



Osnovna šola Mirna
Cesta na Fužine 1
8233 Mirna

IZBRANE NARAVNOGEOGRAFSKE ZNAČILNOSTI REKE MIRNE IN BLIŽNJEGA OBMOČJA

RAZISKOVALNA NALOGA – GEOGRAFIJA



Avtorice

Anita Koprivc, 9. razred
Lavra Lenarčič, 9. razred
Sara Šepic, 9. razred

Mentorica

Irena Dular, profesorica geografije in angleščine

Mirna, marec 2016

ZAHVALA

Zahvaljujemo se naši učiteljici geografije Ireni Dular za pomoč, vodenje in nasvete pri izdelavi raziskovalne naloge. Za pomoč pri merjenju pretoka reke se zahvaljujemo tudi Igorju Viščku in Dušanu Erazmu.

KAZALO

POVZETEK

1. UVOD	6
1.1 NAMEN RAZISKOVALNE NALOGE	7
1.2 METODE DE LA	7
1.3 HIPOTEZE	7
2. MIRNSKA DOLINA IN REKA MIRNA	8
2.1 MIRNSKA DOLINA	8
2.1.1 <i>PODNEBJE</i>	9
2.1.2 <i>PRSTI, RASTLINSTVO IN RABA TAL</i>	9
2.1.3 <i>REČNA MREŽA</i>	9
2.2 REKA MIRNA	10
2.2.1 <i>POREČJE REKE MIRNE</i>	11
2.2.2 <i>POPLAVE IN SUŠE</i>	13
2.2.3 <i>VARSTVO NARAVE</i>	14
2.2.4 <i>REKA MIRNA – DEŽELA MLINOV</i>	14
2.2.5 <i>REČNI REŽIM REKE MIRNE</i>	14
2.2.6 <i>PRETOK REKE MIRNE, PADAVINE IN TEMPERATURE ZRAKA V OBDOBJU</i> <i>1963–2013</i>	15
2.2.7 <i>KEMIJSKA ANALIZA VODE</i>	25
3. TERENSKO RAZISKOVALNO DELO	26
3.1 MERJENJE PRETOKA REKE V BLIŽINI ŠOLE	26
3.2 KEMIJSKA ANALIZA VODE	35
5. VIRI IN LITERATURA	46

KAZALO SLIK

<i>Slika 1: Lega Mirnske doline v Sloveniji.....</i>	<i>8</i>
<i>Slika 2: Velika Goba</i>	<i>10</i>
<i>Slika 3: Reka Mirna na začetku svoje poti</i>	<i>10</i>
<i>Slika 4: Porečje reke Mirne</i>	<i>11</i>
<i>Slika 5: Pritok Vejar pod Mirnskimi gradom.....</i>	<i>12</i>
<i>Slika 6: Označe ob vodomerni postaji Martinja vas</i>	<i>16</i>
<i>Slika 7: Vodometerna postaja Martinja vas.....</i>	<i>16</i>
<i>Slika 8: Glavne meteorološke in klimatološke postaje leta 2008.....</i>	<i>23</i>
<i>Slika 9: Meteorološka postaja Sevano</i>	<i>24</i>
<i>Slika 10: Merjenje prečnega preseka struge 3. 2. 2016.....</i>	<i>26</i>
<i>Slika 11: Merjenje prečnega preseka struge 3. 2. 2016.....</i>	<i>26</i>
<i>Slika 12: Most, s katerega smo opravljale meritve</i>	<i>27</i>
<i>Slika 13: Izris osnovnega preseka reke Mirne na našem merilnem mestu.....</i>	<i>27</i>
<i>Slika 14: Izris preseka struge na dan 3. 2. 2016.....</i>	<i>27</i>
<i>Slika 15: Merilnik Flow Rate Sensor Vernier</i>	<i>28</i>
<i>Slika 16: Vmesnik Labquest in potek shranjevanja meritev.....</i>	<i>28</i>
<i>Slika 17: Merjenje hitrosti reke.....</i>	<i>29</i>
<i>Slika 18: Merilno mesto v bližini šole 19. 2. 2016</i>	<i>29</i>
<i>Slika 19: Merilno mesto v bližini šole 19. 2. 2016</i>	<i>29</i>
<i>Slika 20: Merjenje hitrosti reke brez inštrumenta.....</i>	<i>31</i>
<i>Slika 21: Šolska vremenska postaja</i>	<i>32</i>
<i>Slika 22: Vzorčna mesta ob reki Mirni.....</i>	<i>35</i>
<i>Slika 23: Papirnati indikatorji</i>	<i>35</i>
<i>Slika 24: Povirje.....</i>	<i>36</i>
<i>Slika 25: Povirje.....</i>	<i>36</i>
<i>Slika 26: Zajetje v povirju</i>	<i>36</i>
<i>Slika 27: Eden izmed več majhnih izvirov.....</i>	<i>37</i>
<i>Slika 28: Pred naseljem Mirna.....</i>	<i>37</i>
<i>Slika 29: Posledice žledoloma.....</i>	<i>38</i>
<i>Slika 30: Pritok Vejar.....</i>	<i>38</i>
<i>Slika 31: Ribnik Mirna</i>	<i>38</i>
<i>Slika 32: Pritok Zabrščica.....</i>	<i>39</i>
<i>Slika 33: Analiza vode v naselju Mirna</i>	<i>39</i>
<i>Slika 34: Reka Mirna v središču naselja.....</i>	<i>39</i>
<i>Slika 35: Martinja vas pri Mokronogu.....</i>	<i>40</i>
<i>Slika 36: Od Jelovca proti Boštanjju</i>	<i>40</i>
<i>Slika 37: Sotočje Mirne in Save v Dolenjem Boštanjju.....</i>	<i>40</i>

KAZALO TABEL

<i>Tabela 1: Izračunani povprečni mesečni pretoki (m^3/s) za obdobje 1963–2013.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabela 2: Izračunani povprečni mesečni pretoki (m^3/s) v petih obdobjih</i>	<i>17</i>
<i>Tabela 3: Primerjava povprečnih mesečnih pretokov (m^3/s) v obdobju 1963–1999 z zadnjim obdobjem 2000–2013</i>	<i>18</i>
<i>Tabela 4: Povprečna mesečna količina padavin (mm) v obdobju 1963–2013</i>	<i>19</i>
<i>Tabela 5: Izračunana povprečna letna količina padavin (mm) v petih obdobjih</i>	<i>20</i>
<i>Tabela 6: Primerjava povprečnih mesečnih padavin (mm) v obdobju 1963–1999 z zadnjim obdobjem 2000–2013</i>	<i>21</i>
<i>Tabela 7: Primerjava pretoka (m^3/s) s količino padavin (mm) ob šoli.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabela 8: Primerjava pretoka (m^3/s) na merilnem mestu v bližini šole.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabela 9: Rezultati kemijske analize vode</i>	<i>42</i>
<i>Tabela 10: Rezultati kemijske analize vode</i>	<i>42</i>

KAZALO GRAFIKONOV

<i>Grafikon 1: Izračunani povprečni mesečni pretoki (m^3/s) za obdobje 1963–2013.....</i>	<i>17</i>
<i>Grafikon 2: Primerjava povprečnih mesečnih pretokov (m^3/s) v petih obdobjih</i>	<i>18</i>
<i>Grafikon 3: Primerjava povprečnih mesečnih pretokov (m^3/s) v obdobju 1963–1999 z zadnjim obdobjem 2000–2013</i>	<i>19</i>
<i>Grafikon 4: Povprečna mesečna količina padavin (mm) v obdobju 1963–2013.....</i>	<i>20</i>
<i>Grafikon 5: Povprečna mesečna količina padavin (mm) v petih obdobjih.....</i>	<i>20</i>
<i>Grafikon 6: Primerjava povprečnih mesečnih količin padavin (mm) v obdobju 1963–1999 z zadnjim obdobjem 2000–2013</i>	<i>21</i>
<i>Grafikon 7: Povprečni mesečni pretoki (m^3/s) in količina padavin (mm) za obdobje.....</i>	<i>22</i>
<i>Grafikon 8: Povprečni mesečni pretoki (m^3/s) in količina padavin (mm) za obdobje.....</i>	<i>22</i>
<i>Grafikon 9: Povprečni mesečni pretoki (m^3/s) in količina padavin (mm) za obdobje.....</i>	<i>22</i>
<i>Grafikon 10: Povprečna letna temperatura zraka (krivulja) in letna višina padavin (stolpci) v obdobju 1961–2007 ter referenčno (1961–1990) povprečje za temperaturo zraka in padavine (zelena črta) v Sevnem (M. Nadbath, 2008, str. 33).....</i>	<i>24</i>
<i>Grafikon 11: Meritve hitrosti dne 3. 2. 2016</i>	<i>30</i>
<i>Grafikon 12: Meritve hitrosti dne 19. 2. 2016</i>	<i>30</i>
<i>Grafikon 13: Primerjava pretoka ob šoli (m^3/s) s količino padavin (mm) na bližnjem območju od 3. 2. 2016 do 29. 2. 2016.....</i>	<i>31</i>
<i>Grafikon 14: Primerjava pretoka (m^3/s) s količino padavin (mm) ob šoli.....</i>	<i>33</i>
<i>Grafikon 15: Primerjava pretoka (m^3/s) na merilnem mestu v bližini šole s podatki vodomernih postaj.....</i>	<i>34</i>

POVZETEK

Reka Mirna, po kateri se imenujeta Mirnska dolina in naselje, kjer leži naša šola, se prvič omenja leta 1016, natanko 1000 let nazaj. Zato smo se mlade raziskovalke (tri devetošolke) skupaj z mentorico odločile, da naredimo geografsko raziskovalno nalogo o reki Mirni. V teoretičnem uvodu smo opisale naravnogeografske značilnosti reke Mirne in bližnjega območja. Sledila je statistična analiza pretokov na vodomerni postaji Martinja vas pri Mokronogu za obdobje 1963–2013. Povprečne mesečne in letne pretoke smo primerjale s povprečno količino padavin in povprečnimi temperaturami zraka na bližnjem območju v istem obdobju. Z analizo omenjenih spremenljivk skozi daljša obdobja smo potrdile, da ima reka Mirna dežno-snežni rečni režim. Kljub temu, da vseskozi beležimo enako letno količino padavin, se je pretok reke Mirne v zadnjih desetletjih zmanjšal. Glavni vzrok je segrevanje ozračja in posledično večje izhlapevanje. Območje reke Mirne ima višek padavin poleti in jeseni, pretok v poletnem času pa je čedalje nižji. V prihodnosti lahko pričakujemo pogostejše suše, posledično pomanjkanje vode in večjo občutljivost reke za onesnaževanje poleti, na drugi strani pa več visokih voda v jesenskem času. Te ugotovitve nas morajo spodbuditi k še bolj preudarni rabi vode. Sledilo je merjenje pretoka reke ob šoli v obdobju od 3. 2. 2016 do 12. 3. 2016. Ob tem smo spremljale tudi količino padavin. Meritve, izmerjene na merilnem mestu v bližini šole, smo primerjale z meritvami dveh vodomernih postaj in potrdile, da se pretok reke ob toku navzdol sorazmerno povečuje. Hitrost vode in pretok se ob večji količini padavin povečata, kar smo z merjenji tudi dokazale. Odpravile smo se tudi na terensko preučevanje obravnavanega območja od izvira do izliva ter analizirale kemijsko stanje reke na več merilnih mestih. Na podlagi monitoringa kakovosti slovenskih rek za obdobje 2009–2013 in naših analiz smo ugotovile, da je ekološko in kemijsko stanje reke Mirne dobro.

Ključne besede: reka Mirna, pretok, padavine, temperature zraka, kakovost vode.

1. UVOD

Reka Mirna, po kateri se imenujeta kraj in dolina v jugovzhodnem delu Slovenije, se v starih listinah prvič omenja leta 1028, in sicer v zvezi z listino 15. aprila 1016, s katero cesar Henrik II. podeljuje grofu Viljemu posestva, ki jih ima med rekami Savo, Savinjo, Sotlo in Mirno v pokrajini Savinjski – »inter fluenta Souune, et Soune, Zotle et Nirine in pago Seuna in comitatu suo« (Občina Mirna, 2015).

V počastitev tisočletnice prve omembe reke, ki se vije mimo naše šole in naših domov, smo se tri devetošolke skupaj z mentorico odločile, da o reki Mirni naredimo geografsko raziskovalno nalogo. O sami reki smo vedele le nekaj osnovnih stvari, zato smo se preučevanja lotile podrobneje in tako uporabile znanje iz geografije, biologije, fizike, matematike in drugih predmetov. Najprej smo prebrale dostopno literaturo in naredile teoretični uvod. Največ informacij smo dobile v knjigi Maje Topole z naslovom *Mirnska dolina*. Zatem smo iskale različne podatke na spletni strani Agencije Republike Slovenije za okolje (pretok reke, povprečna količina padavin in povprečne temperature zraka v daljših časovnih obdobjih). Na podlagi uradnih meritev smo želele prikazati nihanje rečnega pretoka skozi daljše obdobje in s tem dokazati, da ima reka Mirna dežno-snežni rečni režim, s čimer smo se seznanile že pri pouku geografije. Nihanje pretoka smo primerjale s povprečnimi mesečnimi in letnimi količinami padavin ter povprečnimi mesečnimi in letnimi temperaturami zraka v istem obdobju, in sicer od leta 1963 do leta 2013. Skupaj z mentorico smo se za nasvet večkrat obrnile na zaposlene na Agenciji RS za okolje in Direkciji RS za vode, kjer so nam vedno prijazno pomagali.

V mesecu januarju 2016 smo na šoli dobili nov merilnik za merjenje hitrosti tekočin (Flow Rate Sensor Vernier). S tem smo pridobile možnost, da na izbranem mestu v bližini šole tudi same merimo pretok reke. S podatki o prečnem preseku struge in hitrosti vode smo lahko izračunale pretok. Pri tem delu so nam pomagali mentorica in drugi zaposleni na šoli, saj je bilo to za nas nekaj čisto novega. Z merjenjem preseka struge in hitrosti toka smo pričele 3. 2. 2016, končale pa 12. 3. 2016. Hitrost reke smo merile tudi brez merilnika, na stari klasični način. Ob tem smo spremljale tudi količino padavin. Na šoli najprej nismo imele možnosti merjenja, zato smo za februar uporabile podatke za padavinsko postajo Mokronog-Hrastovica. Konec februarja 2016 pa smo na šoli dobili še vremensko postajo in s pomočjo te smo lahko spremljale količino padavin od 1. 3. 2016 do 12. 3. 2016. Raziskovalno nalogo smo morale dokončati najkasneje do 25. 3. 2016, zato je bilo to obdobje tako kratko. V prihodnje se bo lahko šolska vremenska postaja uporabljala pri različnih predmetih v šoli.

Skupaj z mentorico smo se odpravile tudi na teren ob toku Mirne od izvira do izliva. Vodo smo za kemijsko analizo vzorčile na več mestih – ob izviru, na nekaterih pritokih, na Mirni, v Mokronogu in pred izlivom Mirne v reko Savo. Tako smo spremljale različne parametre vzdolž toka: pH vode, temperaturo vode, vsebnost nitritnih, nitratnih, amonijevih ionov in klora ter trdoto vode. Predvidevale smo, da bi bili rezultati poleti drugačni, saj je takrat

obremenitev reke z različnimi emisijami večja zaradi manjšega pretoka in kmetijskih dejavnosti, ki onesnažujejo okolje. Rezultate smo primerjale s pitno vodo v šoli. O reki Mirni je bil posnet tudi film z naslovom *Slovenski vodni krog – Mirna*, ki nam je bil zelo všeč. Dostopen je na spletni povezavi <https://vimeo.com/9159402>.

1.1 NAMEN RAZISKOVALNE NALOGE

Idejo za raziskovalno nalogo smo dobile, ko smo izvedele, da leta 2016 obeležujemo tisočletnico prve omembe reke Mirne v starih listinah in da bo v ta namen organiziranih več dogodkov. To nas je spodbudilo, da izkoristimo edinstveno priložnost narediti nekaj novega in aktualnega v povezavi z našim domačim okoljem. V raziskovalni nalogi smo si poleg teoretičnega dela zastavile tudi terenski raziskovalni del. Na podlagi arhivskih podatkov smo želele analizirati spreminjanje pretoka reke, količine padavin in temperature zraka na bližnjem območju skozi daljša časovna obdobja in potrditi, da ima reka Mirna dežno-snežni rečni režim. Z lastnimi meritvami v krajšem časovnem obdobju smo nameravale dokazati, da se pretok reke ob večji količini padavin poveča. Zanimalo nas je tudi kemijsko stanje reke Mirne ob izviru, navzdol po toku ob naseljih ter tik pred izlivom v reko Savo, in sicer na podlagi preproste in dostopne metode – s papirnatimi indikatorji. Med učenci na šoli in tudi zaposlenimi smo vzbudile zanimanje za aktualno tematiko, saj so nas opazili, ko smo z merilnim inštrumentom redno hodile k reki Mirni. Vedeli so, da merimo pretok reke in da je letošnje leto zanjo nekaj posebnega. Na njeni poti od povirja do izliva smo preživele veliko ur in bilo nam je lepo, saj smo združile prijetno s koristnim.

1.2 METODE DELA

Med snovanjem raziskovalne naloge smo uporabljale naslednje metode: iskanje in branje ter povzemanje literature, obdelava podatkov in statistične analize, terensko delo (sondiranje, merjenje hitrosti reke in pretoka, analiza vode na različnih vzorčnih mestih, pogovor z domačini, iskanje izvira).

1.3 HIPOTEZE

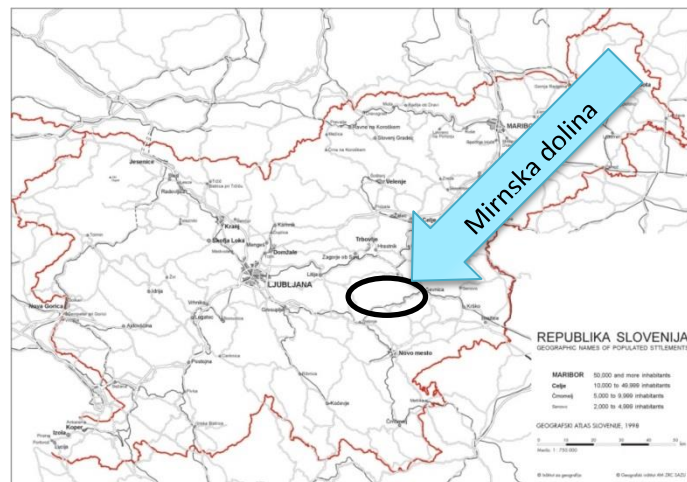
Na začetku smo si zastavile štiri hipoteze.

- Reka Mirna ima dežno-snežni rečni režim, na katerega vplivajo predvsem padavine.
- Pretok reke Mirne na merilnem mestu ob šoli se spreminja sorazmerno s pretokom reke na dveh vodomernih postajah.
- Hitrost reke je največja na sredini, ob bregovih pa je manjša.
- Kemijsko stanje reke Mirne je dobro (zimsko obdobje), od naselja Mirna naprej pa je voda slabše kakovosti.

2. MIRNSKA DOLINA IN REKA MIRNA

2.1 MIRNSKA DOLINA

Naša država, Republika Slovenija, ustanovljena 25. 6. 1991, je v primerjavi z ostalimi državami sveta majhna država, vendar zaradi lege na stiku Alp, Panonske nižine, Dinarskega gorstva in Jadranskega morja zelo raznolika in prehodna. Takšna je tudi dolina reke Mirne, ki leži na stičišču Obpanonskih, Predalpskih in Dinarskokraških pokrajin.



Slika 1: Lega Mirnske doline v Sloveniji (Zemljevidi RS, 2016)

Mirnsko dolino, ki leži v osrednjem jugovzhodnem delu Slovenije, lahko zato označimo kot Slovenijo v malem. Dolga je do 30 km in široka do 15 km ter predstavlja 1,5 % površine Slovenije. Glede na regionalizacijo v knjigi *Slovenija – pokrajine in ljudje* (1999, str. 735) jo na severu omejuje Posavsko hribovje, na jugu Dolenjsko podolje in Raduljsko hribovje, na vzhodu pa Krško gričevje. V kamninskem, reliefnem in klimatskem smislu je izrazito prehodna pokrajina. Večji del porečja je v različnih triasnih kamninah (peščenjaki, dolomiti, apnenci, skrilavci in laporji), ki se menjavajo na kratke razdalje (Geografski atlas Slovenije, 1998, str. 75). Od tega je odvisna tudi izoblikovanost celotnega površja, kjer se menjavajo različni tipi reliefa. Prevladuje fluviokraški tip, ki vključuje tako proces korozije kot delovanje tekočih voda (Topole, 1998, str. 57). Ob toku reke se zvrstijo rečno-denudacijski relief, dolomitni kraški relief in apneniški kraški relief (Geografski atlas Slovenije, 1998, str. 81). Tu se prepletata alpska in dinarska tektonika, saj prelomi, slemena in doline sledijo smerem od zahoda proti vzhodu in od severozahoda proti jugovzhodu (Topole, 1998, str. 8). Pokrajina ob reki je razmeroma nizko gričevje, ki proti severu in jugu prehaja v nekoliko višje hribovje.

Osrednji del zavzema skoraj 10 km dolga in v najširšem delu 5 km široka Mirsko-Mokronoška kotlina s poplavno ravnico reke Mirne in njenimi pritoki. Dno je izrazito poplavna pokrajina s prevladujočim rečno-akumulacijskim tipom reliefa in nagibi do 2°.

Pokrito je z debelimi plastmi ob poplavah odloženih ilovnato-glinenih usedlin Mirne in njenih pritokov. Dno je kljub melioracijam v 80. letih prejšnjega stoletja marsikje še vedno mokrotno, prsti pa zakisane. Pri Mirni dosega dno višino 249 metrov (Topole, 1998, str. 8).

Za poselitev in obdelavo je daleč najpomembnejše terasasto obrobje kotline. Kotlino obdaja 300 do 500 metrov visoko, zelo razčlenjeno gričevje. Gre za topli pas Mirnske doline, ki ga zaznamuje vinogradništvo. Gričevje se proti severu postopoma ali v obliki naravnih stopenj dvigne v do 850 m visok svet, ki je del Posavskega hribovja. Hribovje, ki ga oklepa gričevnat svet južno od Mirnsko-Mokronoške kotline, je zaradi tektonskega zastajanja okrog 300 m nižje od tistega na severu. Prav zato je hidrografska težišče porečja Mirne pomaknjeno daleč na jug in levi pritoki Mirne so bistveno daljši od desnih (Topole, 1998, str. 8).

2.1.1 PODNEBJE

Za Mirnsko dolino in okolico je značilno zmerno celinsko podnebje osrednje Slovenije. Povprečne mesečne temperature merijo julija 18 do 19 °C, januarja pa –1 °C. Letno povprečje je relativno nizko (9 °C) zaradi temperaturnega obrata, ki je pogost pojav od oktobra do aprila. Dno doline letno prejme 1165 mm padavin, nekoliko višje ležeče hribovje pa v povprečju le 61 mm več (1226 mm). Padavine so razporejene skozi vse leto, z maksimumom v poletnih in minimumom v zimskih mesecih (Topole, 1998, str. 66).

2.1.2 PRSTI, RASTLINSTVO IN RABA TAL

Reka Mirna teče po površju, kjer se menjavajo različni tipi prsti: pokarbonatne prsti, kisle rjave prsti na nekarbonatnih kamninah, rjave prsti na karbonatnih kamninah in laporju ter oglejene in obrečne prsti na glini in pesku (Geografski atlas Slovenije, 1998, str. 115). Gozd prekriva 60 % površin porečja Mirne. Največ je različnih gozdnih združb bukve, ki zavzemajo nad 90 % vseh gozdnih površin. Sestoji niso vselej čisti, saj najdemo zmerno kisloljubne bukove gozdove z belkasto bekico, združbe bukve in črnega gabra in druge. Slabe 3 % površin pokrivajo vinogradi, njivske površine zavzemajo dobro desetino porečja, sadovnjaki 1 % porečja, travniki v kotlini tretjino površin, v osrednjem mokrotnem dnu pa polovico. Zaraščajoči se travniki zavzemajo okoli 6 % površin. Ostala območja so pozidana in namenjena drugim dejavnostim. Naravna oziroma potencialna vegetacija je gozdna. Velik del teh površin je bil v Mirnski dolini kot stari kulturni pokrajini že v davni preteklosti izkrčen za kmetijske namene (Topole, 1998, str. 84–97).

2.1.3 REČNA MREŽA

Hidrografska mreža v regiji je neenakomerno razvita. Povprečna gostota znaša 1900 m/km². Razlike izhajajo iz pestre kamninske sestave oziroma iz različnih tipov reliefa. Zaradi majhnega deleža čistih karbonatnih kamnin je na dobrih 90 % površja razvita površinska rečna mreža. Ta je najgostejša na zahodnem delu mirnskega porečja in v območju Šentruperskega ter Šentjanškega gričevja in Krškega hribovja. Na območjih, kjer se prepustne

kamnine menjajo z neprepustnimi, opazamo krajše ponikalnice in kraške izvire. Suhih dolin (233 m/km^2) je več v zahodnem delu okrog Hohovice, Vodice in Gabrovke, južno od Tihaboja, okrog Zabukovja, Čateža, Dola pri Trebnjem, Mokronoga, Tržišča, Šentjanža in jugovzhodno od Krmelja, to je v gričevnatem in planotastem svetu (Topole, 1998, str. 59–61).

2.2 REKA MIRNA

Največji vodotok v regiji je 44 km dolga Mirna. Svoj izvir ima na nadmorski višini okoli 730 metrov, v gozdu severozahodno od naselja Velika Goba nad Moravčami pri Gabrovki v občini Litija.



Slika 2: Velika Goba (L. Lenarčič, 2016)

V nekaterih delih se za povirni del Mirne do sotočja s Turnsko Cerknico navaja ime Moravščica oz. Mirenščica, pozneje pa se preimenuje v Mirno. Na svoji poti teče še skozi občine Trebnje, Mirna, Šentrupert in Mokronog–Trebelno (Žibert, 2014, str. 12–13).



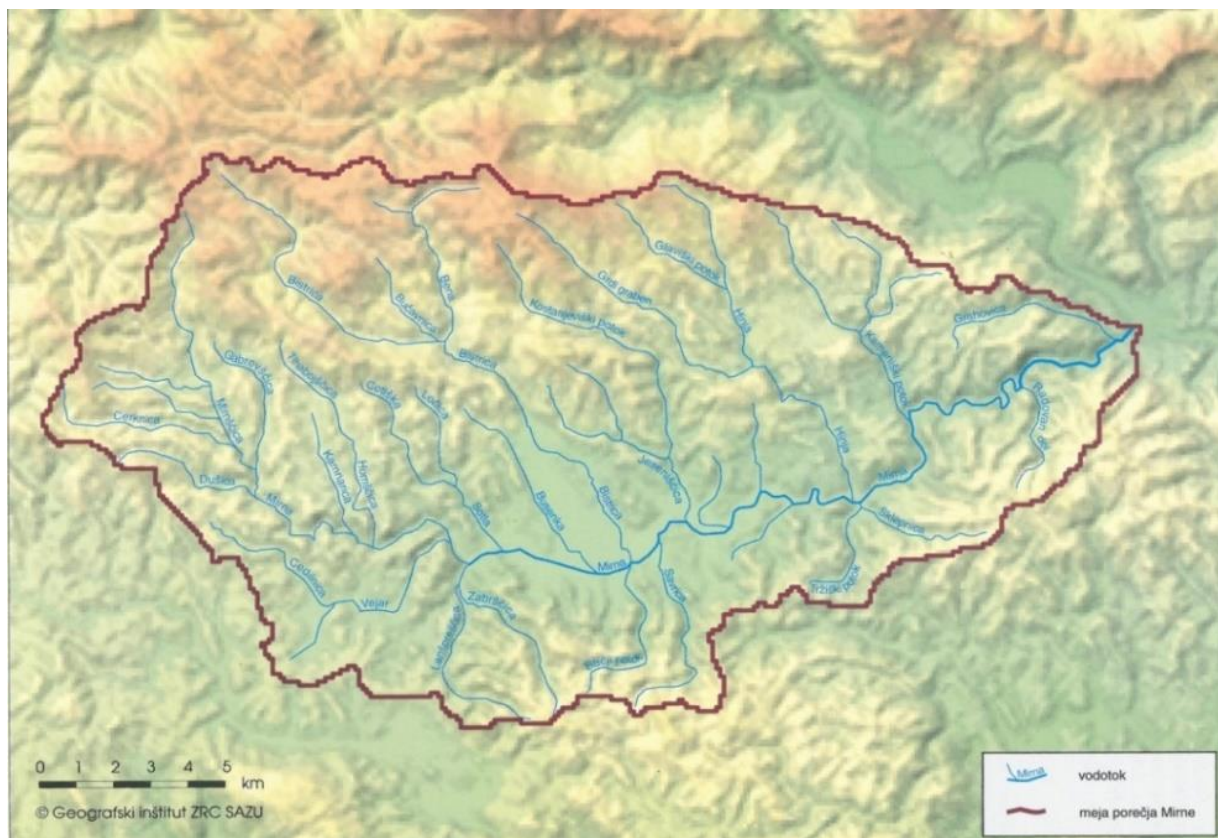
Slika 3: Reka Mirna na začetku svoje poti (I. Dular, 2016)

Jezikoslovci pravijo, da reka ni dobila imena zaradi počasnega, mirnega toka, ampak da je ime starejšega slovanskega izvira. Nastalo naj bi z zamenjavo soglasnikov iz imena Nyrina ali Nirina (iz glagola nyrati = prihajati iz zemlje, ki privre iz zemlje). To možnost naj bi nakazovalo tudi nemško ime Neyring za reko Mirno. V starejših zgodovinskih virih se reka

omenja v tem imenu podobnih oblikah, npr. inter fluenta Nirine leta 1016 in Neyring leta 1436 (Bezljaj, 1961, str. 22–23).

2.2.1 POREČJE REKE MIRNE

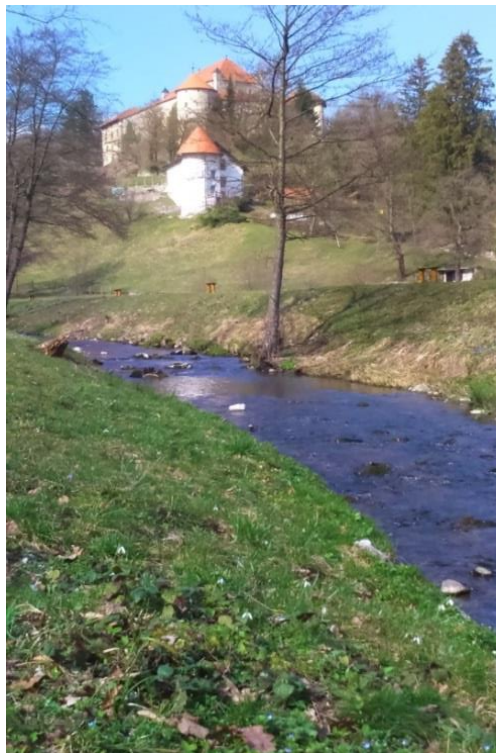
Meja porečja reke Mirne se najbolj dvigne in je najjasnejša na severu, kjer teče po širokem, alpsko usmerjenem hrbtu Jatne. Na Jatni, zahodno od naselja Radgonica, izmerimo največjo nadmorsko višino mirnskega porečja – 850 m. Proti vzhodu se slemena postopno znižajo; nad Radečami segajo do 700 m, nad Sevnico pa le še okrog 500 m visoko. Na severozahodni strani proti savskemu in na zahodni strani proti temeniškemu porečju je razvodnica težje določljiva, saj se tu v kraškem svetu uveljavlja tudi podzemni vodni odtok. Na jugu poteka meja sprva po ozkem in nizkem gričevju, ki loči dolini Mirne in Temenice, proti vzhodu pa po višjem Debenškem hribovju, katerega južna stran se odmaka v Raduljo, pritok Krke. V Dolenjem Boštanju pri Sevnici se na nadmorski višini 175 metrov Mirna izlije v Savo. To je najnižja točka v pokrajini, katere povprečna nadmorska višina sicer meri okrog 400 m (Žibert, 2014, str. 12–13). V reko Mirno se izliva 28 večjih in še več manjših pritokov na približno 300 km² površine. Porečje Mirne je zelo nesimetrično. Z leve strani dobiva Mirna precej daljše pritoke, medtem ko z desne dobiva le krajše potočke (Žibert, 2014, str. 12–13). Vsi pritoki, ki jih dobi Mirna z desne na zahodnem delu porečja, imajo alpsko smer. To so Turnska Cerknica, Cerknica in Dušica. Tu je gostota rečne mreže največja (2000 do 4000 m/km²).



Slika 4: Porečje reke Mirne (M. Topole, 1998, str. 60)

Gabrovščica, ki izvira pod Gabrovsko goro, se z leve strani v Mirno zlije pri Gornjih Ravnah. Pri Ravnah se Mirna obrne proti vzhodu. Tu je v dvigajoče se površje vrezala do 90 m globoko deber. V bližini Smrketovega mlina se v Mirno izlije levi pritok Kamnarica, ki izvira pod vasjo Tihaboj. Levi pritok Homščica (v zgornjem toku se imenuje Tihabojski potok), ki izvira pod Jelovko, se v Mirno izliva v dolini Zagorica pri Grdinovem mlinu (Žibert, 2014, str. 13).

V Mirnskem gričevju, nedaleč od mirnskega gradu z imenom Speča lepota, Mirna napravi več zavojev. Takoj ko vstopi v kotlino, se Mirni z desne pridruži Vejar oziroma Cedilnica, ki izvira pod Čatežem in se med vzpetinama Trbinc in Ključ prebije iz Vejarske kotanje. Po vstopu v kotlino Mirna kratek čas teče ob vzhodnem vznožju Gorenjske gore in Trbinca proti jugu, potem pa v naselju Mirna napravi oster ovinek za 90°.



Slika 5: Pritok Vejar pod Mirnskimi gradom (S. Šepic, 2016)

Tok se proti vzhodu nadaljuje skozi dno Mirnsko-Mokronoške kotline (280 do 240 m) bliže južnemu robu. Tu je struga regulirana. Z leve dobi močnejše pritoke, ki prav tako zbirajo vode v neprepustnih kamninah Posavskega hribovja. Vsi ti vodotoki izkoriščajo dinarske prelomnice in tečejo proti jugovzhodu (Topole, 1998, str. 61).

Zabrščica, tudi Zabršca, ki izvira v Debenškem hribovju, ima iztek v Mirno z njene desne strani na Delcih na Mirni. Zabrščica ima dva pritoka, Gomilščico, ki izvira pod Zvijavnico in se v Zabrščico izteče pod Radovnico, ter Lanšpreščico, ki izvira v Debenškem hribovju in se v Zabrščico izteče pod Gričem pri Mirni. Levi pritok reke Mirne je potok Sotla. V Mirno se izlije na Gmajni pod Trstenikom, izvira pa pod Jelovko. Sotla ima pritoka Cetiška in Ločica (Žibert, 2014, str. 13).

Pod Dobom se v Mirno izlije levi pritok Busenka, tudi Busenk, ki izvira pod Okrogom. V Debenškem hribovju izvira Bačji potok, ki se v Mirno z desne strani izlije pod Ostrožnikom. Glavni pritok reke Mirne je potok Bistrica, ki je druga največja rečica mirenskega porečja. Bistrica izvira v Šentrupersko-Dolskem hribovju pod Borovakom pri Polšniku. Bistrica ima dva večja pritoka – Bučavnico in Beno, v Mirno pa se izlije v Zalogah, blizu Puščave. Na Puščavi se z desne strani v reko Mirno izlije potok Savrica (Žibert, 2014, str. 13). Pri Puščavi se Mirna usmeri proti severovzhodu in pri Pijavicah zapusti kotlino. Dolina teče dalje skozi Krško gričevje in se vse bolj oži (Topole, 1998, str. 62).

V Mirno se v Hrastovici izlije levi pritok potok Jeseniščica, v katerega se izliva tudi Kostanjeviški potok. Potok Hinja, ki izvira v Gabrovškem hribovju, se v Mirno z leve strani izliva na Mostecu pri Tržišču. Hinja ima več pritokov, največja sta Grdi graben in Glaviški potok. Na Mostecu pri Tržišču se v reko Mirno z desne strani skupaj zlijeta potok Sklepnica, ki izvira v Debenškem hribovju, in Tržiški potok, ki izvira pod Škovcem. Pri zaselku Križišče pod Gabrjam se s pritoki Turnščca, Glinščica in Jablaniščica v Mirno izlije levi pritok Kamenca, imenovan tudi Kameniški oz. Kamenški potok, ki izvira v Šentjanškem hribovju. Pod ruševinami gradu Rekštanj blizu Laz pri Boštanju se v Mirno izliva hudourniški potok Radovan, desni pritok reke Mirne. V Dolenjem Boštanju se kot zadnji pritok z leve strani v reko Mirno izteka Grahovica, tudi Grahovščica, z izvirov v Jablaniškem hribovju in alpsko smerjo toka (Žibert, 2014, str. 14).

2.2.2 POPLAVE IN SUŠE

Debela plast rečnih naplavin je dokaz za dolgotrajno ugrezanje, ki poteka še danes. Reka poskuša uravnotežiti svoj profil, zato v vzhodnem delu Mirnsko-Mokronoške kotline pogosto poplavlja. Visoka talna voda omogoča med Dobom in Bistrico pri Mokronogu celo obstoj prvobitnega poplavnega gozda hrasta doba in belega gabra. Redne poplave so značilne za srednji del Mirnsko-Mokronoške kotline v širini 0,25 km do 1 km. Najširše je poplavno območje predvsem na tistih mestih, kjer se v kotlino iztekajo stranske doline Jeseniščice, Bistrice, Busenke, Sotle in Lanšpreščice (Bavec et. al, 2006, str. 26).

Poplave so običajno kratkotrajne, so pa razmeroma pogoste, zato je ozko dolinsko dno ostalo večinoma neposeljeno, drugje pa so hiše odmaknjene na nekoliko višje obrobje. Poplavno območje je širše pod Moravčami, največje poplavno območje pa je v razširjenem delu Mirnske doline po toku navzdol od Mirne. Mirno so regulirali in jo v toku od Mirne do Pijavic preuredili v izravnani kanal. Nose (2006, str. 99) piše, da je osrednji del Mirnske doline zaradi melioracij izgubil nekdanjo pestrost. Najnižji del dolinskega dna je kljub temu še vedno ostal mokrotan in izpostavljen občasnim poplavam, poplavno območje pa je tudi pod Slovensko vasjo in Martinjo vasjo, kjer se najnižji deli uporabljajo kot travniki. Pogostost poplav se je zaradi ravne umetne struge in osuševalnih jarkov zmanjšala, vendar se poplave še vedno pojavljajo vsakih nekaj let – nazadnje septembra 2010 in oktobra 2014 (Komac et al., 2008, str. 117–118).

Porečje Mirne spada z okrog 100 sušnimi dnevi med slovenska območja z največjim številom sušnih dni v letu. Povprečno se zvrsti 7 sušnih dob, ki trajajo okrog 14 dni (sušna doba je vsaj 10-dnevno obdobje, ko pade pod 0,1 mm padavin dnevno). Minimalne pretoke doseže na 5 do 10 let (Bavec et al., 2006, str. 27). Ob dolgotrajnih sušah ima lahko Mirna v vseh letnih časih zelo malo vode (okoli 0,5 m³/s), ob močnih poletnih nalivih pa se lahko njen pretok močno poveča, čeprav reka ni izrazit hudournik.

2.2.3 VARSTVO NARAVE

Zgornji tok reke ter mokrišča ob srednjem toku so opredeljeni kot naravna vrednota državnega pomena, celoten tok Mirne od izvira do izliva pa je vključen v območje Natura 2000. V zgornjem toku živi rak koščak. V srednjem in spodnjem toku ter nekaterih pritokih so habitati petih evropsko pomembnih vrst rib – velike nežice, pohre, sulca, blistavca in platnice. Pojavlja se tudi školjka navadni škrdček. Polž ozki vretenec živi na vlažnih travnikih ob Mirni. Osuševalni kanali in manjši pritoki v kotlini so habitat kačjega pastirja koščični škratec, zato je v tem delu območje Nature 2000 razširjeno in zajema poplavni del kotline. Ob Mirni živi tudi vidra (Petkovšek, 2014, str. 15–16).

Jakopin (2010, str. 73) v svojem diplomskem delu z naslovom *Struktura ribjih združb v reki Mirni* navaja, da so v reki Mirni določili 29 vrst rib in vrsto ukrajinskega potočnega piškurja. Med skupno 29 vrstami rib je bilo 26 avtohtonih in 3 alohtone vrste. Na vseh osmih vzorčnih mestih na reki Mirni sta se pojavili le 2 vrsti: blistavec in navadni kapelj, na sedmih pa so določili 5 vrst rib (potočna postrv, pohra, klen, pisanka, babica). Mirna z nekaterimi pritoki je tudi ribolovna reka, saj se je z zmanjšanjem onesnaževanja in s prizadevanji ribičev stanje v reki občutno izboljšalo.

2.2.4 REKA MIRNA – DEŽELA MLINOV

V porečju Mirne je domačin Rudolf Žibert s svojimi sodelavci naštel okoli 100 vodnih mlinov, ki so delovali v 19. in 20. stoletju ter imeli od eno do tri vodna kolesa. Gospod Žibert pravi (Žnidaršič, 2013): »Največji vodni mlini so bili grajski, ki so večinoma razpadli. Sicer pa na celotnem območju danes stoji en sam sodoben zmogljiv industrijski mlin – Grebenčev mlin z Bistrice pri Šentrupertu, ki ga je nasledil trokolesni vodni mlin in dela na električni pogon. Trije mlini delujejo na posodobljen način, tako da imajo manjše vodne centrale, ki nato na elektromehanski način poganjajo te hibridne mline. To so Zakrajškov mlin v Migolici, Ribčev v dolini Bistrice in Grdinov v dolini pod Zagorico. Samo pet mlinov pa je oziroma bi bilo z manjšimi popravki sposobnih za mletje žit po starem na vodni pogon. Nekaj mlinov je predelanih v gostinske lokale.« Žibert poudarja pomen vodnih mlinov kot eno od sestavin turistične ponudbe v Mirnski dolini, ki je poleg mlinov tudi dežela gradov, cerkva in cvička.

2.2.5 REČNI REŽIM REKE MIRNE

Višek padavin, ki ne izhlapi in odteče, je odtok. Kjer se zbere večina odtoka, lahko odtok merimo kot pretok. Izmerjeni pretoki so praviloma najzanesljiveje izmerjeni element vodnega

kroga. Na primerno postavljenih vodomernih postajah namreč voda določenega vodozbirnega območja odteče skozi profil vodomerne postaje. Pretoki so osnovni podatki za večino hidroloških analiz (Vodna bilanca Slovenije, 2008, str. 43). Pretočni režim je pokazatelj povprečnega kolebanja pretoka reke preko leta. Najpomembnejši dejavniki, ki oblikujejo pretočni režim, so podnebje, relief, kamninska podlaga, prst, rastlinstvo in človek. V Sloveniji je najpomembnejši dejavnik podnebje, saj so pretočni režimi odvisni predvsem od letne razporeditve padavin in temperatur ter od trajanja snežne odeje.

Reka Mirna ima panonski dežno-snežni režim. Ta režim je sicer značilen za reke po gričevjih in ravninah panonskega sveta, vključuje pa tudi Temenico in Mirno. Zgodnjepomladanski in poznojesenski viški so močno izenačeni, glavni nižki so poleti, drugi pa pozimi (Vodna bilanca Slovenije, 2008, str. 47). Primerjava pretočnih režimov med obdobjem 1961–1990 ter obdobjem 1971–2000, opravljena s strani Agencije Republike Slovenije za okolje, je pokazala, da se vplivi podnebnih sprememb vse bolj kažejo tudi v pretokih vodotokov. Posebej izstopajo naslednje podnebne razlike: višja povprečna temperatura zraka, izdatnejše izhlapevanje (v enem letu se v porečju Mirne z izhlapevanjem izgubi dobra polovica padavinske vode), spremenljiva količina padavin in krajše trajanje snežne odeje v sredogorju in nižinah ter posledično skromnejši snežni zadržek (Vodna bilanca Slovenije, 2008, str. 50).

2.2.6 PRETOK REKE MIRNE, PADAVINE IN TEMPERATURE ZRAKA V OBDOBJU 1963–2013

Na podlagi dostopnih arhivskih podatkov smo se odločile narediti analizo pretokov reke Mirne, povprečnih količin padavin in povprečnih temperatur zraka v bližnji okolici. Od leta 1963 v Martinji vasi pri Mokronogu deluje vodomerna postaja, ki meri pretok reke Mirne, v bližini pa je od leta 1961 postavljena tudi padavinska postaja, ki deluje še danes. Odločile smo se, da naredimo analizo nihanja pretoka reke Mirne in potrdimo, da ima reka Mirna dežno-snežni rečni režim. Izračunale smo povprečne vrednosti mesečnih pretokov skozi večletna časovna obdobja ter povprečno mesečno količino padavin v istem časovnem obdobju. Pričakovale smo, da bomo lahko na podlagi teh podatkov primerjale nihanje pretoka reke glede na ključni dejavnik, ki nanj vpliva – količino padavin (dež in staljeni sneg skupaj).

Pri pretoku smo upoštevale arhivske podatke za merilno mesto Martinja vas 1 pri Mokronogu (ARSO, Hidrološki arhiv površinskih voda, 2016), pri količini padavin pa arhivske podatke padavinske postaje v Mokronogu (ARSO, Opazovani in merjeni meteorološki podatki po Sloveniji, 2016).



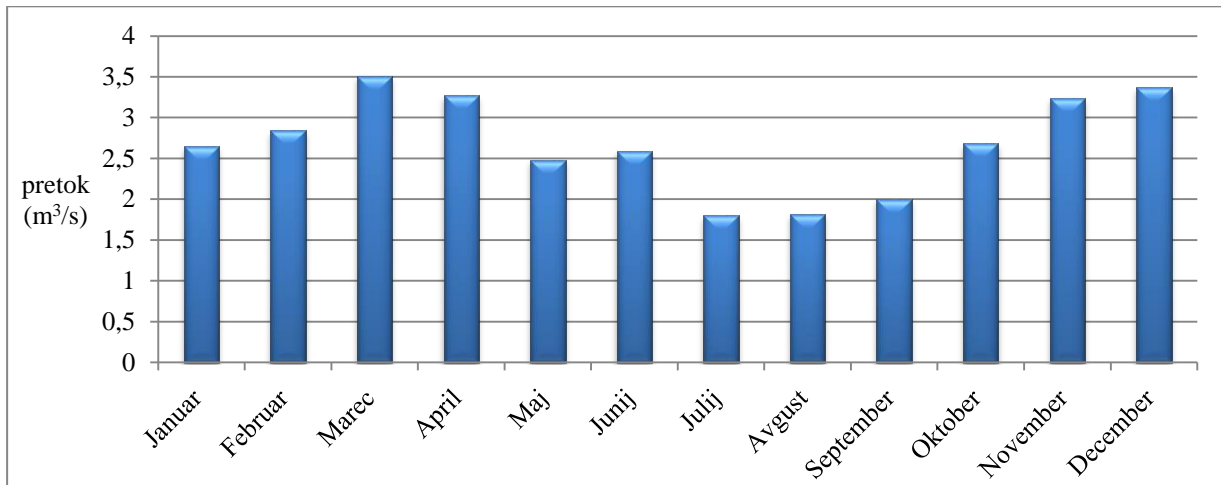
Slika 6: Oznake ob vodomerni postaji Martinja vas (L. Lenarčič, 2016)



Slika 7: Vodomerna postaja Martinja vas (I. Dular, 2016)

Tabela 1: Izračunani povprečni mesečni pretoki (m^3/s) za obdobje 1963–2013

MESEC	OBDOBJE 1963–2013
januar	2,65 m^3/s
februar	2,84 m^3/s
marec	3,51 m^3/s
april	3,27 m^3/s
maj	2,48 m^3/s
junij	2,59 m^3/s
julij	1,80 m^3/s
avgust	1,82 m^3/s
september	2,00 m^3/s
oktober	2,68 m^3/s
november	3,24 m^3/s
december	3,37 m^3/s
povprečni pretok	2,69 m^3/s

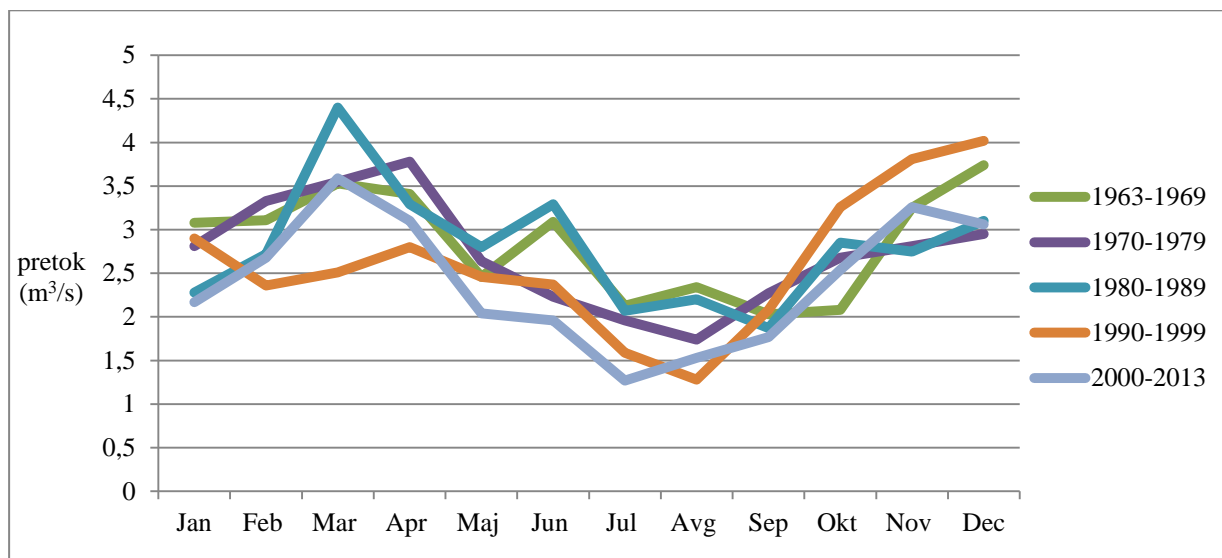
Grafikon 1: Izračunani povprečni mesečni pretoki (m^3/s) za obdobje 1963–2013

Pri reki Mirni lahko govorimo o dveh pretočnih viških. Prvi višek reka doseže v spomladanskem času (marec in april), drugi pa v poznojesenskem (december in november). Oba viška sta zelo izenačena. Najnižje pretoke ima reka v juliju in avgustu, ko je pretok skoraj enkrat manjši kot v času najvišjih pretokov.

Tabela in grafikon št. 2 prikazujeta povprečne pretoke v petih večletnih obdobjih. Zelo očitna sta dva viška, in sicer spomladanski in poznojesenski. Nižek je opazen v poletnih mesecih, predvsem v juliju in avgustu. Opazen je trend zniževanja pretokov (zadnji dve obdobji, prikazani z oranžno in svetlo modro barvo). Pretok je manjši predvsem v spomladanskih in poletnih mesecih, medtem ko se v poznojesenskem času v povprečju povečuje. Na podlagi teh analiz domnevamo, da se je količina padavin v jesenskem času povečala, manj pa jih je poleti.

Tabela 2: Izračunani povprečni mesečni pretoki (m^3/s) v petih obdobjih

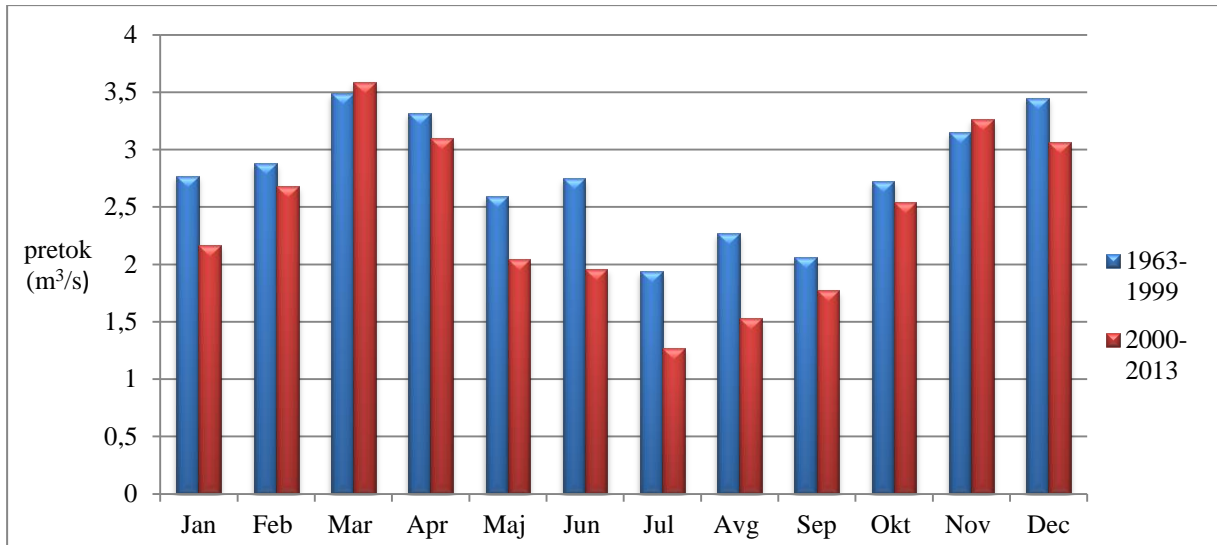
MESEC/OBDOBJE	1963–1969	1970–1979	1980–1989	1990–1999	2000–2013
januar	3,08	2,81	2,28	2,9	2,17
februar	3,11	3,33	2,72	2,36	2,68
marec	3,53	3,55	4,4	2,51	3,59
april	3,41	3,78	3,29	2,8	3,1
maj	2,46	2,64	2,8	2,46	2,04
junij	3,09	2,23	3,29	2,37	1,96
julij	2,13	1,96	2,07	1,59	1,27
avgust	2,34	1,74	2,2	1,28	1,53
september	2,03	2,27	1,87	2,08	1,77
oktober	2,08	2,68	2,85	3,26	2,54
november	3,25	2,81	2,75	3,81	3,26
december	3,74	2,95	3,1	4,02	3,06
letno povprečje	2,85 m^3/s	2,73 m^3/s	2,80 m^3/s	2,62 m^3/s	2,41 m^3/s

Grafikon 2: Primerjava povprečnih mesečnih pretokov (m^3/s) v petih obdobjih

Naredile smo še primerjavo med dvema daljšima časovnima obdobjema. Pretok se je v povprečju najbolj zmanjšal v obdobju od meseca maja do septembra. Ta sprememba je zelo očitna in tudi zaskrbljujoča, saj je vode vse manj. Predvidevamo, da se zmanjšuje tudi nivo podtalnice, vendar tega tokrat nismo preverjale. Pretok se je očitno zmanjšal tudi v januarju in decembru, rahlo povešal pa v marcu in novembru.

Tabela 3: Primerjava povprečnih mesečnih pretokov (m^3/s) v obdobju 1963–1999 z zadnjim obdobjem 2000–2013

MESEC/OBDOBJE	1963-1999	2000-2013	RAZLIKA V PRETOKU (m^3/s)
januar	2,77	2,17	-0,6
februar	2,88	2,68	-0,2
marec	3,49	3,59	+0,1
april	3,32	3,1	-0,22
maj	2,59	2,04	-0,55
junij	2,75	1,96	-0,79
julij	1,94	1,27	-0,67
avgust	2,27	1,53	-0,74
september	2,06	1,77	-0,29
oktober	2,72	2,54	-0,18
november	3,15	3,26	+0,11
december	3,45	3,06	-0,39
leto	2,78 m^3/s	2,41 m^3/s	-0,37 m^3/s

Grafikon 3: Primerjava povprečnih mesečnih pretokov (m^3/s) v obdobju 1963–1999 z zadnjim obdobjem 2000–2013

S tem grafikonom smo dokazale, da se pretok reke Mirne zmanjšuje. Voda je dobrina, brez katere ni življenja. Ti rezultati nas morajo spodbuditi k še bolj preudarni in varčni rabi vode, saj je količina podtalnice odvisna tudi od količine vode v rekah. Vodomerne postaje, ki delujejo že več kot 30 let, dokazujejo, da se količina vode v rekah zmanjšuje. Za reko Mirno velja, da upadajo srednji letni pretoki, najmanjši letni 30-dnevni pretoki, naraščajo pa veliki pretoki in visoki ekstremi (Kobold, Dolinar, Frantar, 2012, str. 16–17).

Sledila je analiza količine padavin na bližnjem območju. Naredile smo povprečja za ista obdobja, za katera smo že prej naredile analizo pretokov.

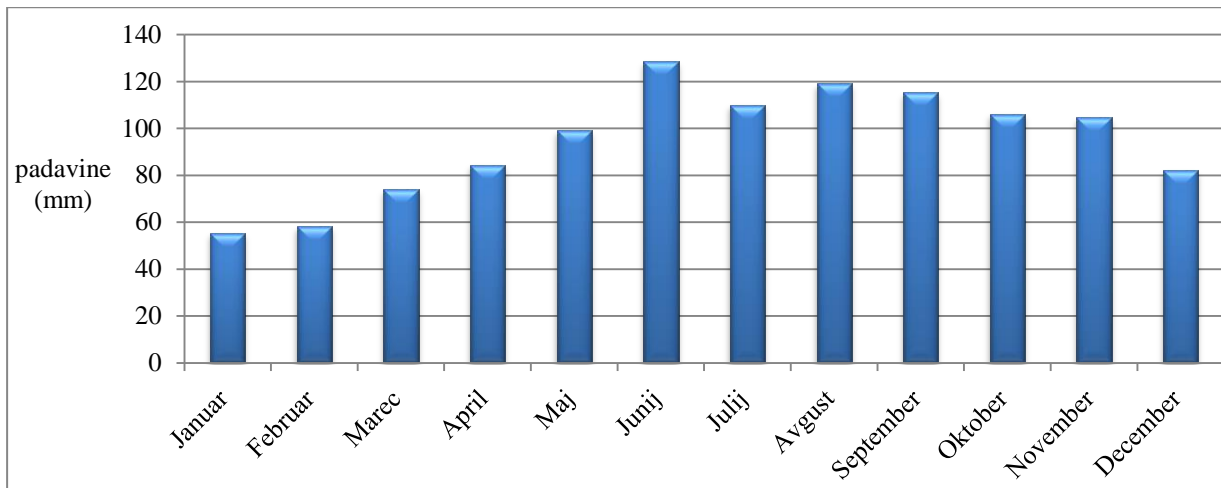
Tabela 4: Povprečna mesečna količina padavin (mm) v obdobju 1963–2013

MESEC	OBDOBJE 1963–2013
januar	55,39 mm
februar	58,14 mm
marec	73,84 mm
april	84,37 mm
maj	98,95 mm
junij	128,57 mm
julij	109,88 mm
avgust	119,16 mm
september	115,12 mm
oktober	106,21 mm
november	104,77 mm
december	82,11 mm
leto	1136 mm

Tabela 5: Izračunana povprečna letna količina padavin (mm) v petih obdobjih

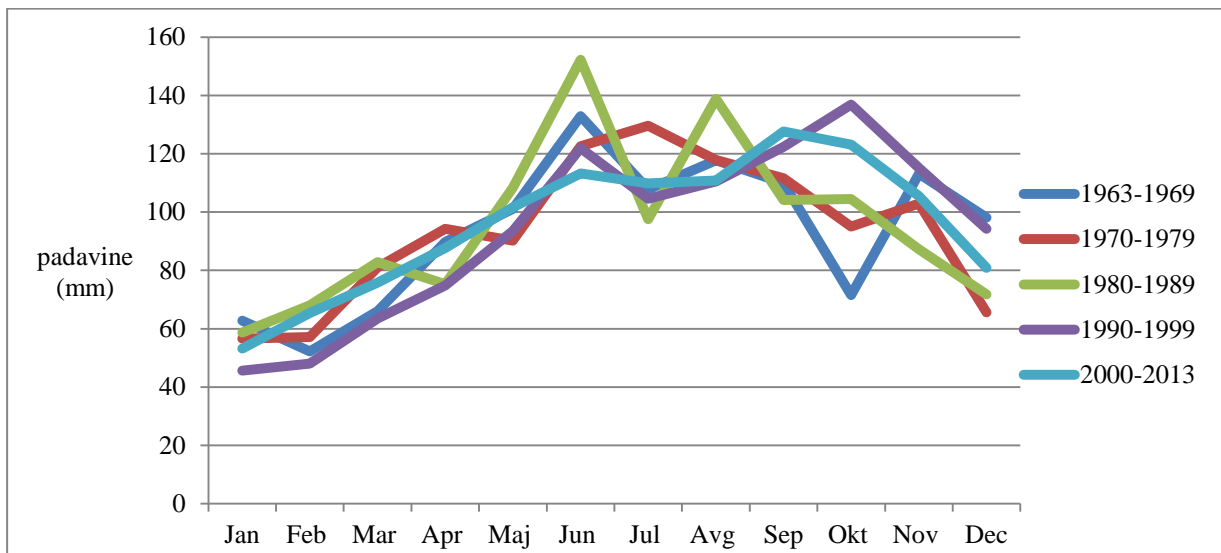
OBD OBJE	1963–1969	1970–1979	1980–1989	1990–1999	2000–2013
letno povprečje (mm)	1123mm	1124 mm	1149 mm	1131 mm	1154 mm

Grafikon 4: Povprečna mesečna količina padavin (mm) v obdobju 1963–2013



Naše območje ima višek padavin v poletnem in jesenskem času, nižek pa pozimi, kar je značilno za zmerno celinsko podnebje.

Grafikon 5: Povprečna mesečna količina padavin (mm) v petih obdobjih



Skupna letna količina padavin v analiziranih obdobjih se ni veliko spreminjala, tako da ne moremo govoriti o opaznih spremembah. Najbolj očiten je dvig količine padavin v jesenskih mesecih (september, oktober) in manjša količina v poletnih mesecih. Količina povprečnih

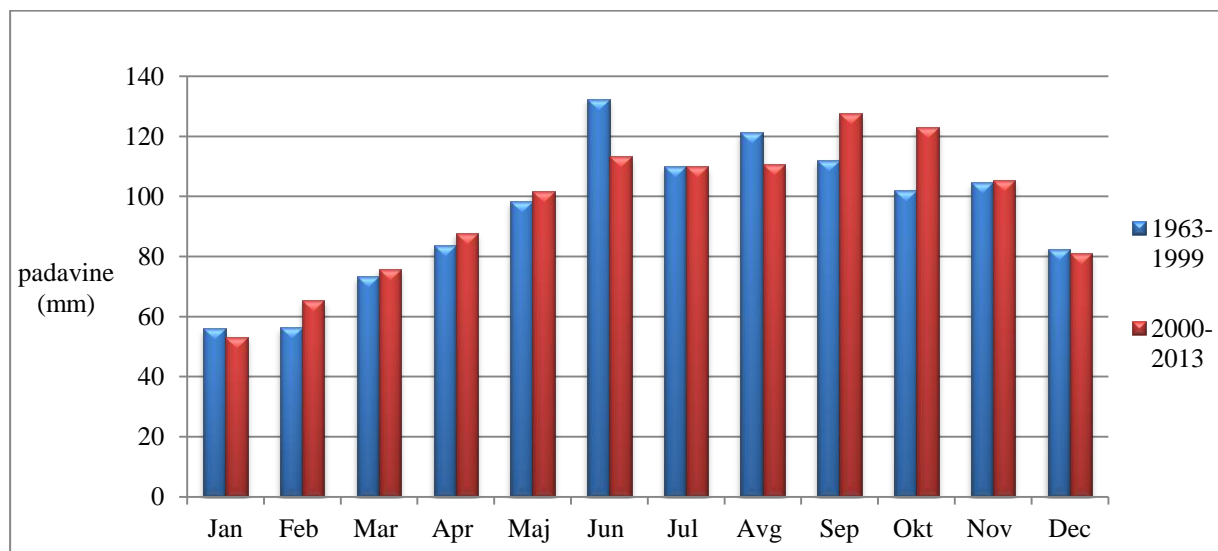
letnih padavin se očitno ne spreminja v veliki meri, se pa spreminja časovna razporeditev letih in to je vplivalo tudi na spremembe v pretoku reke (višji jesenski in nižji poletni pretoki).

Tabela 6: Primerjava povprečnih mesečnih padavin (mm) v obdobju 1963–1999 z zadnjim obdobjem 2000–2013

MESEC/OBDOBJE	1963–1999	2000–2013	RAZLIKA V KOLIČINI PADAVIN (mm)
januar	55,94	53,22	-2,72
februar	56,35	65,34	+8,99
marec	73,35	75,82	+2,47
april	83,56	87,72	+4,16
maj	98,27	101,66	+3,39
junij	132,40	113,24	-19,16
julij	109,89	109,85	-0,04
avgust	121,23	110,85	-10,38
september	112,00	127,59	+15,59
oktober	101,98	123,14	+21,16
november	104,59	105,5	+0,91
december	82,42	80,85	-1,57
leto	1131,98 mm	1154,78 mm	+22,8 mm

Tudi če primerjamo obdobje 1963–1999 z zadnjim obdobjem 2000–2013, večjih sprememb ni opaziti.

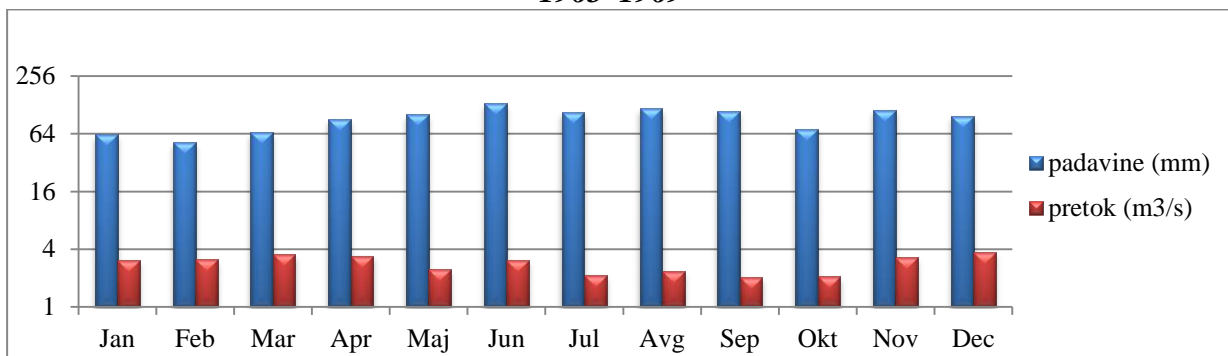
Grafikon 6: Primerjava povprečnih mesečnih količin padavin (mm) v obdobju 1963–1999 z zadnjim obdobjem 2000–2013



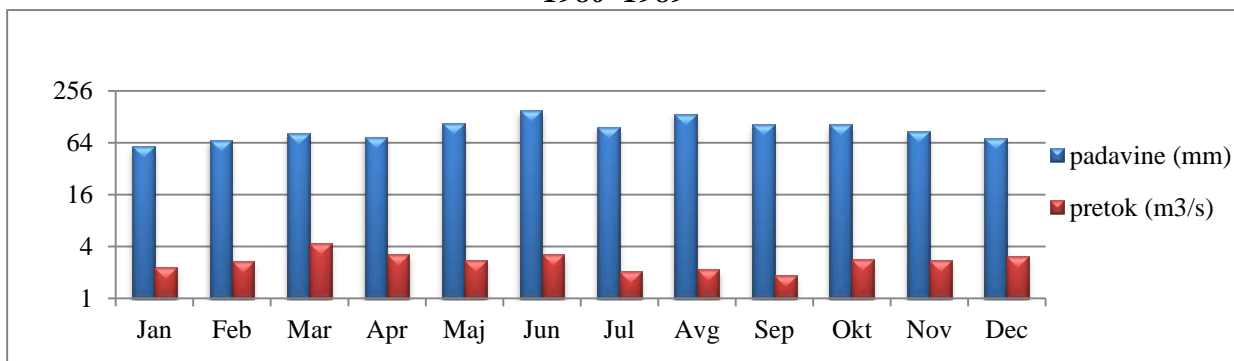
Z grafikoni št. 7–9 smo želele pokazati na odvisnost pretoka reke od količine padavin. Ugotovile smo, da je to v daljšem obdobju izredno težko oz. pričakovale smo, da bomo na

podlagi njih lahko pokazale na odvisnost pretoka od padavin. Vendar ni bilo tako. Očitno je, da količina padavin ni edini dejavnik, ki vpliva na pretok rek. V zmerno celinskem podnebnju beležimo višek padavin poleti, takrat pa so pretoki rek najnižji, kar je nedvomno posledica višjih poletnih temperatur in večjega izhlapevanja, pa tudi drugih dejavnikov. Iz grafikonov pa je razvidno, da se je pretok opazno zmanjšal v juliju in avgustu.

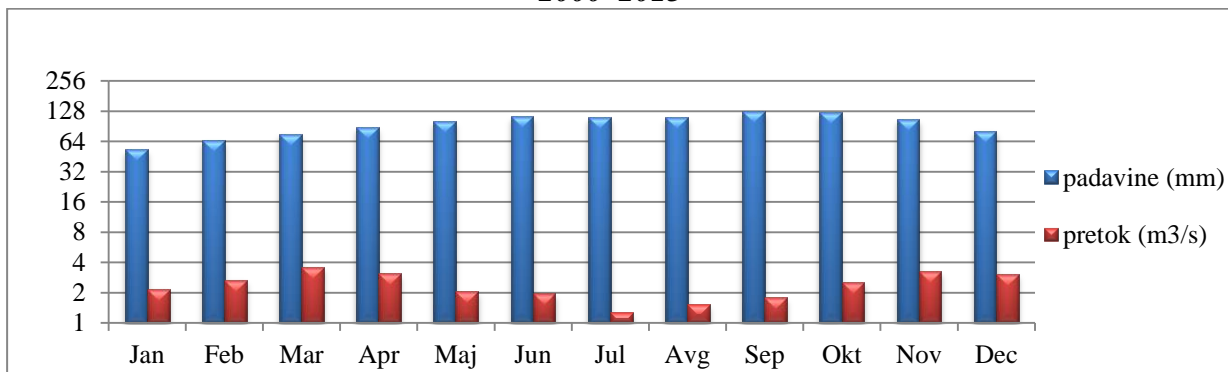
Grafikon 7: Povprečni mesečni pretoki (m^3/s) in količina padavin (mm) za obdobje 1963–1969



Grafikon 8: Povprečni mesečni pretoki (m^3/s) in količina padavin (mm) za obdobje 1980–1989



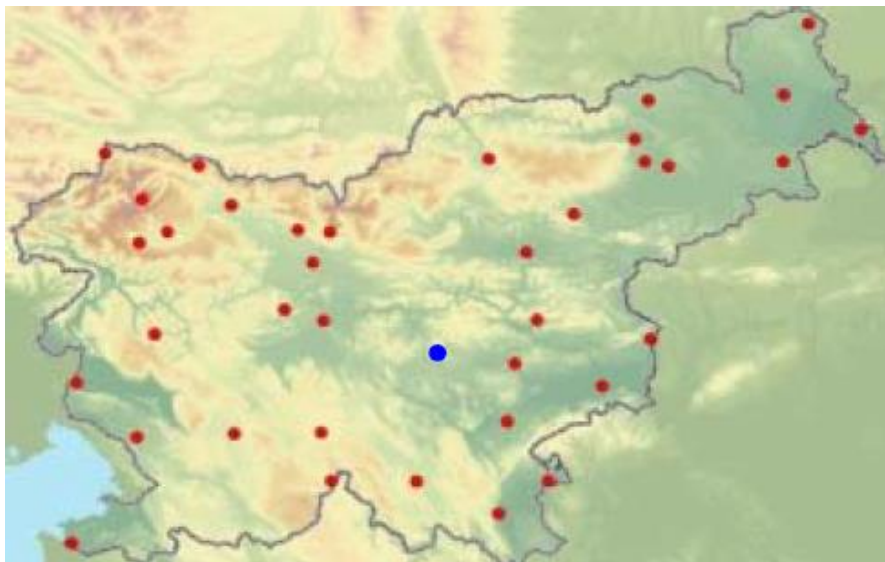
Grafikon 9: Povprečni mesečni pretoki (m^3/s) in količina padavin (mm) za obdobje 2000–2013



Spremembe podnebja, ki vplivajo na vodno okolje, se dogajajo. Opazno je zmanjšanje spomladanskega viška vode in povečanje jesenskega. Tako se v zadnjih letih spopadamo na eni strani s sušo v pomladansko-poletnih mesecih in visokimi vodami v jesenskih, medtem ko je običajno letna količina padavin blizu obdobjnega povprečja (Kobold, 2007, str. 108). Tudi pri reki Mirni smo z analizo večletnih podatkov lahko potrdile ta trend. Na količino vode v porečju vplivajo klimatske spremembe, vpliv izhlapevanja, gozdnatost, količine podtalnih zalog vode, spreminjanje naravnih površin v kmetijska in urbana območja. Vode bo začenjalo primanjkovati, problem pa bo tudi njena kakovost, zlasti poleti (Ulaga, Kobold, Frantar, 2008, str. 17).

Ugotovile smo, da poleg podatkov o padavinah potrebujemo tudi podatke o povprečnih mesečnih in letnih temperaturah zraka v obravnavanem obdobju. Najbližje našemu območju je bila klimatološka postaja Agencije RS za okolje Sevnno (550 m), ki je pričela z delovanjem leta 1959 (Nadbath, 2008, str. 31). Uporabile smo že narejeno analizo povprečnih temperatur.

Sevnno leži na prisojnem pobočju Sevnškega hriba v Posavskem hribovju. Temperaturo na postaji merijo od leta 1961. V Sevnem je bila referenčna (1961–1990) povprečna letna temperatura zraka 9 °C. Najtoplejši je bil mesec julij s povprečno temperaturo zraka 18,3 °C, najhladnejši pa januar s povprečno temperaturo –1,1 °C. Povprečna letna temperatura zraka v Sevnem narašča. Po letu 1987 je bila samo dvakrat pod vrednostjo dolgoletnega povprečja, in sicer leta 1991 in 1996 (Nadbath, 2008, str. 32).

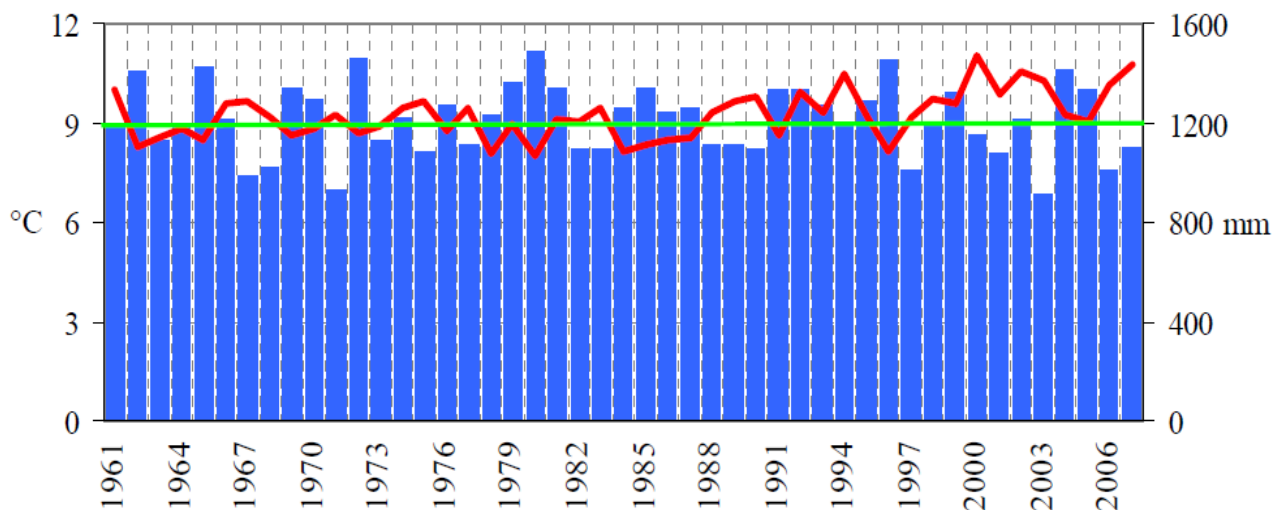


Slika 8: Glavne meteorološke in klimatološke postaje leta 2008; Sevnno je označeno z modro (M. Nadbath, 2008, str. 31)



Slika 9: Meteorološka postaja Sevno (I. Dular, 2016)

Grafikon 10: Povprečna letna temperatura zraka (*krivulja*) in letna višina padavin (*stolpci*) v obdobju 1961–2007 ter referenčno (1961–1990) povprečje za temperaturo zraka in padavine (*zeleno črta*) v Sevnem (M. Nadbath, 2008, str. 33)



Strokovnjaki s področja preučevanja podnebja poudarjajo, da v povprečju temperature zraka naraščajo. Dolinar, Frantar in Hrvatin (2008, str. 4) navajajo, da so v obdobju 1971–2000 temperature v povprečju naraščale po vsej državi. Povsod so bila najhladnejša prva in najtoplejša zadnja leta obravnavanega obdobja. K porastu temperature zraka najbolj prispeva dvig povprečne temperature poleti.

Podnebne spremembe vplivajo na padavinski režim. Primerjava pretočnih režimov med letoma 1971–2000 z režimi v starejših obdobjih dokazuje številne razlike. Marsikje se je močno zmanjšal vpliv taljenja snega, kar je izraženo v neizrazitem snežnem zadržku in skromnem spomladanskem višku, ki je sicer večinoma odvisen od taljenja snežne odeje. Globalno naraščanje temperatur zraka pospešuje predvsem poletno izhlapevanje vode (Dolinar, Frantar, Hrvatin, 2008, str. 8). Porast temperature zraka posredno nedvomno spada med najpomembnejše dejavnike hitrega upadanja povprečnih letnih pretokov slovenskih rek.

Povprečna letna temperatura zraka se je v Sloveniji v zadnjih 50 letih (od 1956 do 2005) statistično značilno povečala za 1,4 +/- 0,6 °C. Dvig povprečne temperature zraka se odraža tudi v dvigu temperature vode v vodotokih (Kobold, 2007, str. 102–108). Slovenski pregovor pravi: »Vodo se naučimo ceniti šele, ko se vodnjak posuši.«

2.2.7 KEMIJSKA ANALIZA VODE

*»Voda, brez okusa si, brez barve, brez vonja,
ne moremo te določiti, okušamo te, pa te ne poznamo.
Življenju nisi potrebna: ti si življenje.«*

(G. Sauvage de Saint Marc)

Vsa živa bitja za življenje potrebujemo vodo. Kljub temu, da je naša osnovna dobrina, jo preveč onesnažujemo. Glavni dejavniki, ki onesnažujejo vodotoke, so:

- kmetijstvo (gnojenje, škropljenje ...),
- promet (različne emisije ...),
- industrija (umetne snovi ...),
- gospodinjstva (neurejena kanalizacija ...).

Vodotoki so glede na onesnaženost in samočistilne sposobnosti razdeljeni v različne kategorije. Po fizikalno-kemijskih in bakterioloških parametrih so bile reke dolgo časa uvrščene v 4 kakovostne razrede. Po učbeniku, ki ga uporabljamo pri pouku geografije Slovenije v 9. razredu (Senegačnik, 2012, str. 82), Mirno uvrščamo v 2. kakovostni razred.

V Sloveniji danes področje ocenjevanja stanja rek ureja *Pravilnik o monitoringu površinskih voda* (Uradni list RS, 10/2009). Merila in način ocenjevanja pa določa *Uredba o stanju površinskih voda* (Uradni list RS, 14/2009, 98/2010). Kakovost površinskih voda na Arsu ocenjujejo tako, da opredelijo kemijsko in ekološko stanje reke. Pri oceni ekološkega stanja upoštevajo splošne fizikalno-kemijske elemente, hidromorfološke elemente, biološke elemente – bioindikatorje, posebna onesnaževala in pritiske (hidromorfološke spremembe, trofičnost oz. obremenitev s hranili, saprobnost oz. organsko onesnaževanje). Ekološko stanje reke je lahko zelo dobro, dobro, zmerno, slabo ali zelo slabo. Na podlagi monitoringa kakovosti slovenskih rek za obdobje 2009–2013 je ekološko stanje Mirne dobro z visoko ravno zaupanja. Posamezni elementi nakazujejo celo zelo dobro stanje. Kemijsko stanje vode pa je lahko dobro ali slabo. Kemijsko stanje reke Mirne je dobro z visoko ravno zaupanja. Me smo se preučevanja kakovosti vode v reki lotile na poenostavljen način s pomočjo papirnatih indikatorjev, ki smo jih dobile pri učiteljici biologije. V delu, kjer so opisani rezultati terenskega dela, so predstavljene tudi glavne ugotovitve na različnih vzorčnih mestih.

3. TERENSKO RAZISKOVALNO DELO

3.1 MERJENJE PRETOKA REKE V BLIŽINI ŠOLE

Pretok je količina vode, ki steče skozi neko površino v določenem času. Največkrat ga merimo v m^3/s tako, da pomnožimo vodni presek in hitrost toka. Vodostaj je bil 3. 2. 2016 izredno nizek (posledica daljšega obdobja brez padavin) in predvidevale smo, da v času meritev v naslednjih dveh mesecih ne bo nižji, zato je bil ta dan narejen začetni, osnovni presek. Pri meritvah so nam pomagali mentorica Irena Dular, Igor Višček in Dušan Erazem. Izmerili smo širino struge ter pričeli s sondiranjem. Razdalja od levega do desnega brega je bila 810 cm. Določili smo ničelno točko tega dne – 250 cm (razdalja od mostu do vodne gladine) in tam umerili vrvico, ki je povezovala oba bregova reke. Vse meritve globine smo opravljali na 10 cm, tako da smo naredili 81 meritev. Na mostu smo določili še ničelno točko (3 m) za vse naslednje meritve (razdalja med točko in gladino vode). Tako smo vsakič odčitale, za koliko cm je bil vodostaj reke višji in na tej podlagi izračunale presek.



Slika 10: Merjenje prečnega preseka struge 3. 2. 2016 (I. Višček, 2016)



Slika 11: Merjenje prečnega preseka struge 3. 2. 2016 (I. Višček, 2016)

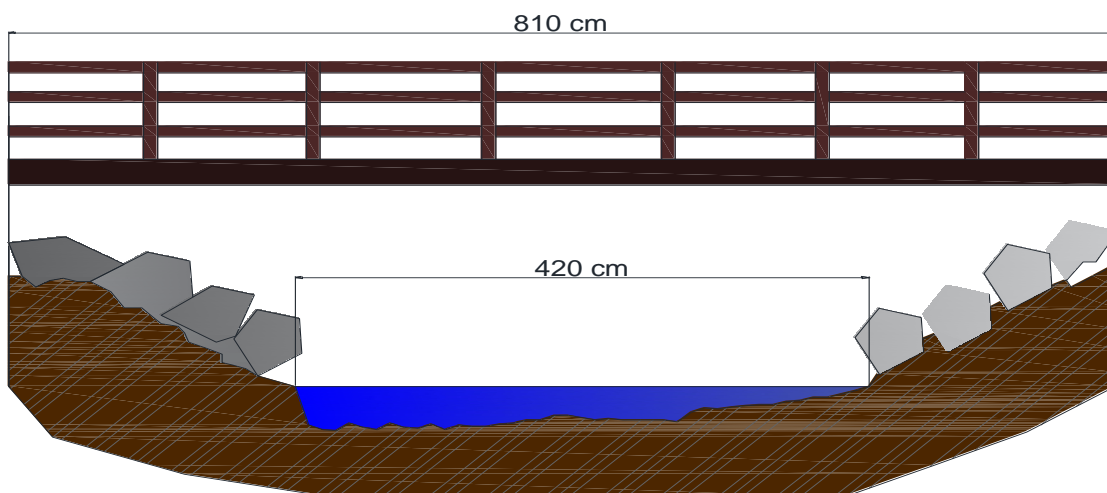


Slika 12: Most, s katerega smo opravljale meritve (S. Šepic, 2016)

Ko smo opravili meritve globine dna (tudi robnega suhega dela), smo se lotile izrisovanja preseka. Vse smo poskušale narediti čim bolj natančno. Tudi s tem smo se srečale prvič. Zatem smo izračunale presek, tako da smo seštevale površino posameznih 10-centimetrskih odsekov.



Slika 13: Izris osnovnega preseka reke Mirne na našem merilnem mestu (I. Višček, 2016)

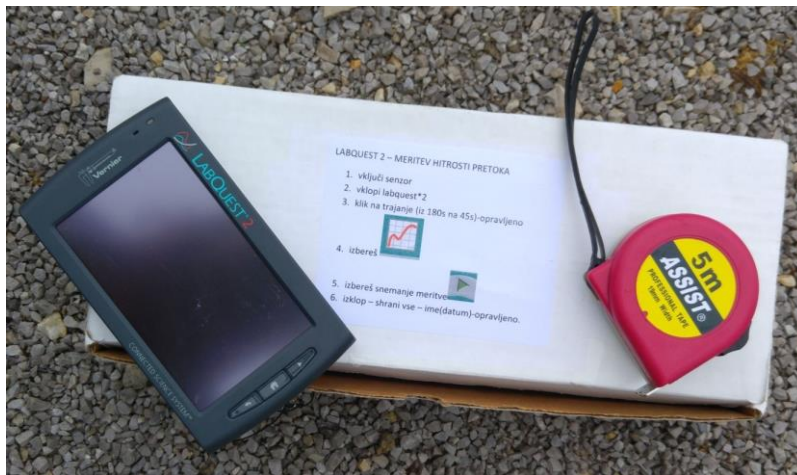


Slika 14: Izris preseka struge na dan 3. 2. 2016

Ko smo izračunale presek reke na merilnem mestu (s pomočjo funkcij v Excelu), smo pričele z merjenjem hitrosti reke. Merilnik Flow Rate Sensor Vernier je namenjen merjenju hitrosti vode. Deluje na principu vrtečega senzorja, ki mora biti obrnjen proti toku. Vsebuje 3 nastavke držala in 3 nastavke za dno, s katerimi lahko spreminjamo dolžino merilnika, in ima 5 metrov dolg vodnik od senzorja do vmesnika, ki shranjuje meritve.



Slika 15: Merilnik Flow Rate Sensor Vernier (L. Lenarčič, 2016)



Slika 16: Vmesnik Labquest in potek shranjevanja meritev (L. Lenarčič, 2016)

Odločile smo se, da na merilni mreži vsakič opravimo 8 meritev hitrosti toka na razdalji 0,5 m. Zatem smo izračunale povprečno hitrost vode, tako da smo seštevke meritev delile z osem. Ob višjem vodostaju smo proti obema bregovoma dodale še 2 meritvi, vendar ju kasneje pri računanju povprečnih hitrosti nismo upoštevale, ker so te meritve zelo izstopale – vrednosti so bile zelo nizke (morda zaradi večjih kamnov, izredno nizke vode na robovih struge ...).

V povprečju smo merile hitrost približno štirikrat na teden po pouku. Zadnja dva tedna smo merile vsak dan. Delale smo osem meritev po 45 sekund na vsaki postaji. Če se vodostaj ni spremenil za več kot centimeter, pretoka nismo merile, prav tako v februarju nismo merile med vikendi. Vsakič, ko smo šle merit, smo že pred meritvami vedele, ali je voda višja ali nižja kot prejšnjo meritev. Kadar je bilo dežja več in vodostaj višji, smo izmerile višje hitrosti, kar smo občutile že s tem, da je bilo merilnik v vodi zelo težko držati na istem mestu in je zato poplesaval. Ob nižjem vodostaju, ko je bila hitrost vode manjša, to ni bil noben problem. Opazile pa smo, da se pretok včasih poveča z zamikom enega ali dveh dni, ko vsa voda iz zgornjega dela porečja po pritokih priteče do našega merilnega mesta. Z meritvami smo dokazale, da se ob višji količini padavin hitrost toka in s tem pretok povečata.



Slika 17: Merjenje hitrosti reke (I. Dular, 2016)

Predvidevale smo, da bo hitrost najvišja na sredini. Vendar v našem primeru ni bilo tako zaradi posebnosti merilnega mesta. Malo pred mestom merjenja se z leve strani priključi še en potoček, ki se na levem bregu združi z glavnim tokom. Poleg tega ravno tu reka malce zavije, zato hitrost ni bila največja na sredini, ampak bližje levemu bregu reke, kar je nakazovalo že penjenje vode v tem delu. S tem smo morale hipotezo za naše merilno mesto ovreči. Na drugih odsekih, kjer ni bilo vpliva omenjenih dejavnikov, pa je bila hitrost reke v sredini največja.



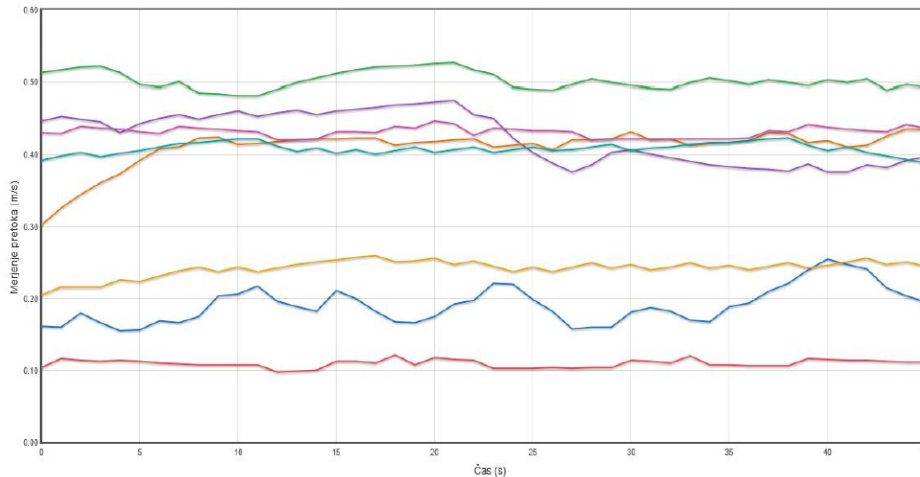
Slika 18: Merilno mesto v bližini šole 19. 2. 2016 (L. Lenarčič, 2016)



Slika 19: Merilno mesto v bližini šole 19. 2. 2016 (L. Lenarčič, 2016)

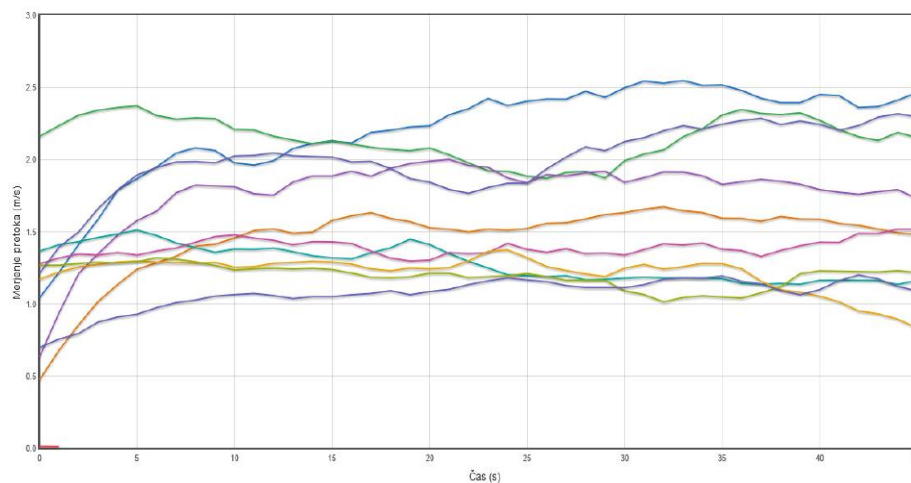
V naslednjih grafikonih so predstavljene meritve hitrosti na dan, ko je bil pretok najnižji (3. 2. 2016) in na dan, ko je bil najvišji (19. 2. 2016). Po večkratnih merjenjih smo ugotovile, da je bila hitrost v času merjenj (45 sekund) včasih nekonstantna, še posebej ob višjem vodostaju, vendar menimo, da smo vseeno dobile primerne srednje vrednosti.

Grafikon 11: Meritve hitrosti dne 3. 2. 2016



Lestvica na levi strani od spodaj navzgor (m/s) = 0,10–0,60

Grafikon 12: Meritve hitrosti dne 19. 2. 2016



Lestvica na levi strani od spodaj navzgor (m/s) = 0,5–3

Za vsako merjenje imamo shranjenih 8 meritev, skupaj 184 glavnih meritev hitrosti toka. Merilnik z vmesnikom riše graf za vsako meritev posebej in na podlagi teh se vidi, da hitrost ves čas niha. Zaradi teh razlogov smo na vsakem mestu merile 45 sekund, da smo dobile srednje vrednosti. Poleg povprečne hitrosti reke smo potrebovale še presek, zato smo vsakič merile tudi vodostaj in ga primerjale z najnižjim vodostajem 3. 2. 2016 ter tako izračunale presek, ki smo ga pomnožile s povprečno hitrostjo toka, da smo dobile pretok.

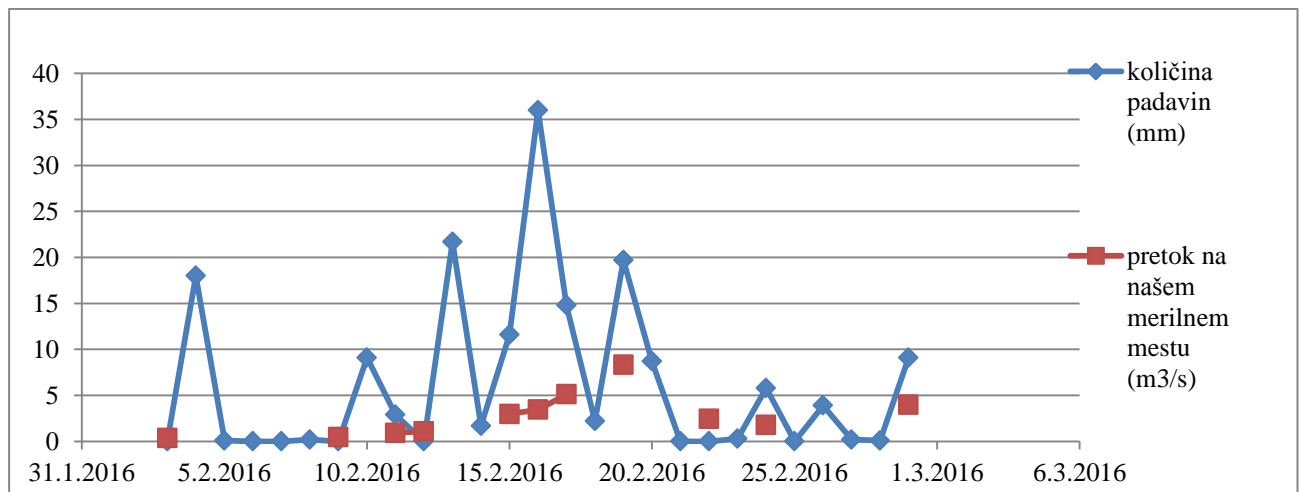
Pretok smo merile tudi na »stari način«, ki je zelo preprost in za katerega potrebujemo le meter, palico, vejice (ali kakšen drug naravni material) in štoparico.



Slika 20: Merjenje hitrosti reke brez inštrumenta (I. Dular, 2016)

Izbrale smo si 10-metrski odsek, na katerem smo merile, koliko časa (v sekundah) je vejica potrebovala, da je prepotovala razdaljo. Paličice smo metale na petih mestih, na vsakem trikrat in naredile povprečje vseh meritev. Dobile smo zelo podobne rezultate kot z merilnikom. Odstopanje je bilo do 0,08 m/s. Ob tem načinu merjenja hitrosti reke smo se zelo zabavale.

Grafikon 13: Primerjava pretoka ob šoli (m^3/s) s količino padavin (mm) na bližnjem območju od 3. 2. 2016 do 29. 2. 2016



Prve dni je bil vodostaj nespremenjen, kljub deževnemu dnevu 4. 2. 2016. Predvidevamo, da če je daljše obdobje brez padavin, reke potrebujejo nekaj časa, da se vodostaj poveča. Ko se vodostaj in pretok začneta višati, pa se spremembe ob večji količini padavin dogajajo hitreje. Najvišji pretok smo izmerile 19. 2. 2016. Takrat je bilo več dni skupaj deževnih. Vodostaj je bil ta dan za 88 cm višji od osnovnega.

Od 1. 3. 2016 do 12. 3. 2016 pa smo zaradi novo pridobljene vremenske postaje na šoli lahko spremljale padavine na Mirni za vsak dan posebej, zato smo se odločile, da tudi pretok reke merimo vsak dan in tako še bolj natančno analiziramo vsakodnevno odvisnost pretoka od različne količine padavin.

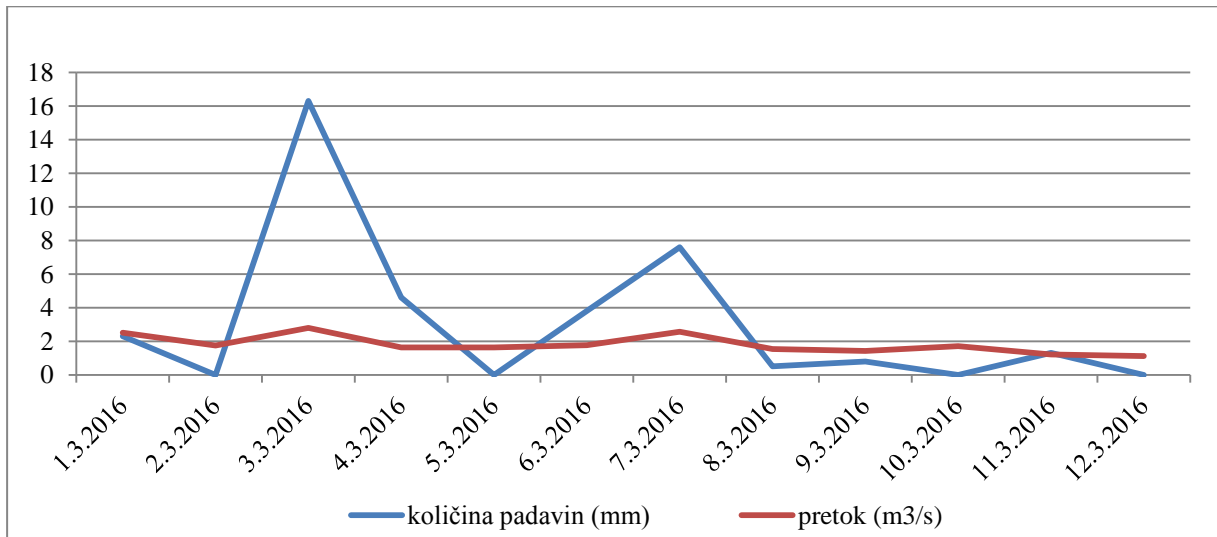


Slika 21: Šolska vremenska postaja (S. Šepic, 2016)

Tabela 7: Primerjava pretoka (m^3/s) s količino padavin (mm) ob šoli od 1. 3. 2016 do 12. 3. 2016

datum	količina padavin (mm)	pretok (m^3/s)
1. 3. 2016	2,3	2,51
2. 3. 2016	0	1,75
3. 3. 2016	16,3	2,80
4. 3. 2016	4,6	1,64
5. 3. 2016	0	1,64
6. 3. 2016	3,8	1,76
7. 3. 2016	7,6	2,56
8. 3. 2016	0,5	1,53
9. 3. 2016	0,8	1,42
10. 3. 2016	0	1,71
11. 3. 2016	1,3	1,21
12. 3. 2016	0	1,12

Pretok se je ob večji količini padavin povečal, čeprav se na prvi pogled to ne zdi zelo izrazito. Ko je padavin manj, je pretok bolj ali manj konstanten. Očitna sta dva viška padavin in tudi dva viška pretokov. Z našimi meritvami smo potrdile hipotezo, da na pretok reke v veliki meri vplivajo padavine.

Grafikon 14: Primerjava pretoka (m^3/s) s količino padavin (mm) ob šoli od 1. 3. 2016 do 12. 3. 2016

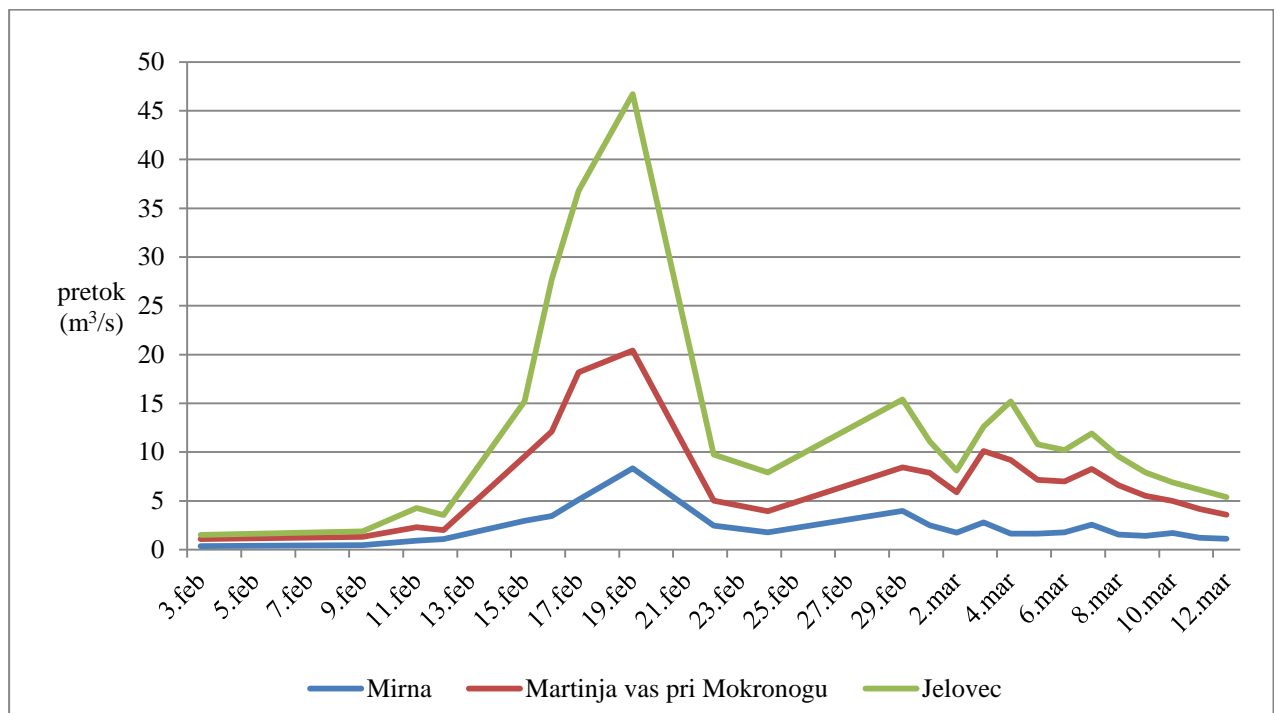
Ves čas pa nas je najbolj zanimalo, kako se bodo naše meritve pretoka ujemale s pretoki vodomernih postaj Agencije RS za okolje. Rezultati so predstavljeni v tabeli 8 in grafikonu 15 na naslednji strani.

Tabela 8: Primerjava pretoka (m^3/s) na merilnem mestu v bližini šole s podatki vodomernih postaj

datum	Mirna (v m^3/s)	Martinja vas pri Mokronogu (v m^3/s)	Jelovec (v m^3/s)
3. 2. 2016	0,37	1,07	1,5
9. 2. 2016	0,45	1,31	1,88
11. 2. 2016	0,93	2,31	4,27
12. 2. 2016	1,1	2,02	3,55
15. 2. 2016	2,97	9,55	15,2
16. 2. 2016	3,45	12,1	27,7
17. 2. 2016	5,12	18,2	36,8
19. 2. 2016	8,33	20,4	46,7
22. 2. 2016	2,46	5,03	9,76
24. 2. 2016	1,79	3,93	7,9
29. 2. 2016	3,98	8,44	15,4
1. 3. 2016	2,51	7,89	11,1
2. 3. 2016	1,75	5,89	8,1
3. 3. 2016	2,8	10,1	12,6
4. 3. 2016	1,64	9,2	15,2
5. 3. 2016	1,64	7,16	10,8

6. 3. 2016	1,76	6,98	10,2
7. 3. 2016	2,56	8,26	11,9
8. 3. 2016	1,53	6,61	9,55
9. 3. 2016	1,42	5,53	7,9
10. 3. 2016	1,71	4,99	6,9
11. 3. 2016	1,21	4,18	6,13
12. 3. 2016	1,12	3,58	5,37

Grafikon 15: Primerjava pretoka (m^3/s) na merilnem mestu v bližini šole s podatki vodomernih postaj



Grafikon 15 je tisti, na katerega smo najbolj ponosne, saj dokazuje, da smo pretok na Mirni merile pravilno. Pretok v Martinji vasi se poveča na isti dan kot na Mirni, največji pa je v Jelovcu, ki leži najbližje izlivu Mirne v Savo. Od naselja Mirna naprej se reki priključi več pritokov, zato se pretok ob toku povečuje. Količina padavin na Mirni, v Mokronogu in Jelovcu na isti dan je lahko podobna ali se malo razlikuje, pa vendarle naj bi se pretok sorazmerno povečal na vseh merilnih mestih ob reki. Potrdile smo hipotezo, da se pretok na Mirni spreminja sorazmerno s pretokom reke v Martinji vasi in Jelovcu. Na zemljevidu na sliki 22 so označena vsa 3 naselja, v katerih je bil merjen pretok.

3.2 KEMIJSKA ANALIZA VODE

Terensko delo je potekalo od izvira reke Mirne do izliva. Izbrale smo si 9 vzorčnih mest. Merile smo pH, temperaturo vode, vsebnost nitratnih, nitritnih in amonijevih ionov, vsebnost klora in trdoto vode.



Slika 22: Vzorčna mesta ob reki Mirni (Interaktivni atlas okolja, 2016)

- | | | | |
|---|---------------------|--|----------------------------|
|  | Izvir Mirne |  | V naselju Mirna |
|  | Pred naseljem Mirna |  | Martinja vas pri Mokronogu |
|  | Pritok Vejar |  | Od Jelovca proti Boštanju |
|  | Ribnik Mirna |  | Sotočje Mirne in Save |
|  | Pritok Zabršica | | |

Meritve smo opravljale s papirnatimi indikatorji (Merckoquant, Schleicher&Schuell, Macherey Nagel).



Slika 23: Papirnatni indikatorji (S. Šepic, 2016)

Vzorčno mesto 1: Izvir Mirne

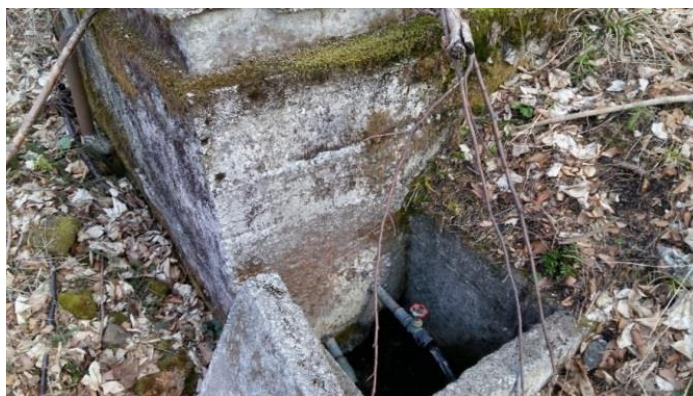
V povirnem delu reke Mirne smo preživele sončno popoldne. Ko smo se na teren odpravile prvič, smo ugotovile, da zastavljenih nalog ne bomo uspele opraviti v enem dnevu, zato smo se v povirni del reke podale drugi dan. Odpravile smo se proti naselju Velika Goba in na podlagi *Google Maps* ter pogovorov z domačini odšle iskat izvir reke Mirne. Lokacijo izvira sicer najbolj natančno prikazuje spletni *Atlas okolja* Agencije RS za okolje. Pot proti izviru je bila strma, drseča in izredno zabavna. V soteski Mirne, kjer reka oz. potok začneja svojo pot na površje, je bilo slišati le šum vode in ptičje petje. Ker je območje na višji nadmorski višini, se je na določenem mestu obdržal sneg.



Slika 24: Povirje (I. Dular, 2016)



Slika 25: Povirje (I. Dular, 2016)



Slika 26: Zajetje v povirju (I. Dular, 2016)



Slika 27: Eden izmed več majhnih izvirov (I. Dular, 2016)

Vzorčno mesto 2: Pred naseljem Mirna

Struga tu ni več naravna, pač pa so vidni posegi človeka. Okoli reke je počiščeno, smeti ni. Dno struge prekrivajo prodniki in različno veliki kamni. Na desnem bregu je travnik, na levem pa stanovanjska hiša. Merile smo na sončni legi sredi dneva, zato je bila temperatura vode malce višja kot drugod.



Slika 28: Pred naseljem Mirna (S. Šepic, 2016)

Vzorčno mesto 3: Pritok Vejar

Struga ni regulirana in spominja na mali gorski potoček. Ob potoku je urejena sprehajalna pot, ki privablja številne domačine. Merile smo na senčni legi v gozdu, ob tem pa opazile posledice žledoloma izpred dveh let, ko je bilo zaradi te naravne nesreče podrtih ogromno dreves, ki jih še niso pospravili.



Slika 29: Posledice žledoloma (L. Lenarčič, 2016)



Slika 30: Pritok Vejar (S. Šepic, 2016)

Vzorčno mesto 4: Ribnik Mirna

Voda je motna in zelenkaste barve. Okolica ribnika je zelo lepo urejena. Ribiči tu z dovolilnicami ob določenih dnevih lovijo ribe, količina ulova pa je omejena. Ribnik je nastal z zajezitvijo Vejarja.



Slika 31: Ribnik Mirna (L. Lenarčič, 2016)

Vzorčno mesto 5: Pritok Zabrščica

Struga je regulirana, da ne poplavlja. Gre za desni pritok reke Mirne. Na obeh bregovih so travniki, na levem bregu tudi gozd.



Slika 32: Pritok Zabrščica (S. Šepic, 2016)

Vzorčno mesto 6: Mirna pred čistilno napravo

Struga je regulirana, ob reki je veliko smeti. To smo pričakovale, ker gre za območje v središču naselja. Okoli tega območja je več industrijskih obratov in gosta poselitve, v bližini je tudi čistilna naprava. Tu Mirna postane prava ravninska reka.



Slika 33: Analiza vode v naselju Mirna (L. Lenarčič, 2016)



Slika 34: Reka Mirna v središču naselja (S. Šepic, 2016)

Vzorčno mesto 7: Martinja vas pri Mokronogu

Sredi popoldneva je postalo topleje, zato smo tu izmerile malce višjo temperaturo vode. Na obeh bregovih so travniki in posamezna drevesa.



Slika 35: Martinja vas pri Mokronogu (L. Lenarčič, 2016)

Vzorčno mesto 8: Od Jelovca proti Boštanju

Struga ni umetno spremenjena, je pa že veliko širša. Reka Mirna je tu veliko bolj vodnata kot na prejšnjih vzorčnih mestih, na dnu struge prevladujejo prodniki, bregove pa poraščajo gozdovi. Kljub znaku za prepoved odmetavanja odpadkov je bila okolica polna smeti. Predvidevamo, da jih odvržejo vozniki s ceste, ko se peljejo mimo.



Slika 36: Od Jelovca proti Boštanju (I. Dular, 2016)

Vzorčno mesto 9: Sotočje Mirne in Save

Reka je zelo mirna in najširša na opazovani poti, struga je regulirana, okolica pa lepo urejena.



Slika 37: Sotočje Mirne in Save v Dolenjem Boštanju (L. Lenarčič, 2016)

V nadaljevanju so opisani parametri, ki smo jih merile na vseh vzorčnih mestih.

- pH je merilo za stopnjo kislosti (ali bazičnosti). Ima razpon od 0 do 14, pri vrednosti pH 7 rečemo, da je pH nevtralen. Vse vrednosti pH, ki so pod 7, označujejo kislost, vrednosti nad 7 pa bazičnost. pH večine naravnih voda znaša med 6,0 in 8,5.
- Temperatura vode vpliva na hitrost kemijskih reakcij, na vsebnost anorganskih in organskih snovi, na vonj, okus, barvo ter korozivnost vode. Višja temperatura vode omogoča rast nekaterih mikroorganizmov.
- Nitrati in nitriti so vmesna stopnja dušika, ki v naravi kroži v ciklusu. Pojavljajo se kot posledica človekove dejavnosti: uporaba umetnih in naravnih gnojil, komunalne odplake, industrija. V vodi so dobro topni (Nacionalni inštitut za javno zdravje, 2006). V neonesnaženih vodah običajno ne presegajo 1 mg/l. Koncentracija nad to mejo je največkrat posledica spiranja gnojenih kmetijskih površin. Vrednosti običajno ne presegajo 10 mg/l (Urbanič, Toman, 2003, str. 37).
- Trdota vode je naravna lastnost pitne vode. Povzročajo jo raztopljene mineralne snovi, predvsem kalcijevi in magnezijevi hidrogenkarbonati iz apnenca in dolomita, ki jih voda raztaplja na svoji poti. Pitna voda je običajno srednje trda do trda.
- Amonij oz. amonijevi ioni v vodi so posledica komunalnega, kmetijskega in industrijskega onesnaževanja. Glavni povzročitelj je kmetijstvo (gnojenje z živinskim in mineralnim gnojem). Vpliva na okus in vonj vode. Prag zaznavanja vonja je približno 1,5 mg/l, prag zaznavanja okusa pa 35 mg/l. Prispeva h kislemu dežju in zakisanju prsti (Nacionalni inštitut za javno zdravje, 2006).
- Klor so na začetku dodajali pitni vodi zaradi uničevanja mikroorganizmov. Čeprav naj bi bila klorirana voda varna za pitje in kopanje, pa zdravniki in okoljevarstveniki opozarjajo, da ima dolgoročna izpostavljenost klorirani vodi nevarne stranske učinke. Rezultati naših meritev so predstavljeni v tabelah 9 in 10 na naslednji strani.

Zavedamo se, da nismo delale natančnih laboratorijskih analiz in da s papirnatimi indikatorji zaradi nenatančnosti in majhnega števila razredov pri odčitavanju naredimo napake oz. dobimo le približne rezultate, vendar smo se vseeno odločile, da naredimo analizo. Ko smo bolj natančno pregledale literaturo in predvsem spletne vire smo ugotovile, da je reke zelo težko uvrščati v določeni razred, saj je zadeva zelo zapletena. Upoštevajo se različni indikatorji, ki zahtevajo natančno analizo v laboratoriju. Mejne vrednosti so različne po državi zaradi različnih referenčnih razmer oz. ekoloških tipov. Kot smo zapisale v teoretičnem delu, je kemijsko in ekološko stanje reke Mirne dobro, kar podpirajo tudi rezultati naše analize.

Vrednost pH je bila na vseh mestih nevtralna oz. rahlo bazična. Temperatura vode je bila višja na sončnih legah in malce nižja na senčnih. Voda je bila povsod zelo trda, le pri izviru malce manj. Vzroke smo iskale v manjšem deležu karbonatnih kamnin na tem mestu. V manjšem potočku v povirnem delu smo izmerile izredno nizko trdoto, ker se očitno ta voda še ni navzela mineralov iz kamnine in je bila kamnina pokrita s prstjo. Nitritnih, nitratnih in amonijevih ionov na večini vzorčnih mest ni bilo zaznati. Manjše koncentracije teh smo izmerile v pritoku Vejar ter od Jelovca proti Boštanju. Menimo, da je to posledica gnojenja

travnikov in neurejene kanalizacije v naseljih. Predvidevale smo, da bi bile koncentracije teh ionov poleti višje. S kakovostjo vode v reki Mirni smo lahko zadovoljni, vseeno pa bi bilo lahko stanje še boljše – zelo dobro (najvišji razred kakovosti), kar pa je odvisno predvsem od našega ravnanja. Tudi pitna voda v šoli je imela nevtralen pH, nitratnih, nitritnih in amonijevih ionov nismo zaznale, vsebuje pa nekaj klora in je zelo trda.

Tabela 9: Rezultati kemijske analize vode

	1 Izvir Mirne	2 Pred naseljem Mirna	3 Pritok Vejar	4 Ribnik Mirna	5 Pritok Zabrščica	6 V naselju Mirna
pH	7	7	7,5	7	7	7
T (°C)	8	8	7	7	9	8
Nitratni ioni NO₃⁻ (mg/l)	0	0	10	0	0	0
Nitritni ioni NO₂⁻ (mg/l)	0	0	0	0	0	0
Trdota vode (°d)	20	25	25	25	25	25
Amonijevi ioni NH₄⁺ (mg/l)	0	0	10	0	0	0
Klor (ppm)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Tabela 10: Rezultati kemijske analize vode

	7 Martinja vas	8 Od Jelovca proti Boštanju	9 Sotočje Mirne in Save	Pitna voda v šoli
pH	7,5	7	7,5	7
T (°C)	9	8	7	20
Nitratni ioni NO₃⁻ (mg/l)	0	10	0	0
Nitritni ioni NO₂⁻ (mg/l)	0	0	0	0
Trdota vode (°d)	25	25	25	25
Amonijevi ioni NH₄⁺ (mg/l)	0	10	10	0
Klor (ppm)	0,5	0,5	0,5	0,5

4. ZAKLJUČEK

Z raziskovanjem in preučevanjem reke Mirne smo se ukvarjale od novembra 2015, ko smo izvedele, da se bliža tisočletnica prve omembe reke v pisnih virih, do marca 2016. Najprej smo prebrale dostopno literaturo. V teoretičnem uvodu smo opisale naravnogeografske značilnosti Mirnske doline in porečja reke Mirne. Sledila je statistična analiza pretokov reke na vodomerni postaji Martinja vas pri Mokronogu za obdobje 1963–2013. Povprečne mesečne in letne pretoke smo primerjale s povprečno mesečno in letno količino padavin ter s povprečnimi temperaturami zraka na bližnjem območju v istem obdobju. Vsi ti podatki so dostopni v arhivu meritev Agencije Republike Slovenije za okolje.

Sledilo je merjenje pretoka reke ob šoli v obdobju od 3. 2. 2016 do 12. 3. 2016. S pomočjo merilnika Flow Rate Sensor Vernier in z merjenjem brez inštrumenta smo beležile povprečno hitrost toka. Pred tem smo s pomočjo mentorice in drugih zaposlenih na šoli izmerile presek struge in na osnovi tega lahko ob vsaki meritvi hitrosti in vodostaja izračunale presek reke in pretok. Ob tem smo spremljale tudi količino padavin, najprej na padavinski postaji v Mokronogu, ob koncu pa z novo pridobljeno šolsko vremensko postajo. Meritve, izmerjene na merilnem mestu v bližini šole, smo primerjale z meritvami dveh vodomernih postaj Agencije RS za okolje.

Odpravile smo se tudi na terensko preučevanje obravnavanega območja od malih tihih povirnih potočkov reke Mirne pri naselju Velika Goba do sotočja s Savo v Dolenjem Boštanju. Preučevale smo kemijsko stanje reke na več merilnih mestih, opazovale območje okoli reke, posege človeka in pokrajino kot celoto.

Na podlagi naših ugotovitev lahko potrdimo dve zastavljeni hipotezi.

- Reka Mirna ima dežno-snežni rečni režim (grafikon 1), na katerega vplivajo predvsem padavine. Poleg padavin imajo velik vpliv na rečni režim tudi dokazano segrevanje ozračja, posledično hitrejše izhlapevanje vode in spreminjanje pokrajine zaradi različnih posegov človeka. Naše meritve dokazujejo, da se hitrost reke in pretok ob večji količini padavin povečata. To se večkrat zgodi šele po dnevu ali dveh, ko se vse novozapadle padavine po pritokih v porečju izlijejo v reko.
- Pretok Mirne na merilnem mestu ob šoli se spreminja sorazmerno s pretokom reke na dveh vodomernih postajah ob toku reke navzdol, kar je razvidno iz grafikona 15. Tako smo dokazale, da so bile naše meritve izvedene pravilno, saj se je ob večjem pretoku ob šoli le-ta povečal tudi na vodomernih postajah, ki ležita bližje izlivu reke Mirne v Savo.

Delno lahko potrdimo dve zastavljeni hipotezi.

- Hitrost toka je največja na sredini, proti bregovoma pa je manjša. Na našem merilnem mestu tega nismo mogle potrditi zaradi manjšega levega pritoka v neposredni bližini merilnega mesta in rahlega zavoja reke, ki povzroča, da je hitrost reke večja bližje levemu bregu kot na sredini. Na drugih odsekih, kjer teh posebnosti ni, pa je hitrost vode na sredini večja kot ob bregovih.
- Kemijsko stanje reke Mirne je dobro in nikjer ne presega mejnih vrednosti (zimsko obdobje), je pa od naselja Mirna naprej voda slabše kakovosti. Kemijsko stanje je res dobro, vendar razlik v kakovosti vode pred naseljem Mirna in za naseljem nismo izmerile oziroma opazile (tabeli 9 in 10), kar nas je prijetno presenetilo. Kakovost vode je bila na vseh merilnih mestih zelo podobna. Predvidevamo, da k temu pripomore tudi čistilna naprava na Mirni. Naše analize so zaznale nitratne in amonijeve ione na dveh vzorčnih mestih (pritok Vejar in območje od Jelovca proti Boštanjju). Predvidevamo, da gre za kmetijsko onesnaževanje (gnojenje travnikov z gnojnic) in neurejeno kanalizacijo v bližnjih naseljih. Na podlagi monitoringa kakovosti slovenskih rek za obdobje 2009–2013 in naših analiz smo ugotovile, da je ekološko in kemijsko stanje reke Mirne ob celotnem toku dobro.

Poleg potrjenih in ovrženih hipotez smo prišle še do drugih pomembnih ugotovitev.

- Letna količina padavin v porečju Mirne je ves čas enaka, povprečne temperature zraka pa so se povečale, kar se odraža v manjšem pretoku reke. Višja količina jesenskih padavin in upadanje v ostalih delih leta, spremembe v trajanju, višini snežne odeje in skromnejšem snežnem zadržku ter višje povprečne temperature zraka so glavni dejavniki, ki vplivajo na spreminjanje pretočnih režimov rek v Sloveniji. Globalno naraščanje temperatur zraka pospešuje predvsem poletno izhlapevanje vode. Porast temperature zraka posredno nedvomno spada med najpomembnejše dejavnike hitrega upadanja povprečnih letnih pretokov reke Mirne. V prihodnosti lahko pričakujemo pogostejše suše in posledično pomanjkanje vode ter večjo občutljivost za onesnaževanje v poletnih mesecih, na drugi strani pa pogostejše visoke vode v jesenskem času.
- Struga reke je na več mestih regulirana z namenom zmanjševanja poplav, vendar reka v kotlini občasno še vedno poplavi.
- Reka Mirna je bogata z ribjimi združbami in ostalimi vodnimi ter obvodnimi živalmi. K boljši kakovosti reke so s svojimi prizadevanji v zadnjem času prispevali tudi ribiči. Območje Mirnske doline je del Nature 2000, evropske mreže varovanih območij, katere namen je ohranjanje biotske raznovrstnosti z varovanjem habitatov ogroženih rastlinskih in živalskih vrst.

Delo je potekalo tako, da smo vse tri prebrale literaturo o reki Mirni, opravljale meritve pretoka in se odpravile na terensko preučevanje obravnavanega območja. Ostalo delo smo si razdelile. Najbolj zanimivo je bilo terensko popotovanje od izvira do izliva. Iskanje izvira je bila prava pustolovščina. Spremljanje 44 kilometrov dolge reke, ki na svoji poti spreminja značaj iz majhnega živahnega potočka do večje mirne reke, je bilo posebno doživetje. Malo manj smo uživale ob statističnih analizah in preračunavanjih ter pisanju in popravljanju besedila.

Pri celotnem delu nas je usmerjala in nam pomagala učiteljica mentorica. Med pisanjem naloge je od nas pogosto zahtevala izboljšave, popravke, dodatne ugotovitve, ob koncu pa je besedilo v celoti pregledala, ga po potrebi popravila in nam ga pomagala oblikovati v smiselno celoto. Raziskovalna naloga odpira nove možnosti za raziskovanje reke Mirne tudi v prihodnje, saj bi lahko pretok merile še naprej, prav tako bi lahko delale analizo kakovosti vode tudi na druge načine, analizirale temperaturo vode skozi daljša obdobja, ugotavljale možnosti izrabe reke za različne namene ali pa analizirale spremembe količine podtalne vode v zadnjih obdobjih. V času, ki smo ga imele na voljo, smo reki Mirni posvetile veliko prostih ur in se ob tem ogromno naučile (iskanje najrazličnejših podatkov, računanje pretoka, pravila citiranja, postopek nastajanja in oblikovanja raziskovalne oz. seminarske naloge ...), predvsem pa prišle do ugotovitev, ki kličejo po še bolj preudarni rabi vode.

5. VIRI IN LITERATURA

- ARSO – Agencija Republike Slovenije za okolje. URL: www.arso.gov.si/ (20. 12. 2015)
- ARSO, Arhiv – opazovani in merjeni meteorološki podatki po Sloveniji. URL: <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/> (20. 1. 2016)
- ARSO, Hidrologija – vprašanja in odgovori. URL: http://www.arso.gov.si/vode/vpra%C5%A1anja%20in%20odgovori/vpr_hidrologija.html (18. 12. 2015)
- ARSO, Hidrološki arhiv površinskih voda. URL: http://vode.arso.gov.si/hidarhiv/pov_arhiv_tab.php?p_vodotok=Mirna&p_postaja=4660 (19. 1. 2016)
- Bavec U., Belak, M., Kapus, M., Repše, R., Križ, B., Lauko, T. *V objemu Temenice in Mirne: Občina Trebnje 1959–2006. In the embrace of the Temenica in Mirna rivers: the municipality of Trebnje 1959–2006.* Trebnje: Občina Trebnje, 2006.
- Bezljaj, F. *Slovenska vodna imena, 2. knjiga.* Ljubljana: Slovenska akademija znanosti in umetnosti, 1961.
- Dolinar, M., Frantar, P., Hrvatina, M. *Vpliv podnebne spremenljivosti na pretočne in padavinske režime Slovenije.* V: Zbornik referatov/19. Mišičev vodarski dan 2008. Maribor: Vodnogospodarski biro, 2008, str. 1–8.
- *Geografski atlas Slovenije. Država v prostoru in času.* Ljubljana: DZS, 1998.
- Jakopin, J. *Struktura ribjih združb v reki Mirni – diplomsko delo.* Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 2010.
- Kobold, M. *Vpliv podnebnih sprememb na pretoke slovenskih rek.* V: Zbornik referatov/18. Mišičev vodarski dan 2007. Maribor: Vodnogospodarski biro, 2007, str. 101–108.
- Kobold, M., Dolinar, M., Frantar, P. *Spremembe vodnega režima zaradi podnebnih sprememb in drugih antropogenih vplivov.* V: Brilly, M. (ur.) 1. kongres o vodah Slovenije 2012: zbornik prispevkov. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 2012, str. 7–22.
- Komac, B., Natek, K., Zorn, M. *Geografski vidiki poplav v Sloveniji.* Ljubljana: Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, 2008.
- *Interaktivni atlas okolja.* URL: http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (25. 2. 2016)
- Nadbath, M. *Meteorološka postaja Sevno : Meteorological station Sevno.* Naše okolje, Bilten Agencije RS za okolje, 2008, letnik XV, št. 4, str. 31–35.
- Nose, M. *Regionalna geografija občine Trebnje s poudarkom na prsti in rastlinstvu – diplomsko delo.* Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, 2006.
- Občina Mirna. *O Mirni.* URL: <http://www.mirna.si/sl/predstavitev/o-mirni/> (17. 12. 2015)

- Petkovšek, M. *Monitoring habitatov vrst in habitatnih tipov v območjih Natura 2000 z izbranimi kazalci stanja ohranjenosti vodotokov*. V: Varstvo narave. Ljubljana: Zavod RS za varstvo naravne in kulturne dediščine, 2014, str. 5–25
- Senegačnik, J. *Geografija Slovenije – učbenik za 9. razred osnovne šole*. Ljubljana: Modrijan, 2012.
- *Slovenija – pokrajine in ljudje*. Perko, D., Orožen Adamič, M. (ur.) Ljubljana: Mladinska knjiga, 1999.
- *Slovenski vodni krog – Mirna* (video). URL: <https://vimeo.com/9159402> (12. 3. 2016)
- Topole, M. *Mirnska dolina*. Ljubljana: Znanstvenoraziskovalni center SAZU, Založba ZRC, 1998.
- Ulaga, F., Kobold, M., Frantar, P. *Analiza časovnih sprememb vodnih količin slovenskih rek*. V: Zbornik referatov/19. Mišičev vodarski dan 2008. Maribor: Vodnogospodarski biro, 2008, str. 9–18.
- Urbanič, G., Toman, J. M. *Varstvo celinskih voda*. Varstvo celinskih voda. Ljubljana: Študentska založba, 2003.
- *Vodna bilanca Slovenije 1971–2000, Členi vodne bilance*. Frantar, P. (ur.) Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor – ARSO, 2008.
- *Zemljevidi RS*. URL: http://www.hervardi.com/zemljevidi_slovenije.php (25. 2. 2016)
- Žibert, R. *Vodni mlini v Mirnski dolini – gradivo za preučevanje mlinov v Mirnski dolini*. Trebnje: Knjižnica Pavla Golie Trebnje, 2014.
- Žnidaršič, M., 2013. *Nekoč okoli sto mlinov, danes le peščica*. Dolenjski list, 41. številka.