

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Bobnar, Š., 2016. Masna bilanca kakovostnih parametrov Cerknškega jezera. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Panjan, J., somentor Krzyk, M.): 74 str.

<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5852/>

Datum arhiviranja: 5-10-2016

University
of Ljubljana
Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Bobnar, Š., 2016. Masna bilanca kakovostnih parametrov Cerknškega jezera. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Panjan, J., co-supervisor Krzyk, M.): 74 pp.

<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5852/>

Archiving Date: 5-10-2016

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

**UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI
PROGRAM GRADBENIŠTVO
HIDROTEHNIČNA SMER**

Kandidatka:

ŠPELA BOBNAR

**MASNA BILANCA KAKOVOSTNIH PARAMETROV
CERKNIŠKEGA JEZERA**

Diplomska naloga št.: 3523/HS

**MASS BALANCE OF THE QUALITY PARAMETERS IN
CERKNICA LAKE**

Graduation thesis No.: 3523/HS

Mentor:

izr. prof. dr. Jože Panjan

Somentor:

doc. dr. Mario Krzyk

Ljubljana, 14. 09. 2016

STRAN ZA POPRAVKE

STRAN Z NAPAKO

VRSTICA Z NAPAKO

NAMESTO

NAJ BO

IZJAVE

Spodaj podpisan-a študentka Špela Bobnar, vpisna številka 26108955, avtorica pisnega zaključnega dela študija z naslovom: Masna bilanca kakovostnih parametrov Cerknškega jezera

IZJAVLJAM

1. *Obkrožite eno od variant a) ali b)*

- a) da je pisno zaključno delo študija rezultat mojega samostojnega dela;
- b) da je pisno zaključno delo študija rezultat lastnega dela več kandidatov in izpolnjuje pogoje, ki jih Statut UL določa za skupna zaključna dela študija ter je v zahtevanem deležu rezultat mojega samostojnega dela;

2. da je tiskana oblika pisnega zaključnega dela študija istovetna elektronski obliki pisnega zaključnega dela študija;

3. da sem pridobila vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v pisnem zaključnem delu študija in jih v pisnem zaključnem delu študija jasno označila;

4. da sem pri pripravi pisnega zaključnega dela študija ravnala v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobila soglasje etične komisije;

5. soglašam, da se elektronska oblika pisnega zaključnega dela študija uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;

6. da na UL neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja pisnega zaključnega dela študija na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija UL;

7. da dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v pisnem zaključnem delu študija in tej izjavi, skupaj z objavo pisnega zaključnega dela študija.

Na: Vrhniki

Datum: 29. 8. 2016

Podpis študentke:

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN Z IZVLEČKOM

UDK:	556.1(285.2Cerkniško jezero)(043.2)
Avtor:	Špela Bobnar
Mentor:	izr. prof. dr. Jože Panjan
Somentor:	asist. dr. Mario Krzyk
Naslov:	Masna bilanca kakovostnih parametrov Cerkniškega jezera
Tip dokumenta:	Diplomska naloga - Univerzitetni študij
Obseg in oprema:	74 str., 38 pregl., 28 graf., 16 sl., 7 pril.
Ključne besede:	Cerkniško jezero, vodna bilanca, masna bilanca, fosfor, dušik

Izvleček:

Diplomska naloga obravnava masno bilanco Cerkniškega jezera, ki je najbolj znano presihajoče jezero na svetu. Jezero v povprečju obstaja tri četrtine leta, četrtino leta pa je dno Cerkniškega polja suho. Skoraj vsako leto doseže površino 20 km² in volumen 29 milijonov m³.

Pred izračunom masne bilance obravnavanega jezera sem s programom AutoCAD Civil 3D iz podatkov digitalnega modela višin izrisala teren Cerkniškega polja. Glede na izrisan teren in dnevno spremembo vodostaja na vodomerni postaji Dolenje Jezero sem izračunala dnevno spremembo volumna vode, s pomočjo katere sem izračunala vodno bilanco jezera.

Masno bilanco jezera sem določila glede na pretok in koncentracije parametrov, ki jih je Agencija Republike Slovenije za okolje izvajala na pritokih in iztokih jezera. Spremljala sem različne kakovostne parametre (amonij, ortofosfati, nitrati in nitriti) s poudarkom na celotnem fosforju in dušiku, ki sta najpomembnejša pokazatelja kakovosti vode. V Cerkniško jezero prispe več hranil, kot jih iz njega odteče, kar pomeni, da ima jezero samočistilne sposobnosti. Izjema so le nitriti in amonij, ki v jezeru nastajajo.

Izračunala sem tudi obremenitev jezera s fosforjem in dušikom, ki s hidrološkega zaledja prispeta v jezero. Izračuni so bili narejeni za obdobje 2004-2014. Vnos količine fosforja in dušika z leti upada. Leta 2014 je v jezero prispelo 29 ton fosforja in 457 ton dušika. Izračun koncentracije fosforja v jezeru je bil izveden tudi z Vollenweiderjevim modelom. S primerjavo izračunov z meritvami, ki jih je opravila Agencija Republike Slovenije za okolje, sem ugotovila, da ta model zaradi presihajočega značaja jezera za računanje ni primeren.

BIBLIOGRAPHIC–DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC:	556.1(285.2Cerknisko jezero)(043.2)
Author:	Špela Bobnar
Supervisor:	assoc. Prof. Jože Panjan, Ph.D.
Cosupervisor:	assist. Mario Krzyk, Ph.D.
Title:	Mass balance of the Quality Parameters in Cerknica Lake
Document type:	Graduation Thesis - University studies
Scope and tools:	74 p., 38 tab., 28 graph., 16 fig., 7 ann.
Keywords:	Cerknica Lake, water balance, mass balance, phosphorus, nitrogen

Abstract:

The diploma thesis discusses the mass balance of Cerknica Lake, known as the most famous intermittent lake in the world. The lake is in average present for three quarters of a year, and for a quarter of a year, the bottom of Cerknica Polje is dry. Nearly every year, the lake expands to the size of 20 square kilometers, and the volume of 29 million cubic meters of water.

Before calculating the mass balance of the lake, I have designed a terrain model with the programme AutoCAD Civil 3D, based on the data from the digital land model. According to the designed terrain model and a daily change of water level on the hydrometric station Dolenje Jezero, I have calculated daily change of the volume of water and by using this data, I have calculated the water balance of the lake.

The established mass balance of the lake is based on the rate of flow and concentration of parameters, observed on the inflows and swallow holes, by the Slovenian Environment Agency. Various quality parameters have been observed (ammonium, orthophosphates, nitrates, nitrites), with the emphasis on phosphorus and nitrogen which are the most important indicators of water quality. More nutrients come to the lake than flow out of it which means the lake has the capacity to clean itself. The only exceptions are the nitrites and ammonium which are produced in the lake.

I have also calculated the impact on the lake of phosphorus and nitrogen which come to the lake from the hydrology. The calculations have been made for the period between years 2004 and 2014, In the year 2014, 29 tones of phosphorus and 457 tones of nitrogen have come into the lake. The calculation of phosphorus concentration has also been done with the Vollenweider model. By comparing calculations with observed values, observed by the Slovenian Environment Agency, I have established that this model is not suitable for calculations, due to the intermittent nature of the lake.

ZAHVALA

Iskrena hvala mentorju izr. prof. dr. Jožetu Panjanu in somentorju asist. dr. Mariu Krzyku za strokovno vodenje in nasvete pri izdelavi diplomske naloge.

Zahvaljujem se Geodetski upravi Republike Slovenije za posredovane digitalne podatke.

Hvala tudi vsem prijateljem in študijskim kolegom za vso pomoč in nepozabne trenutke v času študija.

Posebna zahvala je namenjena vsem mojim najbližjim, še posebno mami za vso podporo in potrpežljivost, ki sem je bila deležna ves čas študija, bratu za računalniško pomoč in Petru za vso podporo in nasvete tekom študija ter pri pisanju diplomske naloge.

OKRAJŠAVE

ARSO – Agencija Republike Slovenije za okolje

CLC – Coordination of Information on the Environment

DMV 5 – Digitalni model višin 5 x 5 m

ETP – Evapotranspiracija

GURS – Geodetska uprava Republike Slovenije

KČN – Komunalna čistilna naprava

RS – Republika Slovenija

VT – vodno telo

VTJ – vodno telo jezero

KAZALO VSEBINE

STRAN ZA POPRAVKE	I
IZJAVE	II
BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN Z IZVLEČKOM	III
BIBLIOGRAPHIC–DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT	IV
ZAHVALA	V
OKRAJŠAVE	VI
KAZALO VSEBINE	VII
KAZALO PREGLEDNIC	X
KAZALO GRAFIKONOV	XII
KAZALO SLIK	XIII
1 UVOD	1
2 CERKNIŠKO JEZERO SKOZI ZGODOVINO	2
2.1 Zgodovinski pregled	2
2.2 Vodnogospodarski posegi na Cerknškem jezeru	2
3 OPIS CERKNIŠKEGA JEZERA	4
3.1 Lega	4
3.2 Naselja	5
3.3 Pedološka sestava tal	6
3.4 Pokrovnost tal	6
3.5 Klimatske značilnosti	8
3.6 Vegetacija	9
4 HIDROLOŠKE ZNAČILNOSTI CERKNIŠKEGA JEZERA	11
4.1 Hidrološka razdelitev jezera	11
4.1.1 Izvirni pas	11
4.1.1.1 Bloške vode	11
4.1.1.2 Loške vode	11
4.1.1.3 Snežniško-Javorniške vode	11
4.1.1.4 Slivniški studenci	12
4.1.2 Ponorni pas	13
4.1.2.1 Jamski zaliv	13
4.1.2.2 Zaliva Rešeto in Vodonos	14
4.1.3 Estavelni pas	14

4.2 Hidrološko zaledje Cerknškega jezera	15
4.2.1 Hidrološko zaledje, ki so ga določili Andrej Kranjc in Žibrik, Lewicki ter Pičinin.....	15
4.2.2 Hidrološko zaledje, ki ga je določil ARSO	15
4.2.3 Primerjava hidroloških zaledij.....	16
5 KAKOVOST VODE	17
5.1 Samočiščenje	17
5.2 Evtrofikacija	17
5.3 Dušik	17
5.4 Fosfor.....	18
5.5 Kakovost Cerknškega jezera	19
6 DIGITALNI MODEL VIŠIN 5 x 5 m.....	20
6.1 Normalna poplava	22
6.2 Izredna poplava	23
6.3 Najvišja zabeležena poplava.....	24
7 PADAVINE, VODOSTAJ IN VOLUMEN VODE V OBDOBJU 2004-2014.....	25
7.1 Padavine v obdobju 2004-2014	25
7.2 Vodostaj v obdobju 2004-2014	29
7.3 Volumen jezerske vode v obdobju 2004-2014	30
8 VODNA BILANCA CERKNŠKEGA JEZERA V OBDOBJU 2004-2014.....	34
8.1 Izračun glede na količino odtoka vode iz jezera.....	36
8.2 Izračun glede na količino padavin.....	40
8.3 Primerjava izračuna vodne bilance Cerknškega jezera	43
9 MONITORING KAKOVOSTI CERKNŠKEGA JEZERA V OBDOBJU 2004-2006.....	45
9.1 Celotni fosfor.....	45
9.2 Celotni dušik.....	47
9.3 Ortofosfati.....	48
9.4 Amonij.....	49
9.5 Nitriti	50
9.5 Nitrati.....	51
10 MASNA BILANCA KAKOVOSTNIH PARAMETROV	53
10.1 Celotni fosfor.....	54
10.2 Celotni dušik.....	54
10.3 Ortofosfati.....	54
10.4 Amonij.....	54

10.5 Nitriti	55
10.6 Nitrati	55
11 KOLIČINA FOSFORJA IN DUŠIKA, KI PRISPE V JEZERO IZ HIDROLOŠKEGA ZALEDJA	56
11.1 Postopek izračuna.....	56
11.1.1 Vnos iz kmetijskih površin.....	56
11.1.2 Vnos iz utrjenih površin	57
11.1.3 Vnos iz gospodinjstev	58
11.1.4 Vnos iz komunalnih čistilnih naprav.....	58
11.1.5 Vnos iz industrij	59
11.2 Vnos v obdobju 2004-2014.....	59
11.2.1 Vnos za leto 2004.....	59
11.2.1.1 Vnos iz kmetijskih površin.....	59
11.2.1.2 Vnos iz utrjenih površin	60
11.2.1.3 Vnos iz gospodinjstev	60
11.2.1.4 Vnos iz komunalnih čistilnih naprav.....	61
11.2.1.5 Vnos iz industrij	62
11.2.1.6 Skupna količine	62
11.2.2 Vnos za leto 2005.....	63
11.2.3 Vnos za leto 2006.....	63
11.2.4 Vnos za leto 2007.....	63
11.2.5 Vnos za leto 2008.....	63
11.2.6 Vnos za leto 2009.....	64
11.2.7 Vnos za leto 2010.....	64
11.2.8 Vnos za leto 2011	64
11.2.9 Vnos za leto 2012.....	64
11.2.10 Vnos za leto 2013.....	64
11.2.11 Vnos za leto 2014.....	65
11.2.12 Pregled letnih količin vnosa	65
11.2.13 Primerjava z predhodnimi študijami	68
12 VOLLENWEIDERJEV MODEL.....	69
13 ZAKLJUČEK.....	71
VIRI.....	72

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Tipi pokrovnosti tal hidrološkega zaledja Cerkniškega jezera [11], [14].....	7
Preglednica 2: Razdelitev hidrološkega zaledja Cerkniškega jezera (ARSO) [13], [11]	15
Preglednica 3: Seznam padavinskih postaj [21]	25
Preglednica 4: Letna količina padavin v obdobju 2004-2014 [21].....	27
Preglednica 5: Seznam vodomernih postaj na Cerkniškem jezeru [35]	29
Preglednica 6: Število poplavnih dni po posameznih letih v obdobju 2004-2014	31
Preglednica 7: Spreminjanje volumna jezera v obdobju 2004-2014	35
Preglednica 8: Letna vodna bilanca jezera izračunana glede na količino odtoka vode iz jezera, v obdobju 2004-2014.....	39
Preglednica 9: Povprečna mesečna vodna bilanca jezera, izračunana glede na količino odtoka vode iz jezera, v obdobju 2004-2014	39
Preglednica 10: Mesečne vrednosti količine padavin, evapotranspiracije in vodne bilance v obdobju 2004–2014 [36], [38].....	41
Preglednica 11: Količina odtoka padavinske vode iz hidrološkega zaledja Cerkniškega jezera v obdobju 2004-2014 [36], [38]	42
Preglednica 12: Vodna bilanca Cerkniškega jezera izračunana glede na količino padavin v njegovem hidrološkem zaledju v obdobju 2004-2014	43
Preglednica 13: Primerjava izračunov pritoka vode v Cerkniško jezero v obdobju 2004-2014	43
Preglednica 14: Primerjava izračunov odtoka vode iz Cerkniškega jezera v obdobju 2004-2014.....	44
Preglednica 15: Masna bilanca celotnega fosforja	54
Preglednica 16: Masna bilanca celotnega dušika	54
Preglednica 17: Masna bilanca ortofosfatov.....	54
Preglednica 18: Masna bilanca amonija	55
Preglednica 19: Masna bilanca nitritov	55
Preglednica 20: Masna bilanca nitratov.....	55
Preglednica 21: Kmetijske površine hidrološkega zaledja Cerkniškega jezera.....	57
Preglednica 22: Letni koeficienti vnosa fosforja in dušika, ki ga prispeva hektar posamezne kategorije kmetijske površine [41]	57
Preglednica 23: Koeficient odtoka posamezne kategorije rabe tal utrjenih površin [42]	58
Preglednica 24: Srednje koncentracije padavinskih vod z utrjenih površin [43]	58
Preglednica 25: Količina vnosa fosforja iz kmetijskih zemljišč (2004)	59
Preglednica 26: Količina vnosa dušika iz kmetijskih zemljišč (2004)	59
Preglednica 27: Količina vnosa fosforja iz utrjenih zemljišč (2004).....	60
Preglednica 28: Količina vnosa dušika iz utrjenih zemljišč (2004).....	60

Preglednica 29: Količina vnosa fosforja iz gospodinjstev (2004).....	61
Preglednica 30: Količina vnosa dušika iz gospodinjstev (2004).....	61
Preglednica 31: Količina vnosa fosforja iz komunalnih čistilnih naprav (2004)	61
Preglednica 32: Količina vnosa dušika iz komunalnih čistilnih naprav (2004)	61
Preglednica 33: Količina vnosa fosforja iz industrij (2004).....	62
Preglednica 34: Količina vnosa dušika iz industrij (2004).....	62
Preglednica 35: Skupne količine vnosa fosforja in dušika (2004)	63
Preglednica 36: Letna obremenitev Cerknškega jezera s fosforjem in dušikom v obdobju 2004-2014	65
Preglednica 37: Letna obremenitev Cerknšičice in jezera (brez Cerknšičice) s fosforjem in dušikom v obdobju 2004-2014	67
Preglednica 38: Primerjava koncentracij fosforja v jezeru (Vollenweiderjev model in ARSO).....	70

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Pokrovnost tal hidrološkega zaledja Cerknškega jezera [11], [14].....	7
Grafikon 2: Povprečna mesečna višina padavin, vsota mesečne evapotranspiracije in mesečna vodna bilanca v obdobju 1971-2000 [15], [16], [17]	9
Grafikon 3: Površina in volumen jezerske vode pri različnih vodostajih.....	20
Grafikon 4: Povprečna mesečna količina padavin v obdobju 2004-2014 [21].....	27
Grafikon 5: Letna količina padavin v obdobju 2004-2014 [21]	28
Grafikon 6: Mesečna količina padavin leta 2011 in 2014 [21]	29
Grafikon 7: Povprečni volumen jezerske vode po mesecih v obdobju 2004-2014	31
Grafikon 8: Povprečni volumen jezerske vode po letih v obdobju 2004-2014	32
Grafikon 9: Nihanje volumna jezerske vode leta 2011 in 2014	33
Grafikon 10: Dnevna količina padavin in dnevna sprememba volumna vode v letu 2014	36
Grafikon 11: Dnevna količina padavin in dnevna sprememba volumna vode v letu 2011	36
Grafikon 12: Sprememba volumna Cerknškega jezera glede na nadmorsko višino gladine vode pri nižanju gladine.....	37
Grafikon 13: Odtok vode iz jezera glede na aktivacijo požiralnikov na različnih nadmorskih višinah 38	
Grafikon 14: Povprečna mesečna višina padavin, vsota mesečne evapotranspiracije in mesečna vodna bilanca v obdobju 2004-2014 [36], [38].....	40
Grafikon 15: Izmerjene koncentracije fosforja [30], [39], [29].....	46
Grafikon 16: Povprečne koncentracije fosforja na pritokih in iztokih [30], [39], [29]	46
Grafikon 17: Izmerjene koncentracije dušika [30], [39], [29].....	47
Grafikon 18: Povprečne koncentracije dušika na pritokih in iztokih [30], [39], [29]	47
Grafikon 19: Izmerjene koncentracije ortofosfatov [30], [39], [29].....	48
Grafikon 20: Povprečne koncentracije ortofosfatov na pritokih in iztokih [30], [39], [29]	48
Grafikon 21: Izmerjene koncentracije amonija [30], [39], [29]	49
Grafikon 22: Povprečne koncentracije amonija na pritokih in iztokih [30], [39], [29]	49
Grafikon 23: Izmerjene koncentracije nitritov [30], [39], [29]	50
Grafikon 24: Povprečne koncentracije nitritov na pritokih in iztokih [30], [39], [29]	50
Grafikon 25: Izmerjene koncentracije nitratov [30], [39], [29].....	51
Grafikon 26: Povprečne koncentracije nitratov na pritokih in iztokih [30], [39], [29]	51
Grafikon 27: Letna količina vnosa fosforja v Cerknško jezero (2004-2014).....	66
Grafikon 28: Letna količina vnosa dušika v Cerknško jezero (2004-2014).....	66

KAZALO SLIK

Slika 1: Cerknško jezero v Slavi vojvodine Kranjske [3]	2
Slika 2: Obnova jezua v Rešetu (1957) [4]	3
Slika 3: Vzdolžni prerez reke sedmerih imen in kraških polj [7]	4
Slika 4: Cerknško polje z okolico [9]	5
Slika 5: Naselja na Cerknškem polju [11]	5
Slika 6: Navadni trst na Cerknškem polju, v ozadju je Bloška planota (datum posnetka: 19.3.2016). 10	
Slika 7: Vodotoki na Cerknškem polju [11]	12
Slika 8: Ponor, požiralnik in ponikva [20]	13
Slika 9: Ponorni in estavelni pas na Cerknškem polju [11]	14
Slika 10: Primerjava hidroloških zaledij Cerknškega jezera [13], [11], [6]	16
Slika 11: Začetek poplavljanja dna Cerknškega polja [11], [31]	21
Slika 12: Normalna poplava (poplava do 550 m. n. m.) [11], [31]	22
Slika 13: Izredna poplava pri 552 m. n. m. [11], [31]	23
Slika 14: Najvišja zabeležena poplava [11], [31]	24
Slika 15: Konstruiranje Thiessenovih poligonov [11], [6]	26
Slika 16: Vodomerna postaja Dolenje Jezero (datum posnetka: 19.3.2016)	30

»Ta stran je namenoma prazna.«

1 UVOD

Cerkniško jezero je najbolj znano presihajoče kraško jezero na svetu. To, da se jezero pojavlja in izginja, je že od nekdaj privabljal znanstvenike v upanju, da raziščejo njegovo delovanje. Ravno zaradi njegove posebnosti – presihanja, sem se odločila za nadaljnje raziskovanje v tej diplomski nalogi. Poleg njegovega fenomena me je pritegnil tudi trend modernega sveta, ki teži k vedno večji pomembnosti ohranjanja kakovosti voda. V okviru moje diplomske naloge sta zajeti ravno ti dve lastnosti obravnavanega jezera.

Opis delovanja Cerknškega jezera najbolj nazorno predstavlja njegova vodna bilanca, ki pove, koliko vode priteče v jezero, koliko odteče in koliko je v njem ostane. Kadar je dotok vode v jezero večji od odtoka, se jezero polni, kadar je dotok manjši od odtoka, se prazni, in kadar je dotok vode enak odtoku, takrat količina vode v jezeru ostaja nespremenjena.

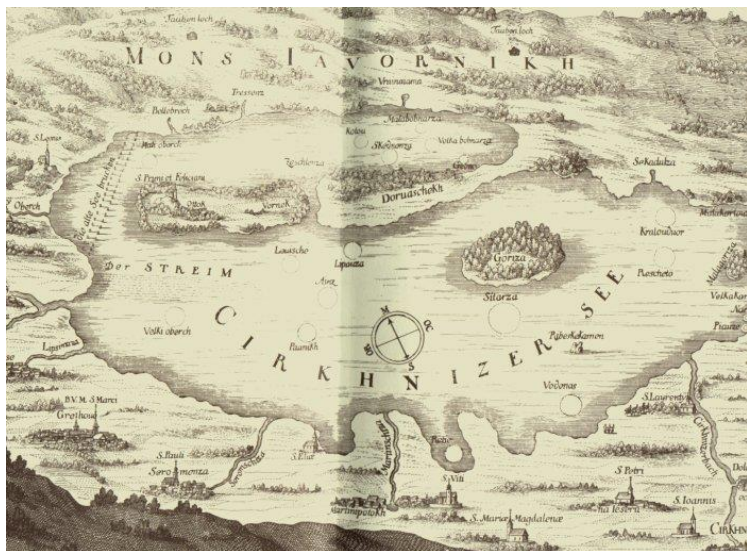
Ocena vodne bilance Cerknškega jezera je bila nazadnje narejena leta 2010 za hidrološko leto 1975. V moji diplomski nalogi pa me zanima, kakšna je vodna bilanca jezera v zadnjih letih, zato sem se odločila preučevati obdobje od leta 2004 do leta 2014. Vodna bilanca je osnova za določitev masne bilance kakovostnih parametrov.

V diplomski nalogi bom predstavila masno bilanco kakovostnih parametrov Cerknškega jezera. Spremljala bom različne parametre (amonij, ortofosfati, nitrati in nitriti) s poudarkom na celotnem fosforju in dušiku. Masna bilanca pove, koliko hranil vstopa v jezero, koliko iz njega izstopa in koliko jih v njem na novo nastane oziroma se jih porabi. Izračuni bodo narejeni za obdobje treh let (2004-2006), ko je Agencija Republike Slovenije opravljala meritve na pritokih in iztokih jezera. Ker sta fosfor in dušik glavna onesnaževalca vode, bom izračunala, kako se je vnos teh dveh hranil spreminjal v celotnem preučevanem obdobju. Izračun bo temeljil na vnosu fosforja in dušika iz hidrološkega zaledja jezera.

2 CERKNIŠKO JEZERO SKOZI ZGODOVINO

2.1 Zgodovinski pregled

Cerkniško jezero je bilo zaradi njegovega posebnega značaja že v zgodovini zelo zanimivo za številne raziskovalce s celega sveta. Jurij Leonberger je bil eden izmed prvih, ki je v svoji pesmi (1537) opisoval Cerknško jezero, leta 1551 pa je Jurij Wernher izdal bolj znanstveni opis jezera. Profesor naravoslovja p. Atanazij Kircher je v svojem delu iz leta 1678 pisal predvsem o podzemnem svetu in tudi o Cerknškem jezeru. Tako Wernherjeva kot tudi Kircherjeva razlaga o delovanju jezera sta vsebovali podobno teorijo o pravem jezeru in jezeru pod njim, katerega napajajo vode iz podzemnih jezerc iz okoliških hribov. Najbolj znana razprava o Cerknškem jezeru je bila napisana leta 1689 v knjigi Slava vojvodine Kranjske, ki jo je napisal Janez Vajkard Valvasor (1641-1693). Knjiga vsebuje opis ribolova in ribolovnih pravic, hidrologijo, zemljevid jezera (Slika 1) in bakrorez, ki predstavlja Valvasorjevo razlago o delovanju presihajočega jezera, ki temelji predvsem na Kircherjevem opisu tega jezerskega fenomena. [1], [2], [3]



Slika 1: Cerknško jezero v Slavi vojvodine Kranjske [3]

Monografija o Cerknškem jezeru Franca Antona Steinberga, izdana leta 1758 v Ljubljani, vsebuje bolj podroben opis jezera, kot ga je podal J. V. Valvasor, razlaga o delovanju jezera pa ostaja enaka. Hidrotehnik p. Tobija Gruber pa je leta 1781 ovrgel dotedanje razlage in zapisal, da jezero nastaja zato, ker je količina padavin, ki padejo na območje jezera in na okoliška hribovja, večja od zmožnosti odtekanja vode skozi kraška tla. [1], [2]

2.2 Vodnogospodarski posegi na Cerknškem jezeru

Skozi zgodovino so se pojavljale ideje o osušitvi kot tudi o ojezeritvi Cerknškega jezera. Prvi posegi so bili izvedeni leta 1844, ko so domačini očistili nekatere požiralnike, jim znižali vhode in pred njimi postavili grablje. S temi posegi so pospešili odtekanje vode. Leta 1848 je bil zgrajen jez v Vodonosu. Inženir Vicentini je leta 1874 izdelal projekt za osuševanje jezera, ki pa zaradi prevelikih stroškov ni bil izveden. Na pobudo vlade na Dunaju je Putick leta 1887 napisal ideje, ki bi omilile poplave na Cerknškem polju, vendar se tudi njegove ideje niso uresničile. Želje za zmanjšanje poplav so bile še vedno prisotne, zato so domačini leta 1910 očistili Malo Karlovico in razstrelili nekatere skale ter tako pospešili odtekanje vode in s tem zagotovili, da je jezero vsako leto presahnilo. Zaradi prve svetovne vojne izvajanje osuševalnih del ni bilo mogoče, le-ta so se nadaljevala po koncu vojne. [1]

V Cerknici je leta 1921 začela z delovanjem Vodna zadruga, katere glavni cilj je bil osušiti jezero. Očistili so Rakovski mostek, Malo in Veliko Karlovico, razširili in poglobili vhode v Svinjsko jamo, Kamnje in Narte (5 požiralnikov), poglobili strugo Stržena (1 km) in prekopali meandra na Strženu. Z namenom, da ne bi prihajalo do poginjanja rib, so domačini leta 1946 pred Potočno jamo v Rešetu postavili manjši jez, ki pa se je zaradi velikega pritiska vode porušil. Čez deset let je bil s strani Ribiškega društva Ljubljana ta jez obnovljen (Slika 2). Zajezitev v velikosti 9 ha je omogočila preživetje rib. [1]



Slika 2: Obnova jezu v Rešetu (1957) [4]

Leta 1965 so se pojavile ideje o stalni ojezeritvi jezera. Tako bi nastalo največje slovensko jezero, ki bi ga izkoriščali za ribištvo in turizem. S temi idejami pa se niso strinjali vaščani Dolenjega Jezera, saj bi zajezena voda uničila veliko kmetijskih površin. Leta 1969 sta bila zabetonirana vhoda v Malo in Veliko Karlovico ter narejen 30 m dolg rov z železno zapornico pri Rakovem mostku, s katero je mogoče uravnati nivo vode v jezeru. Betonski jez pred Veliko Karlovico je segal do nadmorske višine 551 m. S temi posegi so zmanjšali odtok iz jezera, vendar je voda vseeno našla nove poti v podzemlje. Novembra istega leta je narava v bližini jeza v Rešetu ustvarila požiralnik v velikosti 6 m² in s tem ljudem sporočila, da morajo biti nadaljnja dela na Cerknškem jezeru strokovno načrtovana. Inženir Breznik je leta 1983 naredil načrt za večnamensko akumulacijo na Cerknškem in Planinskem polju, katerega je ministrstvo za okolje zavrnilo. [1]

Leta 1991 so na Skupščini občine Cerknica ugotovili, da se je kvaliteta vode v jezeru zaradi gospodarskega razvoja poslabšala. Sklenili so, da je jezero potrebno urediti v takšno stanje, kakršno je bilo pred posegi. Preklicali so Sklep o gradnji investicijskega objekta o stalni ojezeritvi Cerknškega jezera in predlagali, da se odstrani pregrada pred Malo Karlovico, odpre zapornica pri Veliki Karlovici in inšpekciji prijavi vse nedovoljene gradnje na Cerknškem jezeru. Pregrado pred Malo Karlovico so res podrli in prav tako odprli zapornico pri Veliki Karlovici. [1]

Kot je iz zgornjega opisa vodnogospodarskih posegov na Cerknškem jezeru razvidno, se je podoba jezera zaradi le-teh že večkrat spremenila. Spremenila pa se je tudi zaradi narave, ki je s svojimi dejanji pokazala, da je močnejša od človeka. Za umetnimi jezovi se poleg vode akumulirajo tudi mulj in ostale odpadle stvari. Zaradi tega se jezersko dno dviguje in s tem ustvarja primerne površine za rast trstja. Mulj se nalaga tudi v požiralnikih, ki jih maši, zato nastajajo nove luknje, skozi katere voda odteče v podzemlje. V zadnjih letih se je opustila redna košnja jezerskega dna, kar je povzročilo, da se jezero zarašča z vrbo, rdečim borom in s krlhiko. Vsa človekova poseganja v naravno okolje Cerknškega jezera pa so tudi povzročila, da je jezero vedno bolj onesnaženo. [1]

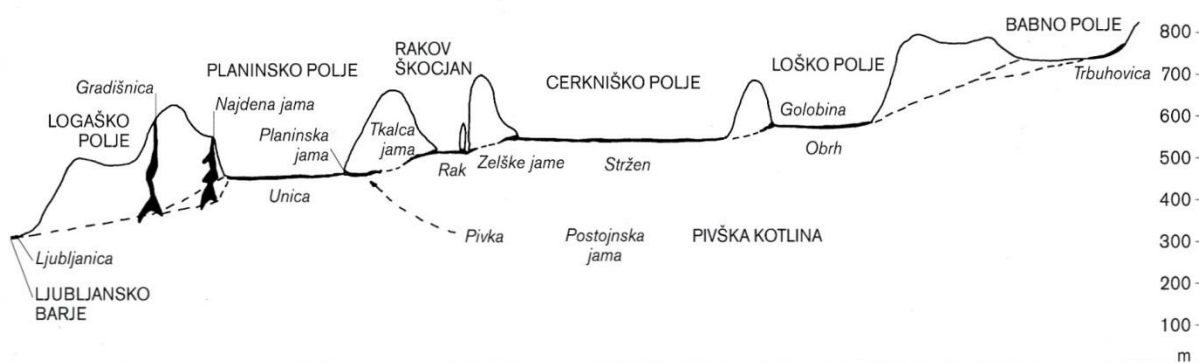
3 OPIS CERKNIŠKEGA JEZERA

3.1 Lega

Cerkniško polje se nahaja v jugozahodni Sloveniji, bolj natančno v Notranjskem podolju, ki leži vzdolž idrijske tektonske prelomnice in poteka v dinarski smeri. To podolje sestavlja več kraških polj, ki si sledijo od JV proti SZ in tudi od najvišje do najnižje nadmorske višine:

- Babno polje,
- Loška dolina,
- Cerknško polje,
- Rakovška uvala,
- Planinsko polje in
- Logaško polje.

Največje med temi kraškimi polji je Cerknško polje. Razlika med nadmorsko višino teh kraških polj pa omogoča pretakanje kraških ponikalnih voda. To so Trbuhovica, Obrh, Stržen, Rak in Unica, ki skupaj z reko Pivko sestavljajo reko Ljubljanico (reko sedmerih imen). Na Sliki 3 je prikazan vzdolžni prerez reke Ljubljanice in kraških polj, vse od Babnega polja pa do Ljubljanskega barja. [5], [6]



Slika 3: Vzdolžni prerez reke sedmerih imen in kraških polj [7]

Cerkniško polje obdaja več vzpetin:

- na SV strani sta Slivnica in Bloška planota,
- na V strani je višji prehod na Loško polje,
- na J in Z strani so Javorniki in
- na SZ strani je nižji prehod na Rakovško-Unško polje. [8]

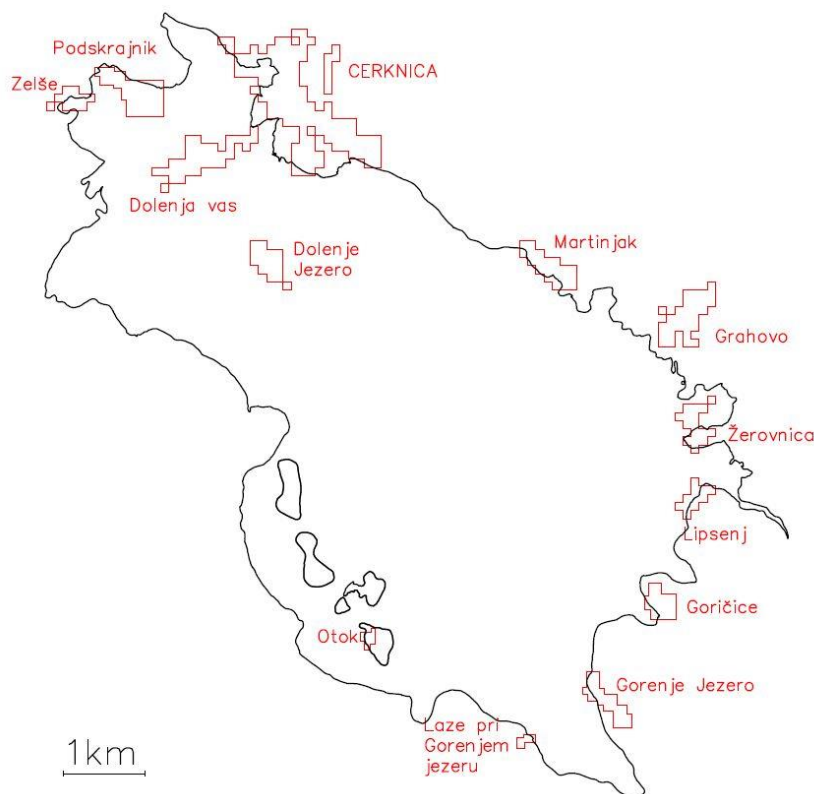
Na Sliki 4 je prikazano Cerknško polje s širšo okolico.



Slika 4: Cerknško polje z okolico [9]

3.2 Naselja

Na Cerknškem polju leži več naselij, po velikosti si od največjega do najmanjšega sledijo Cerknica, Grahovo, Dolenja vas, Martinjak, Dolenje Jezero, Žerovnica, Lipsenj, Zelše, Gorenje Jezero, Podskrajnik, Goričice, Otok in Laze pri Gorenjem Jezeru [10]. Njihova razporeditev je prikazana na Sliki 5. Kot je s Slike 5 razvidno, vsa naselja, izjema je le Dolenje Jezero, ležijo na robu Cerknškega polja. To je razumljivo, če se upošteva, da je osrednji del polja vsako leto poplavljen. [8]



Slika 5: Naselja na Cerknškem polju [11]

3.3 Pedološka sestava tal

Največji vpliv na pedološko sestavo tal Cerknškega polja je imela jezerska voda. Ob Cerknšičici so nastale evtrične rjave prsti. Ta prst je zelo kvalitetna, zato je primerna za izkoriščanje v kmetijske namene. Slaba stran te prsti pa je, da skozi njo umetna gnojila in pesticidi izjemno lahko pronicajo v podtalnico in jo onesnažujejo. [8]

Na območju, kjer je talna voda najvišja in so poplave najbolj pogoste, so tla močvirnata. Tu rastejo vrbe, jelše, trstičje in ostala močvirna vegetacija. Tla so zaradi nasičenosti z vodo slabo zračna. Zaradi tega prihaja do redukcije. Ko železo reducira, se obarva v sivo barvo, občasno tudi zelenkasto ali modrikasto sivo barvo. Kjer pa tla niso toliko nasičena z vodo, se občasno prezračijo in so lisasto sivo rjave barve. [12]

Na širšem območju Cerknškega polja se je razvilo več različnih tipov prsti:

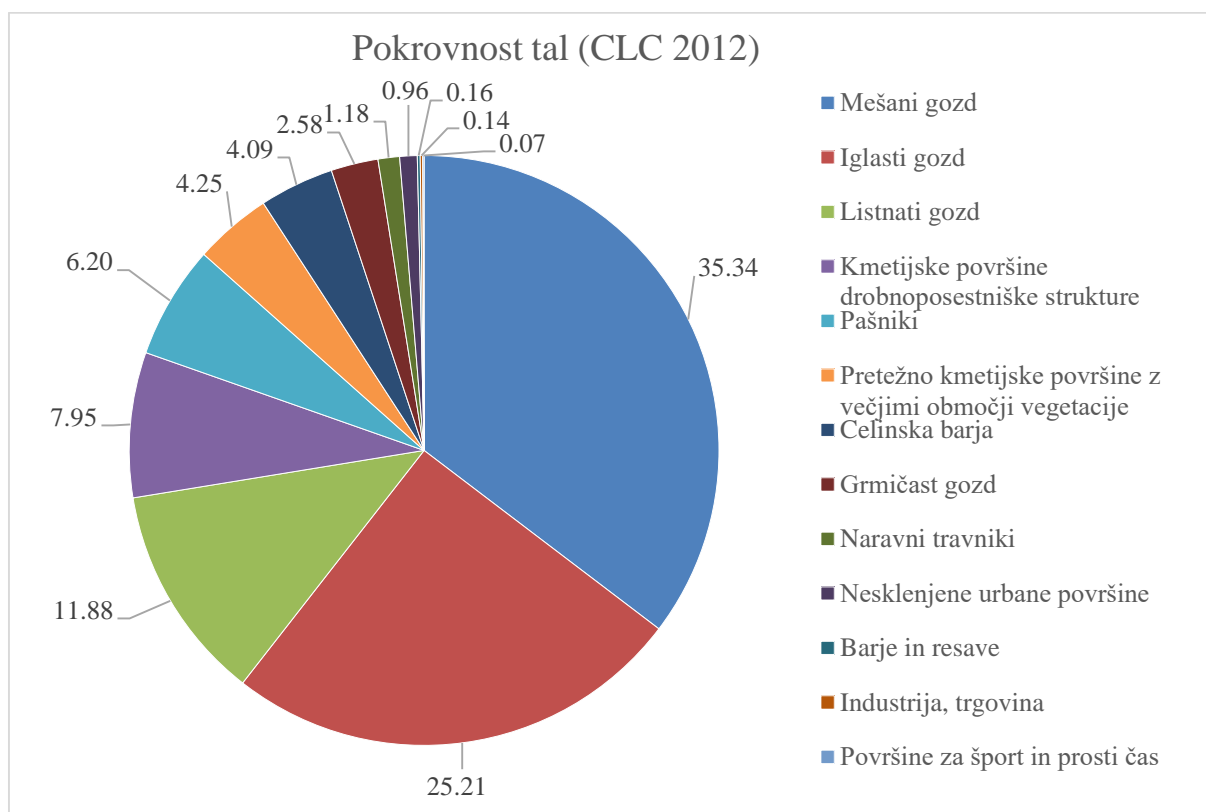
- na delu jezera, kjer se voda najdlje zadrži, so molični glej, hipoglej in amfiglej,
- na suhem delu polja so rendzina, rjava pokarbonatna tla, obrečna tla in evtrična rjava tla,
- v hidrološkem zaledju Cerknškega jezera prevladujeta rjava pokarbonatna tla in rendzina. [13]

3.4 Pokrovnost tal

Na spletni strani Geoportal ARSO [11] sem pridobila podatke o pokrovnosti tal za leto 2012 (CLC 2012). Podatke sem uvozila v program AutoCAD in jih omejila s hidrološkim zaledjem, katerega je določil Kranjc [6] (poglavje 4.2.1). Pridobljeni podatki so vsebovali le mejna območja posameznih tipov pokrovnosti tal na 3. nivoju. S pomočjo spletne strani Atlas okolja [13] sem tem mejnim območjem določila tipe pokrovnosti tal in jih v programu AutoCAD obarvala s podobnimi barvami, kot so tudi prikazane na tej spletni strani. Glede na to, da so na spletni strani Geoportal ARSO razpolagali le s podatki o pokrovnosti tal za območje naše države, del hidrološkega zaledja jezera pa sega tudi na območje države Hrvaške, sem za ta del hidrološkega zaledja uporabila podatke s spletne strani Copernicus [14]. Glede na razporeditev in velikosti posameznih tipov pokrovnosti tal na tej spletni strani, sem v programu AutoCAD izrisala mejna območja posameznih tipov pokrovnosti tal in jih obarvala glede na to, kateremu tipu pokrovnosti tal pripadajo. Prikaz pokrovnosti tal celotnega hidrološkega zaledja Cerknškega jezera je prikazan v Prilogi F. Za vsak tip pokrovnosti tal na 3. nivoju sem izračunala njihove površine, saj lahko samo na takšen način izvem, v kolikšni meri posamezni tipi tal sestavljajo celotno hidrološko zaledje. Tipi pokrovnost tal, ki sestavljajo hidrološko zaledje Cerknškega jezera, si po velikosti od največjega do najmanjšega sledijo: mešani gozd (35,34 %), iglasti gozd (25,21 %), listnati gozd (11,88 %), kmetijske površine drobnoposestniške strukture (7,95 %), pašniki (6,2 %), pretežno kmetijske površine z večjimi območji vegetacije (4,25 %), celinska barja (4,09 %), grmičast gozd (2,58 %), naravni travniki (1,18 %), nesklenjene urbane površine (0,96 %), barje in resave (0,16 %), industrija, trgovina (0,14 %) ter površine za šport in prosti čas (0,07 %). Njihove velikosti in deleži posameznega tipa pokrovnosti tal glede na celotno hidrološko zaledje so prikazani v Preglednici 1 in Grafikonu 1.

Preglednica 1: Tipi pokrovnosti tal hidrološkega zaledja Cerknškega jezera [11], [14]

Pokrovnost tal (CLC 2012)	Površina [km ²]	Delež [%]
Mešani gozd	167,867	35,34
Iglasti gozd	119,725	25,21
Listnati gozd	56,425	11,88
Kmetijske površine drobnoposestniške strukture	37,771	7,95
Pašniki	29,436	6,20
Pretežno kmetijske površine z večjimi območji vegetacije	20,175	4,25
Celinska barja	19,416	4,09
Grmičast gozd	12,278	2,58
Naravni travniki	5,605	1,18
Nesklenjene urbane površine	4,545	0,96
Barje in resave	0,745	0,16
Industrija, trgovina	0,652	0,14
Površine za šport in prosti čas	0,349	0,07
VSOTA	475	



Grafikon 1: Pokrovnost tal hidrološkega zaledja Cerknškega jezera [11], [14]

3.5 Klimatske značilnosti

Na klimo Cerknškega polja v največji meri vpliva njegova geografska lega. Leži med Jadranskim morjem in celinskim delom srednje Evrope, zato se tukaj prepletajo različni podnebni vplivi. Po Köppenovi razdelitvi sodi Cerknško polje v zmerno celinsko podnebje. Značilnosti tega podnebja so, da so povprečne oktobrske temperature višje od aprilskih, padavinski režim je submediteranski in povprečna letna količina padavin znaša okoli 1700 mm. [8]

Cerknško polje leži severovzhodno od alpsko-dinarske pregrade in blizu Postojnskih vrat, skozi katera topel zrak iz severnega Jadrana prodira v notranjost naše države. Alpsko-dinarska pregrada pa je zaradi svoje višine, to je 1200 m, mejnik med različnimi podnebj. Zaradi tega leži Cerknško polje na stičišču modificiranega mediteranskega padavinskega režima, ki ima višek padavin oktobra ali novembra in modificiranega kontinentalnega padavinskega režima z nižkom padavin v marcu ali aprilu. [6]

Temperatura zraka in stanje voda sta neločljiva. To se še posebej odraža pozimi, ko zaradi nizkih temperatur, stoječe in počasi tekoče reke zamrznejo in zato ne morejo odteči. Enako se dogaja tudi z novozapadlim snegom, ki lahko odteče šele po nekaj tednih ali celo mesecih. Posledično je kakovost voda slabša, saj so zaradi nizkih temperatur samočistilne sposobnosti voda nižje. [8]

Hidrološko zaledje Cerknškega jezera je zaradi premalo meteoroloških opazovanj in meritev težko razdeliti na manjša podnebna območja. Poznani pa so trije pokrajinski tipi, ki so določeni glede na to, kakšno podnebje imajo:

- zaprta kraška polja v nižjih legah,
- hribovit in planotasti svet Blok s širšo okolico in
- najvišji deli Javornikov in Snežnika. [6]

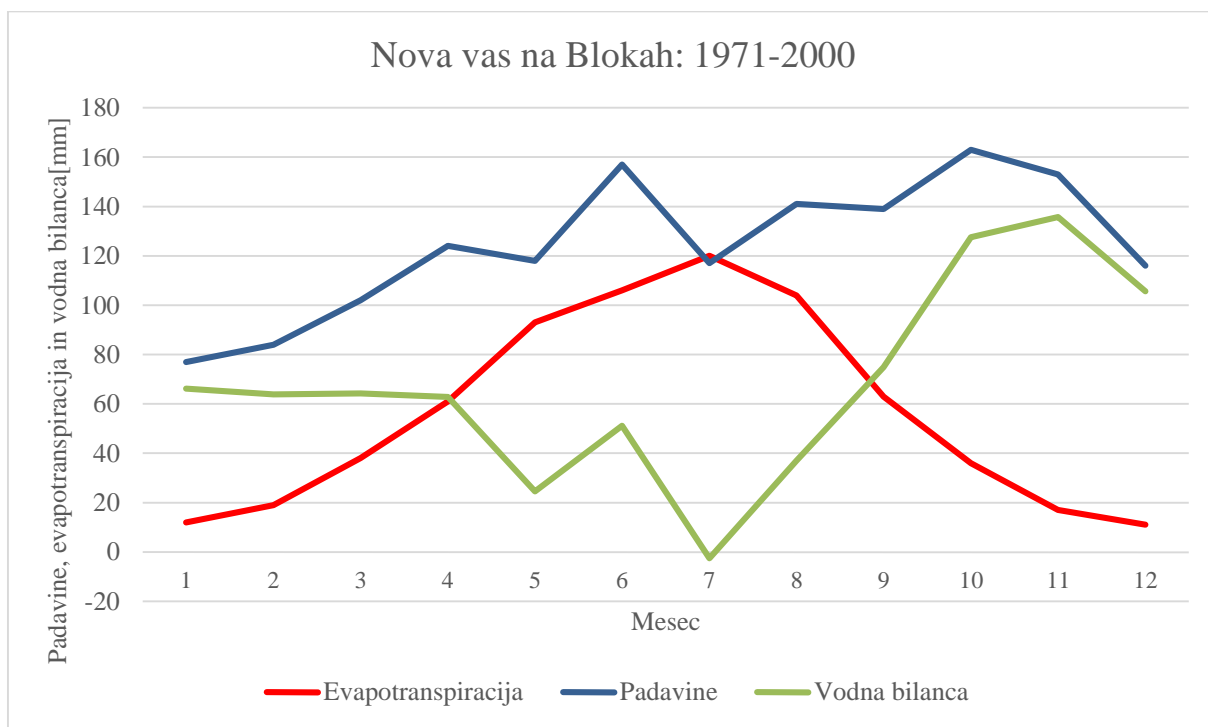
Za zaprta kraška polja v nižjih legah so značilni temperaturni obrati in večja vlažnost. Sem spadajo Cerknško polje, Loška dolina in Babno polje. Najvišji deli Javornikov in Snežnika imajo gorsko podnebje. Srednja letna temperatura hidrološkega zaledja Cerknškega jezera je med 6 in 8°C, letna višina padavin pa znaša med 1300 mm in 3000 mm. Razporeditev letne količine padavin v hidrološkem zaledju Cerknškega jezera po območjih je sledeče:

- na Blokah 1500 mm,
- na Babnem in Loškem polju približno 1550 mm,
- na Cerknškem polju nad 1700 mm,
- na Slivnici nad 1800 mm in
- na Snežniku okoli 3000 mm padavin. [6]

Pojavljanje poplav na Cerknškem polju je sezonsko. Med poplavami in padavinskim režimom se lahko zaradi skupnih lastnosti potegne vzporednico. Poplave in padavinski režim celotnega hidrološkega zaledja imata več skupnih točk, kot pa samo poplave in padavinski režim Cerknškega polja. To je še posebej izrazito meseca aprila in maja, ko je jezero največ časa zalito z vodo. Opazovalne postaje v hidrološkem zaledju imajo takrat sekundarni padavinski višek, opazovalne postaje na samem polju pa imajo takrat padavinski nižek. Pri primerjavi med padavinami in poplavami je potrebno upoštevati tudi zadrževanje vode v kraškem podzemlju ali z drugo besedo kraško retinenco. Sezonsko nastopanje padavin pri poplavljanju ni tako opazno tudi zaradi tega, ker polje ostane poplavljen dlje časa. Primer je jesensko deževje, ki povzroči jesensko poplavo. Le-ta pa lahko nastopi tudi šele meseca decembra, takrat ji pravimo zimska poplava. Spomladanske poplave so posledica predvsem hitrega taljenja snega, deloma pa tudi spomladanskega padavinskega viška. [6]

Na časovno razporeditev poplav vpliva tudi evapotranspiracija. »Evapotranspiracija je prehajanje vode v obliki vodne pare z zemeljske površine in skozi listne reže rastlin v ozračje. Vodna bilanca je razlika med referenčno evapotranspiracijo in padavinami za izbrano obdobje (mesec, leto). Negativna vodna bilanca pomeni, da je količina izhlapele vode večja od količine padavin.« [15], [16]

Na Cerknškem polju ni nobene opazovalne postaje, ki bi merila tudi evapotranspiracijo (v nadaljevanju ETP). Zato sem za izračune uporabila podatke iz opazovalne postaje Nova vas na Blokah, saj je to edina postaja v hidrološkem zaledju Cerknškega jezera, ki opravlja te meritve. Na Grafikonu 2 so predstavljeni podatki o povprečni mesečni višini padavin, vsoti mesečne ETP in mesečni vodni bilanci, pridobljeni na opazovalni postaji Nova vas na Blokah v obdobju 1971-2000. Iz Grafikona 2 je razvidno, da je bila ETP najnižja v zimskih mesecih, najvišja pa v poletnih. Meseca julija je bila ETP celo večja od količine padavin, zato je bila vodna bilanca v tem mesecu negativna (-2,6 mm). Vodna bilanca je bila najvišja v mesecu novembru (135,7 mm), sledila sta mu meseca oktober (127,6 mm) in december (105,6 mm). Letna višina padavin je v povprečju znašala 1491 mm, vsota letne ETP je bila 682 mm, višina letne vodne bilance pa 801 mm. [15], [16], [17]



Grafikon 2: Povprečna mesečna višina padavin, vsota mesečne evapotranspiracije in mesečna vodna bilanca v obdobju 1971-2000 [15], [16], [17]

3.6 Vegetacija

Na Cerknškem jezeru so se zaradi presihanja jezera in nihanja vodne gladine ustvarile različne rastlinske vrste. Kjer so tla večino prekrita z vodo, uspevajo bleščeči in češljasti dristavec, rumeni blatnik in navadna smrečica. Na območjih, kjer je vodostaj vode najvišji (3 – 6 % površja Cerknškega jezera), prevladujejo parožnice. Uspevajo pa tudi na območjih, kjer spomladi voda ostane dlje časa. Na območju jezera, kjer je voda plitva in se zadržuje dlje časa (4 – 8 % površja Cerknškega jezera), uspevajo amfibijske združbe. Na tistih delih Cerknškega jezera, kjer se voda zadržuje krajši čas in so tla daljše obdobje namočena (60 – 70 % površja Cerknškega jezera), uspevajo močvirske združbe. To so navadni trst, jezerski biček, vodno presličje, togo, obrežno in kljunasto šašje, močvirska sita in trstična pisanka.

Na območjih, kjer je podtalnica višja, in na obrobju poplavnega dela jezera uspevajo mokrotni travniki. [12]

Najbolj razširjena in najpomembnejša rastlina na Cerknškem jezeru je navadni trst (*Phragmites australis*), ki je prikazan na Sliki 6. [18]



Slika 6: Navadni trst na Cerknškem polju, v ozadju je Bloška planota (datum posnetka: 19.3.2016)

Nihanja vodne gladine in gosto makrofitsko rastlinje vplivata na fitoplankton, da ne tvori množičnih populacij. Najbolj razširjeni so predstavniki zlato-rjavih alg (*Chrysophyta*). Zaradi majhne globine Cerknškega jezera pa so poleg planktonskih vrst tudi vrste, ki so tipične za prerast. Zooplanktona je v Cerknškem jezeru razmeroma malo, glede na število vrst pa je zelo raznolik. Najpogostejše so vrste, ki so tipične za plitke in tople stoječe vode. Vse vrste zooplanktona se pojavijo predvsem spomladi, ko je evtrofičnost manjša. Ko pa se evtrofičnost poveča, to je, ko vodna gladina jezera upada, pa je v jezeru vedno prisotna vrsta *Bosmina longirostris*. Cerknško jezero je edini ekosistem v Sloveniji, v katerem prebiva vodna bolha. [18]

4 HIDROLOŠKE ZNAČILNOSTI CERKNŠKEGA JEZERA

4.1 Hidrološka razdelitev jezera

Cerkniško jezero je razdeljeno na izvirni, estavelni in ponorni pas. [12]

4.1.1 Izvirni pas

Na Cerknško polje pritekajo tako kraške kot tudi površinske vode. Razmerje med pritoki kraške proti površinski vodi znaša 4:1. Vso površinsko vodo predstavlja Cerknšica, saj je edini površinski pritok Cerknškega jezera. Izvira pod Sv. Vidom in ponikne v Jamskem zalivu. Vsi ostali pritoki na Cerknško polje so kraški, največ jih prihaja z njegovega vzhodnega in jugovzhodnega robu.

Največji vodotok je Stržen, ki izvira kot Obrh pri Gorenjem Jezeru in ponikne v Mali in Veliki Karlovici ter Svinjski jami. Pritoki na Cerknško polje se delijo na Bloške vode, Loške vode in Snežniško-Javorniške vode. [12], [6]

4.1.1.1 Bloške vode

Zaledje Bloških voda obsega Bloško planoto, Bločiško polje, Podlož, zaledje Križne jame, porečje Žerovniščice in Lipsenjščice. Bloške vode imajo največji pretok 35 m³/s, najbolj vodnata je Žerovniščica, sledi ji Lipsenjščica. Žerovniščica ima kraški izvir. Teče skozi vas Žerovnica in ponikne v Retju. Njena večja pritoka sta Martinjščica in Grahovščica. Štebersščica, ki izvira pod Križno goro, se pri vasi Lipsenj preimenuje v Lipsenjščico. Kadar ima Lipsenjščica nizke vode, le-te poniknejo že med potjo, kadar pa ima več vode pa teče vse do Stržena. Manjši pritoki Lipsenjščice so Na gabru, Krajčki, Gorički Brežiček in Zlatovec, manjši pritoki Stržena pa so Žabjek, studenčki do Gorenjega Jezera, Mostec, Kotrjaš, Urhov studenec in Rupa. [12], [19], [6]

4.1.1.2 Loške vode

Izviri Loških voda so močni obrhi, ki imajo skupni pretok cca. 84 m³/s, njihovo hidrološko zaledje obsega Babno polje, Loško polje in vzhodne dele Loškega potoka. Največji izviri so Obrh, ki ima pretok do 24 m³/s, Cemun, ki je estavela in ima enak pretok kot Obrh, Podpečmi s pretokom do 27 m³/s in Okence. Vse te vode so pritoki Stržena, kadar pa je vode malo, pa voda teče pod dnom Cerknškega polja. [19], [6]

4.1.1.3 Snežniško-Javorniške vode

Izviri na jugozahodni strani jezera, to je pod Javorniki, so čisti in konstantno hladni ter spadajo k Snežniško-Javorniškimi vodam. Glavna izvira sta Vranja jama in Suhadolica, ki imata skupni pretok 13 m³/s, poleg njiju si med Otokom, Zadnjim krajem in Nartami po vrsti sledijo izviri Otoški Obrh, Mrzlek, Mala in Velika Bobnarica, Ušiva Loka in Vršiči s skupno izdatnostjo do 4 m³/s. Od izvira Podpečmi do Otoka si po vrstnem redu sledijo izviri Krapina, Strmec, Lazi, Morelka, Kameni vir, Vidrna, Laški studenec, studenec Sv. Ane, Tresenec, Zlatovec in Retje, ki imajo skupni pretok do 18 m³/s. Voda iz izvirov Tresenec, Zlatovec in Retje ponikne v Leviščih, voda iz ostalih izvirov pa teče v Stržen. Morelka, Vidrna in Kameni vir ter Vranja jama, Suhadolica, Mala in Velika Bobnarica ter Vršiči so občasni izviri, vsi ostali so stalni. [6], [12]

Snežniško-Javorniške vode imajo zelo malo vode, zato jih le nekaj priteče vse do Stržena, ostale pa poniknejo na dnu Cerknškega polja. [8]

4.1.1.4 Slivniški studenci

Na severnem delu Cerknškega polja so slivniški studenci, njihov skupni pretok znaša $6 \text{ m}^3/\text{s}$, med njimi je najmočnejši studenec Martinjščica s pretokom do $2,3 \text{ m}^3/\text{s}$. K slivniškim studencem spadajo še Marija Magdalena, Kotliček, Sv. Vid, Trsteniščica in Grahovščica. Studenec Marija Magdalena ponika v Retju, Kotliček in studenec Sv. Vid sta pritoka Martinjščici, ki je poleg Trsteniščice in Grahovščice pritek Žerovniščice. [6]

Na Sliki 7 so prikazani vodotoki na Cerknškem polju.



Slika 7: Vodotoki na Cerknškem polju [11]

Kot je bilo že omenjeno je dotokov kraške vode na Cerknško polje v primerjavi s stalnimi dotoki (Cerknjščico) štirikrat več. To pa vpliva tako na hidrološke značilnosti Cerknškega jezera, kot tudi na kakovost jezerske vode. Površinske vode v primerjavi s kraškimi vodami prenašajo in odlagajo mnogo več materiala, vendar pa je njihova samočistilna sposobnost veliko večja. Hidrološko zaledje Cerknjščice meri 45 km^2 , zato količina padavin odločilno vpliva na njen pretok. Le-ta znaša od $0,2$ do $110 \text{ m}^3/\text{s}$. Cerknjščica ponikne v Veliki in Mali Karlovici. Kadar pa je njen vodostaj visok, le-ta v celoti ne more odteči skozi Veliko in Malo Karlovico, zato se prelije naprej proti Zelšam, do kamor ob visokem vodostaju teče tudi Stržen. [8]

Pretoki Slivniških studencev, Žerovniščice in Lipsenjščice so majhni, zato so tudi njihove samočistilne sposobnosti majhne. Povprečni nizki pretoki teh potokov niso višji od $0,50 \text{ m}^3/\text{s}$. Povprečni srednji pretok Lipsenjščice, ki je od vseh teh potokov najbolj vodnata, znaša $1,29 \text{ m}^3/\text{s}$. [8]

4.1.2 Ponorni pas

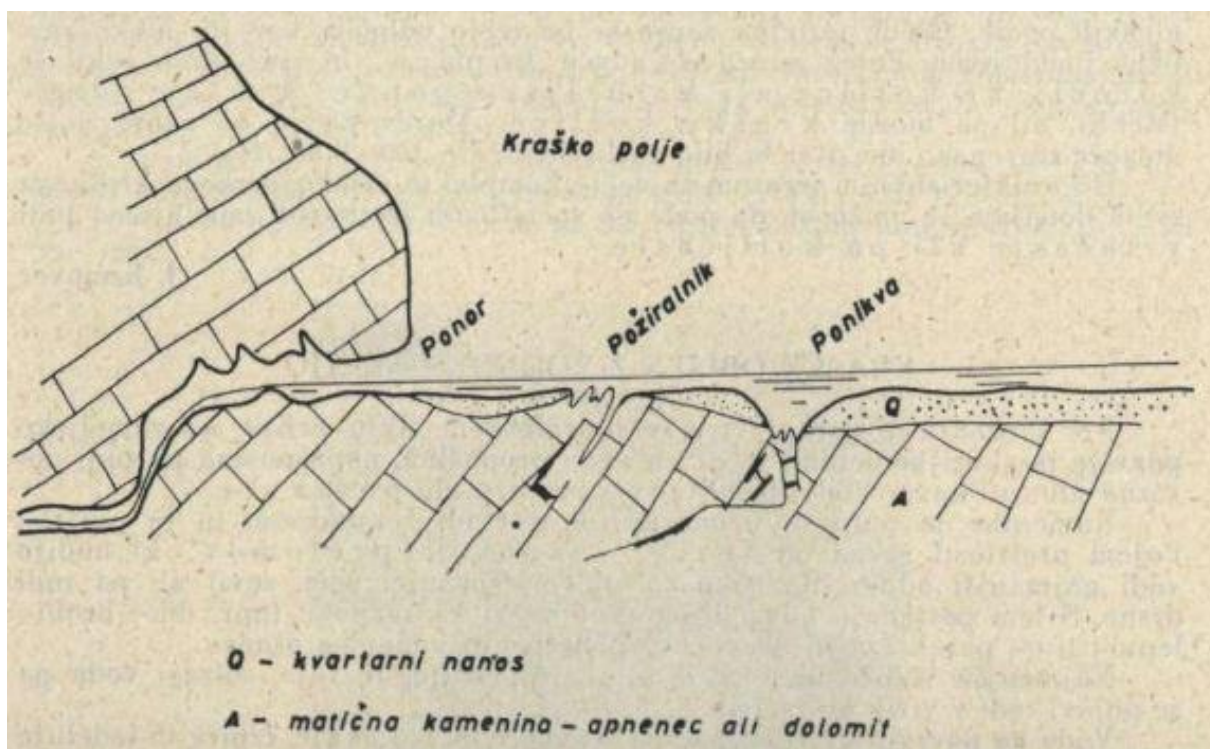
Vsi odtoki s Cerknškega polja so kraški, to pomeni, da vsa voda odteka v požiralnike, ponore in ponikve. Vsi trije izrazi označujejo mesto, kjer voda izginja v podzemlje, vendar pa se med seboj razlikujejo.

»Požiralnik – kjer voda vertikalno odteka v skalne zevi.

Ponor – voda vertikalno odteka v jamo.

Ponikva – kjer voda ponika v sipko gradivo.« [20]

Za lažje razumevanje so požiralnik, ponor in ponikva shematsko predstavljeni še na Sliki 8.



Slika 8: Ponor, požiralnik in ponikva [20]

Ponorni pas se deli na Jamski zaliv in na zaliva Rešeto in Vodonos.

4.1.2.1 Jamski zaliv

Jamski zaliv (Slika 19) se nahaja na severozahodnem delu Cerknškega polja. Voda, ki odteka skozi požiralnike v Jamskem zalivu, napaja izvire v Rakovem Škocjanu. Ti požiralniki so Rakovski mostek, Velika Karlovica, Mala Karlovica, Svinjska jama, Kamenje in Narte. [1], [12]

Glede na celotno Cerknško polje, površinska voda najhitreje odteče iz Jamskega zaliva, zaradi ponorov, ki se nahajajo na skalnatem robu zaliva. Skupna največja pretočna sposobnost teh ponorov znaša $10,3 \text{ m}^3/\text{s}$. Talna voda pa v tem zalivu ostane veliko dlje časa, ker na njegovem dnu ni večjih ponikev. [8]

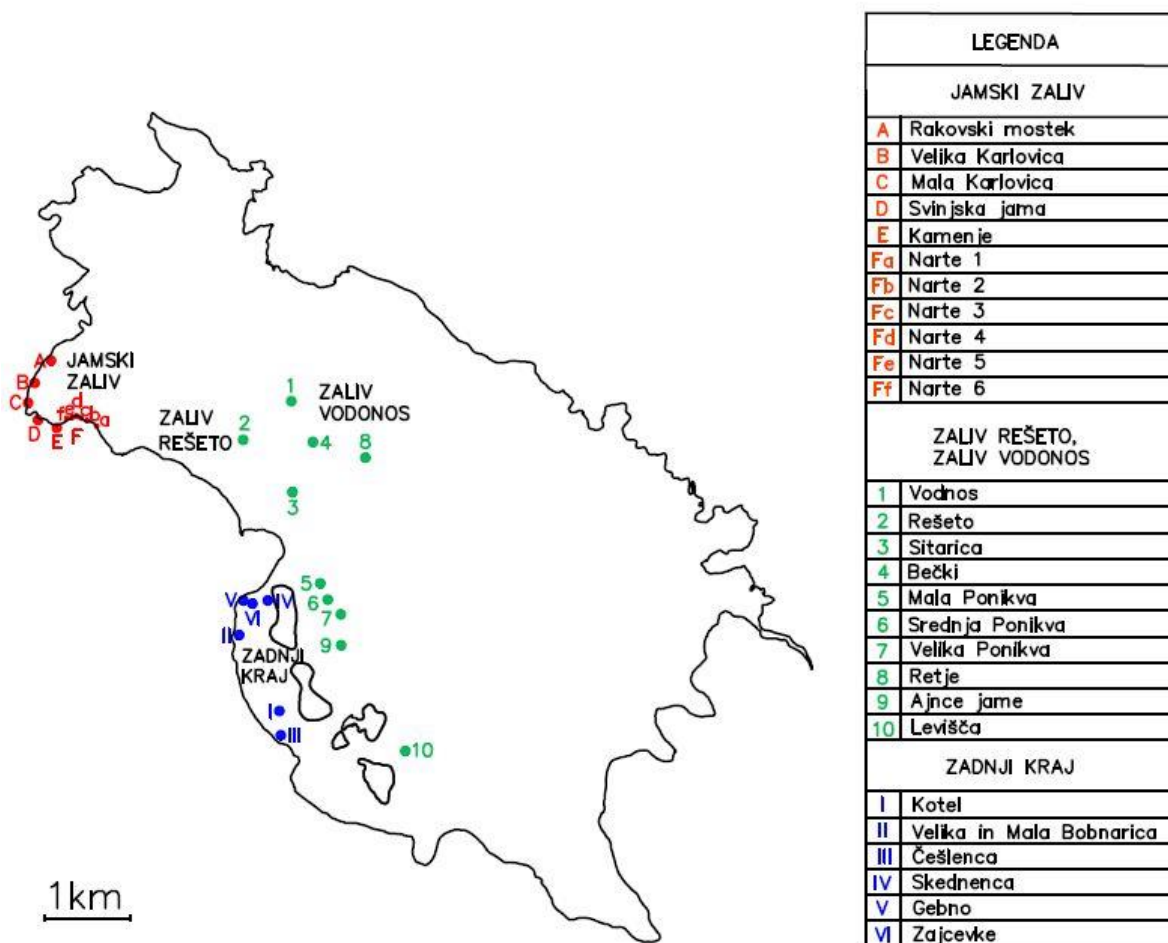
4.1.2.2 Zaliva Rešeto in Vodonos

Najpomembnejše ponikve se nahajajo na sredini Cerknškega polja, to je v zalivih Rešeto in Vodonos (Slika 9) in odvajajo vodo v izvire Bistre in Ljubije na Ljubljanskem barju. Njihova največja pretočna sposobnost znaša $7,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Te ponikve so Vodonos (do $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$), Rešeto ($0,8 \text{ m}^3/\text{s}$), Sitarica ($0,5 \text{ m}^3/\text{s}$), Bečki ($0,5 \text{ m}^3/\text{s}$), Mala ($1,0 \text{ m}^3/\text{s}$), Srednja ($0,5 \text{ m}^3/\text{s}$) in Velika Ponikva ($0,2 \text{ m}^3/\text{s}$), Retje, Ajnce jame in Levišča. [8]

Voda iz Cerknškega polja odteka v dve smeri, iz Jamskega zaliva v Rakov Škocjan in iz zaliva Rešeto in Vodonos pa na Ljubljansko barje. Pretočna sposobnost požiralnikov, skozi katere voda odteka proti Planinskemu polju znaša $25 \text{ m}^3/\text{s}$, požiralnikov, ki odvajajo vodo proti Ljubljanskemu barju pa $15 \text{ m}^3/\text{s}$. [8]

4.1.3 Estavelni pas

Estavele so ponori, ki požirajo kraško talno vodo in jo tudi bruhamo ali z drugimi besedami, so bruhalniki in požiralniki obenem. Nahajajo se v Zadnjem kraju (Slika 9) za katerega so poleg skupin estavel Kotel, Velika in Mala Bobnarica značilni tudi požiralniki Češlenca, Skednenca, Gebno in ponikve Zajcevke. Zadnji kraj se nahaja na zahodnem delu Cerknškega polja, med Javorniki in Otočcem. [1], [12]



Slika 9: Ponorni in estavelni pas na Cerknškem polju [11]

Maksimalni dotok vode na Cerknško polje znaša 210 – 240 m³/s, maksimalni odtok pa 40 – 90 m³/s. Ravno ta velika razlika med dotoki in odtoki povzroči nastanek in tudi omogoča obstanek Cerknškega jezera [6]. Kadar pa odtoki presežejo dotoke, se jezero začne prazniti. Ravno to – presihanje - je največja zanimivost Cerknškega jezera.

4.2 Hidrološko zaledje Cerknškega jezera

Cerknško jezero je zaradi presihanja svojevrsten vodni ekosistem in ga je zato potrebno preučevati širše, poleg samega jezera tudi njegovo hidrološko zaledje. Samo na tak način lahko razumemo celotno delovanje jezera. Mejo hidrološkega zaledja Cerknškega polja je zaradi kraških tal zelo težko določiti [8]. Različni avtorji so podali med seboj zelo različne podatke o velikosti tega poplavnega zaledja.

4.2.1 Hidrološko zaledje, ki so ga določili Andrej Kranjc in Žibrik, Lewicki ter Pičinin

Površina hidrološkega zaledja Cerknškega jezera znaša 475 km² [6]. V raziskavi, ki je bila zaključena leta 1976, so porečje Ljubljance razdelili na osem hidroloških območij, od katerih tri predstavljajo hidrološko zaledje Cerknškega polja. To so Cerknica, h kateri prištevamo tudi del Javornikov in Snežnika, Lož in Bloke s skupno površino okoli 474 km². [21]

4.2.2 Hidrološko zaledje, ki ga je določil ARSO

Na spletni strani ARSO (Atlas okolja) sem pridobila podatke o vodozbirni površini Cerknškega jezera [11]. Po njihovih izračunih znaša le-ta 270,407 km² [11]. To prispevno območje zajema le zaledje površinskih voda, v njem ni zajeto zaledje podzemnih voda, zato je tudi njegova površina v primerjavi z zgornjimi ugotovitvami ostalih avtorjev manjša. Hidrološko zaledje je glede na vodno telo (VT) razdeljeno na tri območja. Podrobnosti o njih so prikazane v Preglednici 2. [13]

Preglednica 2: Razdelitev hidrološkega zaledja Cerknškega jezera (ARSO) [13], [11]

	I	II	III
Ime povodja ali porečja	Sava	Sava	Sava
Ime podporečja	Srednja Sava	Srednja Sava	Srednja Sava
Ime vodotoka	Cerknšičica	Cerknško jezero	Jezerki Obrh
Ime vodnega telesa	VT Cerknšičica	VTJ Cerknško jezero	VT Jezerki Obrh
Povšina [m²]	48958065,26	133064415,68	88384499,08
Poršina [km²]	48,958	133,064	88,384
Skupna površina [km²]	270,407		

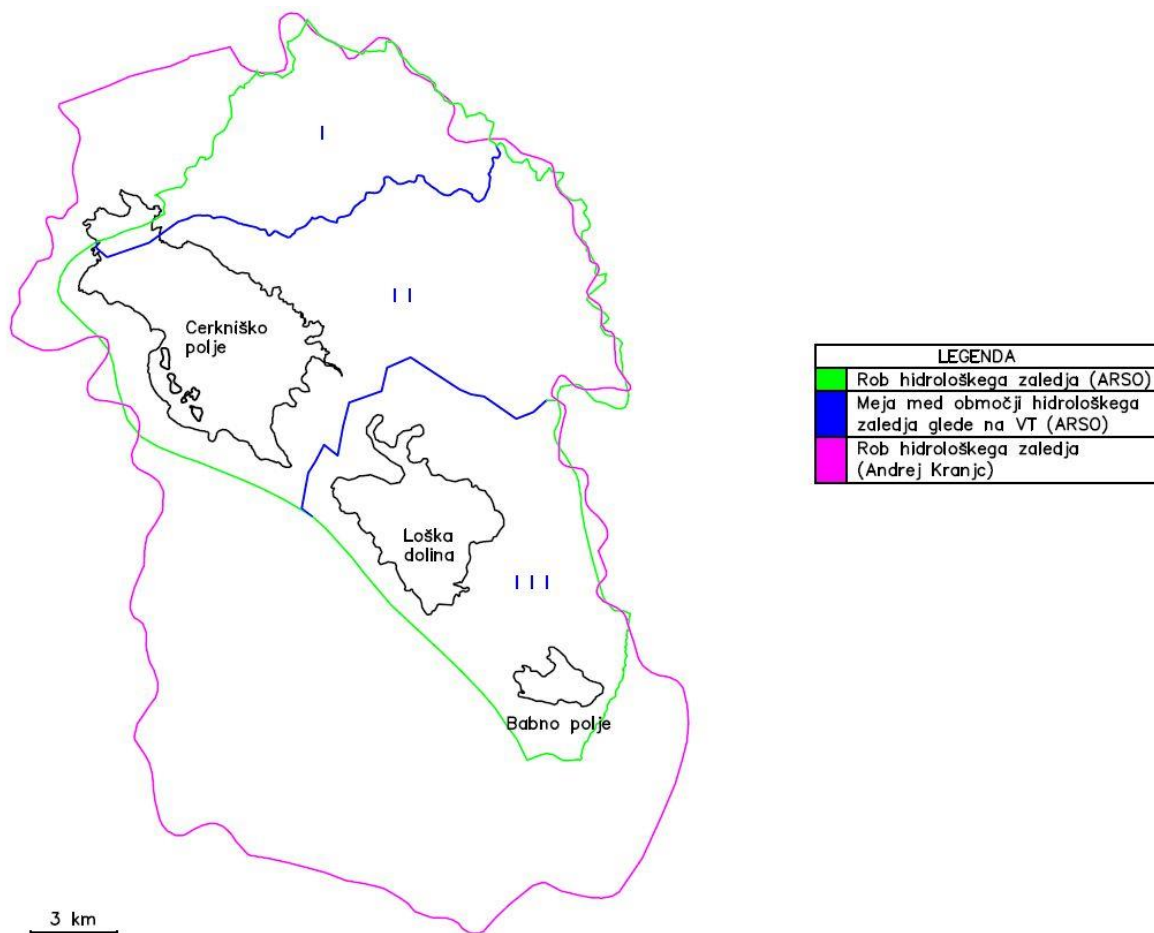
Legenda:

VT ... vodno telo

VTJ ... vodno telo jezero

4.2.3 Primerjava hidroloških zaledij

Iz zbornika Cerknško jezero in njegove poplave [6] sem sliko hidrološkega zaledja Cerknškega jezera izvozila v program AutoCAD. Sliko sem prilagodila merilu tako, da le-ta prikazuje realno velikost. S pomočjo orodij sem izrisala mejo zaledja in izračunala njegovo površino. Le-ta znaša 475 km² in se ujema z avtorjevimi navedbami. Podatke o hidrološkem zaledju, ki sem jih pridobila na Geoportalu ARSO [11], sem tudi uvozila v program AutoCAD in izračunala površine treh območij, ki skupaj predstavljajo hidrološko zaledje Cerknškega jezera. Obe prispevni površini Cerknškega jezera sta prikazani na Sliki 10.



Slika 10: Primerjava hidroloških zaledij Cerknškega jezera [13], [11], [6]

Kot je iz Slike 10 razvidno, je največja razlika med tema dvema mejama hidrološkega zaledja na JZ delu, to je na območju Javornikov. Ker v hidrološkem zaledju, ki ga je določil ARSO niso zajete tudi podzemne vode, sem za nadaljnje izračune uporabila mejo in površino hidrološkega zaledja, ki ga je določil Andrej Kranjc (475 km²). To površino je v diplomski nalogi z naslovom Modeliranje vodnega ekosistema Cerknškega jezera s programskim orodjem Aquatox uporabil tudi avtor Korošec [22]. Avtor izhaja iz predpostavke, da se reka Rak napaja predvsem iz Cerknškega jezera. Glede na srednji letni pretok reke Rak, povprečne količine padavin in ETP je prišel do zaključka, da znaša površina hidrološkega zaledja jezera vsaj 380 km² [22]. Pravilnost izbire površine hidrološkega zaledja v velikosti 475 km² je dokazana v poglavju 8.2, kjer se količina dotoka padavinske vode s hidrološkega zaledja jezera na letni ravni ujema z izračuni pritekajoče se vode na Cerknško polje, izračunane glede na spremembo količine vode v jezeru in količino odtokle vode iz jezera.

5 KAKOVOST VODE

Kakovost vode zajema fizikalne, kemične in biološke lastnosti vode, ki se določijo glede na namen uporabe. Države Evropske skupnosti so leta 2000 sprejele Vodno direktivo, ki predpisuje smernice za zaščito in upravljanje z vodami, ne predpisuje pa mejnih vrednosti za določene lastnosti v vodi. Zaradi enotnega izvajanja monitoringa in ocenjevanja kakovosti voda za vse države članice Evropske skupnosti, je mogoča primerjava rezultatov tudi med samimi državami. Vodna direktiva v 8. členu predpisuje programe spremljanja stanja (monitoring) površinskih in podzemnih voda, za kar je v naši državi zadolžen ARSO. [23]

Vedno bolj, ampak še vedno premalo se zavedamo, da je čista voda izredno bogastvo. Njen obstoj pa ogrožajo onesnaževala, katerih izvor je lahko točkoven, linijski ali pa ploskovni. Mejo med njimi je velikokrat zelo težko določiti. Razlika med njimi je ta, da se točkovne vire lažje nadzoruje in je zato odvajanje in čiščenje voda lažje. [8], [23]

Vodo v največji meri onesnažujejo:

- industrija, ki v okolje spušča težke kovine,
- kmetijstvo z uporabo gnojil in pesticidov, ki se spirajo v podtalnico,
- nevarne kemikalije, ki se spirajo s cest in urbanih površin ter
- prebivalstvo in urbanizacija, ki se izredno hitro povečujeta. [23]

5.1 Samočiščenje

Voda ima v naravi sposobnost samočiščenja. Razgradnja organskih snovi v vodi poteka s pomočjo kisika, ki nastane pri fotosintezi vodne vegetacije. S tem, ko se organske snovi razgradijo nastajajo ogljikov dioksid in hranila, ki omogočajo rastlinam in živalim razvoj. Ko rastline in živali odmrejo, jih bakterije razgradijo in tako nastane hrana za ostala živa bitja. Na žalost pa je v vodi tudi ogromno snovi, katerih razgradnja ni možna in tudi strupenih snovi, ki z zmanjšanjem števila mikroorganizmov zmanjšajo ali celo preprečijo proces samočiščenja. [23]

Podzemne kraške vode so izredno občutljive na onesnaženje, saj so njihove samočistilne sposobnosti zaradi odsotnosti svetlobe in nizke količine raztopljenega kisika v vodi izredno majhne. [8] Ravno zaradi tega je območju kraških vodonosnikov potrebno posvečati posebno pozornost, saj se vode, ki so onesnažene in odtekajo v podzemlje, same ne morejo očistiti. Poleg tega so zaradi večjih hitrosti toka pri privilegiranih poteh toka vode, tudi zadrževalni časi relativno kratki.

Stoječe vode se hitreje onesnažijo kot tekoče vode, ker imajo manjše samočistilne sposobnosti. Stoječe in počasi tekoče vode, predvsem pa jezera, so podvržena postopnemu naravnemu staranju ali z drugo besedo evtrofikaciji. [18]

5.2 Evtrofikacija

Evtrofikacija nastane zaradi povišane koncentracije anorganskih hranil (dušik in fosfor), kar povzroči hitro razmnoževanje in rast alg, ko pa alge odmrejo, se ob bakterijski razgradnji pospešeno porablja kisik. Tako se v vodi zmanjša koncentracija kisika in povzroči odmiranje ostalih organizmov, kar pa še dodatno spodbudi evtrofikacijo [24]. Evtrofikacijo v največji meri pospešuje umetno vnašanje hranil, predvsem spiranje umetnih gnojil s kmetijskih površin in neurejeno odvajanje komunalnih odpadnih voda. [25]

5.3 Dušik

Dušik v vodi nastopa v obliki nitratov – NO_3 , nitritov – NO_2 ter kot sestavina plina amonijaka – NH_3 in amonijevih ionih NH_4^+ . Organski dušik ter amonijak zaradi porabljanja kisika za razgradnjo negativno vplivata na kakovost vode, zato v njej nista zaželena. Vrste dušikovih spojin v vodi so pokazatelj, za

kakšno vrsto onesnaženja vode gre. Če je v vodi amonijak, to pomeni, da gre za onesnaženje, ki se je zgodilo pred kratkim, vsebnost nitritov v vodi predstavlja vmesno stanje glede na trajanje onesnaženja, vsebnost nitratov pa kaže na že dlje onesnaženo vodo. [26], [27]

Dušik pride v vodna telesa na različne načine:

- komunalne odpadne vode,
- industrijski obrati,
- kmetijske površine in
- greznice. [26]

Nitrifikacija je biološka oksidacija amonijaka (NH_3) s kisikom v dušikovo kislino ali nitrate (NO_3). Pojavlja se v vodnih in kopenskih ekosistemih zaradi bakterij in gliv. Pri bakterijskih nitrifikaciji kot vmesni produkt nastajajo nitriti. Kadar so njihove mejne koncentracije presežene, delujejo zelo strupeno. Mejna vrednost, pri kateri pride do ogroženosti rib, je pri 0,06 mg/l, medtem ko so človeku nevarne količine nitritov pri meji 0,3mg/l. [26], [27]

Denitrifikacija je proces, pri katerem se nitrati s pomočjo mikroorganizmov pretvarjajo v atmosferski dušik N_2 . Predpogoj za nastanek denitrifikacije je predhodna nitrifikacija. Da pride do nastanka elementarnega dušika, gre proces denitrifikacije nitratov skozi več faz, pri katerih pride do nastanka vmesnih strupenih produktov:

- nitrit (NO_2),
- dušikov oksid (NO),
- didušikov oksid (N_2O). [27]

S pomočjo tega procesa se zagotavlja vračanje dušika nazaj v ozračje in je edini način za zagotavljanje koncentracije dušika v morju in kopnem. [27]

Mineralizacija pa je nastanek anorganske oblike dušika iz organske. Vir organskega dušika so proteini odmrlih rastlin, živali in bakterij. Ker je produkt mineralizacije najpogosteje amonijak, se uporablja tudi izraz amonifikacija. [27]

5.4 Fosfor

Fosfor je kemijski element, ki ga najdemo v zemeljski skorji in sestavlja 0,1% le-te. V naravi ga najpogosteje najdemo v obliki minerala apatita. Poleg pomembne vloge, ki jo ima fosfor v naravnih procesih (DNK, metabolični procesi, ATP), se uporablja kot gnojilo v kmetijstvu. Kljub velikim zalogam fosforja je pomembna racionalna uporaba, saj bi prekomerno izkoriščanje tega neobnovljivega vira ogrozilo prihodnost svetovne proizvodnje hrane (kmetijstva). Zaradi omejenosti zalog fosforja je smiselna ponovna uporaba hranil, ki se jih pridobiva iz odpadnih vod ter komunalnih in industrijskih odpadkov. [26]

Fosfor je biogeni element, s katerim se uravnava biološka produktivnost ekosistemov. Biološka produkcija narašča sorazmerno s količino fosforja v vodi – to pomeni, večja kot je koncentracija fosforja, večja je biološka produkcija in obratno. Z merjenjem letne vsebnosti fosforja v vodi se opredeljuje strupenost vodnega telesa. [28]

Fosfor vstopa v vodna telesa z izpiranjem s fosforjem bogate prsti ter z organskimi snovmi, ki ob nalivih vtekajo v vodno telo. Normalne količine raztopljenih fosfatov v vodi so med 0,003 in 0,03 mg/l. Največji povzročitelj povečanih količin fosforja v vodah so komunalne odpadne vode (fosfati iz pralnih praškov). Preostali viri fosforja v vodah pa so kmetijstvo, naravni viri, industrija ter majhen delež iz atmosferskih vplivov. V vodi se fosfor meri kot skupni fosfor (raztopljeni in partikularni fosfor) in ortofosfat PO_4^{3-} . [26]

5.5 Kakovost Cerknškega jezera

Cerkniško jezero ima zaradi svojega fenomena drugačne lastnosti kot stalna jezera, med katerimi so najbolj izrazite nihanje vodne gladine, presihanje in bogata poraščenost dna z močvirsko vegetacijo. Ravno zaradi tega staranja oziroma evtrofikacije jezera ni mogoče zaznati. [29], [18]

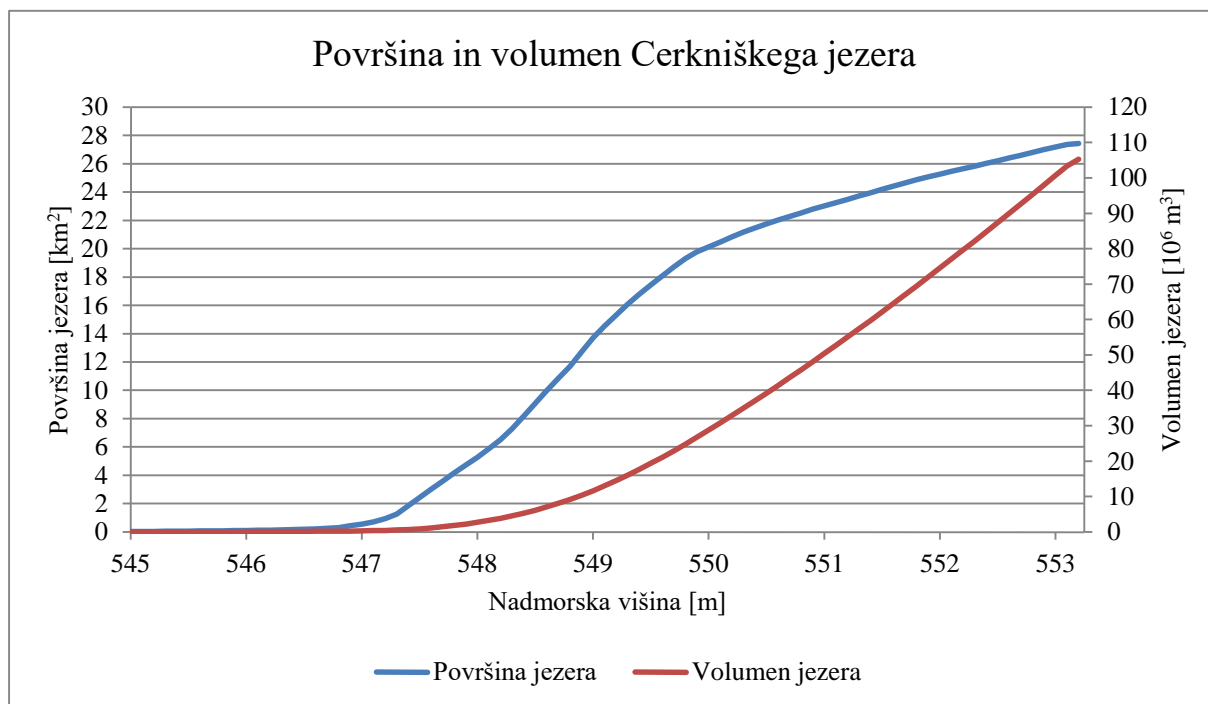
Kadar je jezero polno z vodo, ima močvirsko rastlinstvo vlogo velikega biološkega čistilnega sistema. Le-ta iz vode pobira hranilne snovi, ki jih v jezero prinašajo pritoki [30]. Ko pa jezero ni zapolnjeno z vodo, se voda zbere v strugi Stržena in ta naravni čistilni sistem ne more več delovati. Zaradi tega se kakovost vode zmanjša. Na kakovost vode v jezeru najbolj vplivajo pretok vode skozi jezero, vnos različnih snovi iz prispevnega območja in močvirska vegetacija. [18]

Rastlinstvo na Cerknškem jezeru je izjemno raznoliko in zelo številčno. Samočistilne sposobnosti voda se povečajo, če so tla poraščena s trstičjem. Trstičje deluje kot cedilo, ki precedi in prečisti vodo. Z ekološkega vidika je boljše, da je višina vode v jezeru čim višja, saj tako pri čiščenju vode sodeluje več trstičja. [8]

6 DIGITALNI MODEL VIŠIN 5 x 5 m

Teren Cerknškega polja sem želela prikazati s čim bolj natančnim modelom, zato sem v program AutoCAD Civil 3D uvozila podatke Digitalnega modela višin 5 x 5 m (v nadaljevanju DMV 5), ki sem jih s pomočjo mentorja izr. prof. dr. Jožeta Panjana pridobila na Geodetski upravi Republike Slovenije (v nadaljevanju GURS) [31]. Pri izdelavi DMV 5 so bili uporabljeni aeroposnetki, ki so bili posneti leta 2006 v sklopu Cikličnega aerosnemanja Slovenije, na zaraščenem terenu pa so bili uporabljeni starejši posnetki. Model je bil dokončno izdelan leta 2014 in pokriva celotno Slovenijo. Podatki so zapisani v formatu YXZ. [32], [33]

V programu AutoCAD Civil 3d sem iz podatkov DMV 5 izrisala tridimenzionalno ploskev terena dna Cerknškega polja. Digitalni podatki so predstavljali preveliko območje, kar pa je bilo za računanje neizvedljivo, zato sem območje Cerknškega polja omejila s plastnico 560 m (rob polja). S selekcioniranimi točkami sem nato izrisala tridimenzionalno ploskev dna terena in izračunala ploščine in volumne vode, ki nastanejo pri različnih vodostajih. Le-te sem izračunala za vsak centimeter dviga gladine vode, vse do najvišje izmerjene višine vode v jezeru, to je do nadmorske višine 553,17 m (Grafikonu 3). Za natančnost enega centimetra sem se odločila zato, ker je bil vodostaj Stržena na vodomerni postaji Dolenje Jezero merjen na centimeter natančno. Vodomerno postajo Dolenje Jezero sem izbrala za merodajno merilno postajo celotnega Cerknškega jezera. Velikosti površin in volumna vode pri različnih nadmorskih višinah, izračunane za vsakih deset centimetrov dviga vodne gladine so prikazane v Prilogi A.



Grafikon 3: Površina in volumen jezerske vode pri različnih vodostajih

Cerknško jezero se zaradi nihanja gladine vode deli na tri območja. Prvo območje je mokro območje, ki je večino časa zalito z vodo, sledi prehodno območje, ki je po velikosti največje, in nazadnje je še suho območje, ki ima na nekaterih delih lastnosti kopenskega ekosistema. [8]

Glede na moje izračune površin in volumnov jezerske vode se poplavljanje dna Cerknškega polja začne pri koti 547,4 m, saj se površina in volumen vode pri tej nadmorski višini opazno povečata. Pri površini je preskok višji kot pri volumnu vode, kar pa je razumljivo, saj se pri nižjih vodostajih, površina

povečuje hitreje kot pa volumen jezerske vode. Moja ugotovitev se ujema tudi z navedbami Kranjca: »Kot pričetek nastajanja jezera oziroma poplavljanja lahko računamo tisti trenutek, ko se voda prične razlivi iz strug in prične zalivati najnižje dele dna Cerknškega polja, približno do kote 548 m.« [6] Ko se začne poplavljanje Cerknškega polja, znaša površina gladine vode 1,835 km², volumen pa 0,659 milijonov m³. Na Sliki 11 je prikazan začetek poplavljanja dna Cerknškega polja (547,4 m. n. m.).



Slika 11: Začetek poplavljanja dna Cerknškega polja [11], [31]

Iz Grafikona 3 je razvidno, da zaradi konfiguracije dna Cerknškega polja površina jezerske vode od nadmorske višine 547,4 m vse do cca. 549,5 m strmo narašča, kar pa ne velja za volumen jezerske vode. V tem območju se z dvigom gladine vode površina povečuje hitreje kot pa volumen jezerske vode. Iz tega lahko sklepamo, da je srednja globina jezerske vode v tem območju nizka. Nad nadmorsko višino cca. 549,5 m pa vse do najvišje izmerjene višine vode v jezeru se površina jezerske vode glede na prejšnje območje povečuje počasneje (krivulja se dviga bolj položno), volumen jezerske vode pa narašča enako kot v prejšnjem območju. V tem območju se prostornina jezerske vode povečuje hitreje kot pa njena površina, zato se srednja globina v tem območju poviša.

Glede na pogostost nastopa poplav se delijo na normalne in izredne poplave.

6.1 Normalna poplava

Poplava, ki doseže nadmorsko višino 550 m imenujemo normalna poplava. Ta poplava nastopi skoraj vsako leto. Ravno zaradi tega, ker je to vsakoletni pojav, je to območje Cerknškega polja neobdelano in neposeljeno [6]. Območje Cerknškega jezera, ki je poplavljen ob normalni poplavi, je prikazan na Sliki 12.



Slika 12: Normalna poplava (poplava do 550 m. n. m.) [11], [31]

Površina jezera, ki nastane ob normalni poplavi, po mojih izračunih znaša 20,136 km², prostornina jezerske vode pa znaša 28,747 milijonov m³. Kranjc je ocenil, da površina jezera pri normalni poplavi znaša 20,3 km² oziroma predstavlja slabih 53% dna Cerknškega polja [6]. Moji izračuni o površini vodne gladine, ki nastane pri redni poplavi, se ujemajo z navedbami Kranjca [6].

6.2 Izredna poplava

Kadar poplava preseže koto 550 m, se imenuje izredna poplava ali povodenj. Kot že samo ime pove (izredna poplava), ta poplava ne zalije le travnikov in kmetijskih površin, ampak zalije tudi del naselja Dolenje Jezero in nižji svet v Dolenji vasi [6]. Obseg izredne poplave, ki doseže koto 552 m. n. m., je prikazan na Sliki 13, iz katere je tudi razvidno, kolikšen del Dolenjega Jezera in Dolenje vasi je poplavljen. Izredna poplava pri koti 552 m, glede na moje izračune, zalije 25,268 km² in zapolni 74,499 milijonov m³ prostora. Kranjc je ocenil, da izredna poplava pri nadmorski višini 552 m zalije 27,3 km² ozemlja, kar pomeni, da je 71 % dna Cerknškega polja zalito z vodo [6]. Moji izračuni so primerljivi z izračuni Kranjca [6].



Slika 13: Izredna poplava pri 552 m. n. m. [11], [31]

Razlika med normalno in izredno poplavo pri 552 m. n. m je le 2 m v višini vodostaja, razlika v med njunima površina in prostorninama jezerske vode pa je veliko večja. Po mojih izračunih izredna poplava zalije za dobrih 5 km² več dna Cerknškega polja kot pa normalna. To pomeni, da je izredna poplava kar za četrtno večja od normalne poplave. Prostornina jezerske vode pri izredni poplavi je za kar 45,752 milijonov m³ večja od prostornine jezerske vode pri normalni poplavi ali z drugimi besedami, prostornina jezerske vode pri izredni poplavi je za faktor 3,75 večja od prostornine jezerske vode pri normalni poplavi.

6.3 Najvišja zabeležena poplava

Najvišja povodenj se je zgodila jeseni 1926 in je segala vse do nadmorske višine 553,17 m [6]. Iz slike 15 je razvidno, da je najvišja poplava poleg travnikov in kmetijskih površin zalila tudi večji del naselja Dolenje Jezero in del Dolenje vasi. Obseg te poplave je prikazan na Sliki 14. Po mojih izračunih je najvišja povodenj obsegala 27,439 km² in zapolnila 105,315 milijonov m³ prostora.



Slika 14: Najvišja zabeležena poplava [11], [31]

Glede na zapise Kranjca [6] o procentualnem deležu normalne in izredne poplave glede na površino dna Cerknškega polja sem za rob Cerknškega polja določila izohipso 560 m. Glede na moje izračune znaša površina dna Cerknškega polja 36,17 km². Normalna poplava tako predstavlja 55,7% (Kranjc: 53%), izredna poplava pa 69,9% (Kranjc: 71%) površine dna Cerknškega polja [6].

7 PADAVINE, VODOSTAJ IN VOLUMEN VODE V OBDOBJU 2004-2014

7.1 Padavine v obdobju 2004-2014

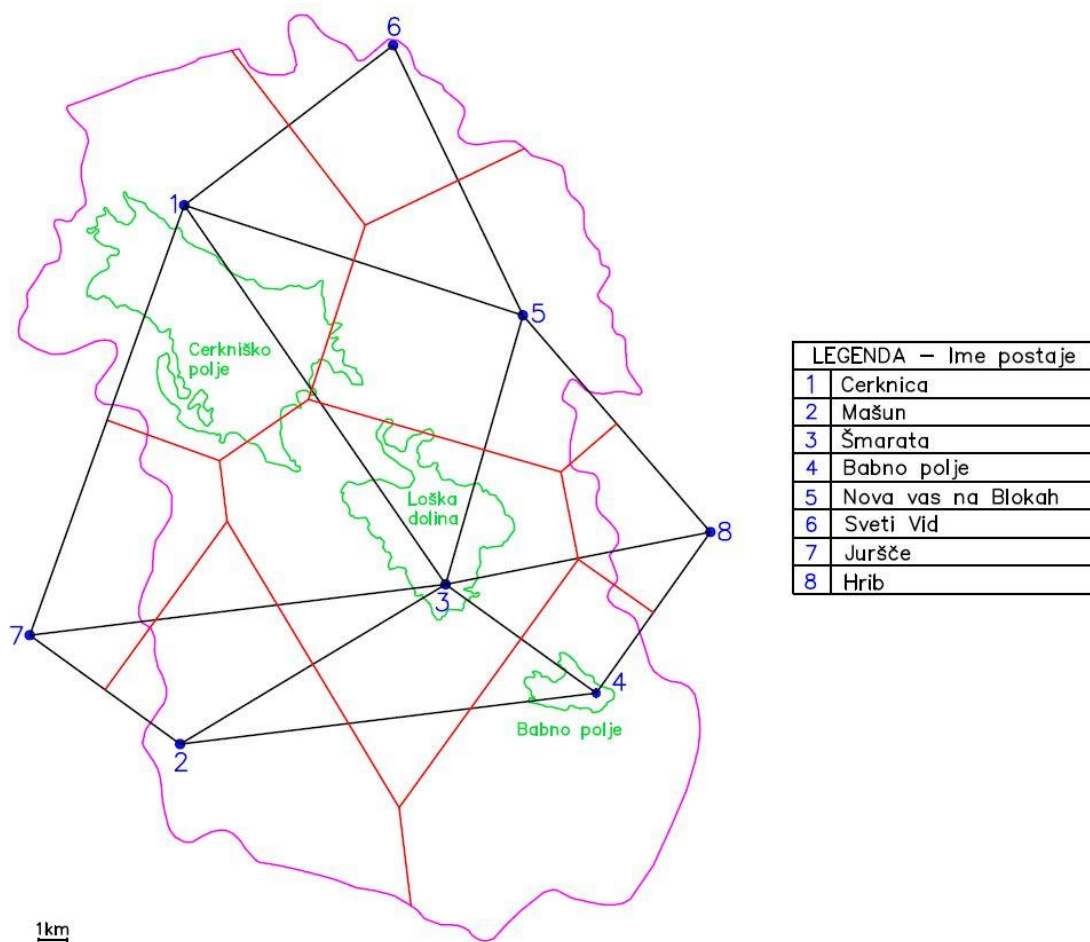
V moji diplomski nalogi me zanima kakšna kakovost Cerknškega jezera v zadnjih letih, zato sem se odločila preučevati obdobje od leta 2004 do leta 2014. V tem obdobju je v hidrološkem zaledju Cerknškega jezera delovalo šest padavinskih postaj: Cerknica, Mašun, Šmarata, Babno polje, Nova vas na Blokah in Sveti Vid. V tem obdobju sta delovali še dve postaji v bližini hidrološkega zaledja, kateri sem tudi upoštevala pri izračunu povprečne višine padavin. Ti dve padavinski postaji sta Juršče in Hrib. [21] V preglednici 3 in na Sliki 15 so prikazane vse padavinske postaje, ki sem jih uporabila pri izračunih.

Preglednica 3: Seznam padavinskih postaj [21]

Padavinska postaja	lon	lat	Kota "0" [m]
CERKNICA	14,3683	45,7958	576
MAŠUN	14,374	45,6301	1023
ŠMARATA	14,4731	45,6889	580
BABNO POLJE	14,5496	45,6454	754
NOVA VAS NA BLOKAH	14,5125	45,7731	722
SVETI VID	14,465	45,8514	851
JURŠČE	14,2997	45,6658	703
HRIB	14,593	45,704	827

Dnevno količino padavin hidrološkega zaledja Cerknškega jezera sem izračunala s pomočjo metode Thiessenovih poligonov. S to metodo se določi mrežo poligonov, pri kateri ima vsak poligon svojo padavinsko postajo. Poligone se naredi tako, da se poveže posamezne padavinske postaje (na Sliki 15 črna barva) in se na te črte skonstruira simetralo. Te simetrale nato predstavljajo meje poligonov (na Sliki 15 rdeča barva). [34]

V programu AutoCAD sem izrisala mejo hidrološkega zaledja [6], vnesla lokacije padavinskih postaj glede na njihove koordinate [21] in izvedla metodo Thiessenovih poligonov. Na Sliki 15 je prikazano konstruiranje poligonov, če bi delovale vse vodomerne postaje. Ker pa skozi celotno obdobje niso delovale čisto vse padavinske postaje, sem glede na to, katere so delovale, izrisala poligone in izračunala njihove površine.



Slika 15: Konstruiranje Thiessenovih poligonov [11], [6]

Dnevno količino padavin celotnega hidrološkega zaledja Cerknškega jezera sem izračunala z enačbo:

$$h_d = \sum_{i=1}^n (h_{di} * \frac{P_i}{P}) \quad (1)$$

kjer je:

h_d ... dnevna količina padavin hidrološkega zaledja Cerknškega jezera [mm];

h_{di} ... dnevna količina padavin na posamezni padavinski postaji [mm];

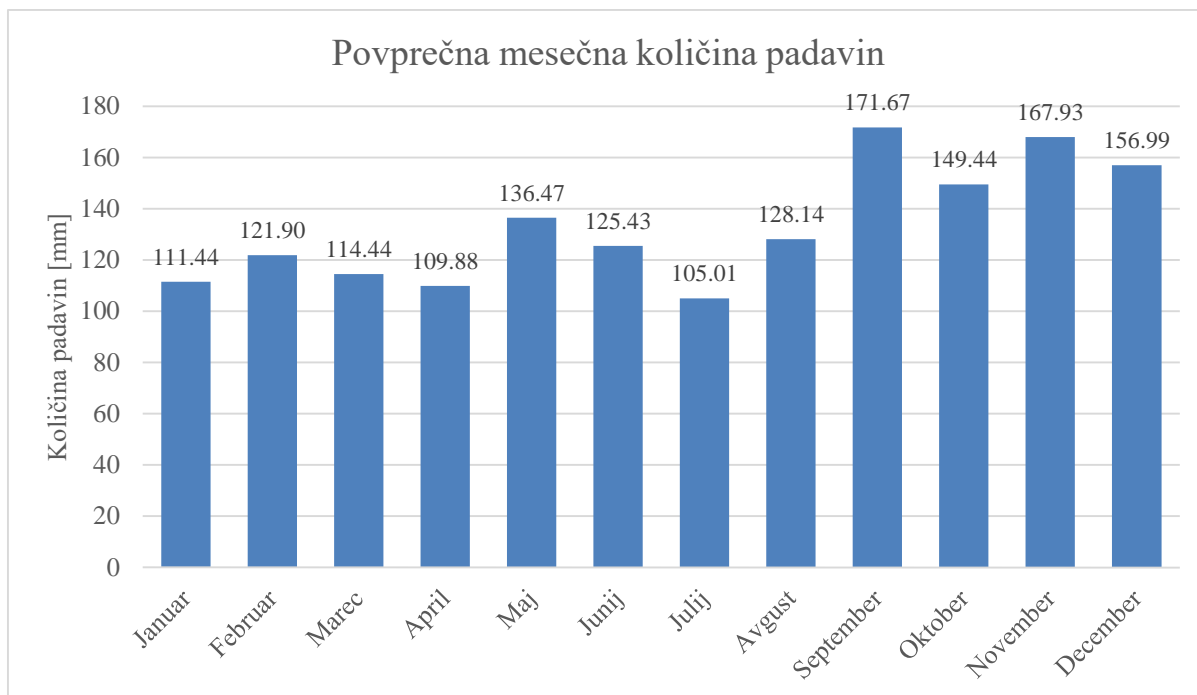
P_i ... površina poligona, določenega po Thiessenovi metodi, ki pripada posamezni padavinski postaji [km²];

$P = 475$... površina celotnega hidrološkega zaledja Cerknškega jezera [km²];

$n = 6$ ali 7 ... število delujočih padavinskih postaj.

Na podlagi dnevnih količin padavin v hidrološkem zaledju Cerknškega jezera sem izračunala mesečne in letne količine padavin za obravnavano obdobje.

Glede na povprečne mesečne količine padavin iz obdobja 2004-2014 nastopi primarni padavinski nižek meseca julija (105,01 mm), sekundarni pa aprila (109,88 mm). Viški padavin so jeseni, primarni padavinski višek je meseca septembra (171,67 mm), sekundarni pa novembra (167,93 mm). Grafičen prikaz povprečnih mesečnih količin padavin je prikazan na Grafikonu 4.

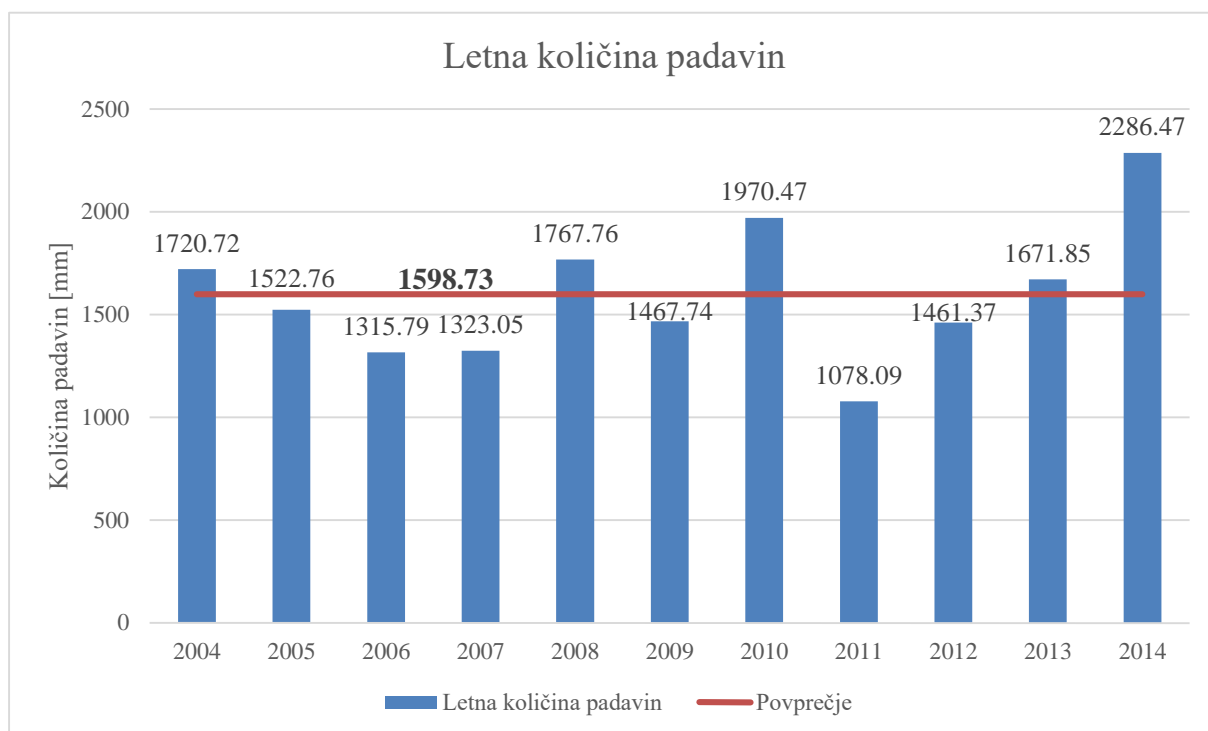


Grafikon 4: Povprečna mesečna količina padavin v obdobju 2004-2014 [21]

Razlike v letni količini padavin med posameznimi leti so bile izredno velike. Leta 2011 je padlo najmanj padavin (1078,09 mm), leta 2014 pa največ (2286,47 mm). Zaradi tega sem leto 2011 izbrala za suho leto, leto 2014 pa za mokro. Razlika v količini padavin med tema dvema letoma je znašala kar 1208,38 mm, kar pomeni, da je leta 2014 padlo še enkrat več padavin kot pa leta 2011. Povprečna letna količina padavin hidrološkega zaledja Cerknškega jezera, izračunana iz podatkov za obdobje 2004-2014, je znašala 1598,73 mm. V Preglednici 4 so prikazane letne količine padavin za vsako leto obravnavanega obdobja, na Grafikonu 5 pa so količine prikazane še grafično.

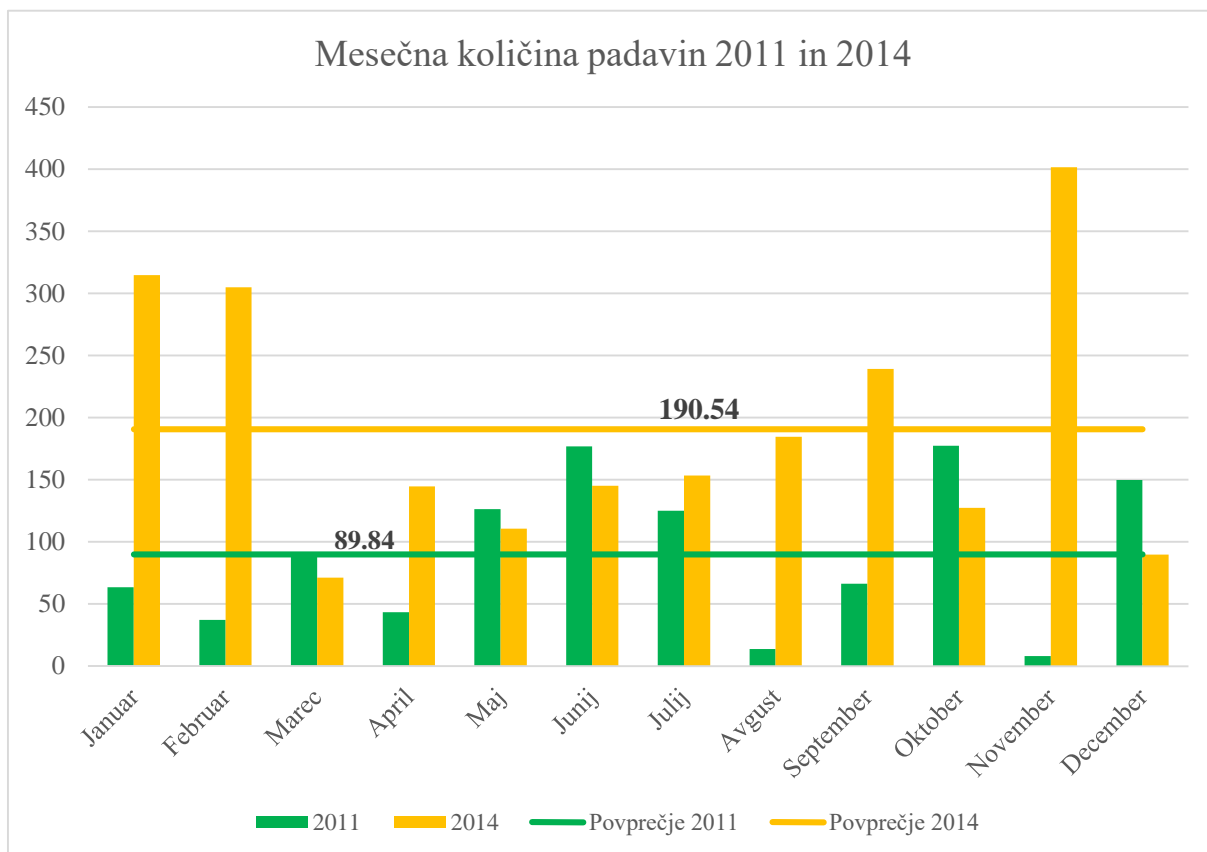
Preglednica 4: Letna količina padavin v obdobju 2004-2014 [21]

Leto	Letna količina padavin [mm]
2004	1720,72
2005	1522,76
2006	1315,79
2007	1323,05
2008	1767,76
2009	1467,74
2010	1970,47
2011	1078,09
2012	1461,37
2013	1671,85
2014	2286,47
POVPREČJE	1598,73



Grafikon 5: Letna količina padavin v obdobju 2004-2014 [21]

Zaradi izredno velike razlike v količini padavin med letoma 2011 in 2014 so na Grafikonu 6 prikazane mesečne količine padavin za ti dve leti. Povprečna mesečna količina padavin je v letu 2011 znašala 89,84 mm, v letu 2014 pa kar 190,54 mm. Največja razlika v količini padavin je bila meseca novembra, ko je leta 2014 padlo kar 393,41 mm padavin več kot leta 2011, sledita meseca februar z razliko 267,71 mm in januar z 251,32 mm padavin. Glede na tako veliko razliko v letni količini padavin (1208,38 mm) bi pričakovala, da je bilo v letu 2014 veliko več mesecev z večjo količino padavin kot pa leta 2011. Vendar ni bilo tako. Leta 2011 je bilo kar pet mesecev z večjo količino padavin. Na letno količino padavin pa to ni imelo velikega vpliva, saj so meseci z viški padavin mokrega leta tako izstopali, da so zapolnili tudi ta primanjkljaj padavin. Zanimivo je tudi, da so bile mesečne količine padavin leta 2014 v štirih mesecih nižje celo od povprečnih mesečnih vrednosti preučevanega obdobja. Zaradi tega, ker ima časovna razporeditev padavin poleg višine padavin odločilno vlogo pri delovanju Cerknškega jezera, so podatki o mesečnih količinah padavin bolj primerni za nadaljnjo računanje vodne bilance Cerknškega jezera.



Grafikon 6: Mesečna količina padavin leta 2011 in 2014 [21]

7.2 Vodostaj v obdobju 2004-2014

V obdobju, ki sem ga izbrala za preučevanje, so na območju Cerknškega jezera delovale le tri vodomerne postaje. To je bila vodomerna postaja Cerknica I na vodotoku Cerknšičica, na vodotoku Stržen pa sta delovali vodomerni postaji Dolenje Jezero (Slika 16) in Gorenje Jezero. Na vodomerni postaji Cerknica I so se izvajale meritve vodostaja, pretoka in temperature vode, na obeh preostalih vodomernih postajah pa le meritve vodostaja. [35]

Preglednica 5: Seznam vodomernih postaj na Cerknškem jezeru [35]

Vodotok	Postaja	Šifra	GKY	GKX	Kota "0" [m]
Cerknšičica	Cerknica I	5770	450985	72380	559,583
Stržen	Dolenje Jezero	5680	450696	69223	545,556
Stržen	Gorenje Jezero	5670	454064	65070	547,287

Legenda:

- GKX Gauss-krugerjeva koordinata lokacije v smeri Vzhod - Zahod, ocenjena na 5 m natančno
- GKY Gauss-krugerjeva koordinata lokacije v smeri Sever - Jug, ocenjena na 5 m natančno
- Kota "0" Nadmorska višina zadnje kote "0" vodomera (zapisana na mm natančno)



Slika 16: Vodomerna postaja Dolenje Jezero (datum posnetka: 19.3.2016)

Vodomerna postaja Dolenje Jezero leži na poplavnem območju Cerknjškega jezera, zato sem jo v nadaljevanju uporabila pri izračunih vodne bilance jezera. Glede na to, da vodomerna postaja Dolenje Jezero leži nižje od vodomerne postaje Gorenje Jezero, kota "0" vodomerne postaje Dolenje Jezero znaša 545,566 m. n. m., vodomerne postaje Gorenje Jezero pa 547,287 m. n. m., je bila tudi iz tega razloga izbrana za merodajno merilno postajo Cerknjškega jezera.

7.3 Volumen jezerske vode v obdobju 2004-2014

V programu AutoCAD Civil 3D sem iz podatkov DMV 5 izrisala teren Cerknjškega polja in glede na nadmorsko višino vodomerne postaje Dolenje Jezero ter višino dnevnega vodostaja na tej postaji [36] izračunala dnevne volumne jezerske vode za celotno obravnavano obdobje.

V izbranem obdobju je Cerknjško jezero na dnu polja v povprečju obstajalo (vodna gladina $\geq 547,4$ m. n. m) 271 dni v letu. To pomeni, da je Cerknjško jezero v povprečju obstajalo tri četrtine leta, četrtino leta pa je bilo dno Cerknjškega polja suho. Leta 2014 je jezero najdlje obstajalo (352 dni), leta 2011 pa je obstajalo najmanj časa (178 dni). Torej je med mokrim letom ojezeritev trajala še enkrat dlje časa kot pa med suhim letom.

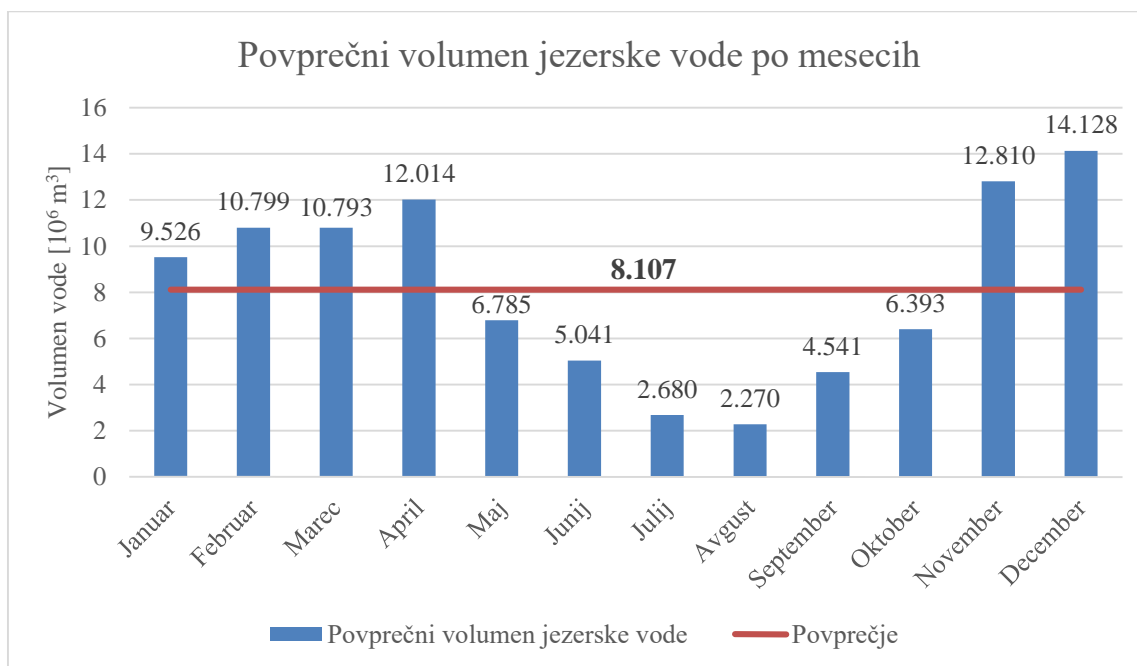
Normalna poplava (vodna gladina 547,4 - 550 m. n. m) je v povprečju trajala 257 dni na leto. Najdaljše trajanje normalne poplave je bilo leta 2005 (308 dni), najkrajše pa leta 2011 (178 dni). Najkrajše trajanje normalne poplave je bilo po pričakovanjih leta 2011, saj je bilo to suho leto.

Izredna poplava (vodna gladina > 550 m. n. m) v letih 2006, 2007 in 2011 sploh ni nastopila. Najdaljše trajanje izredne poplave je bilo po pričakovanjih leta 2014 (74 dni), saj je bilo to mokro leto. V povprečju je ta poplava trajala 14 dni na leto. V Preglednici 6 je prikazano število poplavnih dni po posameznih letih za celotno preučevano obdobje.

Preglednica 6: Število poplavnih dni po posameznih letih v obdobju 2004-2014

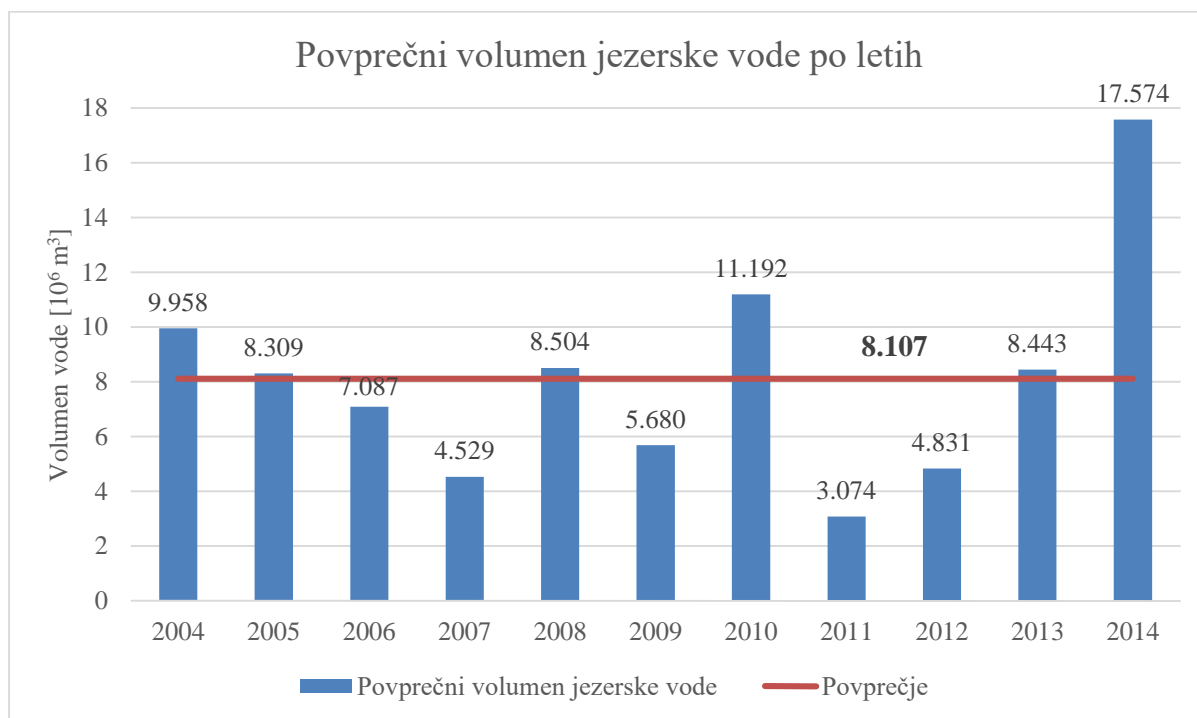
Leto	Število dni		
	Jezero obstaja	Normalna poplava	Izredna poplava
2004	295	291	4
2005	312	308	4
2006	292	292	0
2007	224	224	0
2008	314	292	22
2009	210	203	7
2010	305	269	36
2011	178	178	0
2012	215	210	5
2013	289	283	6
2014	352	278	74
POVPREČJE	271	257	14

Povprečni volumen jezerske vode v letih 2004-2014 je znašal 8,107 milijonov m³. Poleg tega sem izračunala tudi povprečni volumen jezerske vode po mesecih in letih. Glede na povprečne volumne jezerske vode po mesecih je bilo v jezeru najmanj vode v poletnih mesecih. Meseca avgusta nastopi primarni (2,27 milijonov m³), meseca julija pa sekundarni (2,680 milijonov m³) minimum. Primarni maksimum jezerske vode nastopi meseca decembra (14,128 milijonov m³), sekundarni pa novembra (12,810 milijonov m³). S primerjavo mesečnih minimumov in maksimumov padavin z mesečnimi minimumi in maksimumi jezerske vode sem ugotovila, da se primarni padavinski minimum ujema s sekundarnim minimumom količine jezerske vode. Oba nastopita meseca julija. Sekundarni padavinski maksimum nastopi meseca novembra, prav takrat pa nastopi tudi sekundarni maksimum količine jezerske vode. Povprečni volumni jezerske vode po mesecih so prikazani na Grafikonu 7.



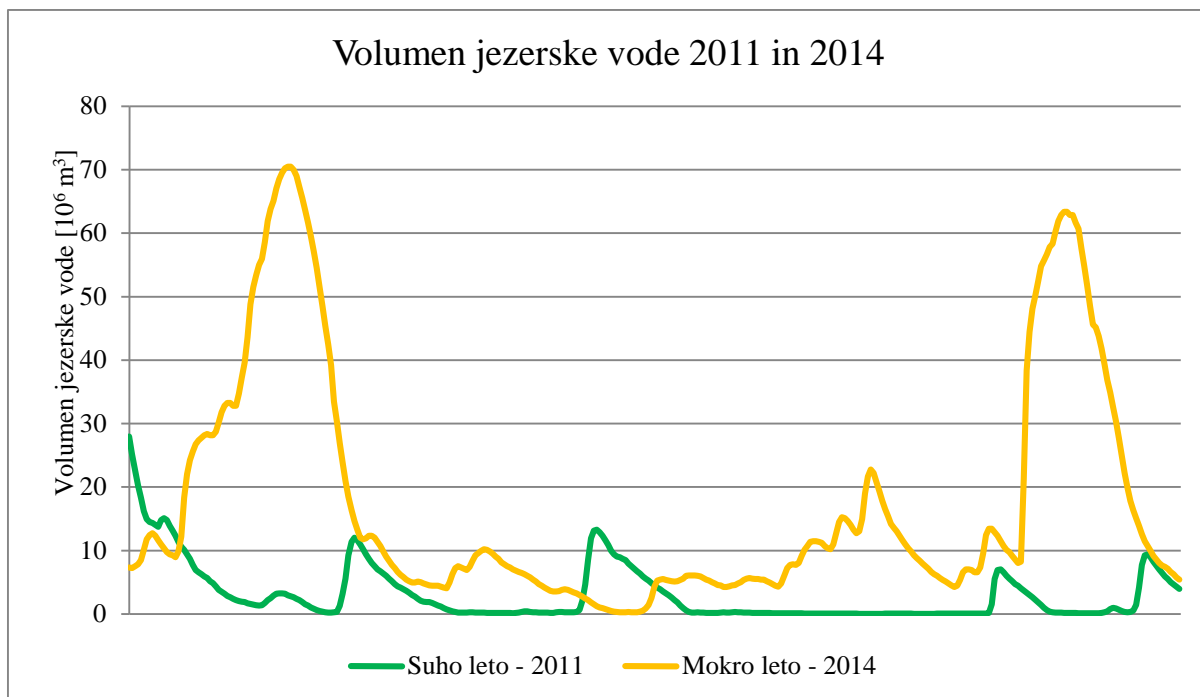
Grafikon 7: Povprečni volumen jezerske vode po mesecih v obdobju 2004-2014

Po pričakovanjih je bilo v jezeru najmanj vode leta 2011 (3,074 milijonov m³), največ pa leta 2014 (17,574 milijonov m³), saj je leta 2011 padlo najmanj padavin, leta 2014 pa največ. Razlika v količini jezerske vode teh dveh let je izredno velika, v povprečju 14,5 milijonov m³. To pomeni, da je bilo v povprečju leta 2014 skoraj šestkrat več vode v jezeru kot pa leta 2011. Na Grafikonu 8 so prikazani povprečni volumni jezerske vode za vsako leto obravnavanega obdobja, v Prilogi B pa so prikazani tudi povprečni volumni jezerske vode za vse mesece obravnavanega obdobja.



Grafikon 8: Povprečni volumen jezerske vode po letih v obdobju 2004-2014

Na Grafikonu 9 je prikazano nihanje količine jezerske vode preko leta za suho in mokro leto. Spomladi in pozno jeseni je bila razlika v količini jezerske vode največja (cca. 60 milijonov m³ vode). Iz tega lahko sklepam, da ima glede na količino padavin v njegovem zaledju Cerknško jezero lahko izredno veliko jezerske vode oziroma je ima zelo malo. Iz Grafikona 9 je razvidno, da je bilo pri mokrem letu nihanje količine jezerske vode zelo izrazito. Spomladi in pozno jeseni je opazen višek, poleti pa nižek jezerske vode. Ker so bile pri suhem letu padavine preko celega leta dokaj enakomerno razporejene, nihanje vode ni tako izrazito. Tega leta je bilo Cerknško polje tudi najdlje suho, saj kar 187 dni ni prišlo do ojezeritve.



8 VODNA BILANCA CERKNŠKEGA JEZERA V OBDOBJU 2004-2014

Za izračun masne bilance kakovostnih parametrov Cerknškega jezera je potrebno predhodno določiti njegovo vodno bilanco. Vodna bilanca Cerknškega jezera je bila nazadnje narejena leta 2010 [37]. Ta ocena je bila izvedena za hidrološko leto 1975 [37]. V moji diplomski nalogi pa me je zanimalo kakšna je vodna bilanca jezera v zadnjih letih, zato sem jo poskušala oceniti za obdobje 2004-2014. Za to obdobje sem izračunala površino in volumen jezerske vode glede na nihanje vodne gladine na vodomerni postaji Dolenje Jezero (vodotok Stržen). Izračun vodne bilance, ki je bil izračunan za leto 1975, je bil zaradi merjenih pretokov na pritokih in odtokih iz jezera lažji. V zadnjih letih pa se pretok meri le na Cerknšičici, na Strženu (vodomerni postaji Dolenje in Gorenje Jezero) pa se meri le vodostaj.

Določitev vodne bilance Cerknškega jezera je težavno, saj se meritve pretokov na pritokih in odtokih ne izvajajo. Zaradi tega je vodna bilanca lahko ocenjena le posredno. Za izračun vodne bilance jezera sem uporabila enačbo (2):

$$Q_p - Q_o = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (2)$$

kjer je:

Q_p ... dnevni pritok vode v Cerknško jezero [m^3/s];

Q_o ... dnevni odtok vode s Cerknškega jezera [m^3/s];

$\frac{\Delta V}{\Delta t}$... dnevna sprememba volumna Cerknškega jezera [m^3/s];

$\Delta t = 1 \text{ dan} = 86400 \text{ s}$. [37]

Če je $Q_p > Q_o$, potem je $\frac{\Delta V}{\Delta t} > 0$,

če je $Q_p < Q_o$, potem je $\frac{\Delta V}{\Delta t} < 0$,

če pa je $Q_p = Q_o$, potem je $\frac{\Delta V}{\Delta t} = 0$.

Kadar so pritoki večji od odtokov, se volumen jezera povečuje. Kadar odtoki presežejo pritoke, se volumen jezera zmanjšuje, in kadar so pritoki enaki odtokom, se volumen jezera ne spreminja.

Spreminjanje volumna Cerknškega jezera sem izračunala glede na dnevno nihanje gladine vodostaja na vodomerni postaji Dolenje Jezero (vodotok Stržen). Za izračun volumna jezerske vode, ki ga povzroči dnevni vodostaj, je bilo potrebno določiti nadmorsko višino gladine vodostaja. To sem izračunala kot vsoto nadmorske višine vodomerne postaje Dolenje Jezero (545,556 m. n. m.) in izmerjene višine vodostaja na tej postaji. V programu AutoCAD Civil 3D sem s pomočjo podatkov DMV 5 izrisala teren Cerknškega polja in glede na dnevne nadmorske višine gladine vodostaja izračunala dnevni volumen jezerske vode. Dnevna sprememba volumna vode v jezeru je enaka razliki volumna vode v jezeru obravnavanega dne in volumna vode predhodnega dne. Dnevna sprememba volumna jezerske vode prikazuje dnevno dinamiko spreminjanja volumna Cerknškega jezera. Kadar je sprememba volumna pozitivna, pomeni, da se volumen jezerske vode povečuje, kadar je negativna, pomeni, da se znižuje in kadar je enaka nič, pomeni da se volumen jezerske vode ne spreminja.

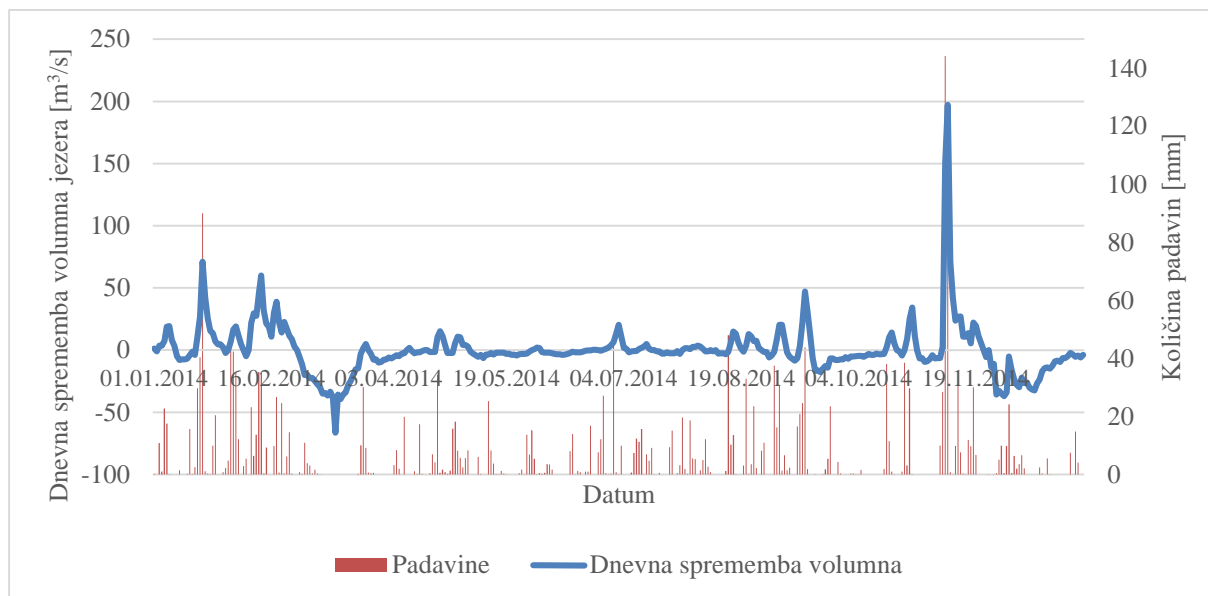
V preučevanem obdobju se je volumen jezerske vode v povprečju povečeval 103 dni, manjšal 242 dni in ostajal nespremenjen 21 dni v letu. Volumen jezera se je najdlje povečeval leta 2008 (130 dni), zmanjševal leta 2006 (273 dni) in ostajal nespremenjen leta 2009 (30 dni). Najmanj časa pa se je povečeval leta 2006 in 2011 (77 dni), zmanjševal leta 2014 (218 dni) in ostajal nespremenjen leta 2006 (15 dni).

Preglednica 7: Spreminjanje volumna jezera v obdobju 2004-2014

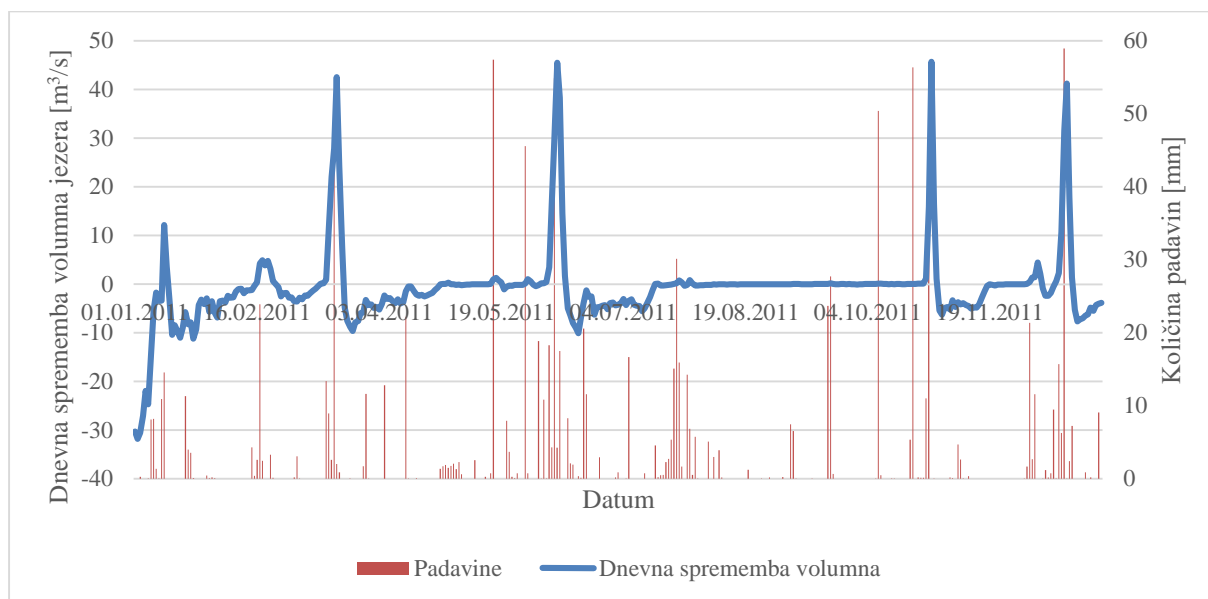
Leto	Število dni		
	Volumen jezera se povečuje	Volumen jezera se zmanjšuje	Volumen jezera ostaja nespremenjen
2004	107	242	17
2005	97	249	19
2006	77	273	15
2007	98	239	28
2008	130	219	17
2009	97	238	30
2010	116	232	17
2011	77	266	22
2012	108	236	22
2013	97	248	20
2014	127	218	20
POVPREČJE	103	242	21

V obravnavanem obdobju je največje naraščanje volumna znašalo 197,21 m³/s. Takrat se je volumen jezera v enem dnevu povečal za 17,04 milijonov m³, višina vodostaja pa se je zvišala za kar 85 cm. To se je zgodilo od 7.11.2014 do 8.11.2014, ko je v hidrološkem zaledju jezera padlo največ padavin (144,18 mm). Največje znižanje volumna je znašalo 66,48 m³/s. Volumen jezera se je takrat (12.3.2014-13.3.2014) zmanjšal za 5,74 milijonov m³, višina vodostaja pa se je znižala za 27 cm.

Grafikon 10 predstavlja dnevno količino padavin v hidrološkem zaledju Cerknškega jezera in dnevno spremembo volumna vode v letu 2014. Iz njega je razvidno največje naraščanje volumna vode (197,21 m³/s) in tudi največje znižanje volumna (66,48 m³/s), saj sta se obe ekstremni vrednosti zgodili tega leta. To je kar pričakovano, saj je leta 2014 padlo največ padavin (mokro leto). Za primerjavo med spreminjanjem volumna vode v mokrem in suhem letu prilagam tudi Grafikon 11, ki prikazuje dnevno količino padavin v hidrološkem zaledju Cerknškega jezera in dnevno spremembo volumna vode v letu 2011 (suho leto). Spremembe volumna jezerske vode v letu 2014 so veliko bolj izrazite kot pa leta 2011. Iz obeh grafikonov pa je lepo vidno sovpadanje spreminjanje volumna jezerske vode s količino padavin.



Grafikon 10: Dnevna količina padavin in dnevna sprememba volumna vode v letu 2014

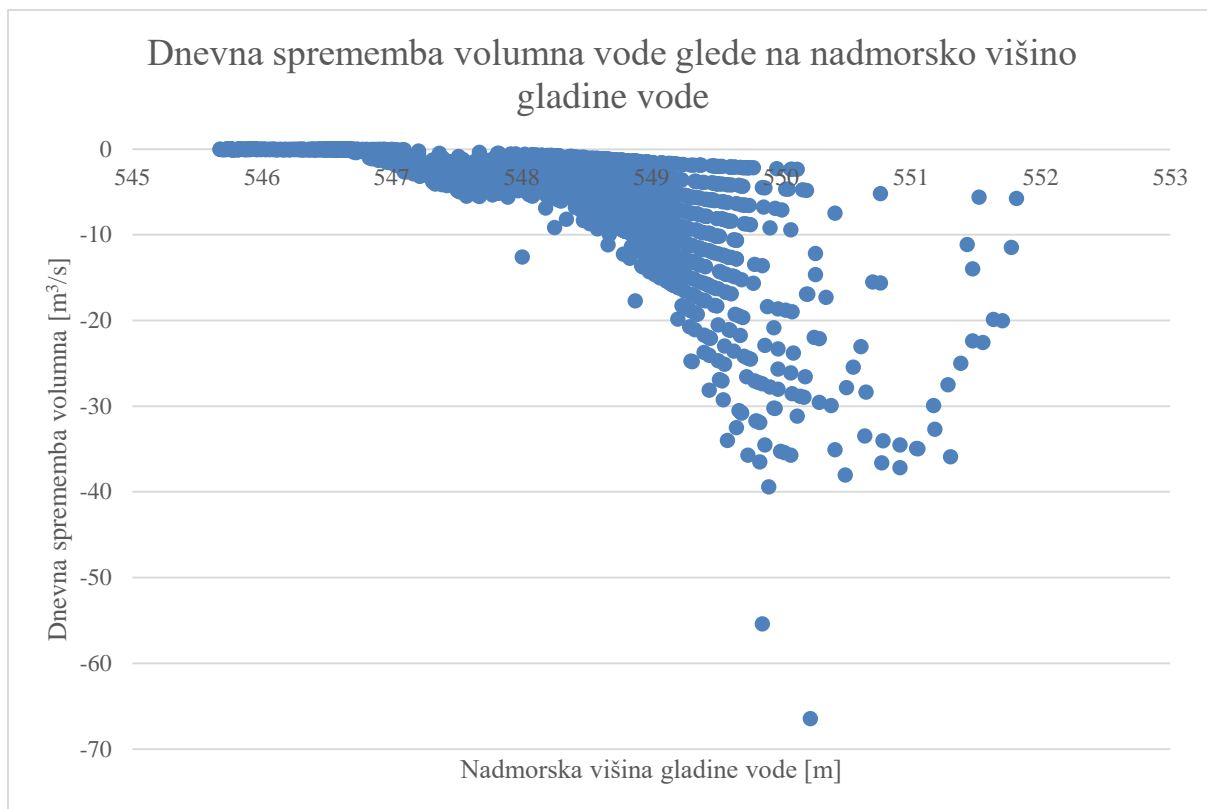


Grafikon 11: Dnevna količina padavin in dnevna sprememba volumna vode v letu 2011

Vodno bilanco Cerknškega jezera sem izračunala glede na spremembo volumna vode v jezeru in količino odtekle vode iz jezera. Ta izračun sem preverila z izračunom vodne bilance jezera glede na spremembo volumna vode v jezeru in količino odtekle padavinske vode s hidrološkega zaledja jezera.

8.1 Izračun glede na količino odtoka vode iz jezera

Pri izračunu vodne bilance Cerknškega jezera glede na količino odtoka vode iz jezera sem najprej izračunala dnevne spremembe volumna vode v jezeru za tiste dni, ko se je volumen jezerske vode zmanjševal (odtok presega pritoke). Glede na to, da je odtok vode iz Cerknškega jezera odvisen od višine vode v jezeru (požiralniki ležijo na različnih nadmorskih višinah), je sprememba volumna Cerknškega jezera pri zniževanju vodostaja prikazana v odvisnosti od nadmorske višine gladine jezera na Grafikonu 12.



Grafikon 12: Sprememba volumna Cerknškega jezera glede na nadmorsko višino gladine vode pri nižanju gladine

Iz Grafikona 12 je razvidno, da se sprememba volumna Cerknškega jezera povečuje z višanjem vodostaja. Glede na to, da je pri zniževanju volumna jezerske vode lahko prisoten tudi dotok vode, sem za količino odtoka izbrala maksimalno vrednost spremembe volumna pri določenem vodostaju. Za vse tiste nadmorske višine vodostaja, za katere pa to ni bilo mogoče, sem količino odtoka iz jezera izračunala z linearno interpolacijo. Maksimalni odtok s Cerknškega jezera je znašal 66,48 m³/s. Pojavil se je pri nadmorski višini gladine vodostaja 550,23 m. Ker je bila pri višjih vodostajih sprememba volumna vode pri zniževanju vodostaja vedno nižja od te vrednosti, sem tudi za vse vodostaje, višje od 550,23 m. n. m., prevzela vrednost odtoka 66,48 m³/s.

Krivulja odtoka vode iz jezera glede na nadmorsko višino gladine jezera je prikazana na Grafikonu 13.



Grafikon 13: Odtok vode iz jezera glede na aktivacijo požiralnikov na različnih nadmorskih višinah

Iz Grafikona 13 je razvidno, da odtok vode iz jezera narašča z višanjem vodostaja. Odtok se pri nižjih vodostajih povečuje minimalno, vse do nadmorske višine 546,82 m je le-ta manjši od 1 m³/s. Pri višini 547 m. n. m. znaša 2,98 m³/s. Odtok vode pri nadmorski višini pri kateri se voda začne razliviati po polju (547,4 m), znaša 4,23 m³/s. Velika razlika v količini odtekle vode se zgodi okoli nadmorske višine 548 m. Pri tej nadmorski višini znaša odtok okoli 12 m³/s. Odtok vode pri 548,5 m. n. m. znaša 12,68 m³/s. Pri 549 m. n. m je vrednost odtoka 14,39 m³/s, pri 549,5 m. n. m. je 28,66 m³/s in pri 550 m. n. m. že 59,6 m³/s. Največji odtok se pojavi pri nadmorski višini 550,23 m. Njegova velikost znaša 66,48 m³/s. Takšno količino odtoka sem predpostavljala tudi za vse vodostaje, ki so bili višji od 550,23 m. n. m.

Za vsak dan preučevanega obdobja sem glede na dnevno nadmorsko višino gladine vodostaja določila količino odtekle vode iz jezera. Največji odtok vode s Cerknškega jezera je v obravnavanem obdobju znašal 66,48 m³/s.

Količino pritekajoče vode na Cerknško polje Q_p sem izračunala s pomočjo enačbe (2). Dnevna količina pritekajoče vode je enaka vsoti dnevne spremembe volumna vode v jezeru in dnevne količine odtekle vode iz jezera. Največji pritek na Cerknško polje je v preučevanem obdobju znašal 263,67 m³/s.

V Preglednici 8 so zbrani podatki o letni vodni bilanci Cerknškega jezera, izračuni glede na količino odtoka vode iz jezera, za vsa leta obravnavanega obdobja. Povprečni letni pritek vode v jezero znaša 13,62 m³/s, povprečni letni odtok iz jezera znaša 13,78 m³/s, zato povprečna letna sprememba volumna znaša -0,16 m³/s.

Preglednica 8: Letna vodna bilanca jezera izračunana glede na količino odtoka vode iz jezera, v obdobju 2004-2014

Leto	Povprečni letni pritek v jezero [m ³ /s]	Povprečni letni odtok iz jezera [m ³ /s]	$\Delta V/t$ [m ³ /s]
2004	16,43	16,14	0,30
2005	13,19	13,71	-0,52
2006	12,29	12,35	-0,06
2007	8,27	8,36	-0,09
2008	16,20	15,60	0,61
2009	10,48	10,15	0,34
2010	19,21	19,16	0,05
2011	5,43	6,27	-0,84
2012	10,44	9,37	1,06
2013	14,30	14,47	-0,16
2014	23,58	26,06	-2,48
POVPREČJE	13,62	13,78	-0,16

V Preglednici 9 so prikazane povprečne vrednosti o mesečni vodni bilanci Cerknškega jezera, izračunani glede na količino odtoka vode iz jezera, za vsa leta obravnavanega obdobja. Iz Preglednice 9 je razvidno, da je v povprečju zmanjšanje volumna vode največje meseca januarja (-4,29 m³/s), največje pa meseca februarja (2,27 m³/s).

Preglednica 9: Povprečna mesečna vodna bilanca jezera, izračunana glede na količino odtoka vode iz jezera, v obdobju 2004-2014

Mesec	Povprečni mesečni dotok v jezero [m ³ /s]	Povprečni mesečni odtok iz jezera [m ³ /s]	$\Delta V/t$ [m ³ /s]
Januar	12,26	16,55	-4,29
Februar	19,21	16,94	2,27
Marec	17,02	16,34	0,67
April	18,46	19,85	-1,40
Maj	10,39	11,55	-1,16
Junij	9,07	9,96	-0,89
Julij	5,51	6,30	-0,80
Avgust	3,96	4,33	-0,37
September	10,23	8,61	1,62
Oktober	11,58	10,81	0,76
November	21,14	19,83	1,31
December	24,63	24,33	0,30
LETO	13,62	13,78	-0,16

8.2 Izračun glede na količino padavin

Vodno bilanco Cerknškega jezera, izračunano na zgoraj opisan način, sem preverila tudi z izračunom vodne bilance jezera glede na količino padavin v hidrološkem zaledju.

Odtok padavinske vode s hidrološkega zaledja Cerknškega jezera je izračunan z enačbo (3):

$$Q_p = P - ETP \quad (3)$$

kjer je:

Q_p ... dnevni odtok padavinske vode s hidrološkega zaledja [mm];

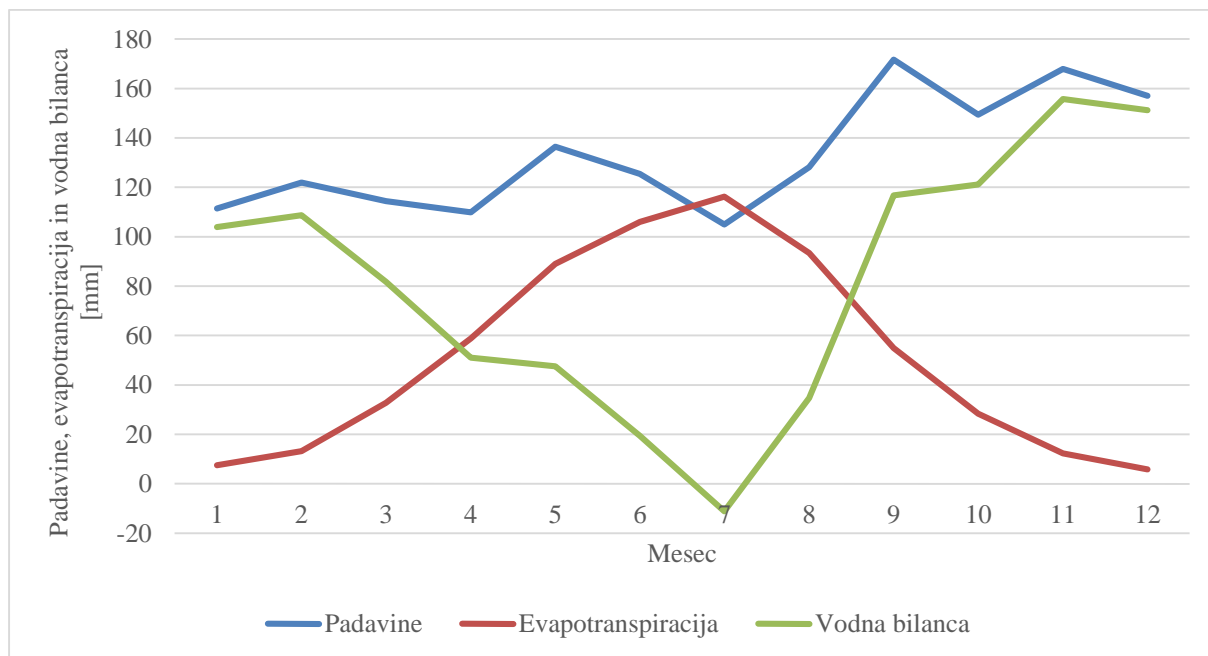
P ... dnevna količina padavin [mm];

ETP ... dnevna evapotranspiracija [mm].

Postopek izračuna dnevne količine padavin za celotno obravnavano obdobje je prikazan v poglavju 7.1.

V celotnem hidrološkem zaledju Cerknškega jezera je bila ETP merjena le na opazovalni postaji Nova vas na Blokah [38]. Zaradi tega sem predpostavljala, da je ETP za celotno hidrološko zaledje enaka podatkom iz te opazovalne postaje. S tem sem pri izračunih naredila določeno napako, ki pa je zaradi pomanjkanja meritev na ostalih opazovalnih postajah nisem mogla izboljšati.

V preglednici 10 in Grafikonu 14 so predstavljeni podatki o povprečni mesečni višini padavin, vsoti mesečne ETP in mesečni vodni bilanci v obdobju 2004-2014. Iz Preglednice 10 in Grafikona 14 je razvidno, da je bila ETP najnižja v zimskih mesecih, najvišja pa v poletnih. Meseca julija je bila ETP celo večja od količine padavin, zato je bila vodna bilanca v tem mesecu negativna (-11,18 mm). Najvišja je bila v mesecu novembru (155,7 mm), sledita mu meseca december (151,17 mm) in oktober (121,10 mm). [38]



Grafikon 14: Povprečna mesečna višina padavin, vsota mesečne evapotranspiracije in mesečna vodna bilanca v obdobju 2004-2014 [36], [38]

Preglednica 10: Mesečne vrednosti količine padavin, evapotranspiracije in vodne bilance v obdobju 2004–2014 [36], [38]

Mesec	Povprečna mesečna količina padavin [mm]	Povprečna mesečna ETP [mm]	Povprečna mesečna vodna bilanca [mm]
Januar	111,44	7,47	103,97
Februar	121,90	13,25	108,65
Marec	114,44	32,70	81,74
April	109,88	58,82	51,06
Maj	136,47	88,96	47,51
Junij	125,43	106,01	19,42
Julij	105,01	116,19	-11,18
Avgust	128,14	93,44	34,71
September	171,67	54,87	116,80
Oktober	149,44	28,34	121,10
November	167,93	12,23	155,70
December	156,99	5,82	151,17
LETO	1598,73	618,09	980,64

Primerjava Grafikona 14 z Grafikonom 2 prikazuje podobnost med povprečnimi mesečnimi višinami padavin, ETP in vodne bilance v obdobja 1971-2000 in 2004-2014. To pomeni, da se povprečna vodna bilanca preko leta glede na prejšnja leta ne spreminja veliko. Opazna pa je razlika v hladni polovici leta, ko vodna bilanca meseca novembra, decembra, januarja, februarja in marca iz obdobja 2004-2014 presega vodno bilanco iz obdobja 1971-2000. Ta sprememba je nastala zaradi večje količine padavin v hladni polovici leta v obdobju 2004-2014 glede na obdobje 1971-2000. Dopusčam pa tudi možnost, da je ta razlika nastala zaradi tega, ker je količina padavin iz obdobja 1971-2000 merjena le na padavinski postaji Nova vas na Blokah, količina padavin iz obdobja 2004-2014 pa predstavlja povprečne količine padavin celotnega hidrološkega zaledja Cerknškega jezera.

Dnevni volumen odtoka padavin iz hidrološkega zaledja Cerknškega jezera sem izračunala z enačbo:

$$V_p = Q_p * A \quad (4)$$

kjer je:

V_p ... dnevni volumen odtoka padavin s hidrološkega zaledja Cerknškega polja [m³];

Q_p ... dnevni odtok padavinske vode s hidrološkega zaledja [m];

$A = 475000000$... površina hidrološkega zaledja Cerknškega polja [m²].

$$Q_p = \frac{V_p}{\Delta t} \quad (5)$$

kjer je:

Q_p ... dnevni odtok padavinske vode s hidrološkega zaledja [m³/s];

$\Delta t = 1 \text{ dan} = 86400 \text{ s}$.

Za celotno preučevano obdobje sem izračunala dnevni odtok padavinske vode s hidrološkega zaledja, ki predstavlja dnevni pritek vode v Cerknško jezero (Q_p). Izračunala pa sem tudi povprečne mesečne in letne pritoke vode v jezero (Preglednica 11).

V Preglednici 11 so prikazani podatki o letni količini padavin in povprečnem letnem odtoku padavin s hidrološkega zaledja Cerknškega jezera v letih od 2004 do 2014. Najmanj padavinske vode je s hidrološkega zaledja odteklo leta 2011 (205,862 milijonov m^3 oz. 6,528 m^3/s), največ pa leta 2014 (814,469 milijonov m^3 oz. 25,827 m^3/s). Takšna razporeditev je razumljiva, saj je leta 2011 padlo najmanj padavin (suho leto), leta 2014 pa največ (mokro leto). Povprečna letna količina padavin v obdobju 2004-2014 znaša 1598,73 mm, vsota letne ETP znaša 618,09 mm, zato znaša povprečni odtok s hidrološkega zaledja 980,64 mm. To pomeni, da je povprečni letni odtok padavinske vode s hidrološkega zaledja jezera enak 465,806 milijonov m^3 oz. 14,759 m^3/s . Iz primerjave letnega odtoka padavinske vode in letne količine padavin sem ugotovila, da je s hidrološkega zaledja odteklo približno tri petine vseh padavin.

Preglednica 11: Količina odtoka padavinske vode iz hidrološkega zaledja Cerknškega jezera v obdobju 2004-2014 [36], [38]

Leto	Letna količina padavin [mm]	Letna ETP [mm]	Q [mm]	V [$10^6 m^3$]	Povprečni letni odtok [m^3/s]	Delež odtekle vode glede na količino padavin [%]
2004	1720,72	598,00	1122,72	533,293	16,864	65,25
2005	1522,76	605,00	917,76	435,937	13,823	60,27
2006	1315,79	626,00	689,79	327,651	10,390	52,42
2007	1323,05	664,40	658,65	312,857	9,921	49,78
2008	1767,76	609,30	1158,46	550,271	17,401	65,53
2009	1467,74	642,50	825,24	391,989	12,430	56,23
2010	1970,47	592,10	1378,37	654,728	20,761	69,95
2011	1078,09	644,70	433,39	205,862	6,528	40,20
2012	1461,37	651,20	810,17	384,831	12,170	55,44
2013	1671,85	594,00	1077,85	511,977	16,235	64,47
2014	2286,47	571,80	1714,67	814,469	25,827	74,99
POVPREČJE	1598,73	618,09	980,64	465,806	14,759	61,34

Količino odtoka vode iz Cerknškega jezera Q_o sem izračunala s pomočjo enačbe (2). Dnevna količina odtekle vode iz jezera je enaka razliki dnevne količine pritekajoče vode v jezero in dnevne spremembe volumna vode. Izračunala sem tudi povprečne mesečne in letne količine odtoka iz jezera.

V Preglednici 12 so zbrani podatki o letni vodni bilanci Cerknškega jezera izračunani glede na količino padavin v njegovem hidrološkem zaledju, za vsa leta obravnavanega obdobja. Povprečni letni pritek vode v jezero je znašal 14,76 m^3/s , povprečni letni odtok iz jezera pa 14,95 m^3/s , zato je bila povprečna letna sprememba volumna -0,19 m^3/s .

Preglednica 12: Vodna bilanca Cerknškega jezera izračunana glede na količino padavin v njegovem hidrološkem zaledju v obdobju 2004-2014

Leto	Povprečni letni prtok v jezero [m ³ /s]	Povprečni letni odtok iz jezera [m ³ /s]	$\Delta V/t$ [m ³ /s]
2004	16,86	16,59	0,27
2005	13,82	14,39	-0,56
2006	10,39	10,43	-0,04
2007	9,92	10,08	-0,16
2008	17,40	16,72	0,68
2009	12,43	12,16	0,27
2010	20,76	20,85	-0,08
2011	6,53	7,31	-0,78
2012	12,17	13,35	-1,18
2013	16,23	16,56	-0,33
2014	25,83	26,04	-0,22
POVPREČJE	14,76	14,95	-0,19

8.3 Primerjava izračuna vodne bilance Cerknškega jezera

Pri izračunu vodne bilance Cerknškega jezera glede na količino odtekle vode ni upoštevana Cerknšičica, saj sem izhajala iz spremembe volumna vode, ki je bila merjena na Strženu (Dolenja vas), do kamor pa Cerknšičica ne teče. Zato sem prtoku vode na Cerknško polje prištela še pretok Cerknšičice, prav tako tudi odtoku, saj sem predpostavljala, da vsa voda Cerknšičice ponikne v Veliki in Mali Karlovici ter Svinjski jami. Zanimarila pa sem dejstvo, da Cerknšičica ob zelo visokem vodostaju doseže tudi jezero.

Primerjavo pritekajoče se vode na Cerknško polje, izračunane na dva načina za celotno obravnavano obdobje, prikazuje Preglednica 13. Razlika med tema dvema izračunoma je izredno majhna. Povprečno znaša 0,14 m³/s. Največja razlika (2,55 m³/s) je bila leta 2006, najmanjša pa leta 2008 (0,03 m³/s).

Preglednica 13: Primerjava izračunov prtoka vode v Cerknško jezero v obdobju 2004-2014

Leto	Pritok I [m ³ /s]	Pritok II [m ³ /s]	Razlika [m ³ /s]
2004	17,64	16,86	0,78
2005	13,95	13,82	0,13
2006	12,94	10,39	2,55
2007	8,96	9,92	0,96
2008	17,43	17,40	0,03
2009	11,34	12,43	1,09
2010	20,78	20,76	0,02
2011	5,99	6,53	0,54
2012	11,35	12,17	0,82
2013	15,44	16,23	0,79
2014	25,03	25,83	0,80
POVPREČJE	14,62	14,76	0,14

Legenda:

Pritok I ... Pritok vode v Cerknjško jezero, izračunan glede na količino odtekle vode iz jezera in dnevno spremembo volumna, kateremu je prištet pretok Cerknjščice

Pritok II ... Pritok vode v Cerknjško jezero, ki je enak odtoku padavinske vode s hidrološkega zaledja jezera

Primerjavo odtoka vode iz Cerknjškega jezera, izračunanega na dva načina za celotno obravnavano obdobje, prikazuje Preglednica 14. Razlika med tema dvema izračunoma je izredno majhna. Povprečno znaša $0,17 \text{ m}^3/\text{s}$. Največja razlika ($3,06 \text{ m}^3/\text{s}$) je bila leta 2012, najmanjša pa leta 2005 ($0,09 \text{ m}^3/\text{s}$).

Preglednica 14: Primerjava izračunov odtoka vode iz Cerknjškega jezera v obdobju 2004-2014

Leto	Odtok I [m^3/s]	Odtok II [m^3/s]	Razlika [m^3/s]
2004	17,35	16,59	0,75
2005	14,47	14,39	0,09
2006	13,00	10,43	2,57
2007	9,06	10,08	1,03
2008	16,82	16,72	0,10
2009	11,01	12,16	1,15
2010	20,73	20,85	0,12
2011	6,83	7,31	0,48
2012	10,29	13,35	3,06
2013	15,61	16,56	0,96
2014	27,51	26,04	1,47
POVPREČJE	14,79	14,95	0,17

Legenda:

Odtok I ... Odtok vode iz Cerknjškega jezera, izračunan glede na nadmorsko višino gladine jezera, kateremu je prištet pretok Cerknjščice

Odtok II ... Odtok vode iz Cerknjškega jezera, izračunan glede na količino pritoka v jezero in dnevno spremembo volumna

Iz primerjave izračuna vodne bilance Cerknjškega jezera glede na količino odtekle vode z izračunom vodne bilance jezera glede na količino odtekle padavinske vode s hidrološkega zaledja jezera sklepam, da je izračun vodne bilance Cerknjškega jezera glede na količino odtekle vode iz jezera izredno dober. Poudariti je potrebno, da sem se za ta izračun odločila zato, ker se pri izračunu vodne bilance jezera glede na količino odtekle padavinske vode s hidrološkega zaledja jezera, v tistih dneh in mesecih, ko ETP večja od količine padavin, pojavi negativen pritok vode v jezero, čeprav se takrat gladina jezera povečuje. To pa seveda ni mogoče. Znano je, da je pritok vode v Cerknjško jezero zaradi kraške retinence (zadrževanja vode v podzemlju) možen tudi v sušnih dneh. To pa se izkazuje samo pri izračunu vodne bilance Cerknjškega jezera glede na količino odtekle vode iz jezera. Zaradi zgornjih ugotovitev, v nadaljnjih izračunih masne bilance kakovostnih parametrov jezera uporabljam rezultate pridobljene z izračunom vodne bilance Cerknjškega jezera glede na količino odtekle vode iz jezera.

S to primerjavo pa sem tudi dokazala, da je bila izbira o velikosti hidrološkega zaledja (475 km^2) pravilna (ujemanje letnih izračunov pritoka in odtoka, ki so bili izračunani na oba načina).

9 MONITORING KAKOVOSTI CERKNŠKEGA JEZERA V OBDOBJU 2004-2006

Za namene diplomske naloge sem se odločila preučevati kakovost Cerknškega jezera v zadnjem času, to je v obdobju od leta 2004 do 2014. Podatke o meritvah kakovostnih parametrov na vtokih in iztokih jezera sem pridobila na spletni strani ARSO [30], [39], [29]. Meritve so se izvajale le v letih od 2004 do 2006, zato sem masno bilanco celotnega fosforja in dušika, amonija, nitratov, nitritov in ortofosfatov lahko izračunala samo za to obdobje. Za obdobje teh let sem izvedla tudi primerjavo koncentracij fosforja in dušika, izračunanih glede na vnos iz hidrološkega zaledja, s koncentracijami, ki so bile izmerjene.

Glede na to, da je Cerknško jezero presihajoče jezero, se pravi je njegovo dno enkrat suho drugič mokro, so njegovi biološki, kemijski in fizikalni procesi drugačni od procesov v stalnih jezerih.

Monitoring kakovosti jezer so leta 2004 in 2005 izvajale tri inštitucije. To so MOP – Agencija Republike Slovenije za okolje, Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana in Zavod za zdravstveno varstvo, Maribor. [30], [39] V obeh letih je bilo v program monitoringa kakovosti voda Cerknškega jezera vključenih deset merilnih mest: Dolenje Jezero in Gorenje jezero (Stržen), Cerknšičica, Zadnji kraj, Karlovica, Vodonos in Rešeto ter Martinjšičica, Žerovnišičica in Lipsenjščica. [30], [39]

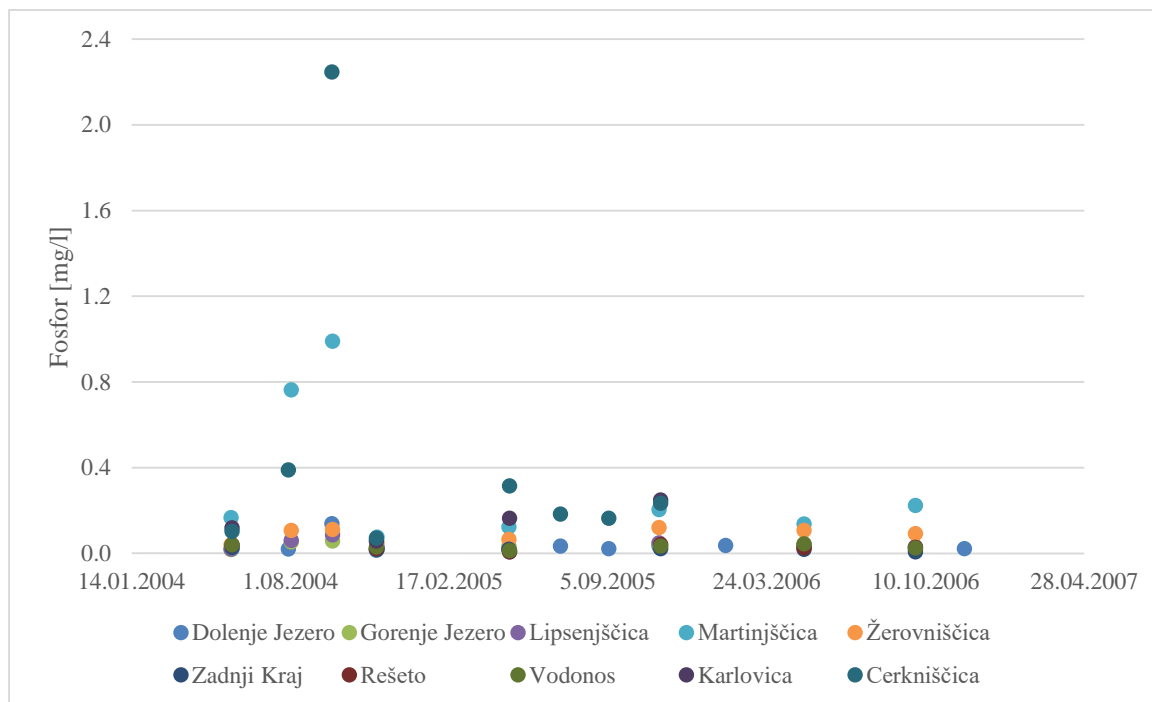
Monitoring kakovosti jezer je leta 2006 izvajalo pet inštitucij: MOP – Agencija Republike Slovenije za okolje, Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana, Zavod za zdravstveno varstvo, Maribor, Oddelek za biologijo Biotehnične fakultete, Univerze v Ljubljani in Inštitut za ekološke raziskave ERICo Velenje. Tega leta je bilo v program monitoringa kakovosti voda Cerknškega jezera vključenih osem merilnih mest. To so Dolenje Jezero (Stržen), Cerknšičica, Zadnji kraj, Vodonos in Rešeto ter Martinjšičica, Žerovnišičica in Lipsenjščica. [29]

Na žalost je bilo vzorčenje vode Cerknškega jezera redko (3-4 krat na leto). Zaradi tega so ocene slabše, kot bi bile, če bi se vzorčenje izvajalo večkrat. Razlog za zmanjšanje števila vzorčenja je bila finančna racionalizacija monitoringa. [29]

V nadaljevanju so predstavljene koncentracije fosforja, dušika, amonija, nitratov, nitritov in ortofosfatov v jezeru v letih od 2004 do 2006. Zanimale so me predvsem velikosti koncentracij na različnih pritokih in iztokih jezera. Izmerjene so prikazane v Prilogi G. Primerjala pa sem tudi povprečne koncentracije na pritokih in iztokih jezera glede na volumen vode. Povprečna koncentracija na iztoku predstavlja povprečje izmerjenih koncentracij na merilnih mestih Dolenje Jezero, Rešeto, Vodonos in Zadnji kraj. Merilnega mesta pri Karloviici nisem upoštevala, ker ni znano, v kakšnem razmerju se v njo stekata Cerknšičica in Stržen. Izmerjene koncentracije na tem merilnem mestu so bolj primerljive s koncentracijam Cerknšičice kot pa s koncentracijam v jezeru. Povprečna koncentracija na pritokih pa je sestavljena iz izmerjenih koncentracij na Gorenjem Jezeru (69 %), Štebersčici (21 %), Žerovniščici (8 %) in Martinjšičici (2 %). Takšne deleže sem predpostavljala, glede na največje dotoke vode na Cerknško jezero [12]. V izračunih povprečnih vrednosti koncentracij na pritokih in iztokih ni upoštevana Cerknšičica, saj ponikne še preden doseže jezero.

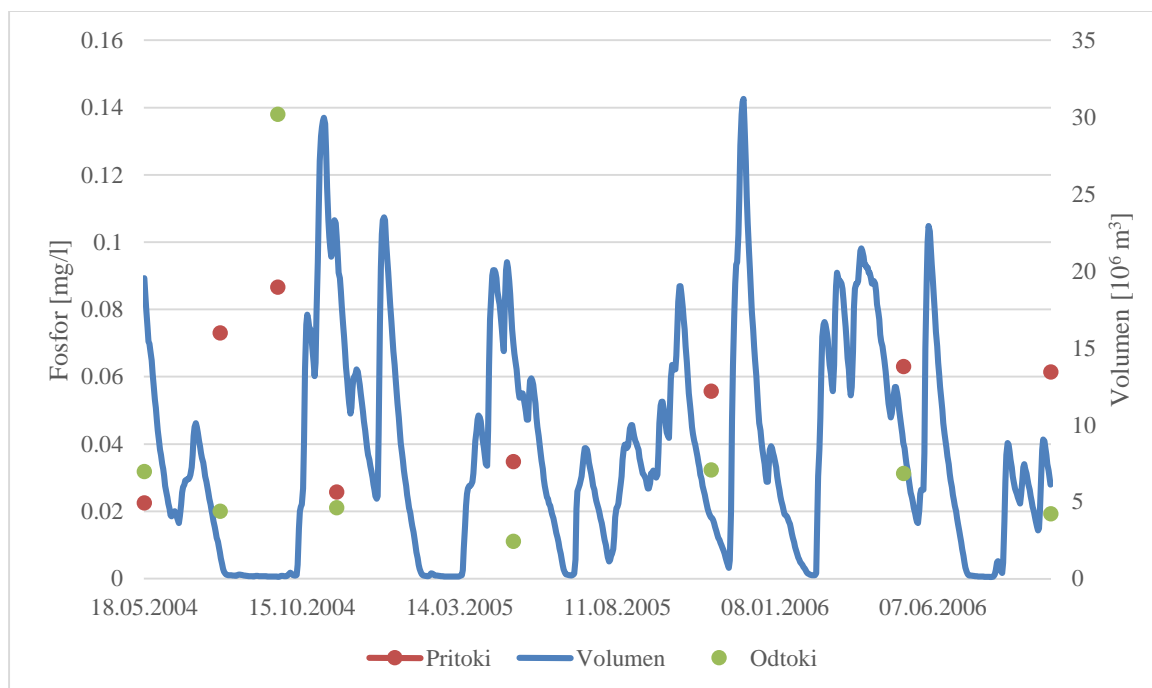
9.1 Celotni fosfor

Na Grafikonu 15 so prikazane izmerjene koncentracije celotnega fosforja na pritokih in iztokih jezera. Iz grafikona je razvidno, da so bili s fosforjem najbolj onesnaženi pritoki jezera. Najbolj onesnažena je bila Cerknšičica, sledi Martinjšičica, Lipsenjščica in Žerovnišičica. Cerknšičica je imela v času, ko do ojezeritve sploh ni prišlo še enkrat višjo koncentracijo kot pa Martinjšičica. Najnižje koncentracije celotnega fosforja so bile izmerjene v Zadnjem kraju.



Grafikon 15: Izmerjene koncentracije fosforja [30], [39], [29]

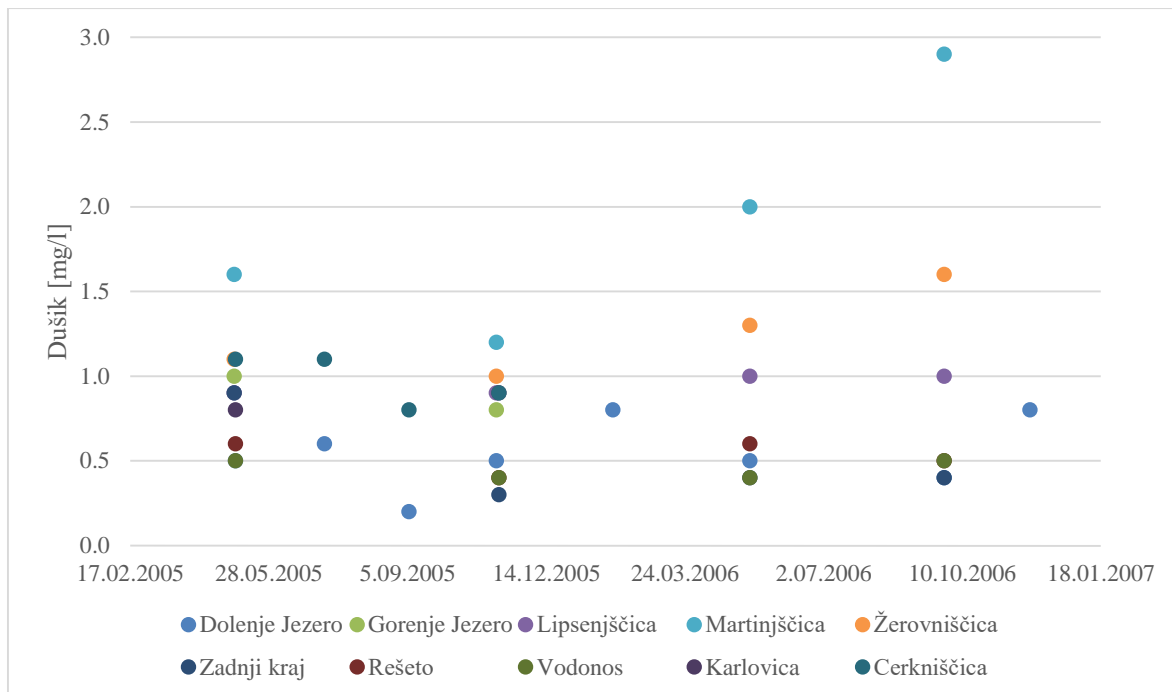
Grafikon 16 prikazuje povprečne koncentracije fosforja na pritokih in iztokih skupaj z volumnom vode. Iz Grafikona 16 je razvidno, da so bile koncentracije na pritokih višje od koncentracij na iztokih. Razvidno pa je tudi, da so bile koncentracije pri manjših volumnih višje in pri večjih volumnih nižje. Največje razlike med koncentracijami na pritokih in iztokih, ko je prišlo do ojezeritve, so bile pri volumnih jezerske vode od 1,7-16 milijonov m^3 . Razlike med koncentracijami na pritokih in iztokih pri večjih volumnih pa so bile manjše.



Grafikon 16: Povprečne koncentracije fosforja na pritokih in iztokih [30], [39], [29]

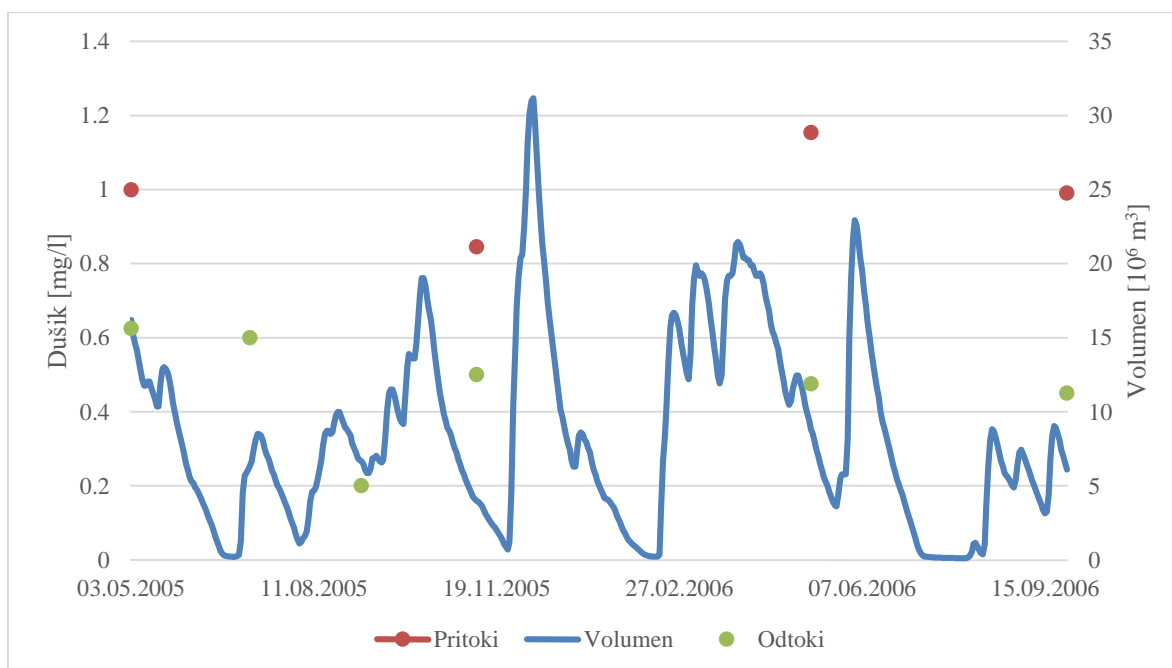
9.2 Celotni dušik

Grafikon 17 prikazuje izmerjene koncentracije dušika, iz katerega je razvidno, da so bili z dušikom najbolj obremenjeni pritoki jezera. Najbolj obremenjena je bila Martinjščica, najmanj pa Vodonos in Zadnji kraj.



Grafikon 17: Izmerjene koncentracije dušika [30], [39], [29]

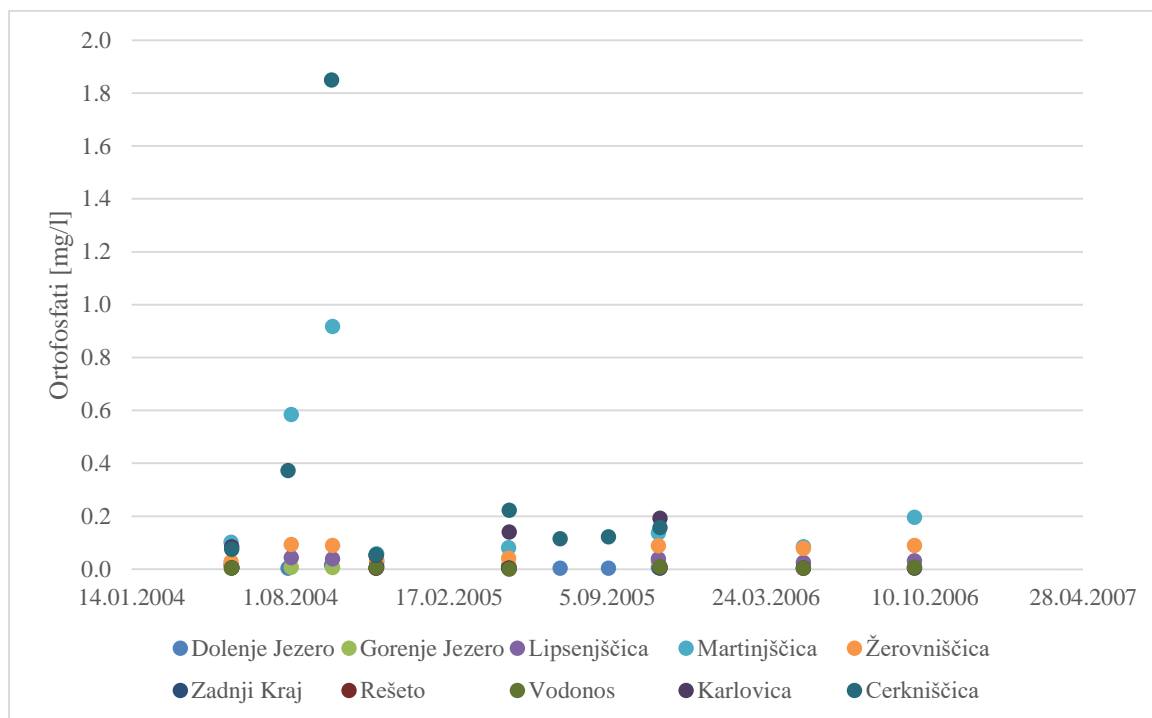
Na Grafikonu 18 so prikazane povprečne koncentracije dušika na pritokih in iztokih jezera, iz katerega je razvidno, da so bile povprečne koncentracije na pritokih vedno višje od koncentracij na iztokih. Iz Grafikona 18 ni razvidne povezave med koncentracijami dušika in volumnom vode. Največje razlike med koncentracijami na pritokih in iztokih so bile pri volumnih od 6 do 8,8 milijonov m³.



Grafikon 18: Povprečne koncentracije dušika na pritokih in iztokih [30], [39], [29]

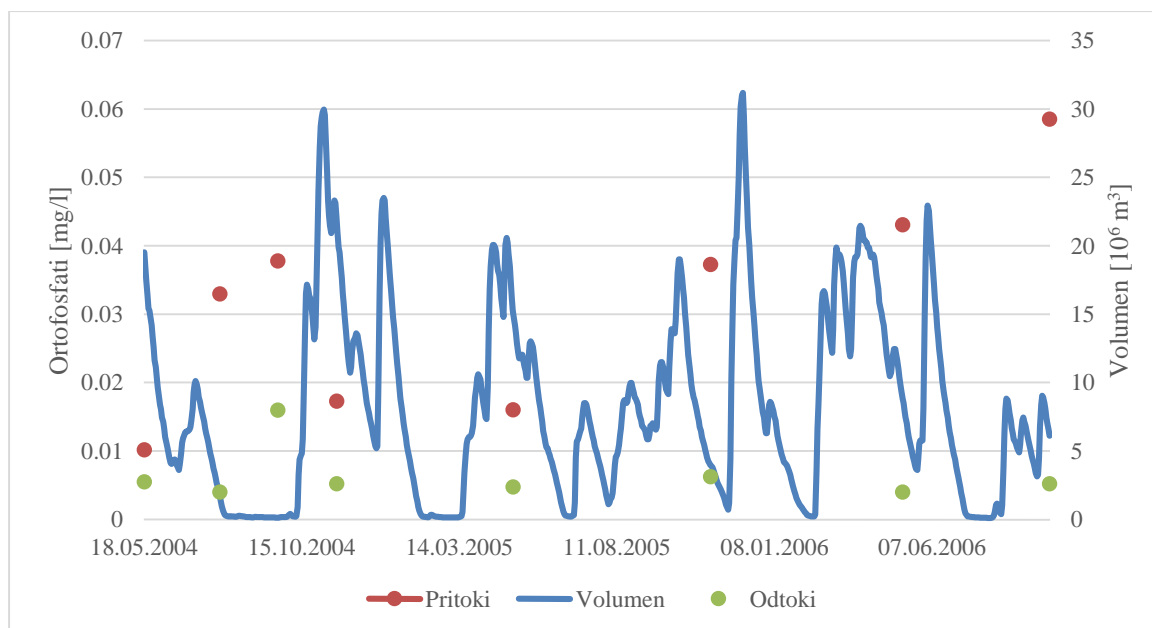
9.3 Ortofosfati

Iz Grafikona 19 je razvidno, da so bile tudi koncentracije ortofosfatov na pritokih v jezero višje kot pa na iztokih. Najbolj obremenjena je bila Cerkniščica, sledi Martinjščica, Žerovniščica in Lipsenjščica. V času, ko ni prišlo do ojezeritve, so bile koncentracije, ki so bile izmerjene na Cerkniščici še enkrat višje od koncentracij izmerjenih na Martinjščici.



Grafikon 19: Izmerjene koncentracije ortofosfatov [30], [39], [29]

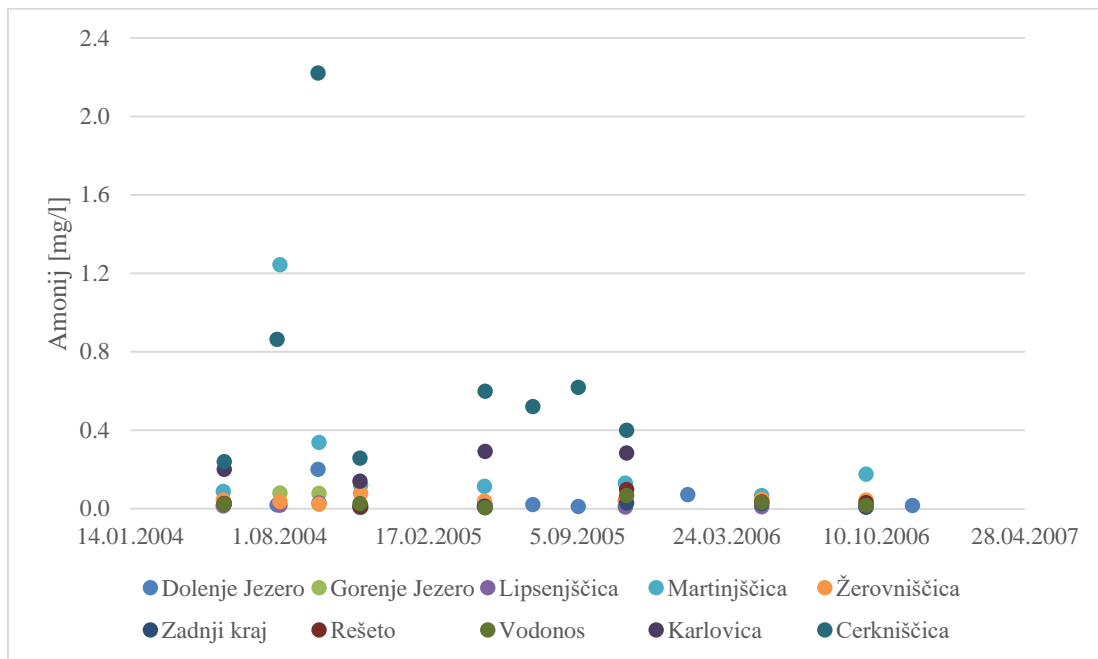
Grafikon 20 prikazuje povprečne koncentracije ortofosfatov, iz katerega je razvidno, da so bile koncentracije na pritokih vedno višje od koncentracij na iztokih. Razvidno pa je tudi, da so bile koncentracije ortofosfatov pri večjem volumnu nižje in pri manjšem volumnu višje. Največje razlike med koncentracijami na pritokih in odtokih so bile pri volumnih od 1,7 do 8,8 milijonov m³.



Grafikon 20: Povprečne koncentracije ortofosfatov na pritokih in iztokih [30], [39], [29]

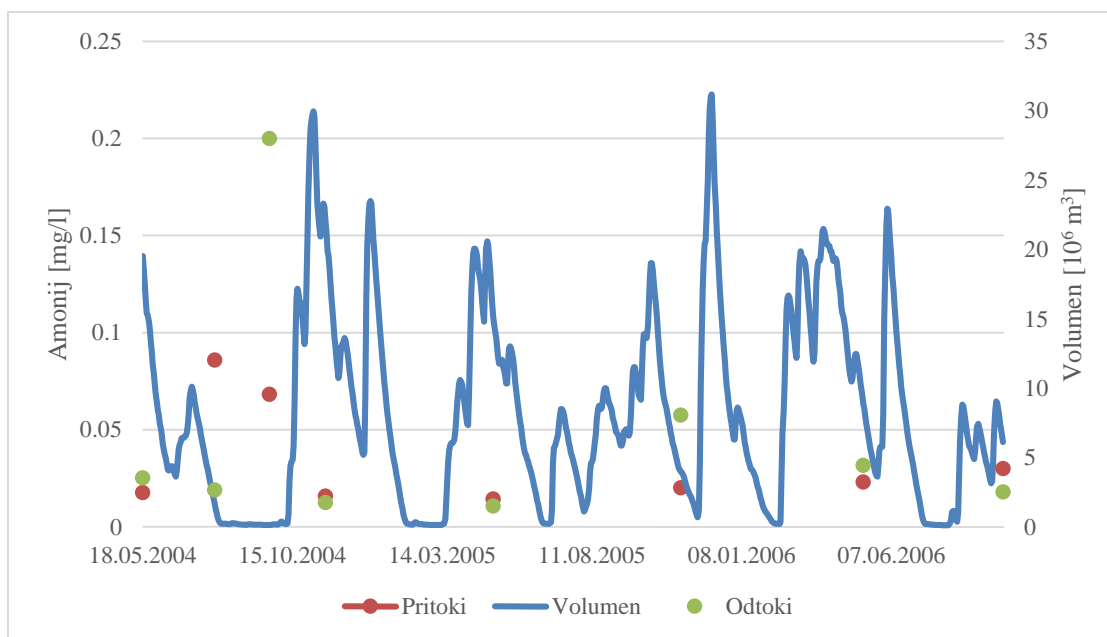
9.4 Amonij

Na Grafikonu 21 so prikazane izmerjene koncentracije amonija. Iz Grafikona 21 je razvidno, da so bile najvišje koncentracije izmerjene na Cerknjščici, malo nižje na Martinjščici in Karlovinci. V času, ko je ni prišlo do ojezeritve jezera so bile koncentracije amonija v Cerknjščici kar sedemkrat višje od koncentracij v Martinjščici. Koncentracije amonija na ostalih pritokih in iztokih so med seboj primerljive.



Grafikon 21: Izmerjene koncentracije amonija [30], [39], [29]

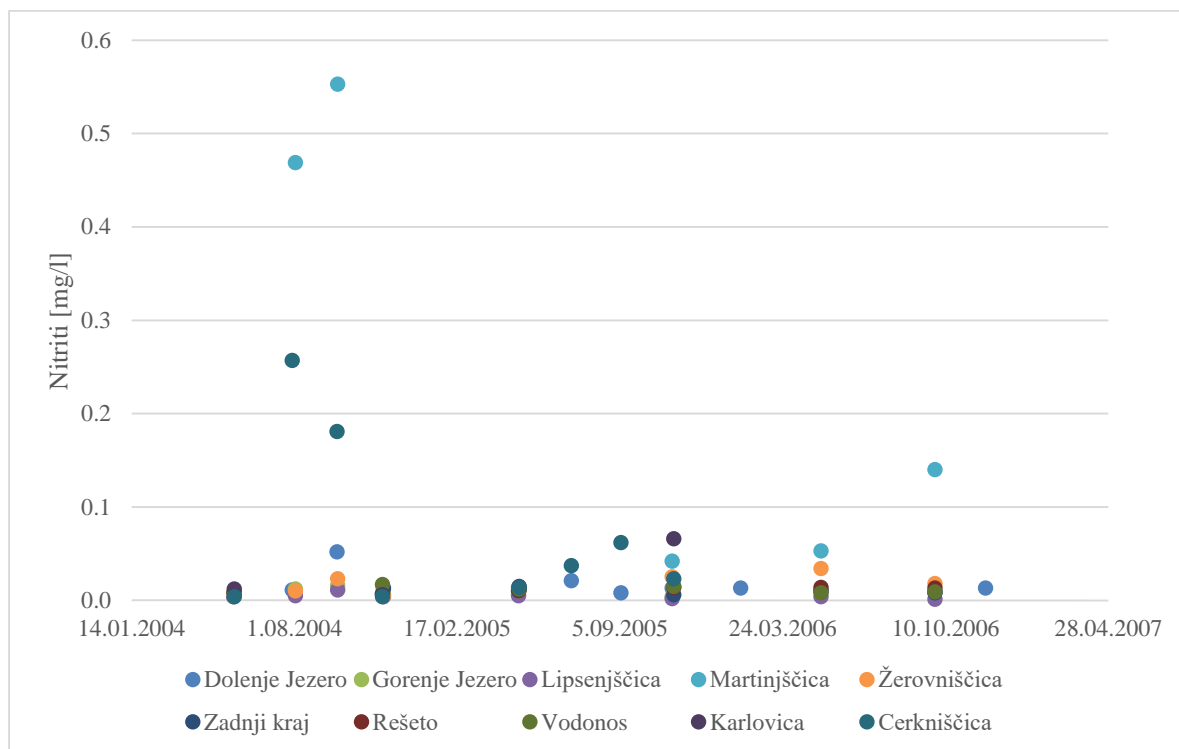
Grafikon 22 prikazuje povprečne koncentracije amonija na pritokih in iztokih jezera. Iz njega je razvidno, da so bile koncentracije amonija pri manjših volumnih višje in pri večjih nižje. Ko je prišlo do ojezeritve, je bila največja razlika med koncentracijo na pritokih in iztokih pri volumnu vode 1,7 milijonov m³.



Grafikon 22: Povprečne koncentracije amonija na pritokih in iztokih [30], [39], [29]

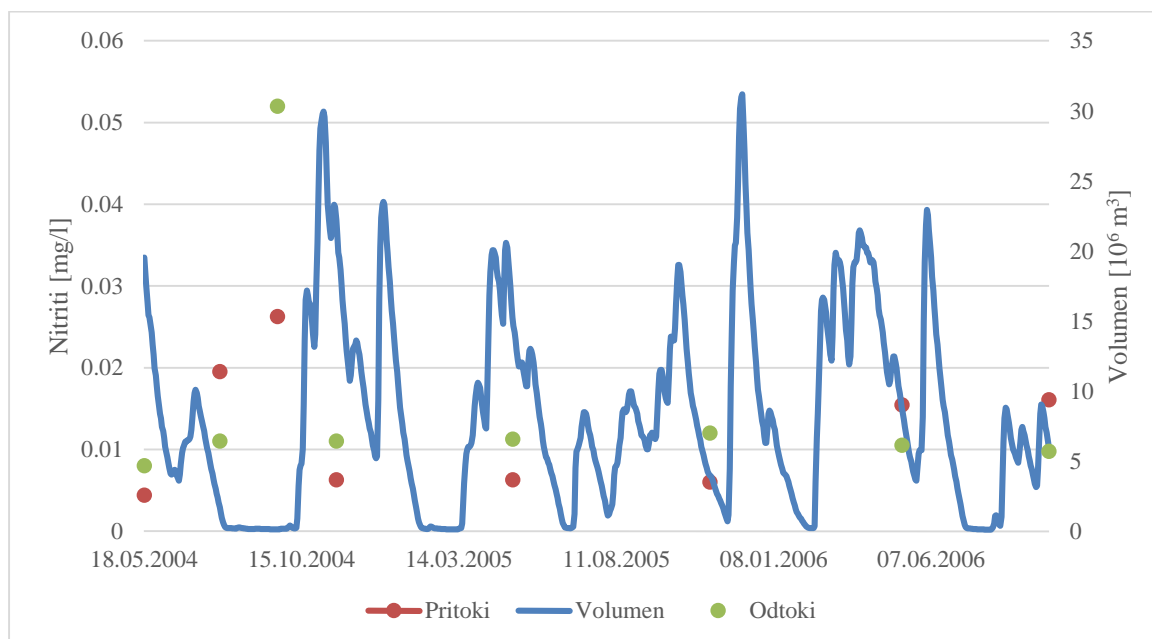
9.5 Nitriti

Grafikon 23 prikazuje izmerjene koncentracije nitritov. Najbolj obremenjeni sta bili Martinjščica in Cerknjščica. Martinjščica je imela v času, ko do ojezeritve sploh ni prišlo, kar trikrat višjo koncentracijo fosforja kot pa Cerknjščica. Ostale koncentracije nitritov, ne glede na to, ali so bile merjene na pritokih ali iztokih, so med seboj primerljive.



Grafikon 23: Izmerjene koncentracije nitritov [30], [39], [29]

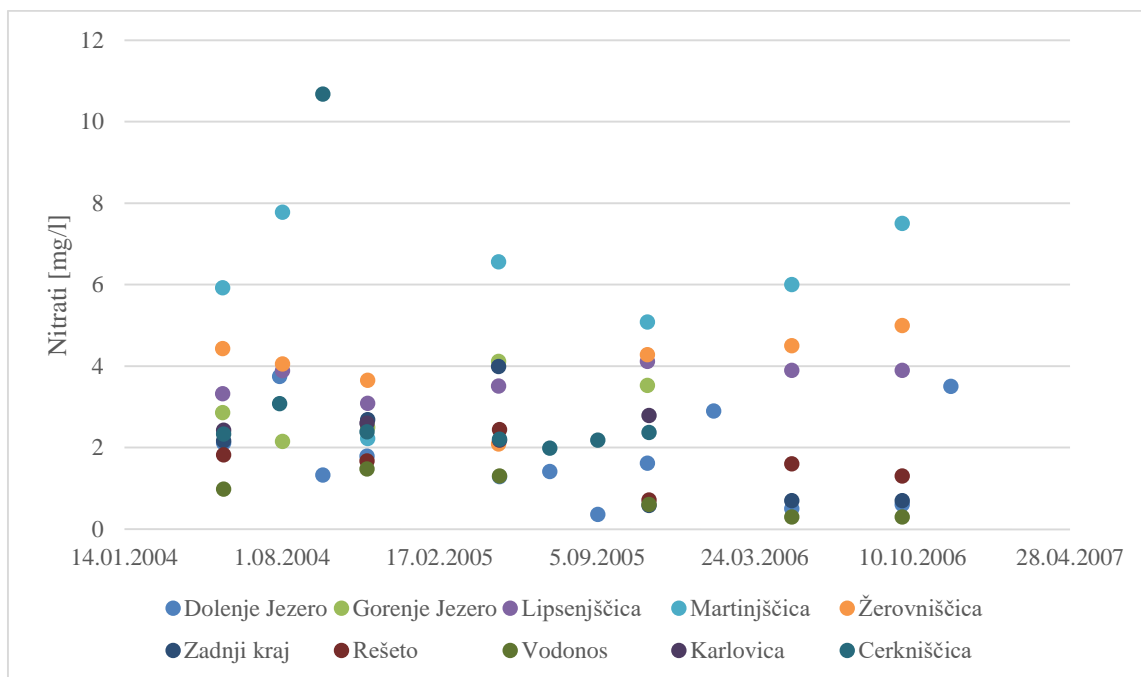
Na Grafikonu 24 so prikazane povprečne koncentracije nitritov. Koncentracije nitrita se na iztokih skoraj niso spreminjale (izjema je le, ko do ojezeritve sploh ni prišlo). Iz Grafikona 24 ni mogoče določiti odvisnosti koncentracij nitritov od volumna vode.



Grafikon 24: Povprečne koncentracije nitritov na pritokih in iztokih [30], [39], [29]

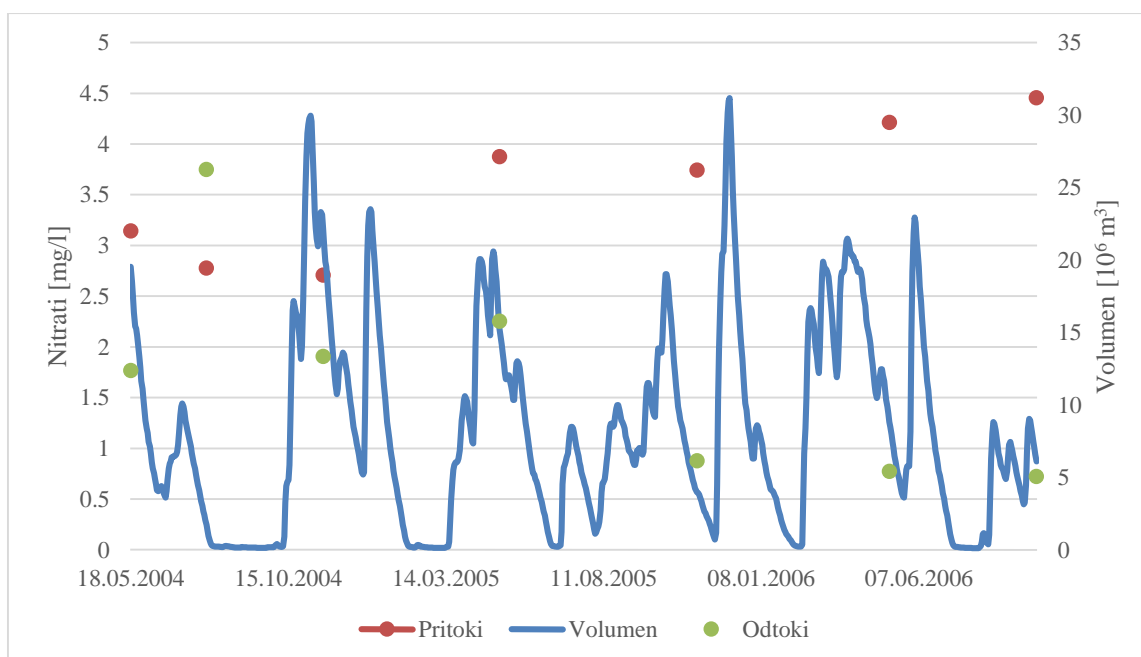
9.5 Nitrati

Iz Grafikona 25 je razvidno, da so bile na Martinjščini poleg najvišje izmerjenih koncentracij nitritov, izmerjene tudi najvišje koncentracije nitratov. Druga najbolj obremenjena je bila Žerovniščica, tretja pa Lipsenjščica. Od pritokov je bila najmanj obremenjena Cerknjščica. Koncentracije nitratov, izmerjene na iztokih so bile vedno nižje od koncentracij, izmerjenih na pritokih jezera.



Grafikon 25: Izmerjene koncentracije nitratov [30], [39], [29]

Grafikon 26 prikazuje povprečne koncentracije nitratov. Iz grafikona je razvidno, da so bile povprečne koncentracije nitratov na pritokih višje kot pa na iztokih. Koncentracija nitrata na iztokih je bila višja od koncentracije na pritokih le ko je bilo v jezeru 1,7 milijonov m³. Največje razlike med koncentracijo na pritokih in iztokih so bile, ko je bilo v jezeru od 4 pa do 8,8 milijonov m³.



Grafikon 26: Povprečne koncentracije nitratov na pritokih in iztokih [30], [39], [29]

Na vseh grafikonih (izjemi sta le Grafikon 17 in Grafikon 18, ker se meritve niso izvajale) so opazne povišane koncentracije parametrov. To povišanje se je zgodilo septembra 2004, ko je povprečni volumen vode znašal le 0,15 milijonov m³. Jezero takrat sploh ni obstajalo, saj je bila voda zbrana le v strugah vodotokov. Zaradi tega sploh ni prišlo do razredčenja s preostalim volumnom jezera. Iz Grafikonov 16, 22 in 24 je razvidno, da so bile v času, ko jezero ni obstajalo, povprečne koncentracije celotnega fosforja, amonija in nitritov na iztokih višje kot pa na pritokih. Izjema so bili le ortofosfati. Meritve koncentracij celotnega dušika in nitratov se takrat niso izvajale. Iz tega lahko sklepam, da v času, ko jezero ne obstaja (volumen vode je manjši od 0,659 milijonov m³) ne prihaja do čiščenja.

10 MASNA BILANCA KAKOVOSTNIH PARAMETROV

Masna bilanca pove, koliko hranil vstopa v jezero, koliko iz njega izstopa in koliko jih v njem na novo nastane oziroma se jih porabi. Masno bilanco Cerknškega jezera bi najlažje in najbolj natančno določila, če bi poznala vse pretoke in koncentracije kakovostnih parametrov, tako na pritokih kot tudi odtokih jezera. Ker pa ti podatki ne obstajajo, sem masno bilanco lahko le ocenila. Pretoki tako na pritokih kot tudi na odtokih niso bili merjeni, zato sem za povprečni pritok vode v jezero in odtok iz jezera uporabila rezultate izračunov vodne bilance jezera (poglavje 8.1). Meritve koncentracij kakovostnih parametrov je ARSO izvajal na različnih lokacijah na pritokih in iztokih jezera [30], [39], [29]. Ker pretoki na pritokih in iztokih niso bili merjeni in sta znana le povprečna pretoka pritokov in iztokov jezera, sem zato določila povprečno koncentracijo kakovostnih parametrov na pritokih in iztokih jezera. Ker so bile koncentracije kakovostnih parametrov merjene le za leto 2004, 2005 in 2006, sem njihovo masno bilanco lahko izračunala le za to obdobje. V izračunih ni upoštevana Cerknšičica, saj ponikne še preden doseže jezero.

Masno bilanco kakovostnih parametrov sem določila z enačbo (6):

$$M_P - M_I = R \quad (6)$$

kjer je:

M_P ... količina hranila, ki je v jezero pritekla [kg/leto];

M_I ... količina hranila, ki iz jezera iztekla [kg/leto];

R ... razlika med količino hranila, ki je v jezero pritekla in količino, ki je iz njega iztekla [kg/leto].

Če je $R > 0$, pride v jezeru do odstranjevanja hranil,

če pa je $R < 0$, potem pa pride do nastajanja.

Količino hranila, ki je v jezero pritekla sem izračunala z enačbo (7):

$$M_P = Q_P * c_P \quad (7)$$

kjer je:

Q_P ... povprečna vrednost pretoka pritoka vode v jezero [m³/leto];

c_P ... povprečna koncentracija hranila na pritokih vode v jezero [kg/m³].

S pomočjo enačbe (8) pa sem izračunala količino hranila, ki je iz jezera iztekla:

$$M_I = Q_I * c_I \quad (8)$$

kjer je:

M_I ... količina hranila, ki je iz jezera iztekla [kg/leto];

Q_I ... povprečna vrednost pretoka iztoka vode iz jezera [m³/leto];

c_I ... povprečna koncentracija hranila na iztoku vode iz jezera [kg/m³].

V nadaljevanju so predstavljene masne bilance posameznih kakovostnih parametrov.

10.1 Celotni fosfor

Prikaz masne bilance celotnega fosforja v letih 2004, 2005 in 2006 je podan v Preglednici 15. Povprečna količina fosforja, ki je prispela v jezero, je znašala 23,3 tone. Iz jezera je izteklo 16,9 tone, torej se je v jezeru odstranilo 6,4 tone fosforja. Glede na izračune se je v jezeru odstranilo 27% fosforja.

Preglednica 15: Masna bilanca celotnega fosforja

Fosfor							
Leto	c_p [mg/l]	Q_p [m ³ /s]	M_p [kg/leto]	c_i [mg/l]	Q_i [m ³ /s]	M_i [kg/leto]	R [kg/leto]
2004	0,052	16,43	26982,70	0,053	16,14	26886,25	96,45
2005	0,045	13,19	18791,43	0,022	13,71	9347,13	9444,30
2006	0,062	12,29	24099,47	0,025	12,35	9834,68	14264,79
POVPREČJE	0,053	13,97	23262,87	0,038	14,065	16882,39	6380,48

10.2 Celotni dušik

V Preglednici 16 je prikazana masna bilanca celotnega dušika v letu 2005 in 2006. Povprečna količina dušika, ki je prispela v jezero, je znašala 400,5 tone, odteklo pa jo je 195,2 tone. V jezeru se je odstranilo 205,4 tone fosforja (51%).

Preglednica 16: Masna bilanca celotnega dušika

Dušik							
Leto	c_p [mg/l]	Q_p [m ³ /s]	M_p [kg/leto]	c_i [mg/l]	Q_i [m ³ /s]	M_i [kg/leto]	R [kg/leto]
2005	0,922	13,19	383396,79	0,481	13,71	208014,18	175382,60
2006	1,072	12,29	415540,14	0,463	12,35	180140,17	235399,97
POVPREČJE	0,997	12,738	400528,06	0,475	13,028	195160,76	205367,30

10.3 Ortofosfati

Masna bilanca ortofosfata v letih 2004, 2005 in 2006 je podana v Preglednici 17. Povprečna količina fosforja, ki je prispela v jezero, je znašala 13,9 tone, izteklo pa jo je 2,8 tone. V jezeru se je odstranilo 11,1 tone ortofosfatov (80 %).

Preglednica 17: Masna bilanca ortofosfatov

Ortofosfati							
Leto	c_p [mg/l]	Q_p [m ³ /s]	M_p [kg/leto]	c_i [mg/l]	Q_i [m ³ /s]	M_i [kg/leto]	R [kg/leto]
2004	0,025	16,43	12768,36	0,008	16,14	3922,91	8845,45
2005	0,027	13,19	11086,07	0,006	13,71	2377,30	8708,77
2006	0,051	12,29	19702,21	0,005	12,35	1801,40	17900,81
POVPREČJE	0,032	13,97	13947,24	0,006	14,065	2827,59	11119,65

10.4 Amonij

V Preglednici 18 je prikazana masna bilanca amonija v letu 2004, 2005 in 2006. Povprečna količina amonija, ki je prispela v jezero, je znašala 15,2 tone, odteklo pa jo je 20,8 tone. To pomeni, da je v jezeru na novo nastalo 5,6 tone amonija.

Preglednica 18: Masna bilanca amonija

Amonij							
Leto	c_p [mg/l]	Q_p [m ³ /s]	M_p [kg/leto]	c_i [mg/l]	Q_i [m ³ /s]	M_i [kg/leto]	R [kg/leto]
2004	0,047	16,43	24384,34	0,064	16,14	32754,67	-8370,33
2005	0,017	13,19	7206,36	0,034	13,71	14750,10	-7543,73
2006	0,027	12,29	10308,47	0,025	12,35	9688,62	619,85
POVPREČJE	0,034	13,97	15174,09	0,047	14,065	20777,26	-5603,18

10.5 Nitriti

Masna bilanca nitrita v letih 2004, 2005 in 2006 je podana v Preglednici 19. Povprečna količina nitritov, ki je prispela v jezero, je znašala 5,5 tone, izteklo pa jo je 7 tone, torej je v jezeru na novo nastalo 1,4 tone nitritov.

Preglednica 19: Masna bilanca nitritov

Nitriti							
Leto	c_p [mg/l]	Q_p [m ³ /s]	M_p [kg/leto]	c_i [mg/l]	Q_i [m ³ /s]	M_i [kg/leto]	R [kg/leto]
2004	0,014	16,43	7333,88	0,021	16,14	10461,08	-3127,20
2005	0,006	13,19	2555,29	0,012	13,71	5024,76	-2469,47
2006	0,016	12,29	6106,16	0,010	12,35	3943,61	2162,56
POVPREČJE	0,013	13,97	5520,65	0,016	14,065	6958,10	-1437,44

10.6 Nitrati

Prikaz masne bilance nitratov v letih 2004, 2005 in 2006 je podan v Preglednici 20. Povprečna količina nitratov, ki je prispela v jezero, je znašala 1569,1 tone. Iz jezera je izteklo 764,2 tone, torej se je v jezeru odstranilo 804,9 tone nitratov. Glede na izračune se je v jezeru odstranilo 51% nitratov.

Preglednica 20: Masna bilanca nitratov

Nitrati							
Leto	c_p [mg/l]	Q_p [m ³ /s]	M_p [kg/leto]	c_i [mg/l]	Q_i [m ³ /s]	M_i [kg/leto]	R [kg/leto]
2004	2,878	16,43	1495565,96	2,476	16,14	1263409,44	232156,53
2005	3,812	13,19	1584983,94	1,566	13,71	676991,62	907992,33
2006	4,337	12,29	1681017,03	0,750	12,35	292119,20	1388897,83
POVPREČJE	3,562	13,97	1569084,75	1,723	14,065	764162,90	804921,85

Glede na zgornje izračune masne bilance kakovostnih parametrov sem ugotovila, da ima jezero samočistilne sposobnosti. V njem se odstranijo celotni fosfor in dušik, ortofosfati in nitrati. Na novo pa nastanejo amonij in nitriti. To se mi zdi razumljivo, saj je amonij značilen za sveže onesnaženje, nitrit pa za bližnje. Ker je zadrževalni čas v jezeru kratek, po mojih izračunih povprečno 6,8 dni, sploh ne pride do nitracije. Povprečni zadrževalni čas sem izračunala za celotno obravnavano obdobje (2004-2014), glede na povprečni volumen vode (8,1 milijonov m³) in pretok iztoka iz jezera (13,8 m³/s).

11 KOLIČINA FOSFORJA IN DUŠIKA, KI PRISPE V JEZERO IZ HIDROLOŠKEGA ZALEDJJA

Glede na to, da sta fosfor in dušik glavna onesnaževalca vode, sem njun vnos v jezero izračunala kot količino, ki prispe iz hidrološkega zaledja. Zanimalo me je predvsem, ali je ta izračun primerljiv z merjenimi vrednostmi na pritokih jezera in kako se je količina vnosa fosforja in dušika spreminja v preučevanem obdobju.

Celotno količino fosforja oz. dušika, ki je prispela v Cerknško jezero, sem izračuna po naslednji enačbi:

$$M_{P(N)} = M_{kmetijske\ p.} + M_{utrjene\ p.} + M_{ceste} + M_{gospodinjstva} + M_{KČN} + M_{industrija} \quad (9)$$

kjer je:

$M_{P(N)}$... celotna količina fosforja oz. dušika, ki je prispela v jezero [kg/leto];

$M_{kmetijske\ p.}$... količina fosforja oz. dušika, ki je prispela v jezero iz kmetijskih površin [kg/leto];

$M_{utrjene\ p.}$... količina fosforja oz. dušika, ki je prispela v jezero iz utrjenih površin [kg/leto];

M_{ceste} ... količina fosforja oz. dušika, ki je prispela v jezero iz cest [kg/leto];

$M_{gospodinjstva}$... količina fosforja oz. dušika, ki je prispela v jezero iz gospodinjstev [kg/leto];

$M_{KČN}$... količina fosforja oz. dušika, ki je prispela v jezero iz komunalnih čistilnih naprav [kg/leto];

$M_{industrija}$... količina fosforja oz. dušika, ki je prispela v jezero iz industrij [kg/leto].

Količino fosforja in dušika, ki je pritekla v jezero iz cest, sem pri izračunu zanemarila, ker v hidrološkem zaledju jezera ni avtocest, ki prispevajo največji delež onesnaževal glede na vse tipe cestnih površin. Količina fosforja in dušika, ki jo ceste povzročijo v zaledju jezera, je glede na ostale količine minimalna in jo zato pri izračunu celotne količine lahko izpustim. [40]

11.1 Postopek izračuna

11.1.1 Vnos iz kmetijskih površin

Količino fosforja oz. dušika, ki je prispela v jezero iz kmetijskih površin, sem izračunala z enačbo (10):

$$M_{kmetijske\ p.} = \sum_{i=1}^n A_i * c_{poi} \quad (10)$$

kjer je:

C_{poi} ... letni koeficient vnosa fosforja oz. dušika, ki ga prispeva hektar posamezne kategorije kmetijskih površin [kg/(ha*leto)];

A_i ... površina posamezne kategorije rabe tal kmetijskih površin [ha]. [26]

V poglavju 3.4 je prikazana pokrovnost tal hidrološkega zaledja Cerknškega jezera. Zaledje je bilo razdeljeno na 13 tipov pokrovnosti tal. Za potrebe izračuna masne bilance jezera sem tipe tal, ki imajo podobno pokrovnost, združila v skupni tip rabe tal. Tako so v gozdu zajeti mešani, iglasti, listnati in grmičasti gozd. Obdelovalna zemlja predstavlja kmetijske površine drobnoposestniške strukture in pretežno kmetijske površine z večjimi območji vegetacije. Barje in resave, naravni travniki in pašniki so združeni v travnike. Industrija, trgovina zajemata tudi površine za šport in prosti čas. V urbanih površinah so zajete nesklenjene urbane površine in dodatno dodane aglomeracije. V Preglednici 21 so prikazane velikosti kmetijskih površin hidrološkega zaledja Cerknškega jezera iz katere je razvidno, da je največji del kmetijskih površin poraščen z gozdom (79,79 %), sledijo območja obdelovalne zemlje (12,30 %) in travniki (7,93%).

Preglednica 21: Kmetijske površine hidrološkega zaledja Cerknškega jezera

Raba tal	Površina [km ²]	Delež [%]
Gozd	356,30	79,78
Obdelovalna zemlja	54,93	12,30
Travniki	35,40	7,93
VSOTA	446,62	

Vrednosti letnih koeficientov vnosa fosforja in dušika, ki ga prispeva hektar posamezne kategorije kmetijske površine, so prikazane v Preglednici 22.

Preglednica 22: Letni koeficienti vnosa fosforja in dušika, ki ga prispeva hektar posamezne kategorije kmetijske površine [41]

Raba tal	FOSFOR c_{po} [kg/(ha*leto)]	DUŠIK c_{po} [kg/(ha*leto)]
Gozd	0,16	3,5
Obdelovalna zemlja	2,2	40
Travniki	1,1	20

11.1.2 Vnos iz utrjenih površin

Količino fosforja oz. dušika, ki je prispela v jezero iz utrjenih površin, sem izračunala z enačbo (11):

$$M_{utrjene\ površine} = \sum_{i=1}^n P * A_i * \varphi_i * c_{pai} \quad (11)$$

kjer je:

P ... količina padavin [l/(m²*leto)];

Opomba: [mm/leto] = [l/(m²*leto)] ... pretvorba zaradi ujemanja enot v enačbi

A_i ... površina posamezne kategorije rabe tal utrjenih površin [m²];

φ_i ... koeficient odtoka posamezne kategorije rabe tal utrjenih površin [/];

c_{pai} ... srednja koncentracija padavinskih vod s posamezne kategorije rabe tal utrjenih površin [kg/l].

Količine padavin za posamezno leto obravnavanega obdobja so bile izračunane v poglavju 7.1 in so prikazane v Preglednici 4.

Glede na to, da v pokrovnosti tal (poglavje 3.4) niso zajete aglomeracije, sem jih dodala. Aglomeracije predstavljajo urbane površine, ki vplivajo na kakovost voda, zato se jih ne sme zanemariti. Podatke o aglomeraciji sem pridobila na spletni strani Geoportal ARSO [11]. Skupaj s podatki o pokrovnosti tal sem jih uvozila v program AutoCAD in izračunala velikosti utrjenih površin. Utrjene površine sestavljajo urbane površine (8,08 km²) in industrije, trgovine (1 km²).

Vrednosti koeficientov odtoka so podane v Preglednici 23, vrednosti srednjih koncentracij padavinskih vod z utrjenih površin pa v Preglednici 24.

Preglednica 23: Koeficient odtoka posamezne kategorije rabe tal utrjenih površin [42]

Raba tal	ϕ [/]
Industrija, trgovina	0,8
Stanovanjsko naselje z nizko gostoto prebivalstva	0,6
Vaško naselje	0,6

Preglednica 24: Srednje koncentracije padavinskih vod z utrjenih površin [43]

Raba tal	FOSFOR	DUŠIK
	c_{pa} [mg/l]	c_{pa} [mg/l]
Industrija, trgovina	1,30	1,7
Stanovanjsko naselje z nizko gostoto prebivalstva	0,70	1,2
Vaško naselje	0,10	0,2

K stanovanjskim naseljem z nizko gostoto spadajo samo naselja Cerknica, Stari trg in Lož. [41] Površine vseh naselij so zbrane v Prilogi C.

11.1.3 Vnos iz gospodinjestev

Količino fosforja oz. dušika, ki je prispela v jezero iz gospodinjestev, sem izračunala z enačbo:

$$M_{gospodinjestva} = P * primesi \quad (12)$$

kjer je:

P ... število prebivalcev, ki niso bili priključeni na kanalizacijo [P];

primesi ... primesi v odpadni vodi na osebo na leto [kg/(P*leto)].

Oseba na dan prispeva 2,3 g fosforja in 13,9 g dušika. [43]

Najstarejši podatki o številu prebivalcev po naseljih so iz leta 2011, zato sem te podatke upoštevala tudi pri izračunih pred tem letom. V Prilogi C so zbrani podatki o številu prebivalcev po posameznih naseljih.

11.1.4 Vnos iz komunalnih čistilnih naprav

Količino fosforja oz. dušika, ki je prispela v jezero iz komunalnih čistilnih naprav (v nadaljevanju KČN), sem izračunala z enačbo:

$$M_{KČN} = \sum_{i=1}^n V_i * c_i \quad (13)$$

kjer je:

V_i ... letna količina prečiščene odpadne vode na posamezni KČN [1000 m³/leto];

c_i ... povprečna vrednost fosforja oz. dušika izmerjenega na posamezni KČN [mg/l].

11.1.5 Vnos iz industrij

Količino fosforja oz. dušika, ki je prispela v jezero iz industrij, sem izračunala z enačbo:

$$M_{\text{industrija}} = \sum_{i=1}^n V_i * c_i \quad (14)$$

kjer je:

V_i ... letna količina odpadne vode iz posamezne industrije [1000m³/leto];

c_i ... povprečna vrednost fosforja oz. dušika, izmerjena na merilnem mestu iz posamezne industrije [mg/l].

11.2 Vnos v obdobju 2004-2014

Postopen izračun je prikazan le za prvo leto obravnavanega obdobja (2004), za vsa ostala leta pa so zaradi prevelikega obsega izračunov podani le končni rezultati.

11.2.1 Vnos za leto 2004

11.2.1.1 Vnos iz kmetijskih površin

V Preglednici 25 je prikazan izračun količin vnosa fosforja iz posameznih kategorij rabe tal kmetijskih površin za leto 2004. Celotna količina vnosa fosforja iz kmetijskih zemljišč je znašala 21,7 tone. Največji delež predstavlja vnos fosforja iz obdelovalnih površin (55,74 %), sledi vnos iz gozda (26,30 %), in najmanjši delež predstavlja vnos iz travnikov (17,96 %).

Preglednica 25: Količina vnosa fosforja iz kmetijskih zemljišč (2004)

FOSFOR				
Raba tal	Površina [m ²]	C_{po} [kg/(ha*leto)]	Količina vnosa [kg/leto]	Delež [%]
Gozd	356295088,05	0,16	5700,72	26,30
Obdelovalna zemlja	54927577,76	2,2	12084,07	55,74
Travniki	35395771,85	1,1	3893,53	17,96
VSOTA			21678,32	

V Preglednici 26 so prikazani izračuni količin vnosa dušika, ki so v letu 2004 prešli v jezero iz posameznih kategorij rabe tal kmetijskih površin. Tega leta je jezero iz kmetijskih zemljišč pridobilo 415,2 tone dušika. Največ dušika je v jezero prispelo iz obdelovalnih površin (52,92 %), iz gozda (30,03 %), in travnikov (17,05 %).

Preglednica 26: Količina vnosa dušika iz kmetijskih zemljišč (2004)

DUŠIK				
Raba tal	Površina [m ²]	C_{po} [kg/(ha*leto)]	Količina vnosa [kg/leto]	Delež [%]
Gozd	356295088,05	3,5	124703	30,03
Obdelovalna zemlja	54927577,76	40	219710	52,92
Travniki	35395771,85	20	70792	17,05
VSOTA			415205	

Iz primerjave Preglednice 25 in 26 je razvidno, da so deleži vnosa fosforja in dušika glede na rabo tal kmetijskih površin skoraj enaki.

11.2.1.2 Vnos iz utrjenih površin

Preglednica 27 prikazuje izračun količin vnosa fosforja iz posameznih kategorij rabe tal utrjenih površin za leto 2004. V tem letu je iz utrjenih površin v jezero prispelo 2,6 tone fosforja, od katerih največji delež predstavlja območje industrij in trgovin (49,3 %), sledijo Cerknica, Stari trg in Lož (27,31 %) ter vaška naselja (23,39 %).

Preglednica 27: Količina vnosa fosforja iz utrjenih zemljišč (2004)

FOSFOR							
Raba tal	Količina padavin [l/(m ² *leto)]	Površina [m ²]	Število prebivalcev [1]	φ [l]	c _{pa} [mg/l]	Količina vnosa [kg/leto]	Delež [%]
Industrija, trgovina	1720,72	707067,241		0,8	1,3	1265,33	49,30
Stanovanjsko naselje z nizko gostoto prebivalstva	1720,72	969990,302	2608	0,6	0,7	701,02	27,31
Vaško naselje	1720,72	5815861,618	7494	0,6	0,1	600,45	23,39
VSOTA						2566,80	

V Preglednici 28 so prikazani izračuni količin vnosa dušika, ki so v letu 2004 prešli v jezero iz posameznih kategorij rabe tal utrjenih površin. Tega leta je v jezero iz utrjenih površin prispelo 4,1 tone dušika. Tudi pri vnosu dušika iz utrjenih površin, največji delež predstavlja območje industrij in trgovin (40,78 %), vnos dušika iz Cerknice, Starega trga in Loža pa je skoraj enak vnosu iz vaških naselij (približno 29,6 %).

Preglednica 28: Količina vnosa dušika iz utrjenih zemljišč (2004)

DUŠIK							
Raba tal	Količina padavin [l/(m ² *leto)]	Površina [m ²]	Število prebivalcev [1]	φ [l]	c _{pa} [mg/l]	Količina vnosa [kg/leto]	Delež [%]
Industrija, trgovina	1720,72	707067,241		0,8	1,7	1654,67	40,78
Stanovanjsko naselje z nizko gostoto prebivalstva	1720,72	969990,3016	2608	0,6	1,2	1201,74	29,62
Vaško naselje	1720,72	5815861,618	7494	0,6	0,2	1200,90	29,60
VSOTA						4057,31	

Del Cerknice in Dolenje vasi ter Starega trga in Loža je bil priključen na kanalizacijsko omrežje. Ker meteorna voda odteče v kanalizacijo in KČN, ga pri tem izračunu nisem upoštevala, ampak ga bom upoštevala pri izračunu obremenitve iz KČN.

11.2.1.3 Vnos iz gospodinjestev

Preglednica 29 prikazuje izračun količine vnosa fosforja iz gospodinjestev, ki leta 2004 niso bile priključene na kanalizacijsko omrežje, preglednica 30 pa količino dušika. Količina vnosa fosforja iz gospodinjestev je za to leto znašala 8,5 tone, količina dušika pa 51,4 tone.

Preglednica 29: Količina vnosa fosforja iz gospodinjstev (2004)

FOSFOR		
Število prebivalcev [1]	Fosfor [g/(P*dan)]	Količina vnosa [kg/leto]
10102	2,3	8503,86

Preglednica 30: Količina vnosa dušika iz gospodinjstev (2004)

DUŠIK		
Število prebivalcev [1]	Dušik [g/(P*dan)]	Količina vnosa [kg/leto]
10102	13,9	51392,92

11.2.1.4 Vnos iz komunalnih čistilnih naprav

Količina vnosa fosforja iz komunalnih čistilnih naprav je leta 2004 znašala 1 tona (Preglednica 31), dušika pa 7,8 tone (Preglednica 32).

Preglednica 31: Količina vnosa fosforja iz komunalnih čistilnih naprav (2004)

FOSFOR				
Komunalna čistilna naprava	Število priključenih oseb	Letna količina prečiščene odpadne vode (1000 m ³ /leto)	Povprečna vrednost [mg/l]	Količina vnosa [kg/leto]
DOLENJA VAS (CERKNICA)	2200	180	4,6	828
STARI TRG (LOŽ)	1000	100	1,76	176
VSOTA				1004

Preglednica 32: Količina vnosa dušika iz komunalnih čistilnih naprav (2004)

DUŠIK				
Komunalna čistilna naprava	Število priključenih oseb	Letna količina prečiščene odpadne vode (1000 m ³ /leto)	Povprečna vrednost [mg/l]	Količina vnosa [kg/leto]
DOLENJA VAS (CERKNICA)	2200	180	23,93	4307,4
STARI TRG (LOŽ)	1000	100	34,45	3445
VSOTA				7752,4

Meritve količine vnosa fosforja in dušika v odpadni vodi za KČN Stari trg (Lož) niso bile merjene, zato sem za izračune uporabila koncentracijo iz leta 2008. Leta 2004 je bila izmerjena le letna količina prečiščene odpadne vode.

11.2.1.5 Vnos iz industrij

Leta 2004 je v hidrološkem zaledju Cerkniškega jezera obratovalo sedem industrij. To so Jub Nova vas, Brest pohištvo d. o. o., Elgoline d. o. o., odlagališče Rakek-Pretržje, Kli Logatec d. d., Lingva d. o. o in Kovinoplastika Lož d. d. Vse industrije, razen Jub Nova vas in odlagališča Rakek-Pretržje, so imele izpust odpadne vode urejen v kanalizacijo, ki se je zaključila s KČN in je njihova obremenitev že upoštevana pri izračunu obremenitev iz KČN. [44] Poudariti je potrebno, da v izračune pri vnosu hranil iz industrij niso upoštevane industrije iz Prezida, saj podatki o njihovih količinah vnosa niso bili dostopni. Vnos fosforja in dušika iz industrij je bil v letu 2004 majhen. Količina fosforja je znašala 0,05 kg, dušika pa 6,85 kg.

Preglednica 33: Količina vnosa fosforja iz industrij (2004)

FOSFOR				
Industrija	Tip iztoka	Letna količina odpadne vode [1000 m ³ /leto]	Povprečna vrednost [mg/l]	Količina vnosa [kg/leto]
JUB NOVA VAS	Iztok neposredno v okolje	0,1	0,5	0,05
			VSOTA	0,05

Preglednica 34: Količina vnosa dušika iz industrij (2004)

DUŠIK				
Industrija	Tip iztoka	Letna količina odpadne vode [1000 m ³ /leto]	Povprečna vrednost [mg/l]	Količina vnosa [kg/leto]
ODLAGALIŠČE RAKEK-PRETRŽJE	Iztok v kanalizacijo ki se ne zaključi s KČN	1,058	6,43	6,8
JUB NOVA VAS	Iztok neposredno v okolje	0,0625	0,88	0,05
			VSOTA	6,85

11.2.1.6 Skupna količine

V Preglednici 35 so zbrane količine vnosa fosforja in dušika v Cerkniško jezero za leto 2004. Iz celotnega hidrološkega zaledja jezera je leta 2004 v Cerkniško jezero priteklo 33,8 tone fosforja in 478,4 tone dušika. Največje količine fosforja (64,23 %) in dušika (86,79 %) so prispele iz kmetijskih površin. To je razumljivo, saj kmetijske površine predstavljajo kar 94 % vsega hidrološkega zaledja jezera. Gospodinjstva so predstavljala 25,19 % celotnega onesnaževanja s fosforjem in 10,74 % z dušikom. Iz utrjenih površin je prispelo 7,6 %, iz KČN pa 2,97 % vsega fosforja. Iz utrjenih površin je prispelo 0,85 %, iz KČN pa 1,62 % vsega dušika. Vnos iz industrij je imel minimalen prispevek pri onesnaževanju jezera s fosforjem in dušikom.

Preglednica 35: Skupne količine vnosa fosforja in dušika (2004)

	Letna količina vnosa [kg/leto]		Delež [%]	
	Fosfor	Dušik	Fosfor	Dušik
Kmetijske površine	21678,32	415205,14	64,23	86,79
Utrjene površine	2566,79	4057,30	7,60	0,85
Gospodinjstva	8503,86	51392,92	25,19	10,74
Komunalne čistilne naprave	1004,00	7752,4	2,97	1,62
Industrija	0,05	6,85	0,0001	0,0014
VSOTA	33753,03	478414,60		

11.2.2 Vnos za leto 2005

Leta 2005 je v Cerknško jezero prispelo 33,6 tone fosforja in 479,2 tone dušika. Obremenitev iz kmetijskih površin je za vsa leta preučevanega obdobja enaka in znaša 21,7 tone s fosforjem in 415,2 tone z dušikom. Iz utrjenih površin je v jezero priteklo 2,2 tone fosforja in 3,6 tone dušika. Količina vnosa fosforja in dušika iz gospodinjstev je enaka prejšnjemu letu (8,5 tone fosforja in 51,3 tone dušika). Iz KČN Dolenja vas (Cerknica) in Stari trg (Lož) je v jezero priteklo 1,2 tone fosforja in 9,1 tone dušika. Vnos iz industrije Jub Nova vas in odlagališča Rakek-Pretržje je bil majhen (0,01 kg fosforja in 39,55 kg dušika).

11.2.3 Vnos za leto 2006

Leta 2006 je v jezero prispelo 35,2 tone fosforja in 490,7 tone dušika. Iz utrjeni površin se je spralo 1,7 tone fosforja in 2,7 tone dušika. Tega leta se je število priključenih oseb na KČN Dolenja vas (Cerknica) povečalo na 3653, zato se je količina vnosa iz gospodinjstev zmanjšala na 7,3 tone fosforja in 44 ton dušika. Količina vnosa fosforja iz KČN Dolenja vas (Cerknica) in Stari trg (Lož) je znašala 4,6 tone, dušika pa 29 tone. Iz industrije Jub Nova vas je prispelo le minimalno fosforja (0,01 kg) in dušika (0,07 kg).

11.2.4 Vnos za leto 2007

Iz celotnega hidrološkega zaledja jezera je leta 2007 v Cerknško jezero priteklo 33,8 tone fosforja in 499,1 tone dušika. Jezero je iz utrjenih površin prejelo 1,5 tone fosforja in 2,4 tone dušika. Na KČN Stari trg (Lož) se je priključilo še 567 oseb, zato se je količina vnosa zaradi gospodinjstev, ki niso priključene na kanalizacijsko omrežje, zmanjšalo na 6,8 fosforja in 41,1 kg dušika. Iz KČN Dolenja vas (Cerknica) in Stari trg (Lož) je v jezero prispelo 3,7 tone fosforja in 40,5 tone dušika, iz industrije Jub Nova vas pa le 0,02 kg fosforja in 0,14 kg dušika.

11.2.5 Vnos za leto 2008

Leta 2008 je v jezero prispelo 33,2 tone fosforja in 494,4 tone dušika. Iz utrjenih površin se je spralo 2,1 tone fosforja in 3,2 tone dušika. Ker se število priključenih na kanalizacijsko omrežje glede na prejšnje leto ni spremenilo, je količina vnosa enaka prejšnjemu letu (6,8 tone fosforja in 41,1 tone dušika). Količina vnosa fosforja iz KČN Dolenja vas (Cerknica) in Stari trg (Lož) je znašala 2,6 tone, dušika pa

33,8 tone. Iz industrije Jub Nova vas in odlagališča Rakek-Pretržje je prispelo le 1,99 kg fosforja in a tona dušika.

11.2.6 Vnos za leto 2009

Iz celotnega hidrološkega zaledja jezera je leta 2009 v Cerknško jezero priteklo 32,4 tone fosforja in 495,4 tone dušika. Jezero je iz utrjenih površin prejelo 1,7 tone fosforja in 2,7 tone dušika. Količina vnosa iz gospodinjstev je enaka količini, ki je v jezero prišla prejšnje leto. Iz KČN Dolenja vas (Cerknica) in Stari trg (Lož) je v jezero prispelo 2,2 tone fosforja in 36,4 tone dušika, iz industrije Jub Nova vas in odlagališča Rakek-Pretržje pa le minimalno fosforja (0,72 kg) in dušika (51,12 kg).

11.2.7 Vnos za leto 2010

Leta 2010 je v jezero prispelo 32,2 tone fosforja in 492,4 tone dušika. Tega leta je v jezero iz utrjenih površin priteklo 1,6 tone fosforja in 2,6 tone dušika. Količina vnosa fosforja in dušika iz gospodinjstev se je zaradi dveh na novo odprtih KČN Grahovo (Cerknica) in POC Rakek zmanjšala. Količina vnosa fosforja iz gospodinjstev je znašala 6,3 tone, dušika pa 38,1 tone. Ker imata na novo odprti KČN sekundarno stopnjo čiščenja, to pomeni, da se na njej fosfor ne odstranjuje, sem predpostavljala, da približno tolikšna koncentracija fosforja, kot vstopi v KČN, iz nje tudi izstopi (10 mg/l) [43]. Predpostavljala sem tudi, da je vrednost koncentracije dušika, ki je iz teh dveh KČN izstopila, znašala 15 mg/l [43]. Skupna količina fosforja iz vseh KČN je znašala 2,6 tone, dušika pa 36,5 tone. Vnos iz odlagališča Rakek-Pretržje je bil majhen (0,21 kg fosforja in 42,6 kg dušika).

11.2.8 Vnos za leto 2011

Leta 2011 je v jezero prispelo 30,9 tone fosforja in 478,8 tone dušika. Iz utrjenih površin je v jezero priteklo 0,9 tone fosforja in 1,4 tone dušika. To leto se je odprla KČN Nova vas (Bloke), zaradi katere se je vnos iz gospodinjstva zmanjšal na 6 tone fosforja in 36,3 tone dušika. Iz vseh KČN skupaj (Dolenja vas, Stari trg, Grahovo, POC Rakek in Nova vas) je v jezero priteklo 2,3 tone fosforja in 26 ton dušika. Količina vnosa iz industrije je bila zanemarljiva.

11.2.9 Vnos za leto 2012

Iz celotnega hidrološkega zaledja jezera je leta 2012 v Cerknško jezero priteklo 30,8 tone fosforja in 479,8 tone dušika. Jezero je iz utrjenih površin prejelo 1,1 tone fosforja in 1,9 tone dušika. Čeprav je bilo število priključenih na kanalizacijsko omrežje enako kot prejšnje leto, je količina vnosa, zaradi večjega števila prebivalcev, višja (6,04 tone fosforja in 36,5 tone dušika). Iz vseh KČN je v jezero prispelo 1,9 tone fosforja in 26,2 tone dušika. Vse industrije, ki so tega leta obratovale, so bile priključene na kanalizacijo, ki se zaključuje s KČN, zato sem njihov vnos upoštevala že pri izračunih vnosa iz KČN.

11.2.10 Vnos za leto 2013

Iz celotnega hidrološkega zaledja jezera je leta 2013 v Cerknško jezero priteklo 30,8 tone fosforja in 476,1 tone dušika. Iz utrjenih površin je v jezero prispelo 1,3 tone fosforja in 2,1 tone dušika, iz gospodinjstev pa 5,9 tone fosforja in 35,5 tone dušika. Z obratovanjem sta na novo pričeli dve KČN - Vrhnika pri Ložu in Velike Bloke, skupen vnos iz vseh KČN je znašal 2 tone fosforja in 23,3 tone dušika. Iz industrije Jub Nova vas je v jezero prispelo minimalno fosforja (0,03 kg).

11.2.11 Vnos za leto 2014

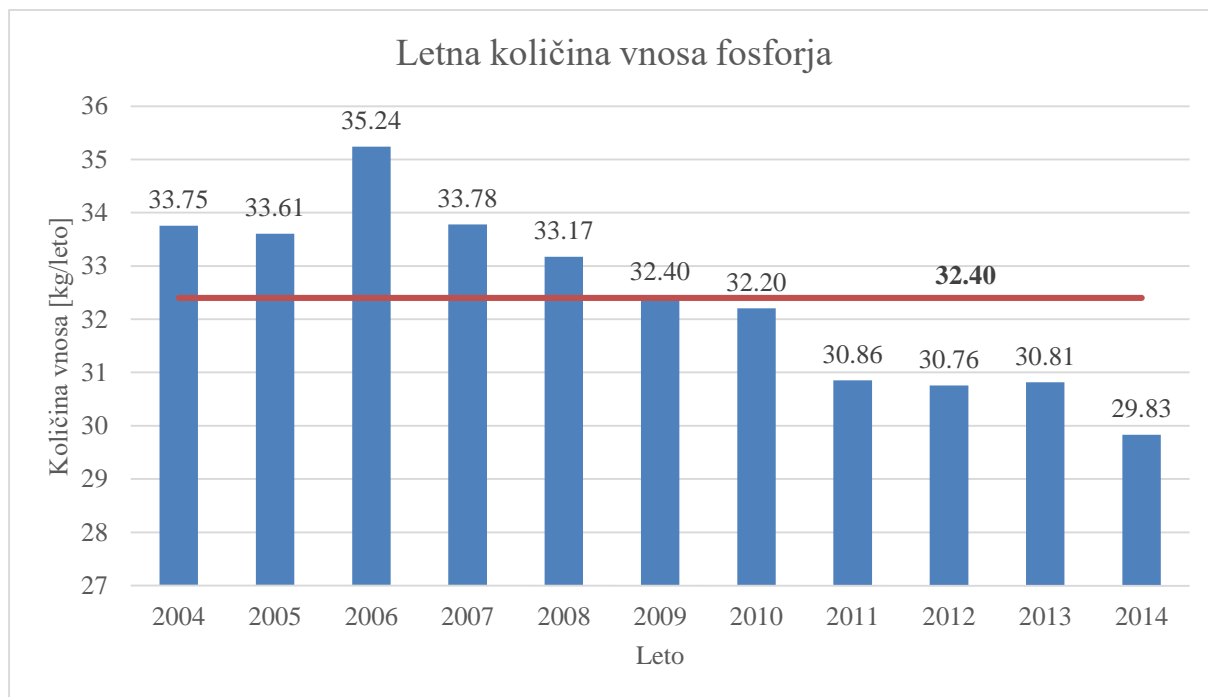
Leta 2014 je v jezero prispelo 29,8 tone fosforja in 457 tone dušika. Iz utrjenih površin je v jezero priteklo 1,7 tone fosforja in 2,7 tone dušika, iz gospodinjestev pa 5 ton fosforja in 30 ton dušika. Tega leta je začela z obratovanjem prenovljena KČN Dolenja vas (Cerknica) s kapaciteto 12 000 populacijskih enot, število priključenih oseb na to KČN pa je bilo 4000. Na novo so bile odprte tudi KČN Bločice, Martinjak, Dane (Loška dolina), Markovec in Hudi vrh. V jezero je iz vseh KČN priteklo 1,5 tone fosforja in 9 ton dušika. Povečanje števila kapacitet na KČN Dolenja vas in ostalih na novo odprtih KČN je pozitivno glede varstva okolja in le-to vpliva na boljšo kvaliteto vode Cerknškega jezera. Iz industrije Jub Nova vas je bila količina vnosa fosforja zanemarljiva (0,25 kg).

11.2.12 Pregled letnih količin vnosa

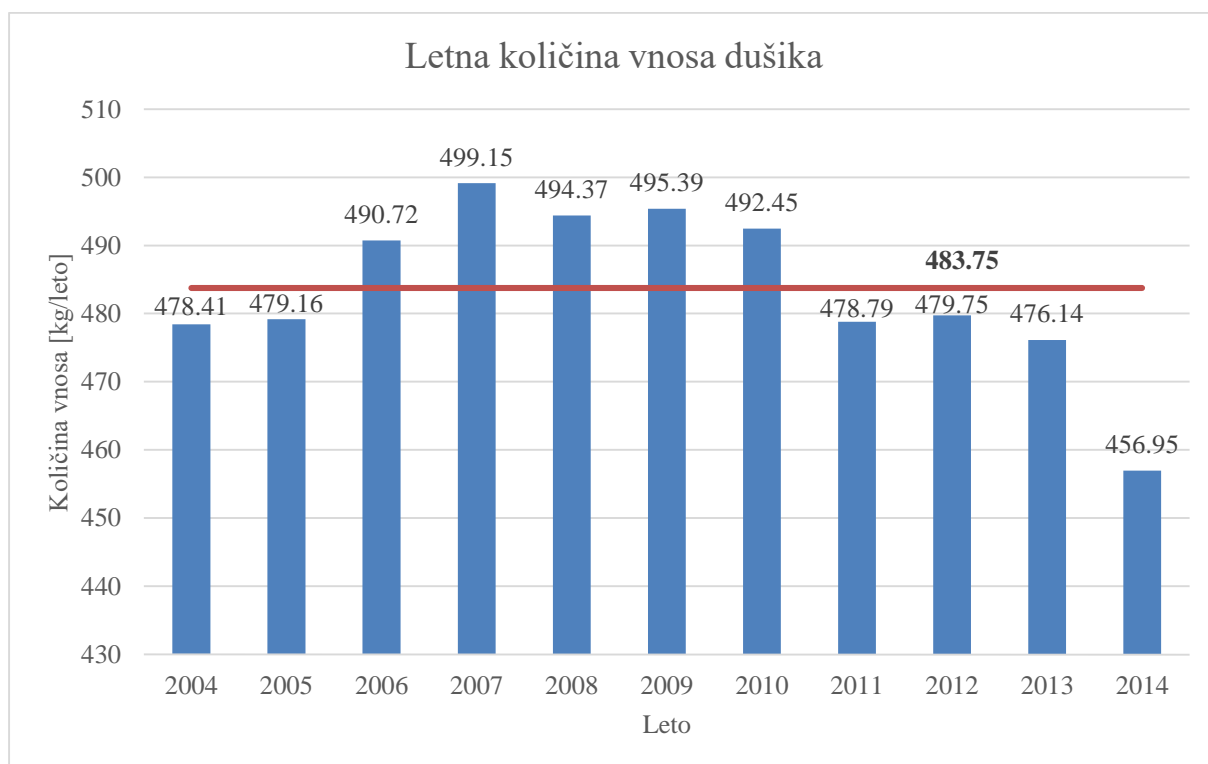
Letne obremenitve Cerknškega jezera s fosforjem in dušikom za vsa leta preučevanega obdobja so prikazane v Preglednici 36. Grafičen prikaz količin pa je podan na Grafikonih 27 in 28. Povprečna letna količina vnosa fosforja za preučevano obdobje je znašala 32,4 tone fosforja in 483,75 tone dušika. Največ fosforja je v jezero prispelo leta 2006 (35,24 tone), najmanj pa leta 2014 (29,83 tone). Največja obremenitev jezera z dušikom je bila leta 2007 (499,15 tone), najmanjša pa tako kot s fosforjem leta 2014 (456,95 tone). Iz grafikona 27 in 28 je v zadnjih letih lepo vidno zmanjševanje vnosa fosforja in dušika v jezero, predvsem zaradi na novo odprtih KČN. Takšne spremembe na boljše so izredno pomembne, saj se s tem ne izboljšuje samo kvaliteta vode Cerknškega jezera, ampak tudi Ljublanice.

Preglednica 36: Letna obremenitev Cerknškega jezera s fosforjem in dušikom v obdobju 2004-2014

Leto	Količina vnosa [t/leto]	
	Fosfor	Dušik
2004	33,75	478,41
2005	33,61	479,16
2006	35,24	490,72
2007	33,78	499,15
2008	33,17	494,37
2009	32,40	495,39
2010	32,20	492,45
2011	30,86	478,79
2012	30,76	479,75
2013	30,81	476,14
2014	29,83	456,95
POVPREČJE	32,40	483,75



Grafikon 27: Letna količina vnosa fosforja v Cerknjško jezero (2004-2014)



Grafikon 28: Letna količina vnosa dušika v Cerknjško jezero (2004-2014)

Glede na to, da Cerknjščica ponikne v Mali in Veliki Karlovici še preden priteče do jezera samega, sem količino vnosa fosforja in dušika razčlenila na del, ki prispe v Cerknjščico in na del, ki prispe v jezero samo. Zanimarila sem dejstvo, da Cerknjščica ob zelo visokem vodostaju doseže jezero. Zaradi lažjega poimenovanja v nadaljevanju sem jezero razdelila na Cerknjščico in jezero (brez Cerknjščice). Vnos fosforja in dušika v Cerknjščico sem izračunala glede na hidrološko zaledje, ki ga je določil

ARSO [11]. Hidrološko zaledje Cerknjščice je prikazano na Sliki 10 (označeno z I). Letne količine vnosa fosforja in dušika v Cerknjščico in jezero (brez Cerknjščice) je prikazan v Preglednici 44. Mesečne količine so za Cerknjščico prikazane v Prilogi D, za jezero (brez Cerknjščice) pa v Prilogi E.

Kot je iz Preglednice 37 razvidno, je Cerknjščica predstavljala kar četrtno celotne obremenitve jezera. Povprečna letna količina vnosa fosforja v Cerknjščico je znašala 7,3 tone fosforja in 94 tone dušika, v jezero (brez Cerknjščice) pa 25,1 tone fosforja in 389,8 tone dušika.

Preglednica 37: Letna obremenitev Cerknjščice in jezera (brez Cerknjščice) s fosforjem in dušikom v obdobju 2004-2014

Leto	Cerknjščica		Jezero (brez Cerknjščice)	
	Fosfor [t/leto]	Dušik [t/leto]	Fosfor [t/leto]	Dušik [t/leto]
2004	7,616	84,222	26,137	394,193
2005	7,594	85,087	26,013	394,070
2006	9,636	101,093	25,604	389,627
2007	8,493	106,646	25,288	392,501
2008	7,462	99,705	25,712	394,668
2009	7,044	102,321	25,354	393,070
2010	7,214	101,351	24,989	391,095
2011	6,757	96,475	24,098	382,316
2012	6,299	93,248	24,457	386,502
2013	6,115	81,061	24,699	395,079
2014	6,200	82,646	23,628	374,308
POVPREČJE	7,312	93,987	25,089	389,766

Pravilnost izračuna vnosa fosforja in dušika sem preverila z meritvami, ki jih je ARSO izvajal na pritokih jezera. Primerjava je bila zaradi pomanjkanja meritev možna samo za leto 2004, 2005 in 2006.

Količina vnosa, izračunana glede na izmerjene koncentracije na pritokih jezera, je za leto 2004 znašala 27 ton, za 2005 18,8 ton in za leto 2006 24 ton fosforja. Povprečna vrednost znaša 23,3 tone. Primerjava z mojimi izračuni pokaže, da je odstopanje izračuna za leto 2004 le 0,9 tone, za leto 2005 7,2 tone in za 2006 1,6 tone. Povprečna vrednost mojih izračunov znaša 25,9 tone. Povprečna razlika v izračunih je 2,6 tone, kar je približno 10 %.

Leta 2005 je glede na izmerjene koncentracije dušika na pritokih jezera, znašal vnos 383,3 tone in leta 2006 415,5 tone, zato znaša povprečna vrednost vnosa dušika 400,5 tone. Po mojih izračunih vnosa dušika iz hidrološkega zaledja pa znaša vnos dušika za leto 2005 394 tone, za leto 2006 pa 389,6 tone, kar pomeni, da je povprečna vrednost vnosa 391,8 tone. Razlika v izračunih znaša le 8,7 tone (2 %).

Primerjava izračunov vnosa fosforja in dušika iz hidrološkega zaledja z izračuni, kjer sem upoštevala izmerjene koncentracije fosforja in dušika na pritokih je pokazala, da je bil izračun količine vnosa iz hidrološkega zaledja pravilen. Večja odstopanja so pri količini fosforja (10 %), pri dušiku pa le-ta znaša samo 2 %.

Primerjava izračunov vnosa v Cerknjščico in vnosa glede na meritve koncentracij pa pokaže, da so razlike v izračunih velike. Vnos, izračunan iz izmerjenih koncentracij, je za leto 2004 znašal 26,6 tone

fosforja, za leto 2005 pa 3,8 tone fosforja in 23,6 tone dušika. Tako velika razlika v vrednostih (za fosfor še enkrat večja, za dušika pa trikrat manjša) menim da je nastala, zaradi nepravilno določenega hidrološkega zaledja Cerknjščice (nepravilna razporeditev oziroma določitve rabe tal).

11.2.13 Primerjava z predhodnimi študijami

Moje izračune masne bilance jezera sem primerjala s predhodnimi študijami. Kovač je ocenil, da v jezero letno prispe približno 80 ton fosforja in 571 ton dušika [41]. Primerjava z mojimi izračuni pokaže, da je moja količina fosforja (32,4 tone) nižja od njegove, prav tako količina dušika (483 ton). Drev in Panjan sta ocenila, da v jezero letno prispe od 40 do 80 ton fosforja in od 400 do 600 ton dušika [40]. Moji izračuni količine fosforja so nižji, izračuni dušika pa se ujemajo z njunima ocenama. Korošec pa je ocenil, da v jezero prispe malo manj kot 10 ton fosforja in približno 697 ton dušika [22]. S primerjavo z njegovimi izračuni ugotovim, da so moje vrednosti količine fosforja višje, dušika pa nižje. Razlike v izračunih med posameznimi študijami so izredno visoke. Največji problem vidim v tem, da ni razpoložljivih podatkov o hidrološkem spreminjanju jezera, kot tudi ne pogostih meritev kakovostnih parametrov, tako na vtokih kot tudi iztokih jezera.

12 VOLLENWEIDERJEV MODEL

Meritve, ki jih je izvajal ARSO, so pokazale, da je v Cerknškem jezeru prihajalo do zmanjšanja količin fosforja. To pomeni, da je v njem potekalo samočiščenje. Zaradi tega me je zanimalo, če je možno izračunati koncentracijo fosforja v jezeru, glede na količino vnosa, ki je prispelo v jezero (Poglavje 11). Glede na to, da se površina, volumen in posledično tudi povprečna globina jezera vsako leto in tudi preko leta spreminjajo, sem se odločila koncentracijo fosforja v jezeru izračunati z Vollenweiderjevim modelom, ki te lastnosti jezera upošteva. Izračun sem izvedla na letni in mesečni ravni in rezultate primerjala z meritvami, ki jih je pravil ARSO [30], [39], [29], [45]. Zaradi pomanjkanja meritev je bila primerjava možna samo za leta 2004, 2005, 2006, 2007 in 2013.

Vollenweiderjev model se uporablja pri določitvi stopnje trofičnosti jezera in obremenitve jezera s fosforjem. Povprečno koncentracijo fosforja v jezeru sem določila z enačbo (15):

$$P = \frac{L * T_w}{z * (1 + \sqrt{T_w})} \quad (15)$$

kjer je:

$$L = \frac{\dot{L}}{S} \quad (16)$$

$$T_w = \frac{V}{Q} \quad (17)$$

P ... povprečna koncentracija fosforja v jezeru [$\text{g}/\text{m}^3 = \text{mg}/\text{l}$];

L ... obremenitev jezera s fosforjem [$\text{g}/(\text{m}^2 * \text{leto})$];

L̇ ... količina fosforja, ki je prispela v jezero [g/leto];

S... površina jezera [m^2];

T_w ... pretočni čas jezera [leto];

V ... volumen jezera [m^3];

Q ... odtok iz jezera [m^3/leto];

z ... povprečna globina jezera [m]. [46]

V teh izračunih ni upoštevan vnos fosforja, ki na Cerknško polje priteče s Cerknščico, saj le-ta ponikne v Jamskem zalivu in zato ne priteče do jezera samega.

V nadaljevanju je prikazan izračun povprečnih letnih koncentracij fosforja v Cerknškem jezeru (brez Cerknščice) za prvi mesec preučevanega obdobja, ko so se meritve koncentracij v jezeru izvajale (maj 2004). Zaradi prevelikega obsega izračunov so za tiste mesece preučevanega obdobja, ko so se izvajale tudi meritve koncentracij fosforja, podani samo končni rezultati.

Povprečna letna koncentracija fosforja v Cerknškem jezeru (maj 2004):

$$L = \frac{\dot{L}}{S} = \frac{2132992,4 * \text{g}}{\text{mesec} * 16264116,5 * \text{m}^2} = 0,131 \frac{\text{g}}{\text{m}^2 * \text{mesec}}$$

$$T_w = \frac{V}{Q} = \frac{17401844,6 * \text{m}^3 * \text{mesec}}{67423570,1 * \text{m}^3} = 0,258 \text{ meseca}$$

$$P = \frac{L * T_w}{z * (1 + \sqrt{T_w})} = \frac{0,131 * \text{g} * 0,258 * \text{mesec}}{\text{m}^2 * \text{mesec} * 1,07 * (1 + \sqrt{0,258})} = 0,021 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = 0,021 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

V Preglednici 38 so zbrane koncentracije fosforja, izračunane z Vollenweiderjevim modelom in koncentracije fosforja, ki jih je izmeril ARSO. Ker me je zanimalo, pri kakšnem volumnu vode se Vollenweiderjev model najbolj približa izmerjenih koncentracijam, sem v tabelo dodala tudi povprečni mesečni volumni jezerske vode. Kot je iz Preglednice 44 možno razbrati, so koncentracije izračunane z Vollenweiderjevim modelom v povprečju višje od izmerjenih koncentracij. Najmanjša razlika med izračunanimi in izmerjenimi vrednostmi znaša 0,001 mg/l (junij 2013), sledi 0,004 mg/l (februar 2013) in 0,006 mg/l (november 2004). Največje odstopanje pa je 0,145 mg/l (november 2006), 0,054 mg/l (september 2007) in 0,036 mg/l (december 2007). Izračunane koncentracije fosforja so pri večji količini vode v jezeru bolj primerljive z izmerjenimi koncentracijami, kot pa pri manjši količini. Odstopanja pa se pojavijo tudi pri večji količini vode (maj 2005 in november 2013). Zaradi prevelikih in prepogostih odstopanj izračunanih koncentracij z izmerjenimi, se je pokazalo, da ta model ni primeren za računanje koncentracije fosforja v Cerknškem jezeru.

Preglednica 38: Primerjava koncentracij fosforja v jezeru (Vollenweiderjev model in ARSO)

	Fosfor [mg/l]				Volumen [10 ⁶ m ³]	
	ARSO		Vollenweider			
maj 2004	0,032	0,053	0,021	0,043	17,402	16,43
julij 2004	0,020		0,048		5,909	
september 2004	0,138		/		0,154	
november 2004	0,021		0,015		21,097	
maj 2005	0,011	0,025	0,033	0,051	12,183	13,19
julij 2005	0,034		0,048		5,412	
september 2005	0,022		0,041		8,139	
november 2005	0,032		0,054		4,159	
januar 2006	0,037	0,027	0,049	0,055	4,871	12,29
maj 2006	0,031		0,040		7,733	
september 2006	0,019		0,043		6,041	
november 2006	0,022		0,167		1,101	
marec 2007	0,014	0,035	0,038	0,081	9,222	8,27
junij 2007	0,057		/		0,591	
september 2007	0,053		0,107		1,687	
december 2007	0,014		0,050		3,956	
februar 2013	0,040	0,040	0,036	0,046	8,577	14,3
junij 2013	0,040		0,039		7,757	
september 2013	0,040		/		0,623	
november 2013	0,040		0,025		13,694	

13 ZAKLJUČEK

Cerkniško jezero je zaradi njegovega nenehnega spreminjanja izredno težko modelirati. V diplomski nalogi sem želela s pomočjo vodne bilance določiti masno bilanco kakovostnih parametrov. Preučevala sem različne parametre (amonij, ortofosfati, nitrati in nitriti) s poudarkom na celotnem fosforju in dušiku, ki sta glavna kazalca onesnaženja vode. Kakovost Cerknškega jezera sem analizirala za obdobje 2004-2014. Masne bilance jezera ni bilo mogoče izračunati za celotno obdobje, saj se meritve koncentracij posameznih parametrov niso izvajale vsako leto. Na voljo sem imela le podatke za leta 2004, 2005 in 2006. Za celotno obravnavano obdobje pa sem izračunala vnos fosforja in dušika iz hidrološkega zaledja jezera.

Cerkniško jezero je v povprečju obstajalo tri četrtine leta, četrtino leta pa se je voda zadrževala le v strugah vodotokov. Povprečni volumen jezera je znašal 8,1 milijonov m³, največji pa kar 70,5 milijonov m³. S spreminjanjem količine vode v jezeru, se spreminja tudi njegova kvaliteta. Ko se voda zadržuje le v strugah vodotokov, se ne čisti in odteče v podzemlje tako onesnažena, kot je pritekla na polje. Ko pa je jezero zapolnjeno z vodo, se onesnažena voda v jezeru delno prečisti. Glede na moje izračune se v jezeru odstrani približno 27 % celotnega fosforja, 51 % celotnega dušika, 80 % ortofosfatov in 50 % nitratov. Na novo pa nastane približno 37 % amonija in 26 % nitritov. Zaradi presihanja (zadrževalni čas je kratek – 6,8 dni) in presnovne vloge močvirskih rastlin evtrofikacije jezera ni zaznati. V teh izračunih ni bila upoštevana Cerknšica, saj ponikne v Mali in Veliki Karlovici še predno doseže jezero samo.

Povprečna letna obremenitev Cerknškega jezera iz hidrološkega zaledja jezera je znašala 32 ton s fosforjem, in 484 ton z dušikom. Največje količine fosforja (66,9 %) in dušika (85,8 %) so prispele iz kmetijskih površin, saj kmetijske površine predstavljajo kar 94 % celotne površine hidrološkega zaledja. Drugi največji onesnaževalec so bila gospodinjstva (fosfor – 20,7 %, dušik – 8,4 %), tretji KČN (fosfor – 7,2 %, dušik – 5,2 %). Sledijo prispevki iz utrjenih površin (fosfor – 5,2 %, dušik – 0,6 %), medtem ko so bili prispevki vnosa fosforja in dušika s strani industrije minimalni. Vnosi v Cerknšico, ki je najbolj onesnažen prtok jezera, so znašali 7 ton fosforja in 94 ton dušika.

Vnos fosforja in dušika v jezero se v zadnjih letih zmanjšuje. Glavni razlog za zmanjšanje so bile na novo postavljene KČN, na katera so se priključevala gospodinjstva in industrije. Leta 2014 je znašal vnos fosforja malo manj kot 30 ton, dušika pa 457 ton. Tega leta je začela z obratovanjem prenovljena KČN Dolenja vas (Cerknica) in še pet manjših KČN. KČN Dolenja vas (Cerknica) ima kapacitete kar 12 000 populacijskih enot, leta 2014 pa je bilo na njo priključenih le 4000 oseb. To pomeni, da se bo število priključenih na KČN še povečalo, s tem pa se bo zmanjšal vnos onesnaževal v Cerknško jezero in posledično tudi v Rakov Škocjan in izvire Bistre in Ljubije na Ljubljanskem barju, kamor voda iz Cerknškega jezera odteka. To dejstvo me najbolj veseli, saj je skrb za čistejšo vodo in ohranjanje le-te izrednega pomena.

Moja ocena masne bilance je le približna, saj ni bilo razpoložljivih podatkov o pretokih na iztokih in pritokih jezera, prav tako pa ni bilo kontinuiranih meritev kakovostnih parametrov. Meritve kakovostnih parametrov so se izvajale samo tri do štirikrat na leto. Za bolj natančno določitev masne bilance jezera, bi bile potrebne vsaj mesečne meritve kakovostnih parametrov in pretokov na iztokih in pritokih jezera. S pogostejšimi meritvami bi imeli osnovo za vzpostavitev natančnejšega matematičnega modela, ki bi zaradi presihajočega značaja jezera, moral vključevati spreminjanje volumna jezera.

VIRI

- [1] Kebe, J. 2011. Cerknško jezero in ljudje ob njem. Koper. Ognjišče: 17-23, 38, 39, 62-77 str.
- [2] Notranjski regijski park. 2008. Akcijski plan renaturacije vodotokov na območju Cerknškega jezera.
http://life.notranjski-park.si/cmsfiles/cf_589.pdf (Pridobljeno 3. 9.2015.)
- [3] Cerknško jezero in njegovi raziskovalci. 2009.
<http://www.oocities.org/thetropics/island/5410/raziskovalci.htm> (Pridobljeno 3. 9. 2015.)
- [4] Korošec, M. 2015. Zgodovina RDC.
http://www.rdcernica.si/rdc_zgodovina.shtml (Pridobljeno 23. 1. 2016.)
- [5] Zeleni kras. 2015. Kraška podolja.
<http://zelenikras.si/si/znamenitosti/kraska-podolja> (Pridobljeno 11. 10. 2015.)
- [6] Kranjc, A. 1985. Cerknško jezero in njegove poplave.
http://giam.zrc-sazu.si/sites/default/files/zbornik/GZ_2501_071-123.pdf (Pridobljeno 28. 10. 2015.)
- [7] Geološki zakladi / EarthCaches by Vane (kompaski team). 2015. Reka s sedmimi imeni.
<http://www.kompaski.si/home/podrobneje-additional-info/the-river-with-seven-names-ec03-ec05-ec06/the-river-with-seven-names> (Pridobljeno 21. 11. 2015.)
- [8] Smrekar, A. 2000. Cerknško polje kot primer poseljenega kraškega ranljivega območja.
<http://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-2APGIZOU/?=&language=eng> (Pridobljeno 3. 9. 2015.)
- [9] Geopedia. 2013.
<http://www.geopedia.si> (Pridobljeno 24. 11. 2015.)
- [10] Statistični urad Republike Slovenije. 2015.
http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=05C5004S&ti=&path=../Database/Dem_soc/05_prebivalstvo/10_stevilo_preb/25_05C50_prebivalstvo_naselja/&lang=2 (Pridobljeno 29. 9. 2015.)
- [11] Geoportal ARSO.
<http://gis.arso.gov.si/geoportal/catalog/main/home.page> (Pridobljeno 24. 11. 2015.)
- [12] Notranjski regijski park. 2009. Podrobnejši načrt upravljanja za projektno območje Presihajoče Cerknško jezero.
http://life.notranjski-park.si/cmsfiles/cf_630.pdf (Pridobljeno 3. 9. 2015.)
- [13] Agencija Republike Slovenije za okolje. Atlas okolja.
http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (Pridobljeno 17. 11. 2015.)
- [14] Steel, A. 2016. CLC 2012. Copernicus Land Monitoring Services.
<http://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc-2012> (Pridobljeno 14. 6. 2016.)
- [15] Agencija Republike Slovenije za okolje. 2015. Povprečne mesečne vrednosti evapotranspiracije v obdobju 1971-2000.
<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/agromet/period/etp/> (Pridobljeno 15. 2. 2016.)
- [16] Agencija Republike Slovenije za okolje. 2015. Povprečne mesečne vrednosti vodne bilance v obdobju 1971-2000.
<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/agromet/period/wb/> (Pridobljeno 10. 5. 2016.)

- [17] Agencija Republike Slovenije za okolje. Nova vas.
http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/table/sl/by_location/nova-vas/climate-normals_71-00_nova-vas.pdf (Pridobljeno 10. 5. 2016.)
- [18] Remec – Rekar, Š., Bat, M. Jezera.
http://www.arso.gov.si/vode/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/Vodno_bogastvo_3jezera.pdf
(Pridobljeno 2. 9. 2015.)
- [19] Kebe, V., Šere, D., Skoberne, P., et al. 2001. Presihajoče Cerknško jezero : čudež kraške narave. Dolenje Jezero. Samozaložba: 7 str.
- [20] Novak, D. 1962. Kraška terminologija.
http://zgs.zrc-sazu.si/Portals/8/Geografski_vestnik/Pred1999/GV_3401_115_138.pdf (Pridobljeno 22. 1. 2016.)
- [21] Agencija Republike Slovenije za okolje. 2015. Arhiv meritev.
<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/> (Pridobljeno 15. 12. 2015.)
- [22] Korošec, R. 2015. Korošec, R. 2015. Modeliranje vodnega ekosistema Cerknškega jezera s programskim orodjem Aquatox. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezija (samozaložba R. Korošec): 21, 56 str.
- [23] Agencija Republike Slovenije za okolje. 2008. Kakovost voda v Sloveniji.
<http://www.arso.gov.si/vode/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/kakovost%20voda/Kakovost%20voda-SLO.pdf> (Pridobljeno 3. 9. 2015.)
- [24] Wikipedia. 2013. Evtrofikacija.
<https://sl.wikipedia.org/wiki/Evtrofikacija> (Pridobljeno 8. 9. 2015.)
- [25] Čehić, S. 2007. Pogled na vode v Sloveniji.
https://www.stat.si/doc/pub/Pogled_na_vode_v_Sloveniji.pdf (Pridobljeno 3. 9. 2015.)
- [26] Jesenko, P. 2016. Antropogeni in naravni vplivi na Divje in Račevsko jezero. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba P. Jesenko): 12-16, 64-78 str.
- [27] Wikipedia. 2016. Kroženje dušika.
https://sl.wikipedia.org/wiki/Kro%C5%BEenje_du%C5%A1ika#Denitrifikacija (Pridobljeno 21. 8. 2016.)
- [28] Remec Rekar, Š. 2009. Fosfor v jezerih.
http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=150 (Pridobljeno 1. 2. 2016.)
- [29] Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje. 2007. Poročilo o kakovosti jezer za leto 2006.
http://www.arso.gov.si/vode/jezera/porocilo_jezera2006.pdf (Pridobljeno 1. 9. 2015.)
- [30] Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje. 2006. Monitoring kakovosti jezer v letu 2004.
<http://www.arso.gov.si/vode/jezera/jezera2004.pdf> (Pridobljeno 1. 4. 2016.)
- [31] Geodetska uprava Republike Slovenije. 2014. DMV 5.
- [32] MOP - Geodetska uprava Republike Slovenije. 2015. Digitalni model višin 5 x 5 m (DMV 5).
http://www.e-prostor.gov.si/si/zbirke_prostorskih_podatkov/topografski_in_kartografski_podatki/digitalni_model_v_isin/digitalni_model_visin_5_x_5_m_dmv_5/ (Pridobljeno 8. 9. 2015.)

- [33] MOP - Geodetska uprava Republike Slovenije. 2006. Digitalni model višin – DMV 5. http://prostor3.gov.si/cepp/GURS_izpisiso.jsp?ID={BAD0313F-9671-4ACD-B5F8-641FC0BE68EA} (Pridobljeno 8. 9. 2015.)
- [34] Brilly, M. Šraj, M. 2005. Osnove hidrologije. Univerzitetni učbenik. Ljubljana. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 109, 110 str.
- [35] Agencija Republike Slovenije za okolje. Spisek postaj. http://www.arso.gov.si/vode/podatki/arhiv/spisek_postaj.xls (Pridobljeno 24. 11. 2015.)
- [36] Agencija Republike Slovenije za okolje. 2015. Arhiv meritev. <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/> (Pridobljeno 5. 12. 2015.)
- [37] Kovačič, G. 2010. Poskus ocene vodne bilance Cerkniškega polja. Postojna. Acta Carsologica 39.
- [38] Agencija Republike Slovenije za okolje. 2016. Evapotranspiracija, višina padavin, temperatura zraka na 2 m in 5 cm za izbrano postajo, leto in mesec. <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/agromet/data/month/> (Pridobljeno 1. 2. 2016.)
- [39] Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje. 2006. Poročilo o kakovosti jezer za leto 2005. http://www.arso.gov.si/vode/jezera/jezera_2005.pdf (Pridobljeno 1. 4. 2016.)
- [40] Drev, D., Panjan, J., Kovač, M. 2009. Ocena masnih obremenitev Cerkniškega jezera s hranili. Gradbeni vestnik 58: 113-122 str.
- [41] Kovač, M. 2005. Preliminarna ocena samočistilne sposobnosti odstranjevanja dušika in fosforja v Cerkniškem jezeru. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba M. Kovač): 41, 64 str.
- [42] Kolar, J. 1983. Odvod odpadne vode iz naselji in zaščita voda. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 523 str.
- [43] Panjan, J. 2010. Količinske in kakovostne lastnosti voda. Študijsko gradivo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. Inštitut za zdravstveno hidrotehniko: 92 str.
- [44] Agencija Republike Slovenije za okolje. Naprave. http://okolje.arso.gov.si/onesnazevanje_voda/vsebine/naprave (Pridobljeno 1. 2. 2016.)
- [45] Agencija Republike Slovenije za okolje. Naprave. <http://www.arso.gov.si/vode/podatki/> (Pridobljeno 1. 2. 2016.)
- [46] Ovčjak, M. 2013. Problematika evtrofnosti in sanacije nenaravnih jezer. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba M. Ovčjak): 61 str.

SEZNAM PRILOG

PRILOGA A: POVRŠINA, VOLUMEN IN POVPREČNA GLOBINA CERKNŠKEGA JEZERA	A1
PRILOGA B: POVPREČNI MESEČNI IN LETNI VOLUMEN CERKNŠKEGA JEZERA V OBDOBJU 2004-2014	B1
PRILOGA C: ŠTEVILO PREBIVALCEV IN VELIKOST NASELJ [11], [10]	C1
PRILOGA D: MESEČNA KOLIČINA VNOSA FOSFORJA IN DUŠIKA V CERKNŠČICO	D1
PRILOGA E: MESEČNA KOLIČINA VNOSA FOSFORJA IN DUŠIKA V JEZERO (BREZ CERKNŠČICE)	E1
PRILOGA F: POKROVNOST TAL HIDROLOŠKEGA ZALEDJA JEZERA [6], [11], [14]	F1
PRILOGA G: MERITVE KAKOVOSTNIH PARAMETROV V LETIH 2004, 2005, 2006, 2007 IN 2013 [45]	G1, G2

PRILOGA A: POVRŠINA, VOLUMEN IN POVPREČNA GLOBINA CERKNIŠKEGA JEZERA

Vodostaj [m. n. m.]	Površina jezera [km ²]	Volumen jezera [10 ⁶ m ³]	Povprečna globina [m]	Vodostaj [m. n. m.]	Površina jezera [km ²]	Volumen jezera [10 ⁶ m ³]	Povprečna globina [m]
545	0,0198	0,0119	0,60	550	20,136	28,747	1,43
545,1	0,0291	0,0141	0,49	550,1	20,473	30,769	1,50
545,2	0,0385	0,0174	0,45	550,2	20,818	32,825	1,58
545,3	0,0467	0,0216	0,46	550,3	21,161	34,916	1,65
545,4	0,0532	0,0265	0,50	550,4	21,467	37,040	1,73
545,5	0,0596	0,0322	0,54	550,5	21,749	39,195	1,80
545,6	0,0657	0,0384	0,58	550,6	22,017	41,378	1,88
545,7	0,0723	0,0453	0,63	550,7	22,286	43,587	1,96
545,8	0,0798	0,0529	0,66	550,8	22,536	45,823	2,03
545,9	0,0903	0,0613	0,68	550,9	22,786	48,084	2,11
546	0,1013	0,0709	0,70	551	23,013	50,369	2,19
546,1	0,1124	0,0815	0,73	551,1	23,250	52,677	2,27
546,2	0,1238	0,0933	0,75	551,2	23,484	55,009	2,34
546,3	0,1354	0,1062	0,78	551,3	23,733	57,364	2,42
546,4	0,1523	0,1204	0,79	551,4	23,959	59,744	2,49
546,5	0,1753	0,1365	0,78	551,5	24,192	62,147	2,57
546,6	0,2054	0,1553	0,76	551,6	24,435	64,572	2,64
546,7	0,2479	0,1775	0,72	551,7	24,659	67,022	2,72
546,8	0,3073	0,2044	0,67	551,8	24,870	69,494	2,79
546,9	0,4284	0,2377	0,55	551,9	25,074	71,986	2,87
547	0,5391	0,2846	0,53	552	25,268	74,499	2,95
547,1	0,7022	0,3433	0,49	552,1	25,456	77,031	3,03
547,2	0,9376	0,4199	0,45	552,2	25,637	79,582	3,10
547,3	1,257	0,5225	0,42	552,3	25,825	82,151	3,18
547,4	1,835	0,6587	0,36	552,4	26,023	84,738	3,26
547,5	2,434	0,8542	0,35	552,5	26,211	87,346	3,33
547,6	3,008	1,110	0,37	552,6	26,407	89,973	3,41
547,7	3,579	1,424	0,40	552,7	26,603	92,619	3,48
547,8	4,176	1,795	0,43	552,8	26,796	95,284	3,56
547,9	4,738	2,225	0,47	552,9	26,990	97,969	3,63
548	5,269	2,710	0,51	553	27,189	100,673	3,70
548,1	5,875	3,250	0,55	553,1	27,374	103,397	3,78
548,2	6,527	3,852	0,59	553,2	27,541	106,139	3,85
548,3	7,291	4,522	0,62	553,3	27,709	108,898	3,93
548,4	8,160	5,270	0,65	553,4	27,877	111,673	4,01
548,5	9,061	6,107	0,67	553,5	28,044	114,466	4,08
548,6	9,980	7,035	0,70	553,6	28,208	117,276	4,16
548,7	10,833	8,054	0,74	553,7	28,374	120,102	4,23
548,8	11,687	9,157	0,78	553,8	28,530	122,944	4,31
548,9	12,715	10,344	0,81	553,9	28,687	125,802	4,39
549	13,695	11,633	0,85	554	28,841	128,676	4,46
549,1	14,536	13,019	0,90	554,1	29,019	131,564	4,53
549,2	15,307	14,489	0,95	554,2	29,204	134,472	4,60
549,3	16,077	16,036	1,00	554,3	29,384	137,397	4,68
549,4	16,787	17,659	1,05	554,4	29,550	140,341	4,75
549,5	17,446	19,353	1,11	554,5	29,713	143,300	4,82
549,6	18,091	21,111	1,17	554,6	29,883	146,277	4,90
549,7	18,732	22,933	1,22	554,7	30,037	149,270	4,97
549,8	19,310	24,818	1,29	554,8	30,187	152,278	5,04
549,9	19,780	26,760	1,35	554,9	30,333	155,301	5,12
				555	30,480	158,339	5,19

**PRILOGA B: POVPREČNI MESEČNI IN LETNI VOLUMEN CERKNIŠKEGA JEZERA V OBDOBJU
2004-2014**

Povprečni volumen jezerske vode [10 ⁶ m ³]													
Leto	Januar	Februar	Marec	April	Maj	Junij	Julij	Avgust	September	Oktober	November	December	LETO
2004	9,941	6,492	11,149	21,907	17,402	5,612	5,909	0,230	0,154	8,585	21,097	11,084	9,958
2005	11,049	0,346	2,983	15,179	12,183	2,712	5,412	6,218	8,139	12,487	4,159	17,970	8,309
2006	4,871	5,782	16,841	16,625	7,733	12,396	0,672	3,963	6,041	2,725	1,101	6,419	7,087
2007	7,331	13,112	9,222	4,161	0,199	0,591	0,146	0,053	1,687	7,469	7,101	3,956	4,529
2008	4,901	4,466	4,027	18,203	6,850	7,111	7,111	6,511	2,593	0,249	9,181	32,623	8,504
2009	11,001	18,578	7,635	12,464	3,392	0,225	0,225	0,112	0,055	0,091	2,642	12,257	5,680
2010	16,089	6,990	14,779	9,608	5,055	6,964	2,773	0,193	12,511	15,980	14,778	28,143	11,192
2011	12,579	2,450	4,750	2,050	0,244	7,024	1,331	0,142	0,061	0,949	1,767	3,436	3,074
2012	3,494	0,163	0,424	1,125	4,285	3,623	0,205	0,056	3,350	7,287	19,904	14,036	4,831
2013	7,281	8,577	15,681	24,966	10,569	7,757	0,573	0,059	0,623	6,669	13,694	5,305	8,443
2014	16,252	51,832	31,232	5,866	6,720	1,431	5,118	7,434	14,741	7,829	45,483	20,178	17,574
POVPREČJE	9,526	10,799	10,793	12,014	6,785	5,041	2,680	2,270	4,541	6,393	12,810	14,128	8,107

PRILOGA C: ŠTEVILO PREBIVALCEV IN VELIKOST NASELJ [11], [10]

Naselje	Površina [m ²]	Število prebivalcev [1]			
		2011	2012	2013	2014
Cerknica	1300000	3928	3946	3893	3926
Selšček in Begunje pri Cerknici	820000	782	818	829	845
Stari trg in Lož	820000	1680	1651	1654	1636
Dolenja vas	350000	473	464	467	468
Pudob	330000	228	225	224	226
Grahovo	300000	482	490	475	472
Nova vas	290000	299	298	296	292
Markovec	260000	224	220	216	215
Martinjak	210000	316	307	298	291
Velike Bloke	210000	210	210	206	201
Kozarišče	190000	262	251	249	243
Viševak	170000	174	177	177	178
Babno polje	170000	337	338	338	346
Dolenje jezero	160000	230	232	237	232
Žerovnica	160000	202	199	207	205
Vrh+Podgora pri Ložu	120000	150	149	150	159
Zelše	110000	107	101	106	100
Lipsenj	110000	135	135	133	138
Bločice	100000	114	113	107	108
Topol pri Begunjah	90000	72	77	76	70
Vrhnika pri Ložu	90000	153	155	164	164
Bloška polica	90000	69	73	72	81
Hruškarje+Bečaje	80000	76	77	76	69
Šmarata	70000	97	101	96	96
Ravne na Blokah	70000	72	74	74	70
Topol	70000	59	58	55	55
Podcerkev	60000	124	126	120	116
Dane	50000	112	118	120	120
Hudi Vrh	50000	62	62	61	56
Studenec na Blokah	50000	64	65	66	62
Podlož	40000	53	52	50	52
Iga vas	40000	227	236	227	233
Runarsko	40000	70	70	71	68
Veliki Vrh	30000	57	54	51	50
Prezid	573902	740	740	740	740
Rakek*	409951	777	782	783	778
Podskrajnik		85	92	80	88

PRILOGA D: MESEČNA KOLIČINA VNOSA FOSFORJA IN DUŠIKA V CERKNŠKIŠČICO

Povprečna mesečna količina fosforja v Cerknjškiščico [kg/mesec]													
Leto	Januar	Februar	Marec	April	Maj	Junij	Julij	Avgust	September	Oktober	November	December	LETO [kg/leto]
2004	613,30	593,86	607,72	640,03	667,22	645,82	576,56	620,59	589,80	800,36	582,50	678,32	7616,09
2005	547,65	533,77	578,21	663,84	633,80	643,04	633,59	737,91	678,29	599,79	681,70	642,08	7593,69
2006	803,64	738,03	829,53	795,45	850,61	767,20	794,55	873,26	788,76	798,53	782,40	814,19	9636,14
2007	727,32	664,75	722,91	663,59	724,92	687,44	718,46	718,42	743,47	738,68	678,93	704,60	8493,47
2008	606,18	562,66	646,91	620,06	613,03	620,16	640,99	644,86	589,22	624,26	614,51	679,65	7462,48
2009	590,71	545,65	603,79	572,76	570,36	573,33	664,09	569,38	553,81	584,97	569,12	646,00	7043,95
2010	608,64	550,47	579,04	564,36	608,46	592,38	597,58	585,74	670,87	605,40	618,65	632,38	7213,98
2011	564,74	503,56	573,75	540,68	585,24	584,13	584,77	548,58	548,14	601,83	529,19	592,84	6757,46
2012	503,53	474,63	494,20	509,78	541,48	513,06	515,18	513,45	557,75	573,84	563,51	538,42	6298,84
2013	516,75	486,96	550,94	493,54	534,72	483,66	488,98	502,19	511,18	509,67	540,82	495,89	6115,29
2014	565,62	517,58	486,67	495,48	499,43	495,70	513,27	523,44	526,15	504,81	578,81	492,63	6199,59

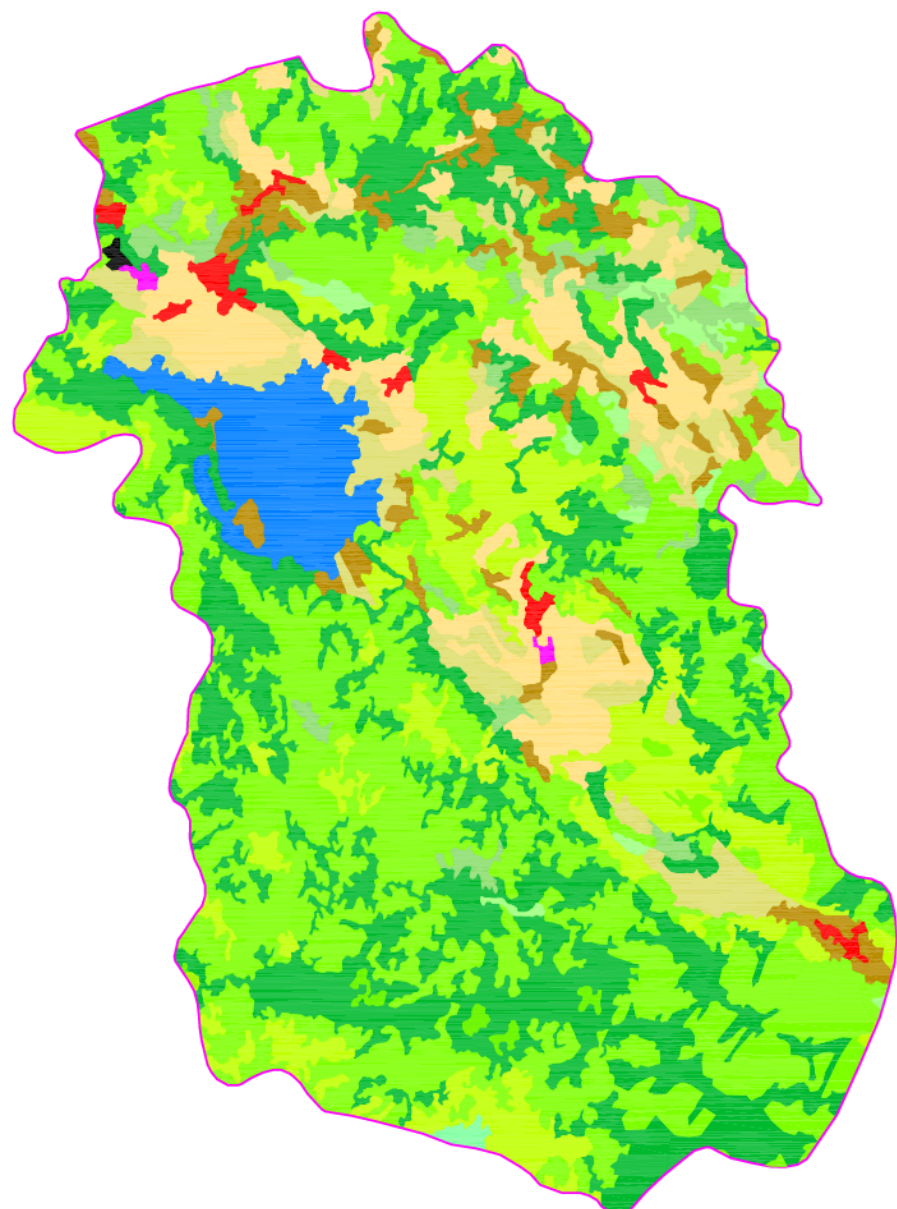
Povprečna mesečna količina dušika v Cerknjškiščico [kg/mesec]													
Leto	Januar	Februar	Marec	April	Maj	Junij	Julij	Avgust	September	Oktober	November	December	LETO [kg/leto]
2004	7078,36	6656,64	7068,68	6930,78	7171,98	6940,83	7014,58	7091,01	6843,57	7403,11	6830,91	7191,25	84221,69
2005	7057,70	6442,60	7110,75	7062,41	7207,26	7026,30	7241,61	7388,01	7087,50	7148,22	7093,41	7221,63	85087,39
2006	8559,82	7753,01	8605,72	8315,14	8643,10	8265,04	8543,70	8683,27	8303,27	8550,76	8291,99	8578,53	101093,35
2007	9068,17	8204,47	9060,36	8704,25	9063,92	8746,54	9052,46	9052,39	8845,89	9088,32	8731,45	9027,89	106646,11
2008	8399,03	7849,34	8471,26	8187,39	8411,18	8187,56	8460,76	8467,62	8132,71	8431,11	8177,55	8529,32	99704,83
2009	8688,42	7869,06	8711,60	8410,09	8652,33	8411,10	8683,51	8650,58	8376,49	8678,22	8403,64	8786,45	102321,48
2010	8600,74	7769,71	8548,26	8279,59	8600,42	8329,28	8581,12	8560,14	8468,45	8595,00	8375,87	8642,84	101351,44
2011	8177,47	7374,52	8193,44	7903,33	8213,83	7980,36	8212,99	8148,82	7916,55	8243,24	7882,95	8227,30	96474,80
2012	7844,97	7345,19	7828,43	7631,75	7912,21	7637,57	7865,61	7862,54	7716,75	7969,54	7726,95	7906,78	93248,30
2013	6880,01	6250,08	6940,71	6646,44	6911,91	6628,90	6830,68	6854,13	6677,76	6867,42	6730,40	6842,96	81061,41
2014	7088,59	6414,47	6948,59	6767,90	6971,21	6768,30	6995,75	7013,79	6822,29	6980,76	6915,67	6959,15	82646,46

PRILOGA E: MESEČNA KOLIČINA VNOSA FOSFORJA IN DUŠIKA V JEZERO (BREZ CERKNIŠČICE)

Leto	Povprečna mesečna količina vnosa fosforja v jezero (brez Cerknške) [kg/mesec]												LETO [kg/leto]
	Januar	Februar	Marec	April	Maj	Junij	Julij	Avgust	September	Oktober	November	December	
2004	2194,99	2065,28	2191,69	2151,69	2226,88	2155,12	2173,26	2199,30	2121,99	2305,62	2117,67	2233,45	2194,99
2005	2151,83	1966,72	2169,90	2161,57	2202,77	2149,27	2214,48	2264,34	2170,12	2182,66	2172,13	2207,67	2151,83
2006	2130,35	1960,58	2207,84	2114,70	2270,95	2030,13	2103,13	2338,76	2094,67	2115,05	2075,64	2161,94	2130,35
2007	2163,42	1974,67	2151,81	1987,47	2157,09	2050,35	2140,06	2139,95	2198,07	2193,38	2027,91	2103,52	2163,42
2008	2109,54	1961,81	2216,93	2129,65	2127,60	2129,90	2201,31	2211,52	2048,34	2157,23	2115,02	2303,25	2109,54
2009	2156,96	1980,12	2191,42	2090,28	2103,30	2091,77	2073,52	2100,71	2040,31	2141,80	2080,67	2302,72	2156,96
2010	2116,45	1912,71	2073,04	2012,02	2116,18	2053,12	2100,22	2082,86	2168,24	2111,69	2091,66	2151,27	2116,45
2011	2033,69	1827,65	2046,42	1959,83	2062,66	2021,22	2061,99	2010,85	1970,37	2086,10	1943,59	2073,39	2033,69
2012	2030,55	1904,44	2017,81	1995,75	2082,35	2000,23	2046,46	2044,09	2061,24	2126,53	2069,10	2078,18	2030,55
2013	2093,91	1920,81	2143,88	2016,79	2120,17	2002,35	2053,31	2072,62	2042,58	2083,55	2085,90	2063,41	2093,91
2014	2056,06	1865,53	1956,51	1924,30	1972,59	1924,58	1990,04	2002,87	1962,97	1979,39	2029,37	1964,02	2056,06

Leto	Povprečna mesečna količina vnosa dušika v jezero (brez Cerknške) [kg/mesec]												LETO [kg/leto]
	Januar	Februar	Marec	April	Maj	Junij	Julij	Avgust	September	Oktober	November	December	
2004	33363,2	31226,4	33358,8	32323,2	33405,2	32327,7	33334,5	33368,8	32284,0	33508,9	32278,3	33413,8	394192,9
2005	33393,1	30192,0	33416,9	32420,2	33460,2	32404,0	33475,7	33541,4	32431,5	33433,7	32434,1	33466,7	394069,6
2006	33025,8	29884,0	33141,2	32039,5	33235,1	31913,6	32985,3	33336,1	32009,7	33003,0	31981,3	33072,8	389627,4
2007	33358,6	30160,4	33341,6	32127,7	33349,3	32219,4	33324,5	33324,3	32434,7	33402,2	32186,6	33271,2	392500,5
2008	33328,7	31161,5	33485,3	32382,1	33355,0	32382,5	33482,5	33477,4	32263,5	33398,2	32360,8	33611,1	394668,4
2009	33379,9	30196,1	33430,1	32307,3	33301,6	32309,5	33369,2	33297,9	32234,5	33357,8	32293,3	33592,4	393069,7
2010	33207,1	29995,2	33139,7	32079,8	33206,7	32143,6	33181,9	33154,9	32322,2	33199,7	32203,4	33261,1	391095,1
2011	32450,8	29296,2	32470,3	31391,3	32495,2	31485,5	32494,2	32415,7	31407,5	32531,2	31366,4	32511,7	382315,9
2012	32673,8	30573,3	32654,3	31666,9	32753,2	31673,7	32698,2	32694,6	31767,2	32820,9	31779,3	32746,8	386502,2
2013	33548,8	30347,1	33624,8	32452,0	33588,7	32430,0	33487,0	33516,4	32491,2	33533,0	32557,2	33502,4	395078,6
2014	31863,3	28792,2	31716,3	30738,8	31740,1	30739,3	31765,8	31784,8	30796,0	31750,1	30894,0	31727,4	374308,0

PRILOGA F: POKROVNOST TAL HIDROLOŠKEGA ZALEDJA JEZERA [6], [11], [14]



LEGENDA – Pokrovnost tal (CLC 2006)		
1. nivo	2. nivo	3. nivo
Z vodo namočene površine	Celinska močvirja	Celinska barja
Gozdne in deloma ohranjene naravne površine	Gozdovi	Iglasti gozd
Gozdne in deloma ohranjene naravne površine	Gozdovi	Mešani gozd
Gozdne in deloma ohranjene naravne površine	Gozdovi	Listnati gozd
Gozdne in deloma ohranjene naravne površine	Grmovje in/ali zeliščno rastlinstvo	Grmičast gozd
Gozdne in deloma ohranjene naravne površine	Grmovje in/ali zeliščno rastlinstvo	Naravni travniki
Gozdne in deloma ohranjene naravne površine	Grmovje in/ali zeliščno rastlinstvo	Barje in resave
Kmetijske površine	Pašniki	Pašniki
Kmetijske površine	Mešane kmetijske površine	Kmetijske površine drobnoposestniške strukture
Kmetijske površine	Kmetijske površine	Pretežno kmetijske površine z večjimi območji vegetacije
Umetne površine	Urbane površine	Nesklenjene urbane površine
Umetne površine	Industrijske, trgovinske, transportne površine	Industrija, trgovina
Umetne površine	Umetno ozelenjene nekmetijske površine	Površine za šport in prosti čas

DIPLOMSKA NALOGA

Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo,
 Gradbeništvo UNI, Hidrotehnična smer

Naslov: Pokrovnost tal hidrološkega zaledja jezera

PRILOGA F

Merilo: 1:200000

Datum: avgust 2016

Avtorica: Špela Bobnar

PRILOGA G: MERITVE KAKOVOSTNIH PARAMETROV V LETIH 2004, 2005, 2006, 2007 IN 2013 [45]

Ime postaje	Šifra postaje	CERKNIŠČICA (Dolenja vas)				STRŽEN-Dolenje jezero				STRZEN-Gorenje jezero				KARLOVICA		REŠETO		VODONOS		ZADNJI KRAJ				LIPSENJŠČICA				MARTINJŠČICA			ŽEROVNIŠČICA								
		5774	5680				5660				5640		5691		5690	5665	5720				5751			5731															
Leto		2004				2004				2004				2004		2004						2004				2004			2004										
Datum		19.05.	29.7.	22.9.	17.11.	19.05.	29.07.	22.09.	17.11.	18.05.	02.08.	23.09.	18.11.	19.5.	17.11.	19.5.	17.11.	19.5.	17.11.	19.5.	17.11.	19.5.	18.11.	18.05.	02.08.	23.09.	18.11.	18.05.	02.08.	23.09.	18.11.	18.05.	02.08.	23.09.	18.11.	18.05.	02.08.	23.09.	18.11.
Temperatura vode	QC	10,3	14,3	14,3	4,3	17,3	19,7	15	2,2	9,2	18,2	15,9	7,1	10,7	4,2	17,1	3,7	19,2	3	17,2	5,2	9	13,3	11,8	7,9	9,4	13,1	11	8,7	10	12,3	10,8	9,5						
pH		8,3	8,2	7,5	8,3	7,9	7,4	7,5	8,1	7,8	7,6	7,4	7,7	8,2	8,2	8,1	8	8,2	8,1	7,8	7,8	8	7,7	7,3	7,8	8,3	7,8	7,6	8,1	8,2	8	7,9	7,9						
Amonij	mg NH ₄ /l	0,239	0,863	2	0,258	0,026	0,019	0,2	<0,006	0,013	0,079	0,078	0,006	0,2	0,14	0,025	0,01	0,024	0,026	0,026	0,008	0,016	0,018	0,028	0,015	0,088	1	0,338	0,118	0,044	0,035	0,022	0,078						
Nitriti	mg NO ₂ /l	0,004	0,257	0,181	0,004	0,008	0,011	0,052	0,007	0,004	0,012	0,016	0,007	0,012	0,006	0,008	0,007	0,008	0,017	0,008	0,013	0,004	0,005	0,011	0,004	0,008	0,469	0,553	0,011	0,008	0,01	0,023	0,005						
Nitrati	mg NO ₃ /l	2,33	3,08	10,68	2,39	2,11	3,75	1,33	1,79	2,86	2,15		2,5	2,43	2,6	1,82	1,67	0,98	1,48	2,17	2,69	3,32	3,89		3,09	5,92	7,78		2,22	4,43	4,05								
Fosfor (celotni)-nefiltriran	mg PO ₄ /l	0,102	0,389	2,25	0,07	0,02	0,02	0,138	0,014	0,017	0,053	0,058	0,02	0,118	0,057	0,039	0,022	0,04	0,029	0,028	0,019	0,02	0,06	0,085	0,03	0,167	0,763	0,99	0,075	0,04	0,107	0,111	0,051						
Ortofosfati	mg PO ₄ /l	0,075	0,373	2	0,054	0,007	<0,004	0,016	<0,004	<0,004	0,007	0,006	0,011	0,085	0,052	0,005	<0,004	0,005	0,006	0,005	0,007	0,015	0,043	0,039	0,027	0,102	0,584	0,918	0,058	0,028	0,093	0,089	0,036						

Vodno telo Merilno mesto	Šifra merilnega mesta	CERKNIŠKO JEZERO						CERKNIŠKO JEZERO - STRŽEN						CERKNIŠKO J.		CERKNIŠČICA				LIPSENJŠČICA		MARTINJŠČICA		ŽEROVNIŠČICA	
		Karlovica 5640		Rešeto 5691		Vodonos 5690		Dolenje jezero 5680				Gorenje jezero 5660		Zadnji kraj		Cerknica (Dolenja vas)				Lipsenj		Martinjak		Žerovnica	
Datum zajema		04.05.	10.11.	04.05.	10.11.	04.05.	10.11.	04.05.	07.07.	06.09.	08.11.	03.05.	08.11.	03.05.	10.11.	04.05.	07.07.	06.09.	10.11.	03.05.	08.11.	03.05.	08.11.	03.05.	08.11.
2005		10:15	10:20	11:20	11:55	13:45	14:15	12:35	13:00	11:15	08:52	12:15	12:10	13:30	13:25	09:30	12:10	10:30	09:00	12:00	13:00	11:15	15:00	11:40	14:10
Ura zajema																									
Temperatura vode	QC	12,7	7,0	19,5	9,5	21,2	9,9	19,2	20,5	10,2	8,1	9,9	9,5	18,5	7,7	12,4	13,3	13,0	6,7	9,8	10,0	11,5	9,4	11,7	10,2
pH		8,2	7,9	8,1	7,6	8,1	7,5	7,8	7,8	7,5	7,5	7,7	7,6	7,8	7,4	8,1	8,3	8,1	8,1	8	7,7	8,2	8,1	8,3	7,9
Celotni dušik	mg N/l	0,8	0,9	0,6	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,2	0,5	1,0	0,8	0,9	0,3	1,1	1,1	0,8	0,9	0,9	0,9	1,6	1,2	1,1	1,0
Amonij	mg NH ₄ ⁺ /l	0,291	0,284	0,006	0,097	<0,005	0,066	0,020	0,021	0,011	0,039	0,011	0,018	0,012	0,028	0,598	0,520	0,619	0,400	0,007	0,008	0,113	0,130	0,039	0,044
Nitriti	mg NO ₂ ⁻ /l	0,015	0,066	0,011	0,014	0,012	0,015	0,012	0,021	0,008	0,013	0,006	0,004	0,010	0,006	0,014	0,037	0,062	0,023	0,005	0,002	0,014	0,042	0,010	0,025
Nitrati	mg NO ₃ ⁻ /l	2,18	2,79	2,44	0,71	1,30	0,60	1,29	1,41	0,36	1,62	4,12	3,53	3,99	0,58	2,21	1,99	2,18	2,37	3,51	4,12	6,56	5,08	2,09	4,28
Fosfor -celotni	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,163	0,249	<0,006	0,041	0,013	0,033	<0,006	0,034	0,022	0,033	0,034	0,046	0,019	0,022	0,314	0,183	0,164	0,234	0,017	0,049	0,123	0,203	0,065	0,120
Ortofosfat	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,140	0,192	<0,004	0,007	0,007	0,008	<0,004	<0,004	<0,004	0,006	0,014	0,028	<0,004	0,004	0,223	0,115	0,122	0,157	0,007	0,039	0,081	0,137	0,041	0,088

Vodno telo	CERKNIŠKO JEZERO						CERKNIŠKO JEZERO				MARTINJŠČICA	ŽEROVNIŠČICA	LIPSENJŠČICA				
	Merilno mesto	Stržen Dolenje jezero 5680				Stržen Rešeto 5691		Zadnji kraj		Vodonos	Martinjak 5751	Žerovnica 5731	Lipsenj 5720				
Šifra merilnega mesta							5665		5690								
Leto	2006						2006		2006		2006		2006				
Datum zajema		31.01.	10.05.	27.09.	28.11.	10.05.	27.09.	10.5.	27.9.	10.5.	27.9.	10.05.	27.09.	10.05.	27.09.	10.05.	27.09.
Ura zajema		11:35	09:40	09:40	12:00	09:15	09:20	15:30	14:20	10:05	10:05	12:30	11:40	13:15	12:20	14:31	13:00
Vodostaj	Cm	207	322	293	269	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura zraka	°C	-1,0	10,0	15,0	7,0	10,0	13,0	15,0	17,0	10,0	16,0	11,5	17,0	13,0	17,0	16,0	18,0
Temperatura vode	°C	3,4	15,1	16,1	8,9	16,3	17,2	17,1	16,3	16,9	17,5	10,5	10,6	11,1	11,1	10,0	11,7
pH		7,7	7,8	7,5	7,54	7,8	7,4	7,6	7,7	8,2	7,7	7,1	8	8,3	7,9	8,1	7,7
Skupni dušik TN	mg N/l	0,8	0,5	0,4	0,8	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	2,0	2,9	1,3	1,6	1,0	1,0
Amonij	mg NH ₄ ⁺ /l	0,071	0,037	0,019	0,016	0,033	0,030	0,025	0,008	0,032	0,015	0,066	0,175	0,047	0,044	0,009	0,008
Nitriti	mg NO ₂ ⁻ /l	0,013	0,010	0,009	0,013	0,014	0,013	0,010	0,008	0,008	0,009	0,053	0,140	0,034	0,018	0,004	<0,001
Nitrati	mg NO ₃ ⁻ /l	2,9	0,5	0,6	3,5	1,6	1,3	0,7	0,7	0,3	0,3	6,0	7,5	4,5	5,0	3,9	3,9
Celotni fosfor - nefiltriran	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,037	0,036	0,019	0,022	0,026	0,027	0,019	0,006	0,044	0,025	0,136	0,223	0,106	0,092	0,038	0,031
Ortofosfati	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,011	<0,004	<0,004	0,008	<0,004	0,006	<0,004	<0,004	<0,004	0,007	0,084	0,196	0,078	0,089	0,025	0,031

		Vodotok: CERKNIŠKO JEZERO (STRŽEN)							Vodotok: CERKNIŠČICA				
		Merilno mesto: Dolenje jezero							Merilno mesto: Cerknica (Dolenja vas)				
		Šifra merilnega mesta: 5680							Šifra merilnega mesta: 5774				
		28.03.2007	08.05.2007	06.06.2007	03.07.2007	06.09.2007	17.09.2007	10.12.2007	28.03.2007	06.06.2007	17.09.2007	25.09.2007	10.12.2007
ANALIZA VODE													
Vodostaj	cm	334	136	131	108	151	126	286	5	14	/	5	/
Temperatura zraka	°C	5	21	14	16	7	18	1	5,5	14,8	/	10,9	4,7
Temperatura vode	°C	6,9	18,4	13,4	23,3	11,3	16,2	4,4	8,3	7,9	/	8	8,4
pH	-	8,1	8	7,9	7,4	7,6	7,7	8	449	517	/	541	472
Nitriti	mg NO ₂ ⁻ /l	0,008	/	0,018	/	/	0,017	0,007	2,4	1,6	/	1,5	2,4
Nitrati	mg NO ₃ ⁻ /l	1,6	/	4	/	/	2,4	2,9	0,141	3,2	/	2,591	0,206
Amonij	mg NH ₄ ⁺ /l	0,016	/	0,029	/	/	0,02	<0,013	0,6	3,4	/	2,5	1,2
Skupni dušik TN	mg N/l	0,5	/	0,8	/	/	0,6	1,4	0,047	1,1	/	2,034	0,079
Ortofosfati	mg PO ₄ ³⁻ /l	<0,010	/	0,014	/	/	<0,010	<0,010	0,065	1,525	/	2,308	0,135
Celotni fosfor - nefiltriran	mg PO ₄ ³⁻ /l	<0,014	/	0,057	/	/	0,053	<0,014	3,7	7,3	/	7,3	4,3

		Vodotok: CERKNIŠKO JEZERO (STRŽEN)			
		Merilno mesto: Dolenje jezero			
		Šifra merilnega mesta: 5680			
		19.02.2013	09.06.2013	18.09.2013	27.11.2013
MERITVE NA TERENU					
Temperatura zraka	°C	-1	20	14	4
Temperatura vode	°C	2,3	17,6	12,4	2,2
pH	-	8,32	7,73	7,74	8,2
Skupni dušik TN	mg N/l	0,56	0,48	0,75	0,57
Amoniak (prosti)	mg NH ₃ ⁺ /l	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008
Amonij	mg NH ₄ ⁺ /l	0,017	0,028	0,047	0,02
Nitriti	mg NO ₂ ⁻ /l	0,014	0,011	0,014	0,02
Nitrati	mg NO ₃ ⁻ /l	2,52	1,02	3,85	2,58
Celotni fosfor - nefiltriran	mg PO ₄ ³⁻ /l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Ortofosfati	mg PO ₄ ³⁻ /l	<0,02	<0,02	0,036	<0,02