

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta  
za gradbeništvo  
in geodezijo



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

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

To je izvirna različica zaključnega dela.

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

Valenčič, M., 2014. Protipoplavni ukrepi na objektih v naselju Miren. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Brilly, M., somentor Rusjan, S.): 63 str.

University  
of Ljubljana

Faculty of  
Civil and Geodetic  
Engineering



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

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

This is original version of final thesis.

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

Valenčič, M., 2014. Protipoplavni ukrepi na objektih v naselju Miren. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Brilly, M., co-supervisor Rusjan, S.): 63 pp.

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta  
za gradbeništvo  
in geodezijo



Jamova c. 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
[fgg@fgg.uni-lj.si](mailto:fgg@fgg.uni-lj.si)  
Univ. študij Vodarstva in  
komunalnega inženirstva

Kandidat:

**MATEJ VALENČIČ**

## **Protipoplavni ukrepi na objektih v naselju Miren**

Diplomska naloga št.: 228/VKI

## **Anti-flood measures for buildings in the Miren settlement**

Graduation thesis No.: 228/VKI

**Mentor:**  
prof. dr. Mitja Brilly

**Predsednik komisije:**  
doc. dr. Dušan Žagar

**Somentor:**  
doc. dr. Simon Rusjan

Ljubljana, 06. 05. 2014

## **STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA**

**Stran z napako**

**Vrstica z napako**

**Namesto**

**Naj bo**

»Ta stran je namenoma prazna.«

## **IZJAVA O AVTORSTVU**

Spodaj podpisani Matej Valenčič izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom »Protipoplavni ukrepi na objektih v naselju Miren«.

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

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Javorje, 8. 4. 2014

Matej Valenčič

»Ta stran je namenoma prazna.«

## **BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

<b>UDK:</b>	<b>556.166(497.4Miren)(043.2)</b>
<b>Avtor:</b>	<b>Matej Valenčič</b>
<b>Mentor:</b>	<b>red. prof. dr. Mitja Brilly</b>
<b>Somentor:</b>	<b>doc. dr. Simon Rusjan</b>
<b>Naslov:</b>	<b>Protipoplavni ukrepi na objektih v naselju Miren</b>
<b>Tip dokumenta:</b>	<b>Diplomska naloga – univerzitetni študij</b>
<b>Obseg in oprema:</b>	<b>63 str., 5 pregl., 37 sl.</b>
<b>Ključne besede:</b>	<b>ukrepi, objekt, poplava, material, naselje Miren, reka Vipava</b>

### **Izvleček**

Diplomsko delo se je navezovalo na varovanje stanovanjskih in nestanovanjskih delov objektov v naselju Miren ter sosednjih vasi Orehovlje in Vrtoče. Možne ukrepe sem opisal v prvem delu naloge. Več pozornosti je bilo namenjeno tistim, ki so izvedljivejši glede na samo gradnjo. V drugem delu je sledil prikaz kart v programu Saga – gis na predpostavki hidravličnega računa, in sicer za dogodek 100-letnih vod. Podatki o pretokih so bili podani za vodomerno postajo Miren 1 in pridobljeni na Agenciji Republike Slovenije za okolje. Pretok je bil po Pearsonovi 3 porazdelitvi ocenjen na  $408 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ta hidravlični izračun je bil uporabljen na Fakulteti za Gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, in sicer v programu Flow 2D. Te podatke sem nato uporabil v že omenjenem programu Saga – gis, ki omogoča prekrivanje orto-foto posnetkov z različnimi sloji, mene pa je najbolj zanimala hitrost in višina vode. Glede na te podatke in tudi na dejansko stanje na terenu, ki sem ga obiskal, sem predlagal ukrepa, ki sta po mojem mnenju najprimernejša za izvedbo in samo varovanje pred visokimi vodami. Dodal sem tudi poglavje, ki opisuje najbolj ranljive dele instalacij, v kolikor so objekti zaščiteni s tema dvema metodama. Poleg objektov, sem si na terenu ogledal tudi samo reko Vipavo, njeno strugo in brežine in ocenil stanje s pogleda same pretočnosti.

**BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTATION PAGE AND ABSTRACT**

**UDC:** 556.166(497.4Miren)(043.2)

**Author:** Matej Valenčič

**Mentor:** Mitja Brilly, Prof. X, Ph.D.

**Co-mentor:** Simon Rusjan, Assist.Prof. X, Ph.D.

**Title:** Anti-flood measures for buildings in the Miren settlement

**Document type:** Graduation thesis – university study

**Notes:** 63 p., 5 tab., 37 fig.

**Keywords:** measures, building, flood, material, Miren settlement, Vipava River

**Abstract**

The graduation thesis deals with the protection of residential and non-residential parts of buildings in the Miren settlement and neighbouring villages of Orehovlje and Vrtoče. The possible measures are described in the first part, with an emphasis on those measures that are more viable in terms of construction. The second part presents maps in the SAGA GIS software application based on the assumption of a hydraulic calculation for the hypothetical event of a centennial flood. Data on the flows are presented for the Miren Water Gauging Station and were acquired from the Slovenian Environment Agency. According to a Pearson 3 distribution, the flow was estimated at 408 m<sup>3</sup>/s. This hydraulic calculation was used at the Faculty of Civil Engineering and Geodesy of the University of Ljubljana, namely in the Flow 2D software application. The data were then used in the abovementioned SAGA GIS application which enables the overlapping of orthophoto images with different layers, whereas I was more interested in the velocity and height of the water. Based on these data and the actual conditions in the field I visited, I proposed two measures that, in my opinion, are the most appropriate when it comes to implementing anti-flood protection. I also added a chapter which describes the most vulnerable parts of the installation in the case the buildings are protected by the abovementioned two methods. Besides the buildings, I examined the Vipava River, its bed and banks, while I also assessed the situation in terms of the rate of flow.



## **ZAHVALA**

Za pomoč pri diplomski nalogi se zahvaljujem mentorju prof. dr. Mitji Brillyju in somentorju doc. dr. Simonu Rusjanu. Za podporo se zahvaljujem tudi puncu Sari, bratu Vasju in staršem.

»Ta stran je namenoma prazna.«

## KAZALO VSEBINE

IZJAVA O AVTORSTVU	III
BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK	IV
BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT	V
ZAHVALA	VI
<b>1. UVOD</b>	<b>1</b>
<b>2. OSNOVNE ZNAČILNOSTI REKE VIPAVE IN NASELJA MIREN</b>	<b>3</b>
2.1 Hidrografske značilnosti	3
2.2 Osnovne značilnosti naselja Miren	4
2.3 Raba tal	4
<b>3. NABOR PROTIPOPLAVNIH UKREPOV ZA VARNOST OBJEKTOV</b>	<b>6</b>
3.1 Direktno na objektu	7
3.1.1 Nadvišanje	7
3.1.1.1. Podaljšanje obstoječih sten stavbe	7
3.1.1.2. Gradnja nove ali preselitev v višjo obstoječo etažo	8
3.1.2 Mokro tesnjenje	9
3.1.2.1. Namestitev odprtih za poplavno vodo	10
3.1.2.2. Uporaba primernih materialov	12
3.1.2.3. Čiščenje objekta po umiku poplave	13
3.2 Na zunanosti objekta in njegovi okolici	13
3.2.1 Suho tesnjenje	14
3.2.1.1. Primerne stavbe za suho tesnjenje	14
3.2.1.2. Zaščita zidov pred poplavno vodo	15
3.2.1.3. Slovenska inovacija zaščit za odprtine	18
3.3 Protipoplavni nasipi in zidovi	20
3.3.1 Začasni montažni ukrepi	24
3.3.1.1. Vrečasti jezovi	24
3.3.1.2. Napihljivi vrečasti jezovi	25
3.3.1.3. Montažni paletni jez	25

---

3.3.1.4.	Panelni zidovi	25
<b>4.</b>	<b>ANALIZA REZULTATOV HIDRAVLIČNEGA MODELA S PROGRAMOM SAGA-GIS</b>	<b>26</b>
4. 1	Rezultati analize v programu	27
4. 1. 1	Hitrosti vode v strugi in poplavljenih območjih	27
4. 1. 2	Karta višine poplavnih vod	31
4. 1. 3	Stanje struge in brežin	33
4. 1. 4	Območja poplavljenih objektov	40
4. 1. 5	Število poplavljenih objektov ob poplavi leta 2010 in 2012	44
4. 1. 6	Povzročena škoda ob poplavi leta 2010 in 2012	46
4. 2	Izbor najprimernejših ukrepov za zaščito objektov na obravnavanem območju	48
4. 2. 1	Obstoječa gradnja v naselju Miren, Vrtoče in Orehovlje	48
4. 2. 2	Ključni faktorji za izbiro metode	48
4. 2. 3	Razlogi za izbiro metod mokrega in suhega tesnjenja	49
4. 2. 4	Višina stroškov pri metodah mokrega ter suhega tesnjenja na objekt	51
4. 2. 5	Glavne pozornosti pri izvedbi instalacij	53
4. 3	Ugotovitve	55
<b>5.</b>	<b>ZAKLJUČEK</b>	<b>57</b>
	<b>VIRI</b>	<b>59</b>

## KAZALO SLIK

Slika 1:	Reka Vipava od izvira do izliva v reko Sočo (Google maps, 2013a)	3
Slika 2:	Raba tal (Piso, 2013)	5
Slika 3:	Dvignjene okenske odprtine (Fema, 2000a)	7
Slika 4:	Nova etaža varna pred poplavo (Fema, 2009a)	8
Slika 5:	Pravilna namestitev odprtin za vodo (Fema, 2009b)	11
Slika 6:	Tipična hiša zaščitena s suhim tesnenjem (Fema, 2009c)	14
Slika 7:	Postavljanje drenažnega sistema (Pod svojo streho, 2013)	17
Slika 8:	Protipoplavna zapornica ARKA 3000 za vratne odprtine (Poplave.si, 2013a)	18
Slika 9:	Zapornica ARKA 3000 za okenske odprtine (Poplave.si, 2013a)	19
Slika 10:	Zapornica z zunanje strani (levo), zapornica z bočne strani (v sredini), zapornica z notranje strani (desno); (Poplave.si, 2013a)	19
Slika 11:	Rečni nasip (NBC News, 2013)	21
Slika 12:	Konzolni zid (MMDL, 2008)	22
Slika 13:	Dva primera gravitacijskega zidu (US Army Corps of Engineers, 1989)	23
Slika 14:	Reka Vipava v naselju Miren (Google maps, 2013b)	26
Slika 15:	Hitrosti vode v strugi v m/s (Google maps, 2013b )	27
Slika 16:	Naplavine v strugi Vipave v predzadnjem zavoju v naselju	29
Slika 17:	Vipava v zadnjem zavoju v naselju	29
Slika 18:	Hitrost vode na poplavnih območjih v m/s (Google maps, 2013b)	30
Slika 19:	Globina vode v metrih (Google maps, 2013b)	31
Slika 20:	Globina vode v strugi in poplavljenih površinah v metrih (Google maps, 2013b)	32
Slika 21:	Območje sanacijskega programa dolvodno od mostu do državne meje z Italijo (Google maps, 2013b)	34
Slika 22:	Območje sanacijskega programa gorvodno od mostu do jezua v Orehovljah (Piso, 2014)	34
Slika 23:	Celoten sanacijski program od jezua v Vtrtočah do državne meje z Italijo (Frančeškin, B., 2014f)	35

---

Slika 24:	Vegetacija na in ob brežinah pred sanacijo gorvodno od glavnega mostu (levo) in vegetacija na istem odseku po sanaciji (desno); (Frančeškin, B., 2014b)	37
Slika 25:	Pretočni krivulji za vodomerno postajo Miren 1 (Brilly, M. in sod, 2012a)	38
Slika 26:	Nanosi ob stebrih mostu (levo) in ob notranjem zavoju pri Rupi (desno)	39
Slika 27:	Območja poplavljenih objektov leta 2010 (Google maps, 2013b)	40
Slika 28:	Stanovanjski objekti v Vrtočah (levo), v Orehovljah (na sredini) in v Mirnu (desno), ki se nahajajo takoj za jezom	41
Slika 29:	Poplavljeni objekti dolvodno ob prvem desnem zavoju v naselju Miren leta 2010 (Google maps, 2013b)	42
Slika 30:	Poplavljeni objekti ob zadnjem zavoju v naselju Miren leta 2010 (Google maps, 2013b)	42
Slika 31:	Poplavljeni objekti na levem bregu dolvodno od mostu leta 2010 (levo); (Frančeškin, B., 2014e) in objekti na istem območju z rečne strani (desno)	43
Slika 32:	Največja razlika v poplavljenih objektih med letoma 2010 in 2012, območje glavnega mostu (Google maps, 2013b)	45
Slika 33:	Razlika v poplavljenih objektih v Orehovljah (Google maps, 2013b)	46
Slika 34:	Tečaji za namestitev ščitov (levo) in ščiti okenskih odprtín v naselju Vrtoče (desno)	50
Slika 35:	Pritisk podzemne vode pri kletnih prostorih (Evans, L., 2013.)	50
Slika 36:	Stikajoči objekti pri zadnjem jezcu v naselju Miren primerni za mokro ali suho tesnjenje	51
Slika 37:	Zaščitena peč in prezračevalna enota z zidom (Fema, 2009f)	54

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Pregled cen celotnega predvidenega sanacijskega programa na reki Vipavi v Mirnu, Orehovljah in Vrtočah (Frančeškin, B., 2014g)	36
Preglednica 2:	Število poplavljenih objektov ob poplavah 2010 in 2012 (Frančeškin, B., 2014c, d)	44
Preglednica 3:	Primerjava stroškov škode ob poplavah leta 2010 in 2012 (Frančeškin, B., 2014h, i)	46
Preglednica 4:	Vrednost investicije za mokro tesnjenje (Fema, 2009d)	51
Preglednica 5:	Vrednost investicije za suho tesnjenje (Fema, 2009e)	52





## 1. UVOD

Območje Slovenije je prepredeno s številnimi rekami. Te dajejo pokrajinam značilen videz in skrbijo za njihove vodne razmere. Tudi zaradi njih lahko govorimo o Sloveniji kot deželi z velikimi in neoporečnimi vodnimi zalogami. Reke pa ne prinašajo samo dobrih stvari. V kolikor se v njihovo območje in režim preveč posega, nam lahko vrnejo z zelo veliko mero. Posledice so obširne in pogoste poplave, ki prizadenejo velika območja. Zadnja leta smo priča vse pogostejšim in katastrofalnim poplavam, ki ogrožajo tako premoženje ljudi kot tudi v najhujših primerih njihova življenja.

Ker sam ne živim na takem območju, sem vedno najbolj pozoren na kraje, ki so meni najbližji. To sta območji ob reki Reki in pa območje Vipavske doline z reko Vipavo. Slednje je gledano tudi iz državnega nivoja precej prizadeto in zato sem se odločil, da razmere nekoliko bolje spoznam in poskusim s svojim znanjem, ki sem ga pridobil na fakulteti, najti rešitve za objekte na tem območju.

Natančneje sem se odločil za naselje Miren ter vasi Vrtoče in Orehovlje, ki pa sta tako z reko Vipavo kot s cestnimi povezavami povezani v širšo celoto. Glede na vse okoliščine in zadnje dogodke poplav, ki so tu čedalje pogostejše, sem diplomsko nalogo zasnoval tako, da obravnava 100-letne vode. Take poplave povzročijo tudi največ škode na tamkajšnjih objektih. Za skrajni uvod sem opisal nekaj osnovnih lastnosti reke Vipave ter naselja Miren.

V osnovi je diplomsko delo razdeljeno v dva sklopa, in sicer bo v prvem predstavljen nabor ukrepov, ki sem jih opredelil kot možne glede na samo izvedbo. Izpuščeni bodo ukrepi, ki med samim izvajanjem vsebujejo dvige stavb ali celo njihovo preselitev. Kot možne rešitve pa bodo uvrščene mokro in suho tesnjenje, na katerih bo tudi največji poudarek, gradnja nove etaže na že obstoječi ali podaljšanje sten. Na koncu bodo opisani tudi možni rešitvi z nasipi in zidovi, ki pa se z objektom neposredno ne stikajo.

Drugi del, ki je bolj omejen na konkretno območje naselja Miren, sem izdelal v programu Saga – gis, ki omogoča prekrivanje orto-foto posnetkov z različnimi podatkovnimi sloji. Sam sem v programu uporabil karte, ki prikazujejo višino ter hitrost poplavne vode na območjih, ki jih pokrijejo 100-letne vode. Karte so bile izdelane glede na hidravlični izračun za postajo Miren 1 in sicer v programu Flow 2D na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v

Ljubljani, hidravlični podatki pa so bili pridobljeni na Agenciji Republike Slovenije za okolje. Prav tako sem si stanje na terenu ogledal skupaj s predstavnikom civilne zaščite za občino Miren – Kostanjevica. Obiskala sva območja in objekte, ki utrpijo največ škode. Glede na rezultate iz programa in dejansko stanje na terenu, sem se odločil in predlagal, kateri izmed navedenih možnih ukrepov so najbolj uporabni ter izvedljivi. Pri teh ukrepih sem dodal tudi najbolj kritična mesta za različne instalacijske sisteme in podal nekaj rešitev za njih. Za metodi mokrega in suhega tesnjenja sem podal za posamezen objekt tudi analizo stroškov.

Poleg tega sem pregledal, kateri sanacijski ukrepi so bili po poplavah leta 2010 storjeni na strugi reke Vipave v Mirnu in jih predstavil. Ta del se mi je zdel zelo pomemben z vidika pretočnosti same struge, ki je lahko kdaj tudi odločilnega pomena. Pregledal sem tudi razliko v poplavljenih objektih glede na zadnji poplavi, in sicer leta 2010 in 2012 in z njimi povezane nastale stroške. Tako sem skušal ugotoviti ali je sanacijski program prispeval k boljši pretočnosti in nižji gladini.

## 2. Osnovne značilnosti reke Vipave in naselja Miren

### 2.1 Hidrografske značilnosti

Vipava izvira v kraju z istim imenom in od tam teče po Vipavski dolini proti meji z Italijo. Večino svoje poti opravi v Sloveniji, le 5 od 49 kilometrov pa tudi v sosednji Italiji, kjer se izliva v reko Sočo. Njeno porečje obsega približno 600 km<sup>2</sup> ozemlja (Wikipedia, 2013). Rečni režim je kombiniran, in sicer dežno-snežni. Za samo reko Vipavo je bolj značilna sredozemska različica tega režima. Pomeni predvsem, da je obilica vode ob jesenskih in spomladanskih padavinah, slednje pa se lahko združijo še s taljenjem snega v zaledju (MO, 2011).

Njena vodnatost je odvisna predvsem od padavin na tamkajšnjem kraškem ozemlju. Zgodi se, da izviri tudi v daljšem sušnem obdobju ne presahnejo in napajajo Vipavo. To je sicer nekoliko netipično za kraško reko (Občina Vipava, 2013). Predvsem izvira Podfarovž in Podskala sta povezana s podzemnimi vodami Nanoške planote. Zaradi tega ima voda v reki nižjo temperaturo, ki se ne bistveno spreminja skozi daljše časovno obdobje. To nudi pogoje za zelo posebno oziroma unikatno floro in favno. Vipava je v osnovi nižinska reka z majhnim naklonom korita. Ta znaša le 1,5 ‰ (Brilly, M. in sod, 2012).



Slika 1: Reka Vipava od izvira do izliva v reko Sočo (Google maps, 2013a)

Zaledje, ki Vipavo najbolj izdatno polni na začetku njenega toka, predstavljata planoti Nanos in Hrušica. Kasneje vodo v veliki meri prispevata tudi hudournika Hubelj z izvirov v Ajdovščini in pa potok Močilnik. Slednji izvira na robu Vipavske doline, s sabo pa v veliki meri nosi vode s tamkajšnjih hribov. Dolvodno se pridružita še Branica in Lijak. Prva se priključi z leve strani, drugi pa z desne gledano v smeri toka reke Vipave. Lijak s sabo prinaša vode s Trnovske planote, Branica pa s kraškega zaledja. Ker je reka zaradi velikih nihanj nešteti kraških pritokov večkrat poplavljala, so v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja, uredili meandre v zgornjem toku. To je imelo za posledico večje pretoke v zgornjem delu in poplavljanje v nižje ležečih krajih dolvodno ob reki. Torej tudi v naselju Miren, ki je najbolj pomemben pri moji nalogi (Občina Vipava, 2013).

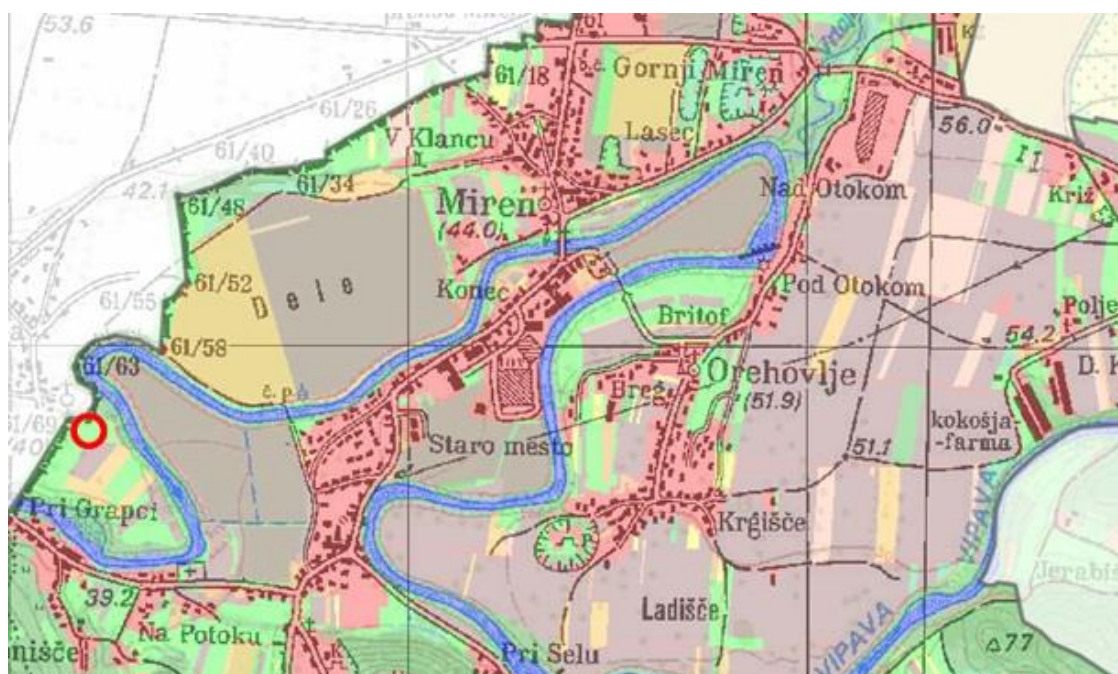
## 2. 2 Osnovne značilnosti naselja Miren


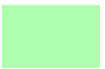


Naselje se nahaja v občini Miren-Kostanjevica, tik ob slovensko-italijanski meji. Hiše ter drugi stanovanjski ali gospodarski objekti so dokaj strnjeni in ležijo vzporedno ob reki Vipavi. Reka ima tu značilno obliko dolgega okljuka. (Krajevna skupnost Miren, 2013). V naselju trenutno živi 1447 prebivalcev (Statistični urad, 2013). Značilno je submediteransko podnebje, ki prinaša toplejše zime in razmeroma vroča poletja. Na tem delu je značilen tudi severovzhodni veter imenovan burja, ki se pojavi, ko zračne mase pridejo iz notranjosti celine. Glede na podnebje ima kraj tudi značilno rastje in velike možnosti za pridelavo skoraj vseh vrst zelenjave in sadja (Sites, 2013).

## 2. 3 Raba tal

Ker je tema diplomske naloge zaščita in varovanje naselja Miren pred visokimi vodami, se bom tudi pri rabi tal bolj nanašal na območja, ki so ogrožena. Če gledamo celotno povodje reke Vipave na njenem poplavnem območju je prizadetih največ njivskih površin. Po izmeri številka doseže skoraj osem kvadratnih kilometrov. Nato sledijo trajni travniki in intenzivni sadovnjaki. Takoj zatem pa so že pozidana in sorodna zemljišča. Za temi zemljišči so še vinogradi in gozdovi, druge vrste tal pa dosegaajo nižje odstotke poplavljenosti glede na celoten obseg. Številke povedo kar veliko in postane nam dokaj hitro jasno, da je poplavna problematika tu kar velika.

Če primerjam celotno povodje z območjem naselja Miren ugotovim, da je največ poplavljenih njiv in vrtov, intenzivnih sadovnjakov, trajnih travnikov in pozidanih zemljišč. V kolikor primerjamo obe območji, vidimo, da je slika zelo podobna, če ne skoraj ista. Torej poplavna območja pokrivajo podobno rabo tal, skrbi pa predvsem visok delež poplavljenih pozidanih zemljišč, kar pomeni da obstaja nevarnost tudi za ljudi in njihovo premoženje. Poleg tega povzroča veliko škodo tudi ogromen delež poplavljenih njivskih površin, kar pomeni še dodatno izgubo oziroma škodo tistim, ki se tukaj ukvarjajo ali preživljajo s kmetijstvom (MKO, 2012).



1100-njiva oz. vrt 	1300-trajni travniki 	1221-intenzivni sadovnjak 	3000-pozidana zemljišča 
--	--	--	---

Slika 2: Raba tal (Piso, 2013)

### 3. Nabor protipoplavnih ukrepov za varnost objektov

V tem poglavju bom podrobneje predstavil ukrepe za varovanje objektov v primeru nastopa 100-letnih vod. Pri teh dogodkih struga ne more več prevajati vode in ta se začne razlivati tudi po drugih površinah, kjer so postavljeni različni grajeni objekti.

V osnovi sem te ukrepe, glede na posege v konstrukcijo, razdelil v dve skupini:

- direktno na objektu; poseganje v konstrukcijo objekta in njegovo notranjost,
- na zunanosti objekta in njegovi okolici; poseganje v okolico in delno v konstrukcijo objekta.

Ukrepe sem predstavil na tak način, da so na konkretnem območju najlažje izvedljivi oz. uporabni. Namreč, pri nekaterih metodah potrebujemo težko mehanizacijo, ki zahteva veliko manevrskega prostora. V kolikor je objekt v prostorski stiski, je taka metoda skoraj neuporabna, pa čeprav je sama konstrukcija primerna za izvedbo. Poleg manevrskega prostora je pomemben tudi način gradnje. Tukaj mislim na samo konstrukcijo objektov. Ker so po videnem na terenu vsi objekti grajeni iz masivnih materialov, kot so beton, železobetonska opeka ali kamen, so nekatere metode, ki vključujejo tudi dvig stavbe, neprimerne oziroma težko izvedljive.

Predstavljeni ukrepi so učinkoviti, uporabni, izvedljivi in lastnikom objektov zagotavljajo varnost pred visokimi vodami. Glede na podatke, ki jih bom analiziral s programom Saga – gis ter ogledom dejanskega stanja na terenu, bom predstavil po mojem mnenju najučinkovitejše in najizvedljivejše med njimi. Pri vseh naravnih katastrofah je zelo pomembno preventivno varstvo in tudi poplave niso izjema. Pomembno je, da je objekt zavarovan in s tem utrpi čim manjšo škodo.

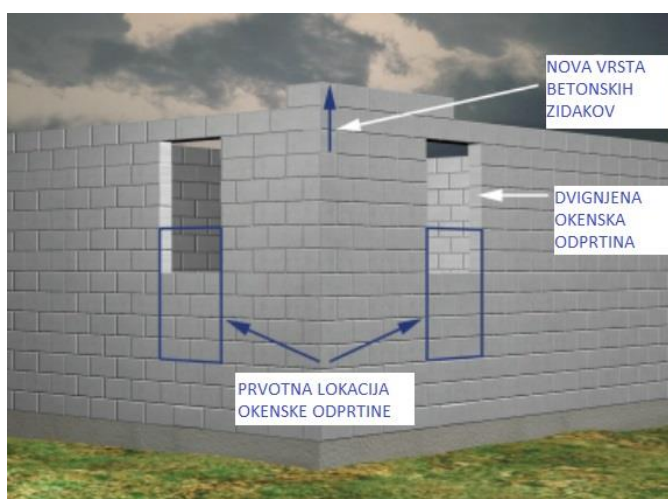
### 3.1 *Direktno na objektu*

#### 3.1.1 Nadvišanje

Cilj metode je dvigniti najnižje nadstropje nad višino poplave, ki se lahko pojavi na tem območju. Torej tla najnižjega bivalnega nadstropja morajo biti nad predvideno poplavno višino. Za doseg tega cilja imamo na voljo znotraj te metode več možnosti, ki pa so odvisne od oblike in gradnje same konstrukcije. Nekatere možnosti nadvišanja so pri določenih stavbah težje izvedljive, zato je zelo pomembno, da izberemo način, ki pri sami izvedbi ne predstavlja večjih ovir.

##### 3.1.1.1. *Podaljšanje obstoječih sten stavbe*

Obstajajo primeri stavb, na katerih ne moremo uporabiti ukrepov, ki vsebujejo dvig le-te. Razlogov je več, najvidnejši pa je zagotovo masa konstrukcije, ki bi pri dvigu hiše povzročala velike probleme in bi sam postopek ogrožal varnost konstrukcije ter izvajalcev. V takih primerih je bolj priporočljivo, da lastnik izbere metodo zvišanja obstoječih zidov. Kot prvo odstranimo celotno strešno konstrukcijo. Zatem sledi gradnja podaljšanih sten na že obstoječih. Potrebno je seveda dvigniti tudi vse okenske in vratne odprtine. Pri tem pa zgraditi nove prekladne nosilce na vrhu le-teh. Ne smemo pozabiti niti na vse vertikalne in horizontalne vezi, ki konstrukciji dajejo stabilnost.



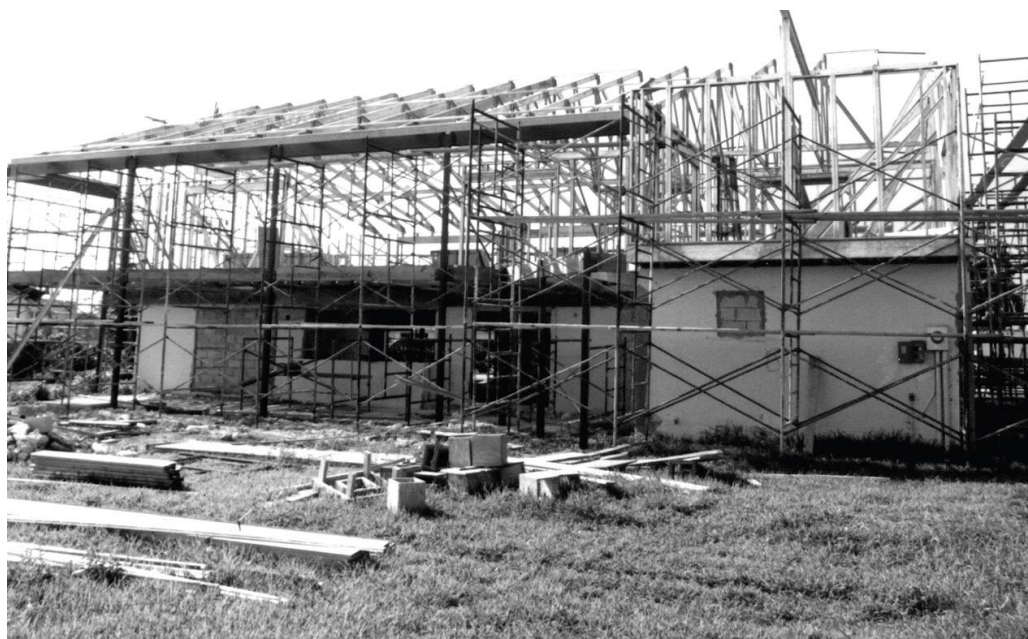
Slika 3: Dvignjene okenske odprtine (Fema, 2000a)



Ko dosežemo pravo višino, sledi gradnja nove plošče, ki je lahko lesena ali betonska. Razlika je le, da pod leseno ploščo prazen prostor lahko uporabimo za dostop ali garažo, če je ta dovolj visok. Pri betonski pa najprej nasujemo zemljo ali drobljenec in nad tem ulijemo novo ploščo. Pri tej plošči, z razliko od lesene, ni potrebna namestitev odprtih za poplavno vodo, ker je prostor pod njo zapolnjen in voda s svojim pritiskom ne more podreti stene. Material, s katerim gradimo, je odvisen že od obstoječega načina gradnje. Če je konstrukcija iz lesenega okvirja, je tudi naše nadvišanje primerno temu, prav tako velja za zidane ali betonske konstrukcije. Nazadnje je potrebno spet namestiti strešno konstrukcijo in projekt je zaključen (Fema, 2009; Fema, 2000).

### 3.1.1.2. *Gradnja nove ali preselitev v višjo obstoječo etažo*

Če se na določenem področju pojavljajo redno zelo visoke vode, in je dvig hiše zaradi prej omenjenih razlogov otežen ali celo nemogoč, se na obstoječi etaži zgradi nova, pred poplavo varna. To običajno izvajamo na zidanih konstrukcijah, ker bi lesena ob večkratnem stiku z vodo začela razpadati. Zidana ali betonska konstrukcija se ob zalitju vode bolje obnese, vendar se za njeno boljšo vodoodpornost lahko uporabi posamezne premaze, ki jo še dodatno ščitijo in podaljšujejo življenjsko dobo.



Slika 4: Nova etaža varna pred poplavo (Fema, 2009a)



Tudi tukaj je potrebno najprej umakniti streho. Spodnje nadstropje, ki je pod višino poplave, pustimo nenaseljeno in ga uporabljamo za dostop, garaže ter stvari, ki jih lahko hitro umaknemo pred poplavo. Na vrhu že obstoječe etaže zgradimo novo, ki je lahko z razliko od spodnje, tudi iz lesenega ali jeklenega okvirja, lahko pa zgradimo tudi zidano konstrukcijo. Za vrsto materiala se odločimo tudi na podlagi trdnosti spodnje etaže in samih temeljev. Lesene in jeklene konstrukcije imajo manjšo maso in generirajo veliko manjše sile kot pa betonske in zidane. Ko je etaža končana z vsemi elementi, ki so potrebni za njeno stabilnost, na vrh namestimo še streho (Fema, 2009; Fema, 2000).

Ne pozabimo na vertikalne in horizontalne vezi, ki konstrukcijo naredijo kompaktno in jo držijo skupaj ob potresnih sunkih. V kolikor je stavba že zgrajena iz dveh etaž, lahko samo prenesemo stvari v višjo in spodnjo pustimo nenaseljeno. V tem primeru imamo tudi zelo malo stroškov in dela. Na dnu sten spodnje etaže pa moramo namestiti odprtine za poplavno vodo, ki bodo omogočale prehod le-te in tako izenačevale hidrostatski pritisk.

Priporočljivo je, da obložimo stene z vodoodpornimi materiali, ki vodo odbijajo od konstrukcije in jo ne vpijajo. Tako bo tudi škoda bistveno manjša, saj voda ne bo povzročila poškodb v konstrukciji. Poleg tega tudi preprečimo dvigovanje vlage po stenah v višja nadstropja. Ko se poplavna voda umakne, nam kot edino opravilo ostane spiranje tal, ki so lahko prekrita z raznimi smetmi in pa tudi kemikalijami, ki jih poplava nosi s sabo (Fema, 2009; Fema, 2000).

### 3. 1. 2 Mokro tesnjenje

Za to metodo so primerne stavbe, ki se nahajajo na območjih z nižjimi poplavnimi vodami. Z razliko od prejšnje, pri tej metodi ne spreminjamo oblike ali višine same konstrukcije. Najpomembnejši razlogi za uporabo le-te so cena in težka izvedljivost ostalih metod. Metoda je najprimernejša za betonske ali zidane hiše, predvsem zato, ker so take stavbe nekoliko bolj trdne kot pa tiste iz lesenega okvirja. Hiša je izpostavljena velikemu hidrodinamičnemu pritisku, ki ga povzroča poplavna voda. Prav tako predstavljajo veliko nevarnost naplavine, ki jih poplava nosi s sabo. Te lahko z veliko hitrostjo trčijo ob konstrukcijo in jo poškodujejo. Nevarnost predstavlja tudi erozija, ki je spremljajoč dejavnik poplav. Najprimernejše stavbe,

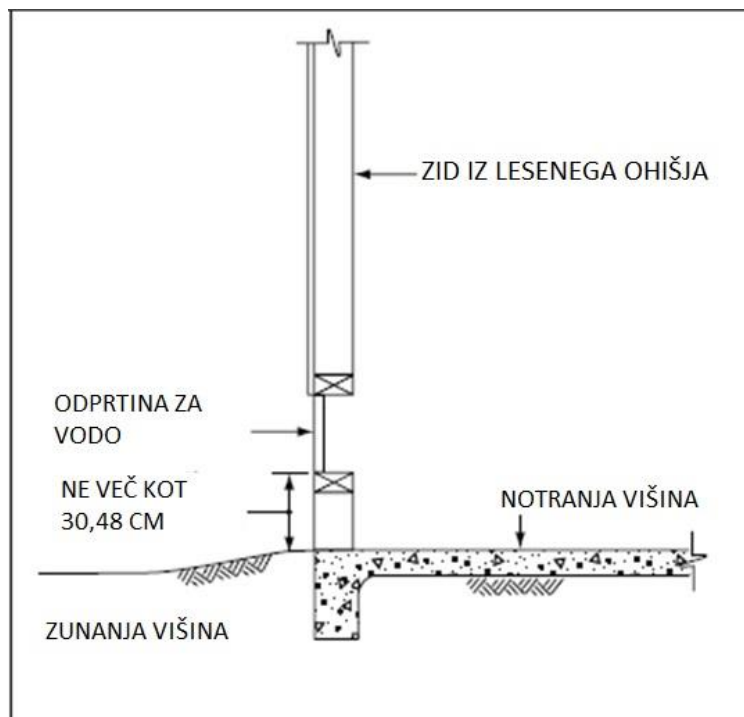
na katerih lahko uporabimo to metodo, so tiste, ki imajo kleti ali prazne prostore pod nivojem plošče.

Ti prostori ne smejo biti namenjeni bivanju, niti drugim predmetom, ki jih pred poplavo ne moremo umakniti ali zavarovati. Peči, klime in vodne grelce je potrebno, v kolikor se jih na mestu ne da zaščititi, umakniti v višje prostore. Dobro je, da ima hiša kakšen prazen prostor, kjer lahko namestimo te stvari pred poplavo. Za to metodo niso primerne stavbe, ki imajo bivalne prostore pod nivojem predvidene višine poplave. Prav tako uporaba tega načina ni primerna za hiše, ki imajo prostor pod ploščo zapolnjen z različnim materialom in pa hiše, ki nimajo spodnjega roba pritrjenega na temelj. V tem primeru se mora lastnik nepremičnine odločiti za drugo metodo, ki mu bo zagotavljala varnost pred poplavo. Sama izvedba tega načina varovanja pred poplavami je preprosta in relativno poceni (Fema, 2009).

#### *3.1.2.1. Namestitev odprtin za poplavno vodo*

Ključnega pomena je namestitev odprtin v zidovih. Te dopuščajo vodi, da se zliva v notranjost neposeljenega prostora ter na ta način izenačujejo hidrostatski pritisk. Sile vode, ki delujejo na zid stavbe, so tako veliko manjše in ne povzročajo tolikšne škode kot sicer. Voda narašča enakomerno zunaj in znotraj stavbe, prav tako poplavni valovi ne udarjajo s tako veliko silo ob konstrukcijo. Za doseg tega cilja pa je potrebno namestiti zadostno število odprtin in izbrati prave dimenzije le-teh. Število in dimenzije odprtin v temeljih nameščamo glede na stopnjo naraščanja in padanja poplavne vode in glede velikosti predvidenega prostora v hiši, kamor se voda zliva.

Vsak zaprt prostor bi moral imeti vsaj dve odprtini. Pri poplavah, kjer voda zelo hitro naraste je pomembno, da imamo veliko odprtin velikih dimenzij. Ko se poplavna voda umika, je število odprtin in njihova velikost prav tako pomembna. Projekt mokrega tesnjenja najlažje izvedemo na hišah s kletnimi oziroma praznimi prostori, ki niso namenjeni bivanju. Namestimo pravnje število odprtin na vseh straneh temeljnih zidov in s tem vodi dovolimo vstop in izstop iz praznega prostora pod hišo. »Višina odprtine je približno 30,48 centimetrov nad ploščo.« (Fema, Tehnični bilten 1, 2008)



Slika 5: Pravilna namestitvev odprtín za vodo (Fema, 2009b)

Za te odprtine ne smemo uporabiti že obstoječih ventilacijskih prezračevalnikov, ki imajo take pokrove, da v določenem položaju ne pustijo vodi vstop v notranjost, prav tako pa ne oken pod nivojem poplave. Naplavine, ki potujejo s poplavo, lahko predstavljajo poleg nevarnosti, da poškodujejo konstrukcijo, tudi nevarnost zamašitve odprtín, ki smo jih naredili v zidovih. To lahko povzroči veliko škodo, saj se voda ne more nemoteno pretakati v notranjost hiše in izven nje.

Za ta primer lahko uporabimo ščite za odprtine, ki prepuščajo samo vodo in zaustavljajo večje kose naplavin, vendar moramo vedeti, da bolj gost kot je ščit, hitreje se lahko odprtina zasiči z delci. »Če je hitrost toka vode večja kot 1,52 metra na sekundo in če so poplavni valovi višine 0,45 metra, je potrebno posvetovanje s strokovnjakom glede trdnosti temeljev.« (Fema, Tehnični bilten 1, 2008) Potrebno je tudi mnenje strokovnjaka glede obstoječe konstrukcije, njene stabilnosti ter materialov iz katerih je grajena. Ta način je primeren tudi za hiše, ki imajo zraven stikajočo garažo. Tudi v zidovih garaže je potrebno narediti odprtine za vodo, ki se zliva v notranjost le-te (Fema, Tehnični bilten 1, 2008).

### 3.1.2.2. *Uporaba primernih materialov*

Kot že rečeno je pri tej metodi zelo pomemben material, iz katerega je grajena naša hiša, zato je lesena gradnja tu neprimerna. Za konstrukcijo je torej priporočljiva gradnja iz betona ali opek, ki so lahko betonske ali glinene. Za zidove lahko uporabimo tudi naraven kamen, plošča pa je možna tudi iz jekla. Zid kot celota ne sme vsebovati niti najmanjših praznin, grajen pa naj bi bil iz hidrofobnih ali materialov brez kapilarne poroznosti. Za nosilno konstrukcijo je lahko v določenih primerih uporabljen tudi les, vendar mora biti zaščiten z vodoodpornimi materiali. Vedeti moramo, da lahko poplavna voda v prostoru ostane nekaj časa, zato je potrebno veliko pozornosti nameniti tudi stenskim in talnim oblogam, ki predstavljajo zaključne obloge in ščitijo konstrukcijo pred vdorom vode.

Tla ne smejo biti prekrita z materiali kot so linolej, gumijaste ploščice, ne sme se uporabljati lepil, ki jih lahko raztopijo alkalije ali kisline v vodi. Stene prav tako ne smejo vsebovati papirnatih oblog, kot so stenske tapete ali oblog iz lesa. Primerna je uporaba cementnih materialov, ki so lahko dodatno zaščiteni s posebnimi plastičnimi masami, kot je polietilen. Možna je tudi uporaba glinenih zaključnih oblog, ki ne prepuščajo vode. Če je med zidovi uporabljena izolacija, naj bo ta iz polistirena, ker material kot je mineralna volna, vpije vodo v svoje praznine. Izogibamo se gips ploščam, ploščam iz lepljenega lesa ali ivernim ploščam. Primerne niso niti plošče, ki vsebujejo vodovpojna vlakna. Paziti moramo, da ne pustimo določenih lukenj ali prostorov nezaščitenih, ker bi tam voda še z večjo silo vdirala v material. V kolikor naša konstrukcija vsebuje tudi spojke in vezi, naj bodo te iz nerjavečega, pocinkanega jekla ali pa iz bakra. Tako se izognemo koroziji, ki lahko poškoduje ali uniči neodporne materiale (Fema, Tehnični bilten 2, 2008).

Vsekakor je pri objektih, ki jih poplavne vode večkrat prizadenejo, bolj smiselna uporaba keramičnih talnih oblog. Lesene talne obloge so v takih primerih nepriporočljive, kajti taki materiali niso več uporabni za vnaprej. Prav tako velja za stene, ki naj bodo vsaj do višine poplave ometane s hidrofobnimi materiali, ki vode ter soli ne vsrkavajo vase (Revija Gradbenik, 2012).

Poplavne vode s seboj nosijo tudi strupene snovi, ki jih spirajo s površin, kot so razna olja, nafta, soli, alkalije, kemikalije, itd. Prav zaradi tega je potrebno konstrukcijo dobro zaščititi pred zamakanjem. Za zaključni sloj zidov se uporablja barve na osnovi olj, ki vodo odbijajo.

Ker je to metoda, ki poplavi pusti vstop v določen del stavbe, je potrebno vedeti, da se delo začne šele ob umiku poplave (Fema, Tehnični bilten 2, 2008).

### *3.1.2.3. Čiščenje objekta po umiku poplave*

Če ima hiša klet, bo voda težko sama odtekla ven. V tem primeru je potrebno imeti črpalke za izčrpavanje vode. Ko se poplavna voda umakne, tako najprej izčrpamo preostanek le-te v kleti pod nivojem terena. Ko je prostor prazen, se lahko začne čiščenje. V tem delu hiše je voda za sabo pustila madeže in ostanke olj, naftnih derivatov in pesticidov, mulja ter drugih usedlin, zato je pomembno, da se poplavljen prostor popolnoma razkuži.

Iz kletnega prostora najprej odstranimo ostalo vodo, nato odpremo vse odprtine, ki so v stavbi, torej vsa okna in vrata. S tem dopustimo vstop zraku v prostore. Umaknemo ven vse stvari, ki so bile v poplavljenem prostoru, tudi tiste, ki niso poškodovane. Tako prostor izpraznimo v celoti in lahko začnemo s preostalimi deli, v kolikor prostor ni bil izoliran in zaščiten, kot bi moral biti. Kjer ni bila uporabljena vodotesna izolacija prostora, je potrebno odstraniti vse namočene obloge s sten in tal. To so zaključne obloge sten, toplotna izolacija, lesene obloge, leseni podi. Seveda pred tem umaknemo tudi muljaste usedline, v kolikor jih je poplava nanescila s seboj.

Ko je prostor povsem prazen, ga lahko začnemo čistiti z vodo. Za izpiranje uporabimo visokotlačne čistilce na vodo. Pri tem se je dobro preventivno zavarovati, saj so tla prepojena z različnimi nevarnimi snovmi. Na koncu sledi sušenje poplavljenih prostorov in pa opreme, ki je bila prizadeta v poplavah. To lahko traja kar dolgo, tudi več kot mesec dni, vendar je to pomemben del, ki ga moramo opraviti, da lahko pregledamo, kakšne poškodbe je utrpela konstrukcija. Vemo pa, da lahko vlaga, ki ostane, v kolikor prostora ne posušimo, negativno vpliva na zdravje prebivalcev te hiše (Fema, 2009).

## *3. 2 Na zunanosti objekta in njegovi okolici*

Pri teh ukrepih ne posegamo direktno v samo konstrukcijo oz. jo ne spreminjamo. Sama konstrukcija ostane nespremenjena. Gre za posege, s katerimi stavbo ščitimo pred poplavno vodo in je ne spustimo v notranjost.

### 3. 2. 1 Suho tesnjenje

Ta način zagotavljanja varstva pred poplavami je pravo nasprotje prejšnjim metodam. Samo ime nam pove, da vodi ne pustimo vstopa v samo stavbo in jo zadržimo pred njo. Zato je tudi ta metoda primerna le za nekatere vrste hiš (Fema, 2009). »Uporablja se jo le na območjih, kjer poplavna voda ne presega višine 1 meter.« (FEMA, 2009)

#### 3.2.1.1. Primerne stavbe za suho tesnjenje

Metoda je vsekakor bolj uporabna na zidanih stavbah. Te so lahko iz betonskih ali opečnih zidakov, izvedljivo pa je tudi na hišah z lesenim okvirjem, ki ga na zunanji strani obdaja zidan zid. Te vrste stavb lahko prevzamejo večje hidrostatske in hidrodinamične pritiske, ki jih povzroča voda. Poleg tega, da so bolj odporne proti vlagi, je tudi izolacija z vodoodpornimi ali tesnilnimi masami lažje izvedljiva. Vse to ne velja za hiše iz lesenega okvirja, ker vsrkajo vlago, njihova struktura pa začne čez čas razpadati. Zelo težko je izvedljiva tudi izolacija teh sten s tesnilnimi masami. Ker pa so taki zidovi tudi veliko šibkejši od zidanih ali betonskih, je njihova porušitev možna že pri nižji poplavi in pri nižji hitrosti vode. Vedeti je treba, da nas ta način ne varuje pred velikimi poplavnimi valovi, naplavinami, erozijo in hidrodinamičnimi silami vode. Zato je na območju, kjer pretijo opisane nevarnosti, bolje izbrati katero drugo metodo. Ta način se ne uporablja za stavbe s kletnimi prostori, ker se lahko zgodi, da že pri nižji poplavni vodi pride do porušitve kletnih zidov ali celo temelja (Fema, 2009).



Slika 6: Tipična hiša zaščitena s suhim tesnjenjem (Fema, 2009c)

Ker vodi ne pustimo vstopa v notranjost, se pojavi hidrostatski pritisk. Pritisk narašča z globino vode in pritiska proti zidu, ki se lahko pod veliko obremenitvijo tudi zruši. Drugi dejavnik, ki ga je potrebno upoštevati, je vzgon, ki se pojavi, ko se zemlja zasiči z vodo. Ta začne potiskati ploščo ali temelj navzgor, kar tudi privede do porušitve. Pri kletnih prostorih se pojavi tudi dodaten stranski pritisk zasičene zemljine, ki dodatno obremenjuje kletne zidove. »Dokazano je, da globina približno 1 meter vode povzroči separacijo temelja od ostale konstrukcije ter zviže ali prelomi betonsko ploščo, v kolikor je stavba grajena na njej.« (Fema, 2009)

Poleg območij, kjer se pojavljajo zelo visoke vode, so za to metodo neprimerna tudi območja z dolgotrajnimi poplavnimi vodami. Torej poplave, ki se ne umaknejo dovolj hitro. Zemlja se v tem času zasiči z vodo in prispeva k večji obremenitvi zidov, plošč in temeljev. Lahko se v tem času zgodi tudi, da začnejo zaščitni pokrovi na odprtinah vodo počasi prepuščati v notranjost. Če se odločimo za tako rešitev pred poplavami, moramo upoštevati, da v objektu med poplavo nihče ne prebiva. Postopek je v primerjavi z drugimi cenovno ugoden in tudi lažje izvedljiv (Fema, 2009).

#### *3.2.1.2. Zaščita zidov pred poplavno vodo*

Kot prvo morajo biti zunanji zidovi, ki so pod nivojem poplave, premazani ali zaščiteni z vodoodpornimi masami. Te preprečujejo uhajanje ali pronicanje vode skozi zid. Uporabljajo se fleksibilne vodoodporne mase kot so asfaltne prevleke ali polietilenski filmi. Najbolje se obnesejo materiali na osnovi asfalta in cementa, ki so tudi cenejši. Vendar velikokrat pokvarijo videz zunanjega zidu ali kar celotne stavbe. Če nas to zelo moti, lahko potem, ko smo premazali zid z zaščitno maso, zraven le-tega zgradimo še enega, ki povrne objektu lepši videz. Poleg tega nam daje dodatno varnost ob trku večjih kosov naplavin. Seveda je potrebno zgraditi tudi nov temelj, ki podpira novo steno (Fema, 2009).

Dražji materiali, ki ne kvarijo same podobe hiše, so epoksidne ali poliuretanske smole. Posebna pozornost je tu namenjena tudi posameznim odprtina namenjenim inštalacijskim cevem in stikom med ploščo in zidom. To so najbolj ranljivi deli, zato je tu dobra izvedba še najbolj pomembna.

Poleg opisanih rešitev, ki so izdelane tako, da trajno ostanejo na objektu, pa poznamo tudičasne rešitve. To so polietilenski filmi, s katerimi obdamo dele stavbe, ki so pod nivojem poplave. Namestimo jih v celotnem obsegu hiše in pazimo, da jih ne prekinemo, ker bi s tem dovolili vodi vstop v konstrukcijo. Ker je to šibek material, ga je potrebno previdno pritrditi na konstrukcijo in paziti, da se ne pretrga. Konstrukcija pri tem prevzame vse hidrostatske in hidrodinamične sile vode, folija pa služi za voodpornost konstrukcije. Ko se razmere normalizirajo, lahko film odstranimo in hišo ponovno normalno uporabljamo (Fema, 2009a). «Slabost tečasne metode je, da se jo lahko uporabi le pri poplavnih vodah, ki trajajo manj kot 12 ur in ne presežejo 30,48 centimetrov.» (Fema, 2009)

Ko so zunanji zidovi zaščiteni, je potrebno poskrbeti še za vse okenske, vratne in druge odprtine. Tega dela se je potrebno lotiti zelo natančno in odgovorno, saj so to zelo ranljivi deli. Odprtine po navadi zaščitimo z izdelanimi ščiti, ki so prilagojeni posamezni odprtini. Izbira materiala je po navadi odvisna od višine poplavne vode in od širine odprtine.

Višja kot je voda in širša kot je odprtina, močnejši material je potrebno izbrati. Največkrat so to lito-železni ali jekleni ščiti. Enako velja za samo montažo ščitov. V kolikor so ti manjših dimenzij, jih lahkočasno montiramo in kasneje demontiramo, če pa so to večji ščiti, jih lahko namestimo tako, da jih v primeru uporabe le potegnemo iz škatel, ki so pritrjene na konstrukcijo. Te so po navadi valjaste oblike, tako da se ščit zvije v obliki role. To je zelo praktična rešitev, saj ne zavzame veliko prostora in se jo da hitro namestiti tako, da opravlja svojo funkcijo varovanja pred poplavo.

Lahko se na robove odprtin namesti tudi železne okvirje s tečaji, v katere se med poplavo namesti ščit. Okvirji in tečaji so trajno pritrjeni, le ščite namestimo takrat, ko nas ogroža poplava. Kot trajna rešitev se za okenske odprtine uporablja način, kot sem ga že opisal pri metodah nadvišanja. To je dvig okenske odprtine nad nivo poplave. Naredi se nov prekladni nosilec, prazen prostor pod novo odprtino pa se zapolni z betonom ali pa z zidaki. Ta del se prav tako kot ostali zaščiti z voodpornimi materiali (Fema, 2009).

Projekt suhega tesnjenja mora imeti poleg vsega opisanega tudi drenažni sistem. To je sistem, ki prestreže pronicajočo vodo. Posebej pomembno je tam, kjer poplava ostane malo več časa in se voda steka po zidu in ščitih navzdol proti dnu temelja. Če objekt leži na zelo prepustni zemljini, to predstavlja še večjo nevarnost, saj voda pronica še hitreje in v večji količini.



Sistem sestavlja perforirana cev, ki jo položimo na nivo temelja, tako da sta na enaki globini. Take cevi imajo luknje, skozi katere se zbira voda. Cev obdamo z grobo zrnatim materialom, ki vodi dovoli dostop do cevi. Nato nasujemo zemljino in zravnamo s koto terena.



Slika 7: Postavljanje drenažnega sistema (Pod svojo streho, 2013)

Drenažna cev je po navadi povezana z glavnim kolektorjem, ki zbira vso pronicajočo vodo. Na koncu zbiralnega kolektorja pa je črpalka, ki vodo črpa in odvaja stran od objekta. Ta mora imeti v primeru prekinitve električnega toka svoj generator, kar pomeni, da se voda nemoteno črpa tekom poplave in ne povzroči dodatne škode. Iztok črpalke mora biti nad nivojem poplave, da ne pride v cevi do povratnega toka. Voda, ki jo odvedemo, ne zasiči zemljine in tako ne pride do vzgona, ki ga lahko povzroči le-ta (Fema, 2009; Valenčič, M., 2013).

### 3.2.1.3. Slovenska inovacija zaščit za odprtine

Slovensko podjetje je na čelu z direktorjem Tomažem Kresevičem razvilo zapornico za varovanje vratnih in okenskih odprtin med poplavo. Izdelek se imenuje ARKA 3000 in je že dobil srebrno nagrado za inovacijo s strani Gospodarske zbornice Slovenije. Pri takih zaščitah je najbolj pomembno, da popolnoma tesnijo in ne prepuščajo vode v notranjost. Izdelek se lahko pohvali z majno težo, hitro in učinkovito montažo brez kakršnegakoli vrtanja. Prav tako se izdelek prilega vsem vrstam površin, tako da ne potrebujemo predhodne priprave za montažo. Sama konstrukcija je železna in tako zelo kompaktna ter sposobna prenašanja velikih sil, ne glede na smer toka vode. Odlikuje jo tudi možnost nadvišanja na zelo preprost način zlaganja ene na drugo.



Slika 8: Protipoplavna zapornica ARKA 3000 za vratne odprtine (Poplave.si, 2013a)

V osnovi je izdelek narejen preprosto, ampak zelo učinkovito. Zapornica, ki je sestavljena iz železnega okvirja ima štiri napenjalne roke, ki jih prislonimo na vratno odprtino. Te roke vsebujejo napenjalnike, preko katerih so povezane na sam ščit. Z vrtenjem le-teh zapornico pritrdimo na konstrukcijo, tako da je fiksna in prenaša velike pritiske vode. Zapornice so lahko narejene tudi iz aluminija. Vratne zapornice so nekoliko drugačne od okenskih. Razlikujejo se v tem, da imajo dvojno dno, ki ga je potrebno pritrditi s pomočjo 3 + 2 vijakov (Poplave.si, 2013).



Slika 9: Zapornica ARKA 3000 za okenske odprtine (Poplave.si, 2013a)

Okenska zaščita ne vsebuje dvojnega dna, kar pomeni, da ne potrebujemo dodatnih vijakov za njegovo pritrnitev. Primerna je za vse vrste okenskih odprtin, tako kletnih kot tudi navadnih. Obe zaščiti, tako vratna in okenska, sta možni v različnih dimenzijah, kar pomeni veliko prilagodljivost obstoječemu stanju. Za zagotavljanje stoodstotne zaščite so primerne vratne odprtine širine do treh metrov. Tako da je zaščita zagotovljena tudi za vsa garažna vrata. Pomembna lastnost zapornice je tudi pena, ki jo vsebuje, saj se prilagaja vsem vrstam površin. Lahko jo namestimo na groba tla ali fasado, lahko pa jo montiramo na zelo gladke površine (Poplave.si, 2013)



Slika 10: Zapornica z zunanje strani (levo), zapornica z bočne strani (v sredini), zapornica z notranje strani (desno); (Poplave.si, 2013a)

### 3.3 Protipoplavni nasipi in zidovi

Tukaj obravnavamo konkretne protipoplavne objekte, ki pa niso v stiku z našo stavbo. Nasipe in protipoplavne zidove gradimo ločeno od hiše na varni predpisani razdalji. Za to metodo se odločimo, v kolikor nobena od ostalih, ki posegajo v našo hišo, ni izvedljiva. Ko se odločamo za njihovo gradnjo, moramo najprej pridobiti soglasje lokalne ali državne pristojne službe, da se na tem območju lahko zavarujemo s takimi objekti. Namreč v nekaterih območjih zaradi same višine poplave ta metoda ni priporočljiva, saj lahko ob poružitvi teh varnostnih objektov pride do še veliko večje katastrofe in škode. V kolikor nam pristojne službe to dovolijo, se moramo posvetovati z licenčnimi inženirji in strokovnjaki, ki nam sprojektirajo samo konstrukcijo (Fema, 2009).

Kot vemo, so med poplavo zelo velike sile, ki pritiskajo na nasipe in zidove, tako da se objekt nepravilnih dimenzij zlahka poruši. Tega načina ne uporabljamo tam, kjer so poplavne vode zelo visoke. »Nasipe lahko gradimo na območjih, kjer poplavna voda ne presega 1,52 metra, zidove pa na območjih z vodami nižjimi od 0,91 metra.« (Fema, 2009)

Obe metodi imata svoje prednosti in slabosti. Največja razlika med nasipi in zidovi je zagotovo v gradbenem materialu. Za nasipe se uporablja zemljina, zidovi pa so po navadi grajeni iz betona ali zidakov. Erozijski dejavnik poplav, pusti več posledic na nasipih. Če se voda začne počasi prelivati čez nasip, pri tem odnaša tudi zemljo s krone letega. To lahko vodi tudi do same poružitve. Temu se lahko začasno izognemo z namestitvijo peskovih vreč na vrhu nasipa, vendar moramo računati, da smo s povečanjem višine nasipa povečali tudi vodni pritisk, ki deluje nanj. Tudi tukaj se lahko zgodi, da se nasip pod pritiskom poruši. Obema vrstama objektov pa je skupno, da vode ne spustimo blizu naše stavbe in okolice. Voda ostane daleč od naših nepremičnin, to pa nam omogoča tudi varstvo pred visokimi valovi, naplavinami in umazano vodo. Veliko bolj pa je prizadeto območje na nevarni strani zidov in nasipov. Tam je voda višja, kot bi bila v normalnih razmerah, saj ji je preprečeno razlivanje prek ovir. To ima za posledico spremembo naravnega površinskega odtokanja in pronicanja. (Fema, 2009)



Kot že rečeno je nasip grajen iz zemlje. Najbolje je, da je zemljina čim manj prepustna za vodo, s čimer zagotovimo, da nasip vodo zadržuje dlje časa. Vodna pritiska, kot sta hidrostatski in hidrodinamični, nasip prenašata s svojo težo. Zato je tudi sama konstrukcija nasipa veliko večja od zidov in zavzame veliko več prostora. »Masa nasipa se spreminja z njegovo višino, in sicer tako da višino pomnožimo s faktorjem šest oziroma osem.« (Fema, 2009a) Nasip je sestavljen iz telesa in krone. Stranice nasipa so grajene v določenem naklonu, ki je odvisen od višine nasipa, zemljine, ki ga sestavlja in erozije. Za samo konstrukcijo uporabimo malo prepustno zemljino. Za to je najbolj primerna zemljina, ki vsebuje veliko gline. S tem se izognemo pronicanju vode skozi samo telo nasipa in pa pod njegovo konstrukcijo (Fema, 2009).



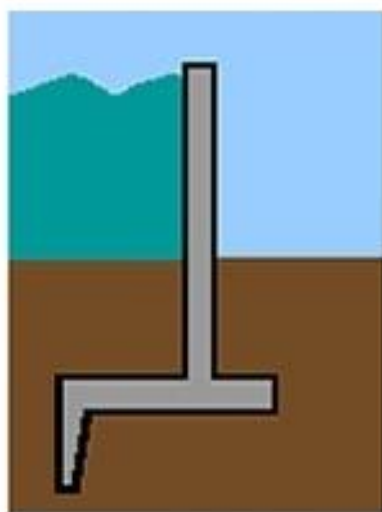
Slika 11: Rečni nasip (NBC News, 2013)

Preden začnemo s samo gradnjo, je potrebno odkopati travno rušo in zemljo s površja. Priporočljiva je tudi izdelava analize zemljine. S tem ugotovimo, ali je zemljina uporabna za samo vgradnjo v nasip. Če se izkaže, da je, jo lahko kasneje uporabimo za stranice ali celo telo nasipa. Nasip gradimo v več plasteh, ki morajo biti zelo kompaktne, da ne prepuščajo vode. V primeru, da nimamo na razpolago dovolj neprepustne zemljine, lahko uporabimo tudi bolj prepustne. Vendar jih namestimo le na zunanje dele nasipa, v samo telo nasipa je potrebno vgraditi le neprepustne glinene materiale. Ta del nasipa je v celotni konstrukciji enake širine in se na vrhu razteza čez celotno širino nasipa. Prav tako ta del sega pod nivo temelja, s čimer se preprečuje pronicanje pod njim.

Pomembna pri gradnji nasipa je tudi njegova zaščita. Brežine zavarujemo tako, da posadimo travo in preprečimo odnašanje zemljine, kar je posledica erozije. Na najbolj izpostavljenih mestih nasip zavarujemo s skalometom. Večje kose kamnov ali skal položimo na brežine in s tem umilimo odnašanje zemljine. Skale lahko polagamo na suh beton ali pa kar direktno na nasip. S tem se zavarujemo tudi pred močnimi poplavnimi valovi in velikimi naplavinami, ki jih poplava nosi s sabo. Ta način nam pomaga tudi, če voda z veliko hitrostjo teče vzdolž nasipa. Nasipi niso primerni za poplave, ki trajajo tri, štiri ali več dni (Fema, 2009).

Z razliko od nasipa je zid grajen iz betona ali zidakov. Tudi tukaj je potrebno predhodno posvetovanje glede lastnosti zemljine, še posebej o njeni prepustnosti. Na podlagi teh rezultatov lahko predvidimo, ali je zemljina primerna za obremenitev s temeljem in zidom. Če se izkaže, da je naš teren za to primeren, lahko začnemo z gradnjo. Poznamo dve glavni vrsti zidov, in sicer konzolni ali gravitacijski zid. Prvi je zgrajen iz temelja in zida na njem. Temelj se sestoji iz pete in noge. Peta je na poplavni strani in je daljša od noge. Prevrnitev preprečuje zemljina nad njo in voda, ki se pojavi med poplavo. Noga pa je na varni strani poplave. Oba dela temelja sta ojačena z armaturo, ki sega tudi navzgor po višini zidu. Z armaturo konstrukcijo še dodatno ojačimo in zmanjšujemo možnost prevrnitve. Po navadi tak zid izdelamo iz betona ulitega na mestu, lahko pa je tudi zidan iz opek (Fema, 2009).

#### Horizontalni podstavek pritrjen v močnejša tla



Slika 12: Konzolni zid (MMDL, 2008)

Drugi primer se imenuje gravitacijski zid. Vodne pritiske med poplavo prenaša z lastno težo, zato je sama konstrukcija zelo masivna. Ta se sestoji iz trdnega betona ulitega na mestu. Pri tej gradnji ne uporabimo armature za ojačitev, saj je zid zelo širok in kot tak zelo stabilen. Višja kot je takšna konstrukcija, bolj je masivna in lažje prenese možnost prevrnitve. Obe vrsti zidov lahko polepšamo oziroma jih uskladimo z ostalo okolico. Največkrat jih obložimo z okrasnimi zidaki ali pa uporabimo naraven kamen. Tako ne izstopajo iz okolice in nam jo zaključujejo (Fema, 2009).



Slika 13: Dva primera gravitacijskega zidu (US Army Corps of Engineers, 1989)

Kot že rečeno je največja nevarnost pri tej metodi pronicanje vode pod zaščitnimi konstrukcijami. Pronicajoča voda, ki se združi z deževnico ali snegom, ki pade med poplavo, lahko na varni strani zidov in nasipov povzroči ogromno škodo.

Za to vodo je potrebno predvideti drenažni sistem, ki vodo zbere in odvaja iz tega območja. Tudi tukaj uporabimo drenažne cevi z luknjami, ki jih namestimo na dno varne strani nasipov ali zidov. Obdamo jo z drobljenim kamenjem in povežemo v glavni kolektor. Ta ima na koncu črpalko, ki zbrano vodo odvede na poplavno stran. Na konec cevi je potrebno namestiti protipovratni pokrov, ki zagotavlja, da med poplavo vode ne začne teči proti varni strani.

Posebej je treba paziti na vodo, ki se steka iz streh. Nikoli ne sme biti dovedena na varno stran poplav, ampak se mora stekati v drenažni sistem ali pa preko varnostnih zidov oziroma nasipov. Ko imamo pravilno nameščen drenažni sistem, pronicajoča in padavinska voda ne moreta povzročiti prevrnitve temelja ali njegovega razpada. (Fema, 2009)

Če naše območje sestavlja zelo prepustna zemljina, je nasipe in zidove bolje zgraditi nekoliko dlje od objekta. S tem zmanjšamo nevarnost hidrostatskega pritiska, ki se pojavi, ko voda zasiči zemljino. Pri tem so najbolj izpostavljeni kletni prostori. Hidrostatski pritisk je tem večji, tem višje sega voda nad najnižjim nadstropjem. Prav zaradi tega kletni prostori pri tej metodi predstavljajo veliko nevarnost. Ko načrtujemo projekt varovanja pred poplavo z nasipi ali zidovi, moramo v njega vključiti vse potrebne odprtine, ki bodo služile dostopu. To velja za peš dostop, dostop z avtomobilom ali pa z intervencijskim vozilom.

Pri zidovih uporabimo podobne ščite kot za suho tesnjenje. To so kovinski ščiti, ki imajo okvir pritrjen na robove odprtine. Vsebujejo tudi tečaje, kamor namestimo ščit, da se odpira in zapira. Poznamo pa tudi drsne ščite, ki jih preprosto spustimo v pritrjen okvir in ravno tako odstranimo. Če so pritiski vode močnejši uporabimo posebne zatiče, ki ščite dodatno pritrdijo na okvir. Pri zidovih se lahko namestijo tudi stopnice, za katere je potrebno zgraditi temelj na vsaki strani. V temelj jih pričvrstimo s sidrnim vijakom in tako preprečimo, da bi jih poplava odtrgala. Pritrdimo jih tudi v sam zid. Pri nasipih pa lahko položnejše stranice uporabimo tudi kot prehod vendar le pri manjših naklonih (Fema, 2009; Valenčič, M., 2013).

### 3. 3. 1           Začasni montažni ukrepi

Poleg vseh opisanih rešitev, ki sem jih podal zgoraj, bi rad omenil še začasne rešitve, ki jih uporabimo tekom poplave in jih po njenem umiku, pospravimo.

#### 3.3.1.1.       *Vrečasti jezovi*

Najbolj osnovna zaščita, ki jo poznamo skoraj vsi, je nasip narejen iz vreč napolnjenih s peskom. Te vreče preprosto napolnimo s peskom in jih polagamo eno zraven druge oz. eno na drugo. Lahko jih uporabimo kot samostojni nasip ali pa samo za nadvišanje že zgrajenih nasipov. Tukaj je pomemben dejavnik čas, v katerem lahko napolnimo zadostno število vreč, preden začne voda zalivati objekte. Veliko je odvisno tudi od razdalje med mestom polnjenja in mestom vgradnje teh vreč. V kolikor je ta razdalja velika, izgubimo veliko prepotrebnege časa. Poleg tega potrebujemo kar nekaj delovne sile, ki lahko te vreče zloga v nasipe (Brilly, M. in sod, 1999).



### 3.3.1.2. *Napihljivi vrečasti jezovi*

Pri začasnih ukrepih je pomemben čas, učinkovitost, hitrost postavitve in njihovo skladiščenje po koncu poplav. Nekako so se tem lastnostim najbolj približali napihljivi vrečasti jezovi, ki so narejeni iz materialov, kot so polietilen ali poliester. Torej materiali, ki ne prepuščajo vode. Narejeni so zelo preprosto in učinkovito, saj jih napolnimo z zrakom v zelo kratkem času. Poplavna voda se zlije čez rob, ki je na poplavni strani in ta ga drži k tlom, da se ne premakne. Zasaditi pa je potrebno še cev. Tak nasip lahko prenaša velike sile. Lahko jih zlagamo pod različnimi koti in postavljamo na različne načine. Zato so zelo priročni za zaščito individualnih hiš, lahko pa jih uporabljamo tudi za večja območja. Vreče se uporabljajo v različnih dolžinah in širinah. Dolžine so lahko do 60 metrov, višine pa do 2 metra (Brilly, M. in sod, 1999).

### 3.3.1.3. *Montažni paletni jez*

Obstaja tudi način skladanja enostavnih palet na kovinsko konstrukcijo. To lahko zložimo pod različnimi koti. Potrebna je še uporaba neprepustne folije, ki vodi prepreči prehod. Zdrži vode do enega metra, v kolikor zlagamo palete pravokotno na podlago, tako da stojijo navpično. Če to naredimo pod kotom, je varovalna višina nekoliko manjša in znaša 65 centimetrov. Je bolj praktičen od nasipa s peskovimi vrečami in tudi hitrejši za samo sestavo. Seveda moramo imeti palete skladiščene nekje v nižini in vedno na uporabo (Brilly, M. in sod, 1999).

### 3.3.1.4. *Panelni zidovi*

So zidovi, ki se vgrajujejo v podstavke, ki so pritrjeni na tleh in zagotavljajo stabilnost med samo poplavo. Ti pritrjeni podstavki skrbijo za prenašanje teže, ki jo povzroča voda. Prednost je v tem, da se panele hitro in enostavno zlagajo ena zraven druge. Tudi pri tem načinu je potrebno predhodno vedeti, kdaj se bo poplava pojavila, ter v tem času poskrbeti za transport in montažo. Primerni so bolj za mestna območja, kjer so tudi podlage za podstavke bolj primerne (Rickard, C. E., 2009).

#### 4. Analiza rezultatov hidravličnega modela s programom SAGA-GIS

Ta del diplomske naloge sem opravil s pomočjo programa SAGA-GIS. Omenjeni program omogoča prekrivanje različnih podatkovnih slojev, kart in podobno. V mojem primeru sem uporabil podatkovne sloje o višini vode ter njeni hitrosti. Karte so sestavljene s celicami, ki v naravi pomenijo velikost 30-krat 30 metrov, tako da lahko govorimo kar o precejšnji natančnosti. Karte v programu so bile pridobljene na podlagi hidravličnega izračuna za 100-letno povratno dobo, in sicer na postaji Miren 1. Podatki o pretokih so bili pridobljeni na Agenciji Republike Slovenije za okolje. Po Pearsonovi 3 porazdelitvi je bil pretok ocenjen na približno  $408 \text{ m}^3/\text{s}$  (Arso, 2011). Te hidravlične podatke so v programu Flow 2D obdelali na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani (Rusjan, S., 2013). Sam pa sem jih uporabil že v zgoraj omenjenem programu Saga-gis. 100-letne vode v obravnavanem naselju Miren povzročijo precej škode in poplavijo tudi stanovanjske ter druge objekte. Cilj je bil poiskati hiše, ki jih take vode poplavijo in zanje predvideti protipoplavne ukrepe. Nabor ukrepov, ki so na tem območju, glede na način gradnje mogoči, sem predstavil v teoretičnem delu. Predvsem sta pomembna podatka višina in pa hitrost poplavne vode.

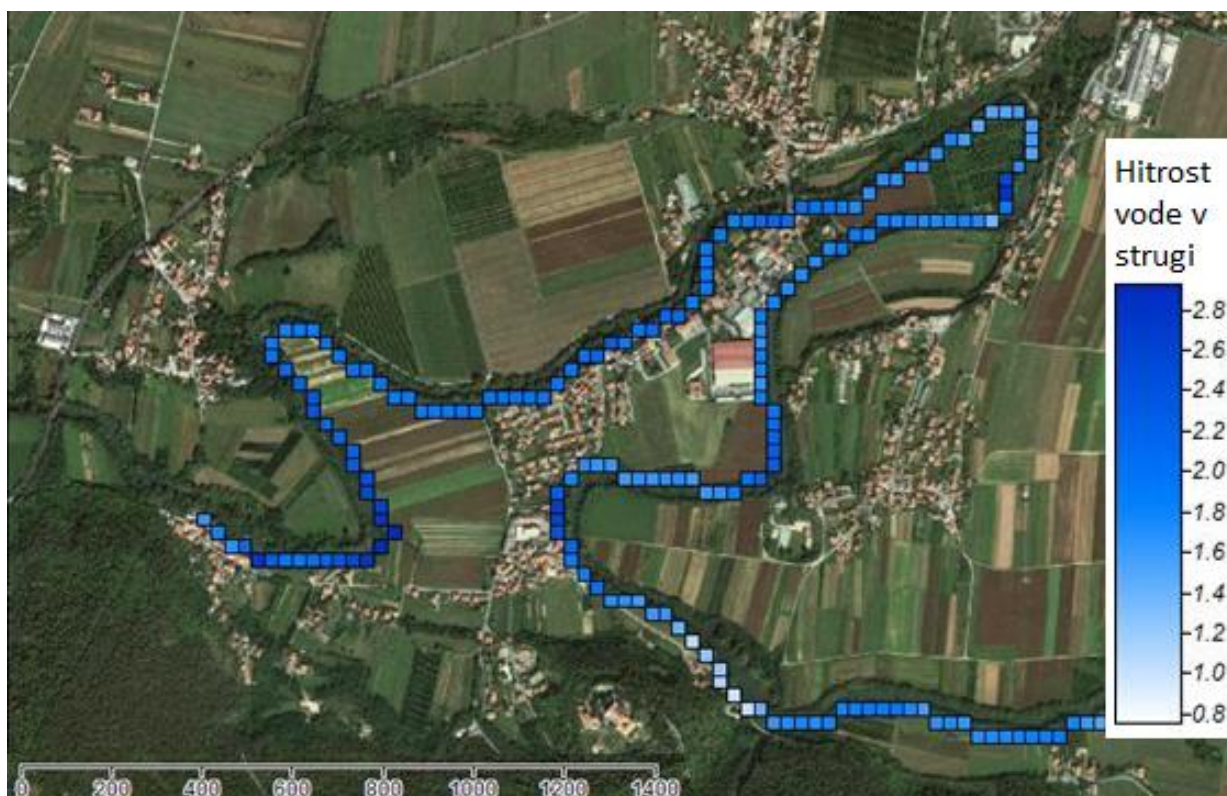


Slika 14: Reka Vipava v naselju Miren (Google maps, 2013b)

Kot je razvidno na zgornji sliki ima reka Vipava v območju naselja Miren značilno obliko. Reka potuje dolvodno tako, da obkroži celotno naselje. To naredi v dveh zelo dolgih zavojih, ki so tudi najbolj problematični ob nastopu visokih vod.

#### 4.1 Rezultati analize v programu

##### 4.1.1 Hitrosti vode v strugi in poplavljenih območjih



Slika 15: Hitrosti vode v strugi v m/s (Google maps, 2013b )

Zgornja karta nam prikazuje maksimalne hitrosti v strugi reke Vipave. Vrednosti so podane v metrih na sekundo. Kot je razvidno iz barv kvadratkov, ki na terenu predstavljajo območja dimenzij 30 krat 30 metrov, reka Vipava prispe v Miren z relativno nizkimi hitrostmi v strugi. Prevladuje predvsem svetlo modra barva, ki prikazuje vrednosti med 1,4 in 1,8m/s. Nato se hitrosti pred jezom v Vrtočah še nekoliko zmanjšajo, in sicer na vrednosti okrog 1m/s. Prve resnejše oziroma večje hitrosti se pojavijo ob prvem zavoju, ko reka doseže stari del naselja.

Hitrosti dosegajo vrednosti med 2,4 in 2,8m/s. To je tudi posledica daljše ravne struge ter prej omenjenega jezua v naselju Vrtoče, ki dodatno poveča hitrost reki. Ker je hitrost velika, se voda hitro začne razlivati izven struge. Tukaj nastane že prvi problem, saj je na tem območju strjena gradnja stanovanjskih hiš.

»Na tem odseku so najbolj prizadete hiše v omenjenem naselju Vrtoče. Tukaj je na levem bregu dolvodno postavljen zemeljski nasip višine približno meter in pol, vendar se voda razliva gorvodno, ko že obide nasip« (Frančeškin, B., 2014).

Hitrosti se po prvem vrhuncu umirijo in spet padejo na prejšnje vrednosti pred zavojem. Tako je vse, dokler reka ne naredi novega zavoja, ki pa je nekoliko blažji, tako da se reka hitro spet izravna in upočasni. S hitrostmi med 1,6 in 2,2 metrov na sekundo Vipava teče vse do najostrejšega zavoja.

Pred samim zavojem pa se za kratek čas hitrosti povečajo na 2,6 oziroma 2,8 metrov na sekundo. To je posledica jezua v Orehovljah, ki pretoku da dodatno hitrost, ko se prelije čez njega. Vipava se od tu naprej premika s srednjimi hitrostmi, ki niso tako kritične. To velja pripisati tudi že precejšnjemu razlivanju reke izven struge kar prikazujejo tudi karte globin vode. Ko reka preseže nivo brežin se razlije po ostalih površinah in s tem zgubi nekoliko moči oziroma hitrosti. Hitrosti proti zadnjemu ovinku v obliki črke »S« so med 1,6 in 2,2 metra na sekundo. Tu je na obeh straneh bregov dolvodno veliko njivskih površin ter nekaj sadovnjakov.

Pri prvem zavoju, ki tvori obliko črke »S« so hitrosti manjše kot pri drugem. Glede na karto globine vod, se pri prvem zavoju pojavljajo velika razlivanja izven struge, kar ima za posledico manjše hitrosti v strugi. Nato se reka prelije še čez zadnji jez v naselju, ki pa je tudi zadnje kritično mesto, kar se tiče pretoka in njegovih hitrosti.





Slika 16: Naplavine v strugi Vipave v predzadnjem zavoju v naselju



Slika 17: Vipava v zadnjem zavoju v naselju

Naslednja karta nam skupaj z legendo prikazuje hitrosti vode izven struge. Torej na območjih, ki so poplavljeni ob nastopu visokih vod. Karta prikazuje območja, ki so prizadeta s 100-letnimi vodami. Že na prvi pogled je razvidno, da so hitrosti veliko manjše od tistih v strugi. To je zaradi večje razlivne površine, ki jo imajo vode, ko presežejo višino brežin struge. Hitrosti po večini ne presegajo 0,2m/s oziroma 0,4m/s, le v nekaterih zelo redkih območjih dosežejo 0,8m/s ali 1,0m/s. Pomeni, da objekti niso tako obremenjeni ob udaru vode v konstrukcijo, kar je dobro predvsem za lažje in šibkejše stavbe.

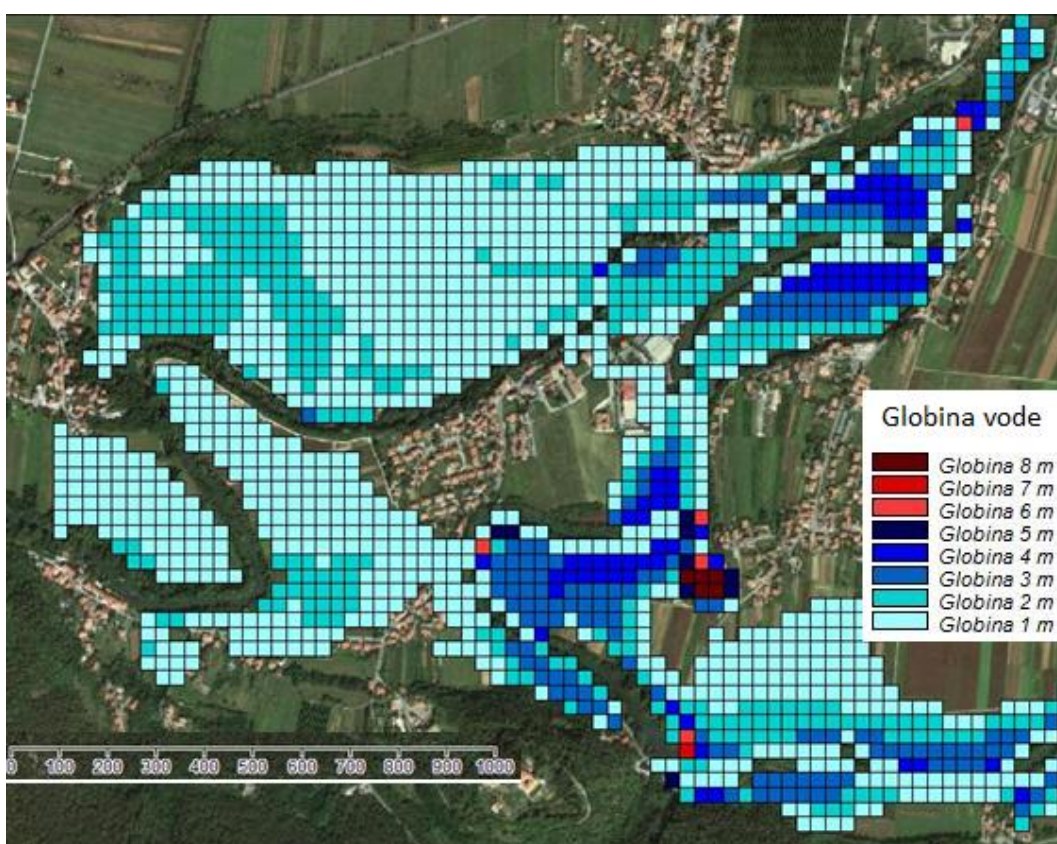


Slika 18: Hitrost vode na poplavnih območjih v m/s (Google maps, 2013b)



#### 4. 1. 2 Karta višine poplavnih vod

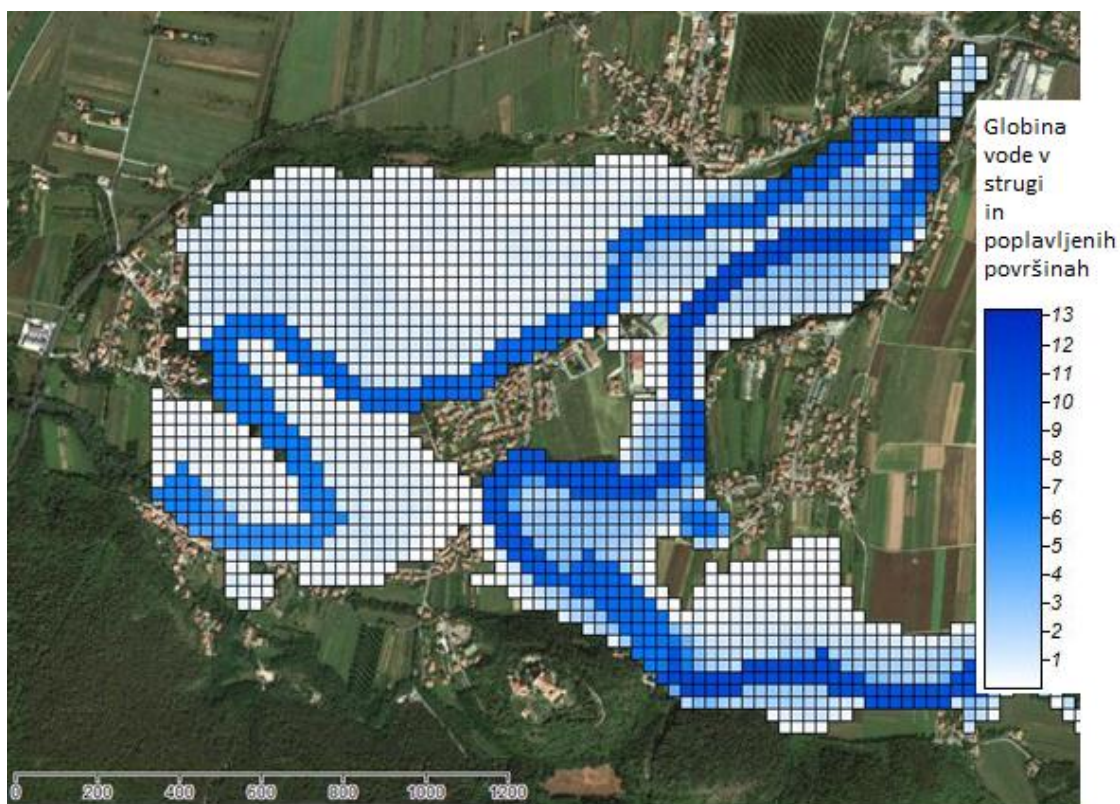
Najpomembnejši podatek ob nastopu 100-letnih vod pa je višina oziroma globina le-teh. Zraven spodnje karte je priložena tudi legenda, ki nam z različnimi barvami prikazuje različne višine vode. Spekter barv se razteza od svetlo modre barve, ki prikazuje plitvejšje dele z vrednostmi od 0 pa do 1m vode. Nato se prek različnih odtenkov modre in rdeče barve spreminjajo nivoji gladine. Temno rdeča pomeni največje globine, približno do 8 metrov. »Ta je na območju, kjer so nekoč izkopal gramoz in je sedaj športno igrišče s pripadajočim objektom. Na tem delu so zgradili tudi nasip in tako zadnja poplava leta 2012 ni povzročila škode na objektu« (Frančeškin, B., 2014)



Slika 19: Globina vode v metrih (Google maps, 2013b)

Največje globine oziroma višine vode se pojavijo takoj, ko reka Vipava prispe v naselje Miren. To je ob prvem zavoju na desni strani reke dolvodno, kjer je velik pas njivskih površin. Vode ob objektih ne presegajo višine 1,5m, kar pa je natančneje opisano v poglavju o območjih poplavljenih objektov. Bolj natančno in razločno nam globine vode predstavi naslednja karta, na kateri je lepo razvidna rečna struga in poplavljene površine.

Največje globine so seveda dosežene v strugi vodotoka, kar je tudi logično. Spekter barv nam glede na legendo hitro prikaže razliko v globinah, ki jih pokriva voda.



Slika 20: Globina vode v strugi in poplavljenih površinah v metrih (Google maps, 2013b)

Voda v strugi vodotoka naraste na odseku pri vasi Vrtoče skoraj na enajst metrov. Na delu prvega ter dolvodno vse do najostrejšega zavoja v naselju pa se globine gibljejo med 9 in 10 metrov. Nato gladina upade še za 1 meter in tako reka dolvodno od mostu dosega globine med sedmimi in osmimi metri. Na tem odseku se pojavijo največja razlivanja, kar je lepo razvidno tudi iz prejšnje karte. Še posebej je to na desnem bregu dolvodno, ko reka Vipava teče v bolj ravni liniji proti zadnjemu zavoju v obliki črke »S«. Tukaj je poplavljen velika površina njivskih površin in intenzivnih sadovnjakov.

Višine poplavnih vod izven struge se gibljejo med enim in dvema metroma. Le v nekaterih delih njivskih površin in trajnih travnikov voda preseže ti dve vrednosti in se povzpne do 3 oz. 4 metrov. Kot že rečeno, je višina poleg hitrosti ključen dejavnik pri poplavi in potrebno ji je nameniti veliko pozornosti.



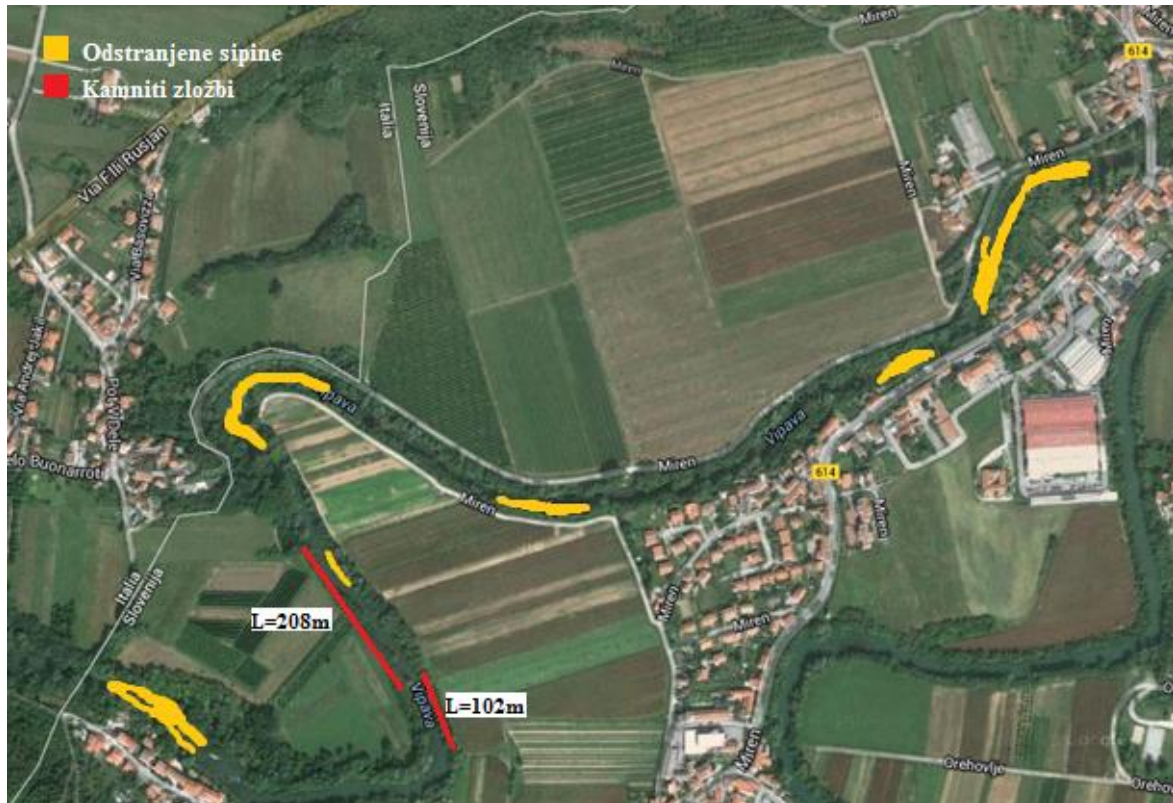
#### 4. 1. 3 Stanje struge in brežin

Stanje na terenu se je po poplavah septembra 2010 nekoliko uredilo. Predvsem mislim na strugo reke Vipave v Mirnu ter deloma Orehovljah. Pristojni so sprejeli program, s pomočjo katerega se je v določeni meri uredila struga in brežine reke Vipave v Mirnu in deloma Orehovljah.

Za naselje Miren sta najbolj pomembna Programa 101 in 104. Oba skupaj obsegata reko Vipavo od državne meje z Italijo pa vse do jezua v Orehovljah. Bistvo obeh programov je izboljšati obstoječe stanje prevodnosti struge in brežin. Sicer Program 101 obsega del od glavnega mostu v Mirnu do državne meje, Program 104 pa gorvodni del od mostu do jezua v Orehovljah. Skupna dolžina tako znaša približno 3350 metrov in obsega dovršen del struge reke Vipave v naselju Miren (Frančeškin, B., 2014a).

Program 101 je obsegal odstranitev sipin, in sicer na dolžini od državne meje pa do jezua pri Grapcu, na notranjem zavoju pri Rupi ter pod črpališčem za namakalni sistem. Sipine so bile v večji meri odstranjene tudi na levem zavoju dolvodno od glavnega mostu ter pod osnovno šolo v Mirnu. Prav tako se je na celotni dolžini programa na bregovih izvedel posek zarasti.

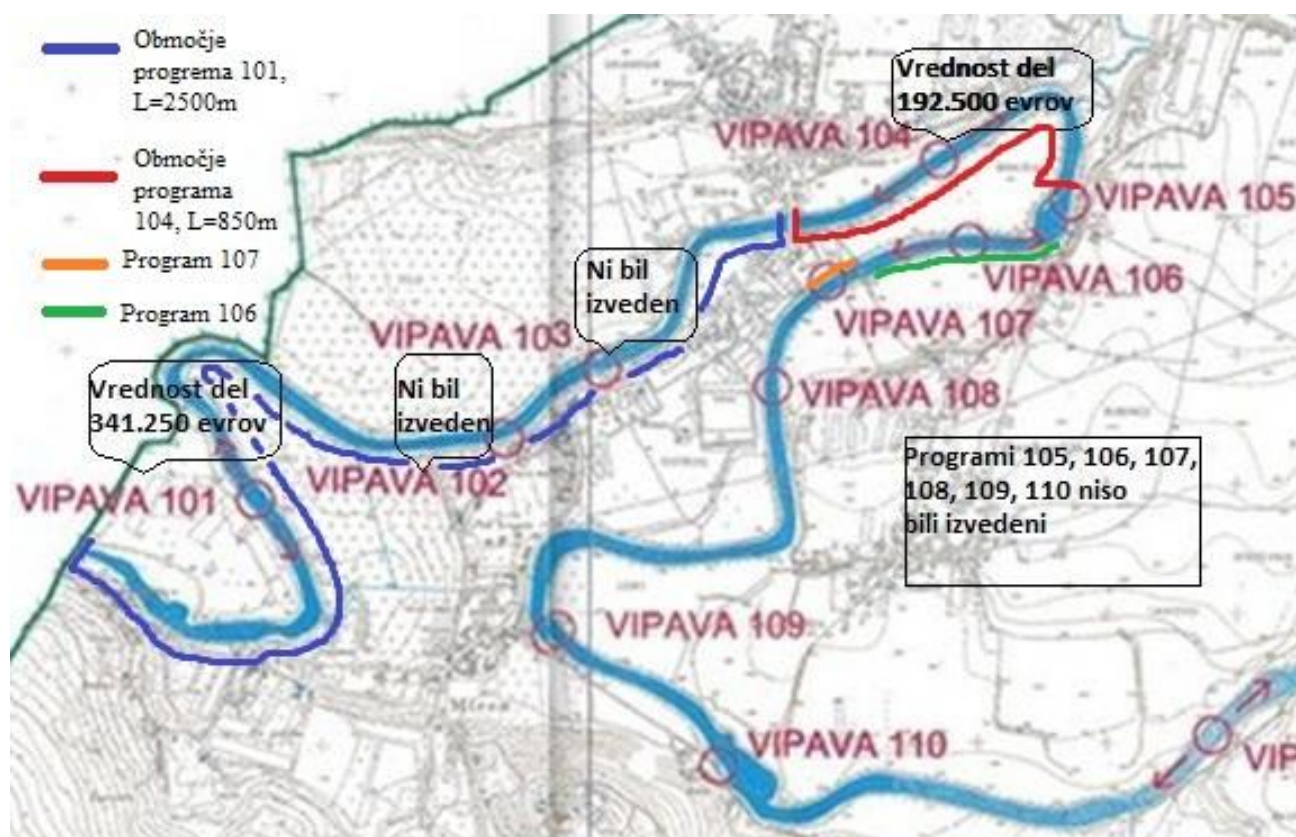
Na odseku pod črpališčem za namakalni sistem sta se utrdili obe brežini. Najprej je bila sanirana leva brežina dolvodno, nato pa še desna, obe pa z izvedbo skalometa oz. kamnite zložbe. Skupna dolžina obeh znaša 310 m. Utrditev brežine s skalometom je bila narejena tudi na območju pod vtokom Vrtojbe v reko Vipavo, in sicer na levem bregu dolvodno. Ta del je spadal pod Program 104. Za izgradnjo vseh skalometov je bilo porabljen 3000 m<sup>3</sup> materiala (Frančeškin, B., 2014a).



Slika 21: Območje sanacijskega programa dolvodno od mostu do državne meje z Italijo (Google maps, 2013b)



Slika 22: Območje sanacijskega programa gorvodno od mostu do jezua v Orehovljah (Piso, 2014)



Slika 23: Celoten sanacijski program od jezu v Vtrtočah do državne meje z Italijo (Frančeškin, B., 2014f)



**Preglednica 1: Pregled cen celotnega predvidenega sanacijskega programa na reki Vipavi v Mirnu, Orehovljah in Vrtočah (Frančeškin, B., 2014g)**

PROGRAM	LOKACIJA PROGRAMA IN OPIS DELA	VIŠINA INVESTICIJE V EVRIH
<u>101</u>	<u>Odstranitev zarasti, naplavin in sanacija lokalnih erozijskih zajed v strugi pod Mirnom</u>	<u>341.250,00</u>
102	Izvedba kamnite zložbe pod hišami št. 157D, 157C, 157B, 157A, 157, 154 v Mirnu	212.500,00
103	Izvedba kamnite zložbe pod hišo št.141 v Mirnu	170.680,00
<u>104</u>	<u>Odstranitev zarasti, naplavin in sanacija lokalnih erozijskih zajed v strugi nad Mirnom</u>	<u>192.500,00</u>
105	Izvedba kamnite zložbe v betonu z nadvišanim kamnitobetonskim zidom na desni brežini pod jezom v Orehovljah, nadvišanje že obstoječih zavarovanj nad jezom	317.500,00
106	Odstranitev zarasti in sanacija erozijskih zajed od jezu v Orehovljah do mostu za pešce	125.680,00
107	Izvedba kamnite zložbe na levi brežini od peš mostu do nekdanjega podjetja Iztok Miren	245.115,00
108	Izvedba kamnite zložbe na levi brežini v območju objektov nekdanjega podjetja Ciciban	272.350,00
109	Izvedba kamnite zložbe na desni brežini pri Štantu in nadvišanje ter sanacija leve brežine z zložbo iz kamna v betonu	469.634,00
110	Sanacija in nadvišanja obstoječih obrežnih zavarovanj-jez Šel	233.750,00
<b>Skupaj</b>		<b>2.580.959,00</b>

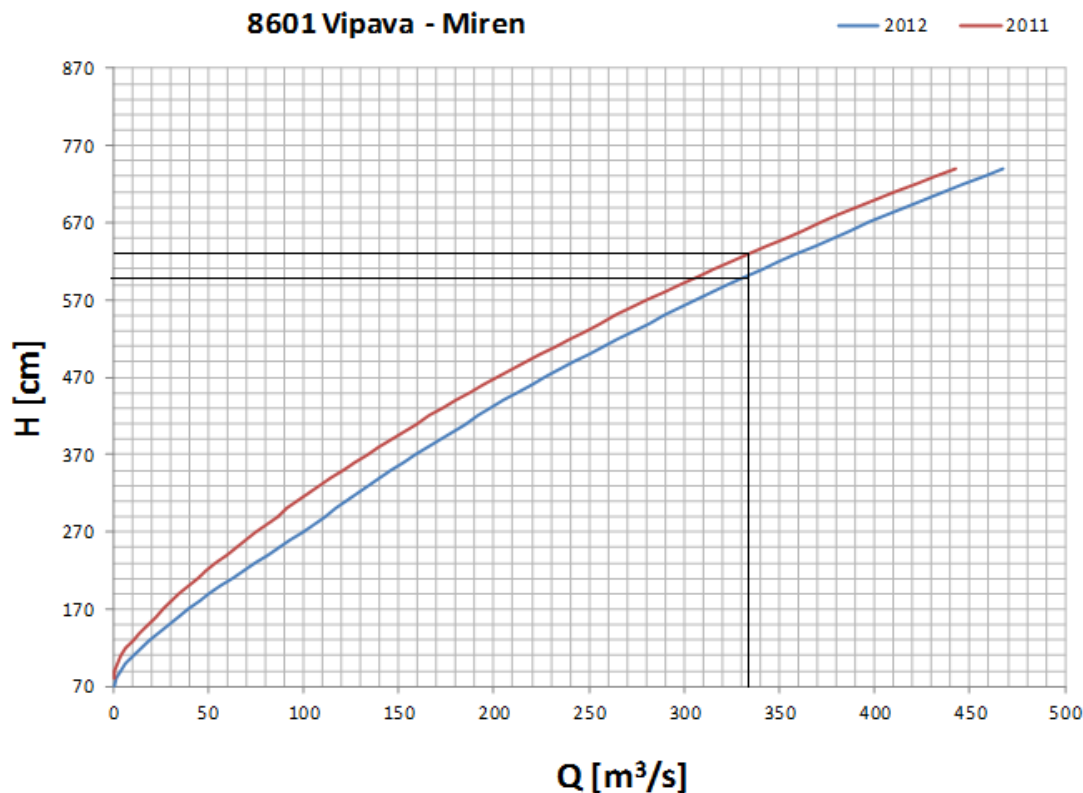
Program 104 je obsegal nekoliko krajši odsek. Predvideval pa je odstranitev naplavin na celotnem območju pod vtokom Vrtojvice do glavnega mostu ter posek oz. razredčitev zarasti na brežinah. Večje količine sipin so bile odstranjene na delu pod jezom v Orehovljah. Velika erozijska zajeda je nastala tudi gorvodno od mostu. Na tem mestu je bil narejen kamniti zid, ki podpira brežine in preprečuje nadaljnje odnašanje zemlje z le-teh (Frančeškin, B., 2014a).



Slika 24: Vegetacija na in ob brežinah pred sanacijo gorvodno od glavnega mostu (levo) in vegetacija na istem odseku po sanaciji (desno); (Frančeškin, B., 2014b)

Vsota vseh odstranjenih naplavin oz. sipin je skupaj z izkopi zemlje ob erozijskih zajedah znašala 20.000 m<sup>3</sup>. Poleg tega je bilo posekano na in ob bregovih reke 5000 dreves in 50.000 m<sup>2</sup> grmovja (Frančeškin, B., 2014a).

Kot je razvidno iz preglednice 1 (podčrtan tisk), je vrednost opisanih izvedenih sanacijskih del, ki so bila financirana s strani države, znašala 533.750,00 evrov. Celoten program sanacije, ki je bil predviden za naselje Miren, Orehovlje in Vrtoče pa bi znašal 2.580.959,00 evrov (Frančeškin, B., 2014g). Če pogledam dolžino programov, vidim, da so bila dela izvedena na dobri polovici struge Vipave v omenjenih naseljih. Poleg tega nista bila izvedena tudi programa 102 in 103, ki spadata pod program 101 (Frančeškin, B., 2014a).



Slika 25: Pretočni krivulji za vodomerno postajo Miren 1 (Brilly, M. in sod, 2012a)

Vodostaj na vodomerni postaji Miren 1 je 28.10.2012 znašal 594 cm, pretok pa  $331,5 m^3/s$  (Arso, 2012). To se lepo vidi tudi iz zgornjih pretočnih krivulj za leti 2011 in 2012. V kolikor bi se isti pretok pojavil ob neizvedbi sanacije struge in brežin reke Vipave, bi bil vodostaj višji za 36cm in bi znašal 630cm (Brilly, M. in sod, 2012). Kar pa bi pomenilo veliko večjo škodo tako na objektih kot na drugi infrastrukturi ter bi se tako približala tisti iz leta 2010. Razlika v škodi med obema poplavama pa je ogromna, kar je lepo prikazano tudi v poglavjih 4.1.5 in 4.1.6.

Ker so bile pred mojim obiskom terena že omenjene poplave leta 2012, stanje struge tudi sedaj ni popolno. Spet mislim na same naplavine, ki so zbrane na podobnih mestih kot po poplavi leta 2010. To so notranji zavoji ter stebri pri glavnem mostu v Mirnu.



Slika 26: Nanosi ob stebrih mostu (levo) in ob notranjem zavoju pri Rupi (desno)

»Prav mostna konstrukcija predstavlja veliko oviro toku in je ob nastopu visokih vod zelo problematična. Dobro bi bilo razmisliti, da bi v okviru sanacije mostov po državi, tudi tega prenovili oz. ga konstrukcijsko preuredili v ločni most, ki bi prečkal reko v loku brez opornikov v strugi. Pri tem ukrepu bi lahko dvignili tudi voziščno konstrukcijo. Vse opisano bi omogočalo večji pretok v strugi in manjša razlivanja izven nje« (Brilly, M., 2014).

Stanje vegetacije pa je sedaj veliko boljše kot pred sanacijskim programom. Predvsem je bolje z vidika večjih dreves, ki jih neposredno na brežinah ni več toliko kot prej. Torej je stanje pretočnosti s tega vidika nekoliko boljše.

Vemo pa, da rastje nikoli ne počiva in je še posebej ob vodnih zemljiščih bujno in zelo hitro raste. Zato je potrebno redno in kontrolirano vzdrževanje tudi vnaprej. Le tako bo pretočna sposobnost večja, kar pa je bistvenega pomena (Brilly, M. in sod, 1999).

Poleg vegetacije, je potrebno tudi sprotno spremljanje stanja materialov, ki tvorijo brežine. Predvsem ali se pojavljajo nove erozijske zajede oz. so kamnite zložbe še stabilne in dobro podpirajo bregove. Neprestano je potrebno kontrolirati vse elemente in objekte, ki skrbijo, da je pretok struge čim večji in tiste objekte, ki nas varujejo pred visoko vodo. Najbolj je potrebno biti pozoren na kraje, kjer se pojavljajo veliki pretoki in hitrosti (Brilly, M. in sod, 1999).



#### 4. 1. 4 Območja poplavljenih objektov

Cilj moje naloge je poiskati vsa pozidana območja znotraj naselja Miren, ki so pri 100-letnih vodah prizadeta, ter lastnikom ponuditi rešitve za njihove objekte. V prejšnjih poglavjih sem obdelal karte, s pomočjo katerih sem preučil, kje se pojavljajo velike višine poplavne vode in kolikšne so hitrosti teh na posameznih območjih. Glede na oba ključna dejavnika sem določil območja, ki so najbolj ranljiva in utrpijo največ škode.

Karte, ki so bile narejene v programu Flow 2D na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo na osnovi hidravličnega računa, sem uporabil v programu Saga-gis in točnost rezultatov preveril tudi na terenu, kjer sem se sestal s predstavnikom civilne zaščite občine Miren-Kostanjevica. Skupaj sva obiskala objekte, ki so ob nastopu 100-letnih vod vedno prizadeti. Območja teh objektov se ujemajo s tistimi, ki sem jih glede na karte v programu tudi dobil.



Slika 27: Območja poplavljenih objektov leta 2010 (Google maps, 2013b)

Prizadeta območja, ki so na karti obkrožena z rdečo črto, se nahajajo v naselju Miren in v vaseh Vrtoče ter Orehovlje, ki pa sta skoraj nepretrgoma povezani z naseljem Miren. Vsa območja poplavljenih objektov ležijo tik ob bregovih reke Vipave. Tri območja, in sicer v



Mirnu, vasi Vrtoče ter v Orehovljah, se nahajajo takoj za jezom. Kot je lepo razvidno iz kart hitrosti vode, se le-te povečajo, ko prečkajo jez. Kar pomeni, da se pretok poplavne vode v strugi še nekoliko pospeši. Ta območja so na zgornji karti označena s številkami 1, 2 in 3.



Slika 28: Stanovanjski objekti v Vrtočah (levo), v Orehovljah (na sredini) in v Mirnu (desno), ki se nahajajo takoj za jezom

Višine vode ob teh objektih so med 0,5 m in 1,5 m. Le ena stanovanjska hiša v vasi Vrtoče ima višino vode v garažnih prostorih večjo od 1,5 m. »Ob jezu pri Grapcu v naselju Miren so se lastniki prilagodili tako, da pritlične prostore uporabljajo zgolj kot garaže in v njih ne shranjujejo stvari, ki jih pred poplavo ni mogoče umakniti. Tako je na tem območju le eden objekt s poplavljenimi stanovanjskimi prostori«. (Frančeškin, B., 2014)

Druga poplavljen območja se nahajajo ob najostrejših zavojih reke ter ob glavnem mostu v naselju. Ob zavoju reke se hitrost pretoka glede na karte iz poglavja 4.1.1 upočasni in struga velike količine vode ne more prevajati, kar ima za posledico razlivanje izven nje. Kraja ob zavojih sta označena s številkami 4 in 5 in sta bolj nazorno prikazana na spodnjima slikama.



Slika 29: Poplavljeni objekti dolvodno ob prvem desnem zavoju v naselju Miren leta 2010 (Google maps, 2013b)



Slika 30: Poplavljeni objekti ob zadnjem zavoju v naselju Miren leta 2010 (Google maps, 2013b)

Najbolj kritično mesto v naselju Miren je ob glavnem mostu. Veliko oviro predstavlja prav mostna konstrukcija z dvema masivnima stebroma ter vozišče. Vse navedeno zmanjšuje pretočnost reke in jemlje prostor vodi. Kmalu zatem sledi še levi zavoju, ki reko še nekoliko upočasnjuje, kar je razvidno na sliki 15.

Tudi iz karte poplavljenih objektov se lepo vidi, da je prav to kraj, ki je najbolj prizadet in kjer poplava prizadene največ hiš. Poplavljeni objekti se nahajajo na obeh straneh struge. Območje je strnjeno pozidano in veliko objektov se med seboj tudi stika, predvsem na

desnem bregu dolvodno. Gre za območje s starejšimi gradnjami eno ali več stanovanjskih hiš. Na levem bregu pa je veliko tudi novejših objektov. To so enostanovanjski objekti, ki se vrstijo vzdolž reke Vipave. Pred samimi hišami so tudi vrtovi in dvorišča.



Slika 31: Poplavljeni objekti na levem bregu dolvodno od mostu leta 2010 (levo); (Frančeškin, B., 2014e) in objekti na istem območju z rečne strani (desno)

»Za območje na levem bregu dolvodno od mostu se ob morebitnih naslednjih poplavih predvideva napihljiv vrečast jez, ki bi bil nameščen na bregu in ščitil objekte pred visoko vodo. Tako bi obvarovali kar precejšnje število objektov«. (Frančeškin, B., 2014)

## 4. 1. 5 Število poplavljenih objektov ob poplavi leta 2010 in 2012

**Preglednica 2: Število poplavljenih objektov ob poplavah 2010 in 2012 (Frančeškin, B., 2014c, d)**

POPLAVNI DOGODEK OBMOČJA OBJEKTOV	POPLAVA SEPTEMBER 2010	POPLAVA OKTOBER 2012
MIREN	67	42
VRTOČE	6	5
OREHOVLJE	8	6
SKUPAJ	<b>81</b>	<b>53</b>

Glede na zgornje podatke lahko ugotovim, da je bilo leta 2012 poplavljenih 28 objektov manj. Predvsem je število nižje v naselju Miren, v vaseh Vrtoče in Orehovlje pa je število podobno. Pregledal sem vsa območja, ki sem jih predstavil v poglavju »Območja poplavljenih objektov« in ugotovil, da je največja razlika prav na krajih, kjer je bila izvedena sanacija struge po poplavi leta 2010. To so območja, ki so na sliki 32 označena s številkami 2, 5 in 6. Torej dolvodno od jezua v Orehovljah pa vse do državne meje z Italijo.

Največ, kar 18 objektov, ki so bili poplavljeni septembra 2010, oktobra 2012 pa ne, se nahaja na območju glavnega mostu v naselju Miren (št.6). Drugo območje, kjer se je število poplavljenih objektov zmanjšalo za 7, pa je ob zadnjem zavoju v naselju, preden Vipava doseže zadnji jez v naselju. Območje je na sliki 32 označeno s številko 5 (Frančeškin, B., 2014c, d).

Na območju vasi Orehovlje se samo število ni veliko spremenilo, vendar je različen kraj objektov. Ob poplavi leta 2010 so vse poplavljene hiše stale neposredno ob strugi reke Vipave (št.2), leta 2012 pa sta neposredno ob reki Vipavi le dve poplavljeni hiši (Frančeškin, B., 2014c, d). »4 ostali objekti so nekoliko bolj oddaljeni in so bili zaliti s strani celinskih voda, ki so se nabirale po večjih kmetijskih kompleksih« (Frančeškin, B., 2014)

Po teh podatkih lahko sklepam, da je sanacijski program dejansko prispeval k izboljšanju pretočnosti in nižjemu vodostaju. Na vseh navedenih območjih se je zmanjšalo število



poplavljenih objektov. To mi je potrdil tudi predstavnik civilne zaščite, ki je dejal, »da je sanacija bistveno vplivala na nivo reke Vipave ob poplavih leta 2012« (Frančeškin, B., 2014)

V vasi Vrtoče ter ob prvem desnem zavoju v Mirnu, je bilo število poplavljenih objektov skoraj identično ob obeh poplavih. »Na tem odseku ni bil izveden nobeden sanacijski program« (Frančeškin, B., 2014)

Ker sem teren tudi večkrat obiskal ter si ogledal strugo, sem ugotovil, da so tudi gorvodni odseki potrebni sanacije, predvsem mislim na posek zarasti ter čiščenje naplavin in sanacijo poškodovanih delov struge.

To potrjuje tudi celoten program sanacije, ki gorvodno od jezua v Orehovljah predvideva še vrsto del za izboljšanje pretočnosti. To so programi 105, 106, 107, 108, 109, 110. Gre predvsem za sanacije erozijskih zajed, za izvedbo kamnitih zložb in zidov, nadvišanja že obstoječih obrežnih zavarovanj ter posek zarasti. Natančneje so podatki o teh predvidenih delih predstavljeni v preglednici 1 na strani 37 (Frančeškin, B., 2014g).



Slika 32: Največja razlika v poplavljenih objektih med letoma 2010 in 2012, območje glavnega mostu (Google maps, 2013b)



Slika 33: Razlika v poplavljenih objektih v Orehovljah (Google maps, 2013b)

## 4. 1. 6 Povzročena škoda ob poplavi leta 2010 in 2012

**Preglednica 3: Primerjava stroškov škode ob poplavah leta 2010 in 2012 (Frančeškin, B., 2014h, i)**

POPLAVNI DOGODEK VRSTA STROŠKA	POPLAVA SEPTEMBER 2010 (V EVRIH)	POPLAVA OKTOBER 2012 (V EVRIH)
NA OBJEKTIH	915.567,16	294.559,17
NA JAVNI INFRASTRUKTURI	206.370,73	61.309,42
INTERVENCIJE	20.118,07	7.967,84
SANACIJA (ODVOZ ODPADKOV)	19.246,80	1.487,88
NA PRIDELKIH	74.939,33	0
NA KMETIJSKIH ZEMLJIŠČIH	119.692,89	55.130,13
<b>SKUPAJ</b>	<b>1.355.934,98</b>	<b>420.454,44</b>

Če znesek škode na objektih ob poplavi leta 2010 delim s skupnim številom objektov, torej (915.567,16 evrov/81 objektov), dobim vrednost 11.303,30 evrov/na objekt.

Ob poplavi leta 2012 je višina škode na posameznem objektu znašala (294.559,17/53) 5.557,72 evra/na objekt.

Ker se je število poplavljenih objektov zmanjšalo za 28, je tudi škoda, ki je na njih nastala, izredno manjša in to za več kot 3-krat (621.007,99 evrov). To je podatek, ki nam mora razmišljanje še bolj usmeriti v preventivno varstvo pred poplavami. Manjša je tudi škoda na javni infrastrukturi, intervencijah in sanaciji. Skupaj je ta razlika 174.970,46 evrov.

Zaradi časa nastopa poplav leta 2012, je škoda na pridelkih, z razliko od leta 2010, ničelna, saj so tedaj kmetijski pridelki že pobrani. Celotna skupna škoda je bila leta 2012 več kot 3-krat manjša glede na leto 2010. Razlika je ogromna in znaša kar 935.480,54 evrov (Frančeškin, B., 2014h, i).

Če v račun vzamem še ostali predvideni sanacijski program, gorvodno od naselja Orehovlje pa vse do jezua v Vrtočah, dobim vrednost 2.047.209 evrov (Frančeškin, B., 2014g). Vidimo, da številka ni toliko večja kot je ocenjena povzročena škoda skupaj ob poplavih leta 2010 in 2012, ki znaša skupaj 1.776.389,42 evrov (Frančeškin, B., 2014h, i).

Vendar gre ob tem pripomniti, da bi celotni sanacijski program bistveno zmanjšal višino vode ob obeh poplavnih dogodkih. Denar je potrebno vlagati v investicije, ki pripomorejo k boljšemu pretoku in manjšim razlivanjem izven struge. Tako bi imeli majhno škodo, varne objekte in urejeno stanje same struge in brežin. Stremeti je potrebno k najboljšim in celostnim rešitvam. Tukaj se rešitev ponuja v rednem vzdrževanju, posebej košnji in sekanju zarasti na brežinah, saj je le ta v začetku jeseni oz. koncu poletja (september) ter spomladi (marec) zelo bujna. To pa so deli leta, ko se tu pogosto pojavljajo visoke vode. Poleg tega je potrebno tudi redno odstranjevanje odvečnih naplavin in utrjevanje brežin, da ne prihaja do erozijskih zajed. V kolikor bi se rešil tudi problem okrog mostne konstrukcije, ki z dvema masivnima stebroma in voziščem zelo ovira pretok vodi, bi se stanje v obravnavanem naselju ob nastopu visokih vod zelo spremenilo.

## 4. 2 Izbor najprimernejših ukrepov za zaščito objektov na obravnavanem območju

Ko sem predelal ključne dejavnike, kot sta globina, hitrost in čas trajanje poplave, sem se tudi glede dejanskega stanja na terenu odločil, da sta najprimernejši metodi za varovanje objektov pred visokimi vodami mokro ter suho tesnjenje. Predlagana rešitev je najprimernejša tudi z vidika načina gradnje na tem območju.

### 4. 2. 1 Obstoječa gradnja v naselju Miren, Vrtoče in Orehovlje

Hiše, ki jih poplavne vode prizadenejo so grajene iz materialov, kot so betonski ali glineni zidaki, kamen ter malta. Les je uporabljen le pri strešnih konstrukcijah, ki pa tu nimajo večjega vpliva. Stavbe so tako v celoti masivne in pripravljene sprejeti tudi večje hidrostatske pritiske in hidrodinamične sile, ki se pojavijo tekom poplave. Zunanost je v večini obdana z ometi, nekatere novejšje zgradbe imajo tudi izolacijo.

Na žalost imajo nekatere izmed njih tudi kletne prostore, kar pa na poplavno nevarnih območjih vsekakor ni priporočljivo. Skrbi tudi razmišljanje lastnikov, ki si postavijo novogradnjo nedaleč od struge vodotoka, in sicer tako, da je bivalni prostor na varni višini, vendar je zgrajen tudi kletni prostor, ki ga prizadene predvsem talna voda.

### 4. 2. 2 Ključni faktorji za izbiro metode

Višine vode ob objektih, ki jih poplava prizadene, se gibljejo od 0,5 m pa do 1,5 m. Izjemoma je na nekaj objektih ta višina nekoliko presežena. Predvsem na nekaterih hišah dolvodno ob levem bregu pri glavnem mostu v naselju Miren ter na nekaj objektih v vasi Vrtoče. Pravilnost teh višin, ki sem jih odčital iz programa, sem preveril tudi na samem terenu in se v veliki meri ujemajo. To dokazuje tudi ena izmed spodnjih slik, ki so bile poslikane ob mojem obisku. Hitrost poplavne vode pa je ob objektih zelo nizka in ne predstavlja velikih problemov, ki bi jih lahko povzročile hidrodinamične sile vode. Te hitrosti so med 0,2 m/s in 0,4 m/s. To je pomemben podatek predvsem za suho tesnjenje in pa za število odprtih pri mokrem tesnjenju.



Zelo pomemben je tudi podatek o času trajanja poplave. »Glede na zadnje visoke vode, predvsem tiste s 100-letno povratno dobo, je to obdobje ocenjeno na približno 24 ur, se pravi da se je v roku 24 ur od najvišjega vodostaja voda vrnila v strugo« (Frančeškin, B., 2014)

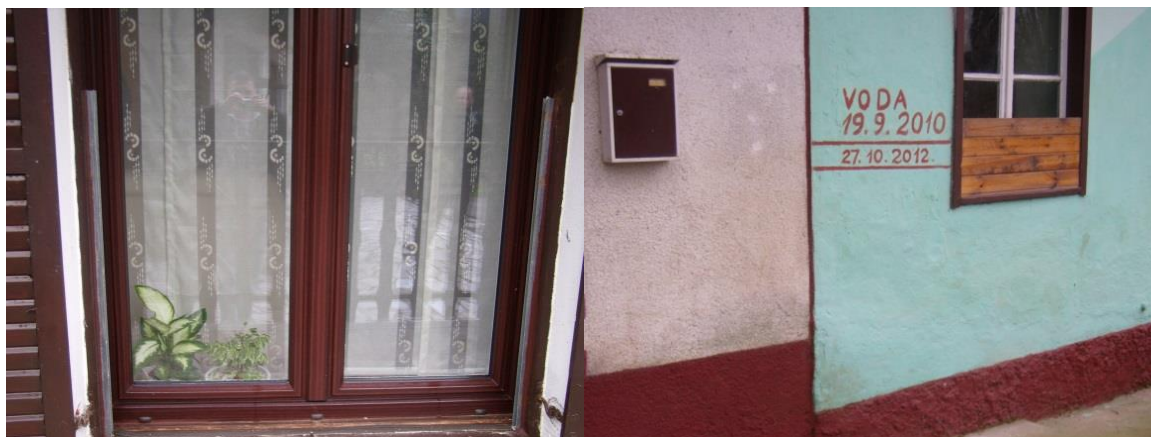
To je treba še posebej upoštevati pri ukrepu s suhim tesnjenjem, saj je pri dolgo trajajoči poplavi nevarnost zasičenja zemljine z vodo ter nevarnost prepusta skozi ščite odprtin. Prav tako za to metodo niso uporabni vsi tisti objekti, ki imajo kletne prostore (Fema, 2009).

#### 4. 2. 3 Razlogi za izbiro metod mokrega in suhega tesnjenja

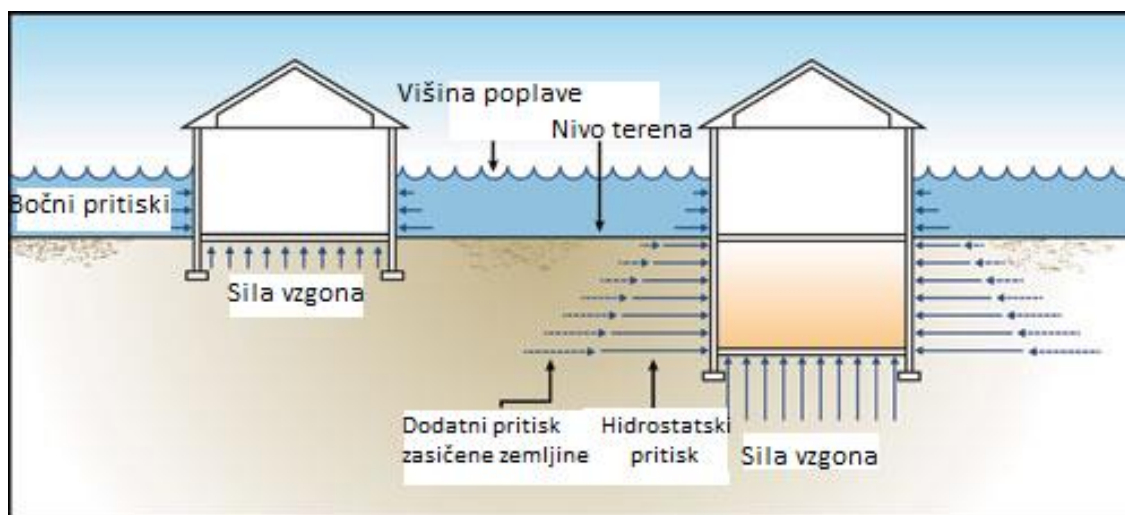
Za začetek bi rad pojasnil, zakaj se nisem odločil za ostale metode, ki sem jih v teoretičnem delu predstavil. Gradnja nove etaže je velik zalogaj, predvsem pa je odločitev za ta ukrep odvisna od lastnika samega ter njegovih želj po preureditvenih delih objekta. Pomembno je poznati tudi samo stabilnost objekta, torej ali lahko zidovi in temelji prenesejo maso dodatne etaže. Tudi podaljšanje obstoječih zidov in gradnja nove plošče na varni višini je pri takih objektih težko izvedljiva in tudi draga. Poleg tega pa je potrebno tudi mnenje strokovnjaka, ki oceni ali konstrukcija take posege sploh dopušča in jih je sposobna prenesti (Fema, 2009).

Kar zadeva nasipov in zidov je stvar nekoliko bolj zakomplicirana. Tukaj mislim predvsem na to, da je pri teh zaščitah potrebno med sosesko ali celo medkrajevno usklajevanje, saj zgrajen nasip ali pa zid samo pred enim objektom ne rešuje problema poplavljanja, ker ga voda lahko obide in se razlije ponovno nazaj proti objektom. Poleg omenjenega, je problem tudi sam prostor, ki ga za izvedbo takih ukrepov potrebujemo. Torej, pred objekti moramo imeti dovolj prostora za njihovo postavitev. Glede na to, da se veliko hiš nahaja prav neposredno ob reki ali cesti, je ta izvedba zelo otežena.

Projekt suhega tesnjenja je primeren za kar nekaj objektov, kjer je višina vode med 0,5 m in 1 m. To naj bi bila maksimalna višina, kjer ja ta metoda še uporabna. Ne smejo pa ti objekti vsebovati kletnih prostorov. Ker se vzgon vode povečuje z njeno višino, je ta lahko pri kletnih prostorih tako velik, da pride do porušitve. Poleg vzgona se v globini ob zasičenju zemljine pojavi tudi dodatni stranski pritisk, ki močno pritiska na stene kleti (Fema, 2009).



Slika 34: Tečajji za namestitvev ščitov (levo) in ščiti okenskih odprtín v naselju Vrtoče (desno)



Slika 35: Pritisk podzemne vode pri kletnih prostorih (Evans, L., 2013.)

Glede na vse ključne dejavniki pa je največ hiš primernih za izvedbo mokrega tesnjenja. Poleg stanovanjskih, je na območju veliko tudi garažnih in drugih nestanovanjskih prostorov, ki so poplavljeni ob visokih vodah in so primerni za izvedbo te metode. Tudi spodnja slika prikazuje stanovanjske hiše ob bregu reke Vipave, ki imajo v pritličju garažne prostore in v njih stvari, ki jih pred poplavo hitro umaknejo. V višjih nadstropjih, ki so nad višino poplavne vode, pa so stanovanjski prostori.



Slika 36: Stikajoči objekti pri zadnjem jezu v naselju Miren primerni za mokro ali suho tesnjenje

#### 4. 2. 4 Višina stroškov pri metodah mokrega ter suhega tesnjenja na objekt

V tem poglavju bom predstavil višino stroškov oz. investicije pri uporabi zgoraj opisanih najprimernejših metod za varovanje objektov na obravnavanem območju. To sta kot že rečeno metodi mokrega ter suhega tesnjenja. Za izračun sem predpostavil objekt s tlorisno površino 100 m<sup>2</sup> ter šestimi odprtiniami pri čemer je vsaka široka 1,5 metra.

**Preglednica 4: Vrednost investicije za mokro tesnjenje (Fema, 2009d)**

VRSTA KONSTRUKCIJE	VIŠINA NAD TLEMI KLETNEGA PROSTORA	TIP TEMELJENJA	CENA (ZA 1 SQUARE FOOT OZ. 0,093 KVADRATNEGA METRA TLORISNE POVRŠINE) V EVRIH		CENA ZA OBJEKT VELIKOSTI 1076 SQUARE FEET OZ. 100 M <sup>2</sup> V EVRIH	
			2.12.2009	17.3.2014	2.12.2009	17.3.2014
Zidan objekt (zidaki + malta)	2,4 metra	Plošča s kletnim prostorom	11,27	12,22	12.121,94	13.154,03

Dolžinske enote so podane v (feet-ih), cena pa v ameriških dolarjih na tlorisno površino (per square foot print) (Fema, 2009).

$$1 \text{ foot} = 0,3048 \text{ metra}$$

$$1 \text{ square foot} = 0,093 \text{ m}^2$$

Privzeti objekt je zidan in vsebuje kletni prostor nad tlemi katerega je upoštevana višina vode 2,4 metra. Upošteval sem menjalni tečaj in sicer za leto 2009, kot je v priročniku izdaje in pa na dan 17. 3. 2014.

Investicija za predviden objekt bi leta 2009 znašala 12.121,94 evrov, na dan 17. 3. 2014 pa 13.154,03 evrov. Glede na škodo ob poplavi leta 2010 se zdi investicija še kako upravičena.

**Preglednica 5: Vrednost investicije za suho tesnjenje (Fema, 2009e)**

UPORABLJENI MATERIAL	ZAŠČITNA VIŠINA (M)	CENA V EVRIH		CENA ZA:	SKUPAJ V EVRIH ZA OBJEKT 100 M <sup>2</sup>	
		2.12.2009	17.3.2014		2.12.2009	17.3.2014
ASFALTNA PREVLEKA	0,91	7,95	8,63	Foot (0,3048m)	ZA 40M (131 feet) 1.041,75	ZA 40M (131 feet) 1.130,45
DRENAŽNA CEV		20,54	22,29	Foot (0,3048m)	ZA 40M (131 feet) 2.691,19	ZA 40M (131 feet) 2.920,32
KONTROLNI VENTIL		0,70	0,76	Vsak kos	0,70	0,76
ČRPALKA ZA PRESTREZNO VODO		1,13	1,23	Pavšalni znesek za kos	1,13	1,23
KOVINSKI ŠČITI ODPRTIN		248,51	269,67	Foot (0,3048m)	ZA 9M (29,5feet) 7.331,01	ZA 9M (29,5 feet) 7.955,20

Z razliko od mokrega tesnjenja je pri suhem model nekoliko bolj razdelan in prikaže bolj natančen izračun po elementih in materialih (Fema, 2009).

Merske in denarne enote so enake kot pri mokrem tesnjenju, tako da sem jih pretvarjal na enak način. Ceno sem podal za leto 2009, ki je tudi letnica priročnika ter za dan 17. 3. 2014.

V kolikor bi se lastniki odločili za varovanje objekta na ta način, bi jih investicija 2. 12. 2009 stala 11.065,78 evrov, 17. 3. 2014 pa 12.007,96 evrov. Vidimo, da se stroški pri obeh metodah ne razlikujejo veliko. Vedeti pa je potrebno, da metoda suhega tesnjenja ne prenese višjih vod, kot so upoštevane pri računu.

Menjalni tečaj na dan 2. 12. 2009 je 1 USD = 0,66 EUR, na dan 17. 3. 2014 pa 1 USD = 0,72 EUR. Preračunano po tečajnici banke Slovenije na spletni strani [www.valute.si](http://www.valute.si) na dan 17. 3. 2014.

#### 4. 2. 5 Glavne pozornosti pri izvedbi instalacij

Glavne značilnosti, načine izvedbe ter možnosti uporabe suhega in mokrega tesnjenja sem že podrobno predstavil v teoretičnem delu. Zelo pomemben del, ki ga je potrebno upoštevati, so tudi instalacijske napeljave in sistemi, preko katerih so hiše priključene na posamezna omrežja.

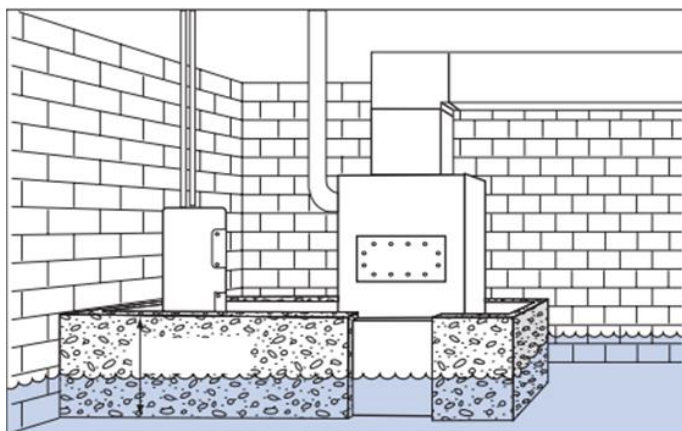
Pri teh sistemih sta nevarni dve stvari, in sicer možnost pronicanja vode na mestih, kjer napeljava instalacije pride v objekt in pa sama občutljivost ali ranljivost posameznega sistema na vodo, v kolikor pride do stika z njo. Različni sistemi so različno vodeni do objekta in tako predstavljajo tudi različno tveganje pri samem stiku s konstrukcijo. Električni kabli so po večini primerov vodeni po zraku in se stikajo visoko nad tlemi, kjer pa nevarnosti poplave ni. Drugače je z vodovodnimi in kanalizacijskimi cevmi, ki se nahajajo v zemlji in se priključujejo nižje na objektu (Dry Floodproofing Measures, 2014).

Pozornost sem namenil tistim delom instalacij, ki so glede na dejansko stanje na terenu najbolj občutljivi oz. najšibkejši pri nastopu visokih vod. Posebna skrb gre kanalizacijskemu sistemu, s katerim odvajamo odpadne vode z objekta. Ko se pojavijo poplave, je lahko posebej nevaren povratni tok odpadnih vod. Še posebej to velja za objekte, ki niso priključeni na javni sistem. V kolikor je območje opremljeno s to infrastrukturo, imamo nekoliko manj skrbi, kot v primeru individualnih greznic ali posameznih čistilnih naprav. Nevarni so predvsem slabo tesnilni pokrovi na vrhu teh objektov, skozi katere voda lahko pronica in jih polni. Zaradi tega poskrbimo da ta kritična mesta tesnijo in tako preprečujejo uhajanje vode v notranjost. Za dodatno varnost lahko namestimo protipovratne lopute, ki so nameščene na ceveh v jaških. Montirane so pa tako, da je onemogočen povratni tok.

Tudi pri vodovodnem sistemu predstavljajo največjo nevarnost slabo zatesnjeni jaški, v katerih se nahajajo merilci porabe vode ter stik javnega s privatnim priključkom. V kolikor pride poplavna voda v stik s temi komponentami, obstaja nevarnost tudi onesnaženja pitne vode, kar še posebej velja ob pretrgu ali drugi okvari. Zato je potrebno uporabiti neoprenska tesnila pri pokrovih ter hidroizolirati tudi stene, skozi katere bi lahko pronicala voda. Ob stiku z vodo je najbolj ranljiva električna instalacija. Zato je potrebna posebna previdnost pri njeni namestitvi. Objekti naj imajo vse napajalno omrežje montirano na taki višini, ki je varna pred poplavo. Le tako bo instalacijski sistem ostal nepoškodovan in delujoč. Ob soglasju pristojne službe je potrebno na varni višini imeti tudi merilnike elektrike ter varovalke. Sam priključek javne napeljave z objektom pa je običajno izveden na varni višini visoko nad tlemi. V primeru, da je instalacija pod zemljo, naj bo vodena v neprepustnih ceveh (Fema, 1999).

Nevarnost obstaja tudi pri ogrevalnem in prezračevalnem sistemu. Ker so tu individualne gradnje z lastnimi sistemi za ogrevanje, ima veliko objektov svoje peči. Velikokrat pa so te že zaradi narave delovanja nameščene v pritličnih prostorih. Če so le-te prevelike, da bi jih lahko namestili v kakšen drugi varen prostor, jih lahko pred poplavo zavarujemo z zidom, ki sega v celotnem obsegu naprave in je neprepusten za vodo.

Poleg zidu pustimo tudi odprtino za dostop, ki pa jo zavarujemo s ščiti podobno kot odprtine pri suhem tesnjenju. Lahko pa ulijemo tudi betonski podstavek, ki sega nad višino poplave. Podobno naredimo tudi z zunanji napravami, kot so rezervoarji za gorivo. Le-te moramo še dodatno pritrditi s trakovi, ki preprečujejo, da bi jih poplavna voda lahko odnesla (Fema, 1999).



Slika 37: Zaščitena peč in prezračevalna enota z zidom (Fema, 2009f)

### 4.3 Ugotovitve

Reka Vipava ima v naselju Miren zares svojevrstno obliko. Struga je speljana tako, da obide celotno naselje skupaj z vasema Vrtoče in Orehovlje. Že takoj na prvi pogled je jasno, da so številni zavoji in kar trije jezovi v relativno kratki razdalji lahko velik problem ob nastopu visokih vod. To so pokazale tudi karte analizirane v programu Saga – gis (Arso, 2011; Rusjan, S., 2013). Reka zavoje doseže z višjimi hitrostmi, te pa se tukaj zmanjšajo in reka ne zmore več prevajati tolikšnega pretoka. Pojavljati se začnejo razlivanja. Tudi dejansko stanje ob obisku terena so pokazala, da so najbolj prizadeta območja ob zavojih in jezovih. Najbolj kritičen pa je del ob glavnem mostu v naselju Miren.

Zadnji dve poplavi sta pokazali, da stanje struge in brežin ni bilo najbolj urejeno, zato so poplave septembra 2010 povzročile ogromno škodo. Poleg drugih površin je bilo po podatkih občine Miren – Kostanjevica poplavljenih tudi 81 objektov. Škoda na njih je bila ocenjena na visokih 915.567,16 evra, kar znaša v povprečju 11.303,30 evrov na objekt. Skupna škoda poplav pa je ocenjena na 1.355.934,98 evra. To je bila tudi največja vodna ujma na tem območju v zadnjem času (Frančeškin, B., 2014d, i).

Pristojni so zato sprejeli ukrepe in sicer v okviru sanacijskega progama. Bila so izvedena programa 101 in 104, ki obsegata strugo od jezua v Orehovljah do državne meje z Italijo. Investicija je dosegla vrednost 533.750,00 evra (Frančeškin, B., 2014a, g). Kot preizkus te sanacije so se oktobra 2012 spet pojavile stoletne vode. Izdelane pretočne krivulje so pokazale 36cm nižji vodostaj ob istem pretoku, kot bi bil sicer brez izvedene sanacije (Brilly, M. in sod, 2012). Tako je bilo poplavljenih samo 53 objektov, kar pomeni 28 objektov manj. Škoda poplav leta 2012 je bila manjša za 621.007,99 evrov in je tako znašala le 294.559,17 evra, kar znese v povprečju 5.557,72 evra na objekt. To pomeni, da je bila povprečna škoda na posameznem objektu leta 2012 več kot prepolovljena (Frančeškin, B., 2014c, h). Ker moja naloga ponuja rešitve za poplavljenе objekte, sem v račun vzel višino investicije za oba izbrana možna ukrepa. Za mokro tesnjenje sem vzel v račun 100 m<sup>2</sup> velik podkleten objekt z varovalno višino 2,4 m. To je višina nad tlemi kletnega prostora, ki jo zaščitimo pred škodljivimi vplivi poplavne vode. Strošek za takšno preureditev znaša 13.154,03 evra (Fema, 2009d). V račun nisem vzel stroškov čiščenja in predvidel, da lastnik prostor očisti sam. Skupna škoda ob poplavih leta 2010 in 2012 je povprečno na objekt znašala 16.861,05 evra

(Frančeškin, B., 2014h, i), kar je še vedno 3.706,99 evra več kot znaša strošek preureditve objekta za metodo mokrega tesnjenja (Fema, 2009d). Poleg prihranka imamo tudi zaščiten objekt za primer novih poplav.

Višina investicije pri suhem tesnjenju je za isto velikost objekta ocenjena na 12.007,96 evra. Priporočal sem jo le za nepodkletene in masivnejše stavbe in le na območjih s poplavnimi vodami z višino 1 m (Fema, 2009e). Tukaj je razlika med škodo zadnjih dveh poplav in investicijo na objektu 4.853,06 evra (Frančeškin, B., 2014h, i). Zaključek je vsekakor tak, da se investicija v poplavno varen objekt izplača.

Kljub temu moramo strmeti k izboljšanju pretočnih razmer, kar potrjuje tudi izdelan sanacijski program, ki pa je bil izveden le na dobri polovici struge in brežin v obravnavanih naseljih (Frančeškin, B., 2014a). Učinek sanacije celotnega območja struge in brežin bi bil vsekakor večji in lahko bi govorili še o manj poplavljenih objektih in škodi na njih.



## 5. ZAKLJUČEK

Naselje Miren skupaj z vasema Vrtoče in Orehovlje je v zadnjih letih utrpelo dve veliki povodnji. Predvsem tista iz leta 2010 je povzročila ogromno škodo in poplavlila veliko število objektov. V svoji diplomski nalogi sem problem tega naselja spoznal poglobljeje in poskusil ponuditi rešitve za ogrožene objekte.

Predvidel sem možnost nastopa 100-letnih vod, za kar sem uporabil hidravlične podatke analizirane v programu Flow 2D in sicer za pretok  $408\text{m}^3/\text{s}$ . Te karte sem vnesel v program Saga-gis in glede podatkov o višini in hitrosti vode, predlagal možne ukrepe za zaščito objektov. Poleg višine in hitrosti vode, je bila pri izbiri ključnega pomena sama masivnost konstrukcije. Ker so mase objektov zaradi načina gradnje zelo velike, sem izključil možnost njihovega dviga ali premika.

Glede na dobljene podatke, sta po mojem mnenju najbolj primerna in izvedljiva ukrepa za to območje in objekte na njem, mokro ter suho tesnjenje. Pri obeh metodah namreč objekt ne premikamo ampak ga samo preurejamo in zaščitimo tako, da preprečimo škodljive vplive vode na konstrukcijo in premoženje v objektih. Ti dve metodi se razlikujeta le v tem, da pri mokrem tesnjenju pustimo vodo v notranjost izpraznjenega prostora, suho tesnjenje pa je način, ki vodo zadrži zunaj objekta in je primeren za nižje vode in kratkotrajnejše poplave, ki pa tukaj so. V nalogi sem izpostavil tudi nekaj začasnih montažnih rešitev, ki bi se uporabile le ob nastopu poplav. O tem razmišljajo tudi v civilni zaščiti in na občini Miren-Kostanjevica, predvsem za območje desnega brega dolvodno od glavnega mostu. Tu naj bi se predvideval montažni vrečast jez, ki bi zaščutil hiše vzporedno ob reki.

Poleg objektov sem na terenu pogledal tudi samo strugo reke Vipave na tem območju in analiziral ukrepe, ki so bili izvedeni za izboljšane njene pretočnosti. Izkazalo se je, da sanacijski program leta 2011 bistveno izboljšal stanje in, da je bilo tudi zaradi tega leta 2012 poplavljenih manj objektov. Število poplavljenih objektov se je zmanjšalo predvsem na odsekih izvedene sanacije, na neizvedenih delih pa je bilo stanje zelo podobno tistemu iz leta 2010. Kot je razvidno iz diplomske naloge je sanacija vplivala na večjo pretočnost in znižala vodostaj, zato bi bilo potrebno tudi v prihodnje več pozornosti nameniti samim vzdrževalnim delom in sanacijam na strugi ter spremljati stanje obrežnih zavarovanj. Za dodatno varnost pa bi se moralo objekte, ki se nahajajo na najbolj izpostavljenih območjih dodatno zavarovati in

če je le možnost za to, tudi preurediti v poplavno varne objekte. Le tako je lahko objekt najboljše zavarovan pred morebitno škodo.

V zadnjih letih so poplave povzročale nemalo težav zaradi neprimerno zaščitenih in urejenih območij. V prihodnje moramo strmeti k temu, da bi bilo škode zaradi poplav čim manj ter da z dobro izbranimi metodami in sistemi čim bolj zaščitimo prebivalce in njihovo imetje na poplavnih območjih.

## **VIRI**

Arso. 2011. Arhiv hidroloških podatkov – dnevni podatki.

[http://vode.arso.gov.si/hidarhiv/pov\\_arhiv\\_tab.php?p\\_vodotok=Vipava&p\\_postaja=8601&p\\_let=2010&b\\_arhiv=Prika%C5%BEi](http://vode.arso.gov.si/hidarhiv/pov_arhiv_tab.php?p_vodotok=Vipava&p_postaja=8601&p_let=2010&b_arhiv=Prika%C5%BEi) (Pridobljeno 25. 10. 2013.)

Arso. 2012. Arhiv hidroloških podatkov – dnevni podatki.

[http://vode.arso.gov.si/hidarhiv/pov\\_arhiv\\_tab.php?p\\_vodotok=Vipava&p\\_postaja=8601&p\\_let=2012&b\\_arhiv=Prika%C5%BEi](http://vode.arso.gov.si/hidarhiv/pov_arhiv_tab.php?p_vodotok=Vipava&p_postaja=8601&p_let=2012&b_arhiv=Prika%C5%BEi) Pridobljeno (25. 10. 2013.)

Brilly, M., Mikoš, M., Šraj, M. 1999. Vodne ujme – varstvo pred poplavami, erozijo in plazovi. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 186 str.

Brilly, M. 2014. Problem mostne konstrukcije v naselju Miren. Osebna komunikacija. (12. 3. 2014.)

Brilly, M., Rusjan, S., Schnabl, S., Di Baldassarre, G., Mukolwe, M. 2012. 2012-Kulturisk\_D-4-4\_internal. UNESCO-IHE Institute for Water Education.

Brilly, M., Rusjan, S., Schnabl, S., Di Baldassarre, G., Mukolwe, M. 2012a. 2012-Kulturisk\_D-4-4\_internal. UNESCO-IHE Institute for Water Education. str.: 38

Dry Floodproofing Measures. 2014.

[http://www.fema.gov/media-library-data/06dabddadc3887f91906172d863749ab/P-936\\_sec3\\_508.pdf](http://www.fema.gov/media-library-data/06dabddadc3887f91906172d863749ab/P-936_sec3_508.pdf) (Pridobljeno 7. 1. 2014.)

Evans, L. Oktober 2013. McGraw\_Hill Construction. Continuing education. Floodproofing Non-Residential Buildings.

[http://continuingeducation.construction.com/article\\_print.php?L=175&C=923](http://continuingeducation.construction.com/article_print.php?L=175&C=923)  
(Pridobljeno 10. 1. 2014.)

FEMA. 2000. Above the Flood; Elevating Your Floodprone House. 69 str.

[http://disasterrecovery.sd.gov/documents/Elevating\\_Your\\_House.pdf](http://disasterrecovery.sd.gov/documents/Elevating_Your_House.pdf) (Pridobljeno 15. 11. 2013.)

FEMA. 2000a. Above the Flood; Elevating Your Floodprone House: str.3-2

[http://disasterrecovery.sd.gov/documents/Elevating\\_Your\\_House.pdf](http://disasterrecovery.sd.gov/documents/Elevating_Your_House.pdf) (Pridobljeno 17. 11. 2013.)

FEMA. 2008. Flood Damage-Resistant Materials Requirements for Buildings Located in Special Flood Hazard Areas in accordance with the National Flood Insurance Program. 22 str. <http://www.dnr.sc.gov/flood/documents/TB2.pdf> (Pridobljeno 23. 11. 2013.)

FEMA. 2009. Homeowner's Guide to Retrofitting; Six Ways to Protect Your Home From Flooding. 230 str. [http://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1441-20490-4268/fema\\_p312\\_a.pdf](http://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1441-20490-4268/fema_p312_a.pdf) (Pridobljeno 25. 11. 2013.)

FEMA 2009a. Homeowner's Guide to Retrofitting; Six Ways to Protect Your Home From Flooding: str. 3-17 [http://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1441-20490-4268/fema\\_p312\\_a.pdf](http://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1441-20490-4268/fema_p312_a.pdf) (Pridobljeno 25. 11. 2013.)

FEMA 2009b. Homeowner's Guide to Retrofitting; Six Ways to Protect Your Home From Flooding: str. 6-6 [http://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1441-20490-4268/fema\\_p312\\_a.pdf](http://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1441-20490-4268/fema_p312_a.pdf) (Pridobljeno 25. 11. 2013.)

FEMA 2009c. Homeowner's Guide to Retrofitting; Six Ways to Protect Your Home From Flooding: str. 3-29 [http://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1441-20490-4268/fema\\_p312\\_a.pdf](http://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1441-20490-4268/fema_p312_a.pdf) (Pridobljeno 25. 11. 2013.)

FEMA 2009d. Homeowner's Guide to Retrofitting; Six Ways to Protect Your Home From Flooding: str. 3-25 [http://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1441-20490-4268/fema\\_p312\\_a.pdf](http://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1441-20490-4268/fema_p312_a.pdf) (Pridobljeno 25. 11. 2013.)

FEMA 2009e. Homeowner's Guide to Retrofitting; Six Ways to Protect Your Home From Flooding: str. 3-32 [http://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1441-20490-4268/fema\\_p312\\_a.pdf](http://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1441-20490-4268/fema_p312_a.pdf) (Pridobljeno 25. 11. 2013.)

FEMA 2009f. Homeowner's Guide to Retrofitting; Six Ways to Protect Your Home From Flooding: str. 8-5 [http://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1441-20490-4268/fema\\_p312\\_a.pdf](http://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1441-20490-4268/fema_p312_a.pdf) (Pridobljeno 25. 11. 2013.)

FEMA. 2008. Openings in Foundation Walls and Walls of Enclosures; Below Elevated Buildings in Special Flood Hazard Areas in accordance with the National Flood Insurance Program str. 34

[http://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1502-20490-9949/fema\\_tb\\_1\\_\\_1\\_.pdf](http://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1502-20490-9949/fema_tb_1__1_.pdf)

(Pridobljeno 25. 11. 2013)

FEMA. 1999. Protecting Building Utilities From Flood Damage; Principles and Practices for the Design and Construction of Flood Resistant Building Utility Systems. 192 str.

[http://disasterrecovery.sd.gov/documents/Protecting\\_Uilities.pdf](http://disasterrecovery.sd.gov/documents/Protecting_Uilities.pdf) (Pridobljeno 25. 11. 2013.)

Frančeškin, B. 2014. Trajanje in obseg poplav v Mirnu, Orehovljah in Vrtočah leta 2010 ter 2012 in vpliv sanacije struge Vipave. Osebna komunikacija. (22. 1. 2014.)

Frančeškin, B. 2014a. Sanacijski program po poplavah septembra 2010. Vipava v Mirnu. Sporočilo za Valenčič, M., 22. 1. 2014. Osebna komunikacija.

Frančeškin, B. 2014b. Sanacijski program po poplavah septembra 2010. Vipava v Mirnu. Sporočilo za Valenčič, M., 22. 1. 2014. Osebna komunikacija.

Frančeškin, B. 2014c. Seznam poplavljenih objektov ob poplavi oktobra 2012. Sporočilo za Valenčič, M., 13. 3. 2014. Osebna komunikacija.

Frančeškin, B. 2014d. Seznam poplavljenih objektov ob poplavi septembra 2010. Sporočilo za Valenčič, M., 22. 1. 2014. Osebna komunikacija.

Frančeškin, B. 2014e. Slike poplav leta 2010 in 2012 v Mirnu. Sporočilo za Valenčič, M., 23. 1. 2014. Osebna komunikacija.

Frančeškin, B. 2014f. Vzdrževanje vodotokov v občini Miren-Kostanjevica. Delovno gradivo za sestanek. Priloga zemljevid sanacijskih del 1.12.2010. Sporočilo za Valenčič, M., 22. 1. 2014. Osebna komunikacija.

Frančeškin, B. 2014g. Vzdrževanje vodotokov v občini Miren-Kostanjevica. Delovno gradivo za sestanek 1. 12. 2010. Sporočilo za Valenčič, M., 22. 1. 2014. Osebna komunikacija.

Frančeškin, B. 2014h. Zbirnik stroškov poplav, oktober 2012. Sporočilo za Valenčič, M., 13. 3. 2014. Osebna komunikacija.

Frančeškin, B. 2014i. Zbirnik stroškov poplav, september 2010. Sporočilo za Valenčič, M., 11. 3. 2014. Osebna komunikacija.

Google maps.2013a.

<https://www.google.com/maps/@45.8722994,13.7497337,12z> (Pridobljeno 20. 11. 2013.)

Google maps.2013b. Miren.

<https://www.google.com/maps/@45.8923902,13.6057527,2574m/data=!3m1!1e3>  
(Pridobljeno 23.11.2013)

Hamburg, I. 16.6.2011. NBC NEWS. Most Missouri River levees holding up to surge. But water levels could remain high for several months.

<http://www.nbcnews.com/id/43422551/#.Ut0t9tLniM9> (Pridobljeno 6. 12. 2013.)

Krajevna skupnost Miren. 2013. <http://www.ks-miren.si/> (Pridobljeno 29. 11. 2013.)

Kos, J. 2012. Sušenje in sanacija stavb po poplavih. Gradbenik 31-33 str.

Management Measures Digital Library. 2008. Floodwalls, Levees, and Dams. Local Flood Risk Management: Floodwalls: T & I-type floodwalls

<http://library.water-resources.us/docs/MMDL/FLD/Feature.cfm?ID=2>  
(Pridobljeno 15. 1. 2014.)

Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 2012. Grafični podatki rabe tal za Slovenijo.

<http://rkg.gov.si/GERK/> (Pridobljeno 26. 10. 2013.)

Ministrstvo za obrambo. 2011. Uprava republike Slovenije za zaščito in reševanje.

<http://www.sos112.si/slo/page.php?src=og12.htm> (Pridobljeno 15. 12. 2013.)

Občina Vipava. 2013. Reka Vipava.

<http://www.vipava.si/?vie=ctl&gr1=tur&gr2=narZna&id=2010070708393767>  
(Pridobljeno 18. 11. 2013.)

Piso. 2013. Prostorski informacijski sistem občin. Občina Miren-Kostanjevica. Naselje Miren.

[http://www.geoprostor.net/piso/ewmap.asp?obcina=MIREN\\_KOSTANJEVICA](http://www.geoprostor.net/piso/ewmap.asp?obcina=MIREN_KOSTANJEVICA) (Pridobljeno 13. 11. 2013)

Piso. 2014. Prostorski informacijski sistem občin. Občina Miren-Kostanjevica. Naselje Miren.  
[http://www.geoprostor.net/piso/ewmap.asp?obcina=MIREN\\_KOSTANJEVICA](http://www.geoprostor.net/piso/ewmap.asp?obcina=MIREN_KOSTANJEVICA)  
(Pridobljeno 13. 1. 2014.)

Pod svojo streho. 2013.

<http://www.podsvojostreho.net/forum/viewtopic.php?f=5&t=6494&start=15>  
(Pridobljeno 10. 12. 2013.)

Poplave.si. 2013. Protipoplavna zaščita. <http://www.poplave.si/> Pridobljeno 14.12.2013

Poplave.si. 2013a. Protipoplavna zaščita. <http://www.poplave.si/> Pridobljeno 14.12.2013

Rickard, C. E. 2009. Floodwalls and flood embankments. [http://evidence.environment-agency.gov.uk/FCERM/Libraries/Fluvial\\_Documents/Fluvial\\_Design\\_Guide\\_-\\_Chapter\\_9.sflb.ashx](http://evidence.environment-agency.gov.uk/FCERM/Libraries/Fluvial_Documents/Fluvial_Design_Guide_-_Chapter_9.sflb.ashx) (Pridobljeno 10. 1. 2014.)

Rusjan, S., 2013. Analiza hidravličnih podatkov v programu Flow 2D. 19. 11. 2013. Osebna komunikacija.

Sites. 2013. <https://sites.google.com/site/mirenprigorici/podnebje-rastje-prst>  
(Pridobljeno 26. 11. 2013.)

Statistični urad republike Slovenije. 2013. Prebivalstvo za naselje Miren za leto 2013.  
<http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/Saveshow.asp> (Pridobljeno 19. 11. 2013.)

US Army Corps of Engineers. 1989. ENGINEERING AND DESIGN. Retaining and Flood Walls. [http://140.194.76.129/publications/eng-manuals/EM\\_1110-2-2502/basdoc.pdf](http://140.194.76.129/publications/eng-manuals/EM_1110-2-2502/basdoc.pdf)  
(Pridobljeno 15. 1. 2014.)

Valenčič, M. 2013. Poplave v urbanem okolju – protipoplavna gradnja objektov. Seminarška naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, FGG.: 49 str.

Wikipedia. 14.3.2013. Vipava (reka). [http://sl.wikipedia.org/wiki/Vipava\\_\(reka\)](http://sl.wikipedia.org/wiki/Vipava_(reka))  
(Pridobljeno 21. 11. 2013.)