Flora i vegetacija subantarktičkih otoka

Stermšek, Sara

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:349820

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-20**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

FLORA I VEGETACIJA SUBANTARKTIČKIH OTOKA

FLORA AND VEGETATION OF SUBANTARCTIC ISLANDS

SEMINARSKI RAD

Sara Stermšek
Preddiplomski studij biologije
(Undergraduate Study of Biology)
Mentor: prof. dr. sc. Antun Alegro

Zagreb, 2020.

Sadržaj

1. UVOD 1
2. SUBANTARKTIČKI OTOCI 2
2.1. OTOK MACQUARIE 3
2.2. OTOCI HEARD I MCDONALD 9
2.3. OTOK SOUTH GEORGIA 12
2.4. OTOCI PRINCE EDWARD 15
2.5. FRANCUSKI SUBANTARKTIČKI OTOCI 17
4. LITERATURA 19
5. SAŽETAK 21
6. SUMMARY 21

1. UVOD

Definicija subantarktika i njegove granice, te otoci koje obuhvaća razlikuju se od autora do autora te ovise o kontekstu (klimatološki, geološki, biološki).

Wace (1965) predlaže polarnu granicu rasta drvenastih biljaka kao granicu između južnog umjerenog pojasa i subantarktika, a za odvojiti subantarktičku od antarktičke vegetacije predlaže granicu zatvorenih zajednica sjemenjača. Waceove granice neovisne su o klimatskim, geografskim i drugim okolišnim podacima. (Pickard i Seppelt, 1984).

Greene (1964) kao južnu granicu subantarktika uzima strogo geografsku granicu od 60° južne geografske širine uz odstupanja kako bi otok Bouvetoya i otočje South Sandwich isključio iz zone subantarktika, dok sjevernu granicu subantarktika postavlja na 40° južne geografske širine, ponovno uz odstupanja, kako bi otoke na nižim geografskim širinama (Crozet i Prince Edward) uključio u subantarktik.

Pickard i Seppelt (1984) područje subantarktika definiraju kao zonu između antarktičke konvergencije na sjeveru i antarktičke divergencije na jugu. Antarktička konvergencija ili polarna frontalna zona odvaja subantarktičke vode od suptropskih voda, koje se razlikuju u biološkim, kemijskim i fizičkim obilježjima, a antarktička divergencija označava granicu između antarktičke cirkumpolarne struje i antarktičke obalne struje (Bednarek-Ochyra i sur., 2018) Iako se antarktička konvergencija nalazi južnije od otoka Prince Edward, Crozet i Macquarie, Pickard i Seppelt smatraju ih subantarktičkim otocima.

Generalno gledajući, subantarktik je pojas koji okružuje područje Antarktike, a prema navedenim autorima, obuhvaća šest otoka, odnosno otočja: otočje Prince Edward, otočje Crozet, otok Macquarie, otok Kerguelen, Heard i otočje McDonald te otok South Georgia.

Prema Van der Putten i sur. (2009), otoci subantarktičke zone mogu se podijeliti u tri grupe, odnosno provincije: provincija južnoatlanskog oceana (otok South Georgia), provincija južnoindijskog oceana (otočje Prince Edward, Crozet, Kerguelen te Heard i McDonald) i južnopacifička provincija (otok Macquarie) (Slika 1.)

Slika 1. Karta antarktičke i subantarktičke zone. Iscrtane elipse označavaju tri provincije subantarktičke zone. Pune sive linije označavaju granice subantarktičke zone. Iscrtana crna linija označava antarktičku konvergenciju odnosno polarnu frontalnu zonu. (Preuzeto iz Van der Putten i sur. 2009)

2. SUBANTARKTIČKI OTOCI

Svi navedeni otoci, osim otoka South Georgia, su oceanski i nalaze se daleko od kontinentalne kopnene mase, a većina ih je vulkanskog su nastanka (Quilty, 2007). Otoci Macquarie, Crozet, McDonald i Prince Edward nemaju ledenjake i ledeni pokrov, dok otočje Kerguelen ima

otprilike 20% ledenog pokrova, South Georgia 60% i otok Heard 85% (Smith i Lewis Smith, 1987).

Zbog svoje lokacije u Južnom Oceanu, njihova je klima hladna, vlažna i vjetrovita, s malim promjenama u temperaturi. Ovakva klima ne podržava rast stabala i drvenastih biljaka, pa na subantarktičkim otocima prevladavaju visoki busenasti travnjaci, visoke zeleni, niski travnjaci, tresetišta i vegetacija slična tundri. Flora ovih otoka pretežito obuhvaća mahovine i lišajeve, dok se vaskularne biljke najčešće nalaze uz obalu i na niskim nadmorskim visinama (Bednarek-Ochyra i sur., 2018).

Subantarktički otoci predstavljaju važno utočište i mjesto za razmnožavanje brojnih vrsta tuljana, pingvina i pelagičkih ptica. Osim tuljana, na ovim otocima nema autohtonih sisavaca, ali prisutan je relativno visok broj vrsta člankonožaca. Tijekom 18. i 19. stoljeća, čovjek je na ovim područjima lovio tuljane, a kako bi osigurali izvor svježe hrane, na otoke su doneseni biljojedni sisavci (ovce, mufloni, zečevi i sobovi), što je imalo utjecaj na smanjenje broja biljnih vrsta, eroziju tla i smanjenje staništa za ptice. (Smith i Lewis Smith, 1987; Bonner i Walton, 1985).

2.1. OTOK MACQUARIE

Otok Macquarie (54°30'S, 158°56'E) izolirani je otok Južnog Oceana, a nalazi se otprilike 1500 km jugoistočno od Tasmanije. Površine je 128 km^2 i nadmorske visine do 410 m. Nastao je tektonskim podizanjem oceanskog dna prije 600,000-700,000 godina i nikada nije bio povezan s kopnom (Adamson i sur., 1996). Otok čini planinski lanac okružen strmim padinama ili klifovima, a može se podijeliti na tri reljefne cjeline: padine, visoravni i obalne terase. Na visoravni su česta jezera i lokve iz kojih ističu brojni potoci (Taylor, 1955).

Klima je hladna, vlažna i vjetrovita s izrazito malom razlikom u temperaturi među sezonama. Na otoku nema stabala ni drvenastih biljaka, a vegetacija je ograničena na mahovine, lišajeve i niskorastuće, zeljaste biljke (Clements i sur., 2007).

Vegetacija otoka Macquarie može se podijeliti na pet glavnih zajednica: travnjaci, zeleni, niski cretovi, visoki cretovi i vegetacija feldmarka, a svaka zajednica sastoji se od jedne ili više sveza, asocijacija i subasocijacija (Taylor, 1955). Zabilježeno je 90 vrsta mahovina, 62 vrste jetrenjarki i jedna vrsta antocerota ili rožnjača (Vana i sur., 2015) te 49 vrsta vaskularnih biljaka (de Salas & Baker, 2017).

(I.) **Zajednica vlažnih travnjaka** nalazi se na svim strmim obalnim padinama do otprilike 300 metara nadmorske visine, na livadama uz rijeke i potoke, na unutarnjim padinama zaštićenima od jakih vjetrova, na obalnim terasama ako razina podzemne vode nije previsoka te ponekad na visoravnima zaštićenim od jakog vjetra. Ova zajednica sastoji se od sveze *Poa foliosa* koju čini sedam asocijacija, a njihovo pojavljivanje ovisi o izloženosti vjetru i prskanju mora, razini podzemnih voda te dubini treseta. Dominiraju buseni vrste *Poa foliosa,* a uz nju mogu dominirati i *P. hamiltoni, Stilbocarpa polaris* te *Polystichum vestitum*. Na pojedinim područjima potpuno dominira *S. polaris,* čineći zasebnu asocijaciju. Ovisno o asocijaciji, pojavljuju se i vrste kao što su *Cardamine corymbosa, Cotula plumosa, Stellaria decipiens, Callitriche antarctica* te mahovine *Drepanocladus aduncus* i *Brachythecium* cf. *salebrosum* (Tablica 1.).

Tablica 1. Učestalost vrsta zajednice vlažnih travnjaka.

	As. *P. foliosa*		As. *P. foliosa - P. hamiltoni*	As. *P. foliosa - S. polaris*	As. *P. foliosa - P. vestitum*	As. *P. foliosa - S. polaris - P. vestitum*	As. *S. polaris*
	Pod-As. *P. foliosa: C. corymbosa*	Pod-As. *P. foliosa: C. plumosa*					
VASKULARNE BILJKE							
Poa foliosa	D	D	KD	KD	KD	KD	
Cardamine corymbosa	P	VR	P	Č	P	Č	Č
Stellaria decipiens	P	VR	P	Č	P	Č	Č
Stellaria media	(L)P			(L)P	(L)P	(L)P	
Callitriche antarctica		Č	P	R		R	P
Cotula plumosa		Č					
Poa annua		Č	P				
Polystichum vestitum					KD	KD	
Poa hamiltoni			KD				
Agrostis magellanica		VR					
Acaena anserifolia	VR			VR		VR	
Blechnum penna-marina	(L)I						
Stilbocarpa polaris		P		KD		KD	D
MAHOVINE							
Drepanocladus aduncus	P	P		P	P	P	R
Brachythecium cf. *salebrosum*	P	P		P	P	P	R
Thuidium furfurosum	VR			R	VR	R	VR
Rhacomitrium crispulum				VR		VR	
Pottia cf. *crispulum*	VR						

Kratice označavaju učestalost pojavljivanja vrsta unutar pojedinih asocijacija i podasocijacija: D dominantno; KD kodominantno; Č često; P povremeno; R rijetko; VR vrlo rijetko. Prilagođeno prema Taylor (1955).

(II.) **Zajednica zeleni** pojavljuje se na padinama i ravnicama izloženima umjerenim vjetrovima i na svim područjima s visokom razinom podzemnih voda gdje brzina vjetra nije pretjerano visoka. Pojavljuje se i u zaklonjenim dolinama, na padinama do 370 metara nadmorske visine te na povišenim obalnim terasama. Čini ju sveza *Pleurophyllum hookeri* i pet asocijacija kojima, osim navedene, mogu dominirati i vrste *Festuca erecta* te *Carex trifida*. Ova zajednica je, u odnosu na ostale, vrlo bogata vrstama. Učestalo se pojavljuju vrste *Cerastium triviale, Stilbocarpa polaris, Coprosma repens, Rancunculus biternatus* te brojne druge (Tablica 2.).

Tablica 2. Učestalost vrsta zajednice zeleni.

	As. *P. Hookeri*			As. *P. Hookeri - F. Erecta*	As. *F. Erecta*	As. *C. trifida*	As. *P. Hookeri - C. Trifida*
	Pod-As. *Cerastium triviale*	Pod-As. *Stilbocarpa polaris*	Pod-As. *Coprosma pumila*				
VASKULARNE BILJKE							
Pleurophyllum hookeri	D	D	D	KD	Č		KD
Stilbocarpa polaris		Č	P	Č	P		Č
Festuca erecta		Č	P	KD	D		Č
Agrostis magellanica		Č	P	Č	Č		Č
Luzula campestris		Č	P	Č	Č		Č
Coprosma pumila		P	Č	P	R		P
Acaena anserifolia		P	Č	P	R		R
Acaena adscendens		Č		Č	Č		Č
Carex trifida						D	KD
Juncus scheuchzerioides		Č		P	R		Č
Uncinia riparia		Č	Č	P	R		Č
Blechnum penna-marina		(L)Č	(L)Č				
Montia fontana		Č	R	P	P		P
Rancunculus biternatus		Č	Č	Č	P	VR	Č
Epilobium nerterioides		Č	Č	Č	P		Č
Epilobium linnaeoides		P	Č	P	R		P
Deschampsia chapmani		D					D
Cardamine corymbosa		P	Č	P	R	VR	P
Stellaria decipiens		R	Č	P	P	VR	R
Stellaria media	R	VR					
Poa annua		P	R	VR		VR	P
Cerastium trivale	P	R	VR	VR			
Callitriche antarctica		R		VR			VR
Colobanthus crassifolius		R		VR			R
Hydrocotyle sp.		(L)Č					
Cotula plumosa		(L)P					
Azorella selago		(L)VR					

MAHOVINE							
Dicranoloma robustum		Č		Č	Č		
Brutelia pendula		Č	Č	P	P		
Brutelia elongata		Č					
Thuidium furfurosum		Č	P	P	P		P
Drepanocladus aduncus		P	Č	Č	P		P
Pottia cf. heimii		P	R	R	VR		P
Brachythecium salabrosum		P	R	P	P		
Rhacomitrium crispulum		P	Č				
Rhacomitrium lanuginosum		R	R				R
Ptychomnion aciculare		P					
Bryum laevigatum		P		R			R
Distichium capillaceum		P					P
Bartramia papillata		P					P
Poganatum alpinum		R	P				P
Amblystegium serpens		R					Č
Rhacocarpus humboltii		R					P
Lembophyllum clandestinum		R	R	R	R		P
Pterygophyllum dentatum			R				

(III.) **Zajednica niskih cretova** rasprostranjena je u dolinama visoravni i na malim područjima na povišenim obalnim terasama. Pojavljuje se samo gdje je razina podzemne vode na samoj površni tla ili malo iznad nje. Čine ju sveza *Juncus scheuchzerioides* i četiri asocijacije kojima mogu dominirati i vrste *Scirpus aucklandicus, Agrostis magellanica* te *Deschampsia penicillata.* Na pojedinim mjestima potpuno dominira *S. aucklandicus* i čini kontinuirani gusti sloj koji ne dozvoljava rast drugih vrsta. U ostalim asocijacijama pojavljuju se vrste kao što su *Ranunculus biternatus*, *Callitriche antarctica* i *Montia fontana* (Tablica 3.).

Tablica 3. Učestalost vrsta zajednice niskih cretova.

	As. *J. scheuchzerioides*	As. *J. scheuchzerioides - S. aucklandicus*	As. *S. aucklandicus*	As. *J. scheuchzerioides - A. magellanica - D. Cespitosa*
VASKULARNE BILJKE				
Juncus scheuchzerioides	D	D		KD
Scirpus aucklandicus		Č	D	
Montia fontana	Č	Č		
Colobanthus crassifolius		Č		
Callitriche antarctica	VR	R		VR
Cardamine corymbosa	VR	P		
Ranunculus biternatus	VR	P		P
Agrostis magellanica	VR	VR		KD
Deschampsia penicillata				KD
Acaena adscendens	P	P		R

(IV.) **Zajednica visokih cretova** nalazi se na nekoliko raštrkanih područja na terasama zapadne obale otoka, a raste na vlažnim ravnicama na svim nadmorskim visinama. Karakterizira ju kontinuirani tepih sastavljen od velikog broja vrsta mahovina ili od vaskularnih biljaka koje također tvore tepihe. Uglavnom se nalazi na mjestima gdje je podzemna voda uglavnom porijeklom iz kišnice, s malim udjelom otopljenih nutrijenata. Ovu zajednicu čine tri sveze kojima dominira jedna od tri vrste: *Breutelia pendula, Sphagnum falcatum* ili *Colobanthus muscoides.* Sveza *Breutelia pendula* prevladava unutar zajednice, a čini ju velik broj vrsta mahovina, pretežito *B. pendula, B. elongata, Drepanocladus aduncus* i *Dicranoloma robustum* te vaskularna vrsta *Colobanthus crassifolius.* Sveza *Sphagnum falcatulum* pojavljuje se na malim površinama i karakterizira ju dominantna mahovina s nekoliko raštrkanih vaskularnih vrsta. Na terasama zapadne obale otoka rastu gusti tepisi vrste *Colobanthus muscoides* koji tvore istoimenu svezu. Ostale vaskularne vrste unutar bog zajednice uglavnom su raštrkane i nalaze se u nižim slojevima, ispod tepiha dominantnih vrsta, a to su primjerice *Montia fontana, Cardamine corymbosa, Callitriche antarctica* itd (Tablica 4.).

Tablica 4. Učestalost vrsta zajednice visokih cretova.

		Sveza *B. pendula*	Sveza *S. falcatulum*	Sveza *C. muscoides*
Dominantni sloj "tepiha"	MAHOVINE			
	Breutelia pendula	Č		VR
	Drepanocladus aduncus	Č		VR
	Bryum laevigatum	Č		VR
	Ptychomnoin aciculare	Č		
	Thuidium furfurosum	Č		
	Dicranoloma robustum	Č		
	Distichium capillaceum	Č		
	Bartramia papillata	Č		
	Lembophyllum clandestinum	P		
	Breutelia elongata	Č		
	Brachythecium salebrosum	Č		
	Rhacomitrium crispulum	Č		
	Rhacocarpus humboldtii	Č		
	Amblystegium serpens	P		
	Rhacomitrium lanuginosum	R		
	Poganatum alpinum	R		
	Sphagnum falcatulum		D	
	VASKULARNE BILJKE			
	Colobanthus crassifolius	Č		P
	Colobanthus muscoides	VR		D

Ostali slojevi	*Juncus scheuchzerioides*	Č	Č	P
	Scirpus aucklandicus	P	(L)Č	P
	Epilobium nerterioides	R		
	Epilobium linnaeoides	R		
	Agrostis magellanica	Č	P	R
	Festuca erecta	P		
	Uncinia riparia	P		
	Ranunculus biternatus	Č	R	P
	Hydrocotyle sp.	Č		
	Montia fontana	P	P	VR
	Cardamine corymbosa	Č	P	
	Callitriche antarctica	R	VR	

(V.) **Zajednica feldmarka** pojavljuje se na svim područjima izloženima snažnim vjetrom. Prekriva većinu otoka iznad 180 metara nadmorske visine, ali povremeno se može naći i na visinama ispod 100 m. Ovu zajednicu čine dvije sveze: sveza *Azorella selago* i sveza *Dicronoweisia antarctica*. Svezu *A. selago* čine tri podasocijacije u kojima, osim navedene vrste, može dominirati ili kodominirati i mahovina *Rhacomitrium crispuum*. Najveći udio zajednice čini asocijacija *A. selago* koju karakteriziraju veliki buseni ove vrste, s ostalim vrstama koje rastu između njih. To su najčešće *Pleurophyllum hookeri, Stilbocarpa polaris, Agrostis magellanica, Festuca erecta,* te mahovine kao što su *Rhacomitrium crispulum, Dieranoloma robustum* te *Thuidium furfurosum.* Na područjima izloženima najjačim vjetrovima, primjerice na vrhovima planina, u potpunosti dominira *R. crispulum* i druge mahovine, ali ukupan pokrov ne prelazi 10%. Svezu *Dicronaweisia antarctica* čini samo nekoliko vrsta mahovina, a jedina vaskularna vrsta koja se pojavljuje je *A. selago* (Tablica 5.).

Tablica 5. Učestalost vrsta zajednice feldmarka.

	As. *Azorella selago*	As. *A. selago - R. crispulum*	As. *R. crispulum*
MAHOVINE			
Rhacomitrium crispulum	Č	KD	D
Dicranoloma robustum	Č	Č	Č
Thuidium furfurosum	Č	Č	Č
Rhacomitrium lanuginosum	P	P	Č
Rhacocarpus humboldtii	P	P	Č
Campylopus clavatus	P	R	
Bartramia paillata	P	P	Č
Drepanocladus aduncus	Č	P	P
Pogonatum alpinum	Č		
Breutelia elongata	R	P	R
Conostomum australe	R		

	As. *Azorella selago*	As. *A. selago* - *R. crispulum*	As. *R. crispulum*
VASKULARNE BILJKE			
Azorella selago	D	KD	R
Pleurophyllum hookeri	Č	R	
Stilbocarpa polaris	Č	R	
Agrostis magellanica	Č	Č	Č
Festuca erecta	Č	Č	P
Luzula campestris	Č	Č	P
Uncinia riparia	Č	P	R
Polypodium billardieri	Č	R	VR
Coprosma pumila	Č	R	VR
Ranunculus biternatus	P		
Cardamine corymbosa	R		
Stellaria decipiens	VR		
Epilobium nerterioides	VR		
Epilobium linnaeoides	VR		
Poa annua	VR		
Cerastium triviale	VR		
Acaena adscendens	VR		
Montia fontana	VR		
Callitriche antarctica	VR		
Colobanthus crassifolius	VR		
Colobanthus muscoides	VR		
Lycopodium saururus	VR		
Acaena anserifolia	Č	R	VR

2.2. OTOCI HEARD I MCDONALD

Otok Heard (53°06'S; 73°32'E) najveći je otok ove grupe s površinom od 385 km^2. Nalazi se nalazi se 1650 km sjeverno od Antarktike i 4850 km jugoistočno od Južne Afrike. Otokom prevladava stratovulkan Big Ben, promjera 20 km i nadmorske visine od 2745 km. Dvanaest većih i nekoliko manjih ledenjaka spušta se niz padine vulkana i prisutan je trajni led i snijeg. McDonald otočje nalazi se 43 km zapadnije i sastoji se od otoka McDonald, površine 1 km^2 te dva manja otočića (Kiernan i McConnell, 1999; Bergstrom i sur., 2002).

Otok Heard većim dijelom je prekriven ledom, pa je vegetacija slična tundri ograničena na vrlo uska područja uz obalu, na tek 5% površine otoka, rijetko iznad 400 metara nadmoske visine. Nema drvenastih biljaka, i prevladavaju jastučaste biljke, niske busenaste trave, jedna vrsta visoke zeleni i mahovine. Vegetacija otoka Heard podijeljena je u šest zajednica (Bergstrom i sur., 2002).

(I.) **Otvorena busenasta zajednica** tipično se sastoji od raštrkanih busena vrste *Azorella selago* s busenima mahovina i malih vaskularnih vrsta između njih. Najčešće se nalazi na nadmorskim visinama između 30 i 70 metara, na mjestima izloženim vjetrom. Ova zajednica prevladava na otoku i raste u morenama nastalim kretanjem ledenjaka. Uz *A. selago* prevladavaju *Poa kerguelensis, Colobanthus kerguelensis, Polytrichastrum alpinum* te mahovine roda *Dicracnowesia*.

(II.) **Zajednicu feldmarka s mahovinama** karakterizira nejednak pokrov mahovina s malim jastucima *A. selago*. Većinom se nalazi na visinama između 30 i 100 metara, ali može se pronaći na visinama između 150 i 220 m, a izloženost vjetru nešto je manja nego kod prethodno navedene zajednice. Raste u morenama ili na supstratu nastalim od blokova lave. Bogastvo vrsta u ovoj zajednici je relativno visoka, a najčešće se pojavljuju mahovine roda *Dicranowesia* te *Bartramia patens, Racomitrium crispulum* i jetrenjarka *Pedinophyllopsis abdita*.

(III.) **Vlažna mješovita zajednica zeleni** nalazi se u vlažnim morenama na nadmorskim visinama ispod 40 metara, sa srednjom izloženošću vjetru. Bogatstvo vrsta ove zajednice je najviša, s raznolikim pokrovom mahovina i nešto manjim udjelom *A. selago.* Prevladavaju vrste mahovina *Polytrichastrum alpinum, Bartramia patens, Bryum pseudotriquetrum* te jetrenjarka *Fossombronia australe.*

(IV.) **Zajednica obalne vegetacije pod utjecajem životinja** pojavljuje se u niskim, priobalnim morenama, uglavnom ispod 40 metara nadmorske visine, na mjestima gdje se okupljaju pingvini i tuljani. Karakterizira je rast vrste *Poa cookii,* a pojavljuju se i *A. selago, Callitriche antarctica* te *Colobanthus kerguelensis,* dok je pokrov mahovina nizak.

(V.) **Zajednica u zoni prskanja mora** čini mali postotak vegetacije otoka, a nalazi se uz samu obalu, na visinama do 5 metara, pa je izloženost vjetru i prskanju mora vrlo velika. Vegetacija je na ovim mjestima oskudna s niskim bogatstvom vrsta, a prevladavaju supralitoralna vrsta mahovine *Muelleriella crassifolia* subsp. *acuta* i *Pringlea antiscorbutica*.

(VI.) **Zatvorenu busenastu zajednicu** karakterizira vrlo malo bogatstvo vrsta i potpuna dominacija vrste *A. selago,* koja tvori jednolik pokrov u obliku tepiha. Ova zajednica pojavljuje se na mjestima srednje izloženosti vjetru, uglavnom ispod 60 m nadmorske visine (Tablica 6.).

Tablica 6. Floristički sastav zajednica na otoku Heard

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
VASKULARNE BILJKE						
Poa kerguelensis	KD	R	VR	VR	R	
Azorella selago	KD	KD	D	KD	R	D
Pringlea antiscorbutica	VR	R	R	R	Č	
Colobanthus kerguelensis	Č	R	R	P	P	
Dechampsia antarctica			R	VR		
Acaena magellanica			P	R		R
Callitriche antarctica			R	P		
Poa cookii			P	KD	P	
Montia fontana				R		
MAHOVNJAČE						
Ceratodon purpureum	R	R	P	R	R	
Dicranoweisia spp.	KD	KD	P	VR		
Polytrichastrum alpinum	Č	P	Č	VR		
Gimmia immerso-leucophaea	P	R	VR			
Ditrichum conicum	P	R	P			
Polytrichum poliferum	R	VR	VR			
Pohlia wahlenbergii	R	R	R			
Pedinophyllopsis abdita	VR	Č	R			
Ditrichum immersum	VR	Č	VR			
Racomitrium crispulum	VR	Č	VR		R	
Sanionia uncinata	VR	P	P			
Blepharidophyllum densifolium	VR	R				
Pachyglossa fissa		R	VR			
Blindia robusta	VR	R				
Cephalozeilla varians		R	VR	VR		
Herzagobryum atrocapillum	VR	R	VR			
Andreaea mutabilis		R				
Verrucidens spp.	VR	R				
Schistidium apocarpum	VR	R	VR			
Bryum psudotriquetrum	R	R	Č			
Bartramia patens	R	Č	Č	VR		
Fossombronia australe	R	P	Č	R		
Pohlia sp.	VR	R	Č	R		
Cephaloziella exiliflora	VR	R	R			
Dicranella sp.	VR	R	R			
Brachythecium spp.	VR	VR	R	VR		
Philonotis angustifolia		VR	R			
Marchantia berterona		VR	R	VR		
Muelleriella crassifolia		VR			D	

2.3. OTOK SOUTH GEORGIA

Otok South Georgia je veliki, kontinentalni otok u južnom Atlanskom oceanu, a nalazi se otprilike 2000 km istočno od otočja Tierra del Fuego. Dugačak je oko 160 km i njime se prostire visoki planinski lanac s najvišim vrhom od 2935 m, a većinu obale čine strmi klifovi i fjordovi.

Klima je hladna oceanska sa srednjim dnevnim temperaturama od 0 do 6°C tijekom ljeta i 1 do -5°C tijekom zime. Količina padalina također pokazuje mala kolebanja među sezonama. Veliki udio otoka prekriven je ledom, pa je većina vegetacije i najveća raznolikost vrsta na središnjem dijelu sjeverne obale gdje je ledeni pokrov manji. Na otoku je zabilježeno oko 115 vrsta mahovina, što je najveći broj vrsta mahovina među subantarktičkim otocima, dok je vaskularna flora nešto oskudnija, s 51 vrstom vaskularnih biljaka (Ochyra i Bednarek-Ochyra, 2002; Greene, 1964).

Prema Greene (1964), vegetacija otoka South Georgia može se podijeliti u tri zajednice: zajednica busenastih travnjaka, zajednica travnatih vriština, močvarne zajednice i zajednice visokih cretova te kriptogamske zajednice stijena i sipara (Tablica 7.).

(I.) **Zajednicu busenastih travnjaka** karakterizira dominacija busena trave *Poa flabellata* i nalazi se na obalnim područjima duž obale, do otprilike 225 metara nadmorske visine. Buseni mogu tvoriti gusti, zatvoreni pokrov i gotovo potpuno onemogućiti rast drugih vrsta. Međutim, češće se pojavljuje otvoreni pokrov koji omogućuje rast drugih vrsta među busenima vrste *P. flabellata*. Na ovim mjestima često se pojavljuju *Callitriche antarctica, Deschampsia antarctica* i *Acaena adscendens.* Također su česte i mahovine poput *Polytrichum strictum, P. alpinum* i *Dicranum aciphyllum*.

(II.) **Zajednica travnatih vriština** najbogatija je vrstama i nalazi se na sjeveroistočnim obalama otoka te se sastoji od tri asocijacije. Asocijacija *Acaena – Tortula* pionirska je zajednica i predstavlja prvi stadij prijelaza iz golih sipara i morena u travnate vrištine. *Acaena adscendens* ima puzajuće stabljike koje tvore razgranatu mrežu priljubljenu uz supstrat što joj omogućava rast na nestablinom supstratu poput siparišta. Na ovim područjima, uz *A. adscendens* uvijek se pojavljuje i mahovina *Tortula robusta*, a ostale vrste uključuju *Deschampsia antarctica, Festuca erecta* te *Phleum alpinum.* Na područjima stabilnijeg supstrata dominiraju *A. adsecndens* i *F. erecta*, a uz njih se često nalaze *D. antarctica, P. alpinum* i *Rostkovia magellanica* te povremeno *Galium antarcticum* i *Polystichum mohrioides* na nižim nadmorskim visinama (15 – 170 m). Na višim nadmorskim visinama (170 – 225 m) smanjuje se udio pokrova *F. erecta* i češće se pojavljuje *Acaena tenera*. Na potpuno stabilnom

supstratu dominira *F. erecta* uz rjeđe pojavljivanje ostalih navedenih vrsta te vrsta *Uncinia smithii, Blechnum penna-marina, Alopecurus antarcticus* i *Cerastium holosteoides*.

(III.) **Močvarne zajednice i zajednice visokih cretova** rastu na vlažnim područjima gdje se ljeti, zbog otopljenog leda i snijega, nakuplja voda i stvaraju potoci. Asocijaciju *Juncus – Deschampsia* karakterizira dominacija vrste *Juncus scheuchzerioides* te *Deschampsia antarctica* koja je rijetko odsutna. Često se pojavljuju i vrste *Rostkovia magellanica, Acaena adscendens, Callitriche antarctica, Ranunculus biternatus* te *Montia fontana* i *Ophioglossum opacum*. Na pojedinim lokalitetima rastu *Alopecurus antarcticus, Cerastium holosteoides, Blechnum penna-marina* te *Poa annua* i *Poa pratensis.* Dominantni sloj asocijacije *Rostkovia magellanica* čine sloj mahovina i *R. magellanica*, uz samo nekoliko drugih vrsta poput *Acaena adscendens, Festuca erecta, Phleum alpinum* te rjeđe *Acaena tenera* i *Poa annua*. Na vlažnijim dijelovima nalaze se i *J. scheuchzerioides, Deschampsia antarctica* te ponekad *Ranunculus biternatus.* Mahovine koje tvore gusti sloj su najčešće *Acrocladium austrostramineum* i *Drepanocladus uncinatus* na vlažnijim područjima te *Tortula robusta* na sušim područjima. Ostale vrste su raštrkane i to su često *Polytrichum strictum, Dicranum aciphyllum, Conostomum australe, Sphagnum fumbriatum* te vrste roda *Aneura.*

(IV.) **Kriptogamske zajednice stijena i sipara**. Na sjeveroistočnoj obali otoka iznad 225 – 300 m nadmorske visine mahovine čine dominantni pokrov, uz vrlo malo vaskularnih vrsta. Karakteristični rodovi mahovina koji se nalaze na ovim područjima su *Andreaea, Blindia i Dicranoweisia* na površinama stijena te *Bartramia, Brachythecium, Dicranum, Distichium, Drepanocladus, Pohlia, Polytrichum* i *Rhacomirtium* u pukotinama. Vaskularne vrste se pojavljuju rijetko i raštrkano, a to su primjerice *Acaena tenera, Deschampsia antarctica, Phelum alpinum* i *Hymenophyllum falklandicum.*

Tablica 7. Floristički sastav zajednica na otoku South Georgia.

	I.	II.	III.	IV.
VASKULARNE BILJKE				
Acaena adscendens	Č	KD	Č	R
Deschampsia antarctica	Č	Č	KD	P
Festuca erecta		KD	R	
Phleum alpinum		Č	R	P
Rostkovia magellanica		P	Č	R
Galium antarcticum		R		

Polystichum mohrioids		R		P
Acaena tenera		R	VR	P
Uncinia smithii		R		
Blechnum penna-marina		R	P	
Alopercurus antarcticus		R	P	
Cerastium holosteoides		R	P	
Juncus scheuchzerioides			KD	
Callitriche antarctica	Č		Č	
Ranunculus biternatus			Č	R
Montia fontana	P		P	
Ophioglossum opacum			P	
Poa annua			R	R
Poa pratensis			R	
Poa flabellata	D			
Hymenophyllum falklandicum				P
Colobanthus crassifolius				R
Cystopteris fragilis				P
Grammitis kerguelensis				P
Colobanthus subulatus				R
Lycopodium magellanicum				P
MAHOVINE				
Tortula robusta	P	KD	P	
Acrocladium austrostramineum			Č	
Drepanocladus uncinatus			Č	
Polytrichum strictum	Č		P	
Polytrichum alpinum	Č			
Dicranum aciphyllum	Č		P	
Conostomum australe			R	
Sphagnum fimbriatum			Č	
Orthotrichum crassifolium				R
Willia grimmioides				R
Aneura spp.			P	
Andreaea spp				Č
Blindia spp.				Č
Dicranoweisia spp.				Č
Bartramia spp.				Č
Brachythecium spp.				Č
Dicranum spp.				Č
Distichium spp.				Č
Drepanocladus spp.				Č
Pohlia spp.				Č
Polytrichum spp.				Č
Rhacomitrium spp.				Č

2.4. OTOCI PRINCE EDWARD

Otoci Prince Edward uključuju dva otoka vulkanskog nastanka: otok Prince Edward (46° 38' S, 37° 57') i otok Marion (46° 54' S, 37° 45'). Otok Marion je površine 290 km^2, s najvišim vrhom od 1230 m nadmorske visine, a Prince Edward je manji, s površinom od 45 km^2 i najvišim vrhom 672 m. Ovi otoci su među najtoplijim otocima subantarktika. Na otoku Marion zabilježen je srednji godišnji minimum od 4.8°C i maksimum od 6.6°C, a dnevna razlika u temperaturi ne prelazi 2°C. Količina padalina je visoka, ali jednoliko raspoređena tijekom godine.

Kao i na ostalim subantarktičkim otocima, stabla i drvenaste biljke ne rastu, a većinom zajednica dominiraju prave mahovine i jetrenjarke. Zabilježeno je oko 100 vrsta mahovina, 42 vrste jetrenjarki i oko 43 vrste vaskularnih biljaka u sedam zajednica (Smith i Mucina, 2006) (Tablica 8.).

(I.) **Zajednica *Crassula moschata* u zoni prskanja mora** ograničena je na uski pojas uz obalu i izložena je prskanju morske vode. Na zapadnoj obali ovaj pojas se prostire i do 300 m u unutrašnjost. Na stjenovitim obalama izloženima dominiraju *Azorella selago* i *Crassula moschata* te povremeno *Colobanthus kerguelensis*. Na područjima s nakupljenim tresetom dominiraju *C. moschata* i *Cotula plumosa* te nekoliko vrsta mahovnjača poput *Eriopus apiculatus, Clasmatocolea vermicularis* i *Orthotheciella varia*.

(II.) **Zajednica pod utjecajem životinja** nalazi se na obalnim područjima uz kolonije tuljana i pingvina, gdje kretanje ovih životinja i njihov izmet ima velik utjecaj na vegetaciju. Ovdje dominiraju vrste *Cotula plumosa* i *Poa cookii* u području prskanja morske vode te *Callitriche antarctica* i *Montia fontana*, kao vrste otpornije na gaženje. Ova zajednica može se pronaći i u unutrašnjosti, pod utjecajem ptica koje se gnijezde na ili u tlu, gdje dominira *P. cookii*.

(III.) ***Blechnum penna-marina* zajednica** nalazi se na padinama gdje ne dolazi do nakupljanja vode i karakterizira ju gotovo zatvoreni tepih vrste *B. penna-marina*.

(IV.) ***Acaena magellanica* – *Brachythecium* zajednica** raste na vlažnim padinama, najčešće uz izvore i potoke. Dominantni sloj čine mahovine roda *Brachythecium* te *Acaena magellanica*, a često se nalaze i vrste *Breutelia integrifolia* te *Bryum laevigatum*.

(V.) ***Juncus scheuchzerioides* – *Blepharidophyllum densifolium* zajednica** nalazi s na područjima gdje se zadržava voda i nakuplja treset. Dominiraju mahovine poput

Drepanocladus uncinatus, Blepharidophyllum densifolium, Jamesoniella colorata, Racomitrium lanuginosum i *Breutelia integrifolia.* Od vaskularnih biljaka važne su *Agrostis magellanica, Uncinia compacta* te *Juncus scheuchzerioides*, a pojavljuju se i *Ranunculus biternatus, Blechnum penna-marina* te *Montia fontana*.

(VI.) **Fellfield (*Andreaea – Racomitrium crispulum*) zajednica** nastaje na kamenitim staništima izloženim snažnom vjetru, najčešće iznad 300 m nadmorske visine. Sastoji se od *A. selago*, nekoliko vrsta mahovina iz rodova *Andreaea* i *Ditrichum* te lišajeva. Pojavljuju se i *Blechnum penna-marina, Acaena magellanica* te povremeno *Pringlea antiscorbutica* i *Colobanthus kerguelensis.*

(VII.) **Polarna pustinja** prekriva gotovo polovicu površine otoka Marion i nešto manji udio otoka Prince Edward i nalazi se na nadmorskim visinama iznad 500 m. Površina polarne pustinje prekrivena je golim kamenjem s vrlo malim pokrovom mahovina i lišajeva (uglavnom ispod 1%). Mahovine koje dominiraju su *Andreaea acutifolia, A. regularis, A. marginata, Bartramia patens, Dicranella gremmenii, Ditrichum subaustrale* i druge. Jedina vaskularna vrsta koja se pojavljuje je *Azorella selago*, ali samo na nadmorskim visinama ispod 650 m (Gremmen, 1981; Smith i Steenkamp, 2001; Smith i Mucina, 2006).

Tablica 8. Učestalost vrsta u pojedinim zajednicama na otočju Prince Edward.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
VASKULARNE BILJKE							
Crassula moschata	D						
Cotula plumosa	Č	Č					
Callitriche antarctica	R	KD					
Azorella selago	P		P	VR		Č	P
Colobanthus kerguelensis	R					R	
Ranunculus biternatus	Č	P	VR	P	P		
Montia fontana	P	Č	R	P	P		
Agrostis magellanica	P	Č	P	Č	Č		
Agrostis stolonifera				VR	Č		
Poa cookii	R	KD	R				
Juncus scheuchzerioides	VR	R		R	KD		
Poa anua		Č		VR			
Acaena magellanica				D		P	
Pringlea antiscorbutica						R	
Blechnum penna-marina			D	VR	Č	P	
Uncinia compacta					Č		

MAHOVINE							
Bryum sp.				Č			
Brachythecium sp.				Č			
Breutelia integrifolia				P	Č		
Sanionia uncinata				P	Č		
Brachytecium rutabulum				R			
Chiloscyphus randii				VR			
Blepharidophyllum densifolium					KD		
Syzygiella colorata					Č		
Racomitrium lanuginosum			VR		Č		
Bartramia patens							Č
Eriopus apiculatus	R						
Racomitrum crispulum	VR					KD	
Andreaea sp.						KD	Č
Ditrichum sp.						KD	Č

2.5. FRANCUSKI SUBANTARKTIČKI OTOCI

Otočja Kerguelen (48°35'-49°44'S, 68°43'-70°35'E) i Crozet (45°57'-46°29'S, 50°10'-52°19'E) francuski su otoci u subantarktičkoj zoni. Kerguelen otoci čine najveće subantarktičko otočje, a nalaze se na jugu Indijskog oceana. Sastoji se od jednog velikog otoka, Grande Terre, i oko 300 manjih otoka, otočića i hridi koji zajedno prekrivaju površinu od oko 7200 km^2, dok se otočje Crozet sastoji od samo šest manjih otoka (Ochyra i sur., 2014). Literatura o flori i vegetaciji ovih otoka poprilično je oskudna, a često je na francuskom jeziku. Međutim, Delarue (1988) opisao je vaskularnu floru i vegetaciju Ile de Croy, malog otoka koji pripada otočju Kerguelen. Zabilježeno je nešto manje vrsta nego na cijelom otočju, ali zajednice su slične otoku Grande Terre. Prema Dreux (1964), na otoku Crozet zabilježene su 24 vrste vaskularnih biljaka (Tablica 9.).

Tablica 9. Vaskularne biljke francuskih subantarktičkih otoka.

	Otočje Kerguelen	Ile de Croy	Otočje Crozet
Lyallia kerguelensis	+	+	
Ranunculus moseleyi	+		
Pringlea antiscorbutica	+	+	+
Colobanthus kerguelensis	+	+	
Poa cookii	+	+	+
Poa kerguelensis	+	+	
Elaphoglossum randii	+		
Galium antarcticum	+		+
Azorella selago	+	+	+
Acaena magellanica	+	+	
Crassula moschata	+	+	+
Ranunculus biternatus	+	+	+
Ranunculus pseudotrullifolius	+	+	
Agrostis magellanica	+	+	+
Deschampsia antarctica	+		+
Festuca contracta	+		
Lycopodium magellanicum	+		+
Cotula plumosa	+	+	+
Uncinia compacta	+		+
Juncus scheuchuerioides	+		
Grammitis kerguelensis	+		
Montia fontana	+	+	+
Limosella australis	+		
Hymenophyllum peltatum	+		
Cystopteris fragilis	+		
Polypodium vulgare	+		
Lycopodium saururus	+		+
Poa annua	+		+
Sagina procumbens	+		+
Cerastium glomeratum	+		+
Taraxacum officinale	+		
Polypodium cf. australe			+
Poa pratensis			+
Juncus pusillus			+
Rumex acetosella			+
Stellaria media			+
Acaena adscendens			+
Blechnum penna-marina			+
Callitriche antarctica			+

4. LITERATURA

Adamson, D.A., Selkirk, P.M., Price, D.M., Ward, N. (1996). Pleistocene uplift and palaeoenvironments of Macquarie Island: evidence from palaeobeaches and sedimentary deposits. *Papers and Proceedings – Royal Society of Tasmania, 130*(2), 25-32

Bednarek-Ochyra, H., Plášek, V., Guo, S.L. (2018). A brief survey of bryological studies in the Subantarctic, including *Macrocoma tenue* (Orthotrichaceae), a moss genus and species newly found in Îles Kerguelen. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae 87*(4), 3597

Bergstrom, D.M, Whinam, J., Belbin, L. (2002). A classification of subantarctic Heard Island vegetation. *Arctic, Antarctic and Alpine Research, 34*(2), 169-177

Bonner, W.N., Walton, D.W.H. (1985). *Key Environments Antarctica*. Oxford: Pergamon Press

Clements, M.A., Mackenzie A.M., Copson, G.R., Molloy, B.P.J., Carmichael N., Skotnicki, M., Selkirk, P.M. (2007). Biology and molecular phylogenetics of *Nematoceras sulcatum*, a second endemic orchid species from subantarctic Macquarie Island. *Polar biology, 30*(7), 859-869

de Salas, M.F., Baker, M.L. (2017). *A census of the vascular plants of Tasmania, including Macquarie Island.* Hobart: Tasmanian Herbarium, Tasmanian Museum and Art Gallery

Delarue, D. (1988). The vascular flora and vegetation of Ile de Croy Iles Kerguelen. *Polar Records, 24*(148), 111-118

Dreux, P.H. (1964). Observations sur la flore et la végétation de l'lle aux Cochons (Archipel Crozet). *Bulletin de la Société Botanique de France, 111*(7-8), 382-386

Greene, S.W. (1964). *The vascular flora of South Georgia.* London: British Antarctic Survey

Gremmen, N.J.M. (1981). *The vegetation of the subantarctic islands Marion and Prince Edward*. Den Haag: Dr. W. Junk Publishers

Kiernan, K., McConnell, A. (1999). Geomorphology of the sub-antarctic Australian Territory of Heard Island-McDonald Island. *Australian Geographer, 30*(2), 159-195

Ochyra, R., Bednarek-Ochyra, H. (2002). New and rare moss species from subantarctic South Georgia. *Nova Hedwigia 74*(1-2), 121-147

Ochyra, R., Zander, R.H., Lebouvier, M. (2014). Antipodal mosses: XVIII. *Syntrichia christophei* (Pottiaceae), a new species from subantarctic Iles Kerguelen. *Cryptogamie Bryoplogie, 35*(1), 37-46

Pickard, J., Seppelt, R.D. (1984). Phytogeography of Antarctica. *Journal of Biogography, 11*(2), 83-102

Quilty, P.G. (2007). Origin and evolution of the sub-antarctic islands: the foundation. *Papers and Proceedings of the Royal Society of Tasmania, 141*(1)

Smith, V.R., Lewis Smith, R.I (1987). The biota and conservation status of sub-antarctic islands. *Evironment International, 13*, 95-104

Smith, V.R., Mucina, L., (2006). Vegetation of sub-Antarctic Marion and Prince Edward Islands. U L. Mucina, M.C. Rutherford, L.W. Powrie (Ur.), *Vegetation of South Africa, Lesotho and Swaziland* (str. 699-723). Pretoria: South African National Biodiversity Institute

Smith, V.R., Steenkamp, M. (2001). Classification of the terrestrial habitats on Marion Island based on vegetation and soil chemistry. *Journal of Vegetation Science, 12*(2), 181-198

Taylor, B.W. (1955). The flora, vegetation and soils of Macquarie Island. *Australian National Antarctic Research Expeditions reports series B, Vol. II*

Van der Putten, N., Verbruggen, C., Ochyra, R., Verleyen, E., Frenot, Y. (2009). Subantarctic flowering plants: pre-glacial survivors or post-glacial immigrants?. *Journal of Biogeography, 37*(3), 582-592

Váňa, J., Seppelt, R.D., Ochyra, R. (2015). New additions to the liverwort flora of subantarctic Macquarie Island. *Cryptogamie Bryologie, 36*(4), 349-368

Wace, N.M. (1960). The botany of the souther oceanic islands. *Proceedings of the Royal Society of London series B, 182*, 475-490

5. SAŽETAK

Subantaktičkoj zoni pripada 6 otočja i otoka: Prince Edward otočje, otočje Crozet, otok Macquarie, otočje Kerguelen, Heard i McDonald otočje te otok South Georgia. Ovi otoci su većinom oceanski i djeluju kao važno utočište i mjesto za razmnožavanje brojnih vrsta ptica i tuljana. Klima je hladna, vjetrovita i vlažna te kao takva onemogućava rast stabala i drvenastih biljaka. U ovom radu ukratko je opisana vegetacija te floristički sastav zajednica pojedinih otočja ili otoka.

6. SUMMARY

The subantarctic zone includes 6 islands and island groups: Prince Edward Islands, Crozet Islands, Macquarie Island, Kerguelen islands, Heard and McDonland Islands and South Georgia. These islands are mostly oceanic and act as an important refuge and breeding ground for many bird and seal species. The climate is cold, windy and wet and, as such, does not support the growth of trees and woody plants. In this paper, a short description of the flora and vegetation of each subantarctic island or island group is given.