

OSNOVNA ŠOLA ŠALEK  
Šalek 87, 3320 Velenje  
MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ ŠALEŠKE DOLINE

RAZISKOVALNA NALOGA  
**PRETOČNI REŽIM REKE PAKE IN NJENA SPREMENLJIVOST V  
ZIMSKEM OBDOBJU**

Tematsko področje: GEOLOGIJA, Hidrogeologija

Avtor:

Jan Vodušek, 8. razred

Mentor:

Tadej Vodušek, univ.dipl.ing.geol.

Velenje, 2011



## **MENTORSTVO**

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Osnovni šoli Šalek Velenje.

Mentor: Tadej Vodušek, univ.dipl.ing.geol.

Datum predstavitve:

## **KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA (KDI)**

ŠD OŠ Šalek, 2010/11

KG pretok/padavine/hitrost vode/meteorološki podatki

AV VODUŠEK, Jan

KZ 3320 Velenje, SLO, Šalek 87

ZA Osnovna šola Šalek, Velenje

LI 2011

IN PRETOČNI REŽIM REKE PAKE IN NJENA SPREMENLJIVOST V ZIMSKEM  
OBDOBJU.

TD RAZISKOVALNA NALOGA

OP V, 13 s., 6 graf., 5 foto.

IJ SL

JI SL

AI Reka Paka teče skozi Šaleško dolino. Dolga je približno 40 km in se v Rečici ob Paki izliva v reko Savinjo. Njeno celotno porečje obsega kar 210 km<sup>2</sup>. Da lahko opredelimo hidrološke značilnosti toka reke Pake, je potrebno opravljati meritve, saj se pretok in hitrost vode v strugi se nenehno spreminjata. V Raziskovalni nalogi skušamo ugotoviti, zakaj prihaja do omenjenih sprememb. Ugotovljeno je, da padavine vplivajo na pretok reke Pake, da je Paka hudourniška reka in, da se pretok na našem merilnem mestu spreminja sočasno s pretokom na merilen mestu avtomatske merilne naprave v Šoštanju.

**KEY WORDS DOCUMENTATION (KWD)**

ND OŠ Šalek, 2010/11  
CX current/precipitation/speed of water/ meteorological data  
AU VODUŠEK, Jan  
PP 3320 Velenje, SLO, Šalek 87  
PB Osnovna šola Šalek, Velenje  
PY 2011  
TI PAKA RIVER FLOW REGIME AND ITS VOLATILITY DURING THE WINTER.  
DT RESEARCH WORK  
NO V, 13 p., 6 fig., 5 photos.  
LA SL  
AL SL  
AB

## KAZALO

### SPLOŠNI DEL

MENTORSTVO .....	I
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA (KDI) .....	II
KEY WORDS DOCUMENTATION (KWD) .....	III
KAZALO .....	IV
KAZALO PREGLEDNIC, GRAFOV, KART IN FOTOGRAFIJ .....	V

### VSEBINSKI DEL

1 UVOD .....	1
2 PREGLED OBJAV .....	2
3 MATERIAL IN METODE DELA .....	4
4 REZULTATI IN RAZPRAVA .....	6
4.1 Meritve pretoka reke Pake .....	6
4.2 Spremljava stanja pretoka reke Pake na merilni postaji Šoštanj .....	8
4.3 Meritev padavin .....	9
4.4 Meritev temperatur zraka .....	11
4.5 Primerjava pretoka reke Pake v Šaleku in v Šoštanju .....	12
4.6 Primerjava pretoka reke Pake v Šaleku in meritev padavin .....	13
5 ZAKLJUČEK .....	14
6 POVZETEK .....	15
7 ZAHVALA .....	16
8 PRILOGE .....	17
8.1 Detajlni posnetek profila struge reke Pake na merilnem mestu v Šaleku v obdobju 21.10.2010 do 10.3.2011 .....	17

## **KAZALO PREGLEDNIC, GRAFOV, KART IN FOTOGRAFIJ**

Slika 1: Reka Paka v zimskem času (Reka Paka in grad Šalek 2004. leta v snežnih lepotah, 2004).....	2
Slika 2: Detajlni posnetek profila struge reke Pake na merilnem mestu v Šaleku.....	4
Graf 1: Pretok reke Pake v obdobju od 21.12.2010 do 10.3.2011 v Šaleku.....	6
Slika 3: Izvedba meritev z vodomerno lestvico.....	7
Slika 4: Merjenje hitrosti toka reke Pake .....	7
Graf 2: Pretok reke Pake v obdobju od 21.12.2010 do 10.3.2011 v Šoštanju.....	8
Graf 3: Izmerjena količina padavin v Šaleku. ....	9
Slika 5: Lokacija izvajanja meritev količine padavin s pomočjo dežemera.....	10
Graf 5: Primerjava pretokov na merilnem mestu v Šaleku in Šoštanju.....	12
Graf 6: Primerjava pretoka reke Pake na merilnem mestu v Šaleku in padavin. ....	13





## 1 UVOD

Zanimanje za naše raziskovalno delo se je vzbudilo, ko nas je bratranec vprašal, ali bomo v letošnjem šolskem letu izdelali kakšno Raziskovalno nalogo. Odgovorili smo pritrdilno. Ko smo določili temo in naslov Raziskovalne naloge, se je pojavilo tudi več zanimivih vprašanj, ki smo jih uporabili pri izdelavi Raziskovalne naloge:

- Kako se spreminja pretok reke Pake v zimskem obdobju?
- Kako se spreminja pretok reke Pake v odvisnosti od padavin (dežja, snega)?
- V kakšni odvisnosti se spreminjata pretok reke Pake na našem merilnem mestu v Šaleku in na merilnem mestu v Šoštanju – avtomatska merilna naprava?

V okviru raziskovanja smo si zastavili naslednje hipoteze:

- Pretok reke Pake se spreminja v odvisnosti od padavin
- Reka Paka ima dežno-snežni režim
- Reka Paka je hudourniška reka
- Pretok reke Pake se v Šaleku in Šoštanju spreminjata sočasno

## 2 PREGLED OBJAV

Reka Paka je levi pritok Savinje in je dolga 40 km. Njeno porečje obsega 210 km<sup>2</sup>. Izvira pod 1455 m visokim pohorskim vrhom Volovica, izliva pa se v reko Savinjo, v Rečici ob Paki. Meritve avtomatske merilne postaje v Šoštanju, kažejo, da ima Paka najnižji vodni pretok meseca avgusta 1,86 m<sup>3</sup>/s, najvišjega pa v mesecu aprilu 3,52 m<sup>3</sup>/s. Srednji letni pretok reke Pake je 2,5 m<sup>3</sup>/s (Paka, 2010).

Podatki avtomatske merilne postaje pretoka reke Pake so dosegljivi na spletni strani Agencije Republike Slovenije za okolje.



Slika 1: Reka Paka v zimskem času (Reka Paka in grad Šalek 2004. leta v snežnih lepotah, 2004).

V mestu Velenju imamo zmerno celinsko podnebje. Višina letnih padavin se giblje od 1200 do 1600 mm. Za zmerno celinsko podnebje so značilne mrzle zime in zelo vroča poletja. V zimskem času se temperature gibljejo okoli 0°C (Vreme Velenje, 2011)

Rečni režim imenujemo spreminjanje pretoka vode skozi leto. Spreminjanje pretoka je posledica različne količine padavin, topljenje snega, topljenja ladu. Poznamo tri skupine rečnih režimov.

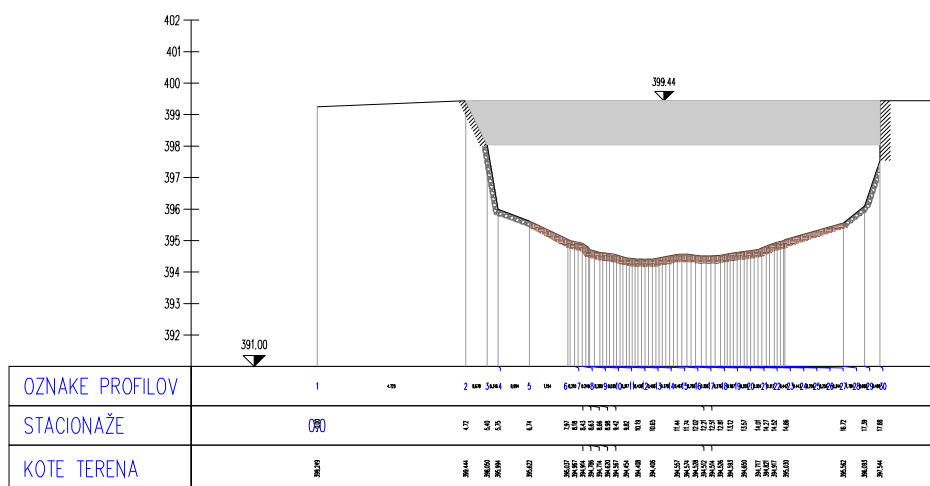
1. Enostavni rečni režimi
  - a. Dežni (pluvialni) režim – največji pretok reke je v času deževja
  - b. Snežni (nivalni) režim – največji pretok reke je v času topljenja snega
  - c. Ledeniški (glacialni) režim – največji pretok reke je v času taljenja ledu
2. Mešani rečni režimi
  - a. Snežno-dežni (nivalni-pluvialni) režim – izrazitejši pretok je v pomladanskem obdobju
  - b. Dežno-snežni (pluvialni-nivalni) režim – zaradi dežja je izrazitejši jesenski višek)
3. Kombinirani snežni režim

Kombinirani snežni režim je značilen za daljše reke, pri katerih se podnebne razmere spreminjajo vzdolž roka reke. Posledično se spreminjajo tudi rečni režimi (PRETOKI VODE IN REČNI REŽIM, 2008).

### 3 MATERIAL IN METODE DELA

Meritve s pomočjo doma izdelane vodomerne lestvice za ugotavljanje pretoka reke Pake, smo izvajali pod mostom v Šaleku, ki je v neposredni bližini gasilskega doma. Meritve so potekale dnevno, po prihodu iz šole, v času od 21.12.2010 do 10.03.2011. Običajno so meritve potekale med 14. in 15. uro.

V namen izvajanja meritev pretoka reke Pake je bil najprej izdelan detajlni posnetek profila dna reke Pake. Posnetek je bil izdelan s pomočjo GPS opreme. Meritev so izvedli tehnični sodelavci podjetja PV-Invest d.o.o. iz Velenja.



Slika 1: Detajlni posnetek profila struge reke Pake na merilnem mestu v Šaleku

Detajlni posnetek dna reke Pake predstavlja osnovo, na katero smo vrisovali višino vsakodnevno izvedenih meritev gladine reke Pake. Nadaljnja obdelava je potekala s pomočjo programske opreme Autodesk Acad 2009. Z vrisom višine meritev na osnovo, smo lahko odčitali površino (S) struge reke Pake, merjeno v m<sup>2</sup>.

Hitrost toka reke Pake smo merili, na način, da smo postavili in označili dve opazovani mesti. Opazovani mesti sta bili med sabo oddaljeni natanko 10 m. Zgornje opazovano mesto je služilo kot začetna točka, spodnje opazovano mesto pa kot končna točka. Pri

merjenju smo uporabili manjše delce stiropora, velikosti 8x3 cm, ki smo jih spuščali v reko Pako na začetni točki. Nato smo merili čas potovanja delca stiropora od začetne do končne točke. Meritev časa potovanja (t), smo pri vsaki meritvi izvajali dvakrat. Prva meritev je potekala po levi strani struge, druga po desni strani struge. Pri izračunu povprečne hitrosti, smo uporabili čas, ki predstavlja srednjo vrednost obeh meritev časa (na levem in desnem delu struge).

Izračun smo izvajali s pomočjo programske opreme Microsoft Excel 2007, kjer smo podatke tudi grafično obdelali. Za izračun pretoka (V), ki predstavlja količino vode v kubičnih metrih, ki na določenem delu (merilnem mestu) preteče skozi rečno dno v eni sekundi, sta bili uporabljeni sledeči formuli:

$$v = \frac{s}{t}$$

s – razdalja (m), t – povprečni čas potovanja stiropora od začetne do končne točke (sek.)

$$V = S \times v$$

V- pretok (m<sup>3</sup>/s), S – površina struge (m<sup>2</sup>), v – povprečna hitrost (m/s)

Meritve padavin je potekala s pripravo, ki jo imenujemo dežemer ali ombrometer. S pomočjo dežemera smo prestregli določeno količino padavin, ki je padla v času enega dne. Meritve smo izvajali ob vrtu stanovanjske hiše Šalek 14b. Meritve so potekale dnevno in so običajno sledile meritvam višine gladine in hitrosti toka reke Pake.

Pri meritvah padavin smo uporabili dežemer, katerega merilna skala ustreza temu, da vsak zapolnjen razdelek z vodo ustreza količini 1 litra dežja, ki je padel na kvadratni meter. Problem, ki se je pojavil je bila meritev snega. V tem primeru nismo dobili popolnoma natančne meritve, saj smo sneg v dežemeru stalili in upoštevali nivo kapljevine. Na ta način smo dobili primerljivo količino snežnih padavin z dežjem.

Meritve temperature zraka smo izvajali s pomočjo termometra. Meritve temperature so potekale vsakodnevno in so sledile meritvam višine gladine, hitrosti toka reke Pake in meritvam padavin.

Za potrebe primerjave podatkov pretokov, je že naštetim meritvam sledila še spremljava stanja površinskih voda – reke Pake. Spremljavo smo izvajali s pomočjo uporabe interneta. Dostopali na spletno stran Agencije Republike Slovenije za okolje. Pridobljene podatke smo vnesli v program Microsoft Office 2007, kjer smo jih obdelali, kar nam je omogočilo primerjavo naših meritev in meritev, ki so bile opravljene na opazovalni postaji v Šoštanju s strani ARSO.

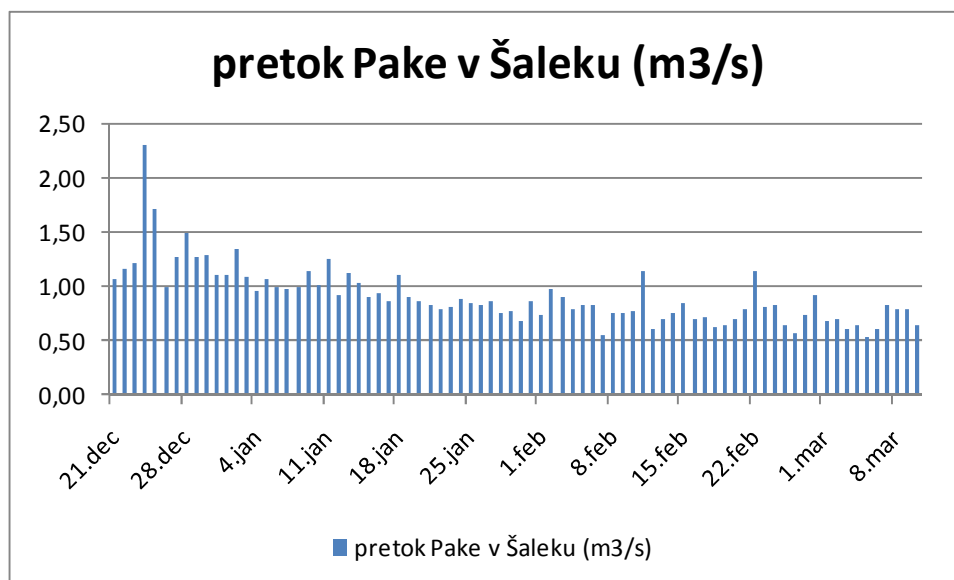
Ob kocu izvajanja že naštetih meritev smo vse podatke vnesli in obdelali v progamu Microsoft Excel 2007, s pomočjo katerega smo podatke lahko prikazali tako v tabelah kot tudi v grafih.

## 4 REZULTATI IN RAZPRAVA

### 4.1 Meritve pretoka reke Pake

Meritve in izračuni pretoka reke Pake, ki so prikazani na grafu št. 1, zajemajo podatke od 21.12.2011 do 10.03.2011. Iz grafa je razvidno, da je imela reka Paka največji pretok 24.12.2010, ki je znašal  $2,29 \text{ m}^3/\text{s}$ . Najmanjši pretok je reka Paka imela 05.02.2011, ki je znašal  $0,53 \text{ m}^3/\text{s}$ . V času izvajanja meritev je povprečni pretok reke Pake znašal  $0,9 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Graf 1: Pretok reke Pake v obdobju od 21.12.2010 do 10.3.2011 v Šaleku.



Rezultati meritev so med seboj različni, kar pomeni, da se je pretok reke Pake spreminjal. Iz grafa je razvidno, da je imela reka Paka največje pretoke v mesecu decembru, manjše pa v mesecih januar in februar.



Slika 3: Izvedba meritev z vodomerno lestvico

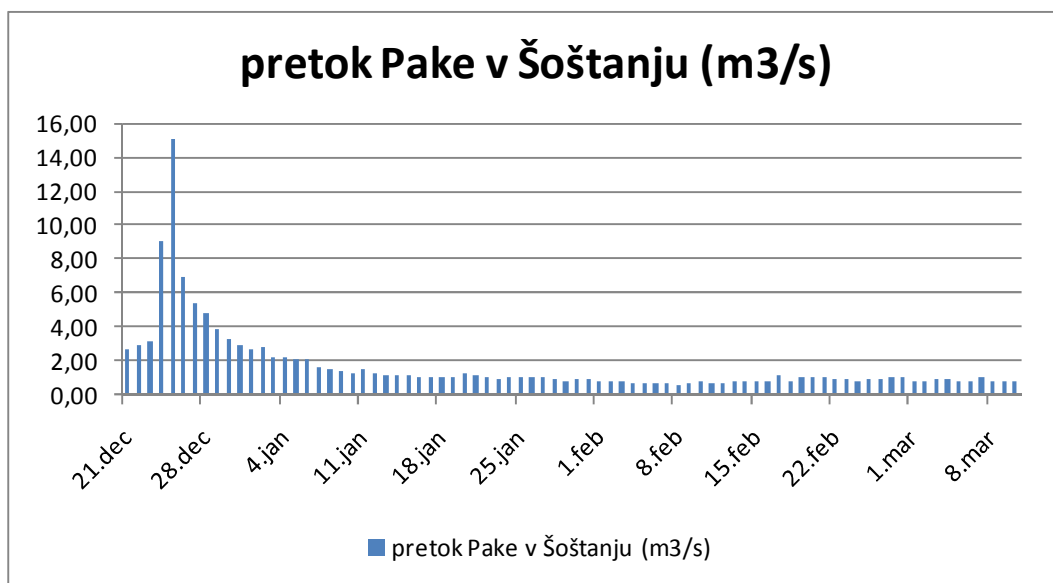


Slika 4: Merjenje hitrosti toka reke Pake

## 4.2 Spremljava stanja pretoka reke Pake na merilni postaji Šoštanj

Sočasno z izvajanjem meritev v Šaleku, smo spremljali tudi meritev stanja pretoka v Šoštanju, kjer ima Agencija Republike Slovenije za okolje postavljeno avtomatsko merilno postajo.

Graf 2: Pretok reke Pake v obdobju od 21.12.2010 do 10.3.2011 v Šoštanju.



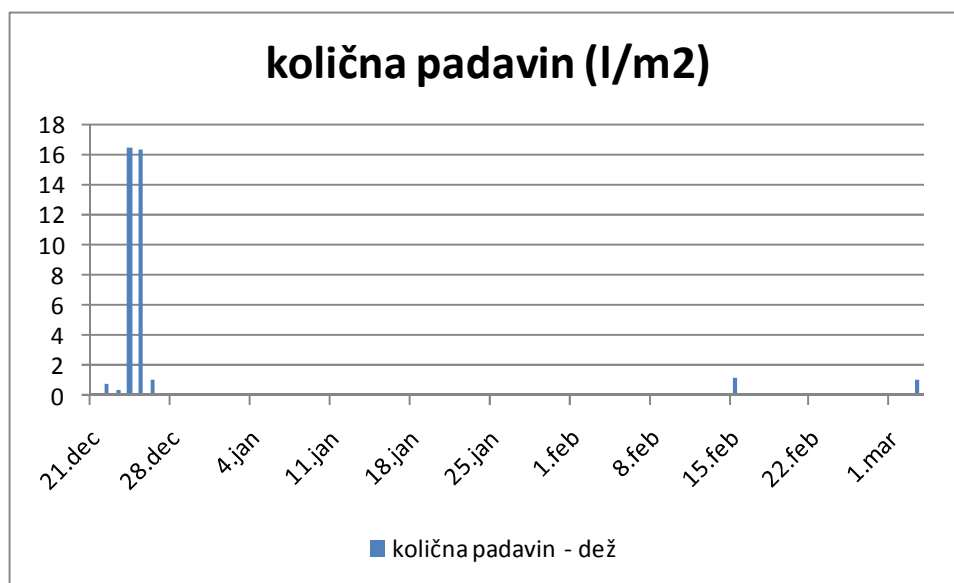
Prav tako kot v Šaleku, se je tudi v Šoštanju pretok reke Pake spreminjal. Iz grafa je razvidno, da je imela reka Paka največje pretoke v mesecu decembru, manjše pa v mesecih januar in februar. Največji pretok je imela reka Paka 25.12.2010 in je znašal 15,1 m<sup>3</sup>/s, najmanjšega pa 8.2.2010 in je znašal 0,58 m<sup>3</sup>/s. Povprečni pretok reke Pake v času izvajanja meritev je bil 1,68 m<sup>3</sup>/s.



### 4.3 Meritev padavin

V času izvajanja meritev, je bilo padavin presenetljivo malo. Običajno v zimskem obdobju pade večja količina padavin v obliki snega ali pa dežja. V kakšni obliki se pojavljajo padavine je odvisno od temperatur. V času hladnejšega vremena, se te pojavljajo v obliki snega, v času toplejšega pa v obliki dežja.

Graf 3: Izmerjena količina padavin v Šaleku.



V letu 2010 so se padavine pojavljale v obliki dežja. Največ dežja je padlo 24.12.2010 in 25.12.2010. Količina zapadlih padavin v teh dveh dneh je preseгла vrednost 16 l/m<sup>2</sup>.

Padavine so se pojavile še 15.2.2011 in 3.3.2011. 15.2. je padlo približno 1 l dežja na kvadratni meter. 3.3.2011 pa smo izmerili tudi snežno odejo, ki smo jo kasneje stalili, tako da smo dobili primerljivo količino z dežjem. Meritve so pokazale, da je padlo približno 1 l kapljevine na kvadratni meter.

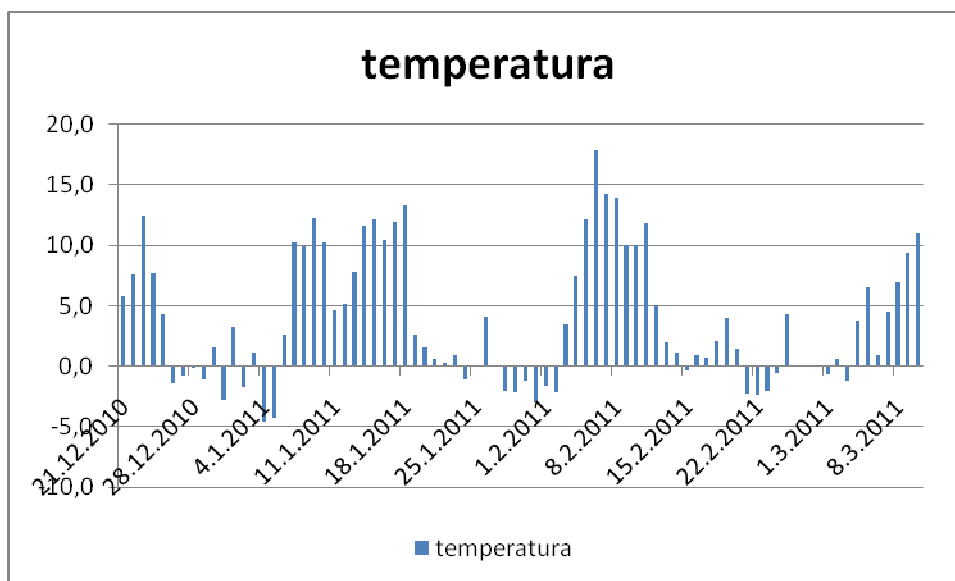


Slika 5: Lokacija izvajanja meritev količine padavin s pomočjo dežemera

#### 4.4 Meritev temperatur zraka

V grafu so prikazane dnevno izmerjene temperature v Šaleku ob 14. uri. Spremljavo meritev smo izvajali v namen ugotavljanja taljenja snežne odeje.

Graf 4: Izmerjene temperature v Šaleku (stopinj Celzija).

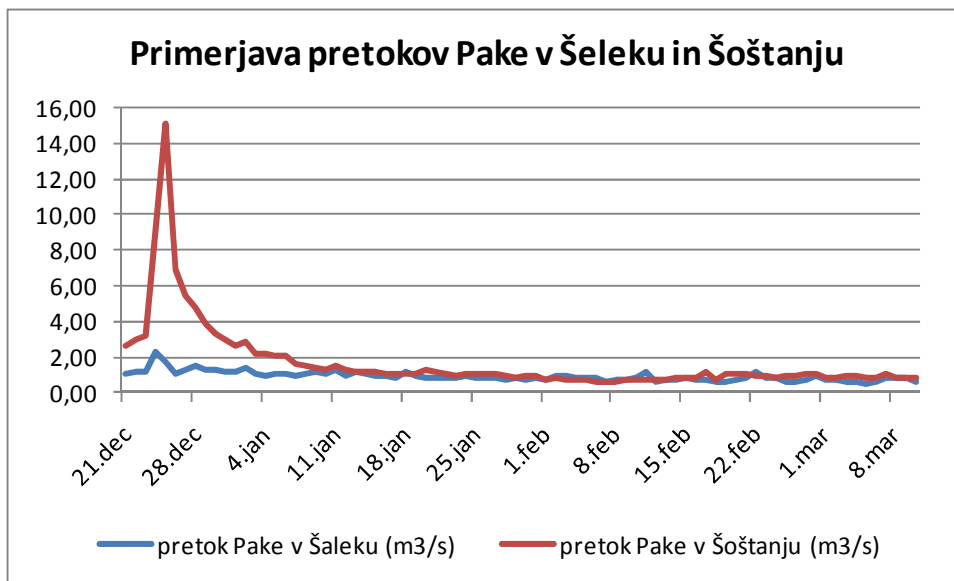


Ocenjujemo, da so temperature so za zimski čas precej visoke. Povprečno izmerjena temperatura znaša 3,8 stopinj Celzija. Najnižja temperatura v času izvajanja meritev je bila 4.1.2011 in je znašala -4,6 stopinj Celzija, najvišje izmerjena pa 6.2.2011 in je znašala kar 17,8 stopinj Celzija.

#### 4.5 Primerjava pretoka reke Pake v Šaleku in v Šoštanju

V grafu je prikazana primerjava pretokov našega merilnega mesta v Šaleku in merilnega mesta v Šoštanju.

Graf 5: Primerjava pretokov na merilnem mestu v Šaleku in Šoštanju.



Iz grafa je razvidno, da so pretoki reke Pake povečani v približno istem obdobju na merilnem mestu v Šaleku in v Šoštanju. Opaziti je, da prihaja do manjšega časovnega zamika spremembe pretokov na merilni postaji v Šoštanju, kot tudi na velikost pretokov na obeh merilnih mestih.

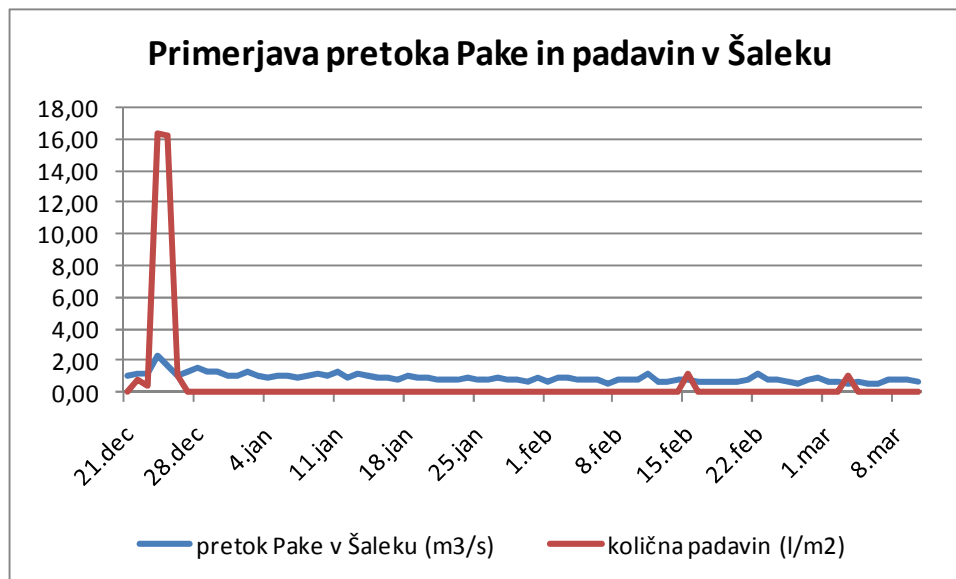
Ta časovni zamik lahko razložimo s tem, da ima reka Paka med Šalekom in Šoštanjem še ostale pritoke, s katerimi se napaja reka Paka in tudi ti močno vplivajo na režim reke Pake.

Kot posebnost je opaziti, da je v mesecu februarju imela reka Paka večji pritok v Šaleku kot v Šoštanju. To lahko pojasnimo, z napako, ki nastane pri meritvah hitrosti toka. Reka ima tako imenovan turbulentni tok, za katerega je značilno, da se tokovnice ne gibljejo enako hitro, pri gibanju pa nastajajo vrtinci.

#### 4.6 Primerjava pretoka reke Pake v Šaleku in meritev padavin

V grafu je prikazana primerjava pretokov reke Pake in količina izmerjenih padavin naših merilnih mest v Šaleku.

Graf 6: Primerjava pretoka reke Pake na merilnem mestu v Šaleku in padavin.



S pomočjo prikazanega grafa lahko ugotovljamo, ali padavine vplivajo na rečni režim. Kot smo že omenili je bila letošnja zima suha, bilo je zelo malo padavin. Vendar je iz grafa razvidno, da je v času padavin v mesecu decembru zaslediti tudi povečan pretok reke Pake.

Tudi v mesecu februarju in marcu smo imeli nekaj padavin. Vendar ta količina ni vplivala na povečanje pretoka reke Pake. Ocenjujemo, da je bila ta količina padavin premajhna, da bi kakorkoli vplivala na sam pretok reke Pake.

#### 4.7 Primerjava pretoka reke Pake s temperaturami

Primerjavo pretoka reke Pake s temperaturami bi bilo smiselno izvesti, če bi v zimskem obdobju zapadlo več snaga. Z omenjeno primerjavo bi lahko ugotovili, kako topljenje snega vpliva na rečni režim reke Pake.

## 5 ZAKLJUČEK

Meritve na podlagi katerih smo izračunali pretok reke Pake so potekale v zimskem času. V času meritev je bilo zelo malo padavin, na podlagi katerih bi lahko dobili še več podatkov, ki so potrebni da potrdijo nekatere hipoteze.

Z meritvami lahko potrdimo ali zavržemo naslednje hipoteze:

Pretok reke Pake se spreminja v odvisnosti od padavin ✓

Pretok reke Pake se spreminja v odvisnosti od padavin, ki nastopijo v tolikšni meri, da vplivajo na višino podtalnice in pritokov, ki posledično spreminjajo pretok reke Pake.

Reka Paka ima dežno-snežni režim ✗

Hipoteze ne moremo potrditi, saj smo imeli padavine le v obliki dežja, ki so vplivale na pretok reke Pake. V tem primeru bi lahko režim reke Pake opredeli kot dežni (pluvialni) režim. Poleg tega pa ocenjujemo, da smo imeli v času izvajanja meritev zelo malo padavin.

Reka Paka je hudourniška reka ✓

Reko Pako lahko opredelimo kot hudourniško reko, saj se je njen pretok hitro povečal v času dežnih padavin v decembru 2010. V času po zaključku padavin pa se je njen pretok hitro zmanjšal.

Pretok reke Pake se v Šaleku in Šoštanju spreminjata sočasno ✓

Hipotezo lahko potrdimo. Ugotovljeno je, da se pretok reke Pake na obeh merilnih mestih spreminja z manjšim zamikom. Večja razlika pa je v velikosti pretoka na obeh merilnih mestih. Na omenjeno razliko vplivajo še ostali pritoki reke Pake med Šalekom in Šoštanjem.

Da bi pridobili še več podatkov o režimu reke Pake in njegovi spremenljivosti, bi bilo smiselno meritve izvajati skozi vso leto. Ob tem pa je zelo pomembna tudi spremljava padavin, na podlagi katerih lahko ugotovimo odnos med padavinami in samim pretokom reke Pake.

## 6 POVZETEK

Reka Paka teče skozi Šaleško dolino. Dolga je približno 40 km in se v Rečici ob Paki izliva v reko Savinjo. Njeno celotno porečje obsega kar 210 km<sup>2</sup>. Da lahko opredelimo hidrološke značilnosti toka reke Pake, je potrebno opravljati meritve, saj se pretok in hitrost vode v strugi se nenehno spreminjata. V nalogi skušamo ugotoviti, zakaj prihaja do omenjenih sprememb.

S pomočjo enostavnih metod je bila določena hitrost toka reke Pake, sami smo merili višino njene gladine. Na podlagi omenjenih podatkov pa so bili izdelani izračuni pretoka v zimskem času, od 21.12.2010 do 10.3.2011. Poleg pretoka reke Pake so prikazane še meritve padavin v Šaleku, hidrometeorološki podatki (temperatura zraka) v Šaleku in sočasna spremljava pretokov avtomatske merilne postaje pretoka reke Pake Šoštanj.

## **7 ZAHVALA**

Najlepše bi se zahvalil staršema Andreju in Jerneji Vodušek, saj mi brez njune pomoči ne bi uspelo izdelati moje prve Raziskovalne naloge.

Zahvalil bi se tudi mentorju Tadeju Vodušku in vsem ostalim, ki so kakor koli sodelovali pri izdelavi Raziskovalne naloge.



## **8 PRILOGE**

### **8.1 Detajlni posnetek profila struge reke Pake na merilnem mestu v Šaleku v obdobju 21.10.2010 do 10.3.2011**

## 9 VIRI IN LITERATURA

Paka. (16.12.2010). Wikipedija. Pridobljeno 12.3.2011 iz <http://sl.wikipedia.org/wiki/Paka>.

Reka Paka in grad Šalek 2004. leta v snežnih lepotah. (27.2.2009). Google. Pridobljeno 13.3.2011 iz <http://www.panoramio.com/photo/19476155>.

Vreme Velenje. (12.3.2011). Vreme. Pridobljeno 12.3.2011 iz <http://www.vreme.biz/velenje/>.

Pretok vode in rečni režim. (4.3.2011). Vode na površju. Pridobljeno 10.3.2011 iz <http://bhir4.freehostia.com/vodovje/vode.html>

Postaja Šoštanj – Paka. (21.12.2010). ARSO. Pridobljeno od 21.12.2010 do 10.3.2011 iz [http://www.arso.gov.si/vode/podatki/amp/H11\\_t\\_7.html](http://www.arso.gov.si/vode/podatki/amp/H11_t_7.html)