor: [URL 10](#))

Na sl. 11 prikazana je promjena (nestajanje) koraljnog pokrova, a na desnoj izloženost toplini. Na lijevoj strani crvena boja prikazuje gubitak grebena u postocima. S desne strane, crvena boja označava visoku izloženost toplini, a plava nisku temperaturnu izloženost. Sukladno tome, može se zaključiti kako smrtnost koralja odgovara izloženosti topline, odnosno toplinskog vala. Smrtnost koralja nastaje kao posljedica pojačanog toplinskog učinka. Najjužniji dijelovi grebena imaju vrlo mali gubitak koralja jer nisu bili izloženi visokim temperaturama. Dijelovi grebena koji su pod utjecajem povećanja temperature mora od 4 °C bilježe smanjenje pokrova za oko 40 %, a dvostruko veća promjena temperature mora (8 °C) dovela je do smanjenja od 80 %. Sličan scenarij se nastavio i u narednim godinama, s vrhuncem u 2020. godini. Osim porasta temperature, značajan pritisak na Greben je također niska kvaliteta vode, koja smanjuje stope rasta koralja smanjujući brzinu kojom se grebeni mogu oporaviti od poremećaja. Iako ti pritisci

ne rezultiraju dramatičnim gubitkom koralja, oni smanjuju stopu rasta koralja što dovodi do sporijeg oporavka od poremećaja.

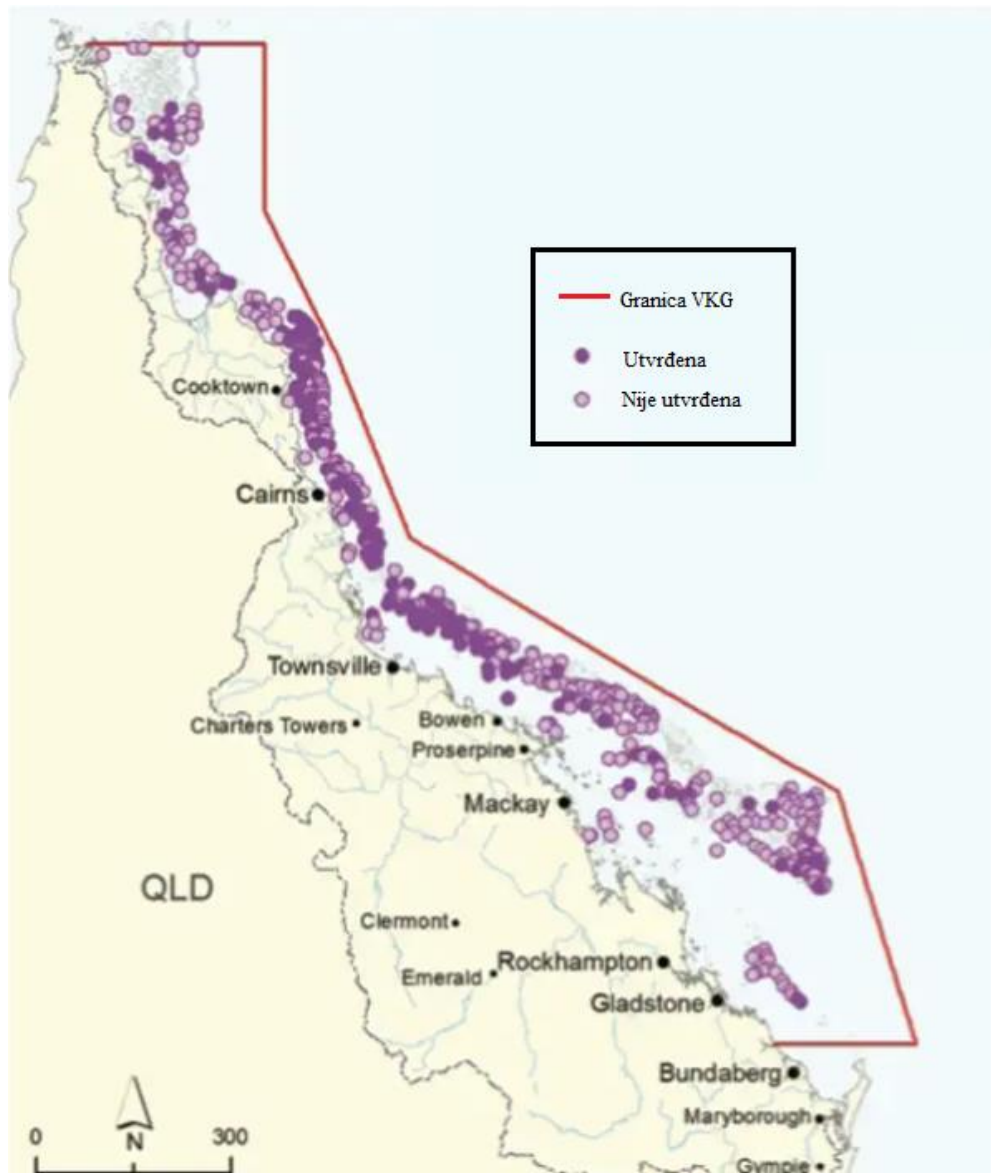


Sl. 11. Odnos promjene koraljnog pokrova nakon toplinskog vala 2016. godine u % (lijevo) i promjene u temperaturi mora u °C (desno) (izvor: Hudes i dr., 2018)

Bitna stavka glede pritiska svakako je morska zvijezda „Trnova kruna“ (CoTS – Crown of Thorns Starfish). Trnove krune invazivne su vrste za koralje, koje stvaraju sve veći pritisak i problem za Greben. Pri prirodnoj gustoći (manje od jedne morske zvijezde po hektaru) morske zvijezde ne predstavljaju prijetnju koraljnim grebenima jer stope rasta koralja premašuju stope grabežljivosti. Međutim, kada gustoća morskih zvijezda dosegne točku u kojoj potrošnja koraljnog tkiva premašuje rast koralja (otprilike 15 morskih zvijezda po hektaru), uspostavlja se epidemija. Od ranih 1960-ih Greben je doživio četiri razorna izbijanja. Ova učestalost je neodrživa, posebno s obzirom na druge kumulativne i široke pritiske koji utječu na regiju. Epidemija se širi Grebenom prvenstveno kada se odrasle jedinice mrijeste (u toplijim mjesecima od prosinca do veljače) i njihove ličinke se prenose strujama na druge grebene, udaljene nekoliko desetaka do stotina kilometara. Nakon što se ličinke nasele na grebenu, u početku se hrane



korajlnim algama prije nego pređu na prehranu korajlnim tkivom. Na sl. 12 je prikazano područje zahvaćeno Trnovom krunom.



Sl. 12. Područje zahvaćeno „Trnovom krunom“ (izvor: [URL 11](#))

Važan pritisak na ekosustav Velikog korajlnog grebena predstavljaju cikloni. Cikloni prolaze kroz veći dio svjetskih tropskih regija i značajni su pokretači promjena ekosustava. Tijekom El Niña obično ima manje tropskih ciklona od prosjeka, dok ih se više događa tijekom La Niña. Razorni valovi koje stvaraju cikloni mogu uzrokovati veliku štetu, na primjer, mogu uništiti koralje i oštetiti strukturu grebena, uništiti šume mangrova i uzrokovati izraženiju eroziju na otocima. Oštećenja ekosustava od ciklona obično su nejednaka i vrlo promjenjiva na lokalnim

razinama. Vjerojatnost destruktivnih valova na određenoj lokaciji ovisi o intenzitetu, veličini i brzini ciklona. Slabiji cikloni dovoljnog dohvata koji se sporo kreću mogu stvoriti valove koji su jednako razorni kao oni iz najjačeg ciklona. Prostorna i vremenska distribucija tropskih ciklona važni su atributi u procjeni ranjivosti staništa i vrsta. Dugoročno praćenje pokazuje da su, prije masovnog izbjeljivanja 2016., cikloni uzrokovali najveći ukupni gubitak koralja u regiji. Od 2014., šest tropskih ciklona zahvatilo je obalu regije, od kojih je pet bilo kategorizirano kao „jako“ ili više, što je utjecalo na 68 posto područja grebena u regiji. Prošli cikloni uzrokovali su znatno smanjenje tvrdog koraljnog pokrivača i brojnosti koralja (GBRMPA, 2019).

## **7.2. Mogući klimatski scenariji u budućnosti Velikog koraljnog grebena**

Budućnost Grebena nije optimistična. Ako se nastavi trend porasta globalne prosječne temperature od 1,5 °C, 70 % grebena je izloženo dugoročnoj degradaciji do 2100. godine. U slučaju porasta globalne prosječne temperature do 2 °C, 99 % grebena će biti u opasnosti i vjerojatno nestati (GBRMPA, 2019). Prema scenariju u kojem je porast temperature ograničen na 2 °C, Greben može nestati do 2070. godine. Sukladno tome, u cilju prema Pariškom sporazumu je da porast globalne prosječne temperature ne prijeđe 1,5 °C u odnosu na preindustrijske temperature. Da bi se to postiglo, globalne emisije stakleničkih plinova moraju biti smanjenje na nulu najkasnije do 2050. godine (Kleypas i dr., 2001). Za Australiju, a i ostatak svijeta, to znači brzu zamjenu zastarjelih i neučinkovitih elektrana na ugljen i plin obnovljivom energijom i skladištenjem. Prema trenutačnoj politici za rješavanje klimatskih promjena, taj cilj se neće ostvariti, odnosno neće doći do ograničavanja porasta globalne temperature na 1,5 °C. Budući da vrijeme brzo prolazi, što prije se moraju poduzeti ozbiljnije mjere s ciljem očuvanja Grebena (Pandolfi i dr., 2011).

Sljedeći scenariji klimatskih promjena za sjeveroistočni Queensland, u odnosu na 1990. (CSIRO i BOM, 2007), temelje se na scenariju 'visokih' emisija stakleničkih plinova. Međutim, greben se proteže preko 2600 km od sjevera prema jugu, a južne projekcije mogu biti sličnije onima u sjevernim dijelovima prašuma Gondwane:

- srednja godišnja temperatura zraka će porasti za 1,3 °C ± 0,6 °C do 2030. godine

- srednja godišnja količina padalina vjerojatno će pasti za 3,5 % ± 11 % do 2030. godine
- smanjenje godišnjeg otjecanja u rijeke, kao rezultat veće evaporacije
- intenzitet oluja i ciklona vjerojatno će se povećati
- razina mora će porasti za 17 cm do 2030. godine
- očekuje se da će morska voda postati toplija (očekuje se porast temperature za 0,7 °C do 0,8 °C do 2030. (Johnson i Marshall, 2007)) i kiseliya; pH će vjerojatno pasti (za 0,2 jedinice do 2070. (Hobday i dr., 2006)).
- očekuje se povećanje intenziteta i učestalosti suša (Australian National University, 2009)

### **7.3. Mjere za smanjivanje utjecaja klimatskih promjena na Veliki koraljni greben**

Glavna opasnost za Greben su masovna izbjeljivanja, kojih je od 1998. godine bilo pet, a njihova razornost je bila u tolikoj mjeri da nije dopustila grebenu da se prirodno oporavi. Prvi strateški plan za Greben objavljen je 1994. (GBRMPA, 1994) kao „25-godišnji strateški plan“, čiji je cilj bio održati vrijednosti svjetske baštine uz istovremeno dopuštanje razumne upotrebe resursa područja, s minimalnim djelovanjem na kvalitetu vode. U novije vrijeme, postoje brojne inicijative za spas Grebena, a jedan od njih je Projekt Ryana Donnellya. Ryan Donnelly je izvršni direktor Zaklade za obnovu grebena (RRF), koja ima rasadnike koralja postavljene na otoku Fitzroy i grebenu Hastings, 55 kilometara sjeveroistočno od Cairnsa. Komadići slomljenog koralja spašavaju se i obnavljaju u "rasadnicima" kako bi se mogli presaditi natrag na Veliki koraljni greben. Nekoliko organizacija skuplja slomljene ili gotovo mrtve koralje i obnavlja ih u rasadnicima koralja u nadi da će spasiti Veliki koraljni greben komad po komad. Programom se „posadilo“ više od 76 000 komada koralja na Velikom koraljnom grebenu od 2018. do 2022. godine. Prvenstveno se koriste koralji koji su se prirodno odlomili i inače ne bi preživjeli. Dijelovi se zatim pričvršćuju na rasadnike koralja, koji su plutajući aluminijski okviri. Kad koralji postanu dovoljno veliki, skidaju se mali isječci s koralja, koji se potom sade natrag na greben.

Prema izvješću IUCN-a o stanju grebena iz 2020. (Ospinova, 2020) godine je stanje iz „lošeg“ proglašeno „vrlo lošim“ (zbog masovnih izbjeljivanja). Sukladno tome, UNESCO je htio Greben proglasiti ugroženim, ali se australska vlada tome oštro suprotstavila, tvrdeći kako se u zaštitu i

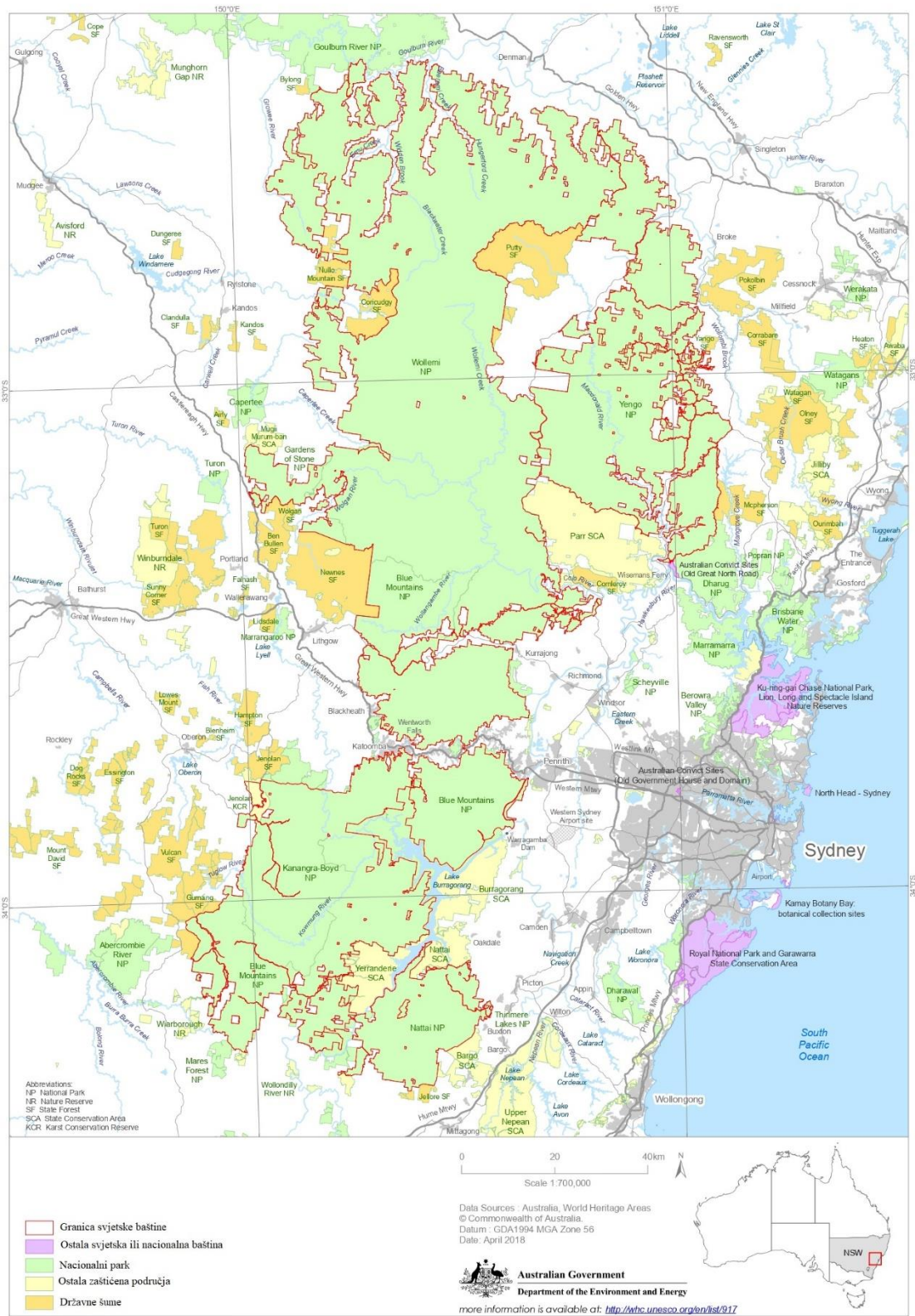
očuvanje grebena ulaže 3 milijarde USD. Odgovor vlade Australije i Queenslanda, je bila izrada plana „Reef 2050.“ Riječ je o dugoročnoj strategiji zaštite i obnove grebena s naglaskom da se Greben održava kao prirodno i kulturno dobro svijeta. Ažurirani plan nastoji osnažiti zajednice da poduzmu snažnije mjere za zaštitu Grebena. Plan Reef 2050 temelji se na znanstvenim istraživanjima, analizama i lekcijama naučenim tijekom četiri desetljeća upravljanja. To je fleksibilan okvir koji se revidira svakih pet godina. To osigurava da plan ostane aktualan i da se bavi problemima u nastajanju opremljen najnovijim znanjem i tehnologijama. Plan Reef 2050 ima pet prioriternih područja djelovanja (Australian Government, 2021):

- ograničiti utjecaje klimatskih promjena doprinoseći globalnim naporima za smanjenje emisija i podupirući Greben i zajednice da se prilagode
- poboljšati kvalitetu vode radeći s vlasnicima zemljišta, industrijama i zajednicama kako bi se ubrzale akcije za smanjenje aktivnosti na kopnu
- smanjiti utjecaje aktivnosti koje se temelje na vodi, jačanjem partnerstva i pružanjem snažnog upravljanja morskim parkovima
- utjecati na smanjenje morskog otpada koji ulazi u greben
- zaštititi i obnoviti staništa grebena

## **8. UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA VELIKE MODRE PLANINE**

Zaštićeno područje Velike modre planine (Greater Blue Mountains Area) nalaze se u saveznoj državi New South Wales (NSW), dio su Modrih planina te obuhvaćaju ukupno 8 zaštićenih područja - 7 nacionalnih parkova i 1 park prirode koji se prostiru na otprilike 1 032 649 ha (UNESCO). Cijelo područje je zaštićeno i upravljano prema zakonodavstvu Commonwealtha Australije i države New South Wales. Suhe sklerofilne šume Eukaliptusa pokrivaju 85% područja Modrih planina i dio su iznimne bioraznolikosti, ključnog atributa popisa svjetske baštine. Ove šume su zapaljiv medij koja prenosi vatru krajolikom. Otpalo lišće eukaliptusa stvara gustu podlogu zapaljivog materijala, a kod nekih se vrsta kora drveća ljušti osiguravajući dodatno gorivo. Kao visoko prilagođene požaru, pirofitne biljke, eukalipti su općenito otporni na pojedinačne požare bez obzira na intenzitet. Ono što je ekološki kritično je

interval između požara, intenzitet uzastopnih požara i klimatski uvjeti nakon požara koji pomažu ili ometaju regeneraciju. Svoje ime duguju šumi eukaliptusa koja pokriva cijelo područje. Zbog porasta temperature, eterična ulja plavog eukaliptusa (*Eucalyptus saligna*) isparavaju i raspršuju se u zraku tako da ne dopuštaju prodor vidljive svjetlosti, osim plavog spektra koji je najprodorniji iz razloga što ima najnižu frekvenciju. Velike Modre planine jedinstveni su primjer evolucijske prilagodbe šume eukaliptusa nakon što se Australijski kontinent odvojio od Gornog. Iz tog razloga su upisane u UNESCO-ov popis mjesta svjetske baštine u Australiji i Oceaniji 2000. godine. Kao i Veliki koraljni greben, ovo zaštićeno područje Australije zaslužuje posebnu analizu zbog pogoršanja stanja lokaliteta od zadnjeg izvještaja (Ospinova, 2020) o stanju lokaliteta Svjetske baštine. Otprilike 71% područja bilo je zahvaćeno požarima koji su gorjeli vrlo različitim intenzitetom više od 3 mjeseca od kraja listopada 2019. do početka veljače 2020. Mnoge vrste koje su dio izvanredne univerzalne vrijednosti područja bile su pogođene požarima. Prije požara 2019./20., većina prirodnih biljnih zajednica i staništa na lokaciji ostala je gotovo netaknuta, a oporavak od utjecaja požara potrebno je pomno pratiti. Dok je upravljanje samom lokacijom i zaštićenim područjima do 2020. bilo učinkovito, razorni požari u Velikim modrim planinama 2019./20. postavili su nove izazove za lokaciju svjetske baštine. Bolje planiranje i prilagodljivo upravljanje bit će važni za rješavanje prijetnji, posebno klimatskih promjena i njihovih daljnjih učinaka, uključujući sušu i sve češće i intenzivnije nekontrolirane požare. Intervjuiranjem izvršne djelatnice službe za nacionalne parkove i divljine New South Walesa (Aboriginal Partnerships, Planning and Heritage Branch NSW National Parks & Wildlife Service) Jacqueline Reid dobivene su korisne informacije o stanju, mjerama te projektima Velikih modrih planina. U različitim razdobljima godine na požare prvenstveno utječu umjereno suhe, hladne do vruće zapadne struje zraka i tople-vlažne istočne subtropske struje zraka. Gotovo sve su vrste eukaliptusa kao biljke, po svojem svojstvu pirofilne biljke te su iz tog razloga otporni na požare bez obzira na intenzitet samog požara. Usprkos tome, prema provedenim studijama zbog klimatskih promjena i rastuće globalne temperature, porast temperature od 1 do 2 °C mogao bi biti koban za oko 53% vrste eukaliptusa koji su rasprostranjeni na ovom geografskom području (Australian National University, 2009).



Sl. 13. Velike modre planine (izvor: [URL 13](#))

## 8.1. Utjecaj klimatskih promjena i ostalih pritisaka na Velike modre planine

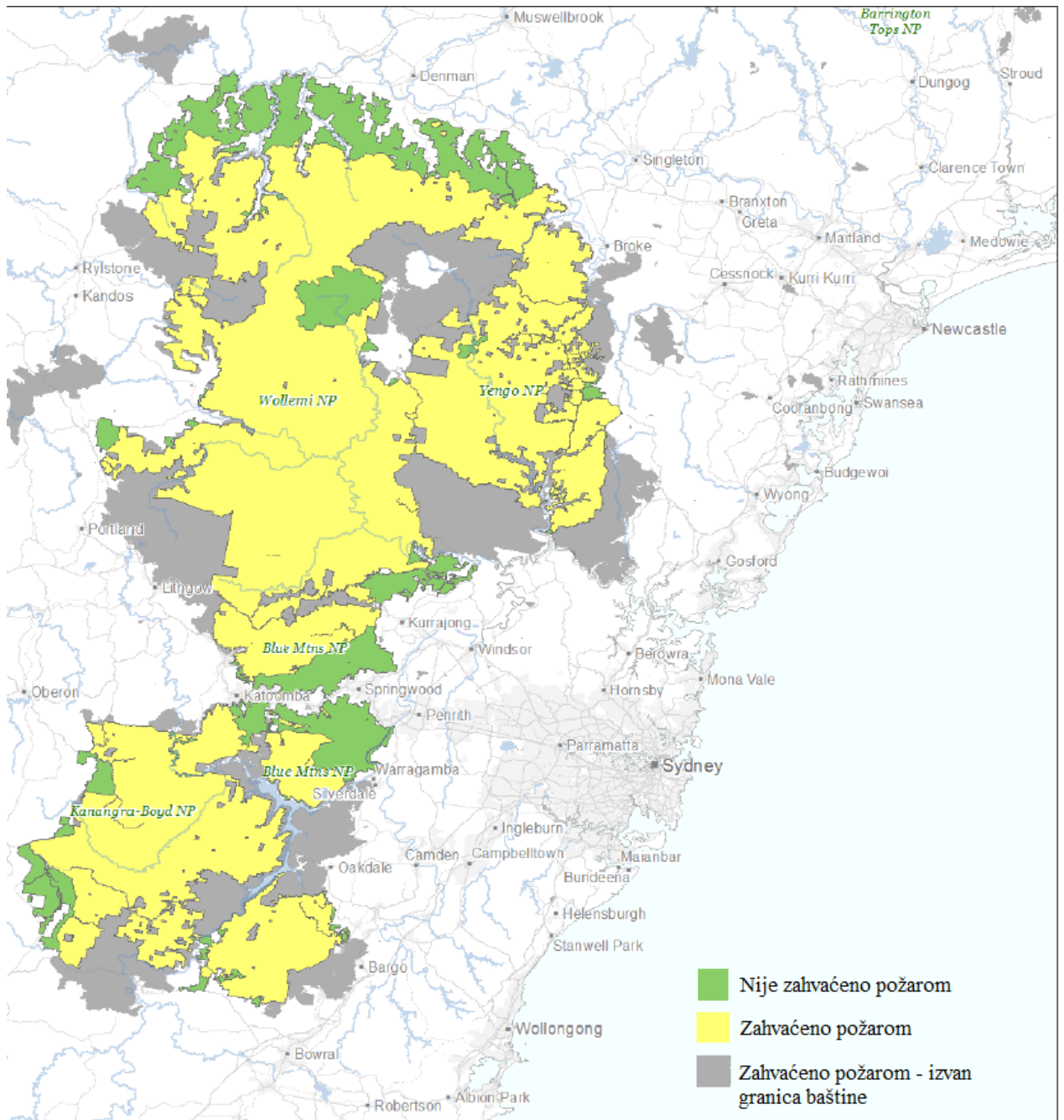
Očekuje se da će zbog klimatskih promjena biti više temperature i češće suše u sljedećih nekoliko desetljeća, povećavajući zapaljivost organskih tvari koje gore i mogu širiti požare. Osim toga, topliji i sušniji uvjeti pridonose širenju insekata koji mogu ugroziti zdravlje drveća i stvoriti dodatno gorivo za šume. Ne samo da će se povećati, već će i sezona požara biti duža. Jedan od razloga za to je porast temperature, čime se također ubrzava isparavanje vlage iz tla. Tlo postaje sušnije i zapaljivije, a samim time se mijenja vegetacijski pokrov. Različite biljne vrste imaju različit prirodni odgovor na požar. Australaska vlada radi s timom iskusnih stručnjaka na procjeni utjecaja požara na biljne vrste i identificiraju one koje su najveći prioritet za hitnu intervenciju kako vrste ne bi u potpunosti nestale. U australskoj flori postoje brojne vrste biljaka kojima je vatra potrebna za regeneraciju, dok s druge strane, postoje biljke koje vatra uništava u cijelosti. Međutim, čak i one vrste koje su se svojom evolucijom najviše prilagodile vatri, osjetljive su na povećanje učestalosti i intenzitet požara. Tim stručnjaka najprije će prikupiti informacije o statusu vrste prije požara, zatim stupanj štete koja je vrsta pretrpjela nakon požara kako bi mogli utvrditi koje je mjere potrebno poduzeti kako bi mogli pružiti podršku za oporavak svake pojedine vrste (Smith, 2021). Na pitanje o stanju zaštićenog područja, izvršna djelatnica nacionalnih parkova NSW, rekla je da je stanje zaštićenog područja „OK, s obzirom da požari nisu strana pojava na tom prostoru, iako je ogroman prostor izgorio. Bitna stavka su stabla eukaliptusa koja su na neki način otporna na požare i lako se regeneriraju. Veća briga postoji u okviru životinja koje žive na tom prostoru.“

Osim klimatskih promjena koje su povećale rizik od šumskih požara, općenit ljudski razvoj i utjecaj također igra ulogu u povećanju rizika od požara. Područja u kojima se naseljena područja isprepliću s divljinom izuzetno povećava rizik od požara zbog ljudskog faktora koji je značajan u nastanku požara. Taj problem može se ublažiti kontrolom broja ljudi koji žive u tim prostorima kao i korištenjem građevinskih materijala koji su otporni na vatru. Politike zoniranja i građevinskih propisa također mogu rasporediti građevine tako da stvore prepreke za širenje požara (Huber, 2018).

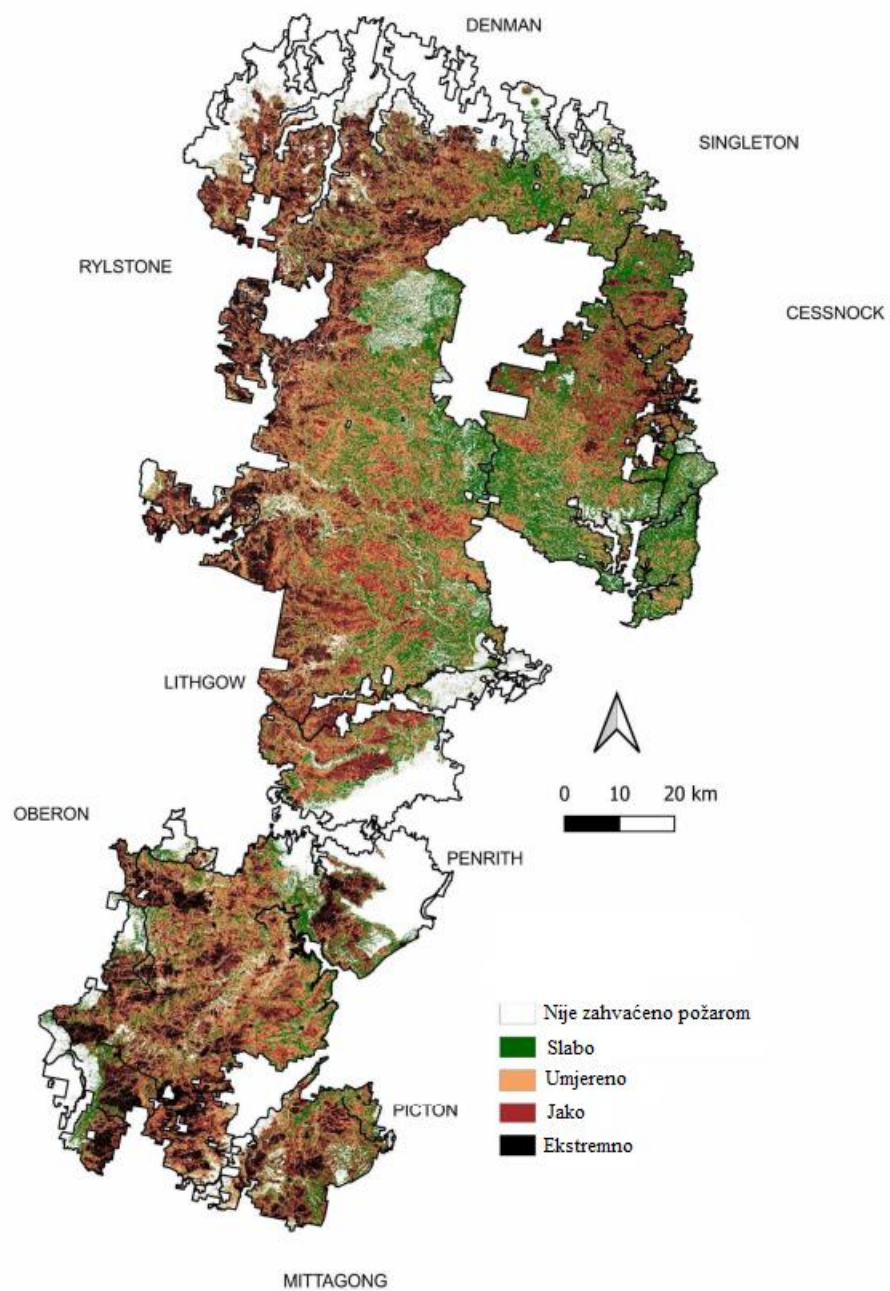
## 8.2. Požari na Velikim modrim planinama

Požari imaju veliki utjecaj na ekosustave Velikih modrih planina. Povećanje čestih požara dovodi do uništavanja šuma i staništa za mnoge vrste biljaka i životinja. Promjene u klimi, poput smanjenja količine padalina i povećanja temperature, povećavaju rizik od požara i doprinose njihovoj češćoj pojavi. Smanjenje količine vode u podzemnim vodama i izvorima također negativno utječe na ekosustave u planinama. Požari također dovode do smanjenja turizma, što ima negativan utjecaj na lokalno gospodarstvo (Hammill i Tasker, 2010). Svako mjesto ima svoj požarni režim koji je definiran s učestalošću požara i prosječnom godišnjom izgorenom površinom, ali isto tako požarni režim može se opisati izvedenim veličinama koje su rezultat međudjelovanja vlažnosti/suhoće prirodnog gorivog materijala i vremenskih prilika određenog kraja (Bakšić i dr., 2015). Evidencija požara u ovom području datira još od 1957. godine. Prema službenim podacima federalne države New South Wales, od tada je ukupno zabilježeno 385 požara na ovom području. Na godišnjoj razini cijelo zaštićeno područje je pogođeno s oko 17 velikih požara koji imaju katastrofalne posljedice za ekologiju (State of Conservation Report, 2020). Posljednji veliki požar, onaj iz 2019. nastao je nakon dugog razdoblja suše, kada kiša nije padala mjesecima, a izbio je kao posljedica udara groma 26. listopada 2019. godine i trajao je sve do početka veljače 2020. godine. U tom periodu, ukupno je izgorjelo 853 977 hektara od ukupno 1 043 826 hektara ovog područja, odnosno ogromnih 82 % ukupne površine zaštićenog područja (sl. 14), a od toga je 11.8 % zaštićenog prostora potpuno izgorjelo (sl. 15, tab. 8). Sredinom veljače 2020. godine požari su se smirili zato jer je obilna kiša koja je pala u tom području izazvala iznenadne poplave (State of Conservation Report, 2020). Intenzitet požara unutar opožarenih područja razlikovao se od mjesta do mjesta. Na nekim je područjima vatra bila slabijeg intenziteta pa su iz tog razloga postala utočište za brojne životinjske vrste.





Sl. 14. Područja Velikih modrih planina zahvaćena požarom (izvor: State of Conservation Report, 2020)



Sl. 15. Intenzitet požara zaštićenog područja Velikih modrih planina 2019./2020. (izvor: Smith, 2021)

Tab. 8. Neka obilježja i posljedice požara u Velikim modrim planinama 2019./2020.

<b>Razred opožarenog područja</b>	<b>Izgorjela površina u hektarima</b>	<b>Udio izgorjele površine</b>	<b>Promjene</b>
Još nije procijenjeno	1 735 ha	0,2 %	Ne postoje precizni podaci
Mala promjena	60 194 ha	5,8 %	Uočena mala promjena prije i poslije požara
Zelene površine koje je vatra slabo zahvatila	298 674 ha	28,9 %	Zelene površine unutar požarišta koje mogu djelovati kao utočište za faunu, mogu biti lagano pogođene vatrom
Djelomično izgorjele površine	364 496 ha	35,3 %	Zelene površine koje su samo djelomično izgorjele
Potpuno izgorjele površine	121 945 ha	11,8 %	Zelene površine koje su potpuno izgorjele
<b>UKUPNO</b>	<b>847 044 ha</b>	<b>82 %</b>	

Izvor: State of Conservation Report 2020

### 8.3. Scenariji utjecaja klimatskih promjena na Velike modre planine

Teško je sa sigurnošću utvrditi kakve će posljedice klimatske promjene imati na ovo zaštićeno područje, no smatra se da će do 2030. godine srednja temperatura porasti od 0,6 do 1,3 °C što će ugroziti određene biljne i životinjske vrste (IPCC, 2021). Srednja godišnja količina padalina neće se previše mijenjati, ali će se mijenjati sezonski karakter tih padalina. Smanjit će se količina padalina zimi i u proljeće, dok će se blago povećati na ljeto i jesen. Brojne suše povećat će broj dana u kojima prijeti ekstremna opasnost od požara. Ove klimatske promjene i promijenjeni režimi požara ugroziti će uvjete za očuvanje bioraznolikosti ovog područja. Globalno zagrijavanje ima širok spektar negativnih utjecaja na Velike modre planine u Australiji, a potrebno je poduzeti mjere za smanjenje emisije stakleničkih plinova i prilagodbu na klimatske promjene kako bi se zaštitila ta važna područja.

Sljedeći scenariji klimatskih promjena za Novi Južni Wales, u odnosu na 1990., temelje se na scenariju 'visokih' emisija stakleničkih plinova:

- Srednja godišnja temperatura porasti za  $1,3\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  do 2030. godine, uz povećanje broja vrućih dana
- iako se smatra da je mala vjerojatnost da će se srednja godišnja količina padalina promijeniti, očekuje se da će se sezonski karakter promijeniti s izraženijim smanjenjem oborina zimi i u proljeće, te blagim povećanjem oborina ljeti i u jesen
- povećanje isparavanja ( $5,6\% \pm 4,4\%$ ) vjerojatno će smanjiti otjecanje u potoke i rijeke
- ekstremni vremenski događaji vjerojatno će rezultirati intenzivnijim bujičnim poplavama
- suše i broj dana ekstremne opasnosti od požara (predviđeno da će se povećati za 10 dana godišnje), vjerojatno će se povećati učestalost, povećavajući rizik od ozbiljnih požara (Hennessy i dr., 2006; Australian National University, 2009)

#### **8.4. Mjere australske vlade za očuvanje zaštićenih područja i zaštitu od požara**

Zbog povećanog broja požara koji su proteklih godina pogodile australski kontinent federalna vlada Australije je pripremila paket mjera kako bi se oni suzbili u što većem broju. Iz tog razloga australska vlada je 13. siječnja 2020. napravila nacionalni fond u iznosu od 50 milijuna USD kojim će se financirati zaštita divljih životinja i oporavak staništa. Prvi dio fonda od 25 milijuna dolara iskoristit će se za hitne intervencije spašavanja preživjelih životinja i biljaka, dok će se drugi dio fonda od preostalih 25 milijuna dolara iskoristiti kao potpora za spašavanje divljih životinja, zoološke vrtove i sufinanciranje skupina za zaštitu prirode koje su aktivne na terenima (DCCEEW, n.d.).

Neke od mjera koje su predviđene ovim planom :

- Do 7,5 milijuna dolara za skupine koje se bave terenskim radom spašavanja, zaštite i skrbi divljih životinja,
- 7 milijuna dolara za nacionalne timove koji se bave upravljanjem područja koja su pogođena šumskim požarima i zahtijevaju hitnu intervenciju
- 1 milijun dolara za očuvanje divljih životinja u zoološkim vrtovima
- 2,5 milijuna dolara za mobilizaciju volontera

Vlada Australije poduzima različite mjere kako bi smanjila rizik od požara u području Velikih modrih planina. Neki od glavnih ciljeva ovih mjera su smanjiti rizik od požara, smanjiti štetu od požara i poboljšati oporavak nakon požara. Jedna od glavnih mjera je upravljanje požarima, uključujući preventivno čišćenje, planiranje požara i upravljanje vatrogasnim snagama. To uključuje preventivno čišćenje od vegetacije i drugih potencijalnih izvora požara, kao i proaktivno planiranje požara kako bi se smanjio rizik od širenja požara. Vlada također pruža podršku lokalnim vatrogasnim snagama za upravljanje požarima te podržava istraživanje kako bi se bolje razumjele posljedice požara na ekosustave i kako bi se poboljšao oporavak nakon požara. To uključuje istraživanje mehanizama ključnih atributa bioraznolikosti i odgovora ugroženih vrsta na požar.

Druga mjera je održavanje i poboljšanje zaštitnih mjera za zaštitu bioraznolikosti od požara koji mogu povećati rizik od požara i pogoršati posljedice požara na bioraznolikosti (Australian National University, 2009).

Australska vlada ima različite mjere za sprječavanje požara, uključujući:

1. Praćenje i prognoziranje vremenskih uvjeta koji mogu pogodovati požarima, kao što su visoka temperatura, suša i jak vjetar.
2. Razvoj i održavanje planova za upravljanje požarima i evakuacije stanovništva u područjima koja su podložna požarima.
3. Provođenje preventivnih mjera, kao što su iskorjenjivanje potencijalnih izvora požara i održavanje šuma u redu.
4. Obuka za upravljanje požarima i spasilačke operacije za profesionalne vatrogasce i dobrovoljne članove.
5. Povećanje svijesti stanovništva o rizicima od požara i načinima zaštite.
6. Investiranje u naprednu tehnologiju kao što su dronovi, satelitske kamere, i alati za prognozu i praćenje požara.
7. Povećanje budžeta za vatrogasne službe i druge službe za spašavanje.

No unatoč spomenutim mjerama zaštite i adaptacije prostora, intervjuiranjem izvršne djelatnice nacionalnih parkova NSW istaknuto je da snaga mjera zaštite uvelike ovisi o ideološkoj pripadnosti aktualne vlade Australije. Konzervativna vlast ne potiče dovoljno zaštitu okoliša već

je usmjerenija gospodarstvu, dok s druge strane „zelenije“ stranke više pažnje posvećuju mjerama i isto tako ih i provode i financiraju. Važna stavka su također projekti koji su pokrenuti s ciljem zaštite životinja te kontroliranja požara, Saving our species program i Fire stick farming.

Saving our species je jedan od najvećih projekata zaštite okoliša ikada pokrenutih u Novom Južnom Walesu. To je pokret koji uključuje volontere, znanstvenike, tvrtke, zajednice i vladu NSW-a, koji se okupljaju kako bi osigurali budućnost jedinstvenih australskih biljaka i životinja. Glavni ciljevi su: povećati broj ugroženih vrsta koje su sigurne u divljini Novog Južnog Walesa 100 godina i kontrolirati ključne prijetnje s kojima se suočavaju naše ugrožene biljke i životinje (SoS).

Fire stick farming, također poznat kao kulturno spaljivanje i hladno spaljivanje, praksa je australskih Aboridžina koji redovito koriste vatru za spaljivanje vegetacije, a koja se prakticira tisućama godina. Postoji niz razloga za provođenje ove posebne vrste kontroliranog spaljivanja, uključujući olakšavanje lova, promjenu sastava biljnih i životinjskih vrsta na području, kontrolu korova, smanjenje opasnosti i povećanje bioraznolikosti (Jones, 2012).

## **9. ZAKLJUČAK**

Australska klima je pozadina na kojoj su se razvili krajolici i morski pejzaži, ekosustavi i bioraznolikost te društvo i gospodarstvo. Obilježja tla, vegetacije, vrsta, ekosustava, zraka i urbanog okoliša ovise o australskoj klimi. Klima Australije prirodno je promjenjiva kroz godine i desetljeća. Velik dio ove varijabilnosti potaknut je širim utjecajima u globalnom klimatskom sustavu potaknutim oceanskim i atmosferskim promjenama i ciklusima, kao što su El Niño – južna oscilacija i povezani događaji La Niña. Već se susrećemo s porastom temperature promijenjenim obrascima padalina, povećanjem ekstremnih šumskih požara i promijenjenom učestalosti i ozbiljnošću ekstremnih događaja kao što su toplinski valovi ili tropski cikloni. Ove promjene imaju dubok učinak na sve aspekte okoliša. Australska klima je postala toplija u

prosjeku za 1,4 °C na kopnu i 1,1 °C u oceanima od početka dosljednih nacionalnih evidencija. Neki dijelovi Australije zagrijavaju se brže od drugih, ali gotovo sva područja zagrijavaju se u svim godišnjim dobima. Najtoplija zabilježena godina bila je 2019., s temperaturama 1,5 °C iznad prosjeka za standardno razdoblje 1961.-90. Desetljeće od 2011. do 2020. bilo je najtoplije zabilježeno u Australiji, a svaka pojedinačna godina od 2013. do 2020. nalazi se među 10 najtoplijih zabilježenih godina na nacionalnoj razini.

Temperatura je izrazito važan pokretač bioloških procesa, a brze promjene temperature (kao što je primijećeno diljem Australije) predstavljaju pritisak za većinu ekosustava. Oni mogu rezultirati promjenama u rasprostranjenosti vrsta (i širenjem i smanjivanjem), promjenama u stopama rasta i reprodukcije. Primjer Velikog koraljnog grebena zorno prikazuje posljedice neuobičajeno visokih površinskih temperatura mora, uslijed čega je slijedilo izbjeljivanje koralja, posebice 2016. i 2017. godine. Došlo je i do značajnih promjena u mnogim drugim dijelovima klimatskog sustava, uključujući količinu padalina. Količina padalina smanjila se u jugoistočnoj i jugozapadnoj Australiji od 1970., a povećala se u sjeverozapadnoj Australiji, uz naznake kraćih, ali intenzivnijih padalina. Smanjenje dostupnosti vode snažno utječe na život biljaka i životinja te na zdravlje kopnenih i vodenih ekosustava. Niske količine padalina i visoke stope isparavanja imaju dubok učinak na riječne sustave. Porast razine mora duž većeg dijela australske obale i dalje je iznad globalnog prosjeka za 3–3,5 milimetara godišnje. Iako Australiji nisu strani ekstremni događaji kao što su tropski cikloni, tuče, mećave, poplavne kiše, olujni valovi, toplinski valovi i šumski požari, klimatske promjene utječu na učestalost, intenzitet i distribuciju tih događaja. Utjecaji ekstremnih događaja povezanih s klimom na australski okoliš su mješoviti, s toplinskim valovima koji imaju negativan učinak na kopno i oceane, ali poplave i šumski požari koji imaju mješavinu negativnih i pozitivnih učinaka, ovisno o lokaciji i kontekstu. Kombinirani utjecaji svih ekstremnih događaja rastu kako se mijenjaju u učestalosti, intenzitetu, trajanju i distribuciji. Poremećaji i degradacija ekosustava negativnim utjecajima mogu dovesti do nepovratnog kolapsa, kada se izgube ključne značajke i funkcije ekosustava. S druge strane postoje problemi s upravljanjem baštinom.. To ozbiljno ograničava sposobnost poboljšanja identifikacije i razumijevanja baštine, te također ograničava reakciju na različite pritiske i poduzimanja učinkovitog prilagodljivog upravljačkog plana.

Borba protiv klimatskih promjena je borba protiv vremena, jasni su ciljevi i načini da ih ublažimo. To su naravno smanjenje ispuštanja ugljikovog dioksida u atmosferu, smanjenje

korištenje fosilnih goriva te usmjerenje prema održivim i obnovljivim oblicima energije. Postoje globalni planovi u skladu s Pariškim sporazumom koji su uvjet da se negativni učinci uklone ili barem smanje, no vlade i upravljačka tijela su tu da ih prate i provedu.



## LITERATURA

Australian National University, 2009: *Implications of climate change for Australia's World Heritage properties: A preliminary assessment*, A report to the Department of Climate Change and the Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts by the Fenner School of Environment and Society, the Australian National University.

Bakšić, N., Vučetić, M., Španjol, Ž., 2015: Potencijalna opasnost od požara otvorenog prostora u RH, *Vatrogastvo i upravljanje požarima* 5 (2), 30-40.

Bayliss, B., Brennan, K., Eliot, I., Finlayson, M., Hall, R., House, T., Pidgeon, B., Walden, D., Waterman, P., 1997: Vulnerability assessment of predicted climate change and sea level rise in the Alligator River Region, NT, Australia, Supervising Scientist Report 123, *Supervising Scientist*, Environment Australia, Canberra.

Bellwood, D.R., Hughes, T.P., Folke, C., Nystrom, M., 2004: Confronting the coral reef crisis, *Nature* 429, 827-833.

Bergstrom, D., Wienecke, B., van den Hoff, J., Hughes, L., Lindenmayer, D., Ainsworth, T., i dr., 2021: Combating ecosystem collapse from the tropics to the Antarctic. *Global Change Biology* 27(9), 1692–1703.

BOM (Bureau of Meteorology), 2020: *Climate change: trends and extremes*, Bureau of Meteorology, Melbourne.

BOM i CSIRO (Bureau of Meteorology i Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation), 2018: *State of Climate 2018*, Melbourne.

BOM i CSIRO (Bureau of Meteorology i Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation), 2020: *State of the climate 2020*, Melbourne.

Church, J. A., Hunter, J., McInnes, K. L., White, N.J., 2004: Sea-level rise and the frequency of extreme event around the Australian coastline. *Coast to Coast '04 Australia's National Coastal Conference, conference proceedings*, Hobart, Tasmania, 253-260.

Coder, K. D., 1999: *Drought damage to trees*, Warnell School of Forest Resources, University of Georgia, Athens, Georgia.

Collier, C., Langlois, O.W., Johansson, C, Giammusso, M, Adams, M, O'Brien, K and Uthicke S., 2018: Losing a winner: thermal stress and local pressures outweigh the positive effects of ocean acidification for tropical seagrasses. *New Phytologist* 219(3), 1005-1017.

CSIRO, 2006: *Climate change scenarios for initial assessment of risk in accordance with risk management guidance*, Australian Greenhouse Office, Department of Environment and Heritage CSIRO Marine and Atmospheric Research (36).

Dörte, J., Walland, D., 2016: Variability and long-term change in Australian temperature and precipitation extremes, *Weather and Climate Extremes* 14, 36-55.

Dudley, N., 2013: *Guidelines for applying protected area management categories, Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 21*, International Union for Conservation of Nature, Gland, Switzerland.

Emanuel, K., 2005: Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years, *Nature*, 436, 686–688.

Friedlingstein, P., O'Sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Hauck, J., Olsen, A. Peters, G. P., Peters, W., Pongratz, J., Sitch, S., Le Quere, C., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Alin, S., 2020: Global carbon budget 2020, *Earth System Science* 12, 3269-3340.

Great Barrier Reef Marine Park Authority (GBRMPA), 2019: *Great Barrier Reef Outlook Report 2019*, GBRMPA, Townsville.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2021.: *Sixth assessment report*, IPCC, New York.

IPCC, 2022: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York.

Johnson, J. E., Marshall, P. A., 2007: *Climate change and the Great Barrier Reef: A vulnerability assessment*, Great Barrier Reef Marine Park Authority, Commonwealth of Australia, 818.

Jones, R., 2012: Fire-Stick Farming, *Fire Ecology* 8 (3), 3-8.

Hammill, K., Tasker, L., 2010: *Vegetation, Fire and Climate Change in the Greater Blue Mountains World Heritage Area*, Department of Environment, Climate Change and Water.

Hennessy, K. J., McInnes, K. L., Abbs, D. J., Jones, R. N., Bathols, J., Suppiah, R., Ricketts, J., Rafter, T., Collins, D., Jones, D., 2004: *Climate change in New South Wales Part 2: Projected changes in climate extremes*, Consultancy report for the New South Wales Greenhouse Office, Climate Impact Group, CSIRO Atmospheric Research and National Climate Centre, Australian Government Bureau of Meteorology.

Hennessy, K. J., Lucas, C., Nicholls, N., Bathols, J., Suppiah, R., Ricketts, J., 2006: *Climate change impacts on fire-weather in south-east Australia*, Consultancy report for the New South Wales Greenhouse Office, Victorian Department of Sustainability and Environment, Tasmanian Department of Primary Industries, Water and Environment, and the Australian Greenhouse Office, CSIRO Atmospheric Research and Australian Government Bureau of Meteorology.

Hobday, A. J., Alexander, L. V., Perkins, S. E., Smale, D. A., Straub, S. C., Oliver, E. C. J., Benthuyssen, J. A., Burrows, M. T., Donat, M. G., Feng, M., Holbrook, N. J., Moore, P. J., Scannell, H. A., Sen Gupta, A., & Wernberg, T., 2016: A hierarchical approach to defining marine heatwaves. *Progress in Oceanography* 141, 227–238.

Hobday, A. J., Okey, T. A., Poloczanska, E. S., Kunz, T.J. i Richardson, A.J., 2006: *Impacts of climate change on Australian marine life: Part A. Executive Summary September 2006*, Report to the Australian Greenhouse Office, Canberra.

Hoegh-Guldberg, O., Mumby, P.J., Hooten, A.J., Gomez, E., Sale P. F., i dr., 2007: Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. *Science* 318, 1737-1742.

Huber, K., 2018: *Resilience strategies for Wildfire*, Centre for Climate and Energy Solutions, Resilience, 1-12.

Mackay, R., 2016.: Heritage, u: *Australian state of the environment 2016*, Australian Government Department of the Environment and Energy, Canberra.

McConnell, A., Janke, T., 2021: *Heritage theme supplementary report 1: annotated listing of the Australian Heritage Protection Legislation, report for the Australia 2021 state of environment report*, Australian Government Department of Agriculture, Water and Environment, Canberra.

McLeod, R., 2018: *Annual costs of weeds in Australia*, Centre for Invasive Species Solutions, Canberra.

Osipova, E., Emslie-Smith, M., Osti, M., Murai, M., Åberg, U., Shadie, P., 2020: IUCN World Heritage Outlook 3: *A conservation assessment of all natural World Heritage sites*, November 2020, Gland, Switzerland.

Pandolfi, J. M., Connolly, S.R., Marshall, D. J., Cohen, A. L., 2011: Projecting coral reef futures under global warming and ocean acidification. *Science* 333 (6041), 418-422.

Pepler, A, Ashcroft, L & Trewin, B, 2018: The relationship between the subtropical ridge and Australian temperatures. *Journal of Southern Hemisphere Earth Systems Science* 68(1), 201–214

Samuel, G., 2020.: *Independent review of the EPBC Act – final report*, Australian Government Department of Agriculture, Water and the Environment, Canberra.

Selkirk, P. M., Seppelt, R. D., Selkirk, D. R., 1990: *Subantarctic Macquarie Island: Environment and biology*, Cambridge University Press, Cambridge.

Thost, D., Allison, I., 2006: The climate of Heard Island, u: K Green & E Woehler (ur.) *Heard Island: Southern Ocean sentinel*, Surrey Beatty Publishers, Sydney.

Thost, D. E., Truffer, M., 2008: Glacier Recession on Heard Island, Southern Indian Ocean, *Artic, Antarctic, and Alpine Research* 40 (1), 199-214.

Trewin, B., Morgan-Bulled, D., Cooper, S., 2021: Climate: Outlook and impacts. u: *Australia State of the environment 2021*, Australian Government Department of Agriculture, Water and the Environment, Canberra.

Williams, S. J., 2013: Sea-level rise implications for coastal regions, Understanding and Predicting Change in the Coastal Ecosystems of the Northern Gulf of Mexico, *Journal of Coastal Research*, Special Issue No. 63, 184–196.

## IZVORI

Australian Heritage Strategy, Commonwealth of Australia, 2015, <https://www.dcceew.gov.au/sites/default/files/documents/australian-heritage-strategy-2015.pdf> (20.11.2022.)

Australian Government, 2021, Reef 2050 Long-Term Sustainability Plan, <https://www.dcceew.gov.au/sites/default/files/documents/reef-2050-long-term-sustainability-plan-2021-2025.pdf> (16.11.2022.)

Baynes, K., 2020: Understanding Sea Level, <https://sealevel.nasa.gov/understanding-sea-level> (10.12.2022)

Blue Mountains National Park Fire Management Strategy, Department of Environment and Conservation, NSW National Parks and Wildlife Service, Blue Mountains Region, 2004, <https://www.environment.nsw.gov.au/-/media/OEH/Corporate-Site/Documents/Parks-reserves-and-protected-areas/Fire-management-strategies/blue-mountains-national-park-fire-management-strategy-040169.pdf> (15.12.2022.)

Britannica - <https://www.britannica.com/place/Great-Barrier-Reef/Resources> (20.12.2022.)

DCCEEW (Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water), n.d. - <https://www.dcceew.gov.au/environment/biodiversity/bushfire-recovery/regional-delivery-program/greater-blue-mountains> (22.12.2022.)

URL 1 - The science of climate change: Questions and answers, Australian Academy of Science, Canberra, 2015, <https://www.dcceew.gov.au/sites/default/files/env/pages/50d276f9-337f-4d9f-85f5-120ded99fc85/files/blue-mountains-map.pdf> (pristupljeno 11.11.2022.)

URL 2 – Australia, State of Environment, <https://soe.dcceew.gov.au/climate/graphs-maps-and-tables> (pristupljeno 10.11.2022.)

URL 3 – Bureau of Meteorology, [http://www.bom.gov.au/climate/change/#tabs=Tracker&tracker=timeseries&tQ=graph%3Drranom%26area%3Daus%26season%3D0112%26ave\\_yr%3D0](http://www.bom.gov.au/climate/change/#tabs=Tracker&tracker=timeseries&tQ=graph%3Drranom%26area%3Daus%26season%3D0112%26ave_yr%3D0) (pristupljeno 15.11.2022.)

- URL 4 – Australia, State of Environment, <https://soe.dcceew.gov.au/climate/environment/extreme-events> (pristupljeno 10.11.2022.)
- URL 5 – UNESCO, <https://whc.unesco.org/en/criteria/> (pristupljeno 20.12.2022.)
- URL 6 – UNESCO, <https://whc.unesco.org/en/statesparties/au> (pristupljeno 20.12.2022.)
- URL 7 – mappr, <https://www.mappr.co/thematic-maps/world-heritage-sites-australia/> (pristupljeno 7.1.2023.)
- URL 8 – UNESCO, <https://whc.unesco.org/en/list/154/maps/> (pristupljeno 10.11.2022.)
- URL 9 – Eatlas, <https://whc.unesco.org/en/list/154/maps/> (pristupljeno 19.12.2022.)
- URL 10 – Reefbites, <https://reefbites.com/2020/04/22/coral-bleaching-in-2020-the-great-barrier-reef-and-beyond/> (pristupljeno 17.12. 2022.)
- URL 11 – quartz, <https://qz.com/249442/six-charts-to-show-that-the-great-barrier-reef-is-in-deep-trouble> (pristupljeno 19.12. 2022.)
- URL 12 – DCCEEW, <https://www.dcceew.gov.au/sites/default/files/env/pages/50d276f9-337f-4d9f-85f5-120ded99fc85/files/blue-mountains-map.pdf> (pristupljeno 5.1.2023.)
- Smith, P., 2021: Impact of the 2019-20 Fires on the Greater Blue Mountains World Heritage Area - Version 2 (report to Blue Mountains Conservation Society), <https://www.bluemountains.org.au/documents/bushfires/impact-of-2019-20-fires-on-gbmwha-may-2021.pdf> (11.12.2022.)
- State of Conservation Report - Greater Blue Mountains Area – April 2020 (Australian Government), <https://www.dcceew.gov.au/sites/default/files/documents/greater-blue-mountains-area-state-conservation-update-april-2020.pdf> (11.12.2022.)

## PRILOZI

### Popis slika

- Sl. 1. Usporedba promjene temperature i količine CO<sub>2</sub> u atmosferi (str. 1)
- Sl. 2. Anomalija temperature od 1910. do 2020. (u odnosu na 1961. – 1990.) (str. 5)
- Sl. 3. Anomalija padalina (str. 7)
- Sl. 4. Anomalija količine padalina, izvor: Trewin i dr. 2021 (str. 8)
- Sl. 5. Broj dana u Victoriji s temperaturom većom od 45°C (str. 10)
- Sl. 6. Usporedba broja dana opasnih požara u razdoblju 1985.-2020. prema 1950.-1985.  
- BOM & CSIRO (Bureau of Meteorology & Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation) (2020). *State of the climate 2020*, Melbourne (str. 13)
- Sl. 7. Prikaz lokaliteta svjetske baštine u Australiji (str. 19)
- Sl. 8. Veliki koraljni greben (str. 48)
- Sl. 9. Specifikacija pritisaka na Greben (str. 43)
- Sl. 10. Anomalija temperature mora na području Grebena (str. 46)
- Sl. 11. Odnos promjene koraljnog pokrova nakon toplinskog vala 2016. godine u % (slika lijevo) i promjene u temperaturi mora u °C (slika desno) - Hughes, T. P. i dr., 2018: Global warming transforms coral reef assemblages, *Nature* (str. 47)
- Sl. 12. Pojavljivanje „Trnove krune“ – Australian Institute of marine science (str. 48)
- Sl. 13. Velike modre planine (str. 53)
- Sl. 14. Područja Velikih modrih planina zahvaćena požarom – State of Conservation Report - Greater Blue Mountains Area – April 2020 (Australian Government) (str. 56)
- Sl. 15. Intenzitet požara Velikih modrih planina 2019./2020 – Smith P., 2021: Impact of the 2019-20 Fires on the Greater Blue Mountains World Heritage Area - Version 2 (report to Blue Mountains Conservation Society) (str. 57)

## Popis tablica

Tab. 1. Opis kriterija za uvrštavanje zaštićenog područja na UNESCO-vu listu svjetske baštine (str. 15)

Tab. 2. Popis lokaliteta prirodne baštine Australije koji spadaju pod Svjetsku baštinu (str. 17)

Tab. 3. Promjena stanja lokaliteta Svjetske baštine (2017./2020.) (str. 20)

Tab. 4. Kategorizacija utjecaja klimatskih promjena na svjetsku baštinu Australije (str. 24)

Tab. 5. Sažetak scenarija klimatskih promjena do 2030. (kao procjena promjene) za svaki lokalitet svjetske baštine Australije u odnosu na 1990. (Brojke se temelje na scenariju 'visokih' emisija stakleničkih plinova) (str. 38)

Tab. 6. Sažetak potencijalnih učinaka klimatskih promjena na lokalitete svjetske baštine Australije (str. 39)

Tab. 7. Kriteriji za uvrštavanje Grebena na popis svjetske baštine (str. 42)

Tab. 8. Neka obilježja i posljedice požara u Velikim modrim planinama 2019./2020. (str. 58)