

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:

Jarc, G., 2014. Dejavniki, ki vplivajo na preživetje Escherichie coli v morskem okolju. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Žagar, D., somentor Žižek, S.): 37 str.

Datum arhiviranja: 02-10-2014

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:

Jarc, G., 2014. Dejavniki, ki vplivajo na preživetje Escherichie coli v morskem okolju. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljani, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Žagar, D., co-supervisor Žižek, S.): 37 pp.

Archiving Date: 02-10-2014

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 PRVE STOPNJE  
VODARSTVA IN  
OKOLJSKEGA INŽENIRSTVA

Kandidatka:

**GALA JARC**

**DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA PREŽIVETJE  
ESCHERICHIE COLI V MORSKEM OKOLJU**

Diplomska naloga št.: 29/B-VOI

**FACTORS AFFECTING ESCHERICHIA COLI DECAY  
IN THE MARINE ENVIRONMENT**

Graduation thesis No.: 29/B-VOI

**Mentor:**

izr. prof. dr. Dušan Žagar

**Predsednik komisije:**

izr. prof. dr. Dušan Žagar

**Somentorica:**

dr. Suzana Žižek

Ljubljana, 18. 09. 2014

## **STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA**

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

**IZJAVA O AVTORSTVU**

Podpisana Gala Jarc izjavljam, da sem avtorica diplomske naloge z naslovom »Dejavniki, ki vplivajo na preživetje *Escherichie coli* v morskem okolju«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, 31. 8. 2014

Gala Jarc

## **IZJAVE O PREGLEDU NALOGE**

Nalogo so si ogledali naslednji profesorji:

**BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

<b>UDK:</b>	<b>579.8:628.3(497.4)(043.2)</b>
<b>Avtor:</b>	<b>Gala Jarc</b>
<b>Mentor:</b>	<b>izr. prof. dr. Dušan Žagar</b>
<b>Somentorica:</b>	<b>doc. dr. Suzana Žižek</b>
<b>Naslov:</b>	<b>Dejavniki, ki vplivajo na preživetje <i>Escherichie coli</i> v morskem okolju</b>
<b>Tip dokumenta:</b>	<b>Diplomska naloga – univerzitetni študij</b>
<b>Obseg in oprema:</b>	<b>37 str., 4 pregl., 19 graf., 3 sl., 7 en., 2 pril.</b>
<b>Ključne besede:</b>	<b><i>Escherichia coli</i>, odmiranje, Mancinijeva enačba, morska voda, Tržaški zaliv</b>

**Izvleček**

*E. coli* je termotolerantna koliformna bakterija iz družine Enterobacteriaceae in je vedno prisotna v iztrebkih sesalcev in ptičev. Večina sevov je prisotna tudi v prebavnem traktu ljudi in predstavlja pomemben del naše črevesne flore. *E. coli* skoraj nikoli ne najdemo v vodi ali tleh, ki niso fekalno onesnažena. V izogib okužbam v morskem okolju oziroma z morskó hrano je potrebno poskrbeti, da oboje ustreza zahtevam - kopalne vode morajo zadostiti minimalnim higienskim zahtevam, v školjkah iz školjčičišč pa je določeno najvišje dovoljeno število *E. coli*. V diplomski nalogi smo se osredotočili na pregled dejavnikov, ki vplivajo na odmiranje *E. coli* v morski vodi. Za račun spreminjanja koncentracije bakterij s časom je v uporabi Chickov zakon, kjer se koncentracija računa s pomočjo eksponentne stopnje odmiranja. V literaturi smo poiskali enačbo, ki zajema kar največ dejavnikov, vendar pa so ti, zaradi svoje kompleksnosti, omejeni na merljive fizikalne dejavnike. V obravnavanih izvedenkah Mancinijeve enačbe so to intenzivnost sončnega sevanja ter globina, temperatura in slanost vode. Z značilnimi podatki za Tržaški zaliv smo najprej opravili občutljivostno analizo, nato pa z enačbo izračunali stopnjo umrljivosti tudi za realne merjene podatke, ki jih je posredovalo podjetje Harpha Sea d.o.o. Enačba je primerna za vgradnjo v numerične modele, ki so v uporabi na UL FGG. Z izboljšanimi modeli bo mogoče oceniti, kakšna je v slovenskem morju verjetnost onesnaženja kopalnih voda in školjčičišč z *E. coli*.

## **BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT**

**UDC:** 579.8:628.3(497.4)(043.2)  
**Autor:** Gala Jarc  
**Supervisor:** Assoc. Prof. Dušan Žagar, PhD  
**Co-advisor:** Assist. Prof. Suzana Žižek, PhD  
**Title:** Factors affecting *Escherichia coli* decay in the marine environment  
**Document type:** Graduation thesis – University studies  
**Notes:** 37 p., 4 tab., 19 gr., 3 fig., 7 eq., 2 ann.  
**Key words:** *Escherichia coli*, decay rate, Mancini's equation, seawater, Gulf of Trieste

### **Abstract**

*E. coli* is a thermo-tolerant coliform bacterium from the family Enterobacteriaceae present in the faeces of mammals and birds. Most strains can also be found in the human gastrointestinal tract and represent an important part of our intestinal flora. *E. coli* is rarely found in water or soil without faecal contamination, making it suitable for detecting faecal contamination. To avoid infection in the marine environment or with seafood it is important to ensure that both meet the requirements - bathing water must meet minimum hygiene requirements while shell farms must not surpass the highest allowed number of *E. coli* in seashells. In this thesis we examined the factors affecting *E. coli* decay rate in seawater. Chick's law is used to calculate the changes in concentration of bacteria with time, where concentration is calculated using the exponential decay rate. We identified the equation that includes most of the impacts; however, due to the complexity of factors influencing the decay, they are limited to measurable physical factors. In Mancini's equation these are the intensity of solar radiation, water depth, temperature and salinity. With characteristic data for the Gulf of Trieste we first performed a sensitivity analysis, then calculated the decay rate also for the data obtained from the company Harpha Sea d.o.o. The equation is suitable for implementation in numeric models used at UL FGG. With the improved models it will be possible to evaluate the likelihood of pollution in bathing waters and seashell farms in Slovenian waters.

## ZAHVALA

Mentorju dr. Dušanu Žagarju in somentorici dr. Suzani Žižek se zahvaljujem za podporo in pomoč pri izdelavi diplomske naloge. Zahvaljujem se tudi podjetju Harpha Sea d.o.o. za posredovane podatke meritev v Tržaškem zalivu.



## KAZALO VSEBINE

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA .....	I
IZJAVA O AVTORSTVU .....	II
IZJAVE O PREGLEDU NALOGE .....	III
BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK? .....	IV
BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT .....	V
ZAHVALA .....	VI
KAZALO VSEBINE .....	VII
KAZALO PREGLEDNIC .....	VIII
KAZALO GRAFIKONOV .....	IX
KAZALO SLIK .....	X
<b>1 UVOD</b> .....	1
1.1 Opis dejavnikov, ki vplivajo na preživetje bakterije <i>E.coli</i> .....	3
1.2 Hipoteze in cilji .....	4
<b>2 METODOLOGIJA</b> .....	7
2.1 Opis praktičnega primera iz Hong Konga .....	9
2.1.1 Sončna svetloba .....	9
2.1.1 Prilagoditev enačbe glede na okoljsko pogojene dejavnike .....	10
2.2 Občutljivostna analiza .....	13
2.2.2 Spreminjanje koeficienta umrljivosti <i>E. coli</i> glede na spreminjanje globine vode .....	16
2.3 Analiza podatkov iz Tržaškega zaliva .....	17
<b>3 REZULTATI IN DISKUSIJA</b> .....	20
3.1 Koeficient umrljivosti <i>E. coli</i> za podatke merjene 23. 1. 2013 .....	20
3.2 Koeficient umrljivosti <i>E. coli</i> za podatke merjene 21. 3. 2013 .....	23
3.3 Koeficient umrljivosti <i>E. coli</i> za podatke merjene 24. 4. 2013 .....	26
3.4 Koeficient umrljivosti <i>E. coli</i> za podatke merjene 14. 6. 2013 .....	29
3.5 Sezonska primerjava spreminjanja koeficienta umrljivosti <i>E. coli</i> .....	32
<b>4 ZAKLJUČKI</b> .....	36
VIRI .....	37

**KAZALO PREGLEDNIC**

Preglednica 1: Parametri, ki vplivajo na odmiranje bakterij <i>E. coli</i> [8].....	6
Preglednica 2: Parametri iz laboratorijske študije umrljivosti <i>E. coli</i> v vzorcih iz Big Wave Bay Beach v Hong Kongu in predvidene vrednosti koeficienta umrljivosti z uporabo modificirane Mancinijeve enačbe [8].....	12
Preglednica 3: Koordinate točk na katerih je podjetje Harpha Sea opravilo meritve slanosti, temperature in Secchijeve globine.....	18
Preglednica 4: Vrednosti izmerjenih Secchijevih globin ( $z_s$ ) [22], intenzitete sončnega sevanja ( $I_A$ ) [21] in z enačbo (4) izračunani koeficienti pojemanja svetlobe ( $et$ ).....	19

## KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Spreminjanje koeficienta umrljivosti <i>E. coli</i> ob spreminjanju slanosti in temperature.. ...	14
Grafikon 2: Spreminjanje koeficienta umrljivosti <i>E. coli</i> glede na spreminjanje intenzitete sončnega sevanja in temperature.....	15
Grafikon 3: Spreminjanje koeficienta umrljivosti <i>E. coli</i> glede na spreminjanje globine vode. ....	16
Grafikon 4: Spreminjanje koeficienta umrljivosti <i>E. coli</i> glede na spreminjanje globine vode. ....	17
Grafikon 5: Koeficient umrljivosti <i>E. coli</i> dne 23. 1. 2013 v točki A. ....	20
Grafikon 6: Koeficient umrljivosti <i>E. coli</i> dne 23. 1. 2013 v točki B. ....	21
Grafikon 7: Koeficient umrljivosti <i>E. coli</i> dne 23. 1. 2013 v točki C. ....	22
Grafikon 8: Koeficient umrljivosti <i>E. coli</i> dne 21. 3. 2013 v točki A. ....	23
Grafikon 9: Koeficient umrljivosti <i>E. coli</i> dne 21. 3. 2013 v točki B. ....	24
Grafikon 10: Koeficient umrljivosti <i>E. coli</i> dne 21. 3. 2013 v točki C. ....	25
Grafikon 11: Koeficient umrljivosti <i>E. coli</i> dne 25. 4. 2013 v točki A. ....	26
Grafikon 12: Koeficient umrljivosti <i>E. coli</i> dne 25. 4. 2013 v točki B. ....	27
Grafikon 13: Koeficient umrljivosti <i>E. coli</i> dne 25. 4. 2013 v točki C. ....	28
Grafikon 14: Koeficient umrljivosti <i>E. coli</i> dne 14. 6. 2013 v točki A. ....	29
Grafikon 15: Koeficient umrljivosti <i>E. coli</i> dne 14. 6. 2013 v točki B. ....	30
Grafikon 16: Koeficient umrljivosti <i>E. coli</i> dne 14. 6. 2013 v točki C. ....	31
Grafikon 17: Sezonska primerjava spreminjanja koeficienta umrljivosti <i>E. coli</i> v točki A. ....	32
Grafikon 18: Sezonska primerjava spreminjanja koeficienta umrljivosti <i>E. coli</i> v točki B. ....	33
Grafikon 19: Sezonska primerjava spreminjanja koeficienta umrljivosti <i>E. coli</i> v točki C. ....	34

**KAZALO SLIK**

Slika 1: Skica ujetih oblakov odpadne vode zaradi stratifikacije v obalnih območjih.....	8
Slika 2: Prikaz območja, kjer so bile izvedene meritve, Tržaški zaliv, Slovenija. ....	17
Slika 3: Prikaz točk meritev na zemljevidu.....	18

## 1 UVOD

Voda je spojina, ki predstavlja predpogoj za nastanek življenja. Že dejstvo, da je velik del človeškega telesa sestavljen iz vode, pove, da brez nje ne obstajamo. Nadalje za obstoj potrebujemo tudi hrano, ki pa jo prav tako pridelujemo s pomočjo iste substance. Voda je vseprisotna. Sprva je človek kot nomad nenehno spreminjal svojo lokacijo, z ustalitvijo in razvojem prvih civilizacij, pa se je še dodatno pokazala naša povezanost z vodo - naselili smo se ob vodotokih. Najprej ob večjih, ki so omogočali namakalno kmetijstvo, danes pa živimo takorekoč povsod in s svojo aktivnostjo uporabimo in onesnažimo veliko vode, zato tudi v enaindvajsetem stoletju še kako velja misel, da lahko vlade naredijo le malo, kar bi prebivalcem koristilo bolj kot jim koristi oskrba s pitno vodo.

Asit K. Biswas, ki je leta 2006 dobil nagrado SIWI (Stockholm water prize), najbolj prestižno nagrado na svetu za aktivnosti povezane z vodo, je dejal, da se bo svet glede vode v naslednjih dvajsetih letih spremenil bolj kot se je prej v dva tisoč letih [1]. Njegovo misel razumemo kot poziv tako vladam kot človeštvu nasploh, naj resno pristopimo k ohranjanju in varovanju vodnih virov in ekosistemov.

Svetovno prepoznavni humanitarni delavec Tomo Križnar je leta 2006 svoj celovečerni dokumentarni film naslovil kar Dar Fur – vojna za vodo. V njem pravi, da bodo vse naslednje vojne vojne za vodo in da pravzaprav v Afriki te že potekajo.

Morje je zelo širen pojem, kar pri mnogih ljudeh ustvarja občutek brezmejne možnosti odstranjevanja odpadnih snovi, ali pa vsaj umik le-teh izpred "svojega praga". Poleg tega pa se prepogosto zanašamo na moto "Dilution Is The Solution To Pollution", kar pomeni, da z razredčenjem rešujemo problem onesnaženja. Morebiti je to do neke mere sprejemljivo, vendar pa se z vsakim dnevom bližamo meji odpornosti ekosistema. Pri onesnaženosti morja ne gre le za vprašljivo kvaliteto kopalnih voda in prehranskih virov kot so ribe in mehkužci, saj bi to pomenilo obravnavanje le-tega kot izolirano enoto, kar pa se nam, zaradi vsepovezanosti procesov na Zemlji, zdi preveč izključujoče.

Zaradi kompleksnosti morskega telesa, pa tudi Zemlje nasploh, je praktično nemogoče v enem zamahu upoštevati vse dejavnike, ki vplivajo na njegovo kvaliteto, zato se v diplomskem delu osredotočamo le na majhen segment, ki pa lahko tako človeku kot drugim organizmom povzroča precejšnje preglavice. Obravnavana bakterija *Escherichia coli* (*E. coli*) lahko namreč s svojo prisotnostjo ogroža školjčišča, slabša kvaliteto kopalnih voda in zaradi razvijajoče se rezistence na antibiotike tudi resno ogroža zdravje ljudi.

*E. coli* je termotolerantna koliformna bakterija iz družine Enterobacteriaceae. Vedno je prisotna v iztrebkih ljudi, sesalcev in ptičev in je skoraj nikoli ne najdemo v vodi ali tleh, ki niso fekalno

onesnažena. Uporablja se kot indikator fekalnega onesnaženja [2]. Večina sevov *E. coli* je normalno prisotna v črevesju sesalcev in je nenevarna oziroma predstavlja pomemben del črevesne flore tudi pri človeku. Vendar pa obstajajo sevi, ki so patogeni in povzročajo bolezni, kot so diareja in okužbe zunaj prebavnega trakta. Do okužbe lahko pride z zaužitjem kontaminirane vode in hrane ali preko stika z okuženo živaljo oziroma človekom [3]. Da ljudje ne pridemo v stik s preveliko koncentracijo škodljivih sevov *E. coli*, je potrebno zadostiti minimalnim higienskim zahtevam za kopalne vode, prav tako pa je potrebno upoštevati veterinarske pogoje za proizvodnjo morske hrane.

Voda v morskih kopalniščih spada v kategorijo kopalnih voda v naravnih kopalniščih, ki morajo zadostovati zahtevam iz Pravilnika o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za kopalne vode [4]. Količine mikrobioloških parametrov morajo ustrezati prilogi 2 iz pravilnika, kjer je 500 priporočljivo število skupnih koliformnih bakterij v 100 ml, mejna vrednost pa je 2000 bakterij. Priporočena vrednost koliformnih bakterij fekalnega izvora je 100, mejno število bakterij v 100 ml pa je 500 [4].

Zaradi neustreznosti čiščenja odpadnih voda na slovenski obali, je bila onesnaženost s fekalijami v morju pogosto previsoka; v letu 2007 je bilo ob slovenskem morju šest kopalnih območij, ki niso ustrezala normativom za čistost kopalnih voda. Z izgradnjo in uporabo čistilnih naprav v treh obalnih občinah so do leta 2011 uspeli znatno zmanjšati fekalno onesnaženost v morju ob slovenskih kopalniščih [5].

Zaradi možnosti okužbe z *E. coli* je bakterija problematična tudi pri gojenju školjk, zato Pravilnik o veterinarskih pogojih za proizvodnjo in dajanje živih školjk na trg [6] določa število *E. coli*, ki jih lahko vsebujejo žive školjke. Zgornja vrednost vsebnosti fekalnih koliformnih bakterij mora biti *manj kot 300 ali manj kot 230 E. coli na 100 g mesa mehkužcev in tekočine*. Poleg tega so določena tudi območja, kjer se žive školjke lahko *nabirajo, vendar se lahko dajo na trg za prehrano ljudi šele po obdelavi v obratu za prečiščevanje, ali potem, ko so bile ponovno nasajene. Žive školjke iz teh območij ne smejo presegati omejitve 6000 fekalnih koliformnih bakterij na 100 g mesa ali 4600 bakterij E. coli na 100 g mesa v 90 odstotkih vzorcev* [6].

Glavni vir *E. coli* v morju so izpusti iz čistilnih naprav - ko bakterije vstopijo v morsko okolje, so nemudoma podvržene spremembi razmer. Morje ima običajno nižjo temperaturo (optimalna za rast koliformnih bakterij je 37 °C), višjo slanost (okrog 38‰ v Jadranskem morju), izpostavljene so svetlobi, manjša pa je tudi koncentracija organskih hranil, za katera morajo tekmovali z avtohtono populacijo bakterij, ki je na morske razmere bolj prilagojena. Pomemben biotski stresni dejavnik je tudi prisotnost drugih planktonskih organizmov (predvsem nanoplanktona), ki so lahko plenilci bakterij [7]. Pri odmiranju *E. coli* je pomembna tudi globina vode, saj se vpliv posameznih dejavnikov spreminja z večanjem globine [8].

## 1.1 Opis dejavnikov, ki vplivajo na preživetje bakterije *E.coli*

Z vplivom okoljskih dejavnikov na preživetje *E. coli* se je v preteklosti ukvarjalo več avtorjev, ki so preiskovali vplive različnih dejavnikov. Naš cilj je iz literaturnih podatkov poiskati in strniti, kateri so ter kakšen je njihov vpliv na preživetje *E. coli*.

Največji vpliv na preživetje *E. coli* v morskem okolju ima svetloba [8]. Spekter svetlobe, pri katerem prihaja do odmiranja bakterij, je vse od UV-A do vidne svetlobe, vendar pa je vpliv zaradi prodiranja svetlobe v morskem okolju omejen na manjše globine. Ob izpostavljenosti svetlobnemu sevanju lahko pride do poškodb citoplazmatske membrane, posledično so bakterije bolj ranljive in s tem bolj izpostavljene plenilcem ter dojemljive za vplive okolja, kot je na primer vpliv slanosti [9].

Ob vstopu v slano okolje, bakterije doživijo osmotski šok, saj lahko nenadno povišanje slanosti preseže njihove zmožnosti osmotske regulacije [10]. Pri preučevanju vpliva slanosti na preživetje *E. coli* so ugotovili, da je pri nižji slanosti preživetje boljše, iz česar sledi, da jim slano okolje ne ustreza. Ker so rezultati iz študij vpliva slanosti predstavljeni z različnimi enotami (ponekod se navaja slanost v enotah ppt oziroma psu, medtem ko drugod slanost opisujejo kot delež morske vode v mešanici z destilirano brez navajanja slanosti), je primerjava med študijami vpliva slanosti na preživetje *E. coli* otežena [10].

Vpliv temperature vode je izrazit predvsem ob pomanjkanju svetlobe (v temi ali motni vodi) [8]. Optimalna temperatura za razvoj in rast bakterij je 37 °C, medtem ko je temperatura, ki jim mogoča preživetje, nižja. Hladna voda podaljša življenje bakterije s tem, da ji upočasni presnovo [8].

Morska voda ima običajno pH med 7,5 in 8,5. Ugotovljeno je bilo, da bakterija najbolje uspeva v kisljih pogojih (pH 5) s povečano občutljivostjo v bolj bazičnem okolju. Voda, katere pH je večji od 8, ima škodljiv učinek na obstoj *E. coli* [9].

Prisotnost hranil, tako organskih kot anorganskih, ugodno vpliva na razvoj bakterije vendar se ob pomanjkanju le-teh število bakterij ne zmanjša, izgubijo samo zmožnost razmnoževanja [9]. Ob izlitju odpadne vode v morje pride do redčenja hranil, za katera mora *E. coli* tekmovati z ostalimi prisotnimi mikroorganizmi [9]. V preiskavi vpliva hranil na *E. coli* [11] so ugotovili, da se je preživetje testnih organizmov povečalo ob dodatku anorganskih hranil v morskovo vodo. Razvoj mikroorganizmov naraste tudi ob dodatku organskih hranil, vendar pa preživetje *E. coli* ni bistveno večje, saj ni sposobna tekmovati z avtohtono populacijo bakterij.

V izogib ogroženosti ljudi z okužbo z *E. coli* je bil predlagan tudi izpust odpadne vode v globlje vode, kar bi pomenilo večjo umrljivost zaradi višjega hidrostatskega pritiska. Študije na to temo so redke in ne dokazujejo neposredne povezanosti vpliva hidrostatskega tlaka na umrljivost bakterij. Vpliv je bil opazovan in opisan na ravni celične fiziologije ter delovanja proteinov. Rezultati so pokazali, da se lahko *E. coli* delno prilagodi na spremembo tlaka [14].

V študijah, kjer so preučevali prisotnost mikroorganizmov v morju zaradi izpusta odpadnih voda, so ugotovili, da se le-ti pojavljajo v 10 do 100-krat večjem številu v sedimentih kot pa v vodi [9]. Rezultati študije [13] o vplivu sedimentov na število *E. coli* v morskem okolju so pokazali, da je *E. coli* sposobna absorpcije hranil tako iz sedimentov v estuarijih, kjer se izliva odpadna voda, kot tudi v območjih, kjer tega onesnaženja ni. Glede na to, da sediment običajno vsebuje več hranil kot čista morska voda, so opazili, da je rast in razvoj bakterij večji v prisotnosti sedimenta [13].

Yuen-man Chan je v svoji magistrski nalogi [8] zbral vrednosti parametrov pri različnih pogojih. Obravnaval je laboratorijske in terenske eksperimente različnih avtorjev. Vrednosti so predstavljene v preglednici 1.

Poleg fizikalnih dejavnikov ima na preživetje bakterij *E. coli* velik vpliv tudi prisotnost drugih organizmov. Z nekaterimi *E. coli* tekmuje za iste prehranske vire, druge pa jo ogrožajo zaradi predacije. Vpliv kompeticije so v raziskavi [14] dokazali z odstranitvijo predatorskih organizmov, kar je bilo v prid preživetju *E. coli*. Ugotovili so, da je vpliv drugih organizmov težko določiti, saj je vpliv živega okolja zaradi njegove kompleksnosti nemogoče ovrednotiti.

## 1.2 Hipoteze in cilji

V diplomski nalogi se poleg splošnega pregleda dejavnikov, ki povzročajo odmiranje *E. coli*, osredotočamo tudi na vpliv, ki jih imajo na odmiranje lokalni pogoji v Tržaškem zalivu. Slednjim se je v svoji diplomski nalogi [15], z namenom vgraditve v model PCFLOW3D, že posvečal Centa.

PCFLOW3D je baroklini 3D nestacionarni model, s katerim je možno računati transport onesnažil na dva načina - po metodi kontrolnih volumnov in metodi sledenja delcev. Poleg tega omogoča tudi računanje hidrodinamike (cirkulacije), privzdigovanje in transport sedimenta ter nekatere biogeokemične pretvorbe živega srebra. V model so že poskušali vgraditi procese odmiranja *E. coli* [15], vendar pa je bil pri tem uporabljen grob približek koeficienta, ki ni bil osnovan na enačbah in izračunih, prikazanih v nadaljevanju. Model je podrobneje opisan v literaturi, med drugim v doktoratu Četina [16] ter v člankih [17] [18].



V diplomskem delu bomo poskušali izboljšati metodologijo za izračun koeficienta odmiranja bakterije *E. coli* z uporabo enačb iz literature, ki jih bomo raziskali in primerjali v občutljivostni analizi in na realnih podatkih. Naš cilj je poiskati in preveriti enačbe, ki bi bile primerne za kasnejšo vgradnjo v model PCFLOW3D ter simulacije transporta in odmiranje *E. coli* v morskem okolju.

Preglednica 1: Parametri, ki vplivajo na odmiranje bakterij *E. coli* [8].

Vrsta poskusa	Razmere			Eksponentna vrednost odmiranja <i>E. coli</i> [d <sup>-1</sup> ]	Vir
	Sončno sevanje [MJ/m <sup>2</sup> /h]	Slanost [ppt ali psu]	Temperatura vode [°C]		
Laboratorijski poskus	tema	10 - 30	-	0,08 - 2,0	Anderson et al., 1979
Laboratorijski poskus	svetel poletni dan	21 - 26	10 - 23	29,8 - 70,1	Kapuscinski & Mitchell, 1983
	tema	21 - 26	10 - 23	0,1 - 0,5	
Terenski poskus	0,46 - 1,21	morska voda	0 - 20	1,0 - 2,0	Lessard & Sieburth, 1983
	tema	morska voda	0 - 20	1,1	
Laboratorijski poskus	0,36 - 3,24	34 - 35	15 - 30	9,5 - 118,5	Alkan et al., 1995
Laboratorijski poskus	0,14 - 3,46	8,5% morske vode	18	17,6 - 60,7	Canteras et al., 1995
	tema	8,5-45% morske vode	10 - 42	1,6 - 2,3	
Terenski sledilni poskus	2,62	morska voda	19	37,5 - 102,8	
	1,50	morska voda	12	26,0 - 33,1	
Laboratorijski poskus	simulacija svetlobne jakosti: 0 - 100,000 lux	0 - 32	16 - 31	-0,6 - 25,6	Yang et al., 2000
Laboratorijski poskus	dnevna svetloba	morska voda	-	1,2 - 3,3	Noble et al., 2004
	tema	morska voda	14 - 20	0,5 - 0,7	
Laboratorijski poskus	-	morska voda	10 - 30	0,5 - 4,1	Craig et al., 2004
	-	morska voda	25 - 28	2,9	

## 2 METODOLOGIJA

Ko bakterije zapustijo prebavni sistem ljudi oziroma toplokrvnih živali, začnejo postopoma odmirati. Najpogosteje uporabljena enačba, ki opisuje odmiranje bakterij, je Chickov zakon [19], ki ga lahko zapišemo kot:

$$EC = EC_0 e^{-kt} \quad (1)$$

kjer je:

$EC$  = koncentracija *E. coli* v času  $t$

$EC_0$  = začetna koncentracija *E. coli*

$t$  = čas izpostavljenosti [d]

$k$  = eksponentna stopnja oz. koeficient umrljivosti [ $d^{-1}$ ]

Pri odmiranju *E. coli* gre za daljše časovno obdobje (daljše od 10 ur) [20], zaradi česar je koeficient umrljivosti pomemben dejavnik pri določanju koncentracije bakterij. Koeficient umrljivosti *E. coli* je odvisen od slanosti vode, intenzivnosti sončnega sevanja, temperature vode, Secchijeve globine in globine vode.

Zaradi prej omenjene kompleksnosti okolja, v katerem želimo določiti umrljivost bakterije *E. Coli*, je skoraj nemogoče zajeti vse dejavnike, ki vplivajo na njeno preživetje. Zato se pri uporabi enačb osredotočamo predvsem na izmerljive fizikalne dejavnike, ki so temperatura vode, intenzivnost sončnega sevanja, globina in slanost. Najpogosteje uporabljena enačba, ki upošteva te parametre je Mancinijeva enačba [8]. Izpeljana je iz empiričnih enačb, ki obravnavajo umrljivost koliformnih bakterij, med drugim, tudi *E. coli*. Osnovana je tako na laboratorijskih kot tudi terenskih poskusih.

$$k = [0,8 + 0,006 \times (\% \text{ morske vode})] \times 1,07^{(T-20)} + I_A \frac{1-e^{-e_t H}}{e_t H} \quad (2)$$

Parametri v enačbi predstavljajo:

$k$  = povprečna umrljivost glede na globino [ $d^{-1}$ ]

$T$  = temperatura vode [ $^{\circ}C$ ]

$I_A$  = povprečna intenzivnost sončnega sevanja na gladini [ $ly/h = cal/cm^2$ ]

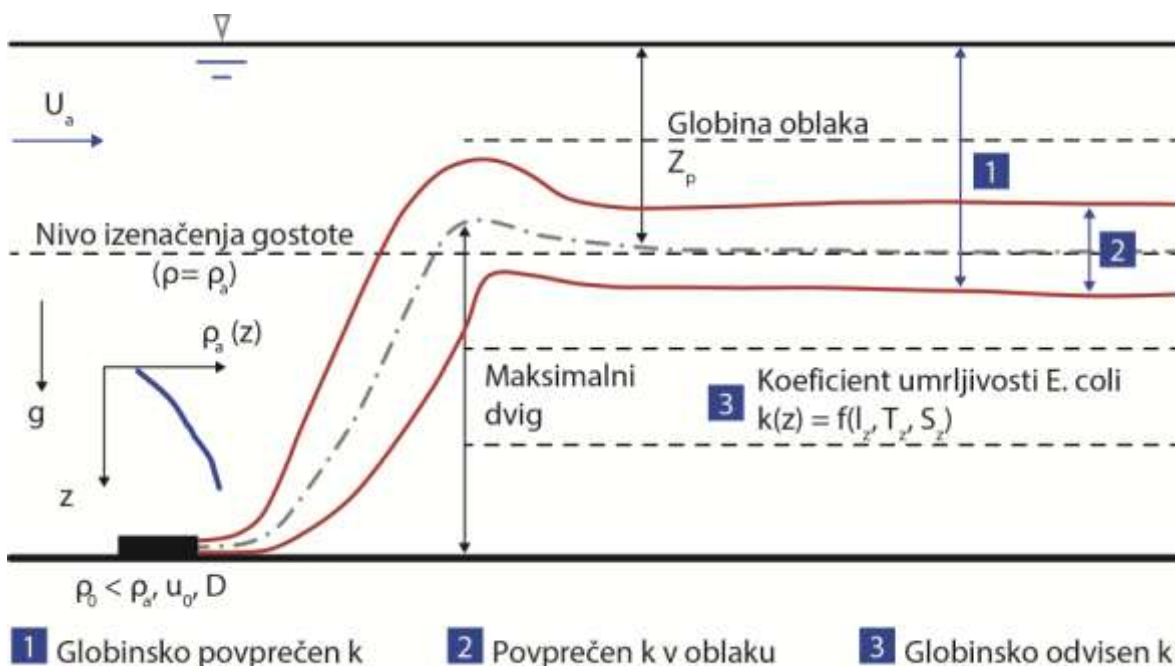
$e_t$  = koeficient pojemanja svetlobe [ $m^{-1}$ ]

$H$  = globina popolnoma premešanega sloja vode [m]

Enačba je sestavljena iz štirih delov, ki predstavljajo sledeče:

1. Osnovna umrljivost:  $0,8 \text{ d}^{-1}$ . Predstavlja umrljivost koliformnih bakterij v sveži vodi pri temperaturi  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  v temi.
2. Vpliv slanosti:  $0,006 \times (\% \text{ morske vode})$ . Ta komponenta kaže na to, da višja slanost pomeni večjo umrljivost.
3. Vpliv temperature vode:  $1,07^{(T-20)}$ . Referenčna temperatura vode je  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ; višja temperatura vode vodi v večjo umrljivost.
4. Vpliv sončnega sevanja (svetlobe):  $I_A \frac{1-e^{-e_t H}}{e_t H}$ . Višja intenziteta sončnega sevanja (povprečena po globini) predstavlja višjo umrljivost.

Ker je Mancinijeva enačba enostavna, je vključena v več modelov za spremljanje kakovosti voda, vendar so bila pri njeni uporabi opažena odstopanja v primerjavi z rezultati eksperimentov, kar je lahko posledica tega, da upošteva samo globinsko povprečeno umrljivost. To lahko povzroči preveč optimistično napoved pri uporabi v modelih, kjer prihaja do ujetih oblakov odpadne vode, kakor je prikazano na sliki 1.



Slika 1: Skica ujetih oblakov odpadne vode zaradi stratifikacije v obalnih območjih. [8]

Pomanjkljivosti Mancinijeve enačbe se odražajo v odstopanju med ocenjeno in opazovano vrednostjo, ki lahko znaša celo do enega reda velikosti. Do napak pri ocenjevanju umrljivosti *E. coli* z

Mancinijevo enačbo pride poleg neupoštevanja ujetih oblakov odpadne vode tudi zaradi sledečih razlogov :

- podatki so "razsuti", med njimi ni jasne korelacije;
- osnovni koeficient ni preverjen (Mancinijeva enačba predvideva, da koliformne bakterije odmirajo z osnovnim koeficientom  $0,8 \text{ d}^{-1}$  v neslani in  $1,4 \text{ d}^{-1}$  v 100% slani vodi);
- podatki na katerih je enačba osnovana so iz študij različnih vrst bakterij (med drugim skupne koliformne bakterije, koliformne bakterije fekalnega izvora in *E. coli*)
- ne upošteva podnebnih razmer za uporabo na različnih območjih.

Kot v primeru iz Hong Konga [8], se tudi v Tržaškem zalivu pojavlja problem izpusta odpadnih voda v plitvi vodi (5 - 20 m globine) v bližini plaž ter tudi v bližini školjčičišč. Oblaki odpadne vode lahko v ogrožena območja (plaže in školjčičišča) dospejo že v nekaj urah, kar pomeni, da bi bila v izogib prekomernemu onesnaženju z *E. coli*, potrebna razmeroma natančna napoved spreminjanja koncentracije bakterij, ki jo določamo z enačbo (1).

## 2.1 Opis praktičnega primera iz Hong Konga

Chan [8] v svoji magistrski nalogi predstavlja tipične vrednosti parametrov (osončenost, slanost, temperatura) za primer obalnega pasu v Hong Kongu – Big Wave Bay Beach. Podatki in izračuni so predstavljeni v nadaljevanju tega poglavja.

### 2.1.1 Sončna svetloba

Pri prodiranju skozi vodo, se intenzivnost sončnega sevanja zmanjšuje zaradi absorpcije in razpršitve, kar lahko opišemo z enačbo:

$$I_z = I_0 \times e^{-e_t z} \quad (3)$$

kjer je

$I_z$  = intenzivnost sončnega sevanja na globini  $z$  pod morsko gladino;

$I_0$  = intenzivnost sončnega sevanja na vodni gladini;

$e_t$  = koeficient pojemanja intenzivnosti sončnega sevanja [ $\text{m}^{-1}$ ].

Koeficient  $e_t$  v enačbah (2) in (6) predstavlja povprečno vrednost za celoten spekter sončnega sevanja in se spreminja glede na prisotnost suspendiranih snovi, organskih delcev ter živih organizmov. Grobo se ga lahko določi s Secchijevo globino ( $z_s$ ) in empiričnim koeficientom " $a$ ":

$$e_t = \frac{a}{z_s} \quad (4)$$

Vrednosti koeficienta  $a$  so od 1,7 do 1,9. Za primer Hong Konga je vrednost koeficienta 1,7. Ker nimamo boljšega podatka, smo v računih uporabili vrednost koeficienta  $a$  1,8.

### 2.1.1 Prilagoditev enačbe glede na okoljsko pogojene dejavnike

Na podlagi rezultatov terenskih in laboratorijskih raziskav, ki jih je opravil v sklopu svoje magistrske naloge, je Chan izpeljal modificirano enačbo [8]. Glavne vrednosti dejavnikov, ki vplivajo na odmiranje bakterij, je iz vrednotil glede na lokalne razmere v Hong Kongu. Ne glede na to, je enačbo prilagodil in zapisal na način, da jo je mogoče uporabiti tudi na drugih območjih.

Osnovno enačbo za koeficient odmiranja *E. coli* v odvisnosti od globine ( $z$ ) lahko zapišemo kot:

$$k(z) = (k_b + k_s S) \times \theta_T^{(T-20)} + k_I I_A \times e^{-e_t z} \quad (5)$$

kjer je

$k$  = eksponentna stopnja umrljivosti [ $d^{-1}$ ];

$z$  = globina vode [m];

$k_b$  = osnovna vrednost umrljivosti v sveži vodi pri temperaturi 20 °C v temi [ $d^{-1}$ ];

$k_s$  = koeficient umrljivosti zaradi slanosti [ $psu^{-1} \cdot d^{-1}$ ];

$k_I$  = koeficient umrljivosti zaradi sončnega sevanja [ $h \cdot ly^{-1} \cdot d^{-1}$ ];

$S$  = slanost [psu]

$T$  = temperatura vode [°C];

$\theta_T$  = koeficient temperature = 1,07;

$I_A$  = povprečna intenzivnost sončnega sevanja na površju [ $ly \cdot h^{-1}$ ];

$e_t$  = koeficient pojemanja svetlobe [ $m^{-1}$ ].

Komponenta  $(k_b + k_s S) \times \theta_T^{(T-20)}$  v enačbi predstavlja doprinos slanosti in temperature vode k odmiranju *E. coli*, medtem ko s členom  $k_I I_A \times e^{-e_t z}$  opišemo vpliv sončnega sevanja.

Od globine odvisno odmiranje *E. coli* [ $d^{-1}$ ] se lahko izračuna z enačbo, ki jo je glede na rezultate preiskav uporabil Chan na primeru Big Wave Bay Beach v Hong Kongu in je primerna za subtropsko obalno okolje:

$$k(z) = (0,68 + 0,017S) \times 1,07^{(T-20)} + 1,1 \times I_A \times e^{-e_t z} \quad (6)$$

Z uporabo enačbe (6), je Chan [8] v svoji magistrski nalogi opravil izračune koeficienta umrljivosti in jih primerjal z rezultati pridobljenimi iz poskusov. Njegovi rezultati so predstavljeni v preglednici 2, vendar pa jih sami z uporabo enačbe (6) nismo mogli ponoviti.

Podatki, ki smo jih uporabili za izračun so enaki, kot jih je Chan [8] uporabil za izvedbo poskusov ter račun predvidenih vrednosti. Parametri, ki jih potrebujemo v enačbi (6), so slanost, temperatura vode, intenzivnost sončnega sevanja, koeficient pojemanja svetlobe ter globina vode. Vrednosti uporabljene v poskusih [8] in izračunih so:

1. Slanost

Poskusi [8] so bili izvedeni na slanostih 0, 13, 23, 28 in 33 psu.

2. Temperatura vode

Poskusi, ki jih je opravil Chan [8] so bili izvedeni na temperaturah 20, 24 in 28 °C.

3. Intenzivnost svetlobnega sevanja

V poskusu, ki ga je opravil Chan [8], je *E. coli* izpostavil intenzitetam svetlobnega sevanja 0, 8000, 28500, 42500, 63400, and 97000 lux. Za potrebe uporabe prirejene Mancinijeve enačbe je pretvorbo enot opravil na sledeč način:

- $1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen/m}^2 = 0.0111 \text{ W/m}^2$
- $1 \text{ W/m}^2 = 0,0036 \text{ MJ/m}^2/\text{h} = 0,086 \text{ cal/cm}^2/\text{h} = 0,086 \text{ ly/h}$

in pri izračunih upošteval vrednosti 0, 7,7; 27,2; 40,6; 60,6 in 92,7 ly/h.

4. Koeficient pojemanja svetlobe

Vrednost koeficienta  $a$  je za primer Hong Konga enak 1,7. Glede na podatke o Secchijevi globini je določil vrednost koeficienta pojemanja svetlobe  $0,63 \text{ m}^{-1}$ .

5. Globina vode

Poskusi so bili izvedeni v posodah, v katerih je globina vode  $z = 0,165 \text{ m}$ .

Rezultati naših in Chanovih [8] izračunov koeficienta umrljivosti  $z$  uporabo enačbe (6) so predstavljeni v preglednici 2.

Posamezni poskusi, ki jih je izvedel Chan [8] so označeni z  $I_a T_b S_c$ , kjer je

$a$  = intenziteta svetlobe [lux];

$b$  = temperatura vode [°C];

$c$  = slanost [psu];

Preglednica 2: Parametri iz laboratorijske študije umrljivosti *E. coli* v vzorcih iz Big Wave Bay Beach v Hong Kongu in predvidene vrednosti koeficienta umrljivosti z uporabo modificirane Mancinijeve enačbe [8].

Številka poskusa	Eksperimentalni parametri			Chanovi rezultati z enačbo (6) [d <sup>-1</sup> ]	Izračun z enačbo (6) [d <sup>-1</sup> ]	
	Intenziteta svetlobe [lux]	Temperatura vode [°C]	Slanost [psu]			
I <sub>0</sub> T <sub>20</sub> S <sub>0</sub>	0	0	20	0	0,3	0,7
I <sub>0</sub> T <sub>20</sub> S <sub>0</sub> '	0	0	20	0	0,3	0,7
I <sub>0</sub> T <sub>20</sub> S <sub>0</sub> ''	0	0	20	0	0,3	0,7
I <sub>0</sub> T <sub>20</sub> S <sub>13</sub>	0	0	20	13	0,6	0,9
I <sub>0</sub> T <sub>20</sub> S <sub>13</sub> '	0	0	20	13	0,6	0,9
I <sub>0</sub> T <sub>20</sub> S <sub>13</sub> ''	0	0	20	13	0,6	0,9
I <sub>0</sub> T <sub>20</sub> S <sub>23</sub>	0	0	20	23	1,2	1,1
I <sub>0</sub> T <sub>20</sub> S <sub>23</sub> '	0	0	20	23	1,2	1,1
I <sub>0</sub> T <sub>20</sub> S <sub>23</sub> ''	0	0	20	23	1,2	1,1
I <sub>0</sub> T <sub>20</sub> S <sub>28</sub>	0	0	20	28	1,8	1,2
I <sub>0</sub> T <sub>20</sub> S <sub>28</sub> '	0	0	20	28	1,8	1,2
I <sub>0</sub> T <sub>20</sub> S <sub>33</sub>	0	0	20	33	2,5	1,2
I <sub>0</sub> T <sub>20</sub> S <sub>33</sub> '	0	0	20	33	2,5	1,2
I <sub>0</sub> T <sub>20</sub> S <sub>33</sub> ''	0	0	20	33	2,5	1,2
I <sub>8000</sub> T <sub>20</sub> S <sub>13</sub>	8000	7,7	20	13	9	8,5
I <sub>8000</sub> T <sub>20</sub> S <sub>23</sub>	8000	7,7	20	23	9,6	8,7
I <sub>8000</sub> T <sub>20</sub> S <sub>28</sub>	8000	7,7	20	28	10,1	8,8
I <sub>8000</sub> T <sub>20</sub> S <sub>33</sub>	8000	7,7	20	33	10,8	8,9
I <sub>8000</sub> T <sub>28</sub> S <sub>13</sub>	8000	7,7	28	13	9,1	9,2
I <sub>8000</sub> T <sub>28</sub> S <sub>23</sub>	8000	7,7	28	23	9,8	9,5
I <sub>8000</sub> T <sub>28</sub> S <sub>28</sub>	8000	7,7	28	28	10,4	9,6
I <sub>8000</sub> T <sub>28</sub> S <sub>33</sub>	8000	7,7	28	33	11,2	9,8
I <sub>28500</sub> T <sub>24</sub> S <sub>13</sub>	28500	27,2	24	13	30,5	28,1
I <sub>28500</sub> T <sub>24</sub> S <sub>23</sub>	28500	27,2	24	23	31,1	28,4
I <sub>28500</sub> T <sub>24</sub> S <sub>28</sub>	28500	27,2	24	28	31,7	28,5
I <sub>28500</sub> T <sub>24</sub> S <sub>33</sub>	28500	27,2	24	33	32,4	28,6
I <sub>42500</sub> T <sub>20</sub> S <sub>13</sub>	42500	40,6	20	13	45,1	41,2
I <sub>42500</sub> T <sub>20</sub> S <sub>23</sub>	42500	40,6	20	23	45,7	41,3
I <sub>42500</sub> T <sub>20</sub> S <sub>28</sub>	42500	40,6	20	28	46,2	41,4
I <sub>42500</sub> T <sub>20</sub> S <sub>33</sub>	42500	40,6	20	33	46,9	41,5
I <sub>42500</sub> T <sub>28</sub> S <sub>13</sub>	42500	40,6	28	13	45,2	41,8
I <sub>42500</sub> T <sub>28</sub> S <sub>23</sub>	42500	40,6	28	23	45,9	42,1
I <sub>42500</sub> T <sub>28</sub> S <sub>28</sub>	42500	40,6	28	28	46,4	42,2
I <sub>42500</sub> T <sub>28</sub> S <sub>33</sub>	42500	40,6	28	33	47,2	42,4
I <sub>42500</sub> T <sub>28</sub> S <sub>13</sub> '	42500	40,6	28	13	45,2	41,8
I <sub>42500</sub> T <sub>28</sub> S <sub>23</sub> '	42500	40,6	28	23	45,9	42,1
I <sub>42500</sub> T <sub>28</sub> S <sub>28</sub> '	42500	40,6	28	28	46,4	42,2
I <sub>42500</sub> T <sub>28</sub> S <sub>33</sub> '	42500	40,6	28	33	47,2	42,4
I <sub>63400</sub> T <sub>24</sub> S <sub>13</sub>	63400	60,6	24	13	67	61,3
I <sub>63400</sub> T <sub>24</sub> S <sub>23</sub>	63400	60,6	24	23	67,7	61,5
I <sub>63400</sub> T <sub>24</sub> S <sub>28</sub>	63400	60,6	24	28	68,2	61,6
I <sub>63400</sub> T <sub>24</sub> S <sub>33</sub>	63400	60,6	24	33	69	61,7
I <sub>97000</sub> T <sub>20</sub> S <sub>13</sub>	97000	92,7	20	13	102,2	92,8
I <sub>97000</sub> T <sub>20</sub> S <sub>23</sub>	97000	92,7	20	23	102,8	93,0
I <sub>97000</sub> T <sub>20</sub> S <sub>28</sub>	97000	92,7	20	28	103,3	93,1
I <sub>97000</sub> T <sub>20</sub> S <sub>33</sub>	97000	92,7	20	33	104	93,1
I <sub>97000</sub> T <sub>28</sub> S <sub>13</sub>	97000	92,7	28	13	102,3	93,5
I <sub>97000</sub> T <sub>28</sub> S <sub>23</sub>	97000	92,7	28	23	103	93,7



Iz preglednice 2 je razvidno, da rezultati, ki smo jih dobili z uporabo enačbe (6) ne ustrezajo rezultatom, ki jih je v svoji magistrski nalogi predstavil Chan [8]. Rezultatov z enačbo (6) ni bilo moč ponoviti, saj se le-ta že v prvem členu ne ujema s Chanovimi rezultati - sam je kot predviden rezultat predstavil vrednost koeficienta umrljivosti *E. coli*  $k = 0,3$  iz prvega člena enačbe (6) pa je razvidno, da pri temperaturi 20°C in slanosti 0 psu vrednost koeficienta ne more biti manjša od 0,68.

## 2.2 Občutljivostna analiza

Za razumevanje vpliva posameznih elementov Mancinijeve enačbe (2), smo opravili občutljivostno analizo na obsegu podatkov, ki so značilni za Tržaški zaliv. Podatke smo obdelali tudi z modificirano Mancinijevo enačbo (6) in rezultate predstavili z grafikoni 1, 2, 3 in 4.

Podatki, ki jih uporabljamo pri občutljivostni analizi so:

### 1. Slanost

Podatki o slanosti, ki smo jih uporabili pri analizi, obsegajo vrednosti od 10 do 38 psu. Za potrebe osnovne Mancinijeve enačbe (2) smo slanost iz psu pretvorili v % morske vode. Slanost 34,2 psu ustreza 100% morske vode, zato smo vrednosti pretvorili z uporabo enačbe:

$$S(\%) = \frac{S(\text{psu}) \cdot 100\%}{34,2 \text{ psu}} \quad (7)$$

### 2. Temperatura vode

Temperature morske vode, značilne za Tržaški zaliv obsegajo vrednosti 5 - 28 °C.

### 3. Intenzivnost svetlobnega sevanja

Na podlagi meteorološkega letopisa [21] smo določili okvirne vrednosti intenzivnosti sončnega sevanja. Dnevna vsota globalnega sončnega sevanja na merilni postaji Portorož - letališče sega od 0,1 do 8,8 kWh/m<sup>2</sup>. S pretvorbo enot smo za izračune določili vrednosti 0,36 - 31,53 ly/h. Pretvornik je 3,6.

$$I_A = 0,1 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} : 24 \text{ h} = 4,17 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 0,086 = 0,36 \frac{\text{ly}}{\text{h}}$$

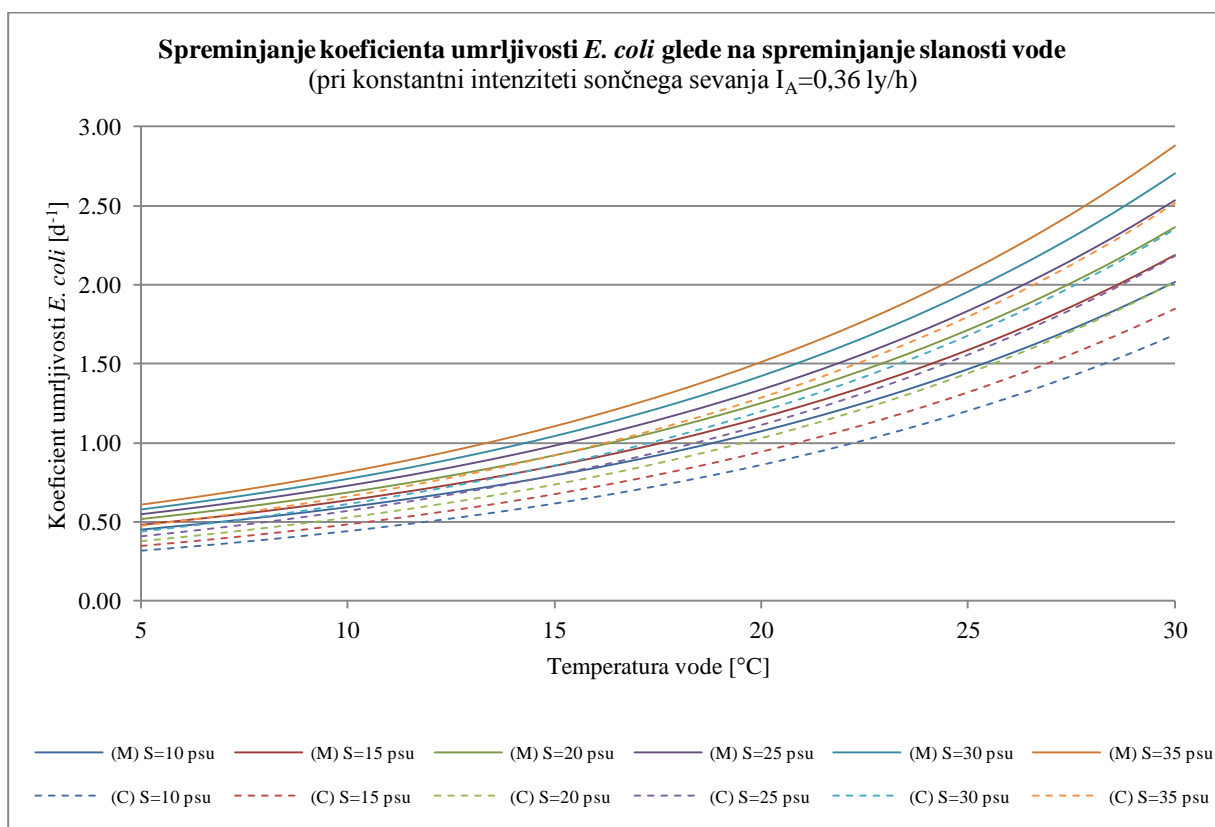
### 4. Koeficient pojemanja svetlobe

Koeficient pojemanja svetlobe smo okvirno določili z uporabo enačbe (4). Za empirični koeficient  $a$  smo predvideli vrednost 1,8. Podatke o Secchijevi globini smo dobili iz rezultatov meritev, ki jih je opravilo podjetje Harpha Sea [22] in določili povprečno vrednost 2,54 m. Iz tega sledi, da je vrednost koeficienta pojemanja svetlobe  $e_t = 0,71 \text{ m}^{-1}$ .

## 5. Globina vode

Za občutljivostni analizi smo obdelali podatke pri globinah 5, 10 in 20 m. Prva vrednost je ocena globine sloja pod termoklino, druga sloja nad termoklino, tretja pa popolnoma premešanega stanja, ki se značilno pojavlja pozimi ali po močnejšem vetru.

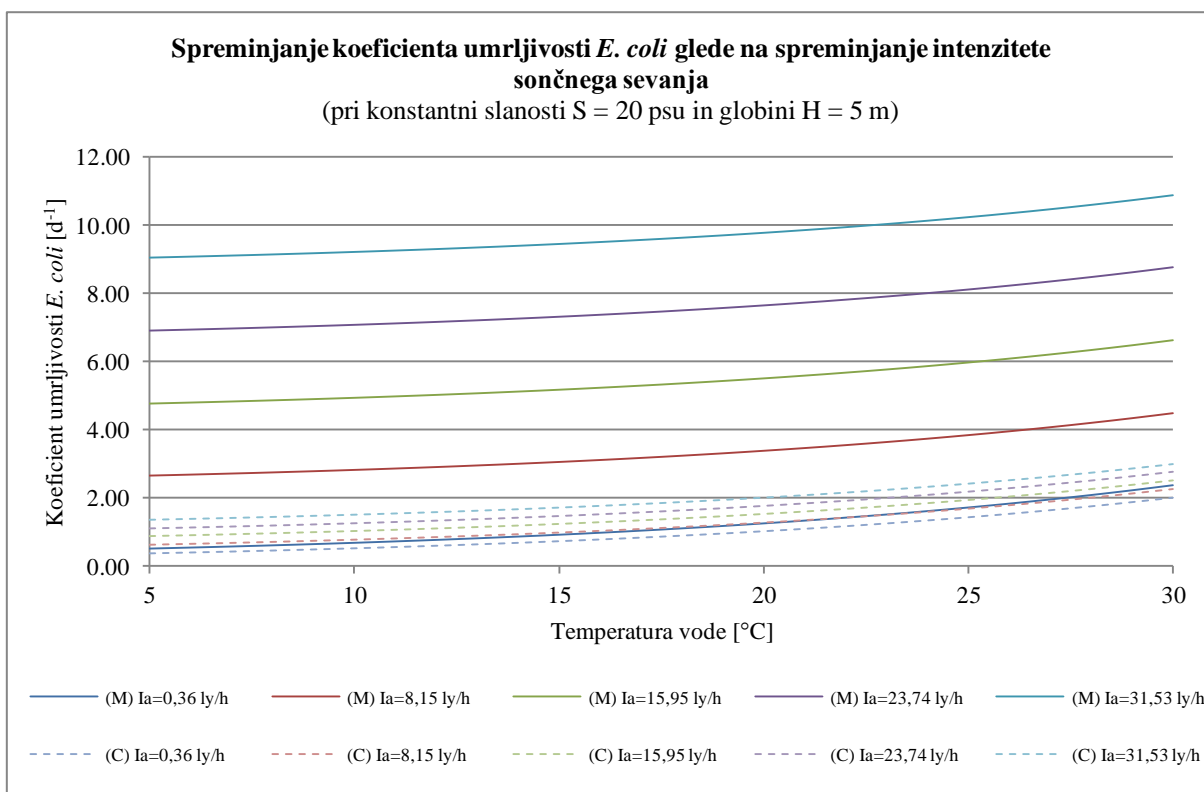
### 2.2.1 Spreminjanje koeficienta umrljivosti *E. coli* glede na spreminjanje slanosti vode



Grafikon 1: Spreminjanje koeficienta umrljivosti *E. coli* ob spreminjanju slanosti in temperature. Oznaka (C), oziroma črtkane črte predstavljajo rezultate izračunov z modificirano Mancinijevo enačbo (6) in oznaka (M) oziroma polne črte rezultate računa z osnovno Mancinijevo enačbo (2).

Vpliv spreminjanja slanosti smo preverili pri konstantni globini vode  $H = 5$  m ter konstantni intenziteti sončnega sevanja  $I_A = 0,36$  ly/h. Slanost narašča z inkrementi po 5 psu. Iz grafikona 1 je razvidno, da je pri višji slanosti umrljivost večja. Rezultati so višji pri uporabi osnovne Mancinijeve enačbe (2). Razlike med rezultati osnovne (2) in modificirane (6) enačbe se z višanjem temperature povečujejo, razpon rezultatov pa obsega praktično en velikostni razred (0,2 – 3), približno enak je tudi razpon rezultatov pri posamezni krivulji. Numerični rezultati izračunov so prikazani v prilogi A.1.

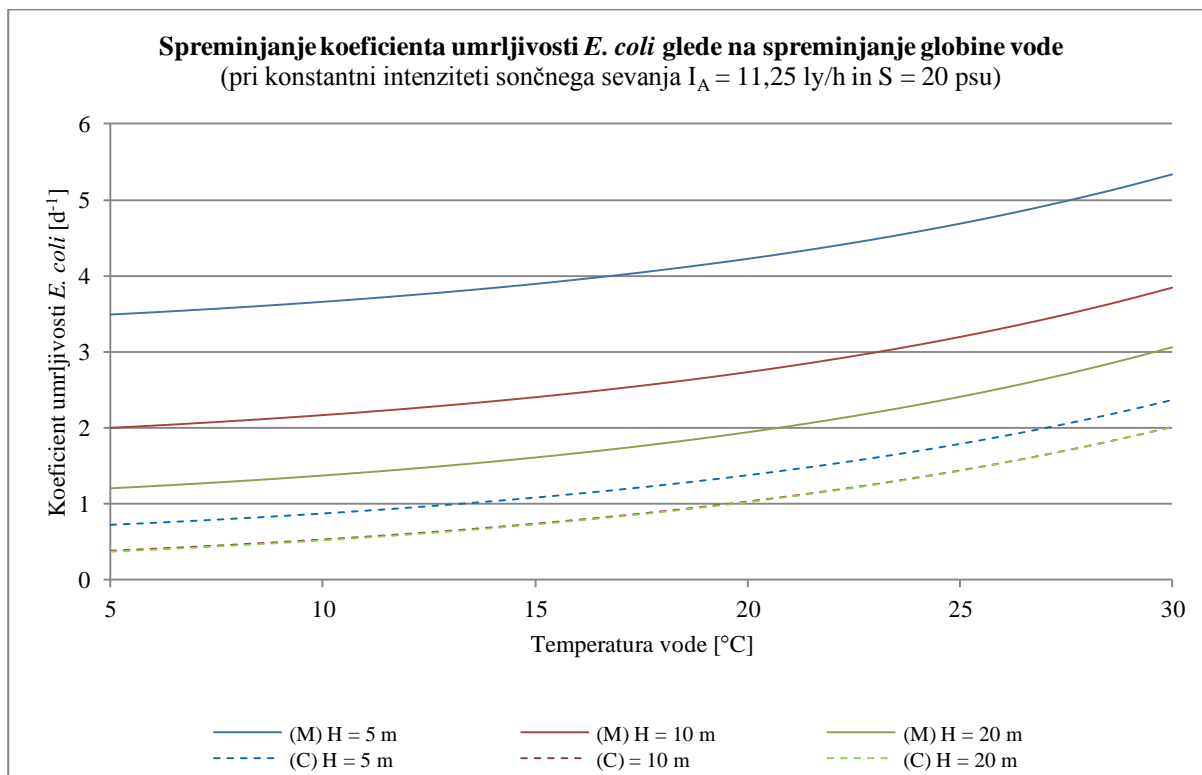
## 2.2.2 Spreminjanje koeficienta umrljivosti *E. coli* glede na spreminjanje intenzitete sončnega sevanja



Grafikon 2: Spreminjanje koeficienta umrljivosti *E. coli* glede na spreminjanje intenzitete sončnega sevanja in temperature. Oznaka (C), oziroma črtkane črte predstavljajo rezultate izračunov z modificirano Mancinijevo enačbo (6) in oznaka (M) oziroma polne črte rezultate računa z osnovno Mancinijevo enačbo (2).

Svetloba ima največji vpliv na odmiranje *E. coli*, vendar pa je raztros rezultatov pri osnovni Mancinijevi enačbi (2) velik - rezultati obsegajo vrednosti  $k$  od 0,5 do 11  $d^{-1}$ . Koeficient umrljivosti se na posamezni krivulji poveča za približno 2  $d^{-1}$ . Enako je tudi pri izračunih z modificirano enačbo (6), vendar pa so rezultati za posamezne vrednosti intenzitete sončnega sevanja bližje skupaj - obsegajo vrednosti od 0,1 do 3  $d^{-1}$ . Vhodni parametri in rezultati izračunov so prikazani v prilogi A, v preglednici A2.

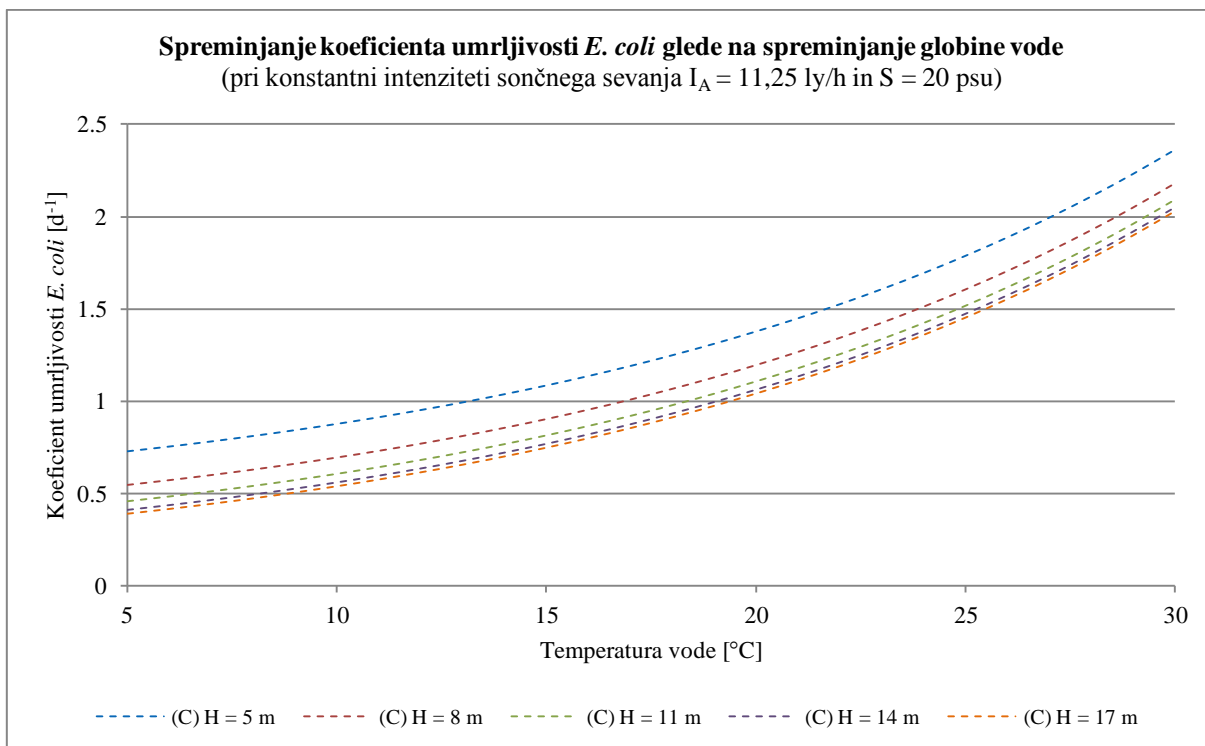
Rezultati modificirane enačbe (6) se pri nizki intenziteti sončnega sevanja skoraj ujemajo z rezultati osnovne enačbe (2), pri ostalih  $I_A$  pa se rezultati močno razlikujejo, saj je Chan [8] s svojo modifikacijo dosegel manjši raztros rezultatov. Pri visokih intenzitetah sončnega sevanja so vrednosti koeficienta odmiranja dobljene z osnovno Mancinijevo enačbo do petkrat višje.

2.2.2 Spreminjanje koeficienta umrljivosti *E. coli* glede na spreminjanje globine vode

Grafikon 3: Spreminjanje koeficienta umrljivosti *E. coli* glede na spreminjanje globine vode. Oznaka (C), oziroma črtkane črte predstavljajo rezultate izračunov z modificirano Mancinijevo enačbo (6) in oznaka (M) oziroma polne črte rezultate računa z osnovno Mancinijevo enačbo (2).

Iz grafikona 3 je razvidno, da se koeficient umrljivosti *E. coli* pri različnih globinah ob uporabi osnovne Mancinijeve enačbe (2) precej razlikuje, pri računu z modificirano enačbo (6) pa so vrednosti blizu oziroma se pri globinah 10 in 20 m praktično ne razlikujejo.

Za natančnejši prikaz vpliva spreminjanja globine vode, smo izračune izvedli še za globine od 5 do 17 m z inkrementi po 3, katerih rezultati so prikazani na grafikonu 4.



Grafikon 4: Spreminjanje koeficienta umrljivosti *E. coli* glede na spreminjanje globine vode. Prikazani rezultati so izračunani z modificirano Mancinijevo enačbo (6).

Koeficient umrljivosti *E. coli* je največji pri globini 5 m. Največja sprememba se zgodi pri prehodu iz globine 5 m na 8 m. Najmanjše razlike med izračunanimi koeficienti so med globinama 14 in 17 m., saj v večje globine prodira vedno manj svetlobe.

### 2.3 Analiza podatkov iz Tržaškega zaliva

Za račun koeficienta umrljivosti *E. coli* smo uporabili podatke, ki jih je podjetje Harpha Sea, d.o.o izmerilo v Koprskem zalivu [22], ki je prikazan na sliki 2.



Slika 2: Prikaz območja, kjer so bile izvedene meritve, Koprski zaliv, Slovenija. [23]

Meritve obsegajo podatke o globini merjenja, temperaturi, slanosti in Secchijevi globini za tri točke. Meritve so bile izvedene 23. 1., 21. 3., 25. 4. in 14. 6. 2013. Točke so grafično prikazane na sliki 3, koordinate posameznih meritev pa v preglednici A3.



Slika 3: Prikaz točk meritev na zemljevidu. [23]

Preglednica 3: Koordinate točk na katerih je podjetje Harpha Sea opravilo meritve slanosti, temperature in Secchijeve globine.

Točka	Zemljepisna dolžina (E)	Zemljepisna širina (N)
A januar	13,7002	45,5582
A marec	13,6999	45,5581
A april	13,6999	45,5586
A junij	13,7007	45,5578
B januar	13,7295	45,5588
B marec	13,7293	45,5589
B april	13,7297	45,5586
B junij	13,7295	45,5587
C januar	13,7442	45,5586
C marec	13,7438	45,5586
C april	13,7434	45,5587
C junij	13,7438	45,5586

Koordinate za posamezno točko se razlikujejo do 100 m. Upoštevajoč ne bistveno različne razmere na tej razmeroma kratki razdalji, smo koordinate povprečili in dobili točke A (13,7002 E; 45,5582 N), B (13,7282 E; 45,5588 N) in C (13,7438 E; 45,5586 N).

Za izračun koeficienta umrljivosti *E. coli* z Mancinijevo enačbo je potrebna tudi intenziteta sončnega sevanja, ki smo jo okvirno določili iz meteorološkega letopisa [21]. Vrednosti intenzitete sončnega sevanja so skupaj s podatki o Secchijevi globini prikazane v preglednici 4. S podatkom o Secchijevi globini in koeficientom  $a = 1,8$  smo z uporabo enačbe (4) izračunali koeficient pojemanja svetlobe  $e_t$ , ki je prav tako prikazan v preglednici 4.

Preglednica 4: Vrednosti izmerjenih Secchijevih globin ( $z_s$ ) [22], intenzitete sončnega sevanja ( $I_A$ ) [21] in z enačbo (4) izračunani koeficienti pojemanja svetlobe ( $e_t$ ).

		23. 1. 2013	21. 3. 2013	25. 4. 2013	14. 6. 2013
A	$z_s$ [m]	5,0	2,0	5,0	4,0
	$I_A$ [ly/h]	0,12	0,17	0,43	0,34
	$e_t$ [m <sup>-1</sup> ]	0,36	0,9	0,36	0,45
B	$z_s$ [m]	1,0	2,0	3,5	3,5
	$I_A$ [ly/h]	0,12	0,17	0,43	0,34
	$e_t$ [m <sup>-1</sup> ]	1,8	0,9	0,51	0,51
C	$z_s$ [m]	0,5	0,0 <sup>1</sup>	1,5	2,5
	$I_A$ [ly/h]	0,12	0,17	0,43	0,34
	$e_t$ [m <sup>-1</sup> ]	3,6	180	1,2	1,5

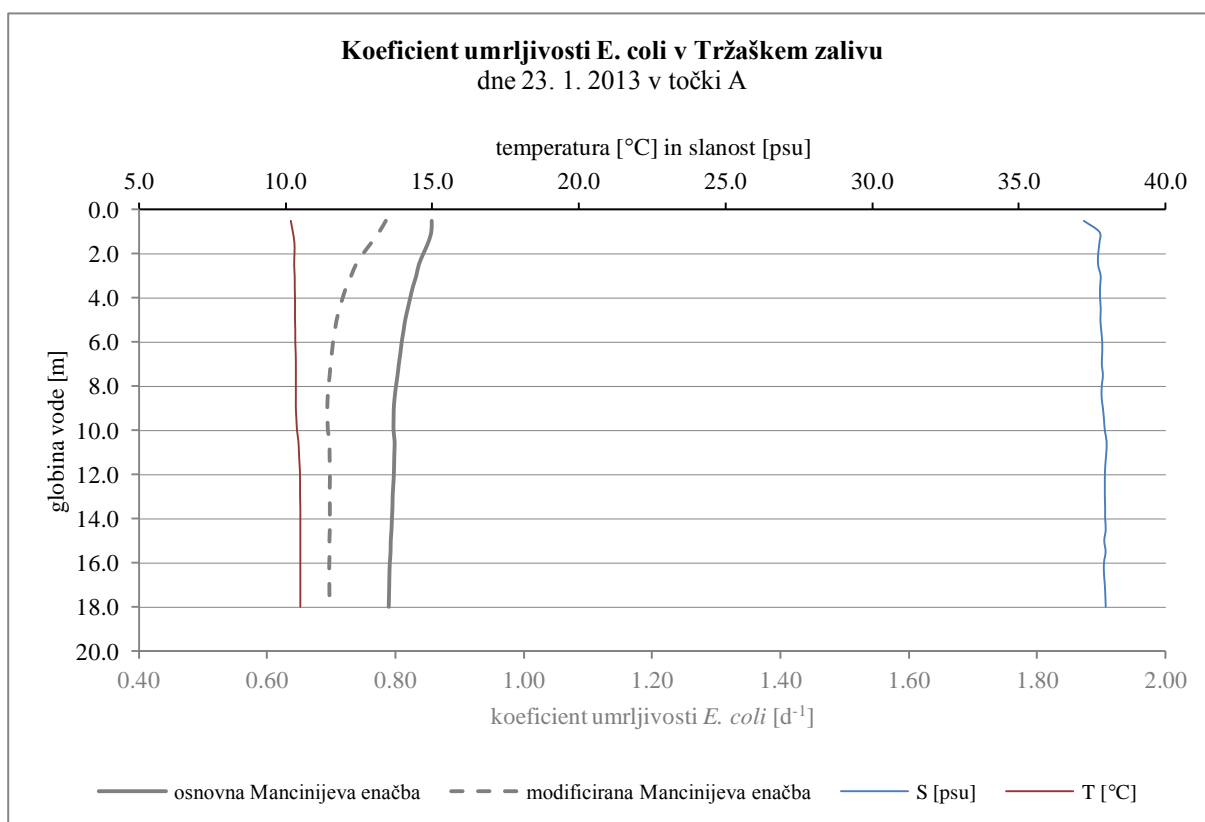
---

<sup>1</sup> V točki C je bila 21. 3. 2013 izmerjena Secchijeva globina 0,0 m. Za potrebe izračuna koeficienta pojemanja svetlobe smo uporabili vrednost 0,01 m.

### 3 REZULTATI IN DISKUSIJA

S podatki iz poglavja 2 smo za posamezne meritve izračunali koeficient umrljivosti *E. coli* in njegovo spreminjanje prikazali z grafikoni. Vrednosti koeficienta umrljivosti so prikazane za posamezne meritve (grafikon 5 do 16) ter za posamezne točke A, B in C ob različnih datumih meritev - sezonska primerjava (grafikon 17 do 19).

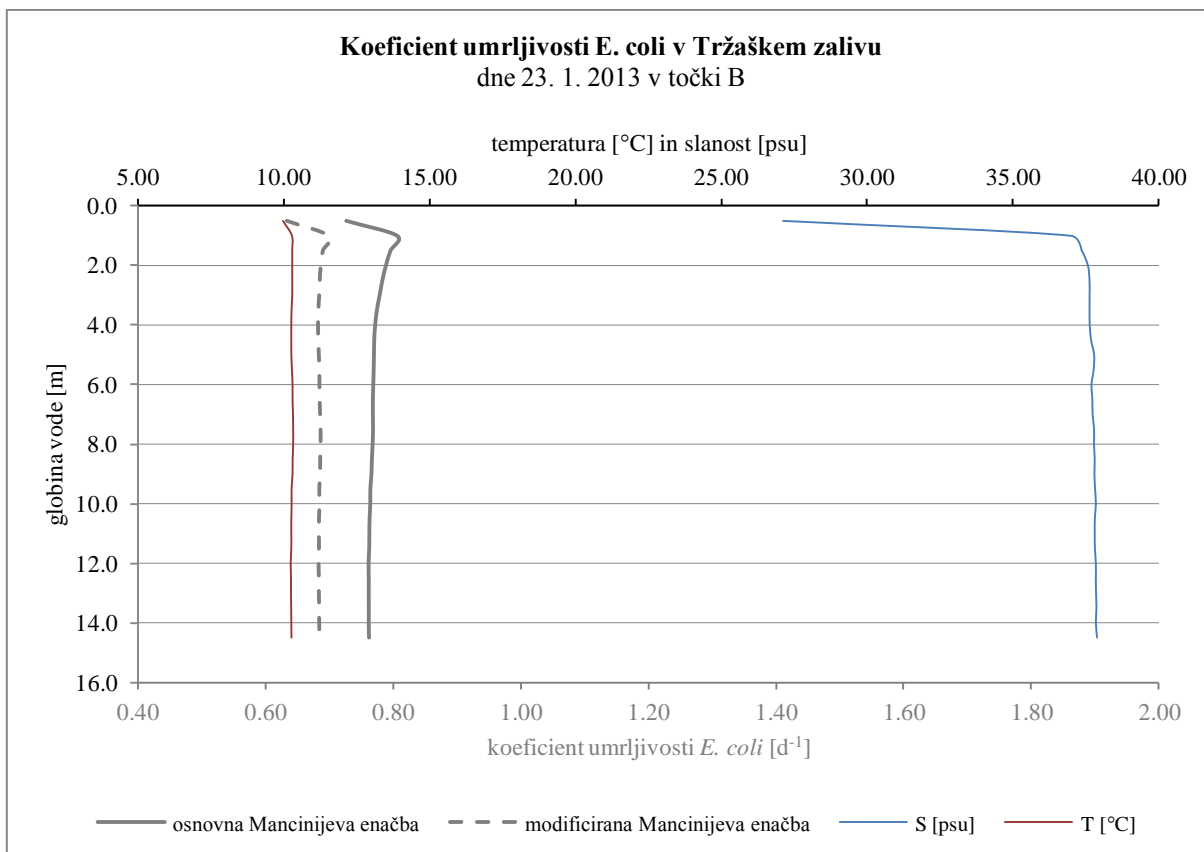
#### 3.1 Koeficient umrljivosti *E. coli* za podatke merjene 23. 1. 2013



Grafikon 5: Koeficient umrljivosti *E. coli* dne 23. 1. 2013 v točki A.

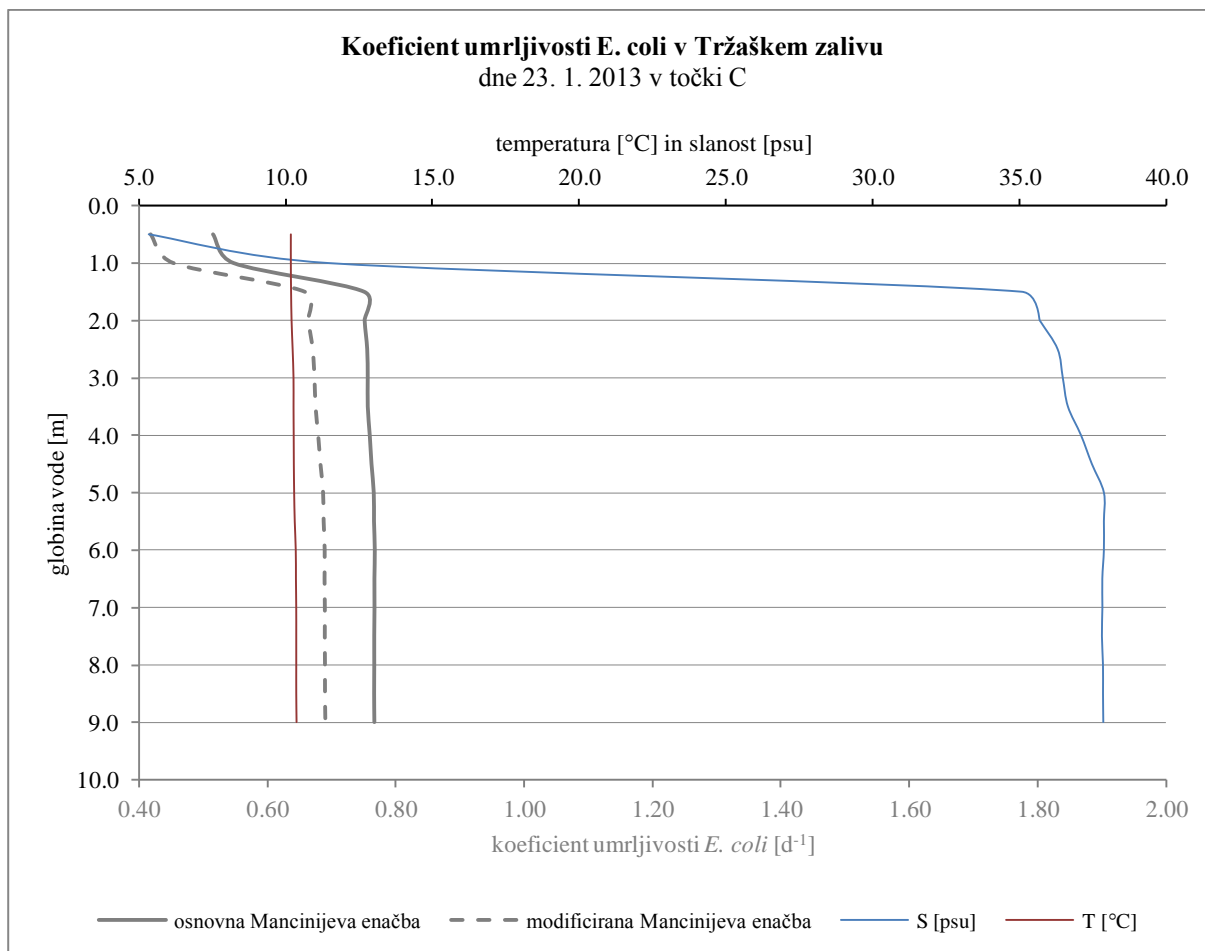
Slanost se v točki A bistveno ne spreminja, obsega vrednosti od 37,2 psu do 38,0 psu. Tudi temperatura vode ostaja po globini praktično enaka, giblje se od 10,2°C v najmanjši globini do 10,5°C v najgloblji točki merjenja. Pri izračunu z osnovno Mancinijevo enačbo (2) vrednost  $k$  pada z naraščanjem globine vode in obsega vrednosti od 0,86 d<sup>-1</sup> pol metra pod gladino do 0,79 d<sup>-1</sup> na globini 18 m. Pri računu z modificirano Mancinijevo enačbo (6) se vrednosti  $k$  zmanjšujejo do globine 10 m, odkoder se ne spreminajo več in so za približno 10% nižje od vrednosti izračunanih z osnovno Mancinijevo enačbo. Vhodni podatki in numerični rezultati so prikazani v prilogi B.1, v preglednici B1.





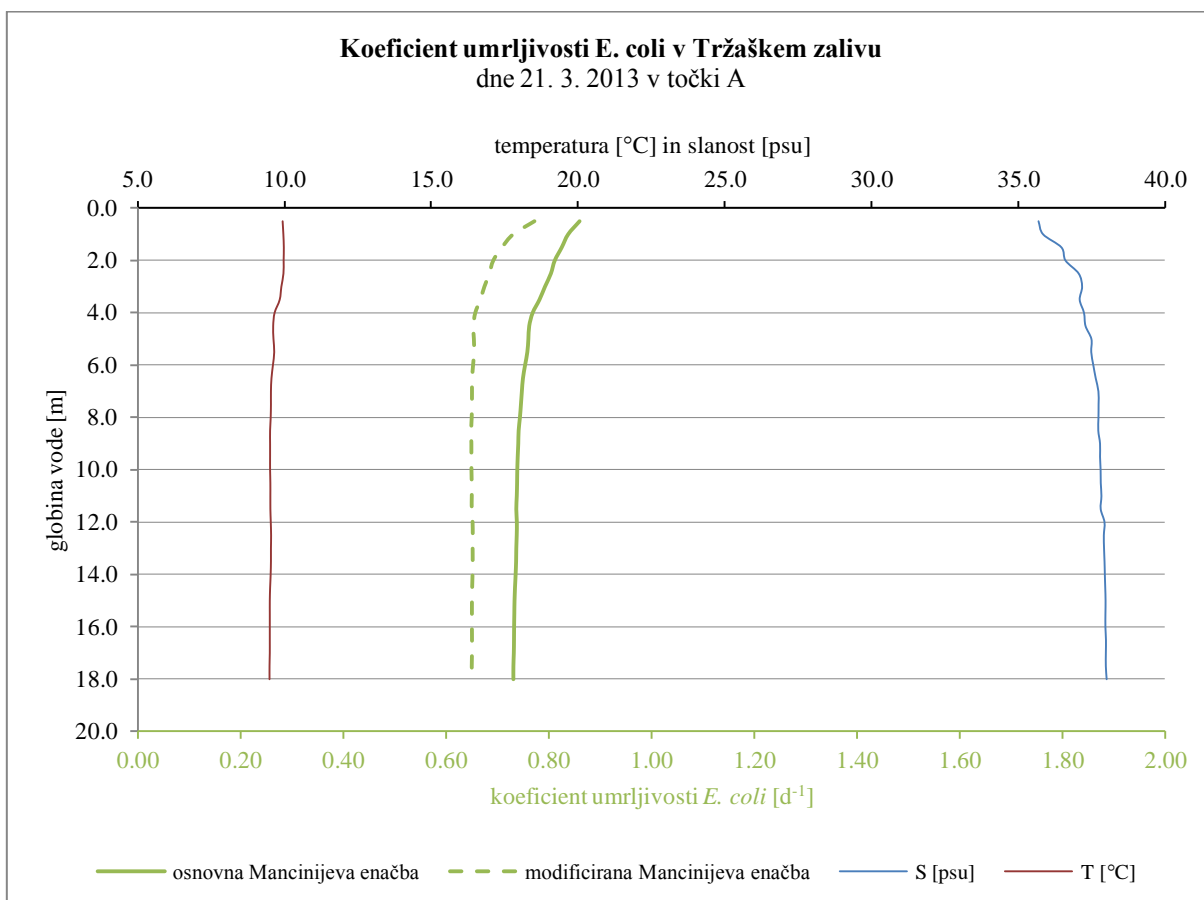
Grafikon 6: Koeficient umrljivosti *E. coli* dne 23. 1. 2013 v točki B.

Meritve slanosti in temperature na globini 0,5m v točki B odstopajo od podatkov na ostalih globinah, kar se odraža v izračunanem  $k$ . Slanost in temperatura se s povečevanjem globine skoraj ne spreminjata, zaradi česar so tudi spremembe izračunanega  $k$  majhne, tako pri računu z osnovno (2) kot z modificirano Mancinijevo enačbo (6). Rezultati dobljeni z enačbo (6) so ponovno za okrog 10% nižji od tistih, izračunanih z enačbo (2).

Grafikon 7: Koeficient umrljivosti *E. coli* dne 23. 1. 2013 v točki C.

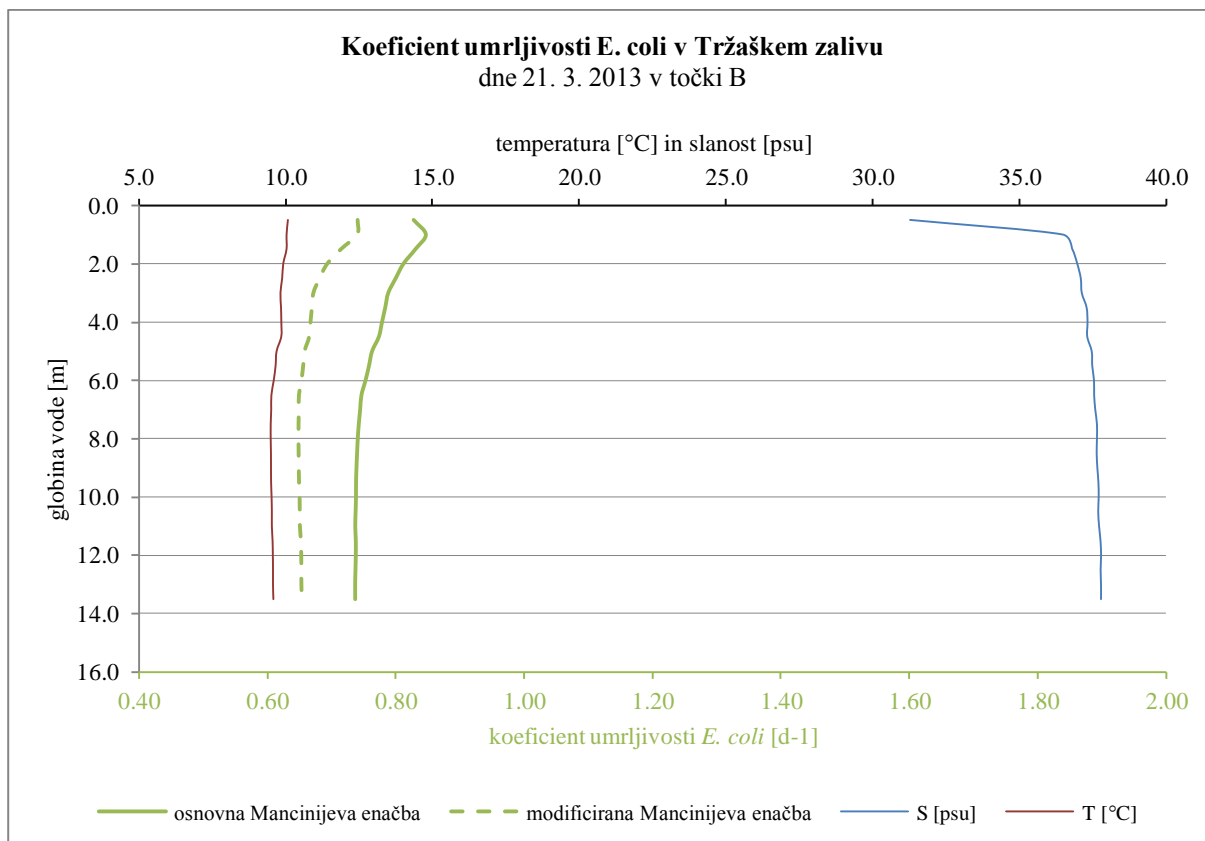
Izmerjena slanost na globini 0,5 m močno odstopa od slanosti na ostalih globinah, kar je zelo verjetno posledica neposredne bližine iztoka Rižane v morje. Nižja slanost je prisotna vse do globine 5 m, kjer doseže vrednost 37,9 psu in se bistveno ne spreminja več. Temperatura vode se z naraščanjem globine le malo spreminja - narašča od 10,2°C do 10,4°C. Na izračunanem  $k$  se jasno odraža skok pri spremembi slanosti, vendar ni tako velik. Pri računu z osnovno Mancinijevo enačbo (2) se  $k$  povečuje do globine 5 m, od koder ostane pri vrednosti 0,77 d<sup>-1</sup>. Podobno je pri modificirani Mancinijevi enačbi (6), le da je tam  $k$  po celotni globini manjši za približno za 10% (0,1 d<sup>-1</sup>). Numerični rezultati so prikazani v prilogi B.1, v preglednici B3.

### 3.2 Koeficient umrljivosti *E. coli* za podatke merjene 21. 3. 2013



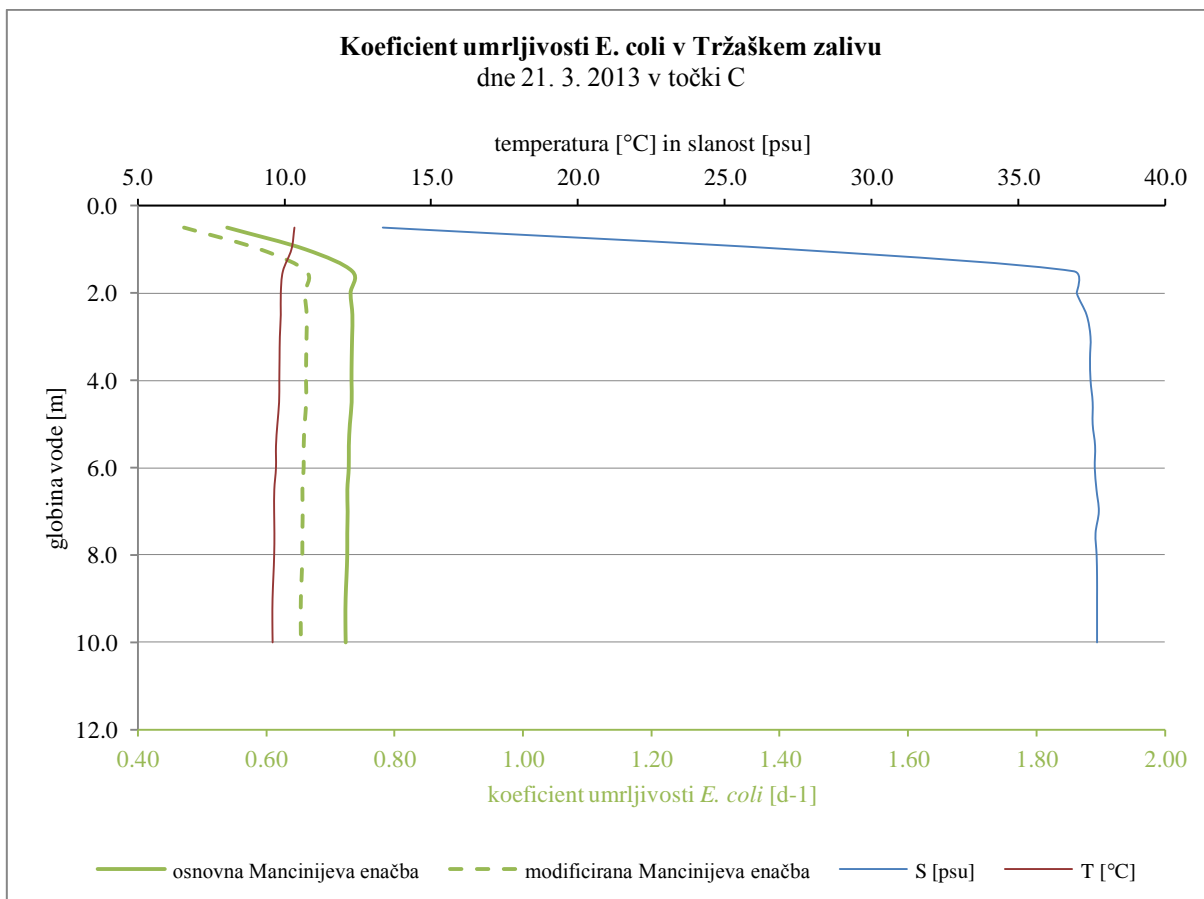
Grafikon 8: Koeficient umrljivosti *E. coli* dne 21. 3. 2013 v točki A.

Pri meritvi v točki A dne 21. 3. 2013 se temperatura ne spreminja za več kot 0,5°C, kar nima vpliva na spreminjanje  $k$ . Slanost se z naraščanjem globine povečuje, vendar pa se ta trend ne odraža na izračunanem  $k$ . Le-ta se z globino zmanjšuje, kar je posledica zmanjševanja vpliva sončnega sevanja s povečevanjem globine. Pri računu z enačbo (2), se  $k$  najbolj zmanjša do globine 3 m, odkoder se pri posamezni meritvi zmanjšuje do globine 4,5 m. Od tam se postopoma skoraj linearno zmanjša do 0,73 d<sup>-1</sup> pri globini 18 m. Numerični rezultati so prikazani v prilogi B.2, v preglednici B4.

Grafikon 9: Koeficient umrljivosti *E. coli* dne 21. 3. 2013 v točki B.

Temperatura se pri meritvah v točki B, dne 21. 3. 2013 po globini zmanjšuje od 10,1°C na najvišji točki merjenja do 9,6°C na globini 13,5 m. Pol metra pod gladino je izmerjena slanost 31,3 psu, v naslednji točki na vertikali pa se poveča za 5,2 psu. Od tam približno linearno narašča do 37,8 psu v najgloblji točki merjenja.

Koeficient umrljivosti *E. coli* se pri računu z enačbo (2) sprva poveča iz 0,83 na 0,85 d<sup>-1</sup>, kar je odraz spremembe v slanosti. Od 0,5 m se  $k$  zmanjšuje do globine 7 m, kjer doseže vrednost 0,74 d<sup>-1</sup>. Vrednosti ostaneta nato približno enaki do najnižje točke merjenja, med seboj pa ponovno odstopata za okrog 10%. Numerični rezultati so prikazani v prologi B.2, v preglednici B5.

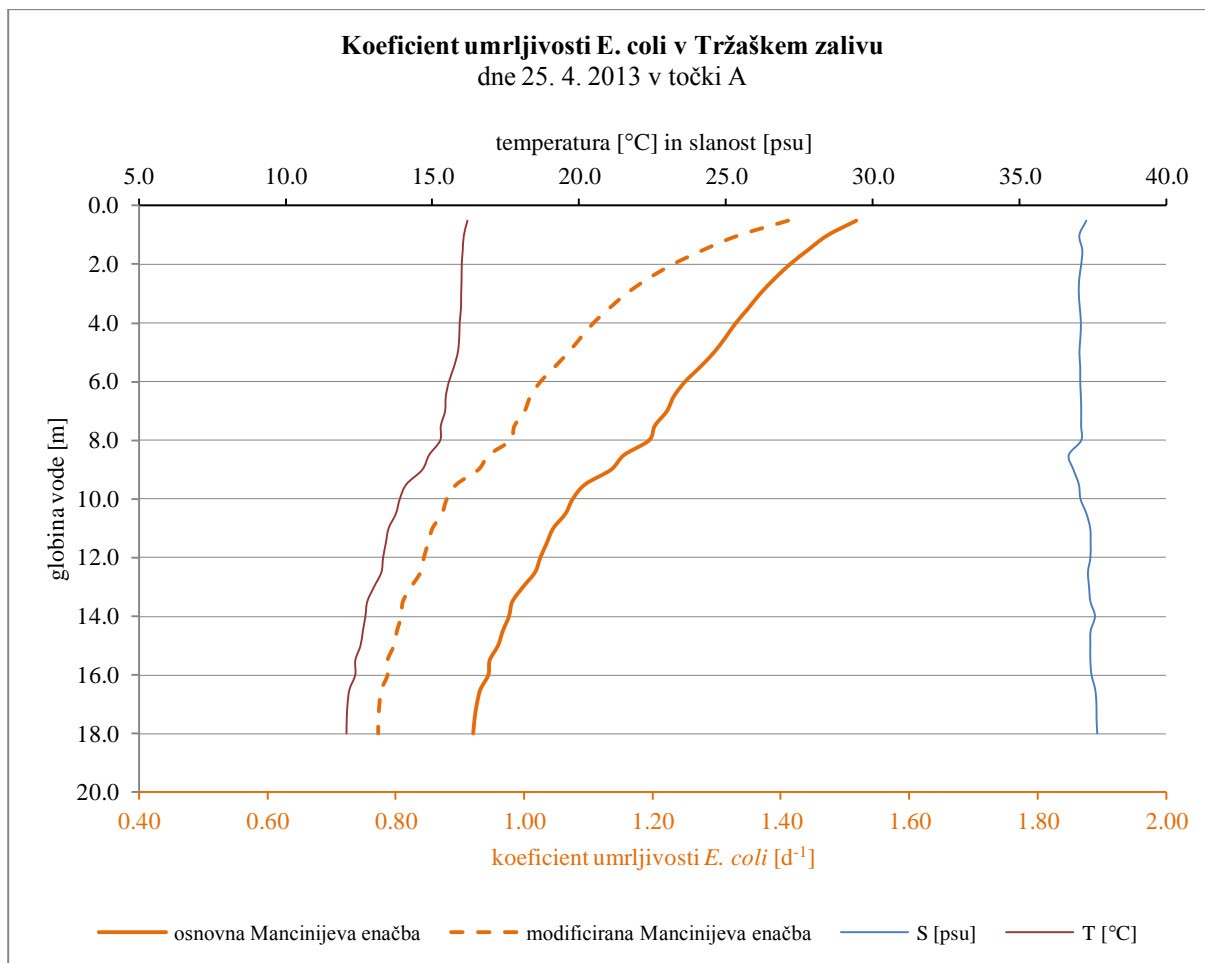


Grafikon 10: Koeficient umrljivosti *E. coli* dne 21. 3. 2013 v točki C.

Grafikon 10 prikazuje velik gradient slanosti površinskega sloja v točki C dne 21. 3. 2013 - slanost se v prvem metru in pol poveča iz 13,3 do 37 psu, kar je posledica iztoka iz reke Rižane. V globini večji od 2 m, se slanost le malo spreminja in naraste do 37,3 psu pri globini 8 m, odkoder ostaja naslednja dva metra enaka. Temperatura se po vertikali navzdol znižuje, vendar ne bistveno - od 10,33°C do 9,61°C.

Skladno s spremembo slanosti se spreminja tudi  $k$  - na gladini, kjer je slanost najnižja, je tudi  $k$  najmanjši, 0,54 d<sup>-1</sup> pri računu z enačbo (2) in 0,47 d<sup>-1</sup> pri računu z enačbo (6). Pri obeh enačbah ob povečanju slanosti narašča tudi  $k$ , največjo vrednost dosežeta pri globini 1,5 m, odkoder se le malo spreminjata do dna. Zmanjša se za 0,01 d<sup>-1</sup> pri globini 8,5 m po enačbi (2), oziroma 9 m po enačbi (6). Numerični rezultati so prikazani v prilogi B.2, v preglednici B6.

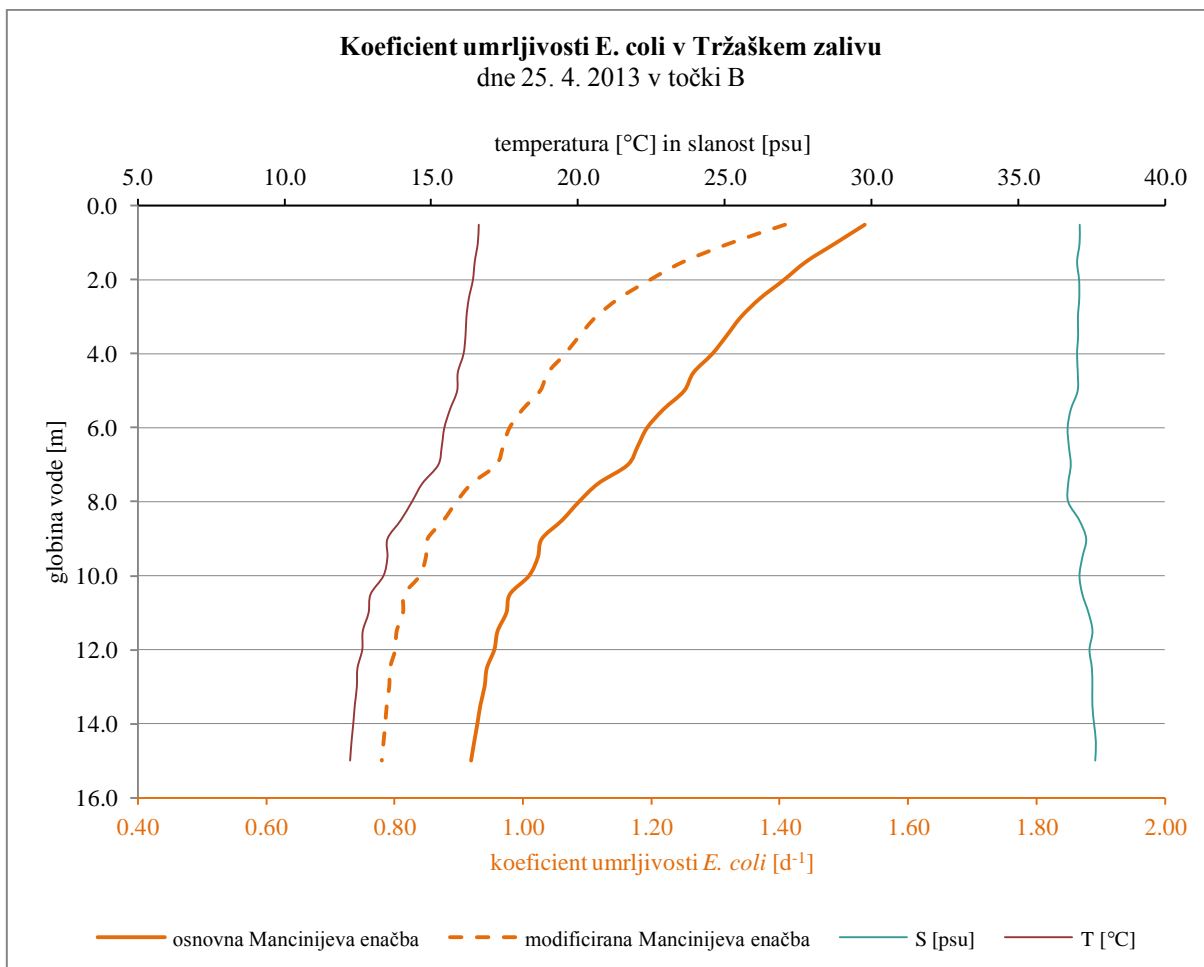
### 3.3 Koeficient umrljivosti *E. coli* za podatke merjene 24. 4. 2013



Grafikon 11: Koeficient umrljivosti *E. coli* dne 25. 4. 2013 v točki A.

Iz grafikona 11 je razvidno, da se temperatura v točki A ob meritvah dne 25. 4. 2013 z naraščanjem globine zmanjšuje, pojavi se rahla toplotna stratifikacija. Najvišja vrednost temperature na gladini znaša 16,2°C; najnižja na dnu pa je enaka 12,1°C. Slanost se pri tej meritvi bistveno ne spreminja - obsega vrednosti od 36,7 psu do 37,7 psu.

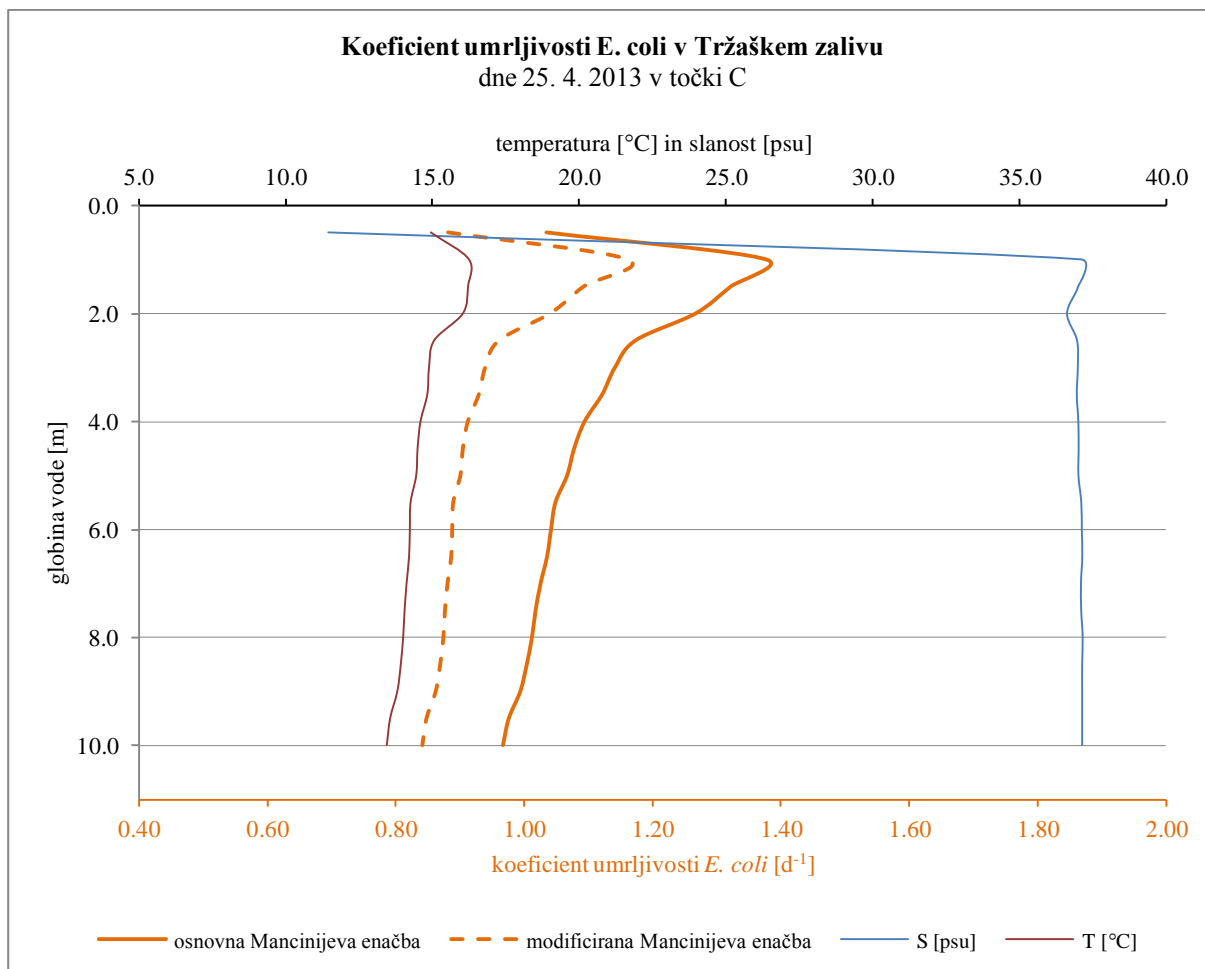
Koeficient umrljivosti *E. coli* se po globini zmanjšuje. Razlika med največjim in najmanjšim  $k$  je pri računih z obema enačbama približno 0,6 d<sup>-1</sup>. Zmanjševanje  $k$  z naraščanjem globine je posledica zmanjševanja vpliva intenzivnosti sončnega sevanja, razlika med obema enačbama pa ne presega 15%. Na vrhu je vpliv največji, z globino pa se zmanjšuje, kar je razvidno iz numeričnih rezultatov, ki so prikazani v prilogi B3, v preglednici B7.



Grafikon 12: Koeficient umrljivosti *E. coli* dne 25. 4. 2013 v točki B.

Rezultati za meritve v točki B so 25. 4. 2013 podobni kot v točki A. Temperatura je nekoliko višja tik pod gladino, znaša 16,6°C, na dnu, pri globini 15 m pa je enaka 12,2°C. Slanost se giblje med 36,7 in 37,6 psu.

Koeficient umrljivosti *E. coli* z globino pada - pri računu z enačbo (2) se iz 1,53 d<sup>-1</sup> postopoma zmanjša na 0,92 d<sup>-1</sup>, pri računu z enačbo (6) pa se iz 1,41 d<sup>-1</sup> postopoma zmanjša na 0,78 d<sup>-1</sup>. Razlike med obema enačbama se gibljejo med 10 in 15%. Numerični rezultati za to meritev in izračune so prikazani v prilogi B.3, v preglednici B8.

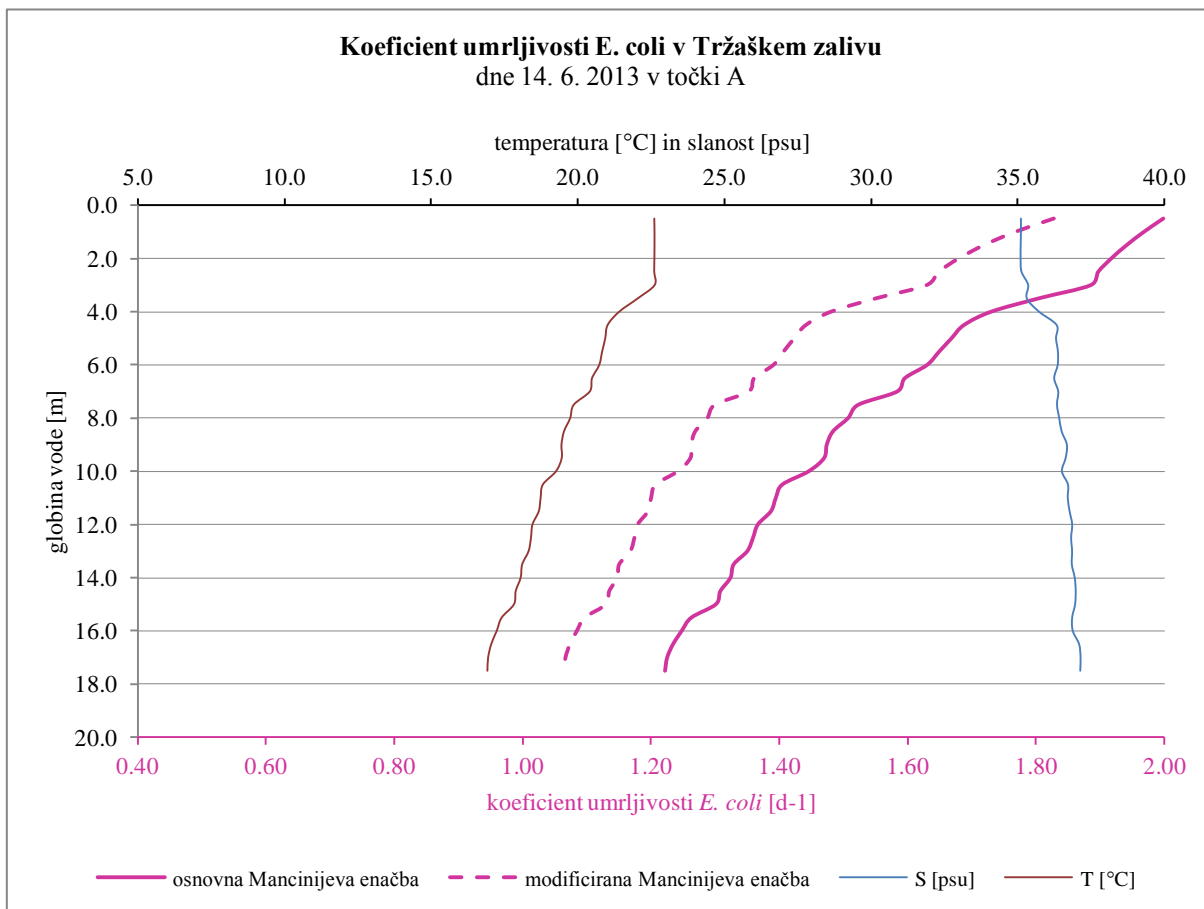
Grafikon 13: Koeficient umrljivosti *E. coli* dne 25. 4. 2013 v točki C.

Zaradi bližine iztoka reke Rižane v morje, je tudi pri meritvah z dne 25. 4. 2013 v točki C velik gradient slanosti v prvem metru pod gladino - slanost naraste iz 11,5 psu na globini 0,5 m do 37,1 psu na globini 1 m. Pri temperaturi so do globine 2,5 m prisotna nihanja zaradi (predvidevamo) nižje temperature vtoka Rižane, vendar ne več kot za 1,5°C - temperatura naraste iz 15,0°C do 16,3°C in se postopoma spet zmanjšuje do 15,1°C na globini 2,5 m, odkoder se le še zmanjšuje, dokler ne doseže vrednosti 13,4°C na globini 10 m.

Izračunane vrednosti  $k$  se obnašajo podobno kot pri ostalih meritvah v točki C - ob spremembi slanosti na globini 1 m, naraste tudi  $k$  in nato z globino pada, razlike med obema enačbama se gibljejo med 10 in 20%.



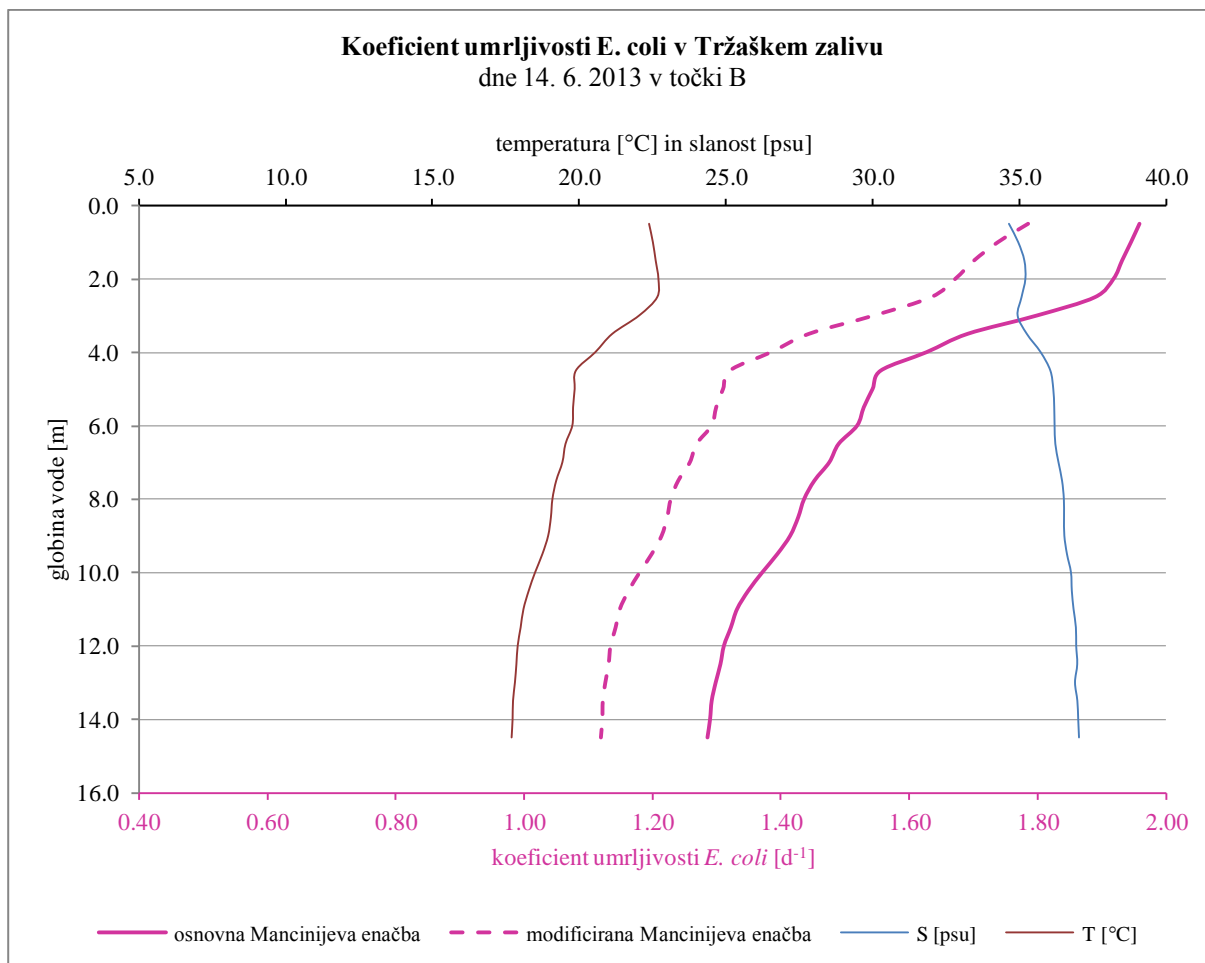
### 3.4 Koeficient umrljivosti *E. coli* za podatke merjene 14. 6. 2013



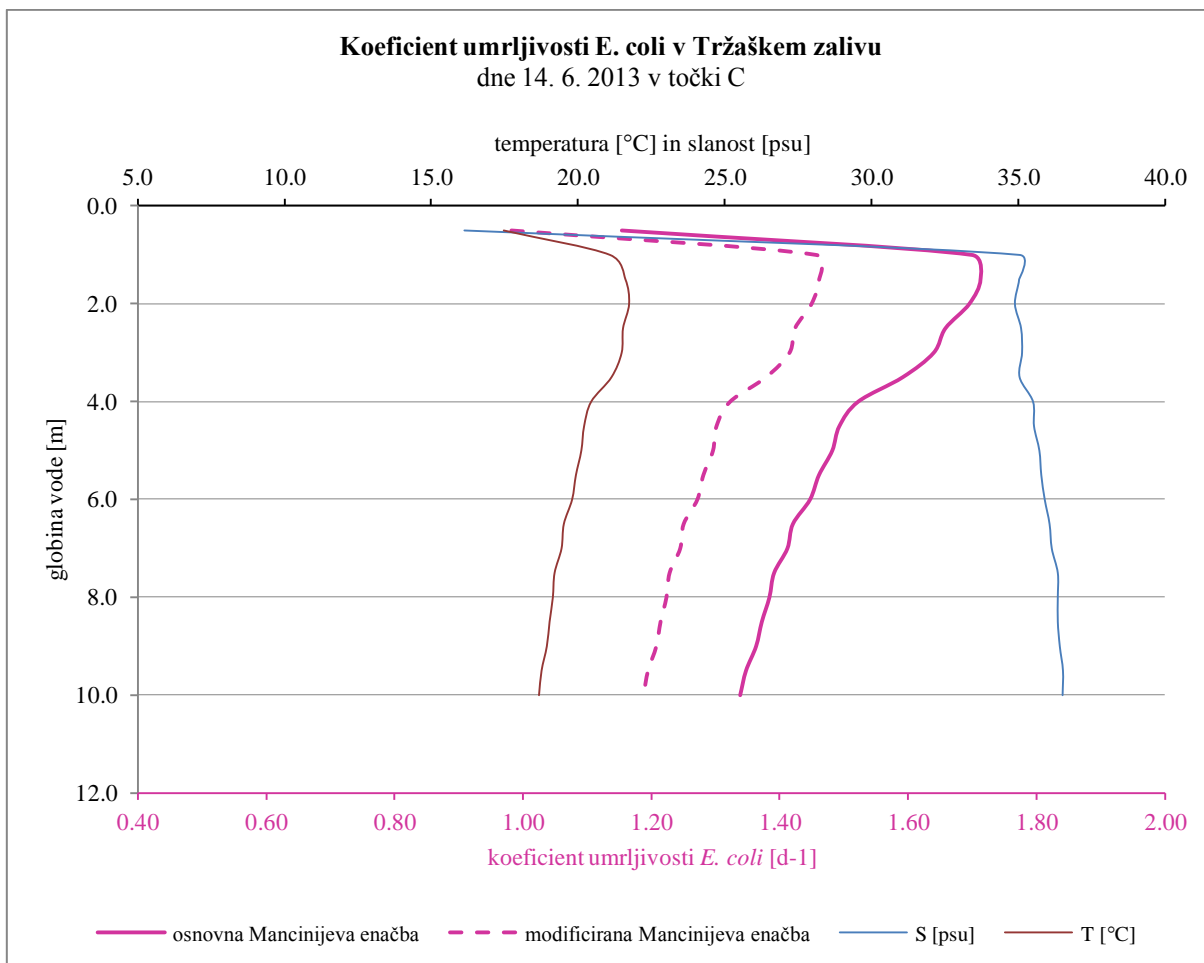
Grafikon 14: Koeficient umrljivosti *E. coli* dne 14. 6. 2013 v točki A.

Temperatura z naraščanjem globine pada – tik pod gladino je bila v točki A, dne 16.6. 2013, izmerjena temperatura 22,6°C, na globini 17,5 m pa 16,9°C. Slanost narašča od 35,1 psu na globini 0,5 m do 37,1 psu na globini 17,5 m. Koeficient umrljivosti *E. coli* z naraščanjem globine pada, razlika med enačbama je okrog 15%.

Numerični rezultati izračuna so prikazani v prilogi B.4, v preglednici B10.

Grafikon 15: Koeficient umrljivosti *E. coli* dne 14. 6. 2013 v točki B.

V točki B izmerjena slanost narašča od 34,7 psu pri globini 0,5 m do 37,0 psu pri globini 14,5 m. Temperatura se na zgornjih 2,5 m poveča za 0,2°C, termoklina se pojavlja na globini 2-4 m, nato pa temperatura z naraščanjem globine rahlo upada. Najvišja je pri globini 0,5 m, kjer znaša 22,4°C, najnižja pa pri globini 14,5 m, kjer znaša 17,0°C. Koeficient umrljivosti *E. coli* z naraščanjem globine pada. Numerični rezultati so prikazani v prilogi B.4, v preglednici B11.



Grafikon 16: Koefficient umrljivosti *E. coli* dne 14. 6. 2013 v točki C.

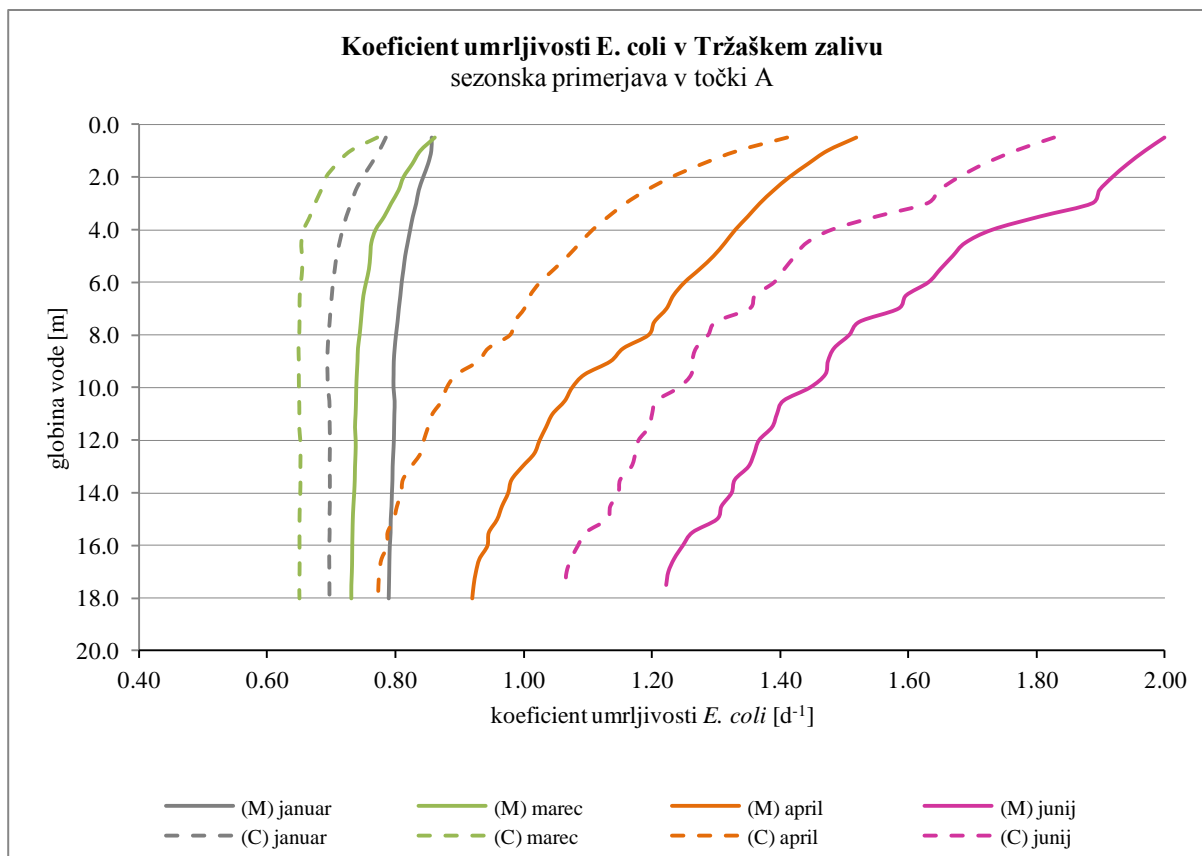
Zaradi bližine iztoka reke Rižane, je tudi pri meritvi z dne 16. 6. 2013 v točki C velik gradient slanosti v prvem metru pod gladino - slanost naraste iz 16,1 psu na globini 0,5 m do 35,0 psu na globini 1 m. Do globine 4 m so prisotna manjša nihanja, od tam pa se slanost rahlo povečuje do globine 10 m, kjer doseže vrednost 36,5 psu.

Vpliv iztoka rečne vode v morje je opazen tudi pri meritvah temperature vode - na 0,5 m pod gladino je temperatura najnižja in znaša 17,5°C. Narašča do globine 2 m, kjer so izmerili 21,7°C, nato pa z naraščanjem globine pada do 18,7°C na globini 10 m.

Izračunane vrednosti  $k$  se obnašajo podobno kot pri ostalih meritvah v točki C - ob spremembi slanosti na globini 1 m, naraste tudi  $k$  in nato z globino pada, vrednosti izračunane po obeh enačbah pa se ne razlikujejo za več kot 20%. Numerične vrednosti so prikazane v prilogi B.4, v preglednici B12.

### 3.5 Sezonska primerjava spreminjanja koeficienta umrljivosti *E. coli*

Da bi preverili, kako se spreminja koeficient umrljivosti *E. coli* med letnimi časi (zima, pomlad, zgodnje poletje), smo izračune za posamezno točko v različnih časovnih obdobjih prikazali na skupnem grafikonu.



Grafikon 17: Sezonska primerjava spreminjanja koeficienta umrljivosti *E. coli* v točki A, kjer polne črte predstavljajo rezultate računa z osnovno Mancinijevo enačbo (2) in črtkane rezultate dobljene z modificirano Mancinijevo enačbo (6).

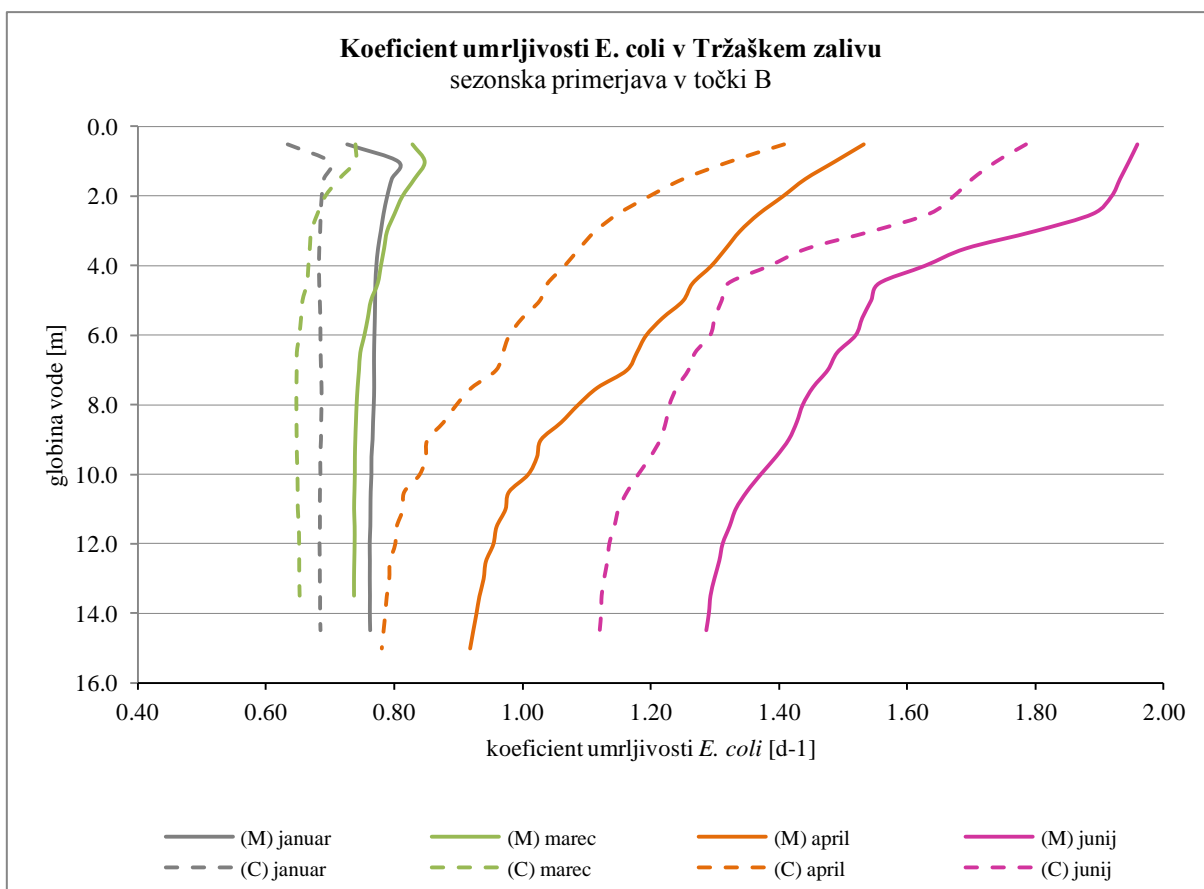
Koeficient umrljivosti *E. coli* doseže v točki A najnižjo vrednost pri meritvi opravljeni 21. 3. 2013. Pri računu z osnovno Mancinijevo enačbo (2) je ta vrednost  $0,73 \text{ d}^{-1}$ , ki ostaja enaka od globine 14,5 m do najgloblje točke merjenja. Najmanjša vrednost  $k$  pri računu z modificirano Mancinijevo enačbo (6) je prav tako izračunana marca, prvič pri globini 4,5 m in ostaja enaka do globine 18 m. Minimalna vrednost  $k$ , izračunana z enačbo (6), znaša  $0,65 \text{ d}^{-1}$ .

Maksimalni vrednosti koeficienta umrljivosti *E. coli* točki A smo izračunali s podatki z dne 14. 6. 2013 tik pod gladino, kar je odraz visoke intenzitete sončnega sevanja in najvišjih izmerjenih temperatur. Z enačbo (2) smo izračunali  $k$   $2,0 \text{ d}^{-1}$ , z enačbo (6) pa  $1,83 \text{ d}^{-1}$ . Vsi numerični podatki so prikazani v prilogi B, v preglednicah B1, B4, B7 in B10.

Grafikon 17 kaže, da  $k$  narašča proti toplejšim obdobjem, kar je posledica naraščanja temperature vode in višje intenzitete sončnega sevanja. Temperatura vode v Tržaškem zalivu je bila marca

nekoliko nižja kot januarja, najbolj pa na najnižjo vrednost  $k$  v mesecu marcu vpliva izrazito manjša Secchijeva globina. Slanost v točki A se pri opravljenih meritvah giblje od 35 do 38 psu in nima večjega vpliva na spreminjanje  $k$ .

Vrednost koeficienta umrljivosti *E. coli* z naraščanjem globine upada zaradi manjšanja intenzitete sončnega sevanja z globino. Pri meritvah v januarju in marcu se  $k$  zmanjšuje do globine 5 m in potem ostaja več ali manj enaka do dna, pri meritvah v aprilu in juliju se  $k$  zmanjšuje po celotni vertikali.

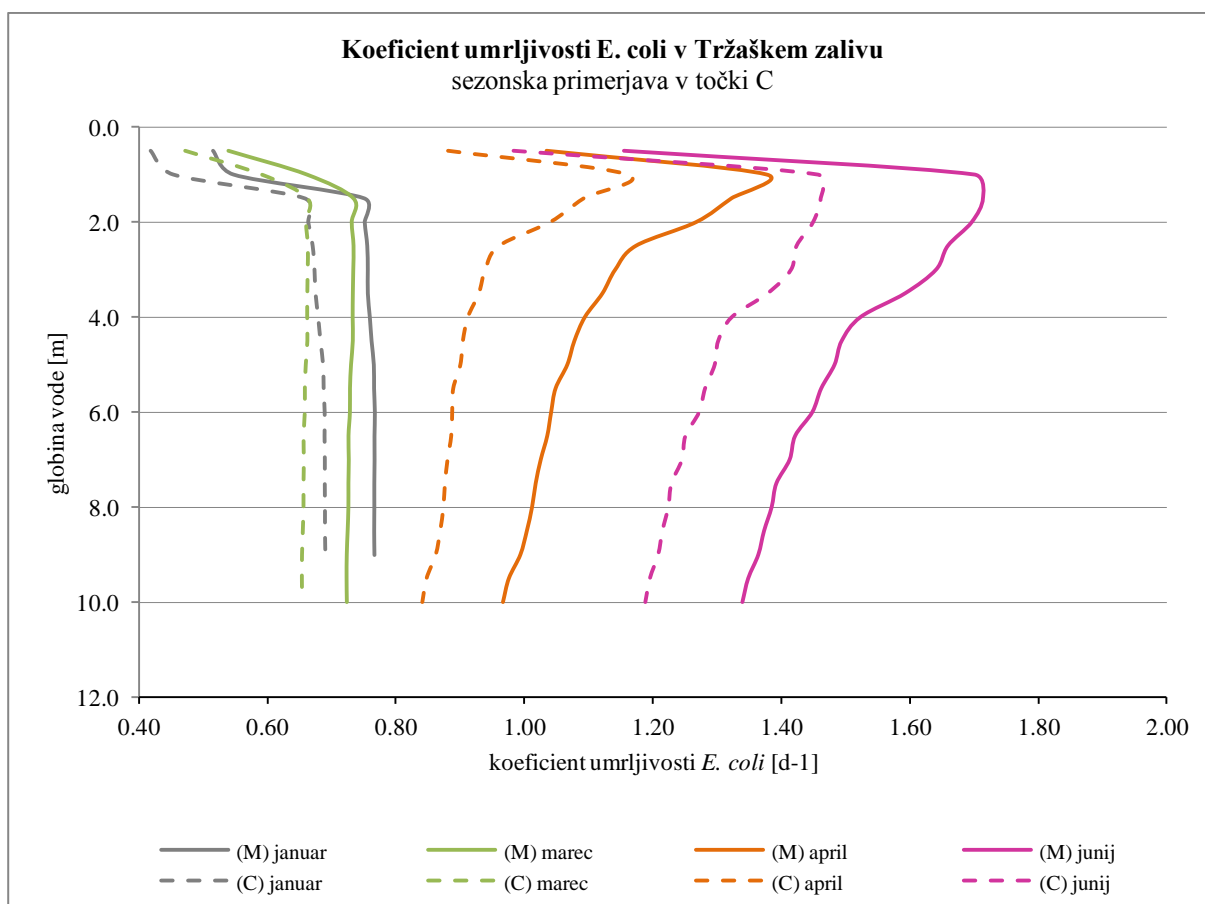


Grafikon 18: Sezonska primerjava spreminjanja koeficienta umrljivosti *E. coli* v točki B, kjer polne črte predstavljajo rezultate računa z osnovno Mancinijevo enačbo (2) in črtkane rezultate dobljene z modificirano Mancinijevo enačbo (6).

Podobno kot pri meritvah opravljenih v točki A, je tudi v točki B  $k$  marca nižji kot januarja, vendar pa je tik pod gladino  $k$  januarja nižji, kar je lahko posledica različnih izmerjenih Secchijevih globin ali površinskega segrevanja vode, ki se odraža v višji umrljivosti tik pod gladino in nižji v večjih globinah. Odstopanje je pri računu z enačbo (2) prisotno do globine približno 5 m, kjer je izračunan  $k$  marca višji kot januarja. Pri računu z enačbo (6) je izračunani  $k$  marca višji do približno 2 m pod gladino.

Tudi v točki B koeficient umrljivosti *E. coli* doseže v točki B najnižjo vrednost pri meritvi opravljeni 21. 3. 2013. Minimalna vrednost  $k$  izračunana z enačbo (2) je  $0,74 \text{ d}^{-1}$ , ki ostaja enaka od globine 7 m do najgloblje točke merjenja. Najmanjša vrednost  $k$  pri računu z modificirano Mancinijevo enačbo (6) je prvič izračunana pri globini 6 m in ostaja enaka do globine 13,5 m. Minimalna vrednost  $k$ , izračunana z enačbo (6), znaša  $0,65 \text{ d}^{-1}$ .

Enako kot v točki A, tudi v točki B  $k$  narašča proti toplejšim obdobjem. Maksimalni vrednosti  $k$  v točki B smo izračunali s podatki z dne 14. 6. 2013. Tudi v točki B so bile junija izmerjene najvišje temperature, kar se odraža v izračunanem  $k$ . Z enačbo (2) smo izračunali  $k$   $1,96 \text{ d}^{-1}$ , z enačbo (6) pa  $1,78 \text{ d}^{-1}$ . Vsi numerični podatki so prikazani v prilogi B, v preglednicah B2, B5, B8 in B11.



Grafikon 19: Sezonska primerjava spreminjanja koeficienta umrljivosti *E. coli* v točki C, kjer polne črte predstavljajo rezultate računa z osnovno Mancinijevo enačbo (2) in črtkane rezultate dobljene z modificirano Mancinijevo enačbo (6).

V točki C so vrednosti koeficientov razporejene podobno kot kot v točki B -  $k$  je januarja sprva nižji kot marca, od metra in pol pod gladino pa je  $k$  januarja višji kot marca. Vrednosti proti toplejšim mesecem naraščajo podobno kot v preostalih dveh točkah.

Z grafikona 19 je dobro razviden vpliv vtoka reke Rižane - do globine približno 2 m *k* pri vseh krivuljah narašča, nato pa januarja in marca ostaja približno enak do najnižje točke merjenja, aprila in junija pa se z naraščanjem globine manjša.

## 4 ZAKLJUČKI

V diplomskem delu smo pregledali dejavnike, ki vplivajo na odmiranje bakterije *E. coli* v morskem okolju. Izračun števila bakterij, ki preživijo v morskem okolju, je pomemben dejavnik pri ohranjanju ustreznih higienskih razmer za kopalne vode in školjčičišča. V literaturi smo poiskali najpogosteje uporabljano enačbo za stopnjo umrljivosti *E. coli*. Mancinijeva enačba upošteva štiri fizikalne dejavnike: temperaturo, globino in slanost vode ter intenzivnost sončnega sevanja. Uporabili smo tudi modificirano Mancinijevo enačbo [8].

Izdelali smo občutljivostno analizo obeh enačb na podatkih, značilnih za Tržaški zaliv, ki je pokazala razmeroma veliko razliko med obema enačbama. Razlike v rezultatih smo opazili tudi pri računu z izmerjenimi podatki v Tržaškem zalivu. Odmiranje *E. coli* je bilo počasnejše pri uporabi modificirane enačbe.

Pokazali smo, da lahko z enačbama pri znanih fizikalnih dejavnikih izračunamo krajevno in časovno spreminjanje koncentracije *E. coli* v morju. To je pomembno tudi za vgradnjo v numerične modele transporta in razgradnje, s katerimi lahko simuliramo polja temperature, slanosti in hitrosti. Z vgradnjo ustrezne enačbe za račun stopnje odmiranja bi lahko tako natančneje ocenili koncentracije *E. coli* v morju.

Opravljen občutljivostna analiza in izračuni, izvedeni na izmerjenih podatkih, so pokazali, katere vhodne parametre potrebujemo za modeliranje odmiranja *E. coli*. Za praktično uporabo modela bo poleg vgradnje enačb potrebno še umerjanje časovne spremenljivosti stopnje odmiranja in koncentracij *E. coli* v dejanskih razmerah Tržaškega zaliva. S tem bo model PCFLOW3D postal uporabno orodje za simulacije *E. coli* v morskem okolju.



## VIRI

- [1] Tortajada, C., Biswas, A. 2010. Future Water Governance: Problems and Perspectives. *International Journal of Water Resources Development* 26, 129–139.
- [2] Dravec, S. 2007. Kondicioniranje mikrobiološko onesnaženega vodnega vira v Gerlincih s pomočjo rastlinske čistilne naprave. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta (samozaložba S. Dravec): 65 f.
- [3] Centers for Disease Control and Prevention. 2013. *E. coli* (*Escherichia coli*). <http://www.cdc.gov/ecoli/index.html> (Pridobljeno 11. 11. 2013.)
- [4] Pravilnik o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za kopalne vode. Uradni list RS, št. 73/2003: 11164.
- [5] Šuligoj, B. 2011. Slovensko morje ni fekalno onesnaženo. Delo (6. jun. 2011). <http://www.delo.si/novice/slovenija/slovensko-morje-ni-fekalno-onesnazeno.html> (Pridobljeno 26. 11. 2013.)
- [6] Pravilnik o veterinarskih pogojih za proizvodnjo in dajanje živih školjk na trg. Uradni list RS, št. 1/2004: 120
- [7] Troussellier, M. et al. 1998. Responses of enteric bacteria to environmental stresses in seawater. *Oceanologica Acta*. 21, 6: 965–981.
- [8] Chan, Y. 2010. Field and laboratory studies of *E. coli* decay rate at a coastal beach with reference to storm events. Magistrska naloga. Hong Kong, Univerza v Hong Kongu.
- [9] Rozen, Y., Belkin, S. 2001. Survival of enteric bacteria in seawater. *FEMS microbiology reviews*, 25, 5: 513–529.
- [10] Anderson, I. C., Rhodes, M., Kator, H. 1979. Sublethal stress in *Escherichia coli*: a function of salinity. *Applied and Environmental Microbiology*. 38, 6: 1147–1152.
- [11] Carlucci, A.F., Pramer, D. 1960. An Evaluation of Factors Effecting the Survival of *Escherichia coli* in Seawater II: Salinity, pH, and Nutrients. *Applied and Environmental Microbiology*. 4, 8: 247–250.
- [12] Welch T. J., Farewell A., Neidhardt F. C., Bartlett D. H. 1993. Stress Response of *Escherichia coli* to Elevated Hydrostatic Pressure. *Journal of Bacteriology*. 175, 22: 7170–7177.
- [13] Gerba, C. P., McLeod, J. S. 1976. Effect of sediments on the survival of *Escherichia coli* in marine waters. *Applied and Environmental Microbiology*. 32, 1: 114–120
- [14] Carlucci, A. F., Scarpino, P. V., Pramer, D. 1962. Evaluation of factors affecting the survival of *Escherichia coli* in sea water. *Applied Microbiology*. 10: 436–440.
- [15] Centa, M. 2008. Modeliranje transporta hranil v Tržaškem zalivu z modelom PCFLOW3D. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba M. Centa): 100 str.

- [16] Četina, M. 1992. Tridimenzionalni matematični baroklini model za izračun totov v jezerih in morju. Doktorska disertacija. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 127 str.
- [17] Rajar, R., Četina, M.: Hydrodynamic and Water Quality Modelling: An experience. 1997. Ecological Modelling. 101: 195-207.
- [18] Žagar, D., Petkovšek, G., Rajar, R., Sirk, N., Horvat, M., Voudouri, A., Kallos, G., Četina, M. 2007. Modeling of mercury transport and transformations in the water compartment of the Mediterranean Sea, Marine Chemistry. 107.
- [19] Selvakumar, A., Borst, M., Struck S. 2007. Microorganisms Die-Off Rates in Urban Stormwater Runoff. Proceedings of the Water Environment Federation. 2007: 214-230.
- [20] Project Waterman. 2010. Significance of E. coli decay in water quality assessment. <http://www.waterman.hku.hk/education/slide.aspx?code=ZNYVV> (Pridobljeno 14. 8. 2014.)
- [21] Dnevne in mesečne vsote globalnega sončnega sevanja (kWh/m<sup>2</sup>). 2009. Meteorološki letopis 2009. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje: poglavje globalno sončno sevanje 2009, str.7.  
<http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/meteorolo%C5%A1ki%20letopis/2009globalno.pdf>
- [22] Soczka Mandac, Rok. Harpha Sea, d.o.o. 2013. Meritve Secchijeve globine v Tržaškem zalivu. Osebna komunikacija. (4. 7. 2014.)
- [23] Google Earth (Pridobljeno 22. 8. 2014.)

## **SEZNAM PRILOG**

PRILOGA A: OBČUTLJIVOSTNA ANALIZA

PRILOGA B: IZRAČUNI Z MERJENIMI PODATKI

Ta stran je namenoma prazna.

## PRILOGA A: OBČUTLJIVOSTNA ANALIZA

### A.1 Izračun koeficienta umrljivosti *E. coli* glede na spreminjanje slanosti vode

Preglednica A1: Vhodni parametri in rezultati izračuna koeficienta umrljivosti *E. coli* glede na spreminjanje slanosti vode.

Temperatura [°C]	Slanost [psu]	Slanost [% slane vode]	Sončno sevanje [ly/h]	k (Mancini) [d-1]	k (Chan) [d-1]	k (Mancini)-k(Chan) [d-1]
5	10	29,24	0,36	0,45	0,32	0,13
6	10	29,24	0,36	0,48	0,34	0,14
7	10	29,24	0,36	0,50	0,36	0,14
8	10	29,24	0,36	0,53	0,39	0,14
9	10	29,24	0,36	0,56	0,41	0,15
10	10	29,24	0,36	0,59	0,44	0,15
11	10	29,24	0,36	0,63	0,47	0,16
12	10	29,24	0,36	0,67	0,51	0,16
13	10	29,24	0,36	0,71	0,54	0,17
14	10	29,24	0,36	0,75	0,58	0,17
15	10	29,24	0,36	0,79	0,62	0,18
16	10	29,24	0,36	0,84	0,66	0,18
17	10	29,24	0,36	0,89	0,70	0,19
18	10	29,24	0,36	0,95	0,75	0,20
19	10	29,24	0,36	1,01	0,80	0,21
20	10	29,24	0,36	1,07	0,86	0,21
21	10	29,24	0,36	1,14	0,92	0,22
22	10	29,24	0,36	1,22	0,98	0,23
23	10	29,24	0,36	1,29	1,05	0,24
24	10	29,24	0,36	1,38	1,12	0,25
25	10	29,24	0,36	1,47	1,20	0,26
26	10	29,24	0,36	1,56	1,29	0,28
27	10	29,24	0,36	1,66	1,38	0,29
28	10	29,24	0,36	1,77	1,47	0,30
29	10	29,24	0,36	1,89	1,57	0,32
30	10	29,24	0,36	2,02	1,68	0,33
5	15	43,86	0,36	0,48	0,35	0,13
6	15	43,86	0,36	0,51	0,37	0,14
7	15	43,86	0,36	0,54	0,40	0,14
8	15	43,86	0,36	0,57	0,43	0,15
9	15	43,86	0,36	0,60	0,45	0,15
10	15	43,86	0,36	0,64	0,49	0,15
11	15	43,86	0,36	0,68	0,52	0,16
12	15	43,86	0,36	0,72	0,55	0,16
13	15	43,86	0,36	0,76	0,59	0,17
14	15	43,86	0,36	0,81	0,63	0,17
15	15	43,86	0,36	0,86	0,68	0,18
16	15	43,86	0,36	0,91	0,72	0,19
17	15	43,86	0,36	0,97	0,77	0,19
18	15	43,86	0,36	1,03	0,83	0,20
19	15	43,86	0,36	1,09	0,88	0,21
20	15	43,86	0,36	1,16	0,95	0,22
21	15	43,86	0,36	1,24	1,01	0,23
22	15	43,86	0,36	1,32	1,08	0,23
23	15	43,86	0,36	1,40	1,16	0,25
24	15	43,86	0,36	1,49	1,24	0,26
25	15	43,86	0,36	1,59	1,32	0,27
26	15	43,86	0,36	1,69	1,41	0,28
27	15	43,86	0,36	1,81	1,51	0,29
28	15	43,86	0,36	1,93	1,62	0,31
29	15	43,86	0,36	2,05	1,73	0,32
30	15	43,86	0,36	2,19	1,85	0,34
5	20	58,48	0,36	0,52	0,38	0,14
6	20	58,48	0,36	0,54	0,41	0,14

se nadaljuje

## nadaljevanje Preglednice A1

7	20	58,48	0,36	0,58	0,43	0,14
8	20	58,48	0,36	0,61	0,46	0,15
9	20	58,48	0,36	0,65	0,49	0,15
10	20	58,48	0,36	0,68	0,53	0,15
11	20	58,48	0,36	0,72	0,57	0,16
12	20	58,48	0,36	0,77	0,60	0,16
13	20	58,48	0,36	0,82	0,65	0,17
14	20	58,48	0,36	0,87	0,69	0,18
15	20	58,48	0,36	0,92	0,74	0,18
16	20	58,48	0,36	0,98	0,79	0,19
17	20	58,48	0,36	1,04	0,84	0,19
18	20	58,48	0,36	1,10	0,90	0,20
19	20	58,48	0,36	1,17	0,96	0,21
20	20	58,48	0,36	1,25	1,03	0,22
21	20	58,48	0,36	1,33	1,10	0,23
22	20	58,48	0,36	1,42	1,18	0,24
23	20	58,48	0,36	1,51	1,26	0,25
24	20	58,48	0,36	1,61	1,35	0,26
25	20	58,48	0,36	1,71	1,44	0,27
26	20	58,48	0,36	1,83	1,54	0,28
27	20	58,48	0,36	1,95	1,65	0,30
28	20	58,48	0,36	2,08	1,76	0,31
29	20	58,48	0,36	2,21	1,89	0,33
30	20	58,48	0,36	2,36	2,02	0,35
5	25	73,10	0,36	0,55	0,41	0,14
6	25	73,10	0,36	0,58	0,44	0,14
7	25	73,10	0,36	0,61	0,47	0,14
8	25	73,10	0,36	0,65	0,50	0,15
9	25	73,10	0,36	0,69	0,54	0,15
10	25	73,10	0,36	0,73	0,57	0,16
11	25	73,10	0,36	0,77	0,61	0,16
12	25	73,10	0,36	0,82	0,65	0,17
13	25	73,10	0,36	0,87	0,70	0,17
14	25	73,10	0,36	0,92	0,75	0,18
15	25	73,10	0,36	0,98	0,80	0,18
16	25	73,10	0,36	1,04	0,85	0,19
17	25	73,10	0,36	1,11	0,91	0,20
18	25	73,10	0,36	1,18	0,98	0,20
19	25	73,10	0,36	1,26	1,04	0,21
20	25	73,10	0,36	1,34	1,12	0,22
21	25	73,10	0,36	1,42	1,19	0,23
22	25	73,10	0,36	1,52	1,28	0,24
23	25	73,10	0,36	1,62	1,36	0,25
24	25	73,10	0,36	1,72	1,46	0,26
25	25	73,10	0,36	1,84	1,56	0,28
26	25	73,10	0,36	1,96	1,67	0,29
27	25	73,10	0,36	2,09	1,78	0,30
28	25	73,10	0,36	2,23	1,91	0,32
29	25	73,10	0,36	2,38	2,04	0,33
30	25	73,10	0,36	2,54	2,18	0,35
5	30	87,72	0,36	0,58	0,44	0,14
6	30	87,72	0,36	0,61	0,47	0,14
7	30	87,72	0,36	0,65	0,50	0,14
8	30	87,72	0,36	0,69	0,54	0,15
9	30	87,72	0,36	0,73	0,58	0,15
10	30	87,72	0,36	0,77	0,62	0,16
11	30	87,72	0,36	0,82	0,66	0,16
12	30	87,72	0,36	0,87	0,70	0,17
13	30	87,72	0,36	0,92	0,75	0,17
14	30	87,72	0,36	0,98	0,80	0,18
15	30	87,72	0,36	1,04	0,86	0,19
16	30	87,72	0,36	1,11	0,92	0,19
17	30	87,72	0,36	1,18	0,98	0,20

se nadaljuje

nadaljevanje Preglednice A1

18	30	87,72	0,36	1,26	1,05	0,21
19	30	87,72	0,36	1,34	1,12	0,22
20	30	87,72	0,36	1,42	1,20	0,22
21	30	87,72	0,36	1,52	1,28	0,23
22	30	87,72	0,36	1,62	1,37	0,24
23	30	87,72	0,36	1,72	1,47	0,26
24	30	87,72	0,36	1,84	1,57	0,27
25	30	87,72	0,36	1,96	1,68	0,28
26	30	87,72	0,36	2,09	1,80	0,29
27	30	87,72	0,36	2,23	1,92	0,31
28	30	87,72	0,36	2,38	2,05	0,32
29	30	87,72	0,36	2,54	2,20	0,34
30	30	87,72	0,36	2,71	2,35	0,36
5	35	102,34	0,36	0,61	0,47	0,14
6	35	102,34	0,36	0,65	0,50	0,14
7	35	102,34	0,36	0,69	0,54	0,15
8	35	102,34	0,36	0,73	0,58	0,15
9	35	102,34	0,36	0,77	0,62	0,15
10	35	102,34	0,36	0,82	0,66	0,16
11	35	102,34	0,36	0,87	0,70	0,16
12	35	102,34	0,36	0,92	0,75	0,17
13	35	102,34	0,36	0,98	0,80	0,17
14	35	102,34	0,36	1,04	0,86	0,18
15	35	102,34	0,36	1,11	0,92	0,19
16	35	102,34	0,36	1,18	0,98	0,19
17	35	102,34	0,36	1,25	1,05	0,20
18	35	102,34	0,36	1,33	1,12	0,21
19	35	102,34	0,36	1,42	1,20	0,22
20	35	102,34	0,36	1,51	1,29	0,23
21	35	102,34	0,36	1,61	1,37	0,24
22	35	102,34	0,36	1,72	1,47	0,25
23	35	102,34	0,36	1,83	1,57	0,26
24	35	102,34	0,36	1,95	1,68	0,27
25	35	102,34	0,36	2,08	1,80	0,28
26	35	102,34	0,36	2,22	1,92	0,30
27	35	102,34	0,36	2,37	2,06	0,31
28	35	102,34	0,36	2,53	2,20	0,33
29	35	102,34	0,36	2,70	2,35	0,34
30	35	102,34	0,36	2,88	2,52	0,36

**A.2 Izračun koeficienta umrljivosti *E. coli* glede na spreminjanje intenzitete sončnega sevanja**

Preglednica A2: Vhodni parametri in rezultati izračuna koeficienta umrljivosti *E. coli* glede na spreminjanje intenzitete sončnega sevanja.

Temperatura [°C]	Slanost [psu]	Slanost [% slane vode]	Sončno sevanje [ly/h]	k (Mancini) [d <sup>-1</sup> ]	k (Chan) [d <sup>-1</sup> ]	k (Mancini)-k(Chan) [d <sup>-1</sup> ]
5	20	58.48	0.36	0.52	0.38	0.13
6	20	58.48	0.36	0.54	0.41	0.14
7	20	58.48	0.36	0.58	0.43	0.14
8	20	58.48	0.36	0.61	0.46	0.15
9	20	58.48	0.36	0.65	0.50	0.15
10	20	58.48	0.36	0.68	0.53	0.15
11	20	58.48	0.36	0.72	0.57	0.16
12	20	58.48	0.36	0.77	0.61	0.16
13	20	58.48	0.36	0.82	0.65	0.17
14	20	58.48	0.36	0.87	0.69	0.17
15	20	58.48	0.36	0.92	0.74	0.18
16	20	58.48	0.36	0.98	0.79	0.19
17	20	58.48	0.36	1.04	0.84	0.19
18	20	58.48	0.36	1.10	0.90	0.20
19	20	58.48	0.36	1.17	0.96	0.21
20	20	58.48	0.36	1.25	1.03	0.22
21	20	58.48	0.36	1.33	1.10	0.23
22	20	58.48	0.36	1.42	1.18	0.24
23	20	58.48	0.36	1.51	1.26	0.25
24	20	58.48	0.36	1.61	1.35	0.26
25	20	58.48	0.36	1.71	1.44	0.27
26	20	58.48	0.36	1.83	1.54	0.28
27	20	58.48	0.36	1.95	1.65	0.30
28	20	58.48	0.36	2.08	1.76	0.31
29	20	58.48	0.36	2.21	1.89	0.33
30	20	58.48	0.36	2.36	2.02	0.34
5	20	58.48	8.15	2.65	0.63	2.02
6	20	58.48	8.15	2.68	0.65	2.02
7	20	58.48	8.15	2.71	0.68	2.03
8	20	58.48	8.15	2.74	0.71	2.03
9	20	58.48	8.15	2.78	0.74	2.04
10	20	58.48	8.15	2.82	0.78	2.04
11	20	58.48	8.15	2.86	0.81	2.04
12	20	58.48	8.15	2.90	0.85	2.05
13	20	58.48	8.15	2.95	0.89	2.05
14	20	58.48	8.15	3.00	0.94	2.06
15	20	58.48	8.15	3.05	0.98	2.07
16	20	58.48	8.15	3.11	1.04	2.07
17	20	58.48	8.15	3.17	1.09	2.08
18	20	58.48	8.15	3.24	1.15	2.09
19	20	58.48	8.15	3.31	1.21	2.10
20	20	58.48	8.15	3.38	1.28	2.10
21	20	58.48	8.15	3.46	1.35	2.11
22	20	58.48	8.15	3.55	1.43	2.12
23	20	58.48	8.15	3.64	1.51	2.13
24	20	58.48	8.15	3.74	1.59	2.14
25	20	58.48	8.15	3.84	1.69	2.16
26	20	58.48	8.15	3.96	1.79	2.17
27	20	58.48	8.15	4.08	1.90	2.18
28	20	58.48	8.15	4.21	2.01	2.20
29	20	58.48	8.15	4.35	2.13	2.21
30	20	58.48	8.15	4.49	2.26	2.23
5	20	58.48	15.95	4.78	0.87	3.91
6	20	58.48	15.95	4.81	0.90	3.91

se nadaljuje



nadaljevanje Preglednice A2

7	20	58.48	15.95	4.84	0.93	3.91
8	20	58.48	15.95	4.87	0.96	3.92
9	20	58.48	15.95	4.91	0.99	3.92
10	20	58.48	15.95	4.95	1.02	3.93
11	20	58.48	15.95	4.99	1.06	3.93
12	20	58.48	15.95	5.03	1.10	3.93
13	20	58.48	15.95	5.08	1.14	3.94
14	20	58.48	15.95	5.13	1.18	3.95
15	20	58.48	15.95	5.18	1.23	3.95
16	20	58.48	15.95	5.24	1.28	3.96
17	20	58.48	15.95	5.30	1.34	3.97
18	20	58.48	15.95	5.37	1.39	3.97
19	20	58.48	15.95	5.44	1.46	3.98
20	20	58.48	15.95	5.51	1.52	3.99
21	20	58.48	15.95	5.59	1.60	4.00
22	20	58.48	15.95	5.68	1.67	4.01
23	20	58.48	15.95	5.77	1.75	4.02
24	20	58.48	15.95	5.87	1.84	4.03
25	20	58.48	15.95	5.98	1.93	4.04
26	20	58.48	15.95	6.09	2.03	4.06
27	20	58.48	15.95	6.21	2.14	4.07
28	20	58.48	15.95	6.34	2.26	4.08
29	20	58.48	15.95	6.48	2.38	4.10
30	20	58.48	15.95	6.63	2.51	4.12
5	20	58.48	23.74	6.91	1.12	5.79
6	20	58.48	23.74	6.94	1.15	5.80
7	20	58.48	23.74	6.97	1.17	5.80
8	20	58.48	23.74	7.01	1.20	5.80
9	20	58.48	23.74	7.04	1.23	5.81
10	20	58.48	23.74	7.08	1.27	5.81
11	20	58.48	23.74	7.12	1.30	5.82
12	20	58.48	23.74	7.16	1.34	5.82
13	20	58.48	23.74	7.21	1.39	5.83
14	20	58.48	23.74	7.26	1.43	5.83
15	20	58.48	23.74	7.32	1.48	5.84
16	20	58.48	23.74	7.37	1.53	5.84
17	20	58.48	23.74	7.43	1.58	5.85
18	20	58.48	23.74	7.50	1.64	5.86
19	20	58.48	23.74	7.57	1.70	5.87
20	20	58.48	23.74	7.65	1.77	5.88
21	20	58.48	23.74	7.73	1.84	5.88
22	20	58.48	23.74	7.81	1.92	5.89
23	20	58.48	23.74	7.90	2.00	5.90
24	20	58.48	23.74	8.00	2.09	5.92
25	20	58.48	23.74	8.11	2.18	5.93
26	20	58.48	23.74	8.22	2.28	5.94
27	20	58.48	23.74	8.34	2.39	5.95
28	20	58.48	23.74	8.47	2.50	5.97
29	20	58.48	23.74	8.61	2.63	5.99
30	20	58.48	23.74	8.76	2.76	6.00
5	20	58.48	31.53	9.04	1.37	7.68
6	20	58.48	31.53	9.07	1.39	7.68
7	20	58.48	31.53	9.10	1.42	7.68
8	20	58.48	31.53	9.14	1.45	7.69
9	20	58.48	31.53	9.17	1.48	7.69
10	20	58.48	31.53	9.21	1.51	7.70
11	20	58.48	31.53	9.25	1.55	7.70
12	20	58.48	31.53	9.30	1.59	7.71
13	20	58.48	31.53	9.34	1.63	7.71
14	20	58.48	31.53	9.39	1.68	7.72

se nadaljuje

## nadaljevanje Preglednice A2

15	20	58.48	31.53	9.45	1.72	7.72
16	20	58.48	31.53	9.50	1.77	7.73
17	20	58.48	31.53	9.57	1.83	7.74
18	20	58.48	31.53	9.63	1.89	7.74
19	20	58.48	31.53	9.70	1.95	7.75
20	20	58.48	31.53	9.78	2.02	7.76
21	20	58.48	31.53	9.86	2.09	7.77
22	20	58.48	31.53	9.94	2.16	7.78
23	20	58.48	31.53	10.04	2.25	7.79
24	20	58.48	31.53	10.14	2.33	7.80
25	20	58.48	31.53	10.24	2.43	7.81
26	20	58.48	31.53	10.35	2.53	7.83
27	20	58.48	31.53	10.47	2.63	7.84
28	20	58.48	31.53	10.60	2.75	7.86
29	20	58.48	31.53	10.74	2.87	7.87
30	20	58.48	31.53	10.89	3.00	7.89

**A.3 Izračun koeficienta umrljivosti *E. coli* glede na spreminjanje globine vode**Preglednica A3: Vhodni parametri in rezultati izračuna koeficienta umrljivosti *E. coli* glede na spreminjanje globine vode.

Temperatura [°C]	Slanost [psu]	Sončno sevanje [cal/day/cm <sup>2</sup> ]	Sončno sevanje [ly/h]	k (Mancini) [d <sup>-1</sup> ]	k (Chan) [d <sup>-1</sup> ]	k (Mancini)-k(Chan) [d <sup>-1</sup> ]
5	20	270.00	0.36	0.52	0.38	0.13
6	20	270.00	0.36	0.54	0.41	0.14
7	20	270.00	0.36	0.58	0.43	0.14
8	20	270.00	0.36	0.61	0.46	0.15
9	20	270.00	0.36	0.65	0.50	0.15
10	20	270.00	0.36	0.68	0.53	0.15
11	20	270.00	0.36	0.72	0.57	0.16
12	20	270.00	0.36	0.77	0.61	0.16
13	20	270.00	0.36	0.82	0.65	0.17
14	20	270.00	0.36	0.87	0.69	0.17
15	20	270.00	0.36	0.92	0.74	0.18
16	20	270.00	0.36	0.98	0.79	0.19
17	20	270.00	0.36	1.04	0.84	0.19
18	20	270.00	0.36	1.10	0.90	0.20
19	20	270.00	0.36	1.17	0.96	0.21
20	20	270.00	0.36	1.25	1.03	0.22
21	20	270.00	0.36	1.33	1.10	0.23
22	20	270.00	0.36	1.42	1.18	0.24
23	20	270.00	0.36	1.51	1.26	0.25
24	20	270.00	0.36	1.61	1.35	0.26
25	20	270.00	0.36	1.71	1.44	0.27
26	20	270.00	0.36	1.83	1.54	0.28
27	20	270.00	0.36	1.95	1.65	0.30
28	20	270.00	0.36	2.08	1.76	0.31
29	20	270.00	0.36	2.21	1.89	0.33
30	20	270.00	0.36	2.36	2.02	0.34
5	20	270.00	0.36	0.47	0.37	0.10
6	20	270.00	0.36	0.50	0.40	0.10
7	20	270.00	0.36	0.53	0.42	0.10
8	20	270.00	0.36	0.56	0.45	0.11
9	20	270.00	0.36	0.60	0.48	0.11
10	20	270.00	0.36	0.64	0.52	0.12
11	20	270.00	0.36	0.68	0.56	0.12

se nadaljuje

nadaljevanje Preglednice A3

12	20	270.00	0.36	0.72	0.59	0.13
13	20	270.00	0.36	0.77	0.64	0.13
14	20	270.00	0.36	0.82	0.68	0.14
15	20	270.00	0.36	0.87	0.73	0.14
16	20	270.00	0.36	0.93	0.78	0.15
17	20	270.00	0.36	0.99	0.83	0.16
18	20	270.00	0.36	1.06	0.89	0.16
19	20	270.00	0.36	1.13	0.95	0.17
20	20	270.00	0.36	1.20	1.02	0.18
21	20	270.00	0.36	1.28	1.09	0.19
22	20	270.00	0.36	1.37	1.17	0.20
23	20	270.00	0.36	1.46	1.25	0.21
24	20	270.00	0.36	1.56	1.34	0.22
25	20	270.00	0.36	1.66	1.43	0.23
26	20	270.00	0.36	1.78	1.53	0.25
27	20	270.00	0.36	1.90	1.64	0.26
28	20	270.00	0.36	2.03	1.75	0.28
29	20	270.00	0.36	2.17	1.88	0.29
30	20	270.00	0.36	2.31	2.01	0.31
5	20	270.00	0.36	0.44	0.37	0.07
6	20	270.00	0.36	0.47	0.40	0.08
7	20	270.00	0.36	0.50	0.42	0.08
8	20	270.00	0.36	0.54	0.45	0.08
9	20	270.00	0.36	0.57	0.48	0.09
10	20	270.00	0.36	0.61	0.52	0.09
11	20	270.00	0.36	0.65	0.55	0.10
12	20	270.00	0.36	0.70	0.59	0.10
13	20	270.00	0.36	0.74	0.64	0.11
14	20	270.00	0.36	0.79	0.68	0.11
15	20	270.00	0.36	0.85	0.73	0.12
16	20	270.00	0.36	0.90	0.78	0.13
17	20	270.00	0.36	0.96	0.83	0.13
18	20	270.00	0.36	1.03	0.89	0.14
19	20	270.00	0.36	1.10	0.95	0.15
20	20	270.00	0.36	1.18	1.02	0.16
21	20	270.00	0.36	1.26	1.09	0.17
22	20	270.00	0.36	1.34	1.17	0.18
23	20	270.00	0.36	1.44	1.25	0.19
24	20	270.00	0.36	1.53	1.34	0.20
25	20	270.00	0.36	1.64	1.43	0.21
26	20	270.00	0.36	1.75	1.53	0.22
27	20	270.00	0.36	1.87	1.64	0.24
28	20	270.00	0.36	2.00	1.75	0.25
29	20	270.00	0.36	2.14	1.88	0.27
30	20	270.00	0.36	2.29	2.01	0.28



## PRILOGA B: IZRAČUNI Z MERJENIMI PODATKI

### B.1 Podatki in izračuni za meritve opravljene dne 23. 1. 2013

Preglednica B1: Meritve in izračuni v točki A s Secchijevo globino 5 m in ocenjeno intenzivnostjo sončnega sevanja 0,12 ly/h.

Globina [m]	T [°C]	S [psu]	k (Mancini) [d <sup>-1</sup> ]	k (Chan) [d <sup>-1</sup> ]
0.5	10.2	37.2	0.86	0.79
1.0	10.2	37.8	0.86	0.78
1.5	10.3	37.8	0.85	0.76
2.0	10.3	37.7	0.84	0.75
2.5	10.3	37.7	0.84	0.74
3.0	10.3	37.8	0.83	0.73
3.5	10.3	37.8	0.83	0.72
4.0	10.3	37.8	0.82	0.72
4.5	10.3	37.8	0.82	0.71
5.0	10.3	37.8	0.82	0.71
5.5	10.3	37.8	0.81	0.71
6.0	10.3	37.9	0.81	0.70
6.5	10.3	37.9	0.81	0.70
7.0	10.4	37.8	0.81	0.70
7.5	10.4	37.9	0.80	0.70
8.0	10.4	37.8	0.80	0.70
8.5	10.4	37.8	0.80	0.69
9.0	10.4	37.9	0.80	0.69
9.5	10.4	37.9	0.80	0.69
10.0	10.4	37.9	0.80	0.70
10.5	10.4	38.0	0.80	0.70
11.0	10.5	38.0	0.80	0.70
11.5	10.5	38.0	0.80	0.70
12.0	10.5	38.0	0.80	0.70
12.5	10.5	38.0	0.80	0.70
13.0	10.5	38.0	0.80	0.70
13.5	10.5	38.0	0.80	0.70
14.0	10.5	38.0	0.80	0.70
14.5	10.5	38.0	0.79	0.70
15.0	10.5	37.9	0.79	0.70
15.5	10.5	38.0	0.79	0.70
16.0	10.5	37.9	0.79	0.70
16.5	10.5	37.9	0.79	0.70
17.0	10.5	37.9	0.79	0.70
17.5	10.5	38.0	0.79	0.70
18.0	10.5	38.0	0.79	0.70

Preglednica B2: Meritve in izračuni v točki B s Secchijevo globino 1 m in ocenjeno intenzivnostjo sončnega sevanja 0,12 ly/h.

Globina [m]	T [°C]	S [psu]	k (Mancini) [d <sup>-1</sup> ]	k (Chan) [d <sup>-1</sup> ]
0.5	10.0	27.12	0.73	0.63
1.0	10.3	36.98	0.81	0.70
1.5	10.3	37.35	0.80	0.69
2.0	10.3	37.57	0.79	0.69
2.5	10.3	37.62	0.78	0.69
3.0	10.3	37.62	0.78	0.68
3.5	10.3	37.62	0.77	0.68
4.0	10.3	37.63	0.77	0.68
4.5	10.3	37.68	0.77	0.68
5.0	10.3	37.78	0.77	0.68
5.5	10.3	37.76	0.77	0.68
6.0	10.3	37.69	0.77	0.69
6.5	10.3	37.72	0.77	0.69
7.0	10.3	37.73	0.77	0.69
7.5	10.3	37.78	0.77	0.69
8.0	10.3	37.78	0.77	0.69
8.5	10.3	37.80	0.77	0.69
9.0	10.3	37.79	0.77	0.69
9.5	10.3	37.81	0.76	0.68
10.0	10.3	37.84	0.76	0.69
10.5	10.3	37.80	0.76	0.68
11.0	10.3	37.80	0.76	0.68
11.5	10.3	37.81	0.76	0.68
12.0	10.2	37.84	0.76	0.68
12.5	10.3	37.84	0.76	0.68
13.0	10.3	37.85	0.76	0.68
13.5	10.3	37.86	0.76	0.68
14.0	10.3	37.84	0.76	0.68
14.5	10.3	37.88	0.76	0.69

Preglednica B3: Meritve in izračuni v točki C s Secchijevo globino 0,5 m in ocenjeno intenzivnostjo sončnega sevanja 0,12 ly/h.

Globina [m]	T [°C]	S [psu]	k (Mancini) [d <sup>-1</sup> ]	k (Chan) [d <sup>-1</sup> ]
0.5	10.2	5.3	0.52	0.42
1.0	10.2	11.4	0.55	0.45
1.5	10.2	35.1	0.75	0.66
2.0	10.2	35.7	0.75	0.66
2.5	10.2	36.3	0.76	0.67
3.0	10.3	36.5	0.76	0.67
3.5	10.3	36.6	0.76	0.67
4.0	10.3	37.1	0.76	0.68
4.5	10.3	37.5	0.76	0.68
5.0	10.3	37.9	0.77	0.69
5.5	10.3	37.9	0.77	0.69
6.0	10.3	37.9	0.77	0.69
6.5	10.4	37.8	0.77	0.69
7.0	10.4	37.8	0.77	0.69
7.5	10.4	37.8	0.77	0.69
8.0	10.4	37.8	0.77	0.69
8.5	10.4	37.8	0.77	0.69
9.0	10.4	37.9	0.77	0.69

## B.2 Podatki in izračuni za meritve opravljene dne 21. 3. 2013

Preglednica B4: Meritve in izračuni v točki A s Secchijevo globino 2 m in ocenjeno intenzivnostjo sončnega sevanja 0,17 ly/h.

Globina [m]	T [°C]	S [psu]	k (Mancini) [d <sup>-1</sup> ]	k (Chan) [d <sup>-1</sup> ]
0.5	9.9	35.7	0.86	0.77
1.0	10.0	35.8	0.84	0.73
1.5	10.0	36.5	0.83	0.71
2.0	10.0	36.6	0.81	0.69
2.5	10.0	37.1	0.80	0.68
3.0	9.9	37.2	0.79	0.68
3.5	9.8	37.1	0.78	0.67
4.0	9.7	37.3	0.77	0.66
4.5	9.6	37.3	0.76	0.65
5.0	9.6	37.5	0.76	0.65
5.5	9.6	37.5	0.76	0.66
6.0	9.6	37.6	0.75	0.65
6.5	9.5	37.7	0.75	0.65
7.0	9.5	37.7	0.75	0.65
7.5	9.5	37.8	0.75	0.65
8.0	9.5	37.7	0.74	0.65
8.5	9.5	37.7	0.74	0.65
9.0	9.5	37.8	0.74	0.65
9.5	9.5	37.8	0.74	0.65
10.0	9.5	37.8	0.74	0.65
10.5	9.5	37.8	0.74	0.65
11.0	9.5	37.8	0.74	0.65
11.5	9.5	37.8	0.74	0.65
12.0	9.5	38.0	0.74	0.65
12.5	9.5	37.9	0.74	0.65
13.0	9.5	37.9	0.74	0.65
13.5	9.5	38.0	0.74	0.65
14.0	9.5	38.0	0.74	0.65
14.5	9.5	38.0	0.73	0.65
15.0	9.5	38.0	0.73	0.65
15.5	9.5	38.0	0.73	0.65
16.0	9.5	38.0	0.73	0.65
16.5	9.5	38.0	0.73	0.65
17.0	9.5	38.0	0.73	0.65
17.5	9.5	38.0	0.73	0.65
18.0	9.5	38.0	0.73	0.65

Preglednica B5: Meritve in izračuni v točki B s Secchijevo globino 2 m in ocenjeno intenzivnostjo sončnega sevanja 0,17 ly/h.

Globina [m]	T [°C]	S [psu]	k (Mancini) [d <sup>-1</sup> ]	k (Chan) [d <sup>-1</sup> ]
0.5	10.1	31.3	0.83	0.74
1.0	10.0	36.5	0.85	0.74
1.5	10.0	36.8	0.83	0.71
2.0	9.9	37.0	0.81	0.69
2.5	9.9	37.1	0.80	0.68
3.0	9.8	37.1	0.79	0.67
3.5	9.8	37.3	0.78	0.67
4.0	9.9	37.3	0.78	0.67
4.5	9.8	37.3	0.77	0.66
5.0	9.7	37.5	0.76	0.66
5.5	9.7	37.5	0.76	0.66
6.0	9.6	37.6	0.75	0.65
6.5	9.5	37.6	0.75	0.65
7.0	9.5	37.6	0.74	0.65
7.5	9.5	37.7	0.74	0.65
8.0	9.5	37.7	0.74	0.65
8.5	9.5	37.6	0.74	0.65
9.0	9.5	37.7	0.74	0.65
9.5	9.5	37.7	0.74	0.65
10.0	9.5	37.7	0.74	0.65
10.5	9.5	37.7	0.74	0.65
11.0	9.5	37.7	0.74	0.65
11.5	9.5	37.8	0.74	0.65
12.0	9.6	37.8	0.74	0.65
12.5	9.6	37.8	0.74	0.65
13.0	9.6	37.8	0.74	0.65
13.5	9.6	37.8	0.74	0.65

Preglednica B6: Meritve in izračuni v točki C s Secchijevo globino 0 m in ocenjeno intenzivnostjo sončnega sevanja 0,17 ly/h.

Globina [m]	T [°C]	S [psu]	k (Mancini) [d <sup>-1</sup> ]	k (Chan) [d <sup>-1</sup> ]
0.5	10.33	13.3	0.54	0.47
1.0	10.23	27.3	0.66	0.59
1.5	9.95	36.9	0.73	0.66
2.0	9.88	37.0	0.73	0.66
2.5	9.88	37.3	0.73	0.66
3.0	9.85	37.5	0.73	0.66
3.5	9.84	37.5	0.73	0.66
4.0	9.83	37.5	0.73	0.66
4.5	9.82	37.5	0.73	0.66
5.0	9.77	37.5	0.73	0.66
5.5	9.72	37.6	0.73	0.66
6.0	9.72	37.6	0.73	0.66
6.5	9.67	37.7	0.73	0.66
7.0	9.66	37.8	0.73	0.66
7.5	9.67	37.6	0.73	0.66
8.0	9.66	37.7	0.73	0.66
8.5	9.63	37.7	0.72	0.66
9.0	9.61	37.7	0.72	0.65
9.5	9.60	37.7	0.72	0.65
10.0	9.61	37.7	0.72	0.65



### B.3 Podatki in izračuni za meritve opravljene dne 25. 4. 2013

Preglednica B7: Meritve in izračuni v točki A s Secchijevo globino 5 m in ocenjeno intenzivnostjo sončnega sevanja 0,43 ly/h.

Globina [m]	T [°C]	S [psu]	k (Mancini) [d <sup>-1</sup> ]	k (Chan) [d <sup>-1</sup> ]
0.5	16.2	37.3	1.52	1.41
1.0	16.1	37.0	1.47	1.33
1.5	16.0	37.1	1.44	1.28
2.0	16.0	37.1	1.41	1.23
2.5	16.0	37.0	1.39	1.19
3.0	16.0	37.0	1.37	1.16
3.5	16.0	37.1	1.35	1.13
4.0	15.9	37.1	1.33	1.11
4.5	15.9	37.1	1.31	1.09
5.0	15.9	37.1	1.30	1.07
5.5	15.7	37.1	1.27	1.05
6.0	15.6	37.1	1.25	1.03
6.5	15.5	37.1	1.23	1.01
7.0	15.4	37.1	1.22	1.00
7.5	15.3	37.1	1.20	0.99
8.0	15.3	37.1	1.19	0.98
8.5	14.9	36.7	1.16	0.94
9.0	14.7	36.8	1.14	0.93
9.5	14.1	37.0	1.09	0.89
10.0	13.9	37.1	1.08	0.88
10.5	13.8	37.3	1.06	0.87
11.0	13.5	37.4	1.05	0.86
11.5	13.4	37.4	1.04	0.85
12.0	13.3	37.4	1.03	0.84
12.5	13.3	37.3	1.02	0.84
13.0	13.0	37.4	1.00	0.82
13.5	12.8	37.4	0.98	0.81
14.0	12.7	37.6	0.98	0.81
14.5	12.6	37.4	0.97	0.80
15.0	12.6	37.4	0.96	0.80
15.5	12.4	37.4	0.95	0.79
16.0	12.4	37.5	0.94	0.79
16.5	12.2	37.6	0.93	0.78
17.0	12.1	37.6	0.93	0.77
17.5	12.1	37.6	0.92	0.77
18.0	12.1	37.7	0.92	0.77

Preglednica B8: Meritve in izračuni v točki B s Secchijevo globino 3,5 m in ocenjeno intenzivnostjo sončnega sevanja 0,17 ly/h.

Globina [m]	T [°C]	S [psu]	k (Mancini) [d <sup>-1</sup> ]	k (Chan) [d <sup>-1</sup> ]
0.5	16.6	37.1	1.53	1.41
1.0	16.6	37.1	1.49	1.32
1.5	16.5	37.0	1.44	1.25
2.0	16.4	37.1	1.41	1.20
2.5	16.3	37.1	1.37	1.15
3.0	16.2	37.0	1.34	1.11
3.5	16.2	37.0	1.32	1.09
4.0	16.1	37.0	1.29	1.07
4.5	15.9	37.0	1.27	1.04
5.0	15.9	37.0	1.25	1.03
5.5	15.6	36.8	1.22	1.00
6.0	15.4	36.7	1.19	0.98
6.5	15.4	36.7	1.18	0.97
7.0	15.2	36.8	1.16	0.96
7.5	14.7	36.7	1.12	0.92
8.0	14.3	36.7	1.09	0.90
8.5	14.0	37.1	1.06	0.88
9.0	13.5	37.3	1.03	0.85
9.5	13.5	37.2	1.02	0.85
10.0	13.4	37.1	1.01	0.84
10.5	12.9	37.2	0.98	0.82
11.0	12.9	37.4	0.97	0.81
11.5	12.7	37.5	0.96	0.80
12.0	12.6	37.4	0.96	0.80
12.5	12.5	37.5	0.94	0.79
13.0	12.5	37.5	0.94	0.79
13.5	12.4	37.5	0.93	0.79
14.0	12.3	37.6	0.93	0.79
14.5	12.3	37.6	0.92	0.78
15.0	12.2	37.6	0.92	0.78

Preglednica B9: Meritve in izračuni v točki C s Secchijevo globino 1,5 m in ocenjeno intenzivnostjo sončnega sevanja 0,17 ly/h.

Globina [m]	T [°C]	S [psu]	k (Mancini) [d <sup>-1</sup> ]	k (Chan) [d <sup>-1</sup> ]
0.5	15.0	11.5	1.03	0.88
1.0	16.3	37.1	1.38	1.16
1.5	16.2	37.0	1.32	1.09
2.0	16.1	36.6	1.27	1.04
2.5	15.1	37.0	1.17	0.96
3.0	14.9	37.0	1.14	0.94
3.5	14.8	37.0	1.12	0.93
4.0	14.6	37.0	1.09	0.91
4.5	14.5	37.0	1.08	0.90
5.0	14.5	37.0	1.07	0.90
5.5	14.3	37.1	1.05	0.89
6.0	14.2	37.1	1.04	0.89
6.5	14.2	37.1	1.04	0.89
7.0	14.1	37.1	1.03	0.88
7.5	14.1	37.1	1.02	0.88
8.0	14.0	37.2	1.01	0.87
8.5	13.9	37.1	1.00	0.87
9.0	13.8	37.1	0.99	0.86
9.5	13.6	37.1	0.98	0.85
10.0	13.4	37.1	0.97	0.84

## B.4 Podatki in izračuni za meritve opravljene dne 14. 6. 2013

Preglednica B10: Meritve in izračuni v točki A s Secchijevo globino 4 m.

Globina [m]	T [°C]	S [psu]	k (Mancini) [d <sup>-1</sup> ]	k (Chan) [d <sup>-1</sup> ]
0.5	22.6	35.1	2.00	1.83
1.0	22.6	35.1	1.97	1.77
1.5	22.6	35.1	1.94	1.72
2.0	22.6	35.1	1.92	1.68
2.5	22.6	35.1	1.90	1.65
3.0	22.6	35.4	1.89	1.63
3.5	22.1	35.3	1.81	1.55
4.0	21.4	35.7	1.73	1.48
4.5	21.0	36.3	1.69	1.44
5.0	20.9	36.3	1.67	1.42
5.5	20.8	36.4	1.65	1.41
6.0	20.7	36.4	1.63	1.39
6.5	20.5	36.3	1.60	1.36
7.0	20.4	36.4	1.58	1.35
7.5	19.9	36.3	1.52	1.30
8.0	19.8	36.4	1.51	1.29
8.5	19.5	36.5	1.48	1.27
9.0	19.5	36.7	1.47	1.26
9.5	19.5	36.6	1.47	1.26
10.0	19.3	36.5	1.45	1.24
10.5	18.8	36.7	1.41	1.21
11.0	18.7	36.7	1.40	1.20
11.5	18.7	36.8	1.39	1.20
12.0	18.5	36.9	1.37	1.18
12.5	18.4	36.8	1.36	1.17
13.0	18.3	36.9	1.35	1.17
13.5	18.1	36.8	1.33	1.15
14.0	18.1	36.9	1.32	1.15
14.5	17.9	37.0	1.31	1.14
15.0	17.8	37.0	1.30	1.13
15.5	17.4	36.9	1.26	1.10
16.0	17.2	36.9	1.25	1.08
16.5	17.1	37.1	1.23	1.07
17.0	16.9	37.1	1.23	1.07
17.5	16.9	37.1	1.22	1.06

Preglednica B11: Meritve in izračuni v točki B s Secchijevo globino 3,5 m.

Globina [m]	T [°C]	S [psu]	k (Mancini) [d <sup>-1</sup> ]	k (Chan) [d <sup>-1</sup> ]
0.5	22.4	34.7	1.96	1.78
1.0	22.5	35.0	1.95	1.74
1.5	22.6	35.2	1.93	1.70
2.0	22.7	35.2	1.92	1.67
2.5	22.7	35.1	1.89	1.63
3.0	22.1	35.0	1.80	1.54
3.5	21.1	35.3	1.69	1.44
4.0	20.6	35.7	1.63	1.38
4.5	19.9	36.1	1.56	1.32
5.0	19.8	36.2	1.54	1.31
5.5	19.8	36.2	1.53	1.30
6.0	19.8	36.2	1.52	1.29
6.5	19.5	36.2	1.49	1.27
7.0	19.4	36.3	1.48	1.26
7.5	19.2	36.5	1.45	1.24
8.0	19.1	36.5	1.44	1.23
8.5	19.0	36.5	1.43	1.22
9.0	18.9	36.5	1.41	1.21
9.5	18.7	36.6	1.39	1.20
10.0	18.5	36.8	1.37	1.18
10.5	18.3	36.8	1.35	1.16
11.0	18.1	36.9	1.33	1.15
11.5	18.0	36.9	1.32	1.14
12.0	17.9	37.0	1.31	1.14
12.5	17.9	37.0	1.31	1.13
13.0	17.8	36.9	1.30	1.13
13.5	17.7	37.0	1.29	1.12
14.0	17.7	37.0	1.29	1.12
14.5	17.7	37.0	1.29	1.12

Preglednica B12: Meritve in izračuni v točki C s Secchijevo globino 2,5 m.

Globina [m]	T [°C]	S [psu]	k (Mancini) [d <sup>-1</sup> ]	k (Chan) [d <sup>-1</sup> ]
0.5	17.5	16.1	1.15	0.98
1.0	21.1	35.0	1.70	1.46
1.5	21.6	35.0	1.71	1.46
2.0	21.7	34.9	1.70	1.45
2.5	21.5	35.1	1.66	1.42
3.0	21.5	35.1	1.64	1.42
3.5	21.1	35.0	1.59	1.38
4.0	20.4	35.5	1.52	1.32
4.5	20.2	35.5	1.49	1.30
5.0	20.1	35.7	1.48	1.30
5.5	19.9	35.8	1.46	1.28
6.0	19.8	35.9	1.45	1.27
6.5	19.5	36.1	1.42	1.25
7.0	19.4	36.1	1.41	1.25
7.5	19.2	36.3	1.39	1.23
8.0	19.1	36.3	1.38	1.22
8.5	19.0	36.3	1.37	1.21
9.0	18.9	36.4	1.36	1.21
9.5	18.7	36.5	1.35	1.20
10.0	18.7	36.5	1.34	1.19