

FAKULTETA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO
VPLIV TEMPERATURE ZRAKA NA TEMPERATURO
STOJEČE IN TEKOČE VODE TER ŽIVLJENJSKE PROCESSE
OB RAZLIČNIH VREMENSKIH POGOJIH

NIKA IVANUŠ
Varstvo okolja in ekotehnologije

Mentor: prof. dr. Andrej Čokl

VELENJE 2023

Na podlagi Diplomskega reda izdajam naslednji

SKLEP O DIPLOMSKEM DELU

Študentka Fakultete za varstvo okolja **Nika Ivanuš** lahko izdela diplomsko delo z naslovom v slovenskem jeziku:

Vpliv temperature zraka na temperaturo stoječe in tekoče vode ter življenjske procese ob različnih vremenskih pogojih

Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku:

The effect of air temperature on the temperature of standing and flowing water and life processes under different weather conditions

Mentor: **prof. dr. Andrej Čokl**

Diplomsko delo mora biti izdelano v skladu z Diplomskim redom FVO.

Pouk o pravnem sredstvu: zoper ta sklep je dovoljena pritožba na Senat FVO v roku 8 delovnih dni od prejema sklepa.



Prof. dr. Boštjan Pokorny
dekan

Fakulteta za varstvo okolja
Trg mladosti 7 | 3320 Velenje
t: 03 898 64 10 | e: info@fvo.si
www.fvo.si



IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana Nika Ivanuš, z vpisno številko 34190008, študentka dodiplomskega študijskega programa Varstvo okolja in ekotehnologije, sem avtorica diplomskega dela z naslovom *Vpliv temperature zraka na temperaturo stoječe in tekoče vode ob različnih vremenskih pogojih*, ki sem ga izdelala pod mentorstvom prof. dr. Andreja Čokla.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo moje avtorsko delo, torej rezultat mojega lastnega raziskovalnega dela;
- da oddano delo ni bilo predloženo za pridobitev drugih strokovnih nazivov v Sloveniji ali tujini;
- da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženem delu, navedena oz. citirana v skladu z navodili FVO;
- da so vsa dela in mnenja drugih avtorjev navedena v seznamu virov, ki je sestavni element predloženega dela in je zapisan v skladu z navodili FVO;
- se zavedam, da je plagiatorstvo kaznivo dejanje;
- se zavedam posledic, ki jih dokazano plagiatorstvo lahko predstavlja za predloženo delo in moj status na FVO;
- je diplomsko delo jezikovno korektno in da je delo lektorirala Marjana Rojc, prof. slovenščine in nemščine;
- da dovoljujem objavo diplomskega dela v elektronski obliki na spletni strani FVO;
- da sta tiskana in elektronska verzija oddanega dela identični.

Datum: __.__._____

Podpis avtorice: _____

Ivanuš, N.: Vpliv temperature zraka na temperature stoječe in tekoče vode ob različnih vremenskih pogojih. Diplomsko delo FVO, Velenje 2023

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem svojemu mentorju, prof. dr. Andreju Čoklu, za vložen čas, odzivnost, strokovne nasvete in usmeritve pri nastajanju diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi Marjani Rojc, prof. slovenščine in nemščine, za lektoriranje naloge.

Posebno zahvalo namenjam mojim najdražjim, ki so me podpirali in mi stali ob strani pri procesu diplomskega dela in vsa leta študija.

IZVLEČEK

V diplomskem delu sem predstavila vpliv temperature zraka na temperaturo stoječih in tekočih voda ob različnih vremenskih pogojih. Na modelu manjših ribnikov, namenjenih vzgoji rib in potoka Jesenek, sem ugotavljala, kako se spreminja temperatura vode v stoječih in tekočih vodah ob različnih vremenskih pogojih. Naloga je sestavljena iz teoretičnega in eksperimentalnega dela na terenu. V teoretičnem delu naloge sem se poglobila v raziskovanje in predstavitev lastnosti in življenjskih razmer v manjših vodnih telesih s poudarkom na vplivu temperature. Osredotočila sem se na prilagoditve v vodi živečih živali glede na razmere v vodah.

Pri terenskem delu sem opravljala meritve temperatur v tekočih in stoječih vodah ter v zraku. Glavni namen je bil raziskati povezavo med temperaturami vode v ribnikih in potoku na različnih globinah in temperaturo zraka ter vremenskimi pogoji in ugotoviti razlike. Dvajset meritev, opravljenih v treh mesecih, je pokazalo, da se temperatura stoječih in tekočih voda spreminja glede na temperaturo zraka. Prav tako pride do razlik v izmerjenih vrednostih temperature vode in zraka pri merjenju zjutraj in zvečer. V potoku je bila temperatura vode vedno nižja kot v ribnikih skozi celoten proces merjenja. To je verjetno posledica stalnega mešanja vode, kar je značilno za tekoče vode. Izmerjena temperatura vode se razlikuje tudi glede na velikost ribnikov, saj je v manjših ribnikih temperatura bolj spremenljiva kot v večjih, kjer se temperatura bolj enakomerno spreminja.

KLJUČNE BESEDE: temperatura zraka, temperatura vode, stoječe vode, tekoče vode, prilagoditve v vodi živečih živali, vremenski pogoji.

ABSTRACT

In my thesis, I presented the influence of air temperature on the temperature of standing and flowing water under different weather conditions. I used a model of small fish ponds and the Jesenek stream to investigate how water temperature changes in standing and flowing water under different weather conditions. The task consisted of theoretical and experimental field work. In the theoretical part of the thesis, I explored and presented the properties and living conditions of small bodies of water, focusing on the influence of temperature. I focused on the adaptations of aquatic animals to water conditions.

My fieldwork involved taking temperature measurements in the case of surveys of running water, standing water and air temperature. The main purpose was to investigate the relationship between pond and stream water temperatures at different depths and air temperature and weather conditions, and to find out the differences. Twenty measurements taken over three months showed that the temperature of standing and flowing water varies with the air temperature. There are also differences in the measured values of water and air temperature between morning and evening measurements. The water temperature in the stream was always lower than in the ponds throughout the whole measurement process. This is probably due to the constant mixing of the water, which is typical for flowing waters. The measured water temperature also varies according to the size of the ponds, with smaller ponds having a more variable temperature than larger ponds where the temperature varies more evenly.

KEYWORDS: air temperature, water temperature, standing water, running water, adaptations of aquatic animals, weather conditions

KAZALO VSEBINE

ZAHVALA	4
IZVLEČEK	5
ABSTRACT	6
KAZALO SLIK	8
KAZALO GRAFOV	8
1 UVOD	9
1.1 RAZMERE V VODI	9
1.2 SPREMINJANJE TEMPERATURE VODE	9
1.2.1 Anomalije vode	10
1.2.2 Vpliv temperature na življenjske procese	11
1.3 GIBANJE VODE	11
1.4 STOJEČE VODE	11
1.5 TEKOČE VODE	12
1.6 KROŽENJE VODE IN POMEN VODNIH RASTLIN	12
2 NAMEN, CILJI IN HIPOTEZE	13
3 MATERIALI IN METODE DELA	13
3.1 OPIS RAZISKOVALNEGA OBMOČJA	13
3.2 TERENSKÉ MERITVE TEMPERATURE	19
4 REZULTATI	19
4.1 TEMPERATURA ZRAKA IN VREMENSKE RAZMERE V ČASU MERITEV TEMPERATURE VODE	19
4.2 TEMPERATURA VODE	20
4.2.1 Potok Jesenek	20
4.2.2 Ribnik 1	21
4.2.3 Ribnik 2	24
4.2.4 Ribnik 3	25
4.2.5 Ribnik 4	27
4.2.6 Ribnik 5	29
4.2.7 Ribnik 6	31
5 RAZPRAVA S SKLEPI	34
6 POVZETEK	36
SUMMARY	38
7 VIRI IN LITERATURA	40

KAZALO SLIK

Slika 1: Lokacija ribnikov in potoka

Slika 2: Satelitski posnetek lokacije testiranih ribnikov in potoka

Slika 3: Potok Jesenek

Slika 4: Ribnik 1

Slika 5: Ribnik 2

Slika 6: Ribnik 3

Slika 7: Ribnik 4

Slika 8: Ribnik 5

Slika 9: Ribnik 6

Slika 10: Ribnik 1 – 13. 4. 2022

Slika 11: Merjenje temperature v ribniku 1

Slika 12: Merjenje temperature v potoku

Slika 13: Merjenje temperature v ribniku 2

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Primerjava temperatur zraka zjutraj in zvečer s temperaturo vode v potoku in ribnikih.

Graf 2: Nihanje temperature vode v potoku in temperature zraka zjutraj.

Graf 3: Nihanje temperature vode v potoku in temperature zraka zvečer.

Graf 4: Nihanje temperature vode v potoku zjutraj in zvečer.

Graf 5: Primerjava temperature zraka s temperaturo vode v potoku in v ribniku 1 zjutraj.

Graf 6: Primerjava temperature zraka s temperaturo vode v potoku in v ribniku 1 zvečer.

Graf 7: Nihanje temperature vode v ribniku 1 v primerjavi s temperaturo zraka zjutraj.

Graf 8: Nihanje temperature vode v ribniku 1 v primerjavi s temperaturo zraka zvečer.

Graf 9: Primerjava temperature zraka s temperaturo vode v potoku in v ribniku 2 zjutraj.

Graf 10: Primerjava temperature zraka s temperaturo vode v potoku in v ribniku 2 zvečer.

Graf 11: Nihanje temperature vode v ribniku 2 v primerjavi s temperaturo zraka zjutraj.

Graf 12: Nihanje temperature vode v ribniku 2 v primerjavi s temperaturo zraka zvečer.

Graf 13: Primerjava temperature zraka s temperaturo vode v potoku in v ribniku 3 zjutraj.

Graf 14: Primerjava temperature zraka s temperaturo vode v potoku in v ribniku 3 zvečer.

Graf 15: Nihanje temperature vode v ribniku 3 v primerjavi s temperaturo zraka zjutraj.

Graf 16: Nihanje temperature vode v ribniku 3 v primerjavi s temperaturo zraka zvečer.

Graf 17: Primerjava temperature zraka s temperaturo vode v potoku in v ribniku 4 zjutraj.

Graf 18: Primerjava temperature zraka s temperaturo vode v potoku in v ribniku 4 zvečer.

Graf 19: Nihanje temperature vode v ribniku 4 v primerjavi s temperaturo zraka zjutraj.

Graf 20: Nihanje temperature vode v ribniku 4 v primerjavi s temperaturo zraka zvečer.

Graf 21: Primerjava temperature zraka s temperaturo vode v potoku in v ribniku 5 zjutraj.

Graf 22: Primerjava temperature zraka s temperaturo vode v potoku in v ribniku 5 zvečer.

Graf 23: Nihanje temperature vode v ribniku 5 v primerjavi s temperaturo zraka zjutraj.

Graf 24: Nihanje temperature vode v ribniku 5 v primerjavi s temperaturo zraka zvečer.

Graf 25: Primerjava temperature zraka s temperaturo vode v potoku in v ribniku 6 zjutraj.

Graf 26: Primerjava temperature zraka s temperaturo vode v potoku in v ribniku 6 zvečer.

Graf 27: Nihanje temperature vode v ribniku 6 v primerjavi s temperaturo zraka zjutraj.

Graf 28: Nihanje temperature vode v ribniku 6 v primerjavi s temperaturo zraka zvečer.

PRILOGA: Tabela meritev in dodatne fotografije

1 UVOD

Voda je vir življenja na zemlji, saj je med drugim medij vseh biokemijskih reakcij, predstavlja okolje večine organizmov in celic, je blažilec temperaturnih sprememb, omogoča ohlajevanje z izparevanjem vode, povezuje biotope itd. Kroženje vode je za ohranjanje življenja na Zemlji vitalnega pomena. Voda je ena redkih snovi, ki se skozi naravno kroženje izkazuje v treh agregatnih stanjih. Z izhlapevanjem se dviga z zemeljskega površja v ozračje, prepotuje večje ali manjše razdalje in se nato v obliki padavin ponovno vrne na zemeljsko površje. Tako imenovani vodni krog sestavljajo izhlapevanje, transpiracija, kondenzacija, padavine, odtok in infiltracija. Vsi njegovi deli so medsebojno povezani in vsak od njih aktivira delovanje drugega (Lah, 1998).

Zelo pomembna posebna (koligativna) lastnost vode je vezana na njeno gostoto pri različnih temperaturah. Voda je najgostejša pri 4 °C. Pri segrevanju in ohlajanju nad in pod to temperaturo njena gostota pada. Ta anomalija vode je posledica šibkih ionskih (vodikovih) vezi med molekulami vode. Pri 4 °C se molekule vode začnejo organizirati v strukturo, ki se dokončno oblikujejo pri 0 °C, ko voda zmrzne in nastane led. Ko se voda na površju ohladi na 4 °C postane najgostejša in potuje na dno, na površje pa se dvigne toplejša voda, ki se ohlaja. Ko je vsa voda ohlajena na 4 °C, se začne voda pri vrhu ohlajati in zmrzovati, saj se njena gostota manjša. Tako nastane led najprej na površini in kot dober izolator preprečuje prehitro ohlajevanje vode proti dnu. Voda počasneje zmrzuje proti dnu in le v izjemnih primerih se zgodi, da pomrzne do dna ali celo da zmrzne dno. Zaradi te lastnosti vode lahko mnoge živalske skupine prežive zimo v vodi (<https://kemija.net/slovarcek/330>).

1.1 RAZMERE V VODI

Razmere v vodnem okolju določajo biotski in abiotski dejavniki. Življenjske združbe posameznih vodnih teles se na različne značilnosti specifično prilagodijo. Razmere se prepletajo in vplivajo na živi svet vode. Vplivi posameznih dejavnikov so neposredni in posredni. Pri neposrednih je odgovor organizmov neposreden, pri posrednih pa je vpletenih več drugih dejavnikov. Kljub povezavi z okolico in ozračjem so vodna telesa relativno samostojna.

Abiotični dejavniki (na primer vreme, zrak, padavine, veter, svetloba, mineralne snovi) zaradi fizikalnih in/ali kemijskih lastnosti posredno ali neposredno vplivajo na vodne organizme. Biotični dejavniki neposredno vplivajo na aktivnosti in medsebojna razmerja prisotnih rastlinskih in živalskih organizmov. Med njih spadajo rastline, živali in mikroorganizmi, med katerimi obstajajo številne in različne povezave, posebej med tistimi, ki živijo v istem okolju (Skalin, 1993).

Pomemben abiotični dejavnik je pretok vode, ki nam pove, koliko vode odteče na določenem odseku vodnega telesa v eni sekundi. Enota, ki se v stroki uporablja, je kubični meter na sekundo (m³/s). Na pretok vplivajo količina, vrsta in časovna razporeditev padavin. Odtok je količina vode, ki odteče v določenem času. Odotčni količnik je razmerje med količino vode, ki v obliki padavin pade na neko površje, in količino vode, ki z njega odteče. Informacije o pretokih in odtokih v hidrogeografiji povezujejo z lastnostmi pokrajine, s podnebnimi vplivi in značilnostmi vodnega vira.

1.2 SPREMINJANJE TEMPERATURE VODE

Sonce je vir svetlobe in toplote (energije) za ves živi in neživi svet, torej tudi za vodo in organizme v njej. Od svetlobe je odvisna vidljivost, barva vode, včasih tudi prozornost. Svetloba ima velik pomen tudi za potek procesa fotosinteze, ki je bistvenega pomena za življenje v vodi. Toplota vpliva na gostoto in viskoznost (Svetina, 1982).

Temperatura okolja dolgoročno vpliva na evolucijo procesov, ki omogočajo življenje v izbranem okolju.

Naravna selekcija kot pomemben mehanizem evolucije dolgoročno adaptira delovanje življenjskih procesov na nihanje temperature v določenem območju, značilnem za okolje organizma. Posledica je zapis v genom tako, da je območje delovanja življenjskih procesov organizma adaptirano trajno in nepovratno na določene temperaturne spremembe. Vodne živali so pretežno organizmi z nestalno telesno temperaturo. Na temperaturne spremembe izven območja, na katerega so adaptirane, se odzovejo s kratkoročnimi prilagoditvami (aklimatizacija), kot je na primer umik v področja, kjer vladajo temperaturne razmere, na katere so adaptirane. Spremembe temperature v manjših vodnih telesih (ribnikih) so zaradi globalnega segrevanja nevarne za tam živeče organizme, ker je njih gibanje omejeno na manjši teritorij z manjšo kapaciteto ohranjanja temperature v območju tolerance.

Povprečna temperatura površinskih voda je odvisna od zemljepisne širine in pada v smeri polov. Sonce vodo segreva, veter in valovi pa mešajo plasti vode od vrha proti globini tako, da se voda segreje tudi v globino. Voda se v globljih, horizontalnih plasteh, ki so enake gostote, slabše meša. Toplejše plasti so lažje in se nahajajo pod vodno površino, v globinskem sloju pa je voda hladnejša. Do mešanja vodnih plasti poleti ne prihaja. Jeseni pa se stoječe vode ohlajajo in ko se temperatura zgornjih plasti zniža pod temperaturo spodnjih, zgornje, ohlajene vodne plasti zamenjajo lažjo vodo iz spodnjih. V nasprotju s stoječimi je pri tekočih vodah njeno mešanje stalno tako, da v večini primerov ne zasledimo plasti z različnimi temperaturami. Temperaturo vode izražamo v stopinjah Celzija ($^{\circ}\text{C}$). Količino toplote, ki jo voda sprejme, lahko izrazimo s kalorijami. Za življenjske procese velja van t'Hoffov zakon, ki pravi, da se hitrost življenjskega procesa poveča za dva- do trikrat, če se zviša temperatura za 10°C in obratno. Ta zakon moramo upoštevati, kadar proučujemo porabo kisika, presnovo ali pa na primer razvoj iker v raznih sladkovodnih življenjskih okoljih.

Naš planet se v zadnjem obdobju segreva, kar pomeni, da zadrži več sončne energije, kot je odda nazaj v atmosfero. Tako se ustvarja učinek tople grede, za katerega so največji krivci toplogredni plini. V našem ozračju so najpogostejši toplogredni plini ogljikov dioksid, metan in dušikov oksid, kar je posledica kurjenja premoga, nafte, avtomobilskega prometa, industrije, kmetijskih dejavnosti, živinoreje in drugih dejavnikov. Ujeta toplota tako segreva tla in vodna telesa, posledično pa se segreva tudi ozračje, kar vpliva na kvaliteto življenjskih razmer vseh živih bitij. Posledice segrevanja ozračja so taljenje ledenikov, dvig morske gladine, ekstremne vremenske razmere, kot so poplave, orkani, suša in širjenje puščav. Temperaturne spremembe imajo negativen vpliv tudi na naravno ravnovesje (<https://www.mladinska-knjiga.si/dobrezgodbe/prosti-cas/globalno-segrevanje-ozracja>, Rejic, 1988).

1.2.1 Anomalije vode

Zaradi specifične strukture vode ima le-ta posebne (koligativne) lastnosti, in sicer:

- temperaturi topljenja in vretja sta višji, ker se morajo razbiti vodikove vezi;
- zaradi vodikovih vezi je voda tudi najgostejša pri 4°C . Zaradi tega voda ne zmrzne naenkrat do tal, led plava na vodi ter izolira in zaščiti žival pred nadaljnjim zmrzovanjem tako, da v tem okolju prežive zimo. Voda zmrzne najprej okrog jeder (male nečistoče v njej); ultra-prečiščena voda zmrzne šele pri -40°C ;
- posledica vodikovih vezi sta tudi površinska napetost in nizka stisljivost vode. To je pomembno za živali, ki živijo na površini vode. Zaradi površinske napetosti dihajo žuželke, ki živijo pod vodo, s pomočjo zračnih mehurčkov na dlačicah okrog dihalnih odprtih. Nizka stisljivost vode vpliva na nastanek hidrostatskega tlaka, ki vzdržuje obliko in velikost nekaterih delov telesa (hidrostatski tlak);
- voda, vezana na makromolekule in ionske agregate tvori pomembne mejne plasti v celici;
- voda ima nizko kapaciteto ioniziranja, deluje pa lahko kot kislina ali baza (proton odda ali sprejme) – amfoterna lastnost vode;
- voda je električno prevodna in je najbolj univerzalno topilo.

1.2.2 Vpliv temperature na življenjske procese

Telesna temperatura organizmov z nestalno telesno temperaturo oz. poikilotermnih organizmov je odvisna od temperature okolja. V to skupino spada večina živih bitij, ki jih najdemo v ribnikih in potoku. To pomeni, da njihova telesna temperatura niha z nihanjem zunanje temperature. Voda se lahko segreva ali ohlaja s sevanjem na površini, toplota pa se prevaja v ali iz okolja. Plitvi potoki so običajno dobro premešani in ohranjajo relativno enotno temperaturo. V globljih in počasi premikajočih se vodnih sistemih se lahko razvije višja temperaturna razlika med dnom in površino. Sistemi, ki se napajajo spomladi iz podzemnih virov in imajo malo razlik, so pogosto zelo blizu okoljski temperaturi. Količina osvetlitve, podnebja in nadmorske višine lahko tudi vpliva na temperaturo v vodnih sistemih.

Biotska raznovrstnost v vodnem ekosistemu je odvisna od fizikalnih in kemijskih dejavnikov okolja, kot so količina svetlobe in vode, temperatura in podobno. Temperatura okolja (vode) je ključni abiotski faktor tako za organizme z nestalno telesno temperaturo kot za tiste, ki ohranjajo enako telesno temperaturo ne glede na temperaturo okolja. Ribe so, skupaj s številnimi drugimi organizmi, vodni prebivalci z nestalno telesno temperaturo. Poleg temperature pa sta biotska raznovrstnost in velikost populacije odvisni tudi od mnogih drugih dejavnikov (Svetina, 1982).

1.3 GIBANJE VODE

Snov se v tekočih vodah giblje v eno smer, to je v smer gibanja vode. V stoječih vodah pa je gibanje snovi odvisno od vetra in temperature. Moč valovanja, ki se izraža v ritmičnem gibanju vode, hitro pada z globino. Valovanje vpliva na brežine, nima pa velikega pomena na izmenjavo plinov med vodo in ozračjem in za druga dogajanja v vodi. Stojno valovanje vode lahko povzročijo nenadna močna sprememba zračnega tlaka, kratek in močan naliv, sunek vetra, naraščanje pritokov v stoječo vodo ter vpliv vodnih prebivalcev in ljudi. Kadar ima stojno valovanje eno samo vozlišče, se voda premika okoli osi, če pa je vozlišč več, postanejo razmere bolj zapletene. Trajanje stojnega valovanja je odvisno od sile, ki je povzročila valovanje, in od površine vodne gladine.

Turbulentno gibanje vode povzroča valove v tekočih vodah, ki neprestano spreminjajo obliko, višino in smer. Za vsakim večjim kamnom nastajajo v toku vode vrtinci in zatišna mesta. Zaradi tega je gibanje neurejeno in prostorsko asimetrično. V primerjavi z ritmičnim valovanjem zahteva turbulenca vode posebne adaptacije tam živečih vodnih organizmov. V spreminjajočih se razmerah se voda neprestano meša, njene fizikalne in kemijske lastnosti se izenačujejo in tako omogočajo živahno izmenjavo plinov med vodo in ozračjem.

Gibanje vode ima zaradi večje kinetične energije močnejši vpliv na vodne organizme, kot ga ima gibanje zraka na kopenske organizme. V gibanju vode imajo sodelujoči fizikalni in kemijski dejavniki različno moč in povezave, zato je gibanje vode kakovostno in količinsko neenakomerno. Voda v vodnih telesih ne miruje, ker so prisotni mikrotokovi, ki jih sprožijo razlike v gostoti vode zaradi sprememb temperature in v njej neraztopljenih delcev. Gibanje vode je biološko pomembno zaradi prenašanja in razdeljevanja raztopljenih ter neraztopljenih snovi, vodnih organizmov in njihovih izločkov.

1.4 STOJEČE VODE

Stoječe vode naravnega ali umetnega izvora so akvatoriji, ki so nastali v depresijah s slabo propustnostjo tal. V mnogih primerih pa so tudi posledica dejavnosti človeka zaradi zadovoljevanja njegovih potreb. Stoječe vode so nastale tudi z zajezitvijo vodnih virov in jih z vidika vodne oskrbe delimo na pretočne, studenčne in padavinske. V stojećem akvatoriju ločimo tri življenjske prostore, in sicer obrežni pas, globinsko dno in prosto vodno gmoto. Meje življenjskih prostorov so le približne, ker so prehodi med njimi postopni in v vsakem vodnem telesu drugačni. Stoječa voda je enoten naravni pojav, ni pa enoten življenjski prostor. To celoto sestavljajo deli, ki so najtesneje povezani, vsak pa ohrani svoje značilnosti.

Zato ima vsaka stoječa voda svoje specifične lastnosti, ki jih mora vsak uporabnik ugotoviti sam, da mu bo to pomagalo pri izkoriščanju posameznega vodnega objekta (Rejic, 1988).

Ribnik ali rezervoar je stalno ali začasno mesto kopičenja in skladiščenja stoječe ali slabo pretočne vode. Ribnik je naravno ali umetno ustvarjeno statično vodno telo, ki je manjše in plitvejše od jezera. Rezervoarji vode nastanejo tako pod površjem kot tudi na površini zemlje. Tak primer so zaprti bazeni, v katerih dotok vode presega izgube zaradi izhlapevanja in filtracije v tla. Velja tudi razlaga, da so ribniki plitka vodna telesa, kjer svetloba prodre do dna tako, da v njih lahko rastejo vodne rastline.

Ribniki nastanejo na vodotoku z graditvijo pregrade in jih napajajo mimotekoči vodotoki, padavine, voda, ki jo dovajajo s pomočjo črpalk, ali pa kombinacija prej omenjenih virov (Svetina, 1982).

1.5 TEKOČE VODE

Celotno ozemlje Slovenije ima pozitivno vodno bilanco, kar pomeni, da sprejema s padavinami in dotokom več vode, kot je porabi. Večina tega presežka odteka po površju in oblikuje vodno mrežo. Ta se začne s stalnimi in občasnimi izviri različnih izdatnosti in nadaljuje s hudourniki in pritoki, ki se združujejo v vedno večje reke. S pojmom vodotok poimenujemo površinske tekoče vode, ne glede na njihovo velikost (Bat, 2003).

Tekoče vode, kot so reke, potoki, kanali in mlinščice, so naravni ali grajeni vodotoki, ki imajo stalen ali občasen pretok vode. Tekoče vode tvorijo hidrografska mrežo, ki kaže na njihovo lego in dolžino na zemeljski površini. Stoječe vode pa so naravna in umetno nastala jezera, v katera se zbira padavinska voda iz prispevnega območja (zbiralniki) ali pa vanje doteka stalen ali občasen dotok tekoče ali podzemne vode (zadrževalniki/presihajoča jezera, ribniki, mokrišča).

»Vodotoki v Sloveniji ne dosegajo zavidljivih dolžin in velikosti porečij, so pa relativno dobro vodnati« (Bat M., 2003). Ob meritvah pretoka na vodomernih postajah pa ne smemo zanemariti dejstva, da je pretok spremenljivka, ki niha skozi čas in prostor.

Potok je običajno do 3 m širok vodotok (pas tekoče vode), ki se večinoma zliva v večje potoke in kasneje posredno ali neposredno tudi v reke ali morja oceane. Njihovo dno je kamnito, prodnato ali zamuljeno. Kamnito dno je pogosto obraslo z algami. Planktona v vodi skoraj ni (<https://sl.warbletoncouncil.org/propiedades-fisicas-quimicas-agua-9329#menu-15>).

1.6 KROŽENJE VODE IN POMEN VODNIH RASTLIN

Krogotok snovi v vodi pove, kaj se z njimi v tem mediju dogaja. Voda kroži z izhlapevanjem v atmosfero in vračanjem nazaj na zemljo v obliki padavin. Podobno se dogaja pri kroženju snovi v življenju vodnih rastlin, ki v procesu fotosinteze proizvajajo sladkor in kisik s pomočjo klorofila, sončne energije, ogljikovega dioksida in v vodi raztopljenih mineralnih snovi (Svetina, 1982).

Na razširjenost in pojavljanje vodnih rastlin vplivajo številni dejavniki, kot so hitrost vodnega toka in pretok, svetloba, kemična sestava vode, vsebnost hranil, biološke interakcije z drugimi organizmi in dejavnosti človeka.

V vodnem ekosistemu imajo vodne rastline ključno vlogo kot temeljni del prehranjevalne verige, saj s fotosintezo vežejo sončno energijo in v okolje oddajajo kisik. S svojo navzočnostjo vplivajo tudi na hitrost vodnega toka, utrujejo dno struge in breg ter s tem zmanjšujejo erozijo. Poleg tega dajejo življenjski prostor številnim drugim organizmom, saj so substrat za alge, glive in bakterije, ponujajo skrivališča za ribe, v njihovih sestojih je večja vrstna pestrost nevretenčarjev, obrežne rastline dajejo zatočišče nekaterim vrstam ptic. Zaradi vsega naštetega omogočajo življenje in povečujejo biotsko pestrost v vodnem ekosistemu (<https://old.delo.si/znanje/znanost/kaj-se-skriva-pod-vodo.html>).

2 NAMEN, CILJI IN HIPOTEZE

Namen diplomske naloge je bil na modelu manjših ribnikov in potoka ugotoviti, kako se spreminja temperatura vode v stoječih in tekočih vodah ob različnih vremenskih pogojih. Cilji dela so bili: (a) predstaviti lastnosti in življenjske razmere v manjših vodnih telesih s poudarkom na vplivu temperature, (b) raziskati povezavo temperature vode v ribnikih na različnih globinah s temperaturo zraka ter vremenskimi pogoji, (c) ugotoviti razlike v razmerah v tekočih vodah in (d) ceniti prilagoditve v njih živečih živali na te razmere.

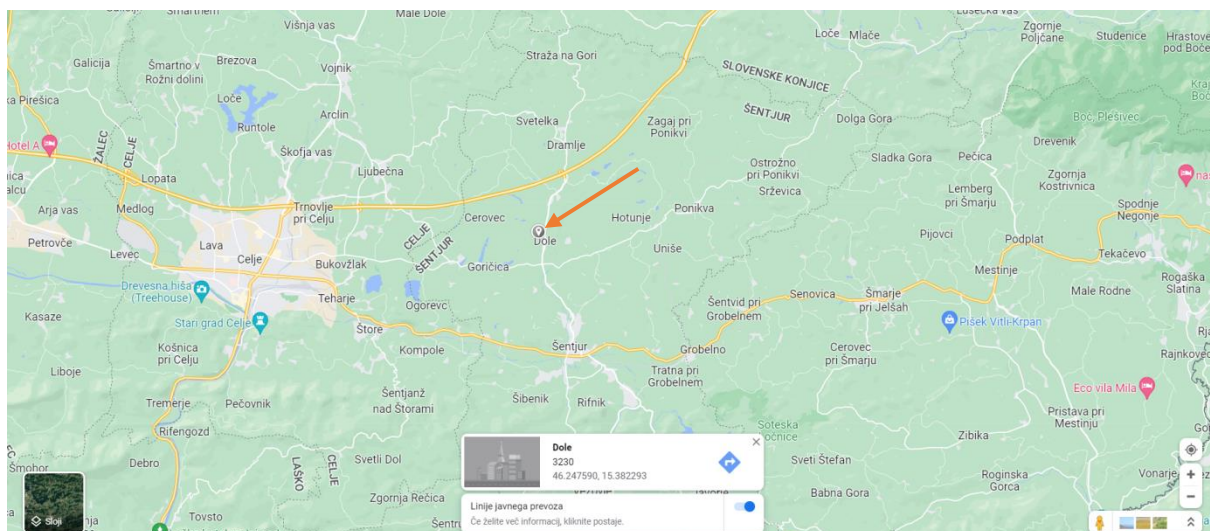
Hipoteze so:

- Spremembe temperature vode kot posledica sprememb vremenskih pogojev so večje in hitrejšje v manjših kot večjih vodnih telesih, v tekočih vodah pa se temperatura vode ohranja z manjšimi spremembami skozi celoten dan.
- Vpliv sprememb temperature vode kot posledica sprememb temperature zraka je za organizme z nestalno telesno temperaturo večji v manjših vodnih telesih.
- Temperatura vode v ribnikih se v spomladanskem času (april, maj, junij) z globino niža.

3 MATERIALI IN METODE DELA

Diplomsko delo je sestavljeno iz teoretičnega in eksperimentalnega dela na terenu. V teoretičnem (uvodnem) delu naloge sem predstavila vodo in njen pomen za v njej živeče organizme. Opisala sem glavne lastnosti vode s poudarkom na razmerah v manjših stoječih (ribniki pri naselju Dole pri Šentjurju) in tekočih (potok Jesenek) vodah.

V sklopu terenskega dela sem opravila meritve temperature na primeru stoječih voda v šestih različno velikih ribnikih, ki se nahajajo v naselju Dole pri Šentjurju (slika 1).



Slika 1: Lokacija ribnikov in potoka

S puščico je označen kraj, kjer se nahajajo ribniki in potok. (Vir: Google maps)

3.1 OPIS RAZISKOVALNEGA OBMOČJA

Naselje Dole pri Šentjurju leži na 268 m nadmorske višine. Območje, na katerem se nahajajo ribniki, je bilo prej zamočvirjeno in delno izsušeno zemljišče v velikosti slabih 6000 m² in malo več kot 800 m² gozda (slika 2). Zaradi izredno malega padca terena vzdolž nivoja ribnika je bilo potrebno v potoku urediti odzemni objekt.

Temu služi betonska pregrada z vgrajenimi kovinskimi vodili za namestitev lesenih zagatnic, s pomočjo katerih se vodna gladina v potoku dvigne in s tem omogoči dotok sveže vode v ribnike.



Slika 2: Satelitski posnetek lokacije testiranih ribnikov in potoka
S števkami so označena merilna mesta. (Vir: Google maps)

Potok Jesenek (slika 3) spada v skupino hudourniških potokov, ki napajajo ribnike. Direktno napaja ribnik številka 3, dotok v ostale ribnike pa se uravnava z ventili. V njem živijo ribe, školjke – potočni škržek, potočni raki – navadni koščak ter postrance. Ti organizmi nakazujejo na to, da je voda v potoku čista (Ivanuš, 2005).



Slika 3: Potok Jesenek (foto: N. Ivanuš, 2022)

Ivanuš, N.: Vpliv temperature zraka na temperature stoječe in tekoče vode ob različnih vremenskih pogojih. Diplomsko delo FVO, Velenje 2023

Ribnik 1 (sliki 2 in 4) je največji in najgloblji ribnik, ki sprejme kar 3.000 m³ vode. Kot toplovodni ribnik, ki se oskrbuje z vodo iz potoka, je bil zgrajen s krožnimi nasipi. Dotok in iztok sta regulirana z zasuni, prelivni objekt pa je cevne izvedbe. Največja globina je 1,3 m, najnižja pa 0,6 m. Ribnik je namenjen vzgoji (gojenju) rib in ga je možno popolnoma izprazniti. V ribniku najdemo krape (*Cyprinus carpio*), ploščiče (*Abramis brama*), zelenike (*Alburnus alburnus*), rdečeoke (*Rutilus rutilus*) in rdečeperke (*Scardinius erythrophthalmus*) (Povž, 1990).

V delnem vodnem dovoljenju je zapisano, da je največji dovoljen odvzem vode iz potoka 3 litre na sekundo (l/s). Brežina je poraščena z nizko vegetacijo (trave), ki zmanjšuje erozijo, delno senči vodne površine ter omogoča ribam drst in zaklon pred plenilci.



Slika 4: Ribnik 1 (foto: N. Ivanuš, 2022)

Ribnik 2 (slika 5) je eden izmed najmanjših ribnikov in sprejme okoli 50 m³ vode. Njegova lega je senčna, površina pa gosto pokrita z lokvanji. Zgrajen je kot depo za ribe, ki se izjavljajo iz ribnika 1. Ribnik se napaja iz izvira v ribniku.



Slika 5: Ribnik 2 (foto: N. Ivanuš, 2022)

Ribnik 3 (slika 6) je drugi največji po velikosti. Nahaja se na sončni legi in je ves dan izpostavljen sončnim žarkom. Sprejme 255 m³ vode in je namenjen za drst in vzgojo krapa (*Cyprinus carpio*), zelenike (*Alburnus alburnus*) in rdečeočke (*Rutilus rutilus*). Napaja se z vodo iz ribnika 1 (Povž, 1990).



Slika 6: Ribnik 3 (foto: N. Ivanuš, 2022)

Četrty ribnik (slika 7) leži zraven ribnika 3, tako da je tudi ves dan izpostavljen sončnim žarkom. Sprejme okoli 165 m³ vode in je namenjen za drst in vzgojo krapa (*Cyprinus carpio*), zelenike (*Alburnus alburnus*) in rdečeočke (*Rutilus rutilus*). Napaja se z vodo iz ribnika 1 (Povž, 1990).



Slika 7: Ribnik 4 (foto: N. Ivanuš, 2022)

Ivanuš, N.: Vpliv temperature zraka na temperature stoječe in tekoče vode ob različnih vremenskih pogojih. Diplomsko delo FVO, Velenje 2023

Peti ribnik (slika 8), ki leži na sončni legi, je eden izmed manjših in sprejme približno 50 m³ vode. Namenjen je za drst in vzgojo krapa (*Cyprinus carpio*), zelenike (*Alburnus alburnus*) in rdečeočke (*Rutilus rutilus*). Napaja se z vodo iz ribnika 1 (Povž, 1990).



Slika 8: Ribnik 5 (foto: N. Ivanuš, 2022).

Ribnik 6 (slika 9) je najmanjši, sprejme 40 m³ vode in je ves dan obsijan od sonca tako kot ribniki 3, 4 in 5, ki se nahajajo na istem območju. Napaja se z vodo iz ribnika 1 in je namenjen je za drst in vzgojo krapa (*Cyprinus carpio*), zelenike (*Alburnus alburnus*) in rdečeočke (*Rutilus rutilus*) (Povž, 1990).



Slika 9: Ribnik 6 (foto: N. Ivanuš, 2022)

3.2 TERENSKÉ MERITVE TEMPERATURE

Meritve temperature vode v primeru raziskav tekočih voda sem opravila v potoku Pešnica oziroma Jesenek, ki priteče v Voglajno v Šentjurju. V Pešnico redno migrirajo ribe, kot so: ploščič, klen, krap, linj, ostriž in mnoge druge (IVANUŠ Sandi (1971), Dole 46a, 3230 Šentjur, 18. 8. 2022).

Skupno sem opravila meritve v 20 dneh v letu 2022, in sicer v v treh mesecih (april–junij) dvakrat dnevno (dnevno-večerno/nočno dinamiko), dvakrat na teden in ob različnih vremenskih pogojih. Meritve sem opravila osemkrat v mesecu aprilu, šestkrat v mesecu maju in šestkrat v juniju. Podatki o datumih meritev, vremenskih pogojih, temperaturi zraka in vode na merilnih mestih, izmerjeni v različnih globinah zjutraj (od 7. do 9. ure) in zvečer (od 19. do 21. ure) so prikazani v prilogi 1.

V vsakem ribniku sem določila mesto, na katerem sem merila temperaturo vode na štirih globinah (0, 20, 50 in 100 cm). Rezultate meritev temperature vode sem primerjala s temperaturo zraka. Meritve sem opravljala s termometrom, ki deluje na podlagi zvišanja stolpca živega srebra, pritrjenim na vrvico, ki sem ga potopila do globine, na kateri sem merila temperaturo približno tri minute, da se je le-ta ustalila. Termometer sem nato izvlekla iz vode, temperaturo odčitala in zapisala ter ga ponovno potopila v vodo do zelene globine.

Vzporedno z merjenjem temperature vode sem merila tudi temperaturo zraka, in sicer 1 meter nad vodno gladino nad točko meritev v vodi. Podatke sem statistično obdelala v programu Excel.

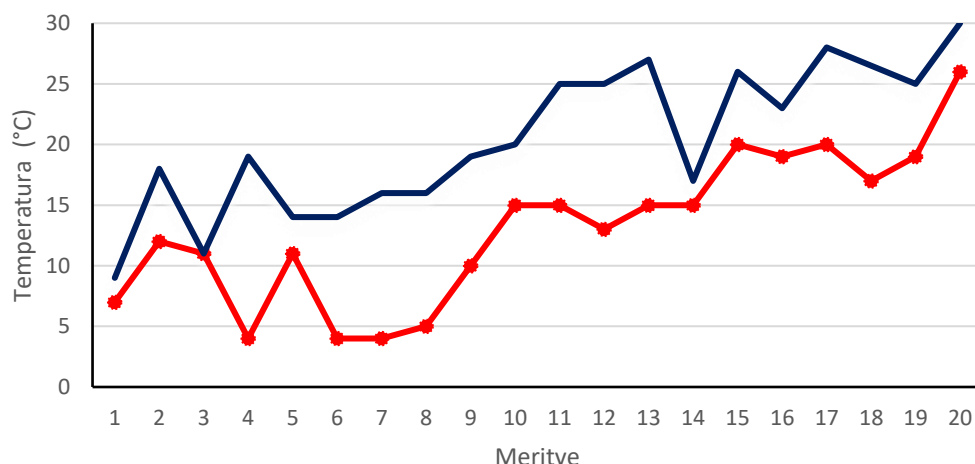
Dimenzije posameznih ribnikov in volumen vode v njih sem določila z meritvami dolžine, širine in globine ter jih predstavljam v rezultatih. Slike o poteku meritev so dodane v prilogi 2.

4 REZULTATI

4.1 TEMPERATURA ZRAKA IN VREMENSKE RAZMERE V ČASU MERITEV TEMPERATURE VODE

Krivulja sezonskega nihanja temperature zraka v obdobju od aprila do junija prikazuje, da se je temperatura zraka zjutraj in zvečer skozi celotno meritveno obdobje (20 meritev) z vmesnimi nihanji dvigala počasi (graf 1). Do nihanj temperature prihaja predvsem zaradi vremenskih sprememb. Temperatura zraka je zjutraj narasla od prve do zadnje meritve za 19 °C, zvečer pa za 21 °C. Razlike med jutranjo in večerno temperaturo, merjeno istega dne, so nihale od 0 °C (meritev 3) do 12 °C (meritev 12).

Pri večini meritev je bilo vreme sončno, razen pri prvi in dvanajsti, ko je bilo vreme delno oblačno, pri tretji meritvi je prejšnji dan snežilo, pri šesti meritvi je bilo megleno, pri deseti meritvi je bilo deževno, pri štirinajsti in šestnajsti meritvi pa je bilo vreme oblačno.



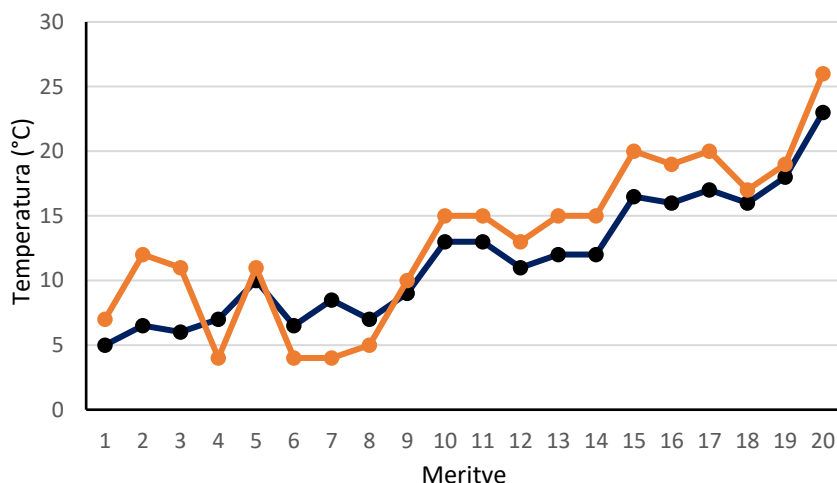
Graf 1: Primerjava temperature zraka zjutraj (rdeča linija) in zvečer (črna linija) istega dne kot meritve temperature vode v potoku in ribnikih.

4.2 TEMPERATURA VODE

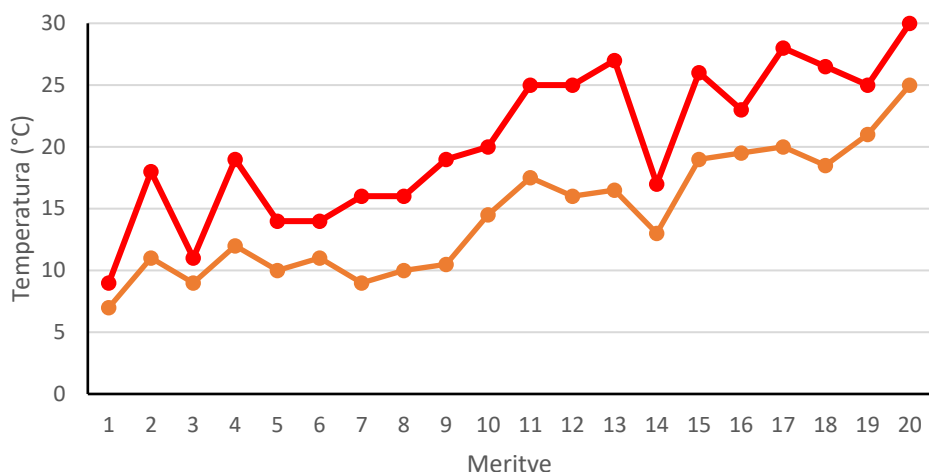
Temperaturo vode sem merila v potoku Jesenek ter v šestih ribnikih, ki se napajajo iz omenjenega potoka, in sicer pri naselju Dole pri Šentjurju, in jih primerjala z ob istem času izmerjeno temperaturo zraka.

4.2.1 Potok Jesenek

Meritve temperature vode v potoku so pokazale, da se temperatura vode giblje sorazmerno s temperaturo zraka tako zjutraj (graf 2) kot zvečer (graf 3). V vseh primerih sta bili tako temperatura vode kot temperatura zraka zjutraj nižji v primerjavi s temperaturo, izmerjeno zvečer. Kadar je bila temperatura zraka višja, je bila posledično višja tudi temperature vode v potoku.

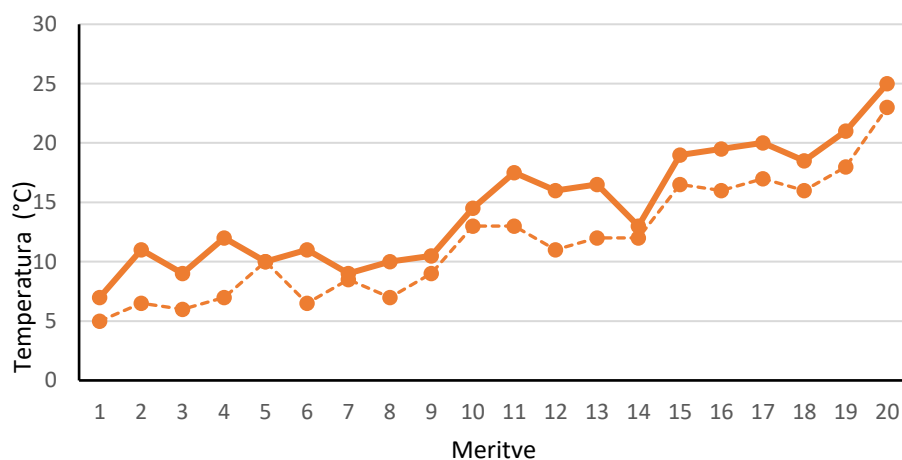


Graf 2: Nihanje temperature vode v potoku zjutraj (oranžna linija) in temperature zraka zjutraj (črna linija) v obdobju 20 meritev (april–junij).



Graf 3: Nihanje temperature vode v potoku (oranžna linija) in temperature zraka zvečer (rdeča linija) v obdobju 20 meritev (april–junij).

V grafu 4 sta prikazani meritvi temperature vode v potoku, izmerjeni zjutraj in zvečer. Iz grafa je razvidno, da je v večini primerov temperatura vode v potoku, izmerjena zjutraj, nižja v primerjavi z meritvami temperature, izmerjenimi zvečer, v nekaterih primerih pa sta vrednosti izmerjene temperature enaki.

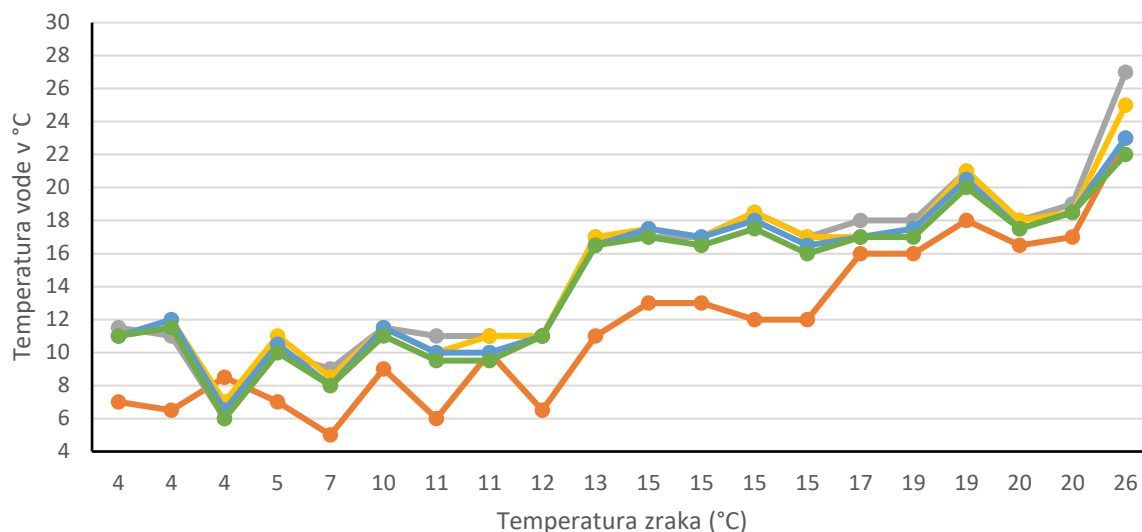


Graf 4: Nihanje temperature vode v potoku zjutraj (črtkasta linija) in zvečer (polna linija) v obdobju 20 meritev (april–junij).

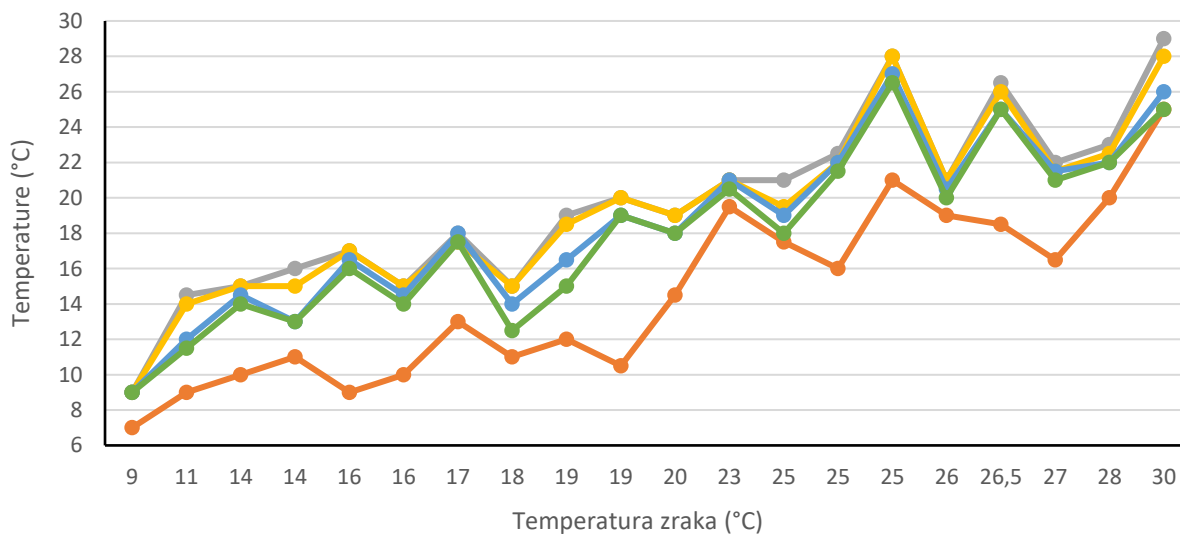
4.2.2 Ribnik 1

Meritve temperature vode v ribniku 1 in potoku v povezavi s temperaturo zraka so pokazale, da se temperatura vode tako v ribniku kot v potoku giblje zjutraj (graf 5) in zvečer (graf 6) sorazmerno s temperaturo zraka. V potoku je voda hladnejša v primerjavi s temperaturo vode v ribnikih. Zjutraj (graf 5) so razlike večje pri temperaturi zraka do 17 °C in dosegajo maksimalne vrednosti, z izjemo enkrat pri 4 °C in enkrat pri 11 °C, ker je v tem primeru prejšnji dan snežilo. Pri višjih temperaturah zraka te razlike v večini primerov ne presegajo temperature vode, izmerjene na globini 20 cm.

Zvečer (graf 6) je temperatura potoka v vseh primerih, razen zadnjem, nižja od temperature, izmerjene v ribniku 1. Temperatura na površini je bila pri večini meritev temperature najvišja ali približno enaka ostalim temperaturam po globini, pri čemer je temperatura padala z globino. To je najbolj razvidno ob visokih temperaturah ozračja.

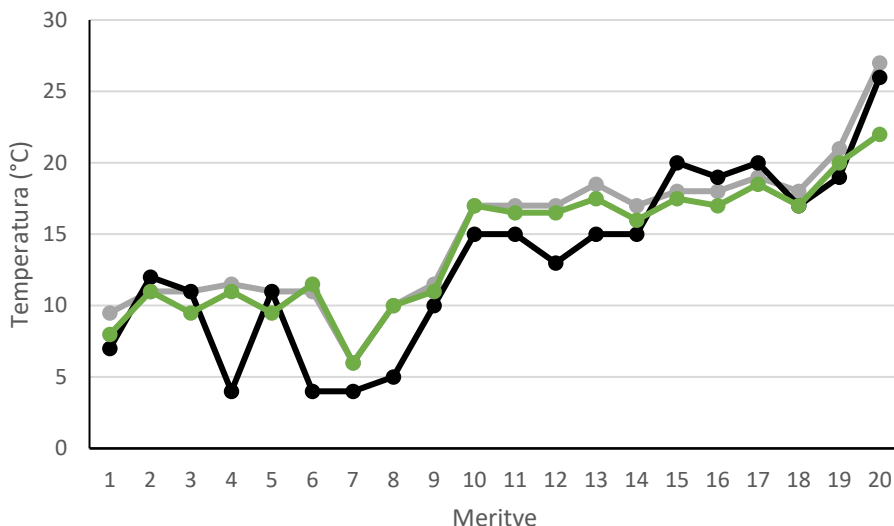


Graf 5: Primerjava temperature zraka s temperaturo vode v potoku (oranžna linija) in v ribniku 1, merjeno zjutraj. Globina meritev temperature vode v ribniku: površina (siva linija), 20 cm (rumena linija), 50 cm (modra linija) in 100 cm (zeleno linija).

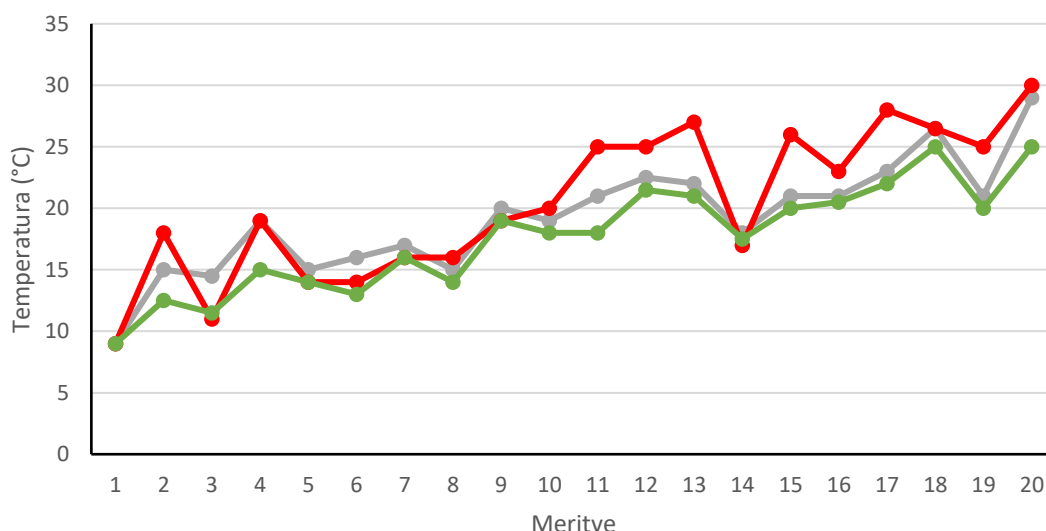


Graf 6: Primerjava temperature zraka s temperaturo vode v potoku (oranžna linija) in v ribniku 1, merjeno zvečer. Globina meritev temperature vode v ribniku (glej graf 5).

Primerjava temperature zraka in vremenskih pogojev po dnevih meritev s temperaturo vode v ribniku 1, izmerjeno na površini in 1 m pod njo, je pokazala, da se temperatura vode in zraka gibljeta sorazmerno. V globini so meritve temperature v primerjavi z rezultati meritev temperature na gladini v večini primerov nižje (grafa 7 in 8).



Graf 7 : Primerjava nihanja temperature vode v ribniku 1 na gladini (siva linija) in na globini 1 m (zelena linija) v primerjavi s temperaturo zraka zjutraj (črna linija) v obdobju 20 meritev (april–junij).



Graf 8: Nihanje temperature vode v ribniku 1 na površini (siva linija) in na globini 1 m (zelena linija) v primerjavi s temperaturo zraka zvečer (rdeča linija) v obdobju 20 meritev (april–junij).

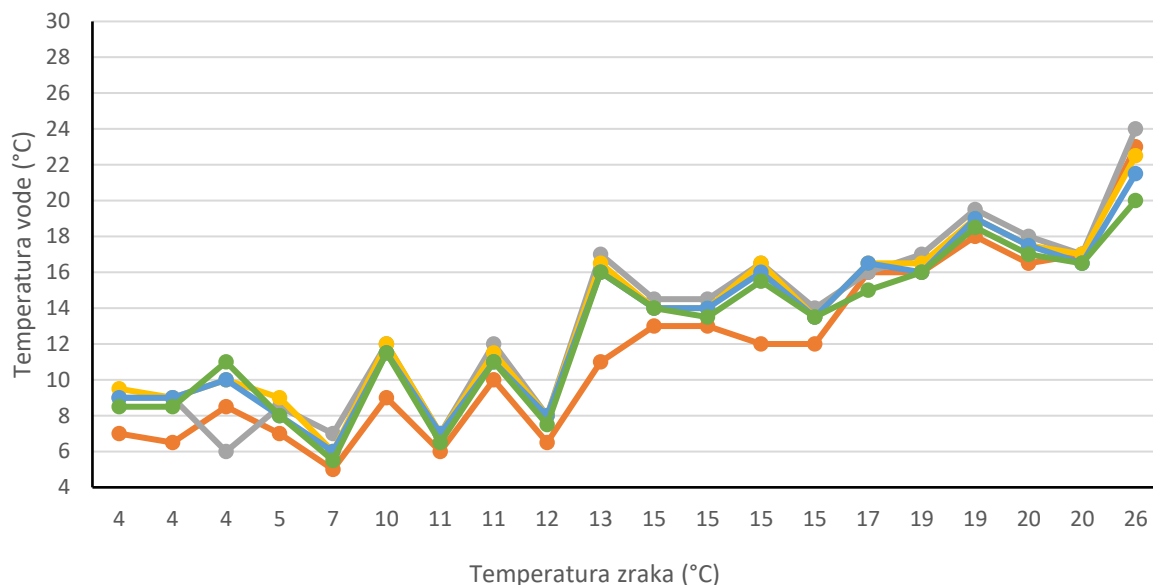
Meritve temperature vode na globini 50 cm so v največjem ribniku (ribnik 1) pokazale povezavo s hitrimi spremembami temperature zraka.

Meritve, opravljene zjutraj (graf 7), so pokazale na eni strani porast temperature vode za 3 °C ob porastu temperature zraka za 5 °C (meritvi 1 in 2) oz. za 1 °C ob znižanju temperature zraka za 7 °C (meritvi 3 in 4). V primeru meritev 4 in 5 pa sem izmerila padec temperature zraka za 1 °C ob zvišanju temperature zraka za 7 °C.

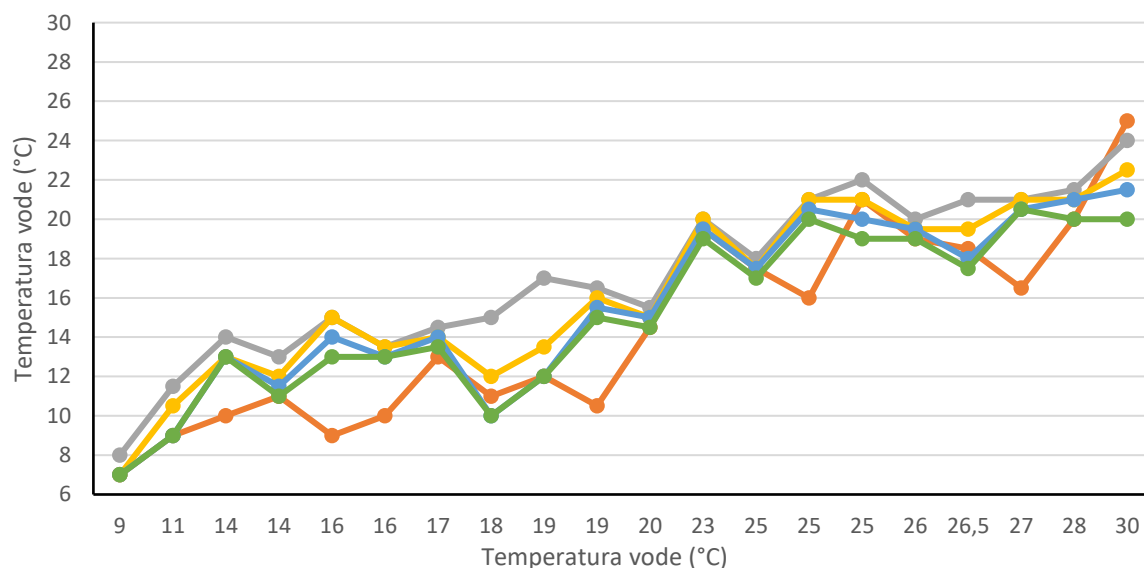
Meritve, opravljene zvečer (graf 8), so pokazale ob zvišanju temperature zraka za 9 °C porast temperature vode za 2,2 °C (meritvi 14 in 15) in padec za 3,5 °C ob padcu temperature zraka za 10 °C (meritvi 13 in 14).

4.2.3 Ribnik 2

V grafih 9 in 10 prikazujem primerjavo temperature zraka s temperaturo vode v potoku in vode v ribniku 2, izmerjene zjutraj in zvečer na površini in na različnih globinah. Zjutraj (graf 9) je temperatura vode v potoku v večini primerov nižja, razen ob temperaturi zraka 4 °C, ko je bila temperatura vode v potoku višja kot temperatura vode v ribniku 2 na gladini. Zvečer (graf 10) je temperatura vode, izmerjena v potoku, v večini primerov nihala podobno kot temperatura vode, izmerjene po nivojih. Temperatura na površini je bila pri večini meritev enaka ali toplejša kot voda pod površino. Da temperatura vode pada z globino, je najbolj razvidno v ribniku na vseh nivojih.

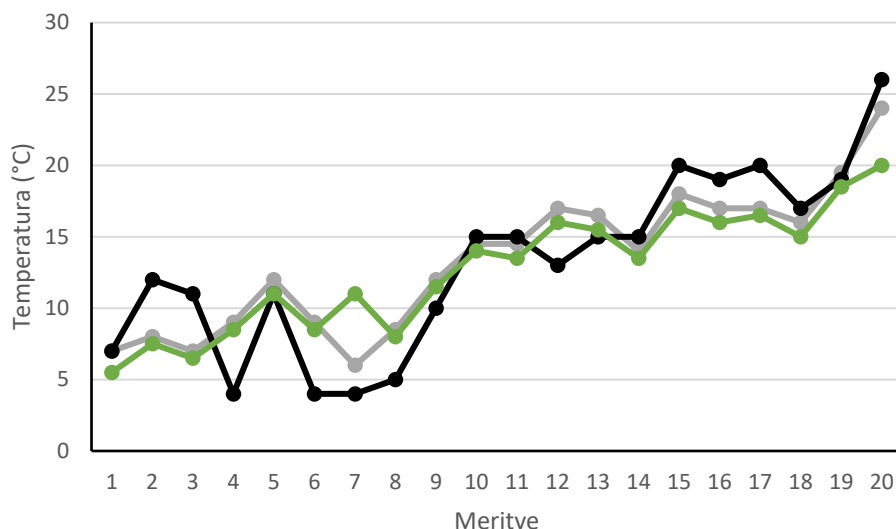


Graf 9: Odvisnost zjutraj izmerjene temperature vode v potoku (oranžna linija) in ribniku 2 od temperature zraka. Temperatura je bila izmerjena v ribniku na površini (siva linija) in v globinah 20 (rumena linija), 50 (modra linija) in 100 cm (zelena linija).

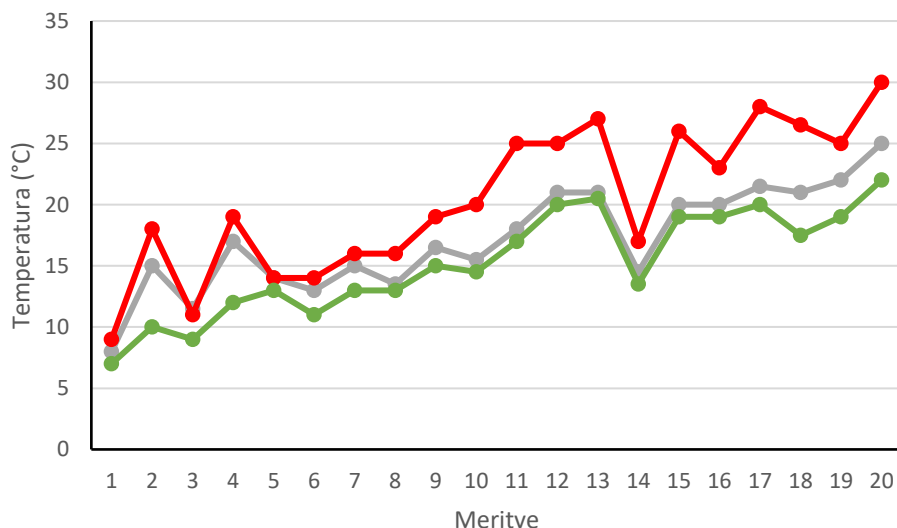


Graf 10: Odvisnost temperature vode v potoku (oranžna linija) in ribniku 2 od temperature zraka. Temperatura vode je bila izmerjena zvečer v ribniku na površini (siva linija) in v globini 20 (rumena linija), 50 (modra linija) in 100 cm (zelena linija) pod površjem.

Primerjava zjutraj (graf 11) in zvečer (graf 12) izmerjene temperature zraka in vode v ribniku 2 (na gladini in globini 1 m) je pokazala, da se temperaturi vode in zraka v večini primerov gibljeta sorazmerno. V globini je temperatura v primerjavi s temperaturo na gladini v večini primerov nižja. Zjutraj (graf 11) je temperatura zraka praviloma nižja v primerjavi s temperaturo vode na površini in na globini 1 m. Zvečer (graf 12) pa je ravno obratno in je temperatura zraka zvečer višja od temperature vode na gladini ribnika in pri globini 1 m.



Graf 11: Nihanje temperature vode v ribniku 2 na površini (siva linija) in globini 1 m (zelena linija) s temperature zraka zjutraj (črna linija) v obdobju 20 meritev (april–junij).



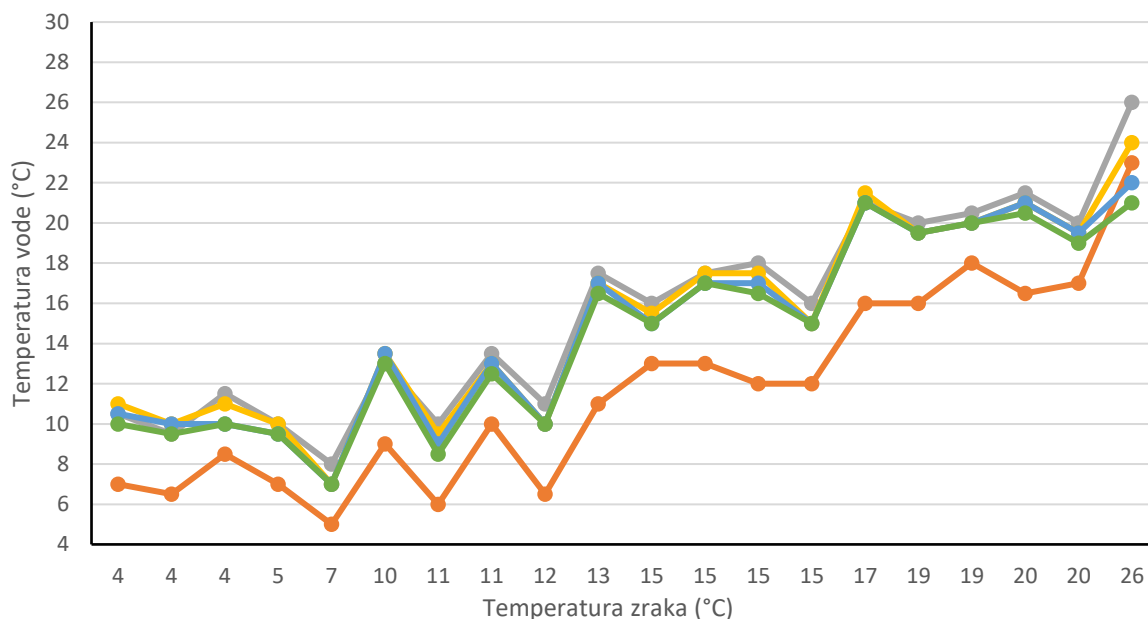
Graf 12: Nihanje temperature vode v ribniku 1 na površini (siva linija) in na globini 1 m (zelena linija) v primerjavi s temperaturo zraka zvečer (rdeča linija) v obdobju 20 meritev (april–junij).

4.2.4 Ribnik 3

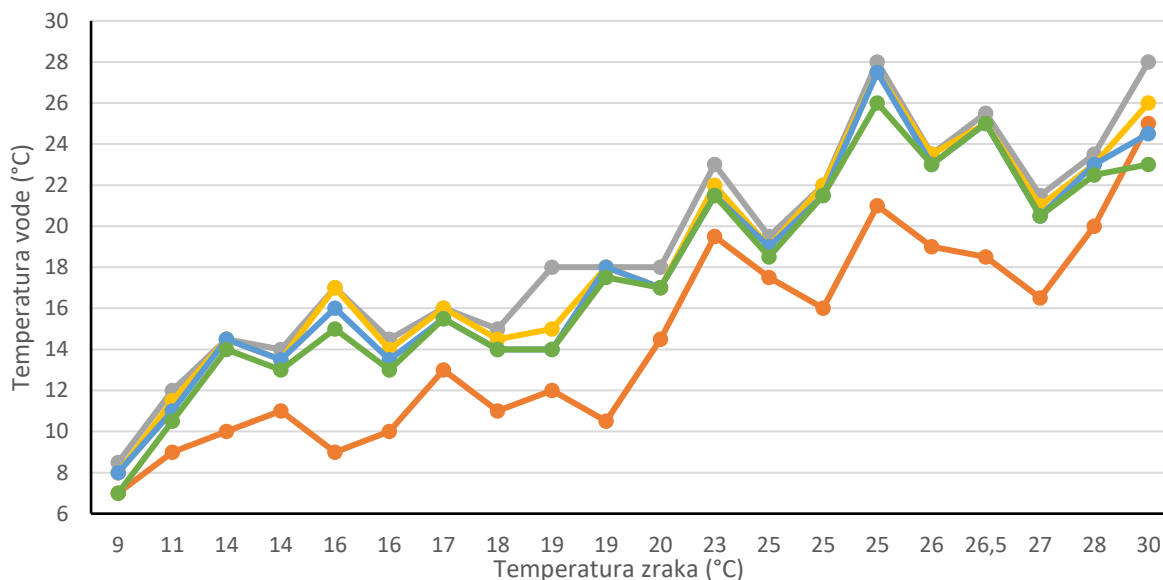
V grafih 13 in 14 prikazujem primerjavo temperature zraka s temperaturo vode v potoku in temperaturo vode v ribniku 3, izmerjeno zjutraj in zvečer na površini in na različnih globinah.

Zjutraj (graf 13) je temperatura vode v potoku nižja, razen pri zadnji meritvi, ko je bila temperatura vode v potoku višja kot temperatura vode v ribniku 3 na globini 20 cm. Zvečer (graf 14) je temperatura v potoku prav tako nižja, razen pri prvi in zadnji meritvi.

Temperatura na površini je bila pri večini meritev najtoplejša ali enaka ostalim meritvam temperature po globini. Globlje, kot so bile meritve izmerjene temperature, nižje so bile vrednosti temperature. To je najbolj razvidno proti koncu meritev, ko je bilo ozračje že tako toplo, da je po nivojih segrevalo vodo v ribniku.



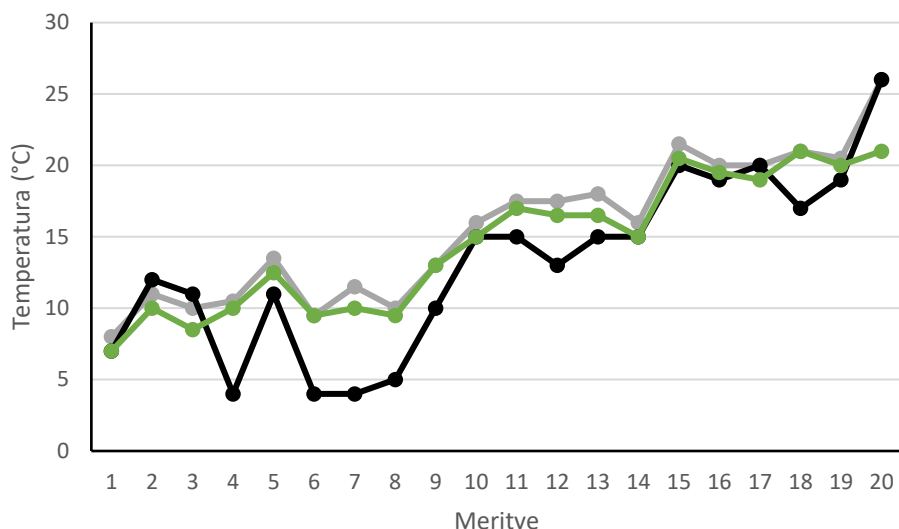
Graf 13: Temperatura vode v ribniku 3 in potoku glede na temperaturo zraka, merjeno zjutraj na različnih globinah. Mesta meritev so označena z različnimi barvami linij (glej grafa 5 in 6).



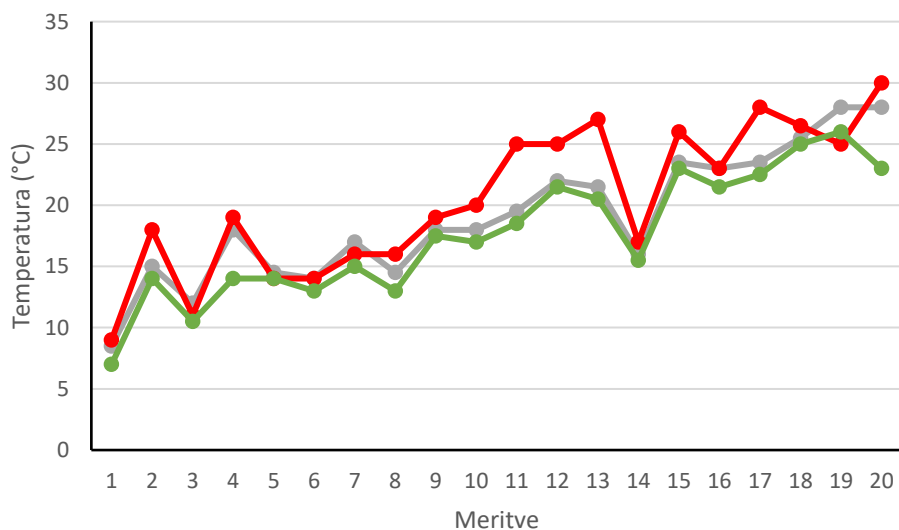
Graf 14: Temperatura vode v ribniku 3 in potoku glede na temperaturo zraka, merjeno zvečer na različnih globinah. Mesta meritev so označena z različnimi barvami linij (glej grafa 5 in 6).

Grafa 15 in 16 prikazujeta primerjavo med temperaturo zraka, izmerjeno zjutraj (črna linija) in zvečer (rdeča), ter izmerjeno temperature vode v ribniku 3 na gladini (siva linija) in globini 1 m (zelena linija). Iz grafov je razvidno, da se temperaturi vode in zraka v večini primerov gibljeta sorazmerno. V globini je temperatura v primerjavi s temperaturo na gladini v večini primerov nižja. Zjutraj (graf 15) je temperatura zraka praviloma nižja v primerjavi s temperaturo vode na

površini in na globini 1 m. Zvečer (graf 16) pa je ravno obratno in je temperatura zraka zvečer višja od temperature vode na gladini ribnika in globini 1 m.



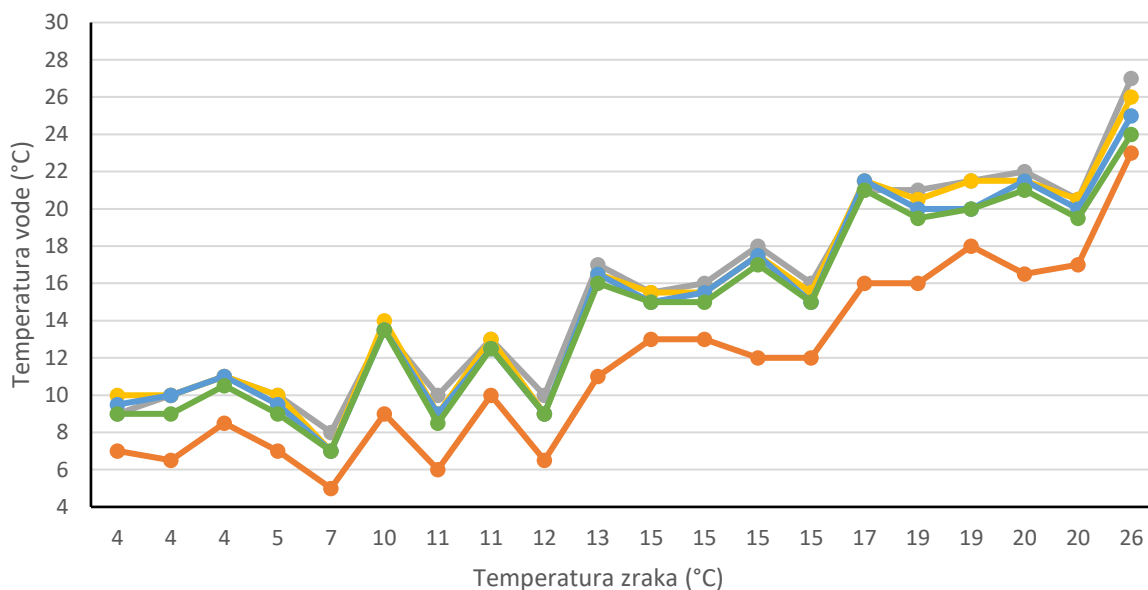
Graf 15: Nihanje temperature vode v ribniku 3 na površini (siva linija) in globini 1 m (zelena linija) s temperature zraka zjutraj (črna linija) v obdobju 20 meritev (april–junij).



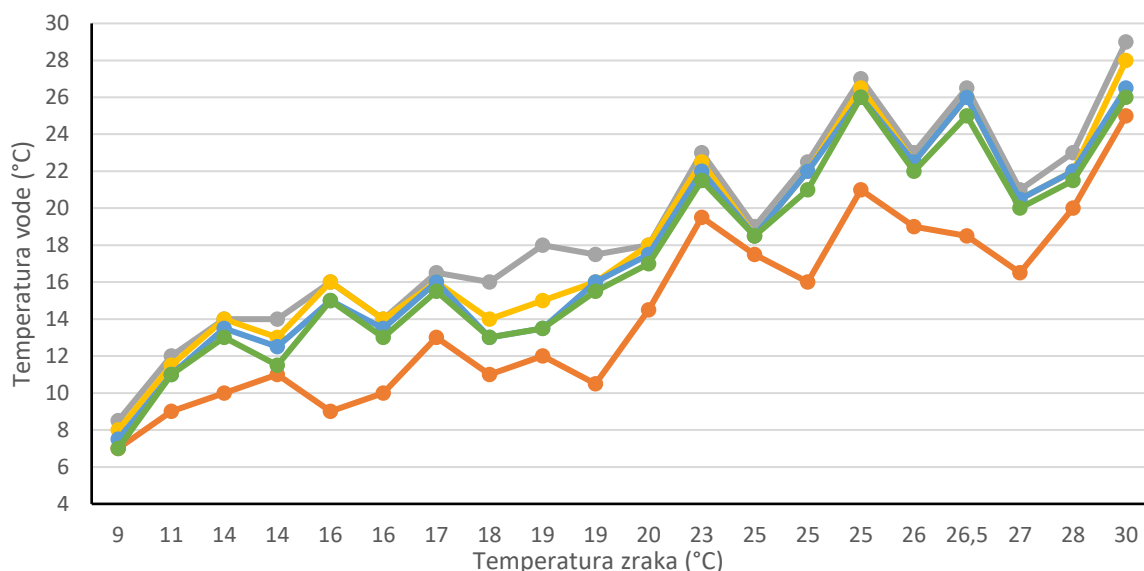
Graf 16: Nihanje temperature vode v ribniku 3 na površini (siva linija) in na globini 1 m (zelena linija) v primerjavi s temperaturo zraka zvečer (rdeča linija) v obdobju 20 meritev (april–junij).

4.2.5 Ribnik 4

Zjutraj je temperatura vode v potoku v vseh primerih nižja v primerjavi s temperaturo vode v ribniku (graf 17). Zvečer je temperatura v potoku prav tako nižja, razen pri 9 °C in 14 °C, ko je temperatura vode v potoku enaka temperaturi vode na gladini ribnika 4 (graf 18). Temperatura na površini je bila pri večini meritev najtoplejša ali enaka ostalim meritvam temperature po globini. Pri visokih temperaturah ozračja je bil padec temperature z globino meritve najočitnejši.

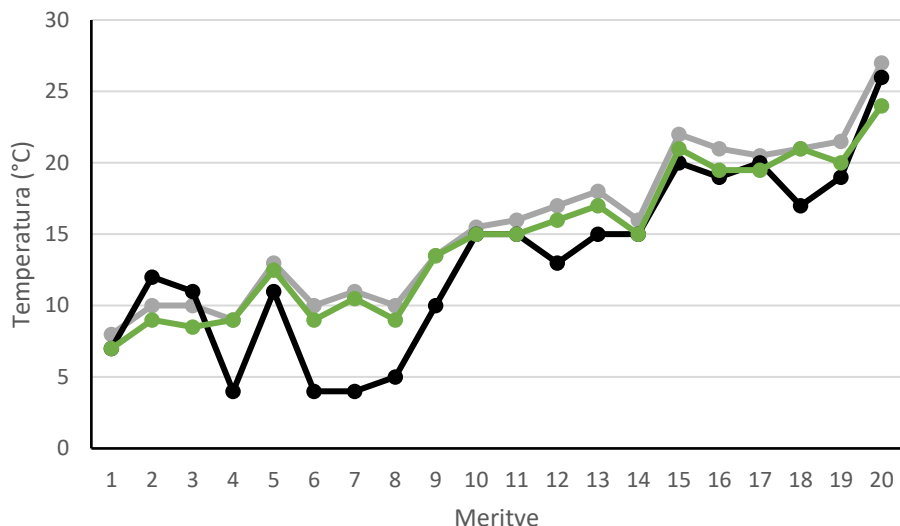


Graf 17: Temperatura vode v ribniku 4 in potoku glede na temperaturo zraka, merjeno zjutraj na različnih globinah. Mesta meritev so označena z različnimi barvami linij (glej grafa 5 in 6).

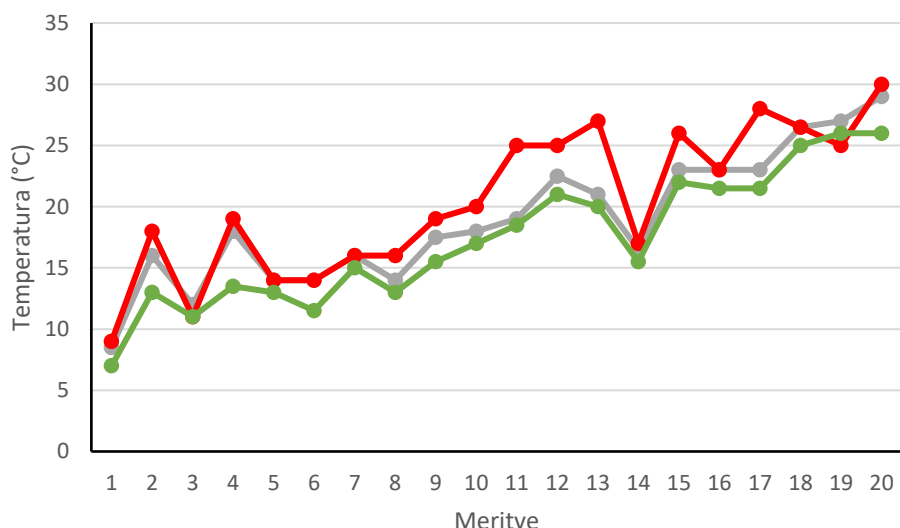


Graf 18: Temperatura vode v ribniku 4 in potoku glede na temperaturo zraka, merjeno zvečer na različnih globinah. Mesta meritev so označena z različnimi barvami linij (glej grafa 5 in 6).

Zjutraj je temperatura zraka praviloma nižja ali enaka v primerjavi s temperaturo vode na površini in na globini 1 m, razen pri drugi in tretji meritvi (graf 19). Zvečer pa je ravno obratno, in je temperatura zraka višja ali enaka temperaturi vode na gladini ribnika in v globini 1 m, razen pri prvih štirih meritvah in pri devetnajsti meritvi (graf 16).



Graf 19: Nihanje temperature vode v ribniku 2 na površini (siva linija) in globini 1 m (zelena linija) s temperaturo zraka zjutraj (črna linija) v obdobju 20 meritev (april–junij).

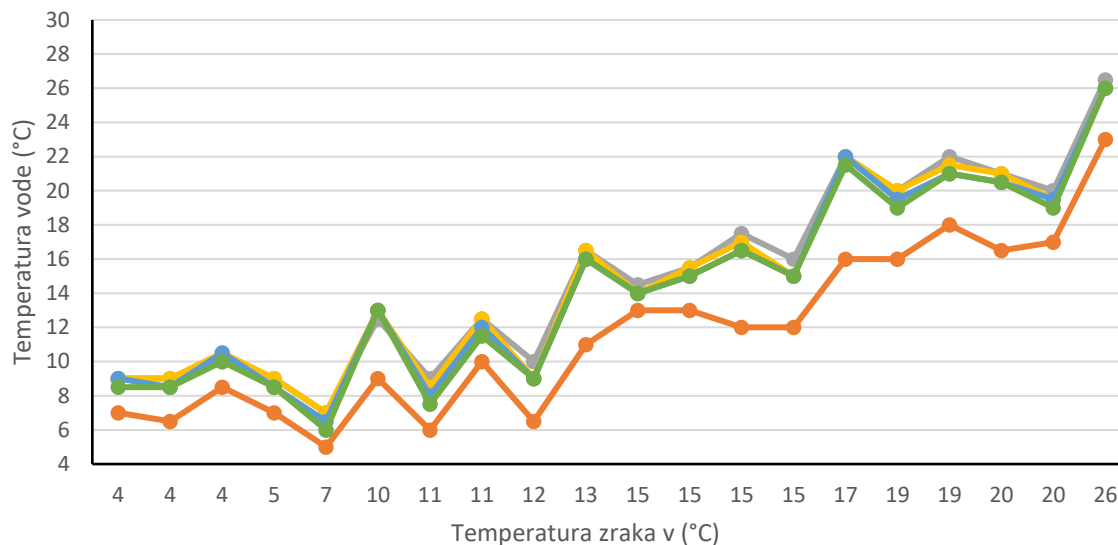


Graf 20: Nihanje temperature vode v ribniku 1 na površini (siva linija) in na globini 1 m (zelena linija) v primerjavi s temperaturo zraka zvečer (rdeča linija) v obdobju 20 meritev (april–junij).

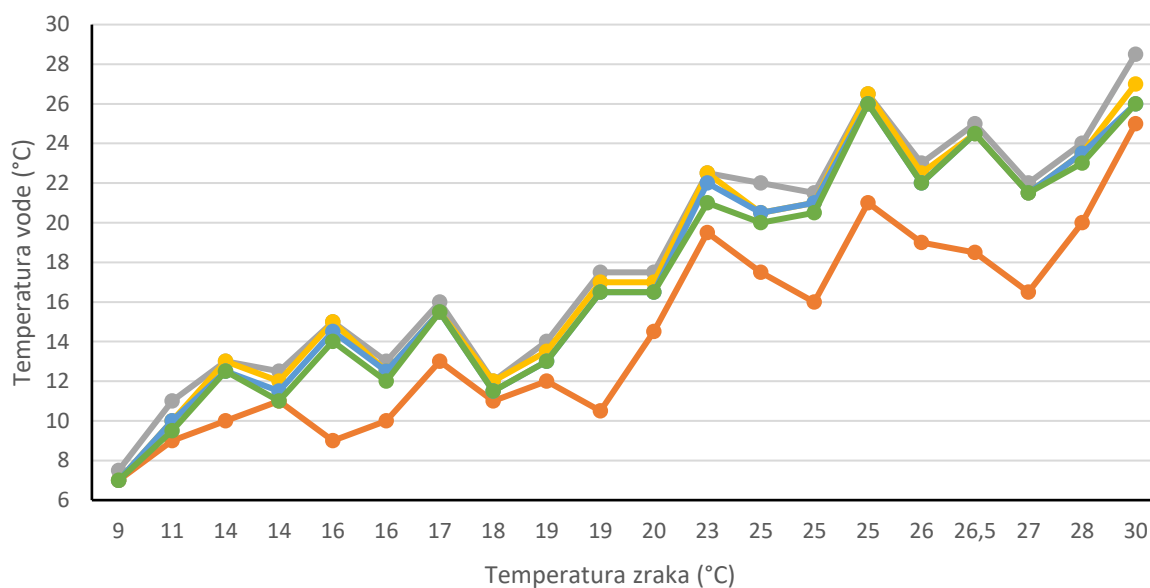
4.2.6 Ribnik 5

Zjutraj je temperatura vode v potoku v vseh primerih nižja v primerjavi s temperaturo vode v ribniku (graf 21). Manjše so tudi razlike v temperaturi vode v ribniku 5, izmerjene na različnih globinah. Zvečer je temperatura v potoku prav tako nižja, razen pri temperaturah zraka 9 °C, 14 °C in 18 °C, ko je temperatura vode v potoku enaka temperaturi vode na gladini ribnika 5 (graf 22). Temperatura na površini je bila pri večini meritev najtoplejša ali enaka ostalim meritvam temperature po globini. Globlje, kot so bile izmerjene temperature, nižje so bile.

To je najbolj razvidno pri zadnji meritvi, ko je bilo ozračje že tako toplo, da je po nivojih segrevalo vodo v ribniku.

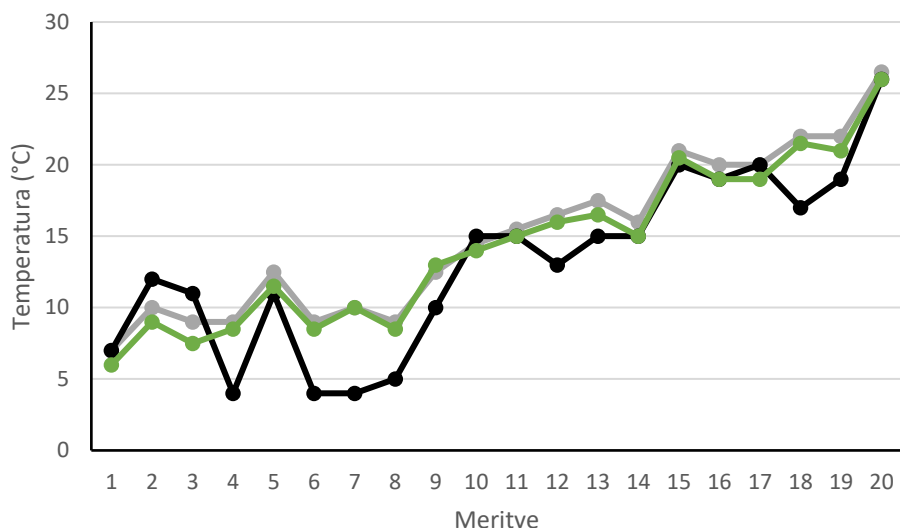


Graf 21: Temperatura vode v ribniku 5 in potoku glede na temperaturo zraka, merjeno zjutraj na različnih globinah. Mesta meritev so označena z različnimi barvami linij (glej grafa 5 in 6).

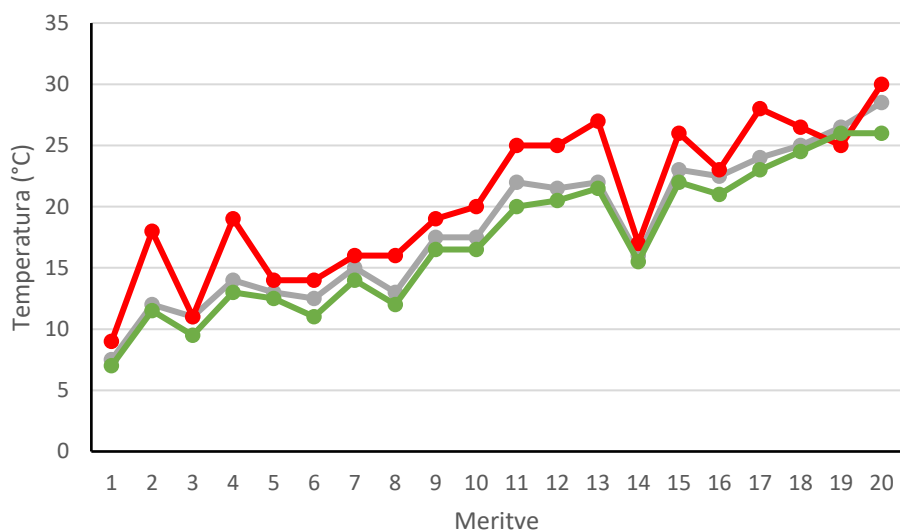


Graf 22: Temperatura vode v ribniku 5 in potoku glede na temperaturo zraka, merjeno zvečer na različnih globinah. Mesta meritev so označena z različnimi barvami linij (glej grafa 5 in 6).

Pri drugi, tretji in deseti meritvi je bila temperatura zraka višja od temperature vode, pri ostalih meritvah pa je bila temperatura zraka približno enaka temperaturi vode (graf 23). Zvečer pa je bila temperatura zraka višja od temperature vode na gladini ribnika in globini 1 m, razen pri tretji in devetnajsti meritvi (graf 24).



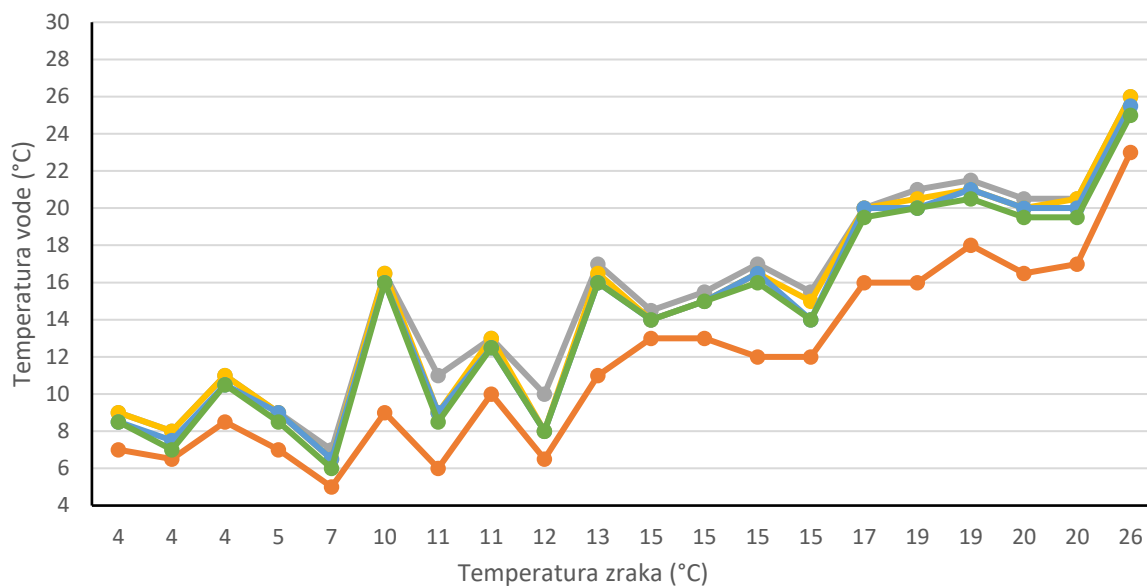
Graf 23: Nihanje temperature vode v ribniku 2 na površini (siva linija) in globini 1 m (zelena linija) s temperaturo zraka zjutraj (črna linija) v obdobju 20 meritev (april–junij).



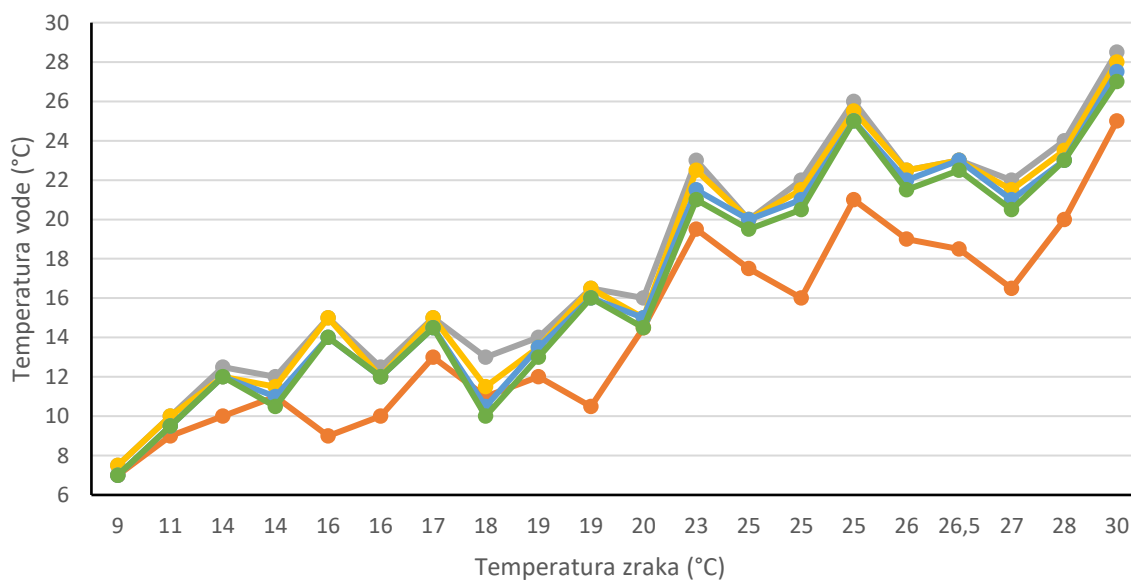
Graf 24: Nihanje temperature vode v ribniku 1 na površini (siva linija) in na globini 1 m (zelena linija) v primerjavi s temperaturo zraka zvečer (rdeča linija) v obdobju 20 meritev (april–junij).

4.2.7 Ribnik 6

Zjutraj je temperatura vode v potoku v večini primerov nižja v primerjavi s temperaturo vode v ribniku (graf 25). Zvečer je temperatura v potoku vedno bolj podobna temperaturi vode v ribniku (graf 26). Temperatura na površini je bila pri večini meritev enaka ali višja od temperature po globini. Temperatura vode pada z globino, kar je najbolj razvidno pri zadnji meritvi. Takrat je bila temperatura zraka najvišja in se je voda v ribniku po nivojih segrevala. Toplejše, kot so temperature zraka, manjše so razlike v temperaturi vode v ribniku 6 na različnih globinah.



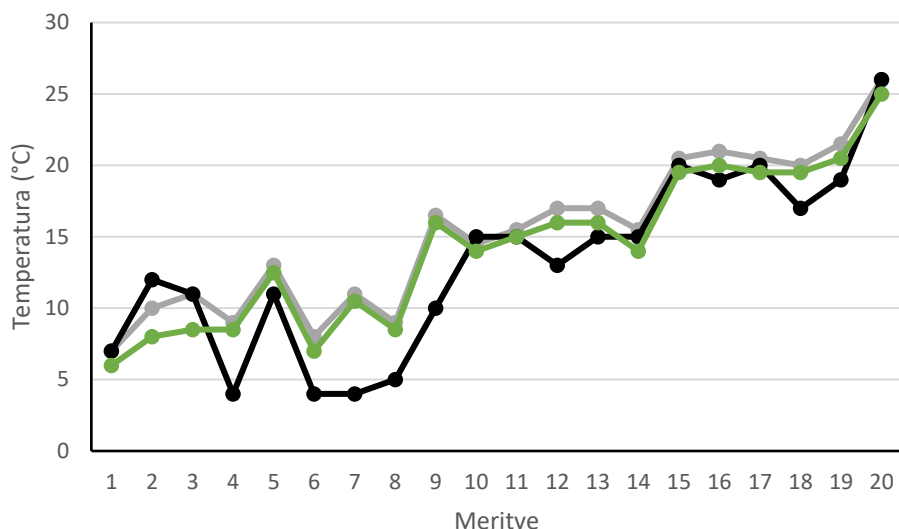
Graf 25: Temperatura vode v ribniku 6 in potoku glede na temperaturo zraka, merjeno zjutraj na različnih globinah. Mesta meritev so označena z različnimi barvami linij (glej grafa 5 in 6).



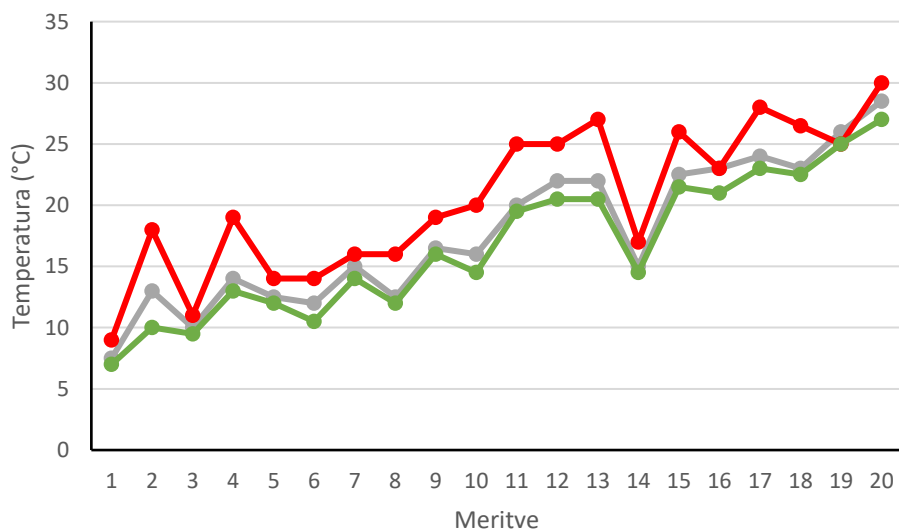
Graf 26: Temperatura vode v ribniku 6 in potoku glede na temperaturo zraka, merjeno zvečer na različnih globinah. Mesta meritev so označena z različnimi barvami linij (glej grafa 5 in 6).

Zjutraj je temperatura zraka v večini primerov nižja ali enaka temperaturi vode, le pri tretji meritvi, saj je prejšnji dan snežilo (graf 27). Zvečer pa je temperatura zraka višja od

temperature vode na gladini ribnika in globini 1 m, razen pri tretji in devetnajsti meritvi (graf 28).



Graf 27: Nihanje temperature vode v ribniku 2 na površini (siva linija) in globini 1 m (zelena linija) s temperaturo zraka zjutraj (črna linija) v obdobju 20 meritev (april–junij).



Graf 28: Nihanje temperature vode v ribniku 1 na površini (siva linija) in na globini 1 m (zelena linija) v primerjavi s temperaturo zraka zvečer (rdeča linija) v obdobju 20 meritev (april–junij).

Hitre spremembe temperature zraka so imele v primerjavi z večjim ribnikom (ribnik 1) močnejši vpliv na temperaturo vode v ribniku z manjšim volumnom vode (ribnik 6). V slednjem so meritve zjutraj na globini 50 cm pokazale v vodi porast temperature za 1,5 °C ob zvišanju temperature zraka za 5 °C (meritvi 1 in 2), padec temperature vode za 0,5 °C ob znižanju temperature zraka za 7 °C (meritvi 4 in 5) ter 4 °C, visok porast temperature vode ob porastu temperature zraka za 7 °C (meritvi 4 in 5).

Meritve zvečer (graf 8) so pokazale porast temperature vode za 7,5 °C ob porastu temperature zraka za 9 °C (meritvi 14 in 15) oz. padec za 6,5 °C ob padcu temperature zraka za 10 °C (meritvi 13 in 14).

5 RAZPRAVA S SKLEPI

Temperatura vode je pomembna lastnost, ki določa biodiverzitetu določenega vodnega telesa. V primeru raziskav testnih ribnikov je bila temperatura vode tesno povezana s temperaturo zraka.

Temperatura vode je pogojena s sončno obsijanostjo in z njeno absorpcijsko sposobnostjo. Če je temperatura vode višja od 4 °C, je na površini toplejša. Z izhlapevanjem in odtokom zgornjega sloja vode se ta ohlaja. Zaradi največje težnosti je temperatura vode na dnu pozimi okrog 4 °C. Z mešanjem se temperatura v celem vodnem stolpcu izenačuje. Toplovodni ribniki se pri nas ogrejejo do 35 °C, pozimi pa le-ti zaledenijo. Specifična toplota vode je velika in zato se počasi ogreva in ohlaja. Posledično voda v vročem obdobju ohlaja svojo okolico, v hladni dobi pa jo ogreva. Letna temperature vode niha in s tem posledično vpliva na obstoj in razvoj rastlinskih in živalskih združb v njej.

Voda je zaradi svoje razpoložljivosti in visoke toplotne kapacitete običajno medij za izmenjavo toplote tako za hlajenje kot ogrevanje. Hladna voda je v naravi na voljo v jezerih, vodotokih in morju. Zaradi visoke izparilne/kondenzacijske toplote je še posebej učinkovita za prenos toplote z izparevanjem in kondenzacijo vode.

S pomočjo podatkov iz literature ter rezultatov meritev temperature zraka in vode v potoku in ribnikih na različnih globinah ob različnih vremenskih pogojih sem analizirala hipoteze.

V manjših ribnikih (ribnik 6) volumna 40 m³ se temperatura vode hitreje spreminja v skladu s temperaturo zraka, in sicer kot posledica vremenskih razmer v času meritev, v primerjavi z večjim ribnikom (ribnik 1) z volumnom 30 m³. Razlika je najbolj opazna takrat, kadar temperatura močno niha. Tako lahko potrdim prvo hipotezo, ki pravi, da so spremembe temperature vode kot posledica sprememb vremenskih pogojev večje in hitrejše v manjših kot v večjih vodnih telesih. S svojimi meritvami sem ugotovila, da se v tekočih vodah njena temperatura vode ohranja z manjšimi spremembami skozi celoten dan. V potoku je bila pri prvi meritvi (aprila) zjutraj izmerjena temperatura 5 °C, kar je bila najnižja temperatura, izmerjena v vseh vodnih telesih skozi celoten proces merjenja temperature. Hipotezo 1 lahko potrdimo tudi s primerjavo velikosti in hitrosti spremembe temperature vode zaradi spremembe temperature zraka v največjem in najmanjšem ribniku. Spremembe so večje v ribniku z manjšim volumnom vode.

S to trditvijo se lahko navežem na drugo hipotezo, ki pravi, da je vpliv spremembe temperature vode kot posledica temperature zraka na organizme z nestalno telesno temperaturo manjši v večjih vodnih telesih. V ribnikih, v katerih sem merila temperaturo vode, živijo ribe (smuč, krap, navadni koreselj, linj, ploščič, rdečeoka), raki desetonožci (koščak), školjke (jezerska brezzobka), žabe, ličinke kačjih pastirjev, vodni drsalci, vodne bolhe, postranice in druge vrste vodnih nevretenčarjev. Ti organizmi spadajo med organizme z nestalno telesno temperaturo. Ker je naraščanje temperature hitrejši proces, kot so procesi adaptacije življenjskih procesov, je ta trend bolj nevaren za organizme z nestalno telesno temperaturo, ki živijo v manjših vodnih telesih zato, ker so prostorsko omejeni na ta biotop. V našem primeru gre predvsem za toplovodno ribogojstvo oziroma vzgojo krapa. Toplovodno ribogojstvo, ki se odvija v ribnikih, se razlikuje od hladnovodnega po višji temperaturi vode, s tem pa tudi z manjšo količino v vodi raztopljenega kisika. Gre za precej večjo površino ribnikov, v katerih se razvijajo tudi manjši organizmi, ki so naravna hrana za ribe, ki jih vzgajamo. Ribniki so običajno oskrbovani z majhnimi količinami vode, večkrat samo toliko, da ribnik ne presahne. Krap in sorodne vrste rib živijo v bolj stoječih in velikokrat motnih vodah, ki pa se v poletnih mesecih lahko segrejejo tudi nad 30 °C.

Bioprodukcija krapa in sorodnih vrst je odvisna od temperature vode, ki je v ribniku odvisna od poleg klimatskih pogojev še od vrste in količine vode, s katero oskrbujemo ribnik, same lege ribnika in njegove globine. Iz tega razloga je pomembno, kako je ribnik zasnovan. Naravno razmnoževanje krapov se vrši pri temperaturi vode nad 18 °C. Pri ribogojstvu smo odvisni od vremena in temperature vode, zato uspeh drsti ni vedno zanesljiv. Za celoten razvoj je potrebna določena temperatura vode skozi daljše obdobje oziroma določeno število dnevni stopinj. Nad 24 °C se embriji razvijajo prehitro. Poveča se količina spačkov in neizvaljenih iker.

Za samo delo je pomembna zmožnost predvidevanja trajanja posameznih razvojnih faz, kar pa je možno le pri konstantni temperaturi. Nenadna sprememba temperature za več kot 2 °C škodi ikram in zarodu.

Živali v ribniku se prilagodijo temperaturnim razmeram v vodi tako, da odvisno od letnega časa poiščejo osenčen oziroma osončen del ribnika. Poleg tega pa se ti organizmi poleti in pozimi praviloma zadržujejo pri dnu, jeseni in spomladi pa so bolj na površju.

Rezultati meritev so pokazali, da se temperatura stoječih in tekočih voda spreminja glede na temperaturo zraka. Višja kot je izmerjena temperatura zraka, višja je temperatura vode. Vpliv na temperaturo vode ima tudi globina, saj se v vseh primerih temperatura z globino niža ali ostaja enaka. Na podlagi rezultatov meritev lahko potrdim tretjo hipotezo, ki pravi, da se temperatura vode v ribniku v spomladanskem času (april, maj, junij) z globino niža.

Prav tako do razlik v izmerjenih vrednostih temperature vode in zraka pride pri merjenju zjutraj in zvečer. Zjutraj je bila temperatura zraka ter temperature vode nižja, kot so bile vrednosti temperature meritev v popoldanskem času oziroma zvečer, ko so bile izmerjene temperature višje. V največjem ribniku (ribnik 1) je bila pri zadnji meritvi (junija) zvečer izmerjena temperatura 29 °C na gladini ribnika, kar je bila najvišja temperatura, izmerjena v vseh vodnih telesih skozi celoten proces merjenja temperature.

V potoku je bila temperatura vode vidno nižja skozi celoten proces merjenja, kar lahko pripišemo stalnemu mešanju vode, saj gre za tekoče vode.

Izmerjena temperatura vode se razlikuje tudi glede na velikost ribnikov. Ribnik 1, ki je največji in najgloblji, se je počasneje segreval in ohlajal kot ostali manjši ribniki. Kljub hitremu segrevanju zraka se je temperatura vode počasi spreminjala oziroma višala čez dan. Čez noč je prišlo do ohladitve zraka, posledično pa se je znižala tudi temperatura vode na gladini. V globini je temperatura ostajala približno enaka.

6 POVZETEK

Voda je vir življenja na Zemlji, saj predstavlja med drugim medij vseh biokemijskih reakcij, okolje večine organizmov in celic, je toplotni pufer, omogoča ohlajevanje z izparevanjem vode in povezuje biotope.

Temperatura okolja dolgoročno vpliva na evolucijo procesov, ki omogočajo življenje v izbranem okolju. Sonce vodo segreva, veter in valovi pa mešajo plasti vode od vrha proti globini tako, da se voda segreje tudi v globino. Toplejše plasti so lažje in se nahajajo na površini, v globinskem sloju pa je voda hladnejša. V nasprotju s stoječimi pa je pri tekočih vodah njeno mešanje stalno tako, da v večini primerov ne zasledimo plasti z različnimi temperaturami.

Meritve sem opravljala v potoku Jesenek, ki spada v skupino hudourniških potokov, ki napajajo ribnike. Direktno napaja ribnik številka 1, dotok v ostale ribnike pa se uravnava z ventili. V njem živijo ribe, školjke – potočni škržek, potočni raki – navadni koščak ter postranice. Ribnik 1 je največji in najgloblji ribnik, ki sprejme kar 3.000 m³ vode. Kot toplovodni ribnik, ki se oskrbuje z vodo iz potoka, je bil zgrajen s krožnimi nasipi. Dotok in iztok sta regulirana z zasuni, prelivni objekt pa je cevne izvedbe. Ribnik 2 je eden izmed najmanjših ribnikov in sprejme okoli 50 m³ vode. Njegova lega je senčna, površina pa gosto pokrita z lokvanji. Napaja se iz izvira v ribniku. Ribnik 3 je drugi največji po velikosti. Nahaja se na sončni legi in sprejme 255 m³ vode. Četrti ribnik leži zraven ribnika 3 in sprejme okoli 165 m³ vode. Peti ribnik, ki leži na sončni legi, je eden izmed manjših in sprejme približno 50 m³ vode. Ribnik 6 je najmanjši ribnik in sprejme 40 m³ vode. Ribniki 3, 4, 5 in 6 se napajajo z vodo iz ribnika 1 in so namenjeni za drst in vzgojo rib.

Skupno sem meritve opravljala 20 dni v letu 2022, in sicer v treh mesecih (april–junij) dvakrat dnevno (dnevno-večerno/nočno dinamiko), dvakrat na teden in ob različnih vremenskih pogojih. Meritve sem opravila osemkrat v mesecu aprilu, šestkrat v mesecu maju in šestkrat v juniju. V vsakem ribniku sem določila mesto, na katerem sem merila temperaturo vode na štirih globinah (0, 20, 50 in 100 cm).

Na modelu manjših ribnikov in potoka sem ugotovila, kako se spreminja temperatura vode v stojećih in tekočih vodah, in sicer odvisno od temperature zraka ob različnih vremenskih pogojih. V ribnikih, v katerih sem merila temperaturo vode, živijo ribe, raki desetonožci, školjke, žabe, ličinke kačjih pastirjev, vodni drsalci, vodne bolhe, postranice in druge vrste vodnih organizmov, katerih telesna temperatura je odvisna od temperature medija. Poznavanje hitrosti in obsega temperaturnih sprememb v manjših vodnih telesih je pomembno za razumevanje življenjskih procesov, ki zagotavljajo obstoj teh populacij zlasti v perspektivi globalnega segrevanja našega okolja.

Temperatura okolja dolgoročno vpliva na evolucijo procesov, ki omogočajo življenje v izbranem okolju. Sonce vodo segreva, veter in valovi pa mešajo plasti vode od vrha proti globini tako, da se voda segreje tudi v globino. V nasprotju s stoječimi pa je pri tekočih vodah njeno mešanje stalno tako, da v večini primerov ne zasledimo plasti z različno temperaturo.

Na podlagi rezultatov meritev sem ugotovila, da se temperatura vode v spomladanskem času (april, maj, junij) z globino niža. Razlika med temperaturo, izmerjeno na gladini in na globini 1 m, je okoli 1,5 °C. Prav tako so značilne razlike temperature zraka in vode zjutraj in zvečer. Zjutraj sta bili temperatura zraka ter temperatura vode nižji kot v popoldanskem času, zvečer pa so bile vrednosti meritve temperature višje.

Zaradi stalnega mešanja je bila voda v potoku zmeraj hladnejša kot voda v ribnikih.

Izmerjena temperatura vode se razlikuje tudi glede na velikost ribnikov. Največji in najgloblji ribnik se je segreval in ohlajal počasneje kot ostali manjši ribniki. Kljub hitremu segrevanju zraka se je temperatura vode počasi spreminjala oziroma višala čez dan. Čez noč je prišlo do ohladitve zraka, posledično pa se je znižala tudi temperatura vode na gladini. V globini je temperatura ostajala približno enaka.

Raziskava je pokazala, da so spremembe temperature vode kot posledica sprememb vremenskih pogojev večje in hitrejše v manjših kot v večjih vodnih telesih, in da v modelih

Ivanuš, N.: Vpliv temperature zraka na temperature stoječe in tekoče vode ob različnih vremenskih pogojih. Diplomsko delo FVO, Velenje 2023

vodnih teles živijo le organizmi z nestalno telesno temperaturo. S pomočjo meritev sem dokazala tudi, da se temperatura vode v spomladanskem času (april, maj, junij) z globino niža.

SUMMARY

Water is the source of life on Earth because, among other things, it is the medium of all biochemical reactions, it is the environment of most organisms and cells, it is a thermal buffer, it allows cooling by evaporation and it connects habitats.

The temperature of the environment has a long-term effect on the evolution of the processes that make life possible in the chosen environment. The sun heats the water, and wind and waves stir the layers of water from the top to the bottom, so that the water warms to the depths. The warmer layers are lighter and are found at the surface, while the deeper layers are colder. In contrast to standing water, in flowing water the mixing is constant, so that in most cases layers with different temperatures are not observed.

I took measurements in the Jesenek stream, which belongs to a group of torrential streams that feed ponds. It feeds pond 3 directly, while the inflow to the other ponds is regulated by valves. It supports live fish, the bivalve mollusc brook lamprey, the common crayfish and the common crayfish. Pond 1 is the largest and deepest pond, holding 3 000 m³ of water. As a warm-water pond supplied by water from a stream, it was built with circular embankments. The inflow and outflow are regulated by weirs and the overflow structure is of a tubular design. Pond 2 is one of the smallest ponds and holds about 50 m³ of water. It has a shady location and the surface is densely covered with bow-berries. It is fed from a spring in the pond. Pond 3 is the second largest. It is located in a sunny position and holds 255 m³ of water. Pond 4 is next to pond 3 and holds about 165 m³ of water. Pond 5, which is located in a sunny position, is one of the smaller ponds and holds about 50 m³ of water. Pond 6 is the smallest pond and holds 40 m³ of water. Ponds 3, 4, 5 and 6 are fed by water from pond 1 and are intended for fish spawning and nursery.

In total, I took measurements on 20 days in 2022, over three months (April-June), twice a day (day/evening/night dynamics), twice a week and under different weather conditions. I took measurements eight times in April, six times in May and six times in June. In each pond, I identified a site at which I measured the water temperature at four depths (0, 20, 50 and 100 cm).

I wanted to use a model of small ponds and a stream to see how water temperature changes in standing and flowing water under different weather conditions. The ponds in which I measured water temperature are home to fish, decapod crustaceans, mussels, frogs, dragonfly larvae, water skaters, water fleas, tadpoles and other aquatic organisms whose body temperature depends on the temperature of the medium. Knowing the rate and extent of temperature changes in smaller water bodies is important for the persistence of these populations, particularly in the context of global warming of our environment.

The temperature of the environment has a long-term effect on the evolution of the processes that make life possible in the chosen environment. The sun heats the water, and wind and waves stir the layers of water from the top to the bottom, so that the water warms to the depths. In contrast to standing water, in flowing water the mixing is constant, so that in most cases we do not observe layers with different temperatures.

Based on the results of the measurements, I found that water temperature decreases with depth in spring (April, May, June). The difference between the temperature measured at the surface and at a depth of 1m is about 1.5°C. There is also a significant difference between air and water temperatures in the morning and evening. Air and water temperatures were lower in the morning than in the afternoon and evening, when temperatures were higher.

Due to the constant mixing, the water in the stream was always colder than the water in the ponds.

The measured water temperature also varies depending on the size of the ponds. Pond 1, the largest and deepest pond, warmed and cooled more slowly than the other smaller ponds (2,3,4,5 and 6). Despite the rapid warming of the air, the water temperature changed or increased slowly throughout the day. Overnight, the air cooled and, as a consequence, the water temperature at the surface dropped. At depth, the temperature remained approximately the same.

Ivanuš, N.: Vpliv temperature zraka na temperature stoječe in tekoče vode ob različnih vremenskih pogojih. Diplomsko delo FVO, Velenje 2023

The study shows that changes in water temperature as a result of changes in weather conditions are larger and faster in smaller water bodies than in larger ones, and that only organisms with unstable body temperatures live in water body models. I have also shown through measurements that water temperature decreases with depth in spring (April, May, June).

Ivanuš, N.: Vpliv temperature zraka na temperature stoječe in tekoče vode ob različnih vremenskih pogojih. Diplomsko delo FVO, Velenje 2023

7 VIRI IN LITERATURA

Amrifla, R. (2021). Kaj so ribniki in kakšne vrste ribnikov obstajajo. Dostopno na strani: <https://amrifla.ru/pogosta-vpra%C5%A1anja/808-kaj-so-ribniki-in-kak%C5%A1ne-vrste-ribnikov-obstajajo.html>. (28. 2. 2022)

Anomalija vode (2022). Kemija v šoli in družbi. Dostopno na spletni strani: <https://kemija.net/slovarcek/330>. (15. 11. 2022)

Anomalija vode (2022). Projektno delo FMF. Dostopno na spletni strani: http://projlab.fmf.uni-lj.si/arhiv/2010_11/naloge/izdelki/anomalija/index.html. (15. 11. 2022)

Bat, M. (et al). (2003). Vodno bogastvo Slovenije. Ljubljana: ministrstvo za okolje in prostor, agencija republike Slovenije za okolje, str.131.

Delo (2017). Vodne rastline; Kaj se skriva pod vodo? Dostopno na strani: <https://old.delo.si/znanje/znanost/kaj-se-skriva-pod-vodo.html>. (30. 11. 2022)

Ivanuš, S. (2005). Diplomaska naloga: Ihtiološki pogoji gradnje zemeljskih ribnikov za vzgojo rib. Šentjur, Šolski center Šentjur.

Lah, A. (1998). Voda – vodovje: poglavitni življenjski vir narave in gospodarstva. Ljubljana, Svet za varstvo okolja Republike Slovenije.

Lobnikar, F., Hudnik, V., Novak, P., Premzl, V. (1998). Narava in okolje: Varstvo in razvoj. Ljubljana, Svet za varstvo okolja Republike Slovenije.

Povž, M. (1990). Naše sladkovodne ribe. Ljubljana, Mladinska knjiga.

Prima voda (2015). Kaj je pretok vode? Dostopno na spletni strani: <http://www.primavoda.si/vse-o-vodi/kaj-je-pretok-vode>. (1. 3. 2022)

Prima voda (2015). Toplotna plastovitost. Dostopno na spletni strani: <http://www.primavoda.si/vse-o-vodi/toplotna-plastovitost>. (2. 3. 2022)

Rejic, M. (1988). Sladkovodni ekosistemi in varstvo voda. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo, str. 184.

Revija Moj planet (2022). Globalno segrevanje ozračja. Dostopno na spletni strani: <https://www.mladinska-knjiga.si/dobrezgodbe/prosti-cas/globalno-segrevanje-ozracja>. (27. 10. 2022)

Ribiška družina Voglajna (2021). Potok Pešnica. Dostopno na spletni strani: <https://www.ribiskekarte.si/rd-voglajna/potok-pesnica>. (3. 3. 2022)

Skalin, B. (1993). Ribogojstvo. Ljubljana: Kmečki glas, str. 191.

Strephonsays (2021). Razlika med jezerom in ribnikom. Dostopno na strani: <https://sl.strephonsays.com/difference-between-lake-and-pond>. (1. 3. 2022)

Ivanuš, N.: Vpliv temperature zraka na temperature stoječe in tekoče vode ob različnih vremenskih pogojih. Diplomsko delo FVO, Velenje 2023

Svetina, M., Pavšič, P., Podlesnik, M., Skalin, B., Voljč, B. (1982). Sladkovodna ribištva na Slovenskem. Ljubljana: Ribiška zveza Slovenije.

Veenvliet, P., Kus Veenvliet, J. (2006). Ribe slovenskih celinskih voda: priročnik za določanje. Grahovo: Zavod Symbiosis.

Zavod za ribištvo Slovenije (2009). Gradivo za strokovni izpit za ribogojca. Dostopno na spletni strani: https://www.zzrs.si/uploads/files/Strokovni_ipit_za_ribogojca_Gradivo.pdf. (3. 4. 2023)

Warbletoncouncil (2022). Fizikalne in kemijske lastnosti vode. Dostopno na spletni strani: <https://sl.warbletoncouncil.org/propiedades-fisicas-quimicas-agua-9329#menu-15>. (28. 2. 2022)

PRILOGA

Priloga 1: Podatki o jutranji in večerni temperaturi zraka, vode v potoku in ribnikih, izmerjeni v primeru ribnikov na različnih globinah in ob vremenskih pogojih na dan meritev. Meritve so označene v tekstu diplomskega dela s številkami, ki v prilogi odgovarjajo datumu meritve.

(1) 3. 4. 2022 (zjutraj), T zraka: 7 °C, vreme: delno oblačno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	9	8,5	8	8
2	7	6	6	5,5
3	8	7	7	7
4	8	7	7	7
5	7	7	6,5	6
6	7	6,5	6,5	6
potok	5	5	5	5

3. 4. 2022 (zvečer), T zraka: 9 °C, vreme: delno oblačno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	9	9	9	9
2	8	7	7	7
3	8,5	8	8	7
4	8,5	8	7,5	7
5	7,5	7	7	7
6	7,5	7,5	7	7
potok	7	7	7	7

(2) 6. 4. 2022 (zjutraj), T zraka: 12 °C, vreme: sončno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	11	11	11	11
2	8	8	8	7,5
3	11	10	10	10
4	10	9	9	9
5	10	9	9	9
6	10	8	8	8
potok	6,5	6,5	6,5	6,5

6. 4. 2022 (zvečer), T zraka: 18 °C, vreme: sončno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	15	15	14	12,5
2	15	12	10	10
3	15	14,5	14	14
4	16	14	13	13
5	12	12	11,5	11,5
6	13	11,5	10,5	10
potok	11	11	11	11

(3) 10. 4. 2022 (zjutraj), T zraka: 11 °C, vreme: sončno, prejšnji dan je snežilo

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	11	10	10	9,5
2	7	7	7	6,5
3	10	9,5	9	8,5
4	10	9	9	8,5
5	9	8,5	8	7,5
6	11	9	9	8,5
potok	6	6	6	6

10. 4. 2022 (zvečer), T zraka: 11 °C, vreme: sončno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	14,5	14	12	11,5
2	11,5	10,5	9	9
3	12	11,5	11	10,5
4	12	11,5	11	11
5	11	10	10	9,5
6	10	10	9,5	9,5
potok	9	9	9	9

(4) 13. 4. 2022 (zjutraj), T zraka: 4 °C, vreme: sončno in sveže

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	11,5	11	11	11
2	9	9,5	9	8,5
3	10,5	11	10,5	10
4	9	10	9,5	9
5	9	9	9	8,5
6	9	9	8,5	8,5
potok	7	7	7	7

13. 4. 2022 (zvečer), T zraka: 19 °C, vreme: sončno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	19	18,5	16,5	15
2	17	13,5	12	12
3	18	15	14	14
4	18	15	13,5	13,5
5	14	13,5	13	13
6	14	13,5	13,5	13
potok	12	12	12	12

(5) 16. 4. 2022 (zjutraj), T zraka: 11 °C, vreme: sončno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	11	11	10	9,5
2	12	11,5	11	11
3	13,5	13	13	12,5
4	13	13	12,5	12,5
5	12,5	12,5	12	11,5
6	13	13	12,5	12,5
potok	10	10	10	10

16. 4. 2022 (zvečer), T zraka: 14 °C, vreme: sončno in vetrovno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	15	15	14,5	14
2	14	13	13	13
3	14,5	14,5	14,5	14
4	14	14	13,5	13
5	13	13	12,5	12,5
6	12,5	12	12	12
potok	10	10	10	10

(6) 20. 4. 2022 (zjutraj), T zraka: 4 °C, vreme: megleno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	11	12	12	11,5
2	9	9	9	8,5
3	9,5	10	10	9,5
4	10	10	10	9
5	9	9	8,5	8,5
6	8	8	7,5	7
potok	6,5	6,5	6,5	6,5

20. 4. 2022 (zvečer), T zraka: 14 °C, vreme: sončno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	16	15	13	13
2	13	12	11,5	11
3	14	13,5	13,5	13
4	14	13	12,5	11,5
5	12,5	12	11,5	11
6	12	11,5	11	10,5
potok	11	11	11	11

(7) 25. 4. 2022 (zjutraj), T zraka: 4 °C, vreme: sončno in sveže

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	6	7	6,5	6
2	6	10	10	11
3	11,5	11	10	10
4	11	11	11	10,5
5	10	10,5	10,5	10
6	11	11	10,5	10,5
potok	8,5	8,5	8,5	8,5

25. 4. 2022 (zvečer), T zraka: 16 °C, vreme: sončno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	17	17	16,5	16
2	15	15	14	13
3	17	17	16	15
4	16	16	15	15
5	15	15	14,5	14
6	15	15	14	14
potok	9	9	9	9

(8) 29. 4. 2022 (zjutraj), T zraka: 5 °C, vreme: sončno in sveže

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	10	11	10,5	10
2	8,5	9	8	8
3	10	10	9,5	9,5
4	10	10	9,5	9
5	9	9	8,5	8,5
6	9	9	9	8,5
potok	7	7	7	7

29. 4. 2022 (zvečer), T zraka: 16 °C, vreme: sončno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	15	15	14,5	14
2	13,5	13,5	13	13
3	14,5	14	13,5	13
4	14	14	13,5	13
5	13	12,5	12,5	12
6	12,5	12	12	12
potok	10	10	10	10

(9) 4. 5. 2022 (zjutraj), T zraka: 10 °C, vreme: sončno in jasno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	11,5	11,5	11,5	11
2	12	12	11,5	11,5
3	13	13,5	13,5	13
4	13,5	14	13,5	13,5
5	12,5	13	13	13
6	16,5	16,5	16	16
potok	9	9	9	9

4. 5. 2022 (zvečer), T zraka: 19 °C, vreme: sončno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	20	20	19	19
2	16,5	16	15,5	15
3	18	18	18	17,5
4	17,5	16	16	15,5
5	17,5	17	16,5	16,5
6	16,5	16,5	16	16
potok	10,5	10,5	10,5	10,5

(10) 7. 5. 2022 (zjutraj), T zraka: 15 °C, vreme: deževno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	17	17,5	17,5	17
2	14,5	14	14	14
3	16	15,5	15	15
4	15,5	15,5	15	15
5	14,5	14	14	14
6	14,5	14	14	14
potok	13	13	13	13

7. 5. 2022 (zvečer), T zraka: 20 °C, vreme: jasno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	19	19	18	18
2	15,5	15	15	14,5
3	18	17	17	17
4	18	18	17,5	17
5	17,5	17	16,5	16,5
6	16	15	15	14,5
potok	14,5	14,5	14,5	14,5

(11) 11. 5. 2022 (zjutraj), T zraka: 15 °C, vreme: sončno in jasno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	17	17	17	16,5
2	14,5	14	14	13,5
3	17,5	17,5	17	17
4	16	15,5	15,5	15
5	15,5	15,5	15	15
6	15,5	15	15	15
potok	13	13	13	13

11. 5. 2022 (zvečer), T zraka: 25 °C, vreme: sončno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	21	19,5	19	18
2	18	17,5	17,5	17
3	19,5	19	19	18,5
4	19	18,5	18,5	18,5
5	22	20,5	20,5	20
6	20	20	20	19,5
potok	17,5	17,5	17,5	17,5

(12) 17. 5. 2022 (zjutraj), T zraka: 13 °C, vreme: delno oblačno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	17	17	16,5	16,5
2	17	16,5	16	16
3	17,5	17	17	16,5
4	17	16,5	16,5	16
5	16,5	16,5	16	16
6	17	16,5	16	16
potok	11	11	11	11

17. 5. 2022 (zvečer), T zraka: 25 °C, vreme: delno oblačno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	22,5	22	22	21,5
2	21	21	20,5	20
3	22	22	21,5	21,5
4	22,5	22	22	21
5	21,5	21	21	20,5
6	22	21,5	21	20,5
potok	16	16	16	16

(13) 24. 5. 2022 (zjutraj), T zraka: 15 °C, vreme: sončno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	18,5	18,5	18	17,5
2	16,5	16,5	16	15,5
3	18	17,5	17	16,5
4	18	17,5	17,5	17
5	17,5	17	16,5	16,5
6	17	16,5	16,5	16
potok	12	12	12	12

24. 5. 2022 (zvečer), T zraka: 27 °C, vreme: sončno in jasno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	22	21,5	21,5	21
2	21	21	20,5	20,5
3	21,5	21	20,5	20,5
4	21	20,5	20,5	20
5	22	21,5	21,5	21,5
6	22	21,5	21	20,5
potok	16,5	16,5	16,5	16,5

(14) 30. 5. 2022 (zjutraj), T zraka: 15 °C, vreme: delno oblačno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	17	17	16,5	16
2	14	13,5	13,5	13,5
3	16	15	15	15
4	16	15,5	15	15
5	16	15	15	15
6	15,5	15	14	14
potok	12	12	12	12

30. 5. 2022 (zvečer), T zraka: 17 °C, vreme: oblačno in vetrovno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	18	17,5	18	17,5
2	14,5	14	14	13,5
3	16	16	15,5	15,5
4	16,5	16	16	15,5
5	16	15,5	15,5	15,5
6	15	15	14,5	14,5
potok	13	13	13	13

(15) 4. 6. 2022 (zjutraj), T zraka: 20 °C, vreme: sončno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	18	18	17,5	17,5
2	18	17,5	17,5	17
3	21,5	21	21	20,5
4	22	21,5	21,5	21
5	21	21	20,5	20,5
6	20,5	20	20	19,5
potok	16,5	16,5	16,5	16,5

4. 6. 2022 (zvečer), T zraka: 26 °C, vreme: sončno in jasno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	21	21	20,5	20
2	20	19,5	19,5	19
3	23,5	23,5	23	23
4	23	22,5	22,5	22
5	23	22,5	22	22
6	22,5	22,5	22	21,5
potok	19	19	19	19

(16) 8. 6. 2022 (zjutraj), T zraka: 19 °C, vreme: megleno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	18	17,5	17,5	17
2	17	16,5	16	16
3	20	19,5	19,5	19,5
4	21	20,5	20	19,5
5	20	20	19,5	19
6	21	20,5	20	20
potok	16	16	16	16

8. 6. 2022 (zvečer), T zraka: 23 °C, vreme: oblačno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	21	21	21	20,5
2	20	20	19,5	19
3	23	22	21,5	21,5
4	23	22,5	22	21,5
5	22,5	22,5	22	21
6	23	22,5	21,5	21
potok	19,5	19,5	19,5	19,5

(17) 11. 6. 2022 (zjutraj), T zraka: 20 °C, vreme: sončno in jasno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	19	18,5	18,5	18,5
2	17	17	16,5	16,5
3	20	19,5	19,5	19
4	20,5	20,5	20	19,5
5	20	19,5	19,5	19
6	20,5	20,5	20	19,5
potok	17	17	17	17

11. 6. 2022 (zvečer), T zraka: 28 °C, vreme: sončno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	23	22,5	22	22
2	21,5	21	21	20
3	23,5	23	23	22,5
4	23	22	22	21,5
5	24	23,5	23,5	23
6	24	23,5	23	23
potok	20	20	20	20

(18) 15. 6. 2022 (zjutraj), T zraka: 17 °C, vreme: sončno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	18	17	17	17
2	16	16,5	16,5	15
3	21	21,5	21	21
4	21	21,5	21,5	21
5	22	22	22	21,5
6	20	20	20	19,5
potok	16	16	16	16

15. 6. 2022 (zvečer), T zraka: 26,5 °C, vreme: sončno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	26,5	26	25	25
2	21	19,5	18	17,5
3	25,5	25	25	25
4	26,5	26	26	25
5	25	24,5	24,5	24,5
6	23	23	23	22,5
potok	18,5	18,5	18,5	18,5

(19) 24. 6. 2022 (zjutraj), T zraka: 19 °C, vreme: sončno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	21	21	20,5	20
2	19,5	19	19	18,5
3	20,5	20	20	20
4	21,5	21,5	20	20
5	22	21,5	21	21
6	21,5	21	21	20,5
potok	18	18	18	18

24. 6. 2022 (zvečer), T zraka: 25 °C, vreme: sončno in jasno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	28	28	27	26,5
2	22	21	20	19
3	28	27,5	27,5	26
4	27	26,5	26	26
5	26,5	26,5	26	26
6	26	25,5	25	25
potok	21	21	21	21

(20) 28. 6. 2022 (zjutraj), T zraka: 26 °C, vreme: sončno in jasno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	27	25	23	22
2	24	22,5	21,5	20
3	26	24	22	21
4	27	26	25	24
5	26,5	26	26	26
6	26	26	25,5	25
potok	23	23	23	23

28. 6. 2022 (zvečer), T zraka: 30 °C, vreme: sončno

RIBNIKI/ GLOBINA	T [°C] na površini (0 cm)	T [°C] na 20 cm	T [°C] na 50 cm	T [°C] na 100 cm
1	29	28	26	25
2	25	23,5	23	22
3	28	26	24,5	23
4	29	28	26,5	26
5	28,5	27	26	26
6	28,5	28	27,5	27
potok	25	25	25	25

Priloga 2: Slike ribnikov, načina meritev in pripravlka za merjenje temperature



Slika 10: Ribnik 1 – 13. 4. 2022 (foto: N. Ivanuš, 2022)

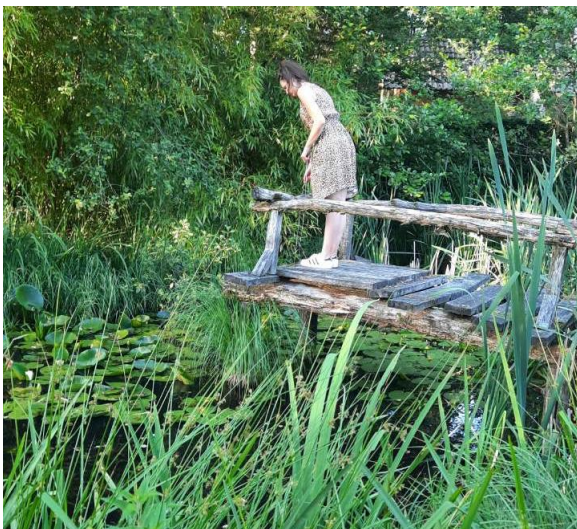


Slika 11: Merjenje temperature v ribniku 1 (foto: N. Ivanuš, 2022)



Slika 12: Merjenje temperature v potoku (foto: N. Ivanuš, 2022)

Ivanuš, N.: Vpliv temperature zraka na temperature stoječe in tekoče vode ob različnih vremenskih pogojih. Diplomsko delo FVO, Velenje 2023



Slika 13: Merjenje temperature v ribniku 2 (foto: N. Ivanuš, 2022)



Slika 14: Termometer, pritrjen na vrvico z označenimi globinami (foto: N. Ivanuš, 2022)



Slika 15: Merjenje dolžine in širine ribnikov (foto: N. Ivanuš, 2022)