UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Aljaž ČERNE

PRESOJA UREJENOSTI HUDOURNIKOV TREBIŽA IN SUHELJ

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2008

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Aljaž ČERNE

PRESOJA UREJENOSTI HUDOURNIKOV TREBIŽA IN SUHELJ

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

THE ASSESSMENT OF TREBIŽA AND SUHELJ TORRENTS REGULATION

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2008

Delo je zaključek univerzitetnega študija gozdarstva. Opravljeno je bilo na Katedri za krajinsko gozdarstvo in prostorsko informatiko Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Francija Steinmana in za recenzenta prof. dr. Igorja Potočnika.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Aljaž Černe

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dn

DK GDK 384.3(497.4*02)(043.2)=163.6

KG Trebiža/Suhelj/hudourniki/presoja urejenosti/hudourniški objekti

KK

AV ČERNE, Aljaž

SA STEINMAN, Franci (mentor)

KZ SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83

ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

LI 2008

IN PRESOJA UREJENOSTI HUDOURNIKOV TREBIŽA IN SUHELJ

TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)

OP IX, 95 str., 5 pregl., 77 sl., 6 pril., 51 vir.

IJ sl

JI sl/en

AI Opisana je urejenost hudournikov Trebiža in Suhelj, izpostavljeni so ključni problemi oz. kritične točke ter predstavljeni možni pristopi za odpravo le-teh. Človek z različnimi vrstami dejavnosti vse bolj posega v nekoč odmaknjene predele naravnega okolja, kar se skupaj z vedno bolj ekstremnimi vremenskimi pojavi kaže tudi v povečani hudourniški dejavnosti. Poleg tega so vlaganja v hudourničarstvo veliko premajhna, večina ukrepov se nanaša na odpravo posledic, veliko manj pa je vloženega v preventivo. Slovenija spada med države z bolj izrazito hudourniško dejavnostjo, saj jo prepreda več kot 8000 km hudournikov. Treba bi bilo izdelati načrte o erozijski ogroženosti območij, na podlagi katerih bi lahko sprejeli potrebne ukrepe. Trebiža in Suhelj ležita v severozahodnem delu Slovenije z veliko letno količino padavin. Oba imata zelo erodibilno zaledje, v spodnjih delih pa tečeta skozi naselji, ki sta jih že večkrat ogrozila, zadnjič leta 2003. Stanje obstoječih varovalnih objektov je dokaj slabo, na nekaterih mestih že kritično, predvsem v zgornjih delih. V zadnjih letih so bile manjše ureditve izvedene le na Trebiži. Treba bi bilo zgraditi nekaj novih in sanirati poškodovane stare objekte na obeh hudournikih. S tem bi zaščitili naselji Rateče in Podkoren pred škodljivim delovanjem voda.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn

DC FDC 384.3(497.4*02)(043.2)=163.6

CX Trebiža/Suhelj/torrents/regulation assessment/torrent structures

CC

AU ČERNE, Aljaž

AA STEINMAN, Franci (mentor)

PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83

PB Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

PY 2008

TI THE ASSESSMENT OF TREBIŽA AND SUHELJ TORRENTS REGULATION

DT Graduation thesis (University studies)

NO IX, 95 p., 5 tab., 77 fig., 6 ann., 51 ref.

LA sl

AL sl/en

AB The regulation of torrents Trebiža and Suhelj is described, essential problems or critical spots are exposed, and possible approaches for their elimination are presented. By means of various activities a man intrudes upon used-to-be remote areas of natural environment, which together with more and more extreme weather phenomena results in increased torrential activity. Furthermore, investments into torrent science are insufficient, most measures are connected with the elimination of consequences, much less is invested into prevention. Slovenia is one of the countries with more distinctive torrential activity; it is crisscrossed by more than 8000 km of torrents. Plans on erosive endangerment of areas should be elaborated, on their basis necessary measures could be accepted. Trebiža and Suhelj are located in the southwest part of Slovenia with a significant average annual rainfall. They both have very erosive hinterland and in the lower parts they flow through settlements that have been endangered for many times, lately in the year 2003. The condition of existing protective structures is quite bad, on some places even critical, above all in the upper parts. During last years minor regulations were carried out only on Trebiža. Some new structures should be built and the damaged ones should be restored on both torrents. By such measures settlements Rateče and Podkoren would be protected from harmful water activity.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA ... III

KEY WORDS DOCUMENTATION ... IV

KAZALO VSEBINE ... V

KAZALO PREGLEDNIC ... VII

KAZALO SLIK ... VII

KAZALO PRILOG ... IX

1 UVOD ... 1

1.1 PRESOJA UREJENOSTI HUDOURNIŠKEGA OBMOČJA ... 1

1.1.1 Načela pri urejanju hudournikov ... 1
1.1.2 Določanje urejenosti s pomočjo GIS ... 2
1.1.3 Presoja vplivov na okolje ... 3
1.1.4 Življenjski ciklus objektov, naprav in ureditev ... 3

1.2 SPLOŠNO O HUDOURNIŠKIH OBMOČJIH ... 5

1.2.1 Hudourniki v Sloveniji ... 6
1.2.2 Določanje nevarnosti, ranljivosti in ogroženosti ter tveganja ... 7

1.3 SPLOŠNO O ZNAČILNOSTIH SLOVENIJE IN ALPSKEGA PROSTORA ... 11

1.3.1 Podnebje v Sloveniji ... 11
1.3.2 Vodne značilnosti Slovenije ... 12
1.3.3 Hudourništvo v Sloveniji ... 13

2 TEORETIČNA IZHODIŠČA ... 15

2.1 PRAVNI, EKONOMSKI IN TEHNIČNI VIDIKI UREJANJA ... 15

2.1.1 Pravni vidiki ... 15
2.1.2 Ekonomski vidiki ... 22
2.1.3 Tehnični vidiki ... 24
2.1.3.1 Tehnični ukrepi ... 24
2.1.3.1.1 Prečni objekti ... 25
2.1.3.1.2 Vzdolžne ureditve ... 27
2.1.3.2 Biotehnični ukrepi ... 28
2.1.4 Določanje optimalne ureditve ... 32

2.2 RAZLOGI ZA UREJANJE HUDOURNIKOV ... 33

2.2.1 S hudourniki povezane nevarnosti ... 33
2.2.2 Zmanjševanje stopnje nevarnosti ali zmanjševanje ranljivosti/občutljivosti ... 34
2.2.3 Dimenzioniranje objektov, pasivno in aktivno delovanje ... 35

3 OBSTOJEČE UREDITVE IZBRANIH HUDOURNIKOV ... 37

3.1 IZJEMNI DOGODKI (KATASTROFE) NA TEM OBMOČJU V PRETEKLOSTI IN KLIMATSKE SPREMEMBE ... 37

3.2 OBMOČJE HUDOURNIKA TREBIŽA ... 40

3.2.1 Makro- in mikrolokacija hudournika ... 41
3.2.2 Zgodovina urejanja ... 42
3.2.3 Vzdolžni profil in tipični prečni prerezi ... 43
3.2.4 Odtočni režim ... 45

3.3 OBMOČJE HUDOURNIKA SUHELJ ... 45

3.3.1 Makro- in mikrolokacija hudournika ... 46
3.3.2 Zgodovina urejanja ... 46
3.3.3 Vzdolžni profil in tipični prečni prerezi ... 46
3.3.4 Odtočni režim ... 48

3.4 SPLOŠNI CILJI UREJANJA NA OBEH OBMOČJIH HUDOURNIKOV ... 51

3.4.1 Gozdnogospodarski cilji in ukrepi ... 51
3.4.2 Vodnogospodarski cilji ... 52
3.4.3 Cilji drugih resorjev ... 53

3.5 OBSTOJEČI OBJEKTI IN UREDITVE ... 54

3.5.1 Trebiža ... 54
3.5.1.1 Opis stanja ... 55
3.5.1.2 Trendi ... 64
3.5.1.3 Presoja, kako daleč je (še) do ciljev ... 65
3.5.2 Suhelj ... 65
3.5.2.1 Opis stanja ... 66
3.5.2.2 Trendi ... 81
3.5.2.3 Presoja, kako daleč je (še) do ciljev ... 82

4 PREDLOG VARIANTNIH REŠITEV UREDITVE IZBRANIH HUDOURNIKOV ... 83

4.1 MOŽNI PRISTOPI, METODE, VRSTE OBJEKTOV IN UREDITEV GLEDE NA ZNAČILNOSTI HUDOURNIKA ... 83

4.2 NUJNE UREDITVE, STROŠKI IN PREDLAGANE REŠITVE ... 84

4.2.1 Nujne ureditve ... 84
4.2.2 Dograditev levega krila pri pregradi na km 3,10 ... 86
4.2.3 Izgradnja desnoobrežnega zavarovanja dolvodno od pregrade na km 0,85 ... 86

5 ZAKLJUČEK ... 88

5.1 PRIMERJAVA HUDOURNIKOV OZ. NJUNIH UREDITEV ... 88

5.2 »ČRNI SCENARIJ« ... 89

6 LITERATURA ... 90

ZAHVALA

PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Kategorije hudournikov 5
Preglednica 2: Geometrijski podatki za hudournik Trebiža 40
Preglednica 3: Geometrijski podatki za hudournik Suhelj 45
Preglednica 4: Podatki za določitev koeficientov C_k in m v Iskovsky-jevi enačbi 49
Preglednica 5: Nujne ureditve in njihovi predvideni stroški 85

KAZALO SLIK

Slika 1: Kriteriji za določitev razredov ogroženosti 11
Slika 2: Povprečna letna vsota korigiranih padavin za obdobje 1971–2000 12
Slika 3: Prag s stopnjo 25
Slika 4: Prag brez stopnje 26
Slika 5: Visoka režasta zaplavna pregrada v Avstriji 26
Slika 6: Drča iz kamna v suho 27
Slika 7: Živo vrbovo protje 28
Slika 8: Fašine in tonjača 29
Slika 9: Stena iz fašin 30
Slika 10: Poplet 31
Slika 11: Enostavna enostenska kašta 31
Slika 12: Dvostenska kašta s kamnitimi temelji 32
Slika 13: Makrolokacija hudournikov Trebiža in Suhelj 37
Slika 14: Količina 30-minutnih padavin v mm, izmerjena 31. avgusta 2003 na avtomatski postaji Rateče 39
Slika 15: Pogled na izlivni del Trebiže ob visokih vodah 15. novembra 2000 41
Slika 16: Vzdolžni profil hudournika Trebiža 43
Slika 17: Prečni profil struge Trebiže v spodnjem delu (P1) 44
Slika 18: Prečni profil struge Trebiže v srednjem delu (P2) 44
Slika 19: Vzdolžni profil hudournika Suhelj 47
Slika 20: Prečni profil struge Suhlja v spodnjem delu (P1) 47
Slika 21: Prečni profil struge Suhlja v zgornjem delu pod gozdno cesto (P2) 48
Slika 22: Prečni profil struge Suhlja v zgornjem delu, tik pod erozijskim žariščem (P3) .. 48
Slika 23: Vodozbirno območje Suhlja z označenimi delnimi površinami in pretoki 50
Slika 24: Struga v spodnjem delu 56
Slika 25: Kineta dolvodno od mostu 56
Slika 26: Kineta pri apartmajih 56
Slika 27: Uvajalni prag v kineto 56
Slika 28: Ustalitveni prag na km 1,35 57
Slika 29: Ustalitveni prag na km 1,38 57
Slika 30: Ustalitveni prag na km 1,40 58
Slika 31: Ustalitveni prag na km 1,45 58
Slika 32: Ustalitveni prag na km 1,49 59
Slika 33: Levoobrežni zid dolvodno od praga na km 1,49 59
Slika 34: Zaplavna pregrada na km 1,50 60
Slika 35: Druga zaplavna pregrada gorvodno od pregrade na km 1,50 60

Slika 36: Deloma izpraznjen zaplavek nad zaplavnima pregradama ... 60
Slika 37: Ustalitveni prag iz lesenih kašt na km 1,60 ... 61
Slika 38: Razpadajoči ustalitveni pragovi na levem pritoku na km 1,65 ... 61
Slika 39: Kineta nad ustalitvenimi pragovi ... 61
Slika 40: Zajetje na km 1,85 ... 62
Slika 41: Zaplavna pregrada na km 1,98 ... 62
Slika 42: Zaplavna pregrada na km 2,05 ... 63
Slika 43: Zasut manjši ustalitveni prag ... 63
Slika 44: Zaplavna pregrada na km 2,12 ... 64
Slika 45: Kineta v spodnjem delu pred izlivom ... 67
Slika 46: Uvajalna pregrada ... 67
Slika 47: Ustalitveni prag na km 0,21 ... 67
Slika 48: Ustalitveni prag na km 0,24 ... 68
Slika 49: Ustalitveni prag na km 0,29 ... 68
Slika 50: Ustalitveni prag na km 0,33 ... 69
Slika 51: Ustalitveni prag na km 0,38 ... 69
Slika 52: Ustalitveni prag na km 0,42 ... 70
Slika 53: Ustalitveni prag na km 0,45 ... 70
Slika 54: Ustalitveni prag na km 0,48, nad njim nadvišanje z lesenim tramom ... 71
Slika 55: Ustalitveni prag na km 0,57, v podslapju kup vej ... 71
Slika 56: Ustalitveni prag na km 0,60, nad njim prenizek mostiček ... 72
Slika 57: Ustalitveni prag na km 0,65 ... 72
Slika 58: Ustalitvena pregrada na km 0,67, nad njo prenizek mostiček ... 73
Slika 59: Zaplavna pregrada na km 0,85 z mostičkom, ki ovira pretok ... 74
Slika 60: Spodkopana desna brežina, po kateri teče dovodna cev za MHE ... 74
Slika 61: Izpraznjen zaplavek nad pregrado ... 74
Slika 62: Zaplavna pregrada na km 0,95 ... 75
Slika 63: Zaplavna pregrada z vidno razpoko ... 75
Slika 64: Zapolnjen in močno zaraščen zaplavek ... 75
Slika 65: Zaplavna pregrada na km 1,25 ... 76
Slika 66: Premostitev gozdne ceste ... 76
Slika 67: Popolnoma zapolnjena grabljasta zaplavna pregrada ... 77
Slika 68: Spodkopan predprag grabljaste pregrade ... 77
Slika 69: Sanacija leve brežine z lesenimi kaštami ... 77
Slika 70: Močno poškodovana zaplavna pregrada iz armiranobetonskih kašt na km 2,84 ... 78
Slika 71: Zaplavna pregrada na km 2,85 ... 78
Slika 72: Zaplavna pregrada na km 2,90 ... 79
Slika 73: Zaplavna pregrada na km 3,00 in zasut prehod gozdne ceste ... 79
Slika 74: Odnešeno krilo zaplavne pregrade na km 3,10 ... 80
Slika 75: Pogled na odnešeno krilo z zgornje strani ... 80
Slika 76: Stare in močno poškodovane zaplavno-ustalitvene pregrade iz lesenih kašt nad km 3,10 ... 81
Slika 77: Poškodovana pregrada od blizu ... 81

KAZALO PRILOG

PRILOGA A: TREBIŽA – MAKROLOKACIJA HUDOURNIKA

PRILOGA B: TREBIŽA – PREGLEDNA KARTA

PRILOGA C: SUHELJ – MAKROLOKACIJA HUDOURNIKA

PRILOGA D: SUHELJ – PREGLEDNA KARTA

PRILOGA E: USTALITVENA PREGRADA NA KM 3,10

PRILOGA F: DESNOOBREŽNO ZAVAROVANJE DOLVODNO OD PREGRADE NA KM 0,85

1 UVOD

1.1 PRESOJA UREJENOSTI HUDOURNIŠKEGA OBMOČJA

Presoja urejenosti hudourniškega območja pomeni kritičen pogled na stanje, ki v tem trenutku vlada na območju. Poznamo nešteto različnih stanj urejenosti, ki so močno odvisna od energije, ki jo vložimo v urejanje. Segajo od stanja popolne neurejenosti, v katerega nismo vložili nobene energije, do optimalnega stanja urejenosti, ki je labilno in v primerjavi z ostalimi stanji zahteva največ vložene energije.

1.1.1 Načela pri urejanju hudournikov

Za zadnja leta je značilno pogosto, mnogokrat tudi nedomišljeno poseganje v prostor. Naravno ravnovesje v kulturni krajini je vedno pogosteje ogroženo, še zlasti v hribovitih predelih, saj urbanizacija, sodobno kmetijstvo, turizem in druge dejavnosti vse bolj nedomišljeno posegajo v te, nekoč dokaj odmaknjene, predele. Porušeno ravnovesje v svetu, potencialno ogroženem od erozije, pa nujno zahteva protierozijsko ukrepanje za preprečevanje prevelikih škod, vendar mora biti tudi to ukrepanje čim bolj sonaravno, okolju prilagojeno. Pod sonaravnostjo protierozijskega ukrepanja razumemo tako vizualni (estetski) kot funkcionalni vidik, saj se stalno prepletata. Vizualni vidik (vklapljanje v prostor, primernost izbire materialov, oblikovanje različnih zavarovanj …) je povezan s funkcionalnim in mu hkrati tudi podrejen. Cilj funkcionalne sonaravnosti je táko načrtovanje in izvajanje protierozijskih ukrepov, da v ekosistemsko samoregulacijo posegamo le v nujnih primerih in to tako, da dolgoročno čim bolj ohranimo naravne značilnosti obravnavanega območja.

Bistvo urejanja hudourniških območij je v pravilnem ukrepanju in preventivnem urejanju v območju poznanih ali potencialnih erozijskih žarišč hudournikov, katerih bistvena lastnost so pogosti obsežni transporti hidrološko neprebranih plavin. Taka žarišča se v naših razmerah pojavljajo predvsem v zgornjih in deloma tudi v zgornjih delih srednjih tekov hudournikov (Horvat, 1993).

Analiza naravnih danosti in presoja vplivov različnih posegov v okolju na razvoj erozijskih procesov morata biti osnova premišljenega gospodarjenja s prostorom. Zato je pomembno, da pri načrtovanju, posebej v hribovitem prostoru, vanj vključimo tudi protierozijsko razmišljanje in delovanje. Kulturna krajina, ki jo je človek ustvaril, zahteva stalno vzdrževanje in obnavljanje. Z vidika protierozijskega ukrepanja to pomeni serijo drobnih, v prostoru razpršenih, mozaično razporejenih vzdrževalnih ukrepov, s katerimi ohranjamo ravnovesje med erozijsko stabilnostnimi in rušilnimi dejavniki v prostoru oziroma vzdržujemo dosedanje protierozijske ukrepe.

Celovit pristop urejanja erozijskih območij temelji na preventivnem ukrepanju. Saniranje in restavriranje narušenih predelov na z erozijskimi pojavi in procesi prizadetih območjih pa je zgolj posledično, ob pojavih, ki presegajo obremenitve, upoštevane pri preventivnem ukrepanju.

Pri urejanju hudournikov in erozijskih območij uporabljamo več vrst ukrepov: gozdno-kulturne, tehnične, biotehnične, agrotehnične in pravno-družbene. Če želimo v teh območjih gospodariti na naravi čim bolj prilagojen način, moramo ukrepe načrtovati celovito, jih postopno izvajati, spremljati njihove učinke ter jih po potrebi dopolnjevati.

Kompleksno urejanje hudournikov pa poleg vseh prej omenjenih ukrepov zahteva tudi stalna ustrezna finančna sredstva, kar pa v Sloveniji še zdaleč ni izpolnjeno. Po podatkih iz leta 1995 je bilo za celotno vodnogospodarsko dejavnost namenjenega skromnega 0,09 % bruto družbenega proizvoda, medtem ko se ta odstotek v primerljivih evropskih državah giblje med 1,0 in 1,5 % (Horvat, 1995).

1.1.2 Določanje urejenosti s pomočjo GIS

Geografski informacijski sistem (kratica GIS, angl. geographic(al) information system, geospatial information system) je sistem za zajemanje, shranjevanje, analizo in upravljanje s prostorskimi podatki in njihovimi lastnostmi (Geographic …, 2008). GIS je sestavljen sistem, ki povezuje prostorske, organizacijsko-sociološke ter tehnološke komponente v prepleteno soodvisno celoto. Sestavljajo ga štiri glavne, tesno povezane komponente:

programska oprema, strojna oprema, prostorski podatki in uporabnik, ki poveže niti vseh komponent v funkcionalen sistem. Končni rezultat so nove, z GIS pristopom pridobljene informacije o opazovanem problemu. S pomočjo GIS lahko torej enostavno in poceni izdelamo različne vrste kart, ki imajo veliko prednost pred klasičnimi analognimi kartami tudi v tem, da se jih da zelo hitro posodobiti in nadgraditi. S tem se zagotavlja ažurna in kvalitetna predstavitev podatkov (Klaneček, 2008).

1.1.3 Presoja vplivov na okolje

V postopku presoje vplivov na okolje se ugotovi, opiše in oceni dolgoročne, kratkoročne, posredne ali neposredne vplive nameravanega posega na človeka, tla, vodo, zrak, biotsko raznovrstnost in naravne vrednote, podnebje in krajino, pa tudi na človekovo nepremično premoženje in kulturno dediščino ter njihova medsebojna razmerja. Vlada predpiše vrste posegov, za katere je treba izvesti presojo vplivov na okolje na podlagi njihovih značilnosti, lokacije in možnih vplivov na okolje (Zakon o varstvu okolja, 2006: 51. člen).

1.1.4 Življenjski ciklus objektov, naprav in ureditev

Življenjski cikel objektov in naprav delimo na faze načrtovanja, gradnje, obratovanja ter razgradnjo oz. nadomestno gradnjo. Prva faza v življenjskem ciklu je načrtovanje, ki pomeni izdelovanje projektne in tehnične dokumentacije in z njo povezane raziskave, meritve, tehnično svetovanje, študije ipd. Glede na vrsto načrtov, ki sestavljajo takšno dokumentacijo, se ta dejavnost deli na arhitekturno in krajinsko-arhitekturno projektiranje, gradbeno projektiranje in drugo projektiranje.

Načrtovanje

Projektno dokumentacijo lahko izdelujejo le osebe, ki so strokovno usposobljene, imajo opravljen strokovni izpit za projektiranje in so člani Inženirske zbornice Slovenije oziroma Zbornice za arhitekturo in prostor Slovenije. Projektant je oseba, ki je usposobljena in pooblaščena za izdelavo projektne dokumentacije. Osnovni dokument za pripravo projektne dokumentacije je projektna naloga, ki je urejen zbir tekstualnega in slikovnega

gradiva in drugih potrebnih besedil v obliki usmeritev, kako naj projektant izdela projektno dokumentacijo.

Gradnja

Naslednja faza v življenjskem ciklu objektov in naprav, ki sledi projektiranju, je gradnja. Gradnja novega objekta je izvedba del, s katerimi se zgradi nov objekt oziroma se objekt dozida ali nadzida in zaradi katerih se bistveno spremeni njegov zunanji videz. Gradnja novega objekta se v skladu z Zakonom o graditvi objektov lahko začne na podlagi pravnomočnega gradbenega dovoljenja.

Gradnja se deli na naslednje štiri faze:

- pridobitev gradbenega dovoljenja,
- zakoličenje objekta,
- izvajanje del,
- gradbeni nadzor.

Obratovanje

Ko je objekt zgrajen, lahko začne z obratovanjem. Preden pa začne objekt služiti svojemu namenu, je treba pridobiti še uporabno dovoljenje. V celotnem času obratovanja objekta oz. njegovega obstoja je zahtevana hramba projektne in tehnične dokumentacije.

Razgradnja in nadomestna gradnja

Odstranitev objekta je izvedba del, s katerimi se objekt odstrani, poruši ali razgradi ter se vzpostavi prejšnje stanje. Nadomestna gradnja pa je izvedba del, ko se na mestu poprej odstranjenega objekta ali v njegovi neposredni bližini, vendar znotraj gradbene parcele, zgradi nov objekt, s katerim se bistveno ne spremeni namembnost, zunanjost, velikost, niti vplivi na okolje dosedanjega objekta, ki se ga pred začetkom uporabe nadomestnega objekta odstrani. Nadomestna gradnja in odstranitev objekta se lahko začneta na podlagi pravnomočnega gradbenega dovoljenja.

Vodnogospodarski objekti, naprave in ureditve se le redko razgradijo, pogosto pa jih porušijo naravne sile in je nadomestna gradnja, zaradi njihove funkcije v javnem interesu, nujna. Problemi pa so v njihovem prepoznavanju v prostoru zaradi slabih evidenc obstoječe vodnogospodarske infrastrukture, ki pa se bo v prihodnjih letih za potrebe Zbirnega katastra GJI v največji možni meri evidentirala (Klaneček, 2008).

1.2 SPLOŠNO O HUDOURNIŠKIH OBMOČJIH

Hudourniška erozija je, v primerjavi z rečno erozijo, precej bolj intenziven proces, glavni razlog je večji vpliv težnosti. Pomemben dejavnik, ki vpliva na intenzivnost erozijskih procesov, je tudi stabilnost pobočij, ki jih hudournik spodkopava ali ki sama plazijo v hudournik. Izbruhi hudournikov so povezani s kratkotrajnimi, a intenzivnimi padavinami, ki povzročijo intenzivne erozijske procese v hudournikih in njihovem erozijskem zaledju. Ponavadi taki izbruhi nastopijo nenadno in tudi njihovo trajanje je omejeno na krajši čas, od nekaj ur do nekaj deset ur (Brilly, 1999).

Glede na velikost prispevnega območja hudournika in njegovo erozijsko ogroženost, delimo hudourniška območja v štiri kategorije. Delimo jih glede na vrednost »K/FY«, ki pomeni zmnožek med površino prispevnega območja (F_w v km^2) in razmerjem med povprečnim specifičnim sproščanjem zemljin v obravnavanem območju (M_w v m^3/km^2) in povprečnim specifičnim sproščanjem zemljin v hudourniških območjih Slovenije (500 m^3/km^2/leto) (Horvat, 1995).

Preglednica 1: Kategorije hudournikov (Horvat, 1995: 130)

KATEGORIJA	K/FY	PRIMER
zlivnica	1	Pri Kobilici
hudournik	1–10	Krvavec
hudourniški potok	10–20	Bistričica
hudourniška reka	> 20	Kamniška Bistrica

Vrednost K/FY lahko torej zapišemo z enačbo: $\mathbf{K/FY = F_w \cdot (M_w / 500).}$

Ocenjujem, da hudournika Trebiža in Suhelj, ki sta podrobneje obravnavana v tem diplomskem delu, spadata v drugo kategorijo, torej kategorijo »hudournik«.

1.2.1 Hudourniki v Sloveniji

Hudournik je hribovski vodotok z erodibilnim zlivnim območjem ali (in) erodibilno strugo, z razmeroma velikimi padci in velikim razmerjem med pretoki visokih in nizkih voda. Zanj so značilni tudi masovni transporti hidrološko neprebranih plavin (Pintar, 1983, cit. po Horvat, 1993).

V Sloveniji plazenje in erozija tal potekata na kar 43 % ozemlja (približno 8800 km^2). To površino prepreda okoli 8000 km hudournikov, ki odvodnjavajo skoraj 400 hudourniških območij (Mikoš, 1995; Repe, 2002, cit. po Mikoš, 2007). Iz teh območij se zaradi prehitrega odtoka in erodibilnih hribin letno sprošča več kot pet milijonov m^3 materiala, ki zasipava doline in korita vodotokov (Vodnogospodarske osnove Slovenije, 1978).

V Sloveniji delimo hudournike na hudournike visokogorja ter hudournike sredogorja in gričevja. Med seboj se razlikujejo predvsem po orografskih značilnostih. Hudourniki sredogorja in gričevja imajo strmi padec nivelete le v najbolj zgornjih delih svojega teka, v spodnjih delih pa imajo običajno dokaj majhen podolžni padec. Njihova značilnost, ki se pri visokogorskih hudournikih običajno ne pojavlja, je relativno stalen in večji pretok vode. Hudourniki visokogorja pa imajo običajno večje padce nivelete v zgornjih in tudi v svojih srednjih tekih, vendar se ponavadi ne nahajajo v gospodarsko pomembnejšem in gosteje poseljenem prostoru, tako kot hudourniki sredogorja in gričevja, zato je tudi škoda, ki jo povzročijo hudourniki visokogorja, manjša. Hkrati razlikujemo hudournike tudi glede na poreklo erozijskega drobirja, ki ga odplavljajo iz višinskih predelov v nižine. Tako ločimo spiravce, ki plavijo pretežno preperine ter podrivače, kjer plavine nastanejo zaradi erozijskega delovanja hudournika (kopanje lastnega dna, rušenje bregov in pobočij) (Horvat, 1994).

Geološka zgradba Slovenije je, kljub njeni razmeroma majhni površini, presenetljivo pestra. Na njenem območju se stikajo štiri velike geotektonske enote: Alpe, Dinaridi,

Panonski masiv in Jadranska depresija, ki se tako po svojem kamninskem sestavu in strukturnih elementih, kakor tudi po hidrogeoloških značilnostih med seboj močno razlikujejo (Vodnogospodarske osnove Slovenije, 1978).

1.2.2 Določanje nevarnosti, ranljivosti in ogroženosti ter tveganja

Naj najprej na kratko definiramo vse štiri pojme – nevarnost, ranljivost, ogroženost in tveganje:

- **nevarnost** (nem.: Gefahren, ang.: hazard) pomeni stanje, nastalo zaradi naravnih pogojev (meteoroloških, hidroloških, geoloških ...), ob katerih z določeno verjetnostjo lahko nastane nek pojav, npr. hudourniška erozija, ki je vir nevarnosti za človeka, objekte ali dejavnosti;
- **ranljivost** pomeni občutljivost oz. škodni potencial, ki nastane ob pojavu nevarnosti. Lahko se določi kot cena oz. stroški škode za človekove dejavnosti, pri čemer je te stroške velikokrat nemogoče neposredno določiti, posebej, kadar gre za človeško življenje;
- **ogroženost** določimo na podlagi skupne analize nevarnosti in ranljivosti. V primeru, če nevarno območje ni tudi ranljivo, tako območje ne more biti določeno kot ogroženo. Z enostavnim prekrivanjem kartografskih prikazov območij različnih stopenj nevarnosti in območij ranljivosti je mogoče določiti neogrožena območja. Težko pa opredelimo enotne stopnje ogroženosti znotraj ogroženih območij, saj ta postopek zahteva subjektivno presojo;
- **tveganje** (ang.: risk) je mera za oceno posledic, nastalih zaradi vstopanja na ogroženo območje. Deli se na (z ukrepi) prevzeto tveganje in na preostalo tveganje.

Tudi Zakon o vodah (Zakon o vodah, 2002: 83. člen) govori o ogroženih območjih, in sicer, da se zaradi zagotavljanja varstva pred škodljivim delovanjem voda določi območje, ki je ogroženo zaradi poplav, erozije celinskih voda in morja, zemeljskih ali hribinskih plazov ali snežnih plazov. Območje določi vlada glede na možnosti škodljivega delovanja voda, števila potencialno ogroženih prebivalcev in velikosti možne škode na objektih,

zemljiščih in premoženju. Zemljišče na ogroženem območju se lahko razvrsti v razrede glede na stopnjo ogroženosti.

Za določanje erozijsko ogroženih območij v Sloveniji bi bili primerni dve vrsti dokumentov:

- grobi (pregledni) in podrobnejši Opozorilni načrti o erozijski ogroženosti in
- Načrti erozijsko ogroženih območij.

Opozorilni načrti o erozijski ogroženosti so lahko hitro na razpolago za gospodarjenje s prostorom, vendar pa so manj natančni in podajajo samo grobe usmeritve glede varstva pred erozijskimi pojavi. Osnovni namen grobih opozorilnih načrtov je dobiti hiter pregled stanja erozijske ogroženosti na posameznih območjih, kar omogoča izdelavo načrtovalnih smernic. Z njim dobimo pregled vrst, okvirno pa tudi potencialnih stopenj nevarnosti zaradi erozijskih pojavov. Osnovni podlagi za izdelavo grobega opozorilnega načrta sta karta erozijskih žarišč in erodiranosti območij ter karta stabilnosti območij in plazov, ki sta v merilu 1 : 250.000. Vsebine grobih opozorilnih načrtov po posameznih vrstah erozije se združijo v celovit grob opozorilni načrt o erozijski ogroženosti posameznega območja. Oblikujeta se dve vrsti opozorilnih območij varovanja:

- **opozorilna območja strogega varovanja:** so območja s hujšim erozijskim delovanjem hudournikov (poplavljanje, zajedanje, naplavljanje ...), kar pomeni vsa žarišča globinske in bočne erozije, območja hudourniških vršajev in naplavišča, izpostavljena dinamičnim spremembam, območja aktivnih zemeljskih plazov, nestabilna območja; lokacije z aktivnimi porušitvenimi procesi, območja hribinskih in kamninskih podorov; območja plaznic snežnih plazov in pogojno stabilne snežne odeje;
- **opozorilna območja izvajanja zaščitnih ukrepov:** ta območja se delijo še na območja z zahtevnejšimi zaščitnimi ukrepi in območja z običajnimi zaščitnimi ukrepi. To so vsa ostala erozijsko ogrožena območja z različnimi kategorijami erodibilnosti, pogojno stabilna območja, območja s potencialnimi porušitvenimi procesi, območja s potencialno nevarnostjo plazenja snega.

Za nekatere predele Slovenije je mogoče sorazmerno hitro izdelati tudi podrobne opozorilne načrte o erozijski ogroženosti. Za to potrebujemo meteorološke in hidrološke podatke, geološke, fitocenološke, pedološke karte, karte rabe tal in zlasti karte nagibov površin. Prav nagibi površin so bili že uporabljeni kot najpomembnejši naravni dejavnik pri konkretnem določanju erozijsko ogroženih območij. Podrobne opozorilne načrte delimo na opozorilne načrte ogroženosti s hudourniško, plazno, porušitveno in snežno erozijo.

Za potrebe Prostorskega plana RS naj bi se izdelal grob opozorilni načrt o erozijski ogroženosti, ki naj bi se nadgradil s posameznimi podrobnimi opozorilnimi načrti. S tem bi dobili celovit pregled erozijske ogroženosti na ravni države. Zaenkrat je bil tak pristop uresničen le za določevanje ogroženosti pred snežno erozijo (Študija »Ogroženost Slovenije s snežnimi plazovi«).

Načrti erozijsko ogroženih območij pa naj bi podajali podrobne prikaze ogroženosti in točnejše coniranje stopenj ogroženosti, in sicer ločimo dve kategoriji:

- **Območja močne intenzitete erozijskih pojavov (rdeča območja):** sem uvrščamo površine, kjer lahko ob izbruhih hudournih voda in različnih vrst erozije računamo z možnostjo spodkopavanja temeljev objektov, njih poškodovanjem in celo uničenjem. Smrtne žrtve v teh objektih so možne. V teh območjih zato ni dovoljeno graditi ali razširjati nobenih objektov in naprav, v katerih bi se zadrževali ljudje ali živali.
- **Območja srednje in slabe intenzitete erozijskih pojavov (rumena območja):** sem so uvrščene površine, kjer lahko pride zaradi različnih vrst erozije in hudourniških izbruhov do poškodb objektov, njihova porušitev, kakor tudi smrtne žrtve v teh objektih, pa so izključene. Gradnja v teh območjih je ob upoštevanju primernih protierozijskih ukrepov možna, ni pa dovoljena za posebno občutljive objekte.

Glede na naslov tega diplomskega dela se bomo podrobneje posvetili samo načrtom ogroženosti s hudourniško erozijo, saj je hudourniška erozija tudi najpomembnejša erozijska oblika ogrožanja slovenskega prostora. Tako v rdeča območja uvrščamo:

- ogrožena območja, kjer največja določena višina vode ob možni preplavitvi presega 1,5 m ali pa je produkt med hitrostjo vode in njeno globino večji od 1,5 m^2/s,
- površine, kjer lahko pričakujemo, da bo globina zajedanja v horizontalni in vertikalni smeri večja od 1,5 m,
- površine, kjer lahko pride pri nevezanem prenosu plavin do njihovega odlaganja v višino več kot 1,0 m in hitrosti višji od 1,0 m/s,
- območja toka in odlaganja čezmerno zgoščenih tokov plavin s pričakovanim tlakom P večjim od 30 kN/m^2,
- območja toka in odlaganja hudourniških lav.

V območja srednje in slabe intenzitete pojava (rumena območja) pa uvrščamo:

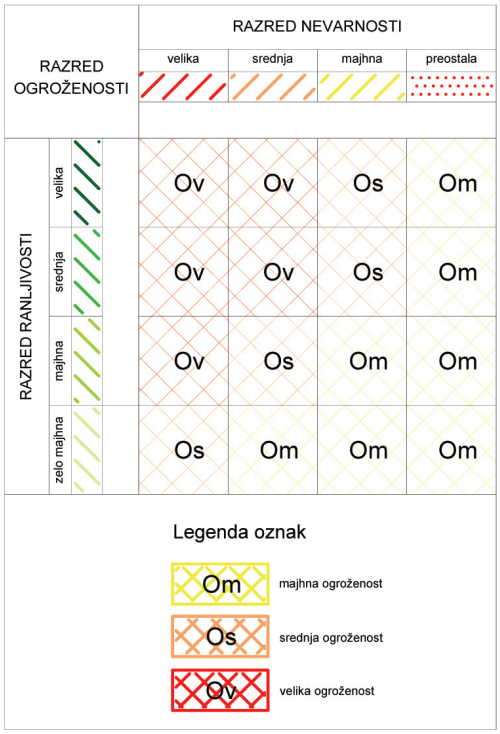
- območja, ogrožena s poplavljanjem,
- površine, kjer lahko pričakujemo, da bo globina zajedanja v horizontalni in vertikalni smeri med 0,5 in 1,5 m,
- površine, kjer je višina (h) odlaganja nevezanih plavin do 1,0 m nad terenom,
- območja toka in odlaganja čezmerno zgoščenih tokov plavin s tlakom P med 3 in 30 kN/m^2 (Horvat, 2001).

Temelj za določanje ogroženosti zaradi prostorsko opredeljenih naravnih pojavov so karte nevarnosti, na katerih so ti pojavi prikazani. Pri sodobnem kartiranju pojavov pa ni dovolj le prikazovanje obsega pojava, pač pa je treba podrobno opredeliti tudi nevarnost pojava. Pri tem si pomagamo z izkušnjami, pridobljenimi pri pojavih, ki so se zgodili v preteklosti (Brilly, 1999).

Po »Pravilniku o metodologiji za določanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja, ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti« določimo stopnje oz. razrede ogroženosti s pomočjo matrike glede na razred ranljivosti in razred nevarnosti (Pravilnik o metodologiji …, 2007).

Omenjeni pravilnik je pomemben pripomoček za določanje razredov ogroženosti območij in podlaga za izdelavo načrtov oz. projektov ureditve teh območij. Zaradi zahtevnosti

pridobivanja podatkov pa se s konkretnimi načrti ogroženosti za obravnavani hudourniški območji ne bomo ukvarjali.



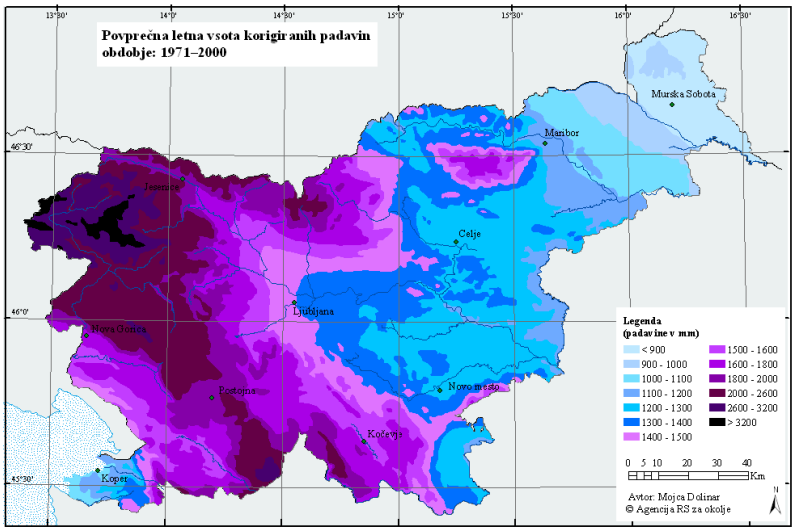
Slika 1: Kriteriji za določitev razredov ogroženosti
(Pravilnik o metodologiji …, 2007: 8385)

1.3 SPLOŠNO O ZNAČILNOSTIH SLOVENIJE IN ALPSKEGA PROSTORA

1.3.1 Podnebje v Sloveniji

Najpomembnejši dejavniki, ki določajo podnebje v Sloveniji, so njena geografska lega, razgiban relief, usmerjenost gorskih grebenov in bližina morja. Posledica je zelo raznoliko podnebje. Tako imamo tri prevladujoče tipe podnebja, na posameznih območjih pa se njihovi vplivi prepletajo: v vzhodni Sloveniji imamo zmerno celinsko podnebje, v osrednji Sloveniji subalpsko (v gorskem svetu alpsko) in zahodno od Dinarsko-Alpske pregrade submediteransko podnebje. Podnebna raznolikost Slovenije se kaže v razlikah med vrednostmi podnebnih spremenljivk ter v njihovi dnevni, sezonski in večletni spremenljivosti.

Na hudourniško dejavnost najmočneje vplivajo padavine, predvsem nenadne in intenzivne. Prostorska porazdelitev padavin v Sloveniji je močno povezana z njenim razgibanim reliefom. Količina padavin se povečuje, ko gremo od morja proti notranjosti Slovenije in doseže maksimum na Dinarsko-Alpski pregradi. Nekoliko manjši, vendar kljub temu opazen maksimum padavin, se pojavlja v Kamniško-Savinjskih Alpah. Maksimum letnih padavin v Sloveniji je v Julijcih, kjer pade letno nad 3200 mm padavin. To območje spada tudi med najbolj namočene v Alpah in Evropi. Vzrok je velika orografska pregrada, ob kateri se vlažen zrak dviga in ohlaja, posledica pa so izdatne padavine. Za Dinarsko pregrado proti severovzhodu se z oddaljenostjo od morja in orografske pregrade količina padavin zelo hitro zmanjšuje. Na skrajnem severovzhodu države (Prekmurje), kjer se že čuti močan vpliv celinskega podnebja, letna količina padavin ne preseže 900 mm. Ob obali se letna količina padavin giblje med 1100 in 1200 mm (Podnebne razmere …, 2006).



Slika 2: Povprečna letna vsota korigiranih padavin za obdobje 1971–2000 (Povprečna letna …, 2000)

1.3.2 Vodne značilnosti Slovenije

Prav tako kot padavinski režim, ki smo ga spoznali v prejšnjem poglavju, je tudi površinska razčlenjenost in razvejanost vodotokov v Sloveniji zelo pestra. Gostota vodne mreže tako znaša skoraj 0,4 km/km^2, skupna dolžina vseh vodotokov pa okoli 7400 km, pri

čemer izraziti izvirni odseki dolin in številne manjše hudourniške grape, večinoma krajše od treh kilometrov, sploh niso upoštevani.

Splošna značilnost glavnih rek v Sloveniji – Drave, Mure, Save in Soče – je dokaj podobna. Vse imajo povirja v alpskem svetu, nato pa skozi predgorja in gričevnat svet prehajajo v bolj ravninski svet (Vodnogospodarske osnove Slovenije, 1978).

V nadaljevanju si bomo podrobneje pogledali vodno območje reke Save, v katerega spadata tudi hudournika, ki ju bomo podrobneje obravnavali v tem diplomskem delu.

Reka Sava je osrednji odvodnik v Sloveniji, ki na dolžini nekaj več kot 220 km odvaja vodo s približno polovice slovenskega območja. Vzdolž svojega toka prečka geološko, orografsko in klimatsko zelo razgibano območje (Površinski vodotoki …, 1998), ki se giblje vse od nadmorske višine 2864 m, kolikor meri Triglav, do 133 m ob prehodu državne meje pri Jesenicah na Dolenjskem (Vodnogospodarske osnove Slovenije, 1978). Geološko gledano je za nas zanimivo t. i. alpsko območje Save, ki obsega Julijske in Savinjske Alpe ter Karavanke, ki so v glavnem grajene iz prepustnih karbonatnih kamnin. Na visokih planotah je to območje močno zakraselo, zaradi česar večji del padavinske vode ponikne v notranjost. Ob vznožju globoko vrezanih alpskih dolin pa se podzemna voda pojavi v izvirih ob stiku z neprepustnimi kamninami (Površinski vodotoki …, 1998). Severozahodni del Save ima zato zaradi teh razlogov hudourniški značaj, ki pa se že v njenem srednjem toku precej zmanjša (Vodnogospodarske osnove Slovenije, 1978).

1.3.3 Hudourništvo v Sloveniji

Začetki organizirane hudourniške dejavnosti v Sloveniji segajo v davno leto 1884, ko je takratno cesarsko-kraljevo Ministrstvo za poljedelstvo izdalo Odlok o ustanovitvi Gozdarsko-tehničnega oddelka za urejanje hudournikov. Oddelek je imel dve sekciji in pod južno, s sedežem v Beljaku, je spadal tudi večji del današnjega ozemlja Slovenije.

Leta 1914 smo v Ljubljani dobili svoj odsek za urejanje hudournikov, imenovan »Gozdarsko-tehniški odsek za zagradbo hudournikov«, ki je bil še vedno podrejen cesarsko-kraljevemu Ministrstvu za poljedelstvo na Dunaju.

V času Kraljevine SHS je bilo ustanovljeno ministrstvo za gozdarstvo in rudarstvo, ki je vsebovalo tudi oddelek za urejanje hudournikov. V tem obdobju je bil sprejet tudi prvi pravi zakon o urejanju hudournikov.

Podjetje za urejanje hudournikov (PUH) je bilo ustanovljeno leta 1950 in je prevzelo vse posle, ki jih je od druge svetovne vojne naprej izvajal Odsek za urejanje hudournikov (Jesenovec, 1995). PUH je tako edino tovrstno podjetje v Sloveniji, ki je usposobljeno za celovito načrtovanje in izvedbo najzahtevnejših del na področju hudourniške dejavnosti.

2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

2.1 PRAVNI, EKONOMSKI IN TEHNIČNI VIDIKI UREJANJA

Presoja urejenosti, tj. ocena, koliko smo oddaljeni od ciljnega stanja, bo pojasnjena s treh vidikov.

2.1.1 Pravni vidiki

Prvi zakon, ki obravnava urejanje hudournikov, je bil sprejet že leta 1884. V 26. členih zelo podrobno opredeljuje ravnanje pri urejanju in vzdrževanju gorskih voda.

Prvi pravi samostojni Zakon o urejanju hudournikov pa je bil sprejet leta 1930 v Beogradu, v njem pa je zelo natančno opredeljen pojem hudournika, drugi zakoni, na katerih temelji izvedba tega zakona, izvajalci urejevalnih del, vrste del in ukrepov na hudournikih, razmerje med izvajalci in lastniki ali uporabniki zemljišč, odškodnine, razlastitve in pomožni objekti ob hudournikih. Natančno je opisana tudi priprava generalnega in podrobnega projekta ter pristojnosti bana ali ministrstva za gozdove in rudnike (Jesenovec, 1995).

Danes imamo v Sloveniji kar nekaj zakonov, ki obravnavajo ali vsaj omenjajo hudourniško problematiko ter postavljajo predpise, ki jih je treba spoštovati. Žal pa je med njimi tudi nekaj nejasnih ali celo protislovnih in bi jih bilo treba natančneje definirati. Oglejmo si nekaj osnovnih določil v predpisih:

Zakon o gozdovih:

- Na obravnavanem območju so pretežno gospodarski gozdovi, pomemben pa je tudi delež gozdov, ki opravljajo varovalno in zaščitno funkcijo, saj so tla na strmih pobočjih zelo erodibilna. Varovanje teh gozdov je izredno pomembno, saj s tem varujemo tudi nižjeležeča naselja in ljudi, ki tam živijo. Varovanje gozdov je omenjeno v 1. odstavku 1. člena, kjer piše, da ta zakon ureja varstvo, gojenje, izkoriščanje in rabo gozdov ter razpolaganje z gozdovi kot naravnim bogastvom s

ciljem, da se zagotovijo sonaravno ter večnamensko gospodarjenje v skladu z načeli varstva okolja in naravnih vrednot, trajno in optimalno delovanje gozdov kot ekosistema ter uresničevanje njihovih funkcij (Zakon o gozdovih, 1993: 1. člen).

- V 37. členu je določena gradnja, vzdrževanje in uporaba gozdnih prometnic, pri kateri moramo paziti na varovanje vodnih virov, preprečiti erozijo ... (Zakon o gozdovih, 1993: 37. člen).
- 43. člen določa pogoje za določitev varovalnih gozdov (Zakon o gozdovih, 1993: 43. člen).
- 2. odstavek 44. člena določa gozdove s posebnim namenom (Zakon o gozdovih, 1993: 37. člen). Taki gozdovi so tudi na območjih obeh proučevanih hudournikov, predvsem so to območja s poudarjeno biotopsko funkcijo.

Zakon o vodah:

- Ureja upravljanje z vsemi celinskimi in podzemnimi vodami, morjem ter tudi vodnimi in priobalnimi zemljišči (Zakon o vodah, 2002: 1. člen). Sem torej spadajo tudi hudourniki. Območji Trebiže in Suhlja sta pomembni tudi z vidika pitne vode, saj vključujeta nekaj vodnih zajetij.
- V 2. členu so opredeljeni cilji zakona, med drugim doseganje dobrega stanja voda in drugih, z vodami povezanih ekosistemov, zagotavljanje varstva pred škodljivim delovanjem voda (Zakon o vodah, 2002: 2. člen).
- V 11. členu je definirano vodno zemljišče celinskih voda, ki je zemljišče, na katerem je celinska voda trajno ali občasno prisotna in se zato oblikujejo posebne hidrološke, geomorfološke in biološke razmere, ki določajo vodni in obvodni ekosistem. Vodno zemljišče tekočih voda obsega osnovno strugo tekočih voda, vključno z bregom, do izrazite geomorfološke spremembe (Zakon o vodah, 2002: 11. člen). Bolj podrobno pa je vodno zemljišče določeno v Pravilniku o podrobnejšem načinu določanja meje vodnega zemljišča tekočih voda, ki v 7. členu predvideva razširitev vodnega zemljišča, kadar je na brežini struge naravnega vodotoka zaradi delovanja vode opazna napredujoča erozija ali nestabilnost brežine struge. Takrat se meja vodoravno razširi za en meter za vodotoke 2. reda in dva metra za vodotoke 1. reda, gledano z vodne strani, oz. več, če to izhaja iz

kvantitativne analize stabilnosti brežin struge. V območju globoko urezanih dolin (npr. tesen, soteska, kanjon) ali brežin struge, kjer so brežine struge zaradi strmosti nerodovitne, se zaradi zagotavljanja izvajanja urejanja voda meja vodnega zemljišča naravnega vodotoka razširi do stabilnega izravnanega dela zemljišča, gledano z vodne strani (Pravilnik o podrobnejšem …, 2006).

- 14. člen pa določa meje priobalnih zemljišč, ki za vode 2. reda, kamor spadata tudi oba obravnavana hudournika, segajo pet metrov od meje vodnega zemljišča (Zakon o vodah, 2002: 14. člen).
- Meje vodnih oz. priobalnih zemljišč so pomembne zaradi prepovedi oz. omejitev za določene dejavnosti, ki na teh zemljiščih potekajo. Le-te opisuje 84. člen, ki pravi, da so na vodnem in priobalnem zemljišču prepovedane dejavnosti in posegi v prostor, ki bi lahko: ogrožali stabilnost vodnih ali priobalnih zemljišč, zmanjševali varnost pred škodljivim delovanjem voda, ovirali normalen pretok vode, plavin in plavja, onemogočili obstoj in razmnoževanje vodnih in obvodnih organizmov (Zakon o vodah, 2002: 84. člen).
- V 37. členu ZV so našteti nekateri redki razlogi, zaradi katerih so kljub omenjenim prepovedim dovoljeni posegi v prostor na vodnem in priobalnem zemljišču. Med drugim so tako dovoljeni tudi ukrepi, ki se nanašajo na izboljšanje hidromorfoloških in bioloških lastnosti površinskih voda, ter gradnja objektov, ki je namenjena zaščiti ljudi, živali in premoženja, kamor spadajo seveda tudi protierozijski ukrepi proti hudourniški eroziji (Zakon o vodah, 2002: 37. člen).

Zakon o ohranjanju narave:

- Ta zakon določa ukrepe ohranjanja biotske raznovrstnosti in sistem varstva naravnih vrednot z namenom prispevati k ohranjanju narave. S temi ukrepi se ureja varstvo prostoživečih rastlinskih in živalskih vrst, vključno z njihovim genskim materialom in habitati ter ekosistemi. Omogočiti je treba tudi trajnostno rabo sestavin biotske raznovrstnosti ter zagotavljati ohranjanje naravnega ravnovesja (Zakon o ohranjanju narave – ZON, 2004: 1. člen).
- Obravnavano območje spada med ekološko pomembna območja, kar je po ZON območje habitatnega tipa, dela habitatnega tipa ali večje ekosistemske enote, ki

pomembno prispeva k ohranjanju biotske raznovrstnosti (Zakon o ohranjanju narave, 2004: 32. člen). Ekološko pomembna območja so eno izmed izhodišč za izdelavo naravovarstvenih smernic in so obvezno izhodišče pri urejanju prostora in rabi naravnih dobrin. Za gradnjo objektov na teh območjih, ki niso obenem območje Natura 2000, zavarovano območje ali območje naravnih vrednot, ni treba pridobiti naravovarstvenih pogojev in soglasja (Ekološko pomembna območja, 2008).

Zakon o varstvu okolja:

- V številnih predpostavkah, načelih, usmeritvah in ciljih je ta zakon zelo podoben Zakonu o ohranjanju narave. Osnovna razlika pa je v obravnavanih pojmih, ki so razvidni že iz naslova zakona (narava, okolje).
- Okolje je tisti del narave, kamor seže ali bi lahko segel vpliv človekovega delovanja. Narava pa je celota materialnega sveta in sestav z naravnimi zakoni med seboj povezanih ter soodvisnih delov in procesov. Človek je sestavni del narave (Zakon o varstvu okolja, 2006: 3. člen).
- Ureja varstvo okolja pred prekomernim obremenjevanjem, kar je temeljni pogoj za trajnostni razvoj. V tem okviru določa temeljna načela varstva okolja, ukrepe varstva okolja, spremljanje stanja okolja in informacije o okolju, ekonomske in finančne instrumente varstva okolja in druga, z varstvom okolja povezana vprašanja (Zakon o varstvu okolja, 2006: 1. člen).
- Spremljanje stanja okolja je pomembna dejavnost v okviru varovanja okolja. V državi se izvaja monitoring naravnih pojavov, stanja okolja in onesnaževanja okolja. Monitoring naravnih pojavov obsega spremljanje in nadzorovanje meteoroloških, hidroloških, erozijskih, geoloških, seizmoloških, radioloških in drugih geofizikalnih pojavov. Monitoring stanja okolja obsega spremljanje in nadzorovanje kakovosti tal, voda in zraka ter biotske raznovrstnosti. Monitoring onesnaževanja okolja obsega spremljanje in nadzorovanje emisij v tla, vode in zrak (Zakon o varstvu okolja, 2006: 96. člen).

Zakon o graditvi objektov:

- Ureja pogoje za graditev vseh objektov, določa bistvene zahteve in njihovo izpolnjevanje glede lastnosti objektov, predpisuje način in pogoje za opravljanje dejavnosti, ki so v zvezi z graditvijo objektov, ureja organizacijo in delovno področje dveh poklicnih zbornic, ureja inšpekcijsko nadzorstvo, določa sankcije za prekrške, ki so v zvezi z graditvijo objektov ter ureja druga vprašanja, povezana z graditvijo objektov. Graditev objekta po tem zakonu obsega projektiranje, gradnjo in vzdrževanje objekta. Določbe tega zakona ne veljajo za gradnjo objektov, ki so potrebni zaradi neposredno grozečih naravnih in drugih nesreč ali zato, da se preprečijo oziroma zmanjšajo njihove posledice (Zakon o graditvi objektov, 2004: 1. člen).
- Z gradbenimi predpisi se za posamezne vrste objektov določijo njihove tehnične značilnosti tako, da ti objekti glede na svoj namen izpolnjujejo eno, več ali vse naslednje bistvene zahteve (Zakon o graditvi objektov, 2004: 9. člen):
    - mehanske odpornosti in stabilnosti,
    - varnosti pred požarom,
    - higienske in zdravstvene zaščite in zaščite okolice,
    - varnosti pri uporabi,
    - zaščite pred hrupom in
    - varčevanja z energijo in ohranjanja toplote.
- V primeru hudourniških objektov je torej treba izpolniti samo prvo zahtevo, to je zahteva po mehanski odpornosti in stabilnosti.

Zakon o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami:

- Ureja varstvo ljudi, živali, premoženja, kulturne dediščine ter okolja pred naravnimi in drugimi nesrečami. Cilj varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami je zmanjševanje števila nesreč ter preprečitev oziroma zmanjšanje števila žrtev in drugih posledic teh nesreč.
- Sistem varstva obsega programiranje, načrtovanje, organiziranje, izvajanje, nadzor, financiranje ukrepov ter dejavnosti za varstvo pred naravnimi nesrečami (Zakon o varstvu …, 2006: 1. člen).

- Sistem varstva pred naravnimi nesrečami vsebuje naslednje temeljne naloge:
  - odkrivanje, spremljanje ter preučevanje nevarnosti naravnih in drugih nesreč,
  - preprečevanje naravnih in drugih nesreč,
  - obveščanje, opozarjanje in alarmiranje o pretečih nevarnostih ter dajanje napotkov za zaščito, reševanje in pomoč,
  - izobraževanje in usposabljanje za zaščito, reševanje in pomoč,
  - organiziranje Civilne zaščite ter vzpostavitev in vzdrževanje drugih oblik pripravljenosti za zaščito, reševanje in pomoč,
  - samozaščita, samopomoč in vzajemna pomoč,
  - mobilizacija ter aktiviranje sil in sredstev za zaščito, reševanje in pomoč,
  - odrejanje in izvajanje zaščitnih ukrepov,
  - reševanje in pomoč,
  - odpravljanje posledic naravnih in drugih nesreč do zagotovitve osnovnih pogojev za življenje,
  - ocenjevanje škode, ki jo povzročijo naravne in druge nesreče,
  - mednarodno sodelovanje pri izvajanju varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami,
  - nadzor nad izvajanjem predpisov o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami,
  - pomoč drugim državam ob naravnih in drugih nesrečah (Zakon o varstvu …, 2006: 2. člen).
- Namensko organiziran del varstva pred naravnimi nesrečami predstavlja Civilna zaščita. Obsega organe vodenja, enote in službe za zaščito, reševanje in pomoč, zaščitno in reševalno opremo ter objekte in naprave za zaščito, reševanje in pomoč (Zakon o varstvu …, 2006: 3. člen).
- Varstvo pred naravnimi in drugimi nesrečami pa v okviru svojih pristojnosti oziroma pravic in dolžnosti zagotavljajo tudi državljani in drugi prebivalci Republike Slovenije kot posamezniki, prebivalci, prostovoljno organizirani v društva, strokovna združenja ter druge nevladne organizacije, javne reševalne

službe, gospodarske družbe, zavodi in druge organizacije, lokalne skupnosti in država (Zakon o varstvu …, 2006: 5. člen).

- Sistem varstva pred naravnimi nesrečami sloni na nacionalnem programu varstva pred naravnimi nesrečami. V tem programu so določeni cilji, politika in strategije varstva pred naravnimi nesrečami za najmanj pet let (Zakon o varstvu …, 2006: 41. člen).

Zakon o urejanju prostora:

- Širjenje človekovega bivalnega okolja v naravno okolje je dandanes vse bolj pogost pojav, ki ima za posledico številne naravne nesreče, tudi katastrofe.
- Dobro napisan zakon ni dovolj, treba je spremeniti razmišljanje in se začeti zavedati posledic nepremišljenih posegov v okolje.
- Zakon o urejanju prostora ureja prostorsko načrtovanje in uveljavljanje prostorskih ukrepov za izvajanje načrtovanih prostorskih ureditev, zagotavljanje opremljanja zemljišč za gradnjo ter vodenje sistema zbirk prostorskih podatkov. Določa tudi pogoje za opravljanje dejavnosti prostorskega načrtovanja in določa prekrške v zvezi z urejanjem prostora in opravljanjem dejavnosti prostorskega načrtovanja (Zakon o urejanju prostora, 2002: 1. člen).
- Namen urejanja prostora je omogočati skladen prostorski razvoj z usklajevanjem gospodarskih, družbenih in okoljskih vidikov razvoja. Usmerjanje razvojnih procesov in z njimi povezanih prostorskih ureditev mora izhajati iz uravnoteženosti razvojnih potreb (Zakon o urejanju prostora, 2002: 3. člen).
- Iz tretjega člena je razvidno, da imata človek in gospodarski razvoj še vedno pomembnejši položaj kot okoljski vidiki. Tak način razmišljanja pomeni, da lahko tudi v prihodnosti pričakujemo negativne in nepričakovane posledice posegov v naravno okolje.
- V zakonu so opredeljene tudi možnosti za gradnjo objektov zunaj poselitvenih območij. Gradnja objektov je možna, če:
    - objekt neposredno služi kmetijski oziroma gozdarski dejavnosti, upravljanju voda, športu in rekreaciji zunaj poselitvenih območij, pridobivanju mineralnih surovin in izkoriščanju drugih naravnih virov, varnosti

državljanov in njihovega premoženja, obrambi ter varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami,
    - gre za prometne in energetske objekte gospodarske javne infrastrukture, objekte telekomunikacijskih omrežij in drugih zvez,
    - gre za rekonstrukcije, adaptacije in nadomestne gradnje zakonito zgrajenih objektov,
    - gre za funkcionalne zaokrožitve komunalno opremljenih območij ter dopolnilne gradnje objektov, ki pomenijo zaokrožitev in sanacijo posamičnih skupin objektov zunaj poselitvenih območij,
    - gre za objekte, ki so namenjeni dopolnilni dejavnosti, ki se opravlja ob kmetijski dejavnosti ali je z njo v neposredni zvezi (Zakon o urejanju prostora, 2002: 6. člen).
- Namen prostorskega reda občine je v skladu s strategijo prostorskega razvoja občine ter ob upoštevanju pravil iz prostorskega reda Slovenije določiti območja namenske rabe prostora, določiti pogoje in merila ter ukrepe za načrtovanje v prostoru in pripravo lokacijskih načrtov občine ter pogoje za pripravo projektov po določbah zakona, ki ureja graditev objektov (Zakon o urejanju prostora, 2002: 62. člen).
- V letu 2007 je bil sprejet Zakon o prostorskem načrtovanju, ki z različnimi podzakonskimi akti ureja prostorsko načrtovanje kot del urejanja prostora (Zakon o prostorskem načrtovanju, 2007: 1. člen). Dopolnil in posodobil je tudi nekatere člene Zakona o urejanju prostora.

2.1.2 Ekonomski vidiki

Stroške, ki nastanejo pri gradnji hudourniških objektov, lahko glede na časovni potek investicije razdelimo na investicijske oz. začetne stroške in tekoče stroške obratovanja in vzdrževanja.

Investicijski stroški

Pod investicijske stroške smatramo vse stroške, ki so potrebni za začetek in dokončanje gradnje objekta, od pridobivanja zemljišč in upravnih dovoljenj do same izgradnje objekta. Razdelimo jih lahko na:

- **Neposredne stroške**, ki nastanejo zaradi gradnje objekta in zajemajo:
  - stroške zemljišča,
  - stroške izgradnje objekta,
  - stroške izgradnje dostopne ceste, začasnih pomožnih objektov ipd.,
  - nepredvidene stroške (npr. sprememba gradnje zaradi slabe nosilnosti tal): ti stroški so nepredvidljivi, lahko se pojavijo ali pa tudi ne in jih zato ne moremo izračunati; ocenjeni so v odstotkih glede na ostale neposredne stroške.

  Za oceno teh stroškov je potrebno predhodno projektiranje ter dimenzioniranje objektov, na podlagi katerega dobimo količine posameznih del (izkopi, beton, armatura itd.), ki jih pomnožimo s cenami za enoto za posamezna dela. Tako dobimo t. i. Projektantski predračun.
- **Posredne stroške**, ki nastanejo kot posledica same postavitve objekta na določeni lokaciji. To so npr. odškodnine in nadomestila, ki jih je treba plačati okoliškim prebivalcem zaradi posegov v okolje, ki zmanjšajo uporabno vrednost nepremičnine, zmanjšajo kakovost bivalnega okolja ali zmanjšajo vrednost nepremičnine in izgubljeni dobiček. Stroški te vrste so v primeru izgradnje hudourniških objektov izredno redki, saj se gradnja največkrat odvija na strmih, težko dostopnih površinah, ki nimajo velike gospodarske vrednosti.

Tekoči stroški

Pod tekoče stroške smatramo vse stroške, ki so potrebni po izgradnji objekta za njegovo obratovanje in vzdrževanje (popravila, obnove …). Ti stroški so ponavadi ocenjeni na podlagi enakih ali podobnih obstoječih objektov, ki uspešno opravljajo svojo funkcijo (Kuiper, 1986, cit. po Gruden, 2001).

Pogosto pri varstvu pred hudourniško erozijo omenjamo samo investicijske stroške oz. stroške gradnje varovalnih objektov. Prihodnjim stroškom negovalnih in vzdrževalnih

ukrepov ter stroškom obratovanja pa premalokrat dajemo premajhen pomen, čeprav je to z ekonomskega stališča nezanemarljiv faktor, ki še pridobiva na pomenu. Tudi celoten proces varstva (investicija, reinvesticija, ohranjanje oz. vzdrževanje) z ekonomske plati vedno bolj pridobiva pozornost, saj gre za vlaganje javnih sredstev, ki ga moramo znati pojasniti javnosti.

Glede na veliko različnih vrst vodnovarovalnih gradenj in različne naravne danosti pa ni vedno možno zadostiti veljavnim pogojem glede varovalnih ukrepov. Dolgoročno se ocena, povezana s konkretnimi projekti, srečuje z velikimi težavami, ki jih po eni strani povzročajo družbenopolitične spremembe in spremembe, povezane z naravo, po drugi strani pa negotovosti, povezane s hudourniško dejavnostjo.

Potek ekonomske presoje oz. ekonomske upravičenosti (profitabilnosti) pri vseh projektih poteka na podoben način. Najprej določimo in ugotovimo stroške investicije in vzdrževanja, nato pa jih primerjamo s pričakovanimi koristmi s pomočjo »Discounted Cash Flow« metode. Nato zberemo stroške investicije in jih primerjamo s tekočimi stroški vzdrževanja in potrebnimi stroški reinvesticije, ki smo jih diskontirali na življenjsko dobo objekta, npr. na 50 let za betonsko zgradbo (Fließgewässer erhalten …, 2006).

2.1.3 Tehnični vidiki

Pri presoji je treba upoštevati tako stanje tehnike (»state-of-the-Art«) kot tudi stanje tehnološkega razvoja.

2.1.3.1 Tehnični ukrepi

Tehnični ukrepi v hudourniških strugah so namenjeni predvsem preprečevanju poglabljanja dna, zaščiti brežin in pobočij, uravnavanju sproščanja, odplavljanja in transporta plavin ter razprševanju vodnih tokov. To dosegamo z gradnjo vzdolžnih in prečnih objektov v ali ob hudourniški strugi (Horvat, 1993). Katero vrsto objekta bomo na posameznem mestu določenega hudournika izbrali, kakor tudi material, iz katerega bo

objekt zgrajen, je odvisno od specifičnih razmer, ki tam vladajo. Pri presoji metode gradnje moramo upoštevati naslednje kriterije:

- funkcija (tehnološka in ekološka),
- življenjska doba,
- estetski vidik,
- razpoložljivost gradbenega materiala,
- stroški izvedbe in vzdrževanja (Fließgewässer erhalten …, 2006).

2.1.3.1.1 Prečni objekti

S prečnimi objekti in njihovimi zaplavki zmanjšujemo padec nivelete in s tem preprečujemo poglabljanje dna struge, zadržujemo plavine, podpiramo narušene bregove, prekinjamo masovne transporte plavin ob neurjih ... Delimo jih v pregrade in pragove, vendar meja med njimi ni izrazita. Načeloma govorimo o pragovih takrat, ko za njimi ni omembe vrednega zaplavka. V zgornjih tekih hudournikov, kjer so erozijski procesi bolj poudarjeni, so tudi višine prečnih objektov (predvsem pregrad) zaradi naravnih razmer in ciljev urejanja ponavadi višje kot v srednjih oz. spodnjih tekih (Horvat, 1993). Pravila vodnogospodarske stroke pa določajo mejo med pregradami in »velikimi pregradami«, saj za slednje veljajo natančna pravila gradnje.

<u>Pragovi</u>

Poznamo pragove s stopnjami in talne pragove. Pragovi s stopnjami so ena najpogostejših oblik ureditve srednjih in spodnjih tekov hudournikov in imajo različno visoke stopnje. Preprečujejo poglabljanje struge na tistem odseku, hkrati pa z umirjanjem toka hudournika tudi zavarujejo brežine pred večjo bočno erozijo. Zato jih imenujemo tudi ustalitveni pragovi. Pogosto jih gradimo po več v nizu, kjer moramo paziti na zadostno razdaljo med njimi,

Slika 3: Prag s stopnjo

lahko pa so locirani tudi posamič na kritičnih mestih (Horvat, 1995). Talne pragove največkrat uporabljamo v zgornjih, pa tudi v spodnjih tekih hudournikov in služijo za stabilizacijo erozijskih jarkov, z njimi pa dosežemo tudi večjo razgibanost struge.

Pragove najpogosteje izdelujemo iz kamna, lesa, kamna v betonu ali kombinacij teh treh gradiv, kar je z ekološkega vidika tudi najbolj sprejemljivo. Pomembno je, da pri pragovih s stopnjami, poleg zavarovanja podslapja, poskrbimo tudi za ustrezno utrditev brežin (bokov) podslapij, predvsem je pomembna dovolj globoka temeljitev.

Slika 4: Prag brez stopnje

Pregrade

Po izgradnji pregrad posežemo takrat, ko zaradi specifičnih razmer le na tak način lahko dosežemo ustalitveni in zaplavni učinek. Največkrat so ti objekti v naših razmerah visoki med dvema in štirimi metri in imajo pomembno funkcijo pri prekinjanju masovnega transporta plavin, saj je za njimi navadno velik zaplavni prostor (Horvat, 1993). Iz tega razloga jih imenujemo tudi zaplavne pregrade. Lahko so zidane (betonske, iz kamna v betonu, kamna v suho), montažne (armiranobetonske kašte, lesene kašte, žične košare) ali nasute. Ker ima voda, ki pada preko pregrade, precejšnjo izpodjedalno moč, podslapja praviloma zavarujemo. Pregrade poskušamo postaviti na delih struge, ki imajo čim ožji pretočni profil, nad pregrado pa naj bi bil profil čim širši, saj je s tem zaplavni prostor čim večji (Klabus, 1995).

Slika 5: Visoka režasta zaplavna pregrada v Avstriji (100 Jahre ..., 1984: 188)

Drče

Drče gradimo na tistih delih hudournika, kjer moramo zaradi naravnih danosti na kratki razdalji premostiti velike niveletne razlike. Razlikujemo kamnite in lesene drče ter lesene drče s kamnitim polnilom. Tudi pri drčah je pomembno zavarovanje dna struge ob zaključku drče, da ne pride do izpodjedanja (Horvat, 1993).

Slika 6: Drča iz kamna v suho

2.1.3.1.2 Vzdolžne ureditve

Vzdolžne ureditve uporabljamo, ko želimo na določenih mestih zaščititi brežine pred povečano bočno erozijo, ali ko želimo na daljšem odseku povečati pretočno zmogljivost hudourniške struge.

Kinete

Zaradi svojega izgleda ta tip ureditve z ekološkega stališča ni najbolj primeren, vendar pa je v določenih primerih edini sprejemljivi tip ureditve. Kinete tako uporabljamo v zelo strmih hudourniških jarkih, kjer gradnja pregrad oz. pragov ni možna, v naseljenih območjih, kjer je pomemben čim hitrejši odtok vode, in v primerih, ko hočemo kontrolirano odvesti vode ob ali preko slabše stabilnega zemljišča. Najpogosteje izdelujemo dve vrsti kinet: kinete, ki imajo zidove in tlak oblikovan iz kamna v betonu, in kinete, kjer je tlak kamnit, zidovi (brežine) pa so iz betona.

Regulacije

Regulacijske ukrepe uporabljamo večinoma v spodnjih in deloma srednjih tekih hudournikov, ko je treba zavarovati kultivirana zemljišča, naselja, prometne in druge gospodarske objekte, pa tudi takrat, ko želimo preprečiti močnejše erodiranje struge.

Jezbice

Predstavljajo nekakšen prehod med prečnimi in vzdolžnimi zgradbami. Njihova vloga je usmerjanje vodnega toka stran od določenih odsekov brežin ali objektov, ki jih želimo zaščititi. Ponavadi jih je v sistemu več. Zelo pomembno je, kam jih postavimo in kako jih usmerimo, dolvodno ali gorvodno. Jezbice imajo več funkcij – zaplavno, usmerjevalno in varovalno. Z njimi vplivamo tako na zmanjšanje kot na povečanje vlečne in porivne sile vode, s čimer dosegamo želeno razgibanost v oblikovanju dna struge, zaradi česar se pojavljajo mesta, kjer so tolmuni, in mesta, kjer pride do odlaganja materiala.

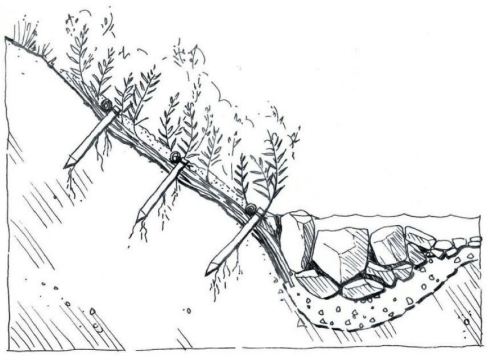
Vzdolžne zgradbe

Poznamo še celo vrsto vzdolžnih zgradb, s katerimi zavarujemo brežine pred spodjedanjem, nudimo oporo že narušenim pobočjem za umirjanje in utrditev ali usmerjamo vodne tokove proč od ogroženega območja. Z njimi ukrepamo linijsko in so ekološko eden najbolj sprejemljivih načinov urejanja. Take vzdolžne zgradbe so npr.: kamnite zložbe (lahko tudi v kombinaciji z debli), armiranobetonske kašte, lesene kašte, žične košare, zidovi iz debel ali kamna, lesene ograje ... (Horvat, 1993).

2.1.3.2 Biotehnični ukrepi

Živo vrbovo protje

Zgradba je sestavljena iz živih vrbovih vej, ki so položene na brežino tesno druga ob drugi, prečno na tek vode. Pomembno je, da začetek veje sega v vodo, da se veja ne posuši. V dnu brežine zgradimo temelj, ki je lahko v obliki majhne stene iz oblic, potopljene fašine ali pa dno brežine pred zajedanjem vode zavarujemo s kamenjem. Vrbove veje zaščitimo z naravno vrvjo ali žico, zavezano okrog lesenih kolov, ki smo jih predhodno zabili v brežino. Vrbove



Slika 7: Živo vrbovo protje (Fotodokumentation des Bauseminars ..., 2006)

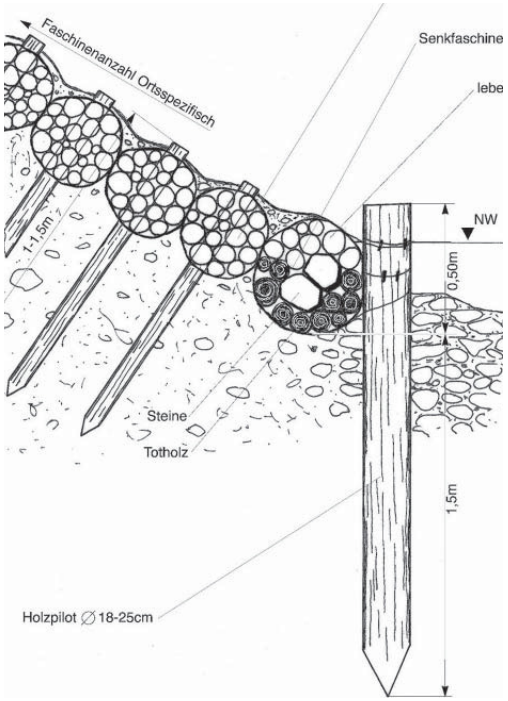
veje pokrijemo s 3–4 cm debelo odejo iz proda, da jo rastoče mladike lahko predrejo. To zgradbo lahko zgradimo zgodaj spomladi ali pozno jeseni, načeloma pa je ugodneje, če jo gradimo spomladi, ko je zaradi taljenja snega na voljo veliko vode.

Ta način zavarovanja nudi zaščito pred površinsko erozijo in je v vseh raziskavah inženirske biologije zgradba z najvišjo dovoljeno obremenitvijo. Zgradba je univerzalna, primerna za zavarovanje vseh vrst brežin tudi pri močnejših hidravličnih obremenitvah. Ta način zavarovanja nudi tudi takojšnjo protierozijsko zaščito.

Vrbove fašine in tonjače

Fašine so na več mestih skupaj povezane butare iz protja oz. vej, ki so zmožne pognati korenine iz poganjkov. Z živimi vrbovimi fašinami lahko utrdimo pobočje brežine, če je to izpostavljeno večjim obremenitvam, tonjače oz. potopljene fašine pa uporabimo za zaščito dna brežine. Prednost pred ploskovno delujočimi vrbovimi vejami je gladka površina vzdolžno usmerjenih fašin, na drugi strani pa je lahko slabost pomanjkanje vode na delu fašine, ki ni v potopljen v vodi.

Vrbove fašine pripravimo tako, da različno močne vrbove veje z žico povežemo v 30–40 cm debele butarice. Fašine so lahko različno dolge, odvisno od dolžine območja, ki ga hočemo zavarovati, konfiguracije terena in razpoložljive delovne sile. Fašine pritrdimo v tla z lesenimi koli na razdalji približno 1,5 m. Po vgradnji fašine pokrijemo s 3–4 cm debelo odejo iz proda, s čimer zmanjšamo možnost za močnejšo izsušitev.

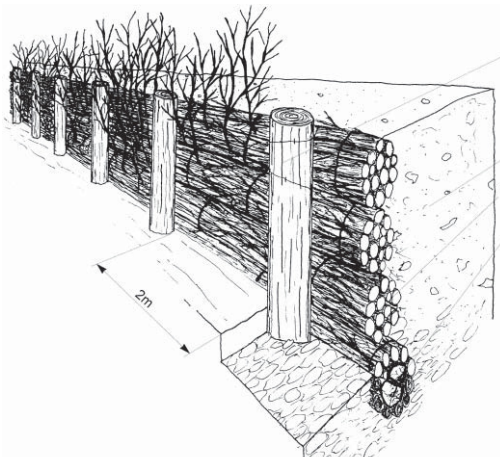


Slika 8: Fašine in tonjača
(Fließgewässer erhalten ..., 2006: 154)

Potopljene fašine ali tonjače so 30–60 cm debele butarice iz večinoma odmrlih in močnih vej, v sredini pa so napolnjene s

kamenjem, zato potonejo v vodo. Položimo jih v vodo na mesto vgradnje in jih sidramo na lesene kole, ki smo jih predhodno zabili v dno vodotoka. Ta vrsta zgradbe je najbolj učinkovita kot zaščita dna brežine pred zajedanjem vode in kot temelj za ostale zgradbe (niz fašin, vrbove veje …).

Iz fašin lahko zgradimo tudi steno, ki nudi navpično in vzdolžno zaščito brežine. Zgradimo jo iz fašin, ki jih položimo drugo na drugo in zavarujemo z lesenimi piloti. Slaba lastnost stene iz fašin je, da so zgornji in spodnji poganjki v posamezni fašini zasenčeni in pogosto odmrejo, zato naj bi bila stena nižja od enega metra. Gradimo jo le tam, kjer je izbira vertikalne zgradbe res nujna. Prostor za steno zapolnimo s prodom in zemljo ter na vrhu zatravimo.

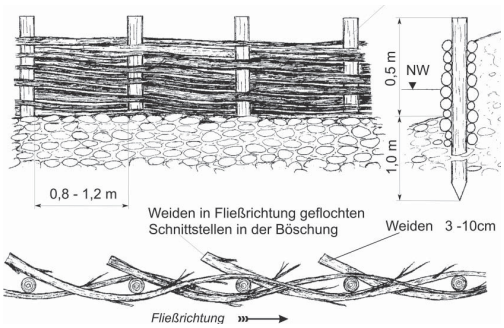


Slika 9: Stena iz fašin
(Fließgewässer erhalten ..., 2006: 157)

Pogosta je tudi zaščita brežin s fašinami v kombinaciji z grmovjem. Vzdolžno na tok vode vgradimo fašine, prečno pa med nize fašin vgradimo ležeče grmovje. Tak način gradnje daje različne hidravlične učinke, ki pa so lahko tudi precej neugodni. Iz brežine štrleči deli grmovja lahko ob poplavljenih brežinah povzročajo močan turbulenten tok, ki izkopava fašine. Uporabnost take vrste zgradbe je mogoča samo tam, kjer smo prepričani, da ne bo prišlo do poplavljanja brežin, in tam, kjer je dobra preskrba fašin z vodo. Poleg teh pomanjkljivosti pa je tudi sama gradnja dolgotrajna in je zanjo potrebna velika količina materiala.

Popleti

Popleti so navpična, zelo gladka in stabilna zgradba, ki nudi zaščito nizki in strmi brežini v vzdolžni smeri. Lahko zgradimo največ 50 cm visoke poplete. Popleti prenesejo tudi večje obremenitve, če se uporablja veje, debele 3–8 cm. So zelo enostavni za gradnjo, poraba materiala je zelo majhna in dobro preprečujejo širjenje struge.

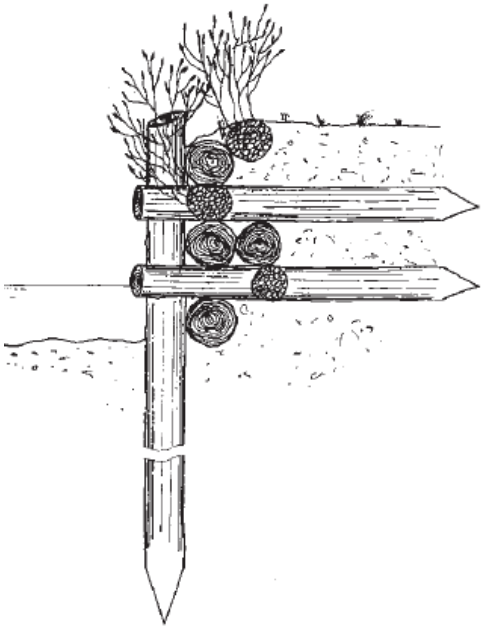


Slika 10: Poplet
(Fließgewässer erhalten ..., 2006: 159)

V zemljo zabijemo lesene kole premera 12–15 cm na razdalji 1,0–1,2 m. Za pletenje so najbolj primerne vrbove veje, ki so močne in prožne. Z njimi izmenično pletemo za in pred kolom in tako dosežemo stransko zaščito brežine. Veje vedno obračamo tako, da tanjši deli gledajo v smeri vodnega toka.

Enostenska in dvostenska kašta

Kašta je že stoletja stara zgradba, ki je v osnovi zgrajena iz okroglic, ki so nameščene pravokotno druga na drugo. Nudi vertikalno zaščito brežin in je primerna za ravne odseke strug, pri katerih je zaradi prostorskih razlogov potrebna pravokotna in višja zagraditev.

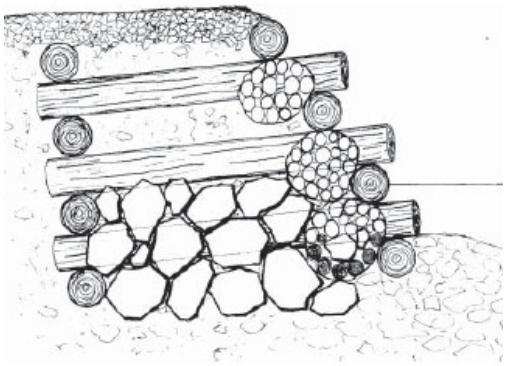


Slika 11: Enostavna enostenska kašta
(Fließgewässer erhalten ..., 2006: 165)

Enostenska kašta je zgrajena iz dolgih in močnih kolov, ki jih zabijemo v tla brežine. Vodoravno v smeri teka vode na notranjo stran kolov pritrdimo okroglice. Prečno na smer vodnega toka pa vgradimo okroglice, ki jih vkopljemo v brežino in pritrdimo na vzdolžne okroglice. Prazne prostore pod vodo

zapolnimo s kamenjem, nad gladino vode pa s fašinami. Enostenska kašta je lahko enostavna ali stopničasto zgrajena.

Dvostenska kašta je močna oporna konstrukcija, ki lahko služi tudi kot dodatna zaščita obrežni cesti. Primerna je tudi za vodotok, ki ima močneje nihajočo gladino vode. Pri gradnji uporabimo 18–25 cm debele okroglice, ki jih škatlasto zabijemo drugo na drugo, prečno in vzdolžno na smer toka. Prazen prostor med legami v smeri vodnega toka zapolnimo s fašinami, ostalo pa zapolnimo s kamenjem in zemljino. Podvodni prostor zapolnimo s kamenjem ali pa z mrtvim lesom (Florineth, 2004, cit. po Suhadolnik, 2007).



Slika 12: Dvostenska kašta s kamnitimi temelji (Fließgewässer erhalten ..., 2006: 167)

2.1.4 Določanje optimalne ureditve

Pri urejanju hudourniških območij morajo rešitve, tj. najrazličnejši objekti in ureditve, izpolnjevati zahteve z več vidikov:

- **Tehnični:** je prav gotovo eden najpomembnejših vidikov. Objekti oz. ureditve morajo biti najprej pravilno izbrani, načrtovani in nenazadnje tudi tehnološko ustrezno izvedeni. Izpolnjevati morajo kriterije stabilnosti, trdnosti in biti pravilno dimenzionirani. Napake v tehnični izvedbi imajo lahko katastrofalne posledice.
- **Ekonomski:** že dolgo je znano, da se v hudourniško dejavnost, predvsem v vzdrževanje že obstoječih objektov, vlaga vse premalo sredstev. Pomembno je, da so vlaganja izvedena premišljeno in da je zagotovljenih dovolj finančnih sredstev, saj je le na tak način mogoče izvesti kvalitetno rešitev.
- **Ekološki:** pod tem pojmom se v zadnjem času najpogosteje omenja sonaravnost. Človek na tem svetu ni sam, ampak je del narave in to je treba upoštevati tudi pri gradnjah, posebej v občutljivem naravnem okolju. Objekte in ureditve moramo

načrtovati tako, da čim bolj posnemamo naravo (materiali, oblike), hkrati pa morajo učinkovito opravljati svojo funkcijo.

- **Estetski:** poleg vseh zgoraj naštetih vidikov je pomemben tudi estetski, kljub temu da se veliko hudourniških objektov nahaja v neurbaniziranih predelih. Čeprav estetika objektov nima posebne funkcionalne vloge, pa bistveno vpliva na človekovo počutje oz. razpoloženje.

Za optimalno ureditev nekega odseka hudournika torej velja, da se ob upoštevanju naštetih vidikov čim bolj približa izgledu in funkcioniranju naravnega vodotoka, hkrati pa človeka obvaruje pred negativnimi posledicami, ki bi jih neurejen hudournik sicer povzročil.

2.2 RAZLOGI ZA UREJANJE HUDOURNIKOV

2.2.1 S hudourniki povezane nevarnosti

Ogroženost pri hudourniški poplavi in nastopu blatnih ali murastih tokov izhaja iz naslednjih nevarnosti:

- nenadnega nastopa visoke gladine vode, ki povzroča:
  - žrtve zaradi utopitve ali mehanskih poškodb,
  - rušenje ali poškodbe objektov zaradi obremenitev konstrukcij z dinamičnimi silami hudourniškega, blatnega ali murastega toka,
  - škodo zaradi preplavljanja in odplavljanja dobrin;
- erozije dna in brežin struge, ki povzroča:
  - spodkopavanje, porušitev objektov in celo odnašanje objektov,
  - odnašanje tal in spremembo morfologije struge,
  - odnašanje dobrin,
  - odnašanje obrežne vegetacije;
- naplavljanja plavin in s tem povezano:
  - povečanje škode na poplavljenih dobrinah zaradi mulja,
  - povečanje dinamičnih tlakov in rušilne moči hudourniške vode zaradi grobih plavin,

- zmanjšanje rodovitnosti tal zaradi nerodovitnih plavin,
- spremembo morfologije (Brilly, 1999).

2.2.2 Zmanjševanje stopnje nevarnosti ali zmanjševanje ranljivosti/občutljivosti

Ogroženost pred naravnimi nesrečami zmanjšujemo z dvema vrstama ukrepov:

- vodogradbeni: graditev hidrotehničnih objektov, regulacijski posegi;
- ne-gradbeni: upravno-zakonski ukrepi, prostorsko načrtovanje, prepoved ali omejevanje posameznih dejavnosti (npr. graditev gozdnih cest), državna podpora želenim dejavnostim (npr. pogozdovanje), nezgodno zavarovanje, usklajena intenzivna raba prostora.

Vodogradbeni ukrepi zajemajo gradnjo varovalnih objektov in ureditev, ki smo jih predstavili že v poglavju 2.1.3. Z njimi vplivamo tako, da zmanjšamo pogostost (verjetnost) nastanka pojava oz. intenziteto procesov. Na hudourniških območjih so to predvsem pojavi hudourniške erozije ali hudourniške poplave. Gre za povsem naravne pojave, katerih posledice lahko blažimo, ne moremo pa jih nikoli popolnoma preprečiti. Preprečimo pa lahko vse prepogoste človeške vzroke za nastanek teh procesov in njihovo pospeševanje.

Gradnja vodogradbenih objektov je na ogroženih območjih prav gotovo zaželen, če ne nujen ukrep, ki pa ima tako dobre kot slabe posledice. Dobre posledice so, da izgradnja takih objektov zmanjšuje stopnjo nevarnosti in zagotovi večjo varnost ogroženih območij, prav povečan občutek varnosti pa lahko pospeši gospodarski in socialni razvoj, s tem pa se znova hitro povečuje ranljivost občutljivih območij. Prav tako z izgradnjo objektov nastane še ena vrsta nevarnosti, to je nevarnost porušitve objekta. Ta pojav ima lahko katastrofalne posledice, saj tovrstni objekti ponavadi za seboj zadržujejo velike količine (nevezanega) materiala, ki se v primeru porušitve objekta sprosti in dodatno ogroža dolvodna območja.

Alternativni ukrepi ne zahtevajo gradnje vodovarstvenih objektov, ampak so osredotočeni na organizirano varstvo družbe, ki zahteva multidisciplinarno strokovno delo. Ti ukrepi so:

- upravno-administrativni ukrepi, s katerimi skušamo doseči ustrezno urejanje ogroženega območja,
- zavarovanje objektov pri zavarovalnicah,
- ekonomska solidarna podpora širše družbene skupnosti,
- preseljevanje ali sprememba namembnosti ogroženih območij,
- zaščitni ukrepi pri projektiranju novih in rekonstrukciji starih objektov,
- obveščanje ogroženih prebivalcev in izgradnja opozorilnih sistemov (npr. opozorilni sistem Log pod Mangartom),
- delovanje organizirane službe za redno in izredno zaščito pred škodljivim delovanjem voda.

Ukrepi temeljijo na analizi nevarnosti in ogroženosti in na celovitem urejanju vodnega režima. V pripravo in izvajanje ukrepov morajo biti vključeni vsi deli družbe na vseh ravneh, od občin in prebivalcev na ogroženih območjih do vseh lastnikov nepremičnin.

2.2.3 Dimenzioniranje objektov, pasivno in aktivno delovanje

Od visokih, za načrtovanje in gradnjo bolj zahtevnih objektov, se pri urejanju hudourniških območij srečujemo predvsem z različnimi pregradami in opornimi zidovi. Pri gradnji takih objektov je eden prvih korakov faza raziskav, ki jo ločimo na fazo preiskav za lociranje pregrade (predvsem pri gradnji pregrad) in fazo preiskav na izbrani lokaciji. V prvi fazi moramo poiskati najustreznejše mesto za objekt na dani lokaciji, pri čemer moramo ugotoviti in upoštevati morfologijo terena, geološko zgradbo, stabilnost blokov kamnine … Pri drugi fazi pa je treba spoznati geotehnične, hidrološke in hidrogeološke značilnosti izbrane lokacije. To zajema ugotovitev natančne morfologije terena, vodnih količin (pretoki, hitrosti vodnega toka, višine nivelet zgornjih voda …), količin materiala, ki ga prinaša hudournik. Šele nato se lahko lotimo naslednje faze, to je faza projektiranja, kjer se na podlagi prej dobljenih podatkov odločimo za vrsto in obliko objekta ter materiala, iz katerega bo zgrajen.

Osnovni sili, s katerimi se srečujemo pri gradnji omenjenih objektov, sta zemeljski pritisk za objektom in lastna teža konstrukcije (Podporne konstrukcije, 2008). Zato je predvsem pri višjih objektih pomembna pravilna izbira gradbenega materiala in dovolj globoko temeljenje. Slednje je pomembno tudi zaradi vodnega spodkopavanja, ko voda poglablja strugo.

Gradnja objektov na hudourniških območjih spada med t. i. pasivne ukrepe. To pomeni, da z njimi ne vplivamo na nastanek pojava, ampak ga z njimi samo omilimo oz. se pred njim zavarujemo (gradnja varovalnih objektov, nasipov, evakuacija). Velik pomen pa imajo tudi aktivne oblike ukrepov. Z njimi lahko bistveno vplivamo na obliko in naravo škodljivega pojava, zmanjšujemo njegovo velikost in trajanje (npr. s pogozdovanjem, primernimi gozdnogojitvenimi ukrepi) (Brilly, 1999).

3 OBSTOJEČE UREDITVE IZBRANIH HUDOURNIKOV

Izbral sem hudournika Trebiža in Suhelj, ki se nahajata na skrajnem SZ Slovenije in v celoti ležita v občini Kranjska Gora.

Slika 13: Makrolokacija hudournikov Trebiža in Suhelj

3.1 IZJEMNI DOGODKI (KATASTROFE) NA TEM OBMOČJU V PRETEKLOSTI IN KLIMATSKE SPREMEMBE

Poseki na golo, predvsem v letih 1870–1890, so na tem območju povzročili več vetrolomov, večjih napadov podlubnikov, pa tudi hudourniške izbruhe. Najhujša ujma je bila zabeležena v letu 1885, ko je močan štiridnevni naliv povzročil zasutje hiš v Ratečah do višine hišnih oken. V Podkorenu in Kranjski Gori je grozila povodenj z rušenjem bregov. Takrat so se močno razširili hudourniki Suhelj, Pišnica in Žakelj (Gozdnogospodarski načrt …, 2007).

Poplavljanje Trebiže v letu 1891 je najbolj slikovito opisano v Rateški kroniki: *»Omeniti nam je še, da je bila v Ratečah 1891 huda povodenj. Dne 21. avgusta se je proti večeru naenkrat stemnilo. Nebo se je zagrnilo s črnimi oblaki, začelo je grometi in bliskalo se je*

tako, kakor da bi bilo vse v ognju. Vlivala se je ploha brez prenehanja, da so se v bregovih trgale cele plasti zemlje. Nihče ni šel spat, v strahu, da bota prihrumela potoka Kravnjek in Trebiža, ki tečeta skozi vas, in privalila s sabo gramoz. To se je tudi zgodilo. Proti 11. uri ponoči je voda Trebiža začela zapuščati svojo strugo in se valiti po vrtovih proti hišam. V »gasi« je izkopala tri metre globok jarek, segajoč od zidovja do zidovja na obeh straneh hiš. Pridrla je v cerkev sv. Tomaža in vzdignila klopi, da so plavale na njej. Razlivala se je po pokopališču, podrla spodnji del zidu in nesla križe raz grobov. Vsa strahota je trajala kake 3 ure in v tem kratkem času se je napravila velika škoda.«(Lavtižar, 1998: 173) Trebiža je poplavljala tudi v letih 1888 in 1892, ko je s plavinami zasula Rateče in okoliška polja (Gozdnogospodarski načrt …, 2007).

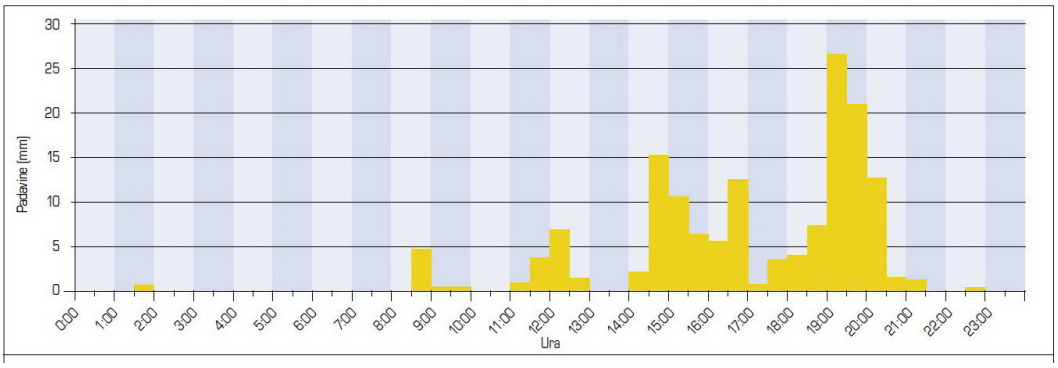
Leta 1923 so t. i. »Miklavževe vode« prizadele precejšen del Gorenjske. Dobrih deset dni trajajoče deževje ob koncu novembra z nalivi in talečim snegom je povzročilo, da so se tudi mali potočki spremenili v mogočne hudournike, ki so rušili in odnašali vse pred seboj. Sava je takrat pri Radovljici dosegla pretok 866 m^3/s, kar je najvišja registrirana voda do danes. Odplavljala je velike količine lesa in drugega materiala, v Zgornjesavski dolini pa je odnesla osem državnih in štirinajst privatnih mostov ter uničila velik del železniške proge pri Dovjem.

Jeseni leta 1966 je divjal hudournik Hladnik, ki je v poldrugem dnevu razdejal del naselja Gozd Martuljek in naplavil nad 90.000 m^3 grušča (Jesenovec, 1995).

Jeseni leta 2000 je prevladovalo izrazito mokro vreme, ki je v Sloveniji povzročilo večkratne poplave in proženje zemeljskih plazov (med njimi tudi najhujšega v Logu pod Mangartom 16. in 17. novembra). Večje padavine so se pričele 3. in 4. novembra, predvsem v hribovitih predelih zahodne, južne in severne Slovenije. Novo deževje je sledilo 6. in 7. novembra, ki je zajelo predvsem zahodno in severno Slovenijo. V Ratečah je od 6. novembra od 7. ure do 7. novembra do 7. ure padlo 99 litrov dežja na kvadratni meter. Količina padavin sicer ni bila izjemna, vendar jih je večina padla v noči na 7. november med 18. in 4. uro, na hiter in močan porast rek in hudournikov pa so dodatno vplivala predvsem namočena tla od prejšnjih padavin, ki niso zmogla zadržati novih količin vode. Sava je pri Radovljici med 7. in 9. novembrom dosegla pretok 656 m^3/s, kar

ustreza 10- do 20-letnim visokim vodam. Na porast voda je vplivalo tudi topljenje snega v legah pod 2000 metri. Močneje je deževalo še od 13. do 15. novembra, kar je povzročilo ponoven izdaten porast rek, v Ratečah pa je voda ogrožala dve hiši (Večje nesreče …, 2008). Količina padavin v novembru, izmerjena na hidrometeorološki postaji Rateče-Planica, je bila 614 mm, kar je tretjina celoletnih padavin v letu 2000 (Meteorološki letopis …, 2008).

29. in 31. avgusta 2003 je poplavljala večina hudournikov na območju Kranjske Gore. Po podatkih avtomatske postaje je namreč 29. avgusta v Ratečah padlo kar 145 mm padavin, večina od tega zvečer. V močnem nalivu je v uri in pol padlo okoli 59 mm dežja s 130-letno povratno dobo enoinpolurnih padavin. V soboto, 30. avgusta 2003, so se padavine prehodno umirile, padlo je manj kot pet mm dežja. V nedeljo, 31. avgusta 2003, so bile v severozahodni Sloveniji ponovno obilne padavine. Avtomatska postaja v Ratečah je izmerila 127 mm dežja. Izdatnost padavin je bila manjša kot v petek, povratna doba nalivov je bila manj kot pet let (Polajnar, 2003). Padavine v zadnji dekadi avgusta 2003 so bile v Ratečah za 324 odstotkov višje od povprečja obdobja 1961–1990 (Mikoš, 2007). Sava Dolinka je pri Jesenicah dosegla 20-letno povratno dobo pretoka, na vodomerni postaji Kranjska Gora pa 29. avgusta zvečer celo pretok s 50-letno povratno dobo (Polajnar, 2006).



Slika 14: Količina 30-minutnih padavin v mm, izmerjena 31. avgusta 2003 na avtomatski postaji Rateče (Polajnar, 2003: 36)

V zadnjih letih se je zelo povečalo število raziskav o klimatskih spremembah ter o možnih negativnih posledicah za svetovno prebivalstvo. Večina ugotovitev je, da se spremembe

dogajajo in napovedi so, da se bodo vremenski ekstremi še intenzivirali. Klimatske spremembe vse pogosteje občutimo tudi v Sloveniji. Letna količina padavin in letni odtoki voda se bistveno ne spreminjajo, spreminja pa se razporeditev padavin in odtokov v posameznem letu. Veliko več imamo daljših obdobij z malo padavinami, večina padavin pa se osredotoči na pozno poletni in jesenski čas.

Na posledice, ki bodo zaradi klimatskih sprememb nastale pri varstvu pred erozijo in hudourniki v Sloveniji, nismo pripravljeni. Razmere na tem področju so že dalj časa zaskrbljujoče. O teh vprašanjih se govori večinoma samo ob naravnih nesrečah, veliko premalo pozornosti pa se jim posveča takrat, ko so razmere za njihovo reševanje primernejše. Neizpodbitno se tudi Sloveniji v prihodnosti obetajo naravne nesreče, ki bodo prizadele tudi kraje, ki do sedaj niso bili ogroženi. Urejanje hudourniških območij in varstvo pred različnimi vrstami erozije dobivata vedno večji gospodarski pomen, vendar pa se tega zaenkrat pri nas še vedno lotevamo premalo resno in celovito (Horvat, 2007).

3.2 OBMOČJE HUDOURNIKA TREBIŽA

Hudournik Trebiža je tipični sredogorski hudournik Karavank z zelo razvejanim zlivnim območjem ($F_w = 4{,}8$ km^2) z gozdnatim zaledjem. Geološka podlaga je zelo raznolika (skrilavci, peščenjaki, meljevci, dolomit, apnenci, morenski nanosi in preperina), nestabilna ter večinoma neprepustna (Pregled stanja …, 2004).

Preglednica 2: Geometrijski podatki za hudournik Trebiža

Površina vodozbirnega območja	4,8 km^2
Obseg območja	8,9 km
Srednji nagib površin	45 %
Srednji padec hudournika	14 %

Turistično je območje Trebiže izredno zanimivo. V njenem spodnjem delu se nahaja slikovito naselje Rateče, najbolj severozahodno ležeče naselje v Sloveniji z bogato preteklostjo. Tik ob strugi hudournika se nahajajo številni apartmaji, gozdna cesta, ki pelje

preko jarkov v zgornjem delu, pa je edina cestna povezava do Tromeje, kamor pozimi zahajajo smučarji, poleti pa številni pohodniki.

Po ujmi konec osemdesetih let 19. stoletja je bila Trebiža sistematično urejevana, zato je bila hudourniška erozija dokaj umirjena. Zadnja leta se stanje, zaradi nevzdrževanja objektov v zaledju ter pogostejših visokih vodah (zadnje v avgustu 2003), poslabšuje. Prisotne so vse oblike hudourniške erozije (številni usadi, bočno erodiranje), problematično pa je predvsem odlaganje plavin v spodnjem teku skozi Rateče (zasutja kinete) vse do prepusta pod magistralno cesto in Rateških blat (Pregled stanja …, 2004).

3.2.1 Makro- in mikrolokacija hudournika

Slika 15: Pogled na izlivni del Trebiže ob visokih vodah 15. novembra 2000 (foto: B. Cotič)

Hudournik Trebiža leži na skrajnem severozahodu Slovenije in teče skozi zahodni del naselja Rateče, njegovo vodozbirno območje pa sega tudi v sosednjo Italijo (PRILOGA A). Pritoki in glavna struga v zaledju tečejo po strmih grapah, čez katere je urezana gozdna cesta na Tromejo. V spodnjem delu teče hudournik po položnejšem vršaju skozi Rateče, prečka magistralno cesto in ponikne v Ledinah, nekakšnem presihajočem jezeru, ki se napolni le ob velikem deževju, navadno spomladi in jeseni. Zahodno od Rateč, že na italijanski strani, so močvirna Blata, iz katerih odteka voda v Jezernico, dotok Ziljice. Med Ledinami in Blati se nahaja razvodnica med savskim in dravskim vodovjem. Kadar je več padavin in se v Ledinah zbere veliko vode, se le-ta prelije čez razvodnico na italijansko

stran in takrat pride do zanimivega naravnega vodnega pojava, imenovanega bifurkacija (Petrič, 1990).

3.2.2 Zgodovina urejanja

Najstarejši še obstoječi načrt ureditve hudournika zadeva prav Trebižo. Leta 1885 je namreč potok zasul skoraj 12 ha polja in travnikov, zato je bila nujna ureditev, ki so jo izvedli v letih 1888–1890, načrt pa še danes hranijo v arhivu PUH-a. Erozijsko dejavnost hudournika naj bi okrepilo krčenje gozda v zaledju, na kar nakazujejo že ledinska imena (Spodnje Trebiže, Zgornje Trebiže) in tudi ime samega hudournika. Nedvomno je, da obsežen senožetni svet zadržuje manj padavinske vode kakor gozdni. Zato ta hitreje odteče po strugi do vznožja oziroma vršaja, na katerem je naselje, ki ga je Trebiža že večkrat ogrozila in tudi prizadela (Radinja, 1998).

V Rateški kroniki je v letu 1892 zabeleženo urejanje Trebiže po njenem divjanju leto prej: *»Pokopališka cerkev sv. Tomaža je dobila novo streho in cerkev se je osnažila radi povodnji prejšnjega leta. Država je poslala kaznjence iz ljubljanske prisilne delavnice, da so začeli popravljati škarpo, ki jo je porušil potok Trebiža, ko se je razlil iz svoje struge. Za kaznjenci iz prisilne delavnice je prišlo 60 kaznjencev z ljubljanskega gradu v Rateče. Pomagali so pri regulaciji hudournika Trebiže. Ob zgornjem delu so potok dobro zavarovali, ob spodnjem delu pod cerkvijo sv. Tomaža pa je ostala Trebiža še ne zavarovana.«* (Lavtižar, 1998: 174)

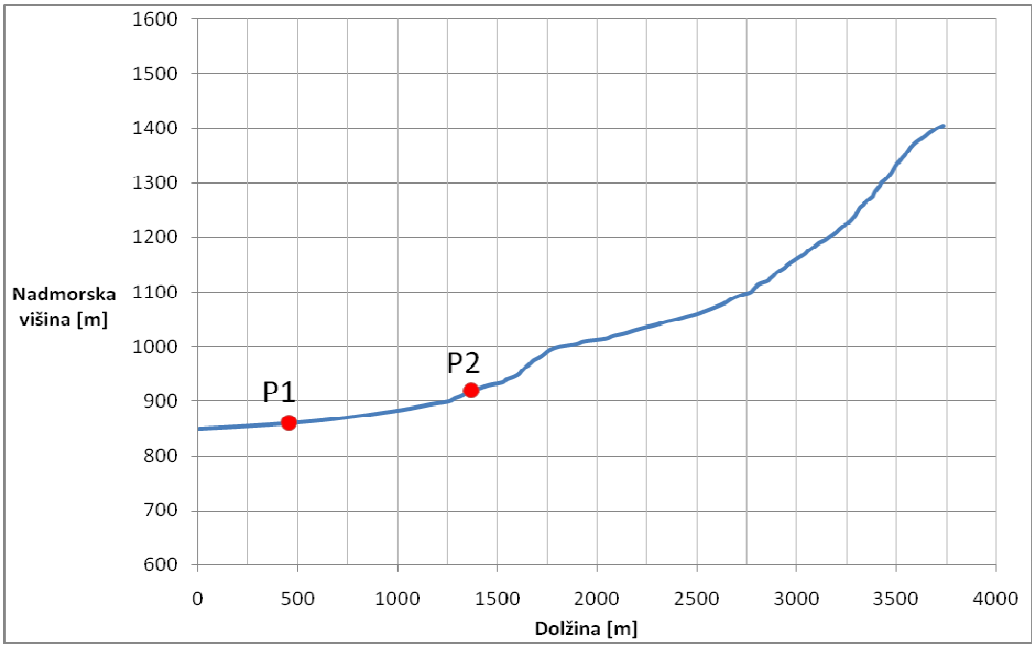
Iz projektne dokumentacije na Podjetju za urejanje hudournikov so razvidna še naslednja ureditveno-vzdrževalna dela:

- 1971: izgradnja kamnite obloge na levem in desnem bregu med km 1,45 in 1,50, v dolžini približno 40 metrov, na spodnjem delu ureditev zaključena z novim betonskim pragom; rekonstrukcija pregrade 25 metrov višje od zgornjega dela prejšnjega zavarovanja; sanacija treh lesenih pragov v desnem jarku;
- 1974: obnova lesenega praga z obrežnimi kamnitimi zložbami (kamen v cementni malti na betonski podlagi) na km 1,45;

- 1976: obnova dotrajanih in spodkopanih obrežnih zidov in pragov, čiščenje in fugiranje kinete iz leta 1892;
- 2004: most pri pokopališču v Ratečah.

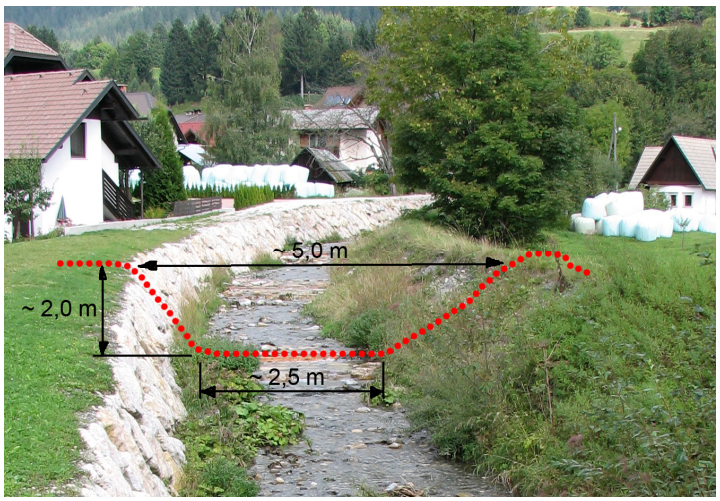
3.2.3 Vzdolžni profil in tipični prečni prerezi

Ker bi za natančno izmero vzdolžnega profila potrebovali geodetske merilne inštrumente, česar pa nismo imeli na razpolago, smo si pri določanju pomagali z digitalnimi topografskimi kartami v merilu 1 : 5000 in programsko opremo Adobe Photoshop, s katero smo izmerili posamezne horizontalne razdalje med plastnicami. Izmerjen je bil najbolj severni krak hudournika, ki se zaključi tik pod gozdno cesto, vzhodno od Stare karavle, na nadmorski višini okrog 1405 m.



Slika 16: Vzdolžni profil hudournika Trebiža

Tipične srednje prereze smo določili s pomočjo fotografij, na katerih smo s pikčasto črto konstruirali profile.



Slika 17: Prečni profil struge Trebiže v spodnjem delu (P1)

Slika 18: Prečni profil struge Trebiže v srednjem delu (P2)

Iz konstruiranih prečnih profilov je razvidno, da je struga hudournika sorazmerno široka in zato sposobna prevajati tudi višje vode. Tudi brežine imajo primeren naklon oz. niso prestrme.

3.2.4 Odtočni režim

Značaj Trebiže je tipično hudourniški. Zaradi izredno razvejanega sistema v zgornjem delu območja je ob nenadnih padavinah izrazit hiter porast višine vode v nižjih delih, prav tako pa vodostaj tudi hitro upade.

V Načrtu vzdrževalno-sanacijskih del na območju Save Dolinke, ki ga je izdelalo Podjetje za urejanje hudournikov leta 1976, so omenjene tudi pričakovane (stoletne) visoke vode: Q_{100} = 40 m^3/s. Srednji pretok (Q_{sr}) hudournika znaša 0,213 m^3/s (Načrt vzdrževalno-sanacijskih …, 1976).

Določanje zveze med površino vodozbirnega območja in odtokom bo prikazano v poglavju 3.3.4. za hudournik Suhelj.

3.3 OBMOČJE HUDOURNIKA SUHELJ

Hudournik Suhelj je levi pritok Save Dolinke. Izvira v vzhodnih strminah Karavank in se pri Podkorenu izliva v Savo. Po površini vodozbirnega območja je eden manjših pritokov, glede na erodibilnost zemljišč in razvitost erozijskih pojavov pa spada med večje hudournike v Sloveniji.

Preglednica 3: Geometrijski podatki za hudournik Suhelj

Površina vodozbirnega območja	1,8 km^2
Dolžina vodotoka	3,5 km
Obseg območja	8,0 km
Srednji padec hudournika	16 %
Srednji nagib površin	65 %

Konec 10. stoletja se je v peščeno-glinenih formacijah aktiviral školjkasti usad, ki se je z naglim napredovanjem globinske erozije in sovpadanjem plazenja plazljivih pobočij razvil v izjemno erozijsko žarišče. Po grobih ocenah so hudourne vode odplavile s tega žarišča

preko milijon kubičnih metrov sproščenih rudimentov erozije (Hudournik Suhelj …, 1977).

3.3.1 Makro- in mikrolokacija hudournika

Suhelj leži le slabe štiri kilometre vzhodno od Trebiže. Obsežno erozijsko žarišče se nahaja pod Kamnatim vrhom (1656 m nadmorske višine), nato pa hudournik teče po strmih jarkih proti jugu in medtem dvakrat prečka gozdno cesto. Spodnji del teče skozi vikend naselje na vzhodnem delu Podkorena do izliva v Savo Dolinko (PRILOGA C).

3.3.2 Zgodovina urejanja

S sistematičnim urejevanjem hudournika so pričeli po koncu druge svetovne vojne, in sicer z graditvijo številnih pragov in pregrad, ki so deloma zaustavile poglabljanje, zadržale veliko plavin ter zmanjšale njihovo sproščanje. Danes se nekoč že doseženo stanje urejenosti slabša, zaradi starosti nekaterih objektov oz. nevzdrževanja ter popolne zapolnjenosti večine zaplavkov in struge s plavinami. Obstaja možnost hujšega hudourniškega izbruha (murasti tok), ki bi lahko ogrozil urbanizirane površine (vikend naselje) na vršaju (Pregled stanja …, 2004).

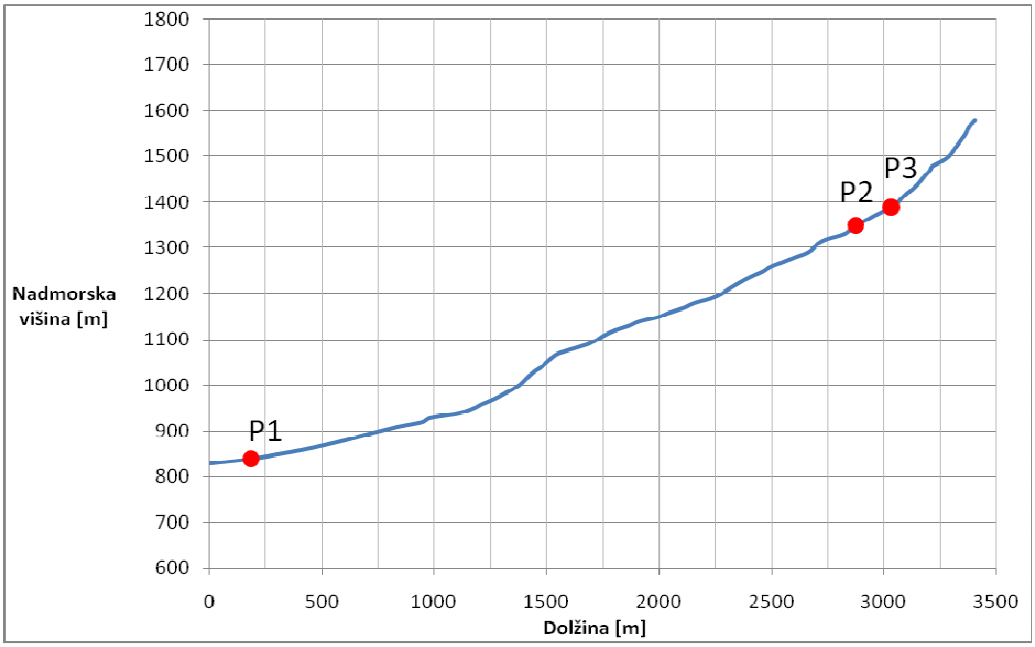
V arhivu PUH-a se nahajajo zapisi o naslednjih ureditveno-vzdrževalnih delih:

- 1982: izgradnja grabljaste zaplavne pregrade s predpragom na km 2,10,
- 1983: izgradnja visoke zaplavne pregrade na km 2,84 in 2,85,
- 1994: vzdrževalna dela na izlivnem odseku,
- 2001: popravilo kinete, posek grmovja.

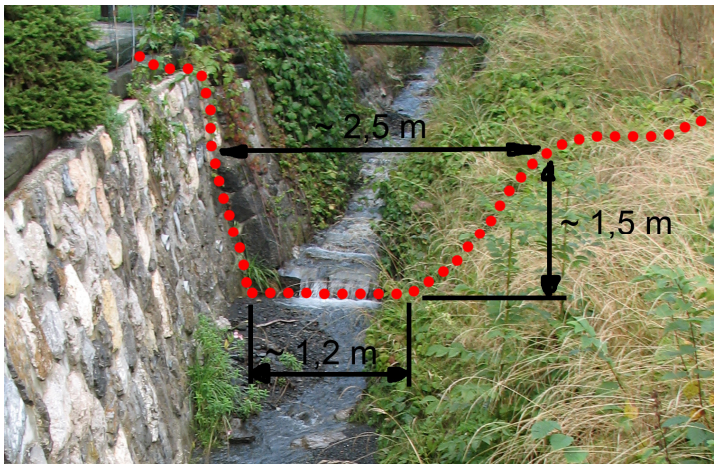
3.3.3 Vzdolžni profil in tipični prečni prerezi

Tudi tu smo določitev vzdolžnega profila opravili s pomočjo digitalnih topografskih kart, in sicer v merilih 1 : 5000 in 1 : 10.000 ter programsko opremo Adobe Photoshop.

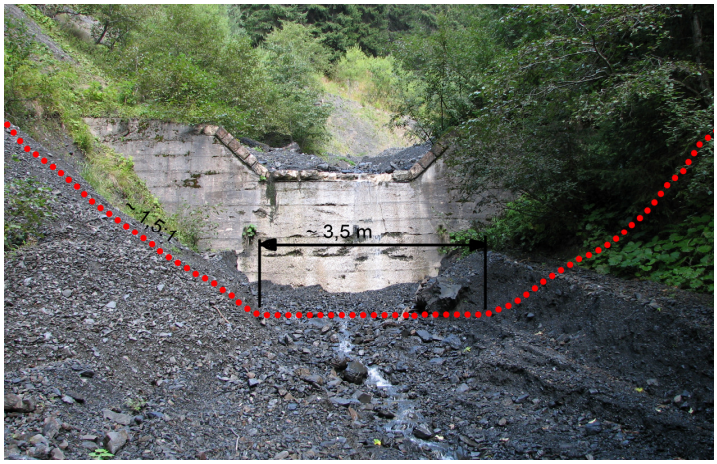
Izmerjen je bil krak hudournika, ki se zaključi najvišje, na aktivnem erozijskem žarišču tik pod Kamnitim vrhom, na višini okrog 1580 m.



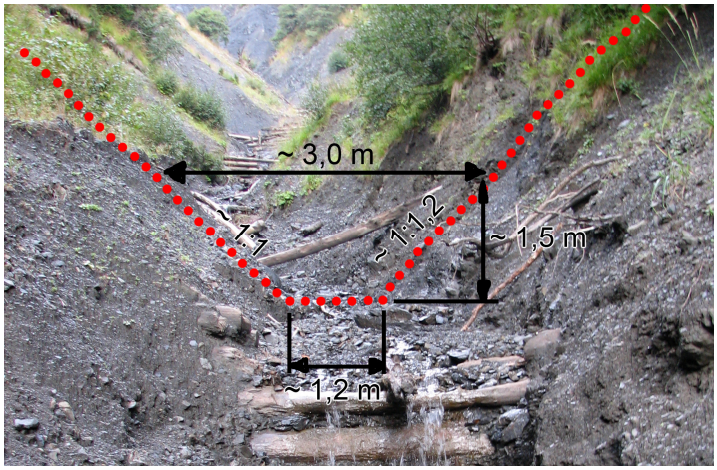
Slika 19: Vzdolžni profil hudournika Suhelj



Slika 20: Prečni profil struge Suhlja v spodnjem delu (P1)



Slika 21: Prečni profil struge Suhlja v zgornjem delu pod gozdno cesto (P2)



Slika 22: Prečni profil struge Suhlja v zgornjem delu, tik pod erozijskim žariščem (P3)

Iz prečnih profilov P1 in P3 je razvidno, da je struga v teh delih hudournika precej utesnjena, brežine pa so ponekod prestrme in jih voda močno erodira. Struga v teh delih težko prevaja visoke vode.

3.3.4 Odtočni režim

Zaradi precej manjšega vodozbirnega območja, kot ga ima Trebiža, so tudi pričakovane visoke (stoletne) vode (Q_{100}) pri Suhlju nižje in po podatkih PUH-a znašajo 17 m^3/s (Hudournik Suhelj …, 1977).

Podatke smo preverili računsko s pomočjo Iskovsky-jeve enačbe za računanje pretokov voda (VSŠ 1. vaja …, 2008). Na voljo je sicer vsaj pet različnih enačb, vendar smo uporabili to, ker upošteva zvezo med količino letnih padavin (H) in površino vodozbirnega območja (F) kot osnovnima podatkoma.

Površino celotnega območja hudournika Suhelj smo razdelili na manjše površine posameznih krakov hudournika. Tako smo dobili pet delnih površin ($F_{1, 2, 3, 4, 5}$), ki smo jih označili z različnimi šrafurami. Količino letnih padavin smo izračunali iz podatkov o količini padavin za Rateče za obdobja od leta 2000 do leta 2007, tako da smo iz njih izračunali povprečje.

Iskovsky-jeva enačba:

$Q = C_k \cdot m \cdot H \cdot F.$

Preglednica 4: Podatki za določitev koeficientov C_k in m v Iskovsky-jevi enačbi

C_k					ravnine, doline	gričevje	hribi	gore	visoke planine
močno prepustno zemljišče z normalno vegetacijo					0,03	0,04	0,06	0,07	0,08
različna vodoprepustnost in vegetacija					0,055	0,082	0,16	0,185	0,21
neprepustno, gozdno zemljišče					-	0,155	0,36	0,46	0,60
neprepustno, golo zemljišče					-	0,40	0,60	0,70	0,80
F [km^2]	**1**	10	20	50	100	150	400	600	1000
m	**10**	9,5	9	7,95	7,4	7,1	6,22	5,6	4,7

Za dele vodozbirnega območja so bile najprej določene delne površine, nato pa izračunane odtočne količine.

C_k = 0,66 (ocenjena vrednost)

m = 10

H = 1476 mm

S programom MapInfo so bile določene delne površine:

F_1 = 0,424 km^2,

F_2 = 0,168 km^2,

F_3 = 0,335 km^2,

F_4 = 1,203 km^2,

F_5 = 1,742 km^2.

Rezultati:

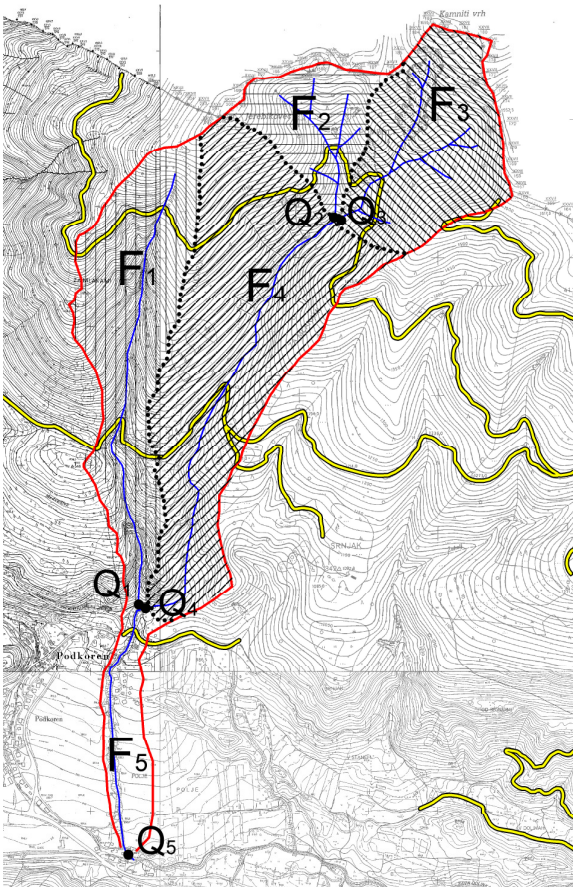
$Q_{100,\,1}$ = 4,13 m^3/s,

$Q_{100,\,2}$ = 1,64 m^3/s,

$Q_{100,\,3}$ = 3,26 m^3/s,

$Q_{100,\,4}$ = 11,72 m^3/s,

$Q_{100,\,5}$ = 16,97 m^3/s.



Slika 23: Vodozbirno območje Suhlja z označenimi delnimi površinami in pretoki

Tako dobimo odtočne količine (pretoke stoletnih voda) na posameznih odsekih hudournika. Vidimo, da se podatek za pretok ob izlivu hudournika dobro ujema s podatkom iz dokumentacije PUH-a.

3.4 SPLOŠNI CILJI UREJANJA NA OBEH OBMOČJIH HUDOURNIKOV

Cilji se na različnih delih hudournika spreminjajo, v zgornjem delu niso enaki kot v spodnjem delu. Odvisni so tudi od že dosežene stopnje urejenosti in od razvojnih načrtov na obravnavanem območju.

3.4.1 Gozdnogospodarski cilji in ukrepi

Okoljski cilji in ukrepi

Najpomembnejša med njimi je varovalna vloga gozdov na strmih pobočjih, saj gozd bistveno zmanjša površinski odtok vode in s tem erozijo. Celoten zgornji del vodozbirnega območja hudournika Suhelj prekrivajo varovalni gozdovi, kar je skoraj 45 ha. Gozdovom, ki opravljajo funkcijo varovanja zemljišč in sestojev ter zaščitno funkcijo, je treba nameniti več pozornosti v smislu primernih gozdnogojitvenih ukrepov, saj je območje celotne gozdnogospodarske enote (GGE) Kranjska Gora hudourniško zelo aktivno. Najboljša zaščita proti nastajanju in širjenju erozijskih žarišč je trajna zarast pobočij z drevjem. Najprimernejši so mlajši in srednjedobni mešani sestoji listavcev, macesna in bora. Prestari sestoji bukve in smreke lahko za teren predstavljajo prevelike obremenitve, zato ob neugodnih razmerah obstaja možnost, da zemljina na takih pobočjih začne drseti. V bližini hudournikov so tako nujne postopne pomladitvene sečnje, ki razbremenijo teren. V večji meri bi se bilo treba posvetiti tudi vzdrževanju tehničnih objektov v in ob hudourniških strugah.

Socialni cilji

Kranjska Gora je pomembno turistično središče in izhodišče za številne planinske oz. kolesarske ture. Krepitev estetske vloge gozda, skrb za primerno rekreacijsko infrastrukturo ter seznanjanje in izobraževanje javnosti o pomenu gozda v gorskem svetu ter nujnosti sonaravnega gospodarjenja so zato prednostne naloge.

Proizvodni cilji

Večnamenski gozdovi na območju obeh hudournikov so uvrščeni v rastiščnogojitveni razred Visokogorska acidofilna bukovja. V ciljni drevesni sestavi prevladuje smreka z

81,5 %, sledi bukev z 12,4 %, macesen s 3,9 %, jelka z 1,3 %, manjši delež pa sestavljajo še bor, plemeniti listavci in ostali listavci. Proizvodna doba znaša 125 let, pomladitvena doba 20 let, ciljna lesna zaloga 580 m^3/ha, končna lesna zaloga pa 700 m^3/ha. Interes za gospodarjenje z gozdovi, tudi zaradi prevladujoče turistično-rekreacijske usmeritve območja Kranjske Gore, upada, vendar pa je glede na razmeroma dobra rastišča in njihovo dobro lesnoproizvodno izkoriščenost proizvodnja lesa po količini in kakovosti ena pomembnejših vlog, posebej na terenih, ki so lažje dostopni (Gozdnogospodarski načrt …, 2007).

3.4.2 Vodnogospodarski cilji

Ključni vodnogospodarski cilji so:

- z regionalnim planiranjem povezati različne specifične interese v gorskem svetu in jih uskladiti z naravnimi danostmi (sožitje gospodarskih in turističnih dejavnosti);
- vzpostavitev ekološkega ravnovesja v občutljivem gorskem prostoru, saj je to temeljni pogoj za zagotovitev dolgoročne uspešnosti urejanja povirij voda in urejenosti celotnega odtočnega režima v gorskem svetu;
- ukrepi varstva okolja naj zmanjšujejo nevarnosti za ekološko stabilnost gorskega sveta, ki jo nosi propadanje gorskega gozda zaradi naraščajočega odmiranja drevja;
- obremenitve gorske pokrajine je treba zadrževati pod mejo, ki jo določata vodni režim in vegetacija – če je ta meja presežena, je treba poseči po sanacijskih ukrepih;
- sprotno prilagajanje žgoči problematiki:
    - možne posledice človeških posegov v vodni režim (gozdarstvo, gradnja prometnic, smučarske proge ...);
    - učinkovitost in usklajenost z okoljem raznih objektov, vodnih elektrarn ...;
    - možne posledice novejše škode na gozdnih sestojih (Brilly, 1999).

3.4.3 Cilji drugih resorjev

Kranjska Gora je predvsem turistično usmerjena občina, zato je njena temeljna razvojna usmeritev tudi v prihodnosti turizem in njemu komplementarne dejavnosti, kot so: kmetijstvo, obrt in storitve, trgovina. Za občino so v zimskem času najpomembnejše smučarske aktivnosti, v poletnem času pa različne aktivnosti v naravi (kolesarjenje, pohodništvo …). Zato je eden najpomembnejših ciljev prav gotovo dvig kakovosti turističnih storitev s pomočjo novih naložb v turistično infrastrukturo, z izboljšanjem ponudbe in s profesionalno vodenim trženjem in promocijo turistične ponudbe občine.

Poleg razvoja turizma so glavni cilji še:

- Hitrejši gospodarski razvoj in uskladitev prostorskih planov: prostorske omejitve in turistična naravnanost območja narekujeta predvsem razvoj malega podjetništva, storitvene dejavnosti, obrti in trgovine, ki bodo podprli kvaliteto turistične ponudbe. Dolgoročen razvoj občine pa bo moral poleg turizma pospeševati tudi razvoj lesnopredelovalne panoge (obdelava lesa), uporabo obnovljivih virov energije, lahke predelave, izvozno naravnane industrije (na območju, ki je že prostorsko urejeno za te namene – Mojstrana); ponuja pa se tudi možnost komercialnega izkoriščanja presežnih vodnih virov kot strateške surovine.
- Vzpostavitev ugodnih prostorskih pogojev za razvoj novih podjetij: skupaj z usklajeno rabo prostora ter ustrezno infrastrukturno opremljenostjo se bo bistveno povečala privlačnost okolja za nove investicije. Z nastajanjem novih delovnih mest bo občina izkoristila obstoječi kadrovski potencial in zmanjšala odliv izobražene delovne sile v druga območja (Ljubljana, Kranj …).
- Vzpostavitev ugodnih pogojev za ohranjanje kmetijske dejavnosti z bolj prilagojeno tržno usmeritvijo (vključevanje v turizem): zaradi neugodnih naravnih pogojev (slaba posestna struktura, velika gozdnatost, neugoden relief, velik delež absolutnega travinja) ima kmetijstvo na tem območju manjšo proizvodno sposobnost, ožji izbor kultur in s tem manjšo prilagodljivost ter dražjo pridelavo, zato se zmanjšuje njegova konkurenčnost na trgu. Občina z ustreznimi subvencijami in izobraževalnimi programi pospešuje prestrukturiranje iz

prevladujočega samooskrbnega kmetovanja v tržno usmerjeno dejavnost. Z registracijo dopolnilnih dejavnosti se bo kmetijstvo bolj uspešno vključevalo v turistično ponudbo.

- Izvajanje meril trajnostnega razvoja: temeljno izhodišče dolgoročnega programa varstva okolja v občini Kranjska Gora je Agenda 21 – program dela Združenih narodov za trajnostni razvoj v 21. stoletju. Cilje na področju varstva okolja določa tudi Program sonaravnega-okoljevarstvenega razvoja iz leta 1997 in se nanašajo na celotni sklop dolgoročnih programskih ciljev na področjih varstva okolja, turizma, urejanja prostora in kulturne krajine (Razvojni program …, 2004).

3.5 OBSTOJEČI OBJEKTI IN UREDITVE

V nadaljevanju bomo podali pregleden popis stanja in problematike vodnogospodarskih in protierozijskih objektov, ki se nahajajo v ali ob strugah proučevanih hudournikov. Lokacije objektov so podane s kilometražo, merjeno od izliva proti zaledju, v nekaterih primerih pa le z opisom. Podan je tip objekta, njegova funkcija, gradbeni material ter opis stanja.

Gradbeni materiali, iz katerih so objekti, so podani z naslednjimi kraticami v oklepajih:
KZS – kamnita zložba v suho,
KB – kamen v betonu,
B – beton (lahko armiran),
LK – lesene kašte, polnjene s kamnom (eno- ali dvostenske),
L – les (piloti, oblice),
K – kamen (brez betona),
ABK – armiranobetonske kašte, polnjene s kamnom.

Priložene so tudi fotografije. Lokacije vseh objektov so razvidne tudi s preglednih kart.

3.5.1 Trebiža

Lokacije objektov, ki so opisani v naslednjem poglavju, so razvidne s pregledne karte (PRILOGA B).

3.5.1.1 Opis stanja

V spodnjem delu, dolvodno od mostu pri gasilskem domu, je precej zaraščena kineta, ki bi jo bilo treba očistiti, od mostu pri pokopališču navzdol pa je kineta obnovljena, na novo pa je zgrajeno tudi desnoobrežno zavarovanje.

Na km 1,50 je stara zaplavna pregrada, ki je deloma zaraščena, zaplavek pa je pogosto poln. Dolvodno od spodnjega ustalitvenega praga na km 1,49 je na novo zgrajeno levoobrežno zavarovanje z betonskim zidom.

Na km 1,65 se na koncu levega pritoka nahajajo trije stari, zelo dotrajani ustalitveni pragovi, ki bi jih bilo nujno treba obnoviti. Prav tako je dotrajano obrežno zavarovanje med njimi. Nad pragovi se nahaja kamnita drča, ki je mestoma poškodovana, potrebna bi bila manjša popravila.

Nad km 1,98 se nahajajo še tri zaplavne pregrade, vse pa imajo polne in zaraščene zaplavne prostore. Nekoliko so poškodovana tudi krila pri prelivih. Zaplavne prostore bi bilo nujno treba očistiti, da bi zagotovili ustrezno zaustavljanje plavin.

km 0,00–1,30

Kineta (KB) s talnimi pragovi (L), v sp. delu dolvodno od mostu pri pokopališču je na novo zgrajeno desnoobrežno zavarovanje (KB), na odseku nad pokopališčem kineta mestoma precej zaraščena. Med km 1,10 in 1,20 je na novo zgrajeno desnoobrežno zavarovanje (KB). Na km 1,30 je uvajalni prag s podslapjem (KB) v solidnem stanju.

Slika 24: Struga v spodnjem delu

Slika 25: Kineta dolvodno od mostu

Slika 26: Kineta pri apartmajih

Slika 27: Uvajalni prag v kineto

km 1,35
Ustalitveni prag (B, krona KB) brez podslapja, v dobrem stanju, ob njem levoobrežni zid (B).

Slika 28: Ustalitveni prag na km 1,35

km 1,38
Ustalitveni prag (L) brez podslapja, v solidnem stanju.

Slika 29: Ustalitveni prag na km 1,38

km 1,40
Ustalitveni prag s podslapjem (B, KB), v solidnem stanju, nekoliko spodkopano podslapje.

Slika 30: Ustalitveni prag na km 1,40

km 1,45
Ustalitveni prag (B, krona KB) s podslapjem (KZS), v solidnem stanju; zastajanje plavin v podslapju, dolvodno od praga je iztok iz MHE.

Slika 31: Ustalitveni prag na km 1,45

km 1,49
Ustalitveni prag (B, krona KB) (novejši predprag starih zaplavnih pregrad), v solidnem stanju, dolvodno od praga na novo zgrajeni levoobrežni zid (B).

Slika 32: Ustalitveni prag na km 1,49

Slika 33: Levoobrežni zid dolvodno od praga na km 1,49

km 1,50

Dve stari zaplavni pregradi (K) brez podslapij, v solidnem stanju, nekoliko zaraščena krila, polna zaplavka (zgornji je bil pred leti deloma izpraznjen – premet na strani).

Slika 34: Zaplavna pregrada na km 1,50

Slika 35: Druga zaplavna pregrada gorvodno od pregrade na km 1,50

Slika 36: Deloma izpraznjen zaplavek nad zaplavnima pregradama

km 1,60

Starejši ustalitveni prag (LK), brez podslapja, v solidnem stanju.

Slika 37: Ustalitveni prag iz lesenih kašt na km 1,60

km 1,65

Levi pritok: trije ustalitveni pragovi (B), ki se podirajo (razpadanje betona), vmes levoobrežni zid (KB) mestoma porušen, gorvodno od pragov je drča (KB), mestoma poškodovana.

Slika 38: Razpadajoči ustalitveni pragovi na levem pritoku na km 1,65

Slika 39: Kineta nad ustalitvenimi pragovi

km 1,85
Pregrada (B) s tirolskim zajetjem za odvzem vode za MHE, s peskolovom, v podslapju skale, v solidnem stanju.

Slika 40: Zajetje na km 1,85

km 1,98
Zaplavna pregrada (K) v solidnem stanju, nekoliko poškodovana krila preliva, deloma zatrpan in zaraščen preliv, poln in zaraščen zaplavek.

Slika 41: Zaplavna pregrada na km 1,98

km 2,05
Zaplavna pregrada (K) s poškodovanim levim krilom, poln in zaraščen zaplavek.

Slika 42: Zaplavna pregrada na km 2,05

km 2,05–2,12
Krajši levoobrežni zid (K), dva ustalitvena pragova (L), v solidnem stanju glede na starost, a dokaj zaraščeno in zasuto s plavinami.

Slika 43: Zasut manjši ustalitveni prag

km 2,12
Zaplavna pregrada (K) pod izlivom dveh pritokov, v solidnem stanju, nekoliko poškodovana krila preliva, poln zaplavek.

Slika 44: Zaplavna pregrada na km 2,12

3.5.1.2 Trendi

V letu 2004, eno leto po zadnji veliki ujmi, ki je prizadela to območje, je Podjetje za urejanje hudournikov izvedlo obsežen popis stanja hudourniških objektov v občini Kranjska Gora. Trebiža je bila takrat v precej slabem stanju, ki pa se je do danes nekoliko popravilo. Zgrajenih je bilo nekaj obrežnih zavarovanj, ki so bila nujno potrebna, saj je hudournik zaradi zastajanja plavin in spodjedanja brežin že ogrožal ob njem ležeče hiše. Večjih del pa na Trebiži že dolgo ni bilo opravljenih. Večina pregrad ima zapolnjene in zaraščene zaplavke, plavine pa tako zasipavajo dele kinete skozi Rateče. Domačini so mnenja, da je prav nevzdrževanje že obstoječih objektov krivo za škodo, ki jo je Trebiža povzročila avgusta 2003. Menim, da imajo prav, saj bi že z manjšimi vzdrževalnimi deli (čiščenje zaraščene struge, kinete) lahko bistveno pospešili odtok vode s plavinami skozi naselje in do tako velikih posledic prav gotovo ne bi prišlo.

Danes je stanje prav gotovo najbolj kritično na levem pritoku na km 1,65. Pragovi so v zelo slabem stanju, beton razpada. V primeru porušitve bi bila ogrožena tudi drča gorvodno, po vsej verjetnosti bi nastalo novo erozijsko žarišče.

3.5.1.3 Presoja, kako daleč je (še) do ciljev

Zaledje Trebiže je večinoma gozdnato, gozdovi na najbolj občutljivih območjih, kjer so potencialna nova erozijska žarišča, pa so uvrščeni med gozdove z varovalno ali zaščitno funkcijo na prvi stopnji poudarjenosti. Prav ti gozdovi imajo za to območje največji pomen. Žal pa je izvajanje gozdnogospodarskih ukrepov v njih zelo slabo. Problem takega premajhnega oz. nikakršnega poseganja pa pomeni, da pobočja postanejo preobremenjena s težkim in prestarim drevjem, ki se zato pogosto zruši v nižježležečo strugo. Debla in veje lahko strugo zajezijo, ko pa je pritisk za njimi prevelik, jez popusti in nenadno se lahko sprostijo velike količine plavin. Zaskrbljujoča je tudi nizka realizacija poseka v ostalih gozdovih. To se na dolgi rok odraža v slabši stabilnosti sestojev in predvsem v slabši kvaliteti razvijajočih se sestojev. V prihodnosti bi bilo treba povečati interes za sečnjo pri lastnikih gozdov in zagotoviti izvedbo vsaj minimalnih in nujnih gozdnogojitvenih ukrepov (Gozdnogospodarski načrt …, 2007).

Vodnogospodarski cilji na tem območju so v ožjem pomenu prav gotovo usmerjeni k zavarovanju naselja Rateče pred škodljivim delovanjem Trebiže. Kar se tiče količine varovalnih objektov, menim, da jih je dovolj, zaradi nezadostnega vzdrževanja pa jih je veliko že v slabem stanju. V širšem pomenu pa je treba doseči uravnotežen transport sedimentov, kar zahteva zadrževanje plavin na vsakem koraku.

3.5.2 Suhelj

Lokacije objektov, ki so opisani v naslednjem poglavju, so razvidne s pregledne karte (PRILOGA D).

3.5.2.1 Opis stanja

V spodnjem teku hudournika, do km 0,85, se nahaja kopica ustalitvenih pragov in pregrad, stanje vseh pa je dokaj dobro. Glavni problem v tem delu je velika zaraščenost struge in objektov in s tem zmanjšana pretočna sposobnost. Objekti z vidika stabilnosti niso ogroženi. Do km 1,25 nato sledijo štiri zaplavne pregrade, ki pa so že v nekoliko slabšem stanju. Pri vseh je opazna precejšnja erodiranost lica, vidne so tudi razpoke telesa pregrade. Zaplavka zgornjih dveh pregrad sta zapolnjena, spodnja dva pa periodično praznijo. Pregrade so sicer v solidnem stanju, stabilnostno niso ogrožene, vendar pa bi bila potrebna njihova sanacija, da se prepreči njihovo nadaljnje propadanje.

V srednjem teku se nahajajo trije objekti. Na km 1,95 se nahaja premostitev gozdne ceste z manjšim predpragom v dobrem stanju. Nad njim se nahaja velika grabljasta zaplavna pregrada z visokim predpragom, ki je precej spodkopan, zaplavek pregrade pa je popolnoma poln. Nujno bi bila potrebna izpraznitev zaplavka oz. premet materiala, kar pa je zaradi zelo strme in ozke dovozne poti (vlake) izredno zahtevno.

Zgornji del hudournika Suhelj je po mojem mnenju najbolj kritičen. Tu se nahaja pet zaplavnih pregrad, od katerih pa sta dve v zelo slabem stanju. Najnižje ležeča pregrada iz armiranobetonskih kašt je že resno spodkopana in grozi s porušitvijo, zato bi bila njena sanacija nujno potrebna. Večja gradbena dela bi bilo treba opraviti tudi na zgornji pregradi, prav tako iz armiranobetonskih kašt, ki praktično ne služi več svojemu namenu, saj si je voda utrla pot mimo nje in že močno spodjeda levi breg. Nad to pregrado se nahajajo še štiri stare zaplavno ustalitvene pregrade iz lesenih kašt, ki pa so prav tako resno poškodovane in bi jih bilo treba obnoviti oz. nadomestiti z novimi.

km 0,00–0,15

Kineta (KB) od izliva v Savo Dolinko do uvajalne pregrade (KB) na km 0,15, s podslapjem (KB), kineta precej zaraščena, sicer pa vse v solidnem stanju.

Slika 45: Kineta v spodnjem delu pred izlivom

Slika 46: Uvajalna pregrada

km 0,21

Ustalitveni prag (B, KB) brez podslapja, močno erodirano lice oz. razpadajoč beton.

Slika 47: Ustalitveni prag na km 0,21

km 0,24
Ustalitveni prag (B, KB) brez podslapja, močno erodirano lice oz. razpadajoč beton.

Slika 48: Ustalitveni prag na km 0,24

km 0,29
Ustalitveni prag (B, KB) brez podslapja, zelo močno erodirano lice oz. razpadajoč beton, zlizana krona, močno zaraščena krila.

Slika 49: Ustalitveni prag na km 0,29

km 0,33
Ustalitveni prag (B, KB) brez podslapja, erodirano lice oz. razpadajoč beton, poškodovana krona.

Slika 50: Ustalitveni prag na km 0,33

km 0,38
Ustalitveni prag (B, KB) brez podslapja, zaraščena krila, poškodovana krona.

Slika 51: Ustalitveni prag na km 0,38

km 0,42
Ustalitveni prag (B, KB) brez podslapja, zaraščena krila, erodirano lice oz. poškodovan beton.

Slika 52: Ustalitveni prag na km 0,42

km 0,45
Ustalitveni prag (B, KB) brez podslapja, precejšnja zaraščenost, erodirano lice oz. poškodovan beton.

Slika 53: Ustalitveni prag na km 0,45

km 0,48
Ustalitveni prag (B, KB) brez podslapja, čez objekt je speljana traktorska pot, zato je preliv dodatno nadvišan s tramom, precejšnja zaraščenost, poškodovana krona, rahlo erodirano lice.

Slika 54: Ustalitveni prag na km 0,48, nad njim nadvišanje z lesenim tramom

km 0,57
Ustalitvena pregrada (B, KB) brez podslapja, zaraščena krila.

Slika 55: Ustalitveni prag na km 0,57, v podslapju kup vej

km 0,60
Ustalitveni prag (B, KB) brez podslapja, mostiček in parkirišče nad pregrado ovirata pretok, dolvodno je struga zavarovana s podpornimi zidovi iz lesenih pragov.

Slika 56: Ustalitveni prag na km 0,60, nad njim prenizek mostiček

km 0,65
Ustalitveni prag (KB) brez podslapja, zaraščena krila, v solidnem stanju.

Slika 57: Ustalitveni prag na km 0,65

km 0,67
Ustalitvena pregrada (KB) brez podslapja, zaraščena krila, v solidnem stanju. Nad pregrado je mostiček, ki ovira pretok.

Slika 58: Ustalitvena pregrada na km 0,67, nad njo prenizek mostiček

km 0,85

Zaplavna pregrada (B, krona KB) s podslapjem (KB), nekoliko erodirano in razpokano lice oz. razpadajoč beton, zaplavek je izpraznjen, preko preliva je speljan lesen mostiček, ki ovira pretok. Desni breg struge dolvodno je močno erodiran.

Slika 59: Zaplavna pregrada na km 0,85 z mostičkom, ki ovira pretok

Slika 60: Spodkopana desna brežina, po kateri teče dovodna cev za MHE

Slika 61: Izpraznjen zaplavek nad pregrado

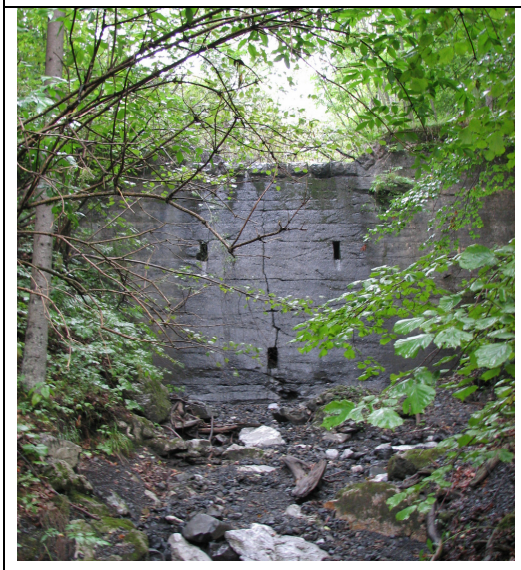
km 0,95

Zaplavna pregrada (B, krona KB) s podslapjem in zaključnim pragom (KB), zelo erodirano lice oz. razpadajoč beton, razpokano telo pregrade v vodoravni smeri po sredini, krona zaključnega praga je močno poškodovana, zaplavek je izpraznjen.

Slika 62: Zaplavna pregrada na km 0,95

km 1,10

Visoka zaplavna pregrada (B, krona KB) brez podslapja, razpokano telo pregrade v navpični smeri po sredini, deloma spodkopani temelji, poln in zaraščen zaplavek.



Slika 63: Zaplavna pregrada z vidno razpoko

Slika 64: Zapolnjen in močno zaraščen zaplavek

km 1,25
Visoka zaplavna pregrada (B, krona KB) brez podslapja, močno erodirano lice oz. razpadajoč beton, razpokano telo pregrade v navpični smeri po desni strani, poln in zaraščen zaplavek, zaraščen preliv in krila.

Slika 65: Zaplavna pregrada na km 1,25

km 1,95
Premostitev gozdne ceste s predpragom (B), ki podpira mostna opornika, deloma erodirano lice praga, deloma zasuta pretočna odprtina mostu, velike količine plavin v strugi nad in pod mostom.

Slika 66: Premostitev gozdne ceste

km 2,10

Velika grabljasta zaplavna pregrada (B) s predpragom (B), pregrada v solidnem stanju, levo krilo je deloma razgaljeno (slaba sanacija z LK), predprag ima rahlo erodirano lice ter je spodkopan po celi širini, zaplavek je popolnoma zatrpan (preliv je zamašen z lesom) in je zelo strm (povečani pritiski na pregrado), preliv pregrade je deloma zasut, voda s plavinami občasno teče preko levega krila.

Slika 67: Popolnoma zapolnjena grabljasta zaplavna pregrada

Slika 68: Spodkopan predprag grabljaste pregrade

Slika 69: Sanacija leve brežine z lesenimi kaštami

km 2,84

Zaplavna pregrada (ABK) s krono (KB), v slabem stanju, brez podslapja (oz. je odnešeno), spodkopana po celi širini, kašte delno porušene, krona poškodovana, delno zasut preliv, popolnoma poln zaplavek.

Slika 70: Močno poškodovana zaplavna pregrada iz armiranobetonskih kašt na km 2,84

km 2,85

Zaplavna pregrada (ABK) s krono (KB), brez podslapja, razgaljeno levo krilo, ponekod erodirane kašte (vidna že armatura), sicer v solidnem stanju, popolnoma poln zaplavek, deloma zasut preliv.

Slika 71: Zaplavna pregrada na km 2,85

km 2,90
Zaplavna pregrada (B) s krono (KB), brez podslapja, nekoliko erodirano lice, vidna razpokanost, popolnoma poln zaplavni prostor, poškodovana krona, deloma zasut preliv.

Slika 72: Zaplavna pregrada na km 2,90

km 3,00
Zaplavna pregrada (B) s krono (KB), s podslapjem (ki je hkrati mulda oz. prehod ceste) in zaključnim pragom, deloma poškodovana krona, vidna razpoka pod krilom, poln in zelo strm zaplavek.

Slika 73: Zaplavna pregrada na km 3,00 in zasut prehod gozdne ceste

km 3,10

Zaplavna pregrada (ABK) s krono (KB), brez podslapja, odnešeno levo krilo, deloma poškodovana krona preliva, popolnoma poln in zelo strm zaplavek. Voda teče mimo pregrade in spodjeda levi breg.

Slika 74: Odnešeno krilo zaplavne pregrade na km 3,10

Slika 75: Pogled na odnešeno krilo z zgornje strani

nad km 3,10

Štiri zaplavno ustalitvene pregrade (LK) (zelo stare) pod obrežnim erozijskim žariščem, brez podslapij, spodkopane, premaknjene oz. poškodovane (zgornji dve pregradi močno poškodovani), občasno popolnoma zasute.

Slika 76: Stare in močno poškodovane zaplavno-ustalitvene pregrade iz lesenih kašt nad km 3,10

Slika 77: Poškodovana pregrada od blizu

3.5.2.2 Trendi

Na osnovi popisa stanja, ki je bil izveden oktobra 2004, in spremljanja hudournika v zadnjih letih, je opazen trend hitrega slabšanja stanja. Nekaj objektov je doseglo že kritično stanje in le ob porušitvi le-teh bi se lahko sprostile ogromne količine materiala za njimi. Ker gre za hudournik z velikim in še vedno zelo aktivnim erozijskim žariščem, bi porušenje katerega izmed objektov, posebej v zgornjem teku, lahko povzročilo zelo veliko škodo, tako na nižjeležečih objektih, kot tudi na objektih, ki ležijo nad njimi.

Pričakovati je, da se bo erozijsko žarišče, ne glede na naše ukrepe, v prihodnosti še širilo in da bo v nekaj deset letih doseglo državno mejo z Avstrijo. Na najbližjem delu je rob žarišča namreč danes oddaljen le še približno 15 metrov.

3.5.2.3 Presoja, kako daleč je (še) do ciljev

V splošnem lahko rečemo, da so cilji na območju hudournika Suhelj povprečno izpolnjeni. Tudi tu so gozdovi na najbolj občutljivih območjih uvrščeni med gozdove z varovalno ali zaščitno funkcijo na prvi stopnji poudarjenosti in izvajanje ukrepov v njih je slabo realizirano (Gozdnogospodarski načrt …, 2007).

Na tem občutljivem hudourniškem območju je eden glavnih ciljev tudi vzpostavitev ekološkega ravnovesja, čemur pa se lahko približamo samo z gradnjo novih, sonaravnih varovalnih objektov oz. vzdrževanjem tistih že obstoječih objektov, ki služijo svojemu namenu. Dela na tem področju pa je še dovolj, saj je trenutno stanje objektov precej slabo, iz leta v leto pa se samo še slabša.

Cilji občine, to je pospešen razvoj turizma in turističnih dejavnosti, se tega območja prav gotovo dotikajo. Na spodnjem delu namreč leži majhno vikend naselje, ki s svojimi objekti resno posega v vodni prostor hudournika Suhelj. Občina bo v prihodnosti morala biti zelo previdna pri dovoljevanju tovrstnih gradenj na tem območju, v nasprotnem primeru lahko hitro pride do neskladja z Zakonom o vodah (Zakon o vodah, 2002: 37. člen). Za turistične dejavnosti je pomembna tudi gozdna cesta, ki prečka hudournik v zgornjem delu, saj po njej vodi ena najrazglednejših kolesarskih tur do Železnice ali Blekove planine.

4 PREDLOG VARIANTNIH REŠITEV UREDITVE IZBRANIH HUDOURNIKOV

4.1 MOŽNI PRISTOPI, METODE, VRSTE OBJEKTOV IN UREDITEV GLEDE NA ZNAČILNOSTI HUDOURNIKA

Gradnja hudourniških objektov je ponavadi zelo zahtevna, saj gre za večinoma strme in težko dostopne terene, predvsem v zgornjih tekih hudournikov. Na srečo pa je v današnjem modernem času na voljo vrsta prilagojenih strojev in naprav, s katerimi si takšno delo lahko olajšamo. Kljub temu pa v nekaterih primerih ne moremo brez zahtevnega ročnega dela.

Hudournika Trebiža in Suhelj imata sorazmerno dobro dostopnost, saj ju gozdna cesta večkrat prečka, po njej pa se lahko povzpnemo prav do vrha hudourniškega območja (Trebiža) oz. tik pod glavno erozijsko žarišče (Suhelj). Do večine objektov je zato možen dostop tudi s težko mehanizacijo.

V poglavju 2.1.3 so podrobno predstavljeni vsi objekti in ureditve, ki so primerne za proučevani območji, v tem poglavju pa si poglejmo še, kateri objekti so najprimernejši za zgornji, srednji in spodnji tek.

V zgornjem teku hudournikov se srečujemo s poudarjenimi erozijskimi procesi, posebej pri hudourniku Suhelj. Brežine oz. pobočja so izredno erodibilna, ob hudourniških izbruhih pa se pojavi velik masovni transport plavin. Primerni prečni objekti za zgornji tek so visoke (3–5 m) zaplavne pregrade iz betona ali armiranobetonskih kašt (boljša precejnost). Pri Trebiži potrebe, pa tudi pogojev za gradnjo večjih pregrad v zgornjem teku, ni. Od vzdolžnih objektov so v tem delu samo posamezni krajši podporni zidovi, večinoma iz kamna v betonu, ki so tudi najprimernejši.

V srednjem delu obeh hudournikov se nahaja vrsta objektov (pregrade, pragovi, obrežna zavarovanja), večinoma iz betona ali kamna v betonu. Višine teh objektov so nekoliko manjše kot v zgornjem delu, pa tudi dostopnost do njih je boljša. Prav zaradi tega bi na

nekaterih mestih že lahko kombinirali tehnične ukrepe z biotehničnimi in tako pripomogli k večji sonaravnosti. Ker Trebiža v tem delu že teče skozi naseljeno območje, je poleg sonaravnosti nenazadnje pomemben tudi estetski vidik, zato bi bilo v prihodnosti vredno temu posvetiti večjo pozornost. Kot način gradnje teh objektov je glede trajnosti prav gotovo najprimernejši kamen v betonu, če pa k temu dodamo še vidik sonaravnosti, je najbolj primerno uporabiti vrsto kamna, ki se nahaja v okolici objekta. Te pogoje pa je dostikrat težko izpolniti, saj avtohtonega kamenja, posebej večjih dimenzij, nimamo vedno na razpolago. Zato so še vedno pogoste (cenejše) gradnje iz betona ali montažne gradnje iz armiranobetonskih ali lesenih kašt, polnjene s kamenjem manjših dimenzij.

4.2 NUJNE UREDITVE, STROŠKI IN PREDLAGANE REŠITVE

4.2.1 Nujne ureditve

Najnujnejše ureditve oz. sanacijska dela na obeh hudournikih sem razvrstil po prioriteti in so razvidna iz preglednice 5. Za vsako ureditev sem poskušal okvirno oceniti tudi stroške, ki sem jih razdelil v štiri kategorije:

- kategorija A: do 20.000 €,
- kategorija B: od 20.000 do 80.000 €,
- kategorija C: od 80.000 do 200.000 €,
- kategorija D: nad 200.000 €.

Prvima dvema najbolj nujnima ureditvama bi lahko pridali že predznaka »kritični«, saj obstoječi objekti skoraj zagotovo ne bodo zdržali naslednje večje ujme. Hkrati z drugo ureditvijo na lestvici pa bi bilo treba izvesti tudi tretjo, saj bo kasneje dostop do objektov močno otežen. Ureditve na mestih 3 do 5 bi bilo treba izvesti v nekaj letih, zadnjih pet ureditev iz preglednice pa nekje v obdobju desetih let.

Preglednica 5: Nujne ureditve in njihovi predvideni stroški

nujnost ureditve	ureditev	hudournik	kategorija stroškov
1	sanacija zaplavne pregrade v km 2,84 in izgradnja ustreznega podslapja	Suhelj	C
2	dograditev levega krila pri pregradi na km 3,10	Suhelj	B
3	izgradnja novih zaplavno-ustalitvenih objektov ob vznožju erozijskega žarišča nad km 3,10	Suhelj	B
4	sanacija oz. porušitev in ponovna izgradnja treh ustalitvenih pragov na levem pritoku na km 1,65	Trebiža	B
5	zavarovanje podslapja pri predpragu zaplavne pregrade na km 2,10, zavarovanje levega krila, izpraznitev zaplavka (oz. premet materiala), sprostitev preliva	Suhelj	B
6	sanacija razpok in poškodb krone na vseh štirih pregradah od km 0,85 do km 1,25, sanacija poškodovanega predpraga pregrade na km 0,95, dopolnitev podslapij (s predpragoma) pregrad na km 1,10 in 1,25 in izpraznitev njunih zaplavkov	Suhelj	B
7	čiščenje zaplavnih prostorov in sanacija poškodb zaplavnih pregrad na km 1,98, 2,05 in 2,12	Trebiža	A
8	izgradnja desnoobrežnega zavarovanja dolvodno od pregrade na km 0,85	Suhelj	A
9	čiščenje obrežne vegetacije in pretočnega profila struge od km 0,00 do 0,67, manjša popravila lic pregrad in kron	Suhelj	A
10	čiščenje obrežne vegetacije in pretočnega profila struge gorvodno in dolvodno od mostu pri gasilskem domu	Trebiža	A

Za podrobnejši opis potrebnih ureditev sem izbral dograditev levega krila pri pregradi na km 3,10 in izgradnjo desnoobrežnega zavarovanja dolvodno od pregrade na km 0,85, oboje na hudourniku Suhelj. Celoten opis, skupaj z grafičnim delom, je zgolj informativne narave, saj bi za natančen načrt potrebovali geodetsko izmero lokacije. Meritve so bile opravljene ročno na terenu.

4.2.2 Dograditev levega krila pri pregradi na km 3,10

Najvišje ležeča velika zaplavna pregrada na hudourniku Suhelj se nahaja na km 3,10, tik pod erozijskim žariščem. Zgrajena je iz armiranobetonskih kašt in je zato deloma prepustna. Njena višina, merjeno od terena do preliva, meri okrog štiri metre, širina preliva pa je tri metre.

Pregrada je bila že na začetku slabo zasnovana, saj je bila dolžina levega krila premajhna, pa tudi podslapje ni bilo zgrajeno. Kombinacija obeh napak je bila vzrok, da je voda spodjedla, kasneje pa popolnoma odnesla velik del levega krila in si utrla pot ob pregradi. Tako zdaj spodjeda levi breg, pregrada pa praktično ne služi več svojemu namenu, zaustavljanju plavin in zmanjševanju padca nivelete.

Po mojem mnenju je sicer ostali del pregrade še v solidnem stanju, zato bi jo bilo možno ohraniti. Ker je zgrajena montažno iz armiranobetonskih kašt, je torej dograditev levega krila dokaj enostavna. Treba pa bi ga bilo precej podaljšati, da se prepreči ponovna razgalitev. Predvidel sem dolžino krila okrog 8,6 m. Poleg tega sem ob vznožju pregrade predvidel tudi izgradnjo podslapja iz kamna v betonu v dolžini in širini pet metrov ter vzdolžnim naklonom 10°. Podslapje, ki ima temeljno ploščo debeline 80 cm, se zaključi s temeljem širine 50 cm in globino, ki sega pod globino zmrzovanja. Temelj bo preprečil izpodjedanje podslapja (PRILOGA E).

Opisana ureditev se mi zdi eno najnujnejših del na hudourniku Suhelj, saj bi s tem uspešno zaustavili velike količine plavin, ki se sproščajo z žarišča in tako izboljšali stanje tudi v nižjih predelih hudournika, predvsem pa zmanjšali nasipanje gozdne ceste pod pregrado na km 3,00.

4.2.3 Izgradnja desnoobrežnega zavarovanja dolvodno od pregrade na km 0,85

Čeprav te ureditve nisem uvrstil v preglednico kot eno nujnejših, se mi zdi prav, da jo bolj podrobno opišem. Ureditev se nahaja v spodnjem teku Suhlja, na vrhu urbaniziranega območja, kjer se namreč konča (ali pa začne, če gledamo s perspektive hudournika) vikend

naselje. Niveleta struge je že precej izravnana, hudournik pa tu nosi le še drobnejše frakcije materiala.

Struga hudournika je pod zaplavno pregrado zaradi nanešenega materiala spremenila svojo smer, zavila v desno in začela spodjedati desni breg. Na tem delu bi bilo zato treba zgraditi zavarovanje z opornim zidom, da se prepreči nadaljnja erozija, hkrati pa bilo treba tudi regulirati smer hudournika s primerno poglobitvijo struge oz. odstranitvijo nanešenega materiala. Po desnem bregu je speljana tudi cev, ki dovaja vodo nižjeležeči hidroelektrarni, z izgradnjo podpornega zidu bi podprli tudi cev, ki trenutno na nekaterih delih »visi v zraku«.

Kot način gradnje sem izbral gradnjo iz kamna v betonu, ki je za to lokacijo najprimernejša, trajnejša, obenem pa je izgled zidu lepši kot pri sicer enostavnejši gradnji iz betona. Biotehnični ukrepi na tem delu zaradi strme in visoke brežine niso primerni. Podporni zid naj bi bil višine 3 m in dolžine okrog 30 m, ob vznožju pa sem predvidel skalomet višine 80 cm in širine 70 cm, ki bo poleg preprečevanja spodjedanja zidu imel tudi funkcijo deflektorja vode (PRILOGA F).

5 ZAKLJUČEK

Na podlagi podrobnega pregleda hudournikov Trebiža in Suhelj lahko rečemo, da sta oba hudournika, kar se tiče števila varovalnih objektov oz. ureditev, sorazmerno dobro urejena. Slabše pa je stanje teh objektov, saj jih je večina vsaj delno poškodovanih, stanje nekaterih pa je že celo kritično in grozijo s porušitvijo ob prvi večji ujmi.

Glede na dejstvo, da oba hudournika tečeta skozi naselji, ki imata poleg tega še močno poudarjen turistični značaj, bi bilo treba posvetiti večjo skrb vzdrževanju in obnavljanju objektov in ureditev na in ob hudourniških strugah. Posebno pozornost velja nameniti večjim objektom v zgornjih tekih, ki lahko bistveno zmanjšajo količino plavin, ki bi lahko ogrozile naselji Rateče in Podkoren.

5.1 PRIMERJAVA HUDOURNIKOV OZ. NJUNIH UREDITEV

Hudournika Trebiža in Suhelj ležita le okoli slabe štiri kilometre zračne razdalje narazen, zato imata podobne geološke in podnebne razmere. Bistveno pa se razlikujeta po površini vodozbirnega območja, ki je pri Trebiži skoraj trikrat večje kot pri Suhlju. Tudi odtočna režima sta različna. Trebiža ima zaradi svojih številnih pritokov v obliki pahljače precej bolj izrazit hudourniški značaj. Hitro naraste, vendar tudi hitro upade. Suhelj ima bistveno manj pritokov, je pa pri njem veliko bolj izrazito erozijsko žarišče, s katerega se material hitro spira.

Obema hudournikoma je skupno tudi to, da so zgrajeni objekti v povprečju zelo stari. Med njimi najdemo tudi take iz 19. stoletja. Res je, da v zadnjem času (razen v avgustu 2003) nista povzročila večje škode, a na to v prihodnosti ne moremo računati. Izjemni vremenski pojavi so vsako leto bolj pogosti, stanje varovalnih objektov pa zaradi nevzdrževanja vsako leto slabše.

5.2 »ČRNI SCENARIJ«

Kakšne bi bile posledice izredno močnega deževja, ne more napovedati nihče. Lahko pa seveda poskusimo.

Na hudourniku Trebiža bi v primeru nekajdnevnih močnih padavin, ki bi povzročile petstoletne visoke vode, narasli vsi njeni pritoki v zgornjem delu in vode bi v kratkem času izredno narasle. Najbrž bi se aktiviralo tudi več manjših erozijskih žarišč v sicer gozdnatem zaledju in močan tok plavin bi zdrvel v dolino. Preko najvišje ležečih treh pregrad bi tok stekel brez prevelikega zaustavljanja in najbrž popolnoma zasul zajetje na km 1,85. Dvesto metrov nižje bi se mu priključil še en levi pritok, ki bi prej odnesel tri stare zaplavne pregrade in aktiviral novo erozijsko žarišče. Še približno dvesto metrov nižje bi se tok srečal s prvimi hišami v Ratečah. Zasul bi vrtove in nekatere hiše do višine oken in čez, z lesom pa bi v kratkem času popolnoma zamašil pretočno odprtino pri prvem mostičku. Kje bi tok nato ubral svojo pot, se najbrž ne da predvideti, zagotovo pa bi bilo prizadetih kar nekaj hiš.

Pri hudourniku Suhelj zgodba ne bi bila nič lepša. Plavine bi se z erozijskega žarišča začele sproščati kmalu po začetku deževja, povsem možno je, da bi tok najvišjo pregrado tudi kmalu popolnoma spodjedel in podrl. Nato bi na debelo zasul gozdno cesto, po nekaj deset urah pa bi najbrž popustila že načeta pregrada iz armiranobetonskih kašt na km 2,84. Njena porušitev bi vplivala tudi na pregradi, ki ležita nad njo, in ker sta obe brez zgrajenega podslapja, bi ju najbrž čakala enaka usoda. Količina materiala, ki bi bil sedaj nevezan in pred seboj ne bi imel nobenih ovir več, bi bila ogromna. Nekaj bi se ga odložilo nad grabljasto pregrado na km 2,10, preostali tok pa bi nadaljeval svojo pot v dolino in najprej zasul pretočno odprtino mostička na gozdni cesti. S pregradami v srednjem delu ne bi imel večjih težav, saj so zaplavki zgornjih dveh povsem zapolnjeni. Nekoliko bi k ublažitvi posledic pripomogli dve zaplavni pregradi na km 0,95 in 0,85, katerih zaplavna prostora sta trenutno izpraznjena. Pod njima pa se začne vikend naselje v Podkorenu in tu bi nastala največja škoda. Nekaj stavb namreč leži tik ob strugi. Zasulo ali odneslo bi tudi vse mostičke, ki imajo premajhne pretočne odprtine. Škoda bi bila velika.

6 LITERATURA

100 Jahre Wildbachverbauung in Österreich 1884–1984. 1984. Wien, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft: 281 str.

Brilly M. 1999. Vodne ujme. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 186 str.

Ekološko pomembna območja. ARSO. http://www.arso.gov.si/narava/ekološko%20pomembna%20območja/ (2. jun. 2008)

Fließgewässer erhalten und entwickeln. 2006. Wien, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV): 220 str. http://wasser.lebensministerium.at/filemanager/download/14438/ (29. maj 2008)

Florineth F. 2004. Pflanzen statt Beton. Berlin, Padzer Verlag: 272 str.

Fotodokumentation des Bauseminars: »Anwendung ingenieurbiologischer Bauweisen zur Ufersicherung« am Lungwitzbach (Westsachsen). (2006) http://www.plan-t.de/ingenieurbiologie/bauseminar_lungwitzbach/plan-t_bauseminar_lungwitzbach.pdf (11. sep. 2008)

Geographic information system. http://en.wikipedia.org/wiki/Geographic_information_system (1. apr. 2008)

Gozdnogospodarski načrt za gozdno gospodarsko enoto Kranjska Gora za desetletje 2007–2016. 2007. Bled, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Bled.

Gruden D. 2001. Stroškovni model za komunalne čistilne naprave: diplomsko delo (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo). Ljubljana, samozal.: 102 str.

Horvat A. 1993. Ekološke osnove urejanja erozijskih območij. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 41: 5–49.

Horvat A. 1994. Na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani predavamo:. V: Pogubna razigranost. 1995. Jesenovec S. (ur.). Ljubljana, Podjetje za urejanje hudournikov: 9.

Horvat A. 1995. Oblikovanje tras hudourniških strug. V: Pogubna razigranost. Jesenovec S. (ur.). Ljubljana, Podjetje za urejanje hudournikov: 138.

Horvat A. 1995. Opredelitev pojmov s področja erozije in hudourništva. V: Pogubna razigranost. Jesenovec S. (ur.). Ljubljana, Podjetje za urejanje hudournikov: 130.

Horvat A. 1995. Razvojne usmeritve varstva pred erozijo in hudourniki. V: Pogubna razigranost. Jesenovec S. (ur.). Ljubljana, Podjetje za urejanje hudournikov: 260–261.

Horvat A. 2001. Metode določanja erozijsko ogroženih območij: doktorska disertacija (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 194 str.

Horvat A. 2007. Vpliv klimatskih sprememb na varstvo pred erozijo in hudourniki. V: Podnebne spremembe. Jurc M. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 191–201.

Hudournik Suhelj – zadrževanje plavin in sanacija v srednjem toku. IV-23/77. 1977. Ljubljana, Podjetje za urejanje hudournikov.

Jesenovec S. 1995. 110 let organizirane hudourničarske dejavnosti. V: Pogubna razigranost. Jesenovec S. (ur.). Ljubljana, Podjetje za urejanje hudournikov: 77–89.

Jesenovec S. 1995. Velike hudourniške poplave, povodnji in ujme. V: Pogubna razigranost. Jesenovec S. (ur.). Ljubljana, Podjetje za urejanje hudournikov: 12–19.

Klabus A. 1995. Objekti za zavarovanje brežin. V: Pogubna razigranost. Jesenovec S. (ur.). Ljubljana, Podjetje za urejanje hudournikov: 137–138.

Klaneček M. 2008. Presoja vodnogospodarske urejenosti povodja: magistrska naloga (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Interdisciplinarni podiplomski študij varstva okolja). Ljubljana, samozal.: 127 str.

Lavtižar J. 1998. Rateška kronika Josipa Lavtižarja. Kranjska Gora, Župnijski urad: 239 str.

Meteorološki letopis 2000: Mesečne in letne višine padavin (mm). ARSO. http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/pad_vis.pdf (10. okt. 2008)

Mikoš M. 2007. Problemi in perspektive upravljanja z vodami v Sloveniji z vidika varstva pred poplavami in plazovi. http://212.18.47.244/web/portal.nsf/ae76a4ee10890d4bc1256fb9005f74fe/c9831c2ffc08d831c12572a500446876/$FILE/poplave%20in%20plazovi%20Mikos.doc (15. apr. 2008).

Mikoš M. 2007. Vsak konec Slovenije ima svoj poplavni čas. http://www.barje.net/arhiv.php?id=2337 (19. maj 2008).

Načrt vzdrževalno-sanacijskih del na območju Save Dolinke (HO Trebiža, HO Klemucov graben, HO Nadiža). IV-34/76. 1976. Ljubljana, Podjetje za urejanje hudournikov.

Petrič M. 1990. Rateče. Maribor, Obzorja: 112 str.

Podnebne razmere v Sloveniji (obdobje 1971–2000). (2006). http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/podnebne_razmere_Slo71_00.pdf (16. apr. 2008)

Podporne konstrukcije (skripta). Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

http://www.fgg.uni-lj.si/kmtal-gradiva/Gradiva%20za%20vec%20predmetov/Skripta%20Janko%20Logar/PODPORNE%20KONSTRUKCIJE.pdf (2. okt. 2008)

Polajnar J. 2003. Visoke vode v Sloveniji leta 2003. Ujma, 17-18: 35–38.

Polajnar J. 2006. Visoke vode rek in poplave. V: Hidrološki letopis Slovenije 2003. 2006. Uhan J. (ur.). Ljubljana, Agencija RS za okolje: 48–53. http://www.arso.gov.si/vode/poro%c4%8dila%20in%20publikacije/hi_letopis_2003_2.pdf (16. apr. 2008)

Povprečna letna vsota korigiranih padavin za obdobje 1971–2000. http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4027.html (16. apr. 2008)

Površinski vodotoki in vodna bilanca Slovenije. (1998). http://www.arso.gov.si/vode/publikacije%20in%20poro%c4%8dila/bilanca6190_2_BESEDILO.pdf (16. apr. 2008)

Pravilnik o metodologiji za določanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja, ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti. Ur. l. RS št. 60-3216/2007.

Pravilnik o podrobnejšem načinu določanja meje vodnega zemljišča tekočih voda. Ur. l. RS št. 129-5436/2006.

Pregled stanja hudourniških strug in hudourniških objektov na območju Kranjske Gore. 2004. Ljubljana, Podjetje za urejanje hudournikov.

Radinja D. Problematika sonaravnega razvoja v slovenskem alpskem svetu (na primeru Rateške pokrajine) (predstavljeno na: 1. Melikovi geografski dnevi »Sonaravni razvoj v slovenskih Alpah in sosedstvu«, Kranjska gora, 5.–7. november 1998). http://www.ff.uni-lj.si/oddelki/geo/publikacije/dela/files/Dela_13/09_Darko_Radinja.pdf (16. apr. 2008)

Razvojni program občine Kranjska Gora 2004–2010. 2004. Kranjska Gora, Občina Kranjska Gora.

Suhadolnik P. 2007. Urejanje hudournikov in varstvo okolja na primeru Podlipščice: diplomsko delo (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Dragomer, samozal.: 66 str.

Večje nesreče v Sloveniji v letu 2000. Ljubljana, Uprava RS za zaščito in reševanje. http://www.sos112.si/slo/download.php?id=119 (10. okt. 2008)

Visoke vode 15. 11. 2000. 2000. Kranjska Gora, Občina Kranjska Gora (interno gradivo).

Vodnogospodarske osnove Slovenije. 1978. Ljubljana, Zveza vodnih skupnosti Slovenije: 162 str.
http://193.2.92.57/vodinfr/ (29. maj 2008)

VSŠ 1. vaja: Določanje pretokov za dimenzioniranje vodnih zgradb.
http://fgg-web1.fgg.uni-lj.si/fgg_katedre/nimages/static/fgg_katedre/926/files/1.vaja%20.pdf (3. okt. 2008)

Zakon o gozdovih (ZG). Ur. l. RS št. 30-1299/1993.

Zakon o graditvi objektov (ZGO-1-UPB1). Ur. l. RS št. 102-4398/2004.

Zakon o ohranjanju narave (ZON-UPB2). Ur. l. RS št. 96-4233/2004.

Zakon o prostorskem načrtovanju (ZPNačrt) Ur. l. RS št. 33-1761/2007.

Zakon o urejanju prostora (ZUreP-1). Ur. l. RS št. 110-5386/2002.

Zakon o varstvu okolja (ZVO-1-UPB1). Ur. l. RS št. 39-1682/2006.

Zakon o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami (ZVNDN-UPB1). Ur. l. RS št. 51-2182/2006.

Zakon o vodah (ZV-1). Ur. l. RS št. 67-3237/2002.

ZAHVALA

Za naklonjeni čas in strokovno pomoč pri izdelavi tega dela se zahvaljujem mentorju, prof. dr. Franciju Steinmanu.

Zahvaljujem se g. Jožetu Papežu s Podjetja za urejanje hudournikov za vse podatke o obeh hudournikih.

Za vso podporo in vzpodbudo se zahvaljujem tudi družini, Maji za lektoriranje in ostalim prijateljem, ki ste kakor koli pripomogli k nastanku tega dela.

PRILOGE

PRILOGA A: TREBIŽA – MAKROLOKACIJA HUDOURNIKA

PRILOGA B: TREBIŽA – PREGLEDNA KARTA

PRILOGA C: SUHELJ – MAKROLOKACIJA HUDOURNIKA

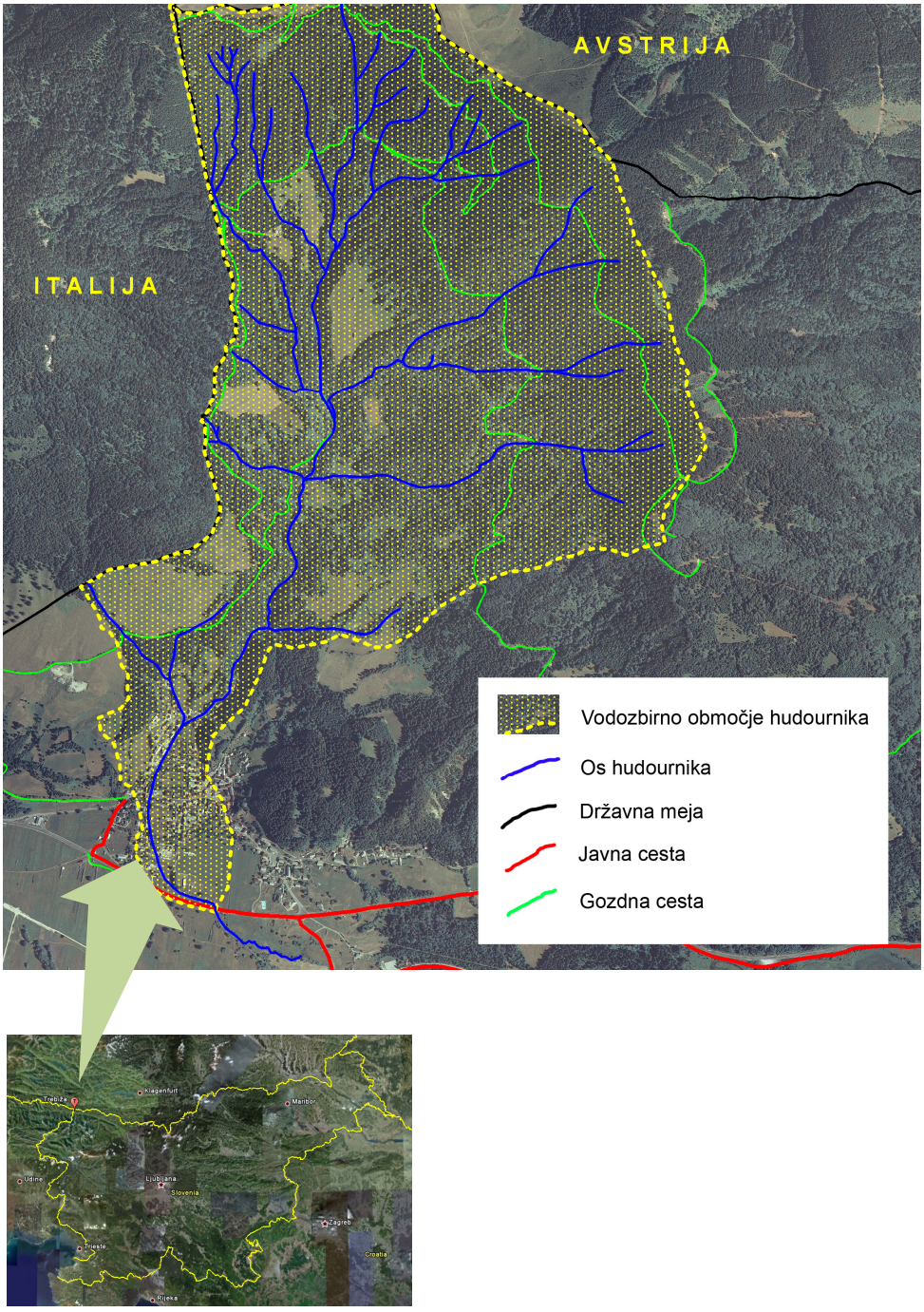
PRILOGA D: SUHELJ – PREGLEDNA KARTA

PRILOGA E: USTALITVENA PREGRADA NA KM 3,10

PRILOGA F: DESNOOBREŽNO ZAVAROVANJE DOLVODNO OD PREGRADE NA KM 0,85

PRILOGA A

TREBIŽA – MAKROLOKACIJA HUDOURNIKA

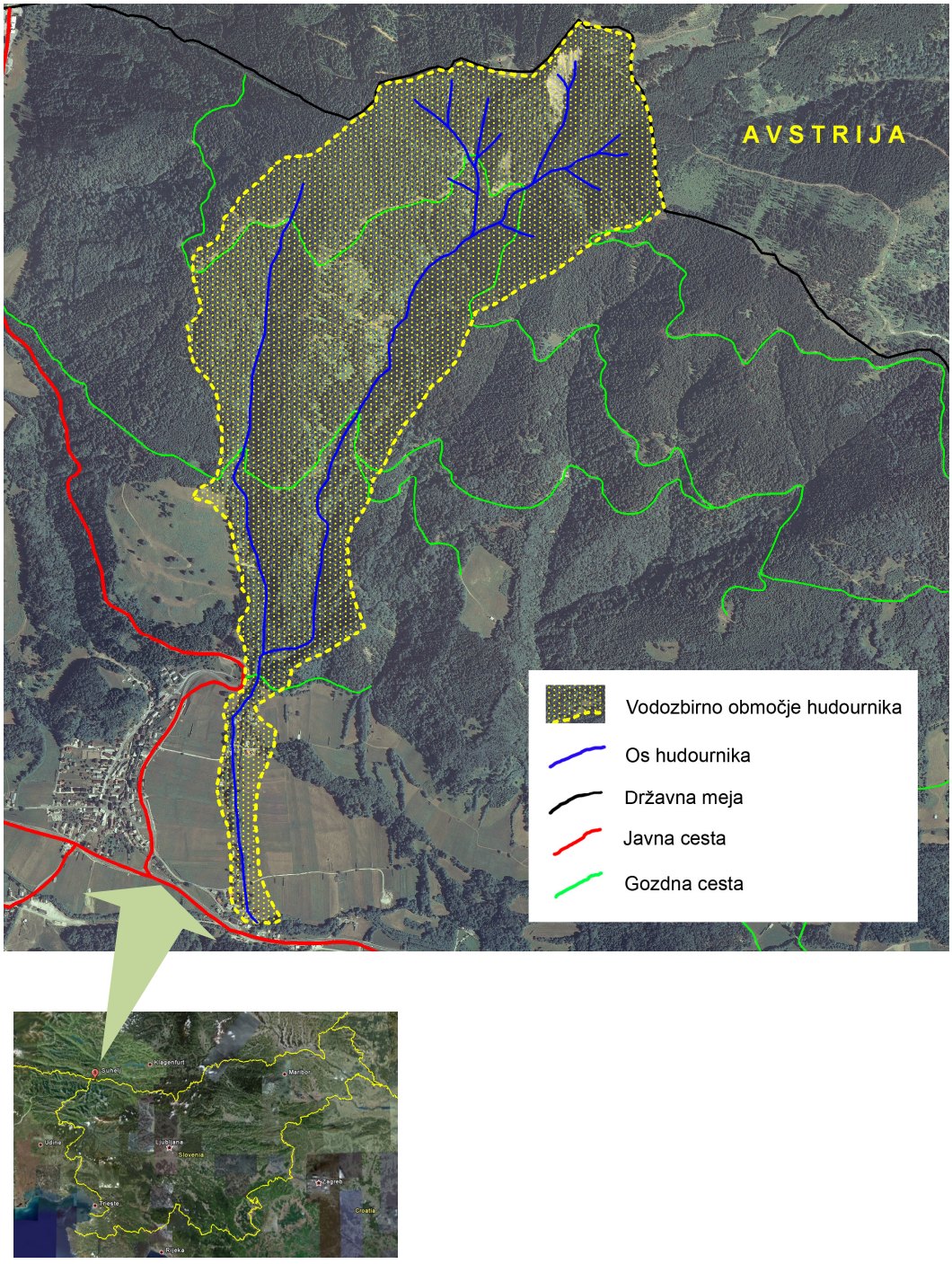


PRILOGA B

TREBIŽA – PREGLEDNA KARTA

PRILOGA C

SUHELJ – MAKROLOKACIJA HUDOURNIKA



PRILOGA D

SUHELJ – PREGLEDNA KARTA

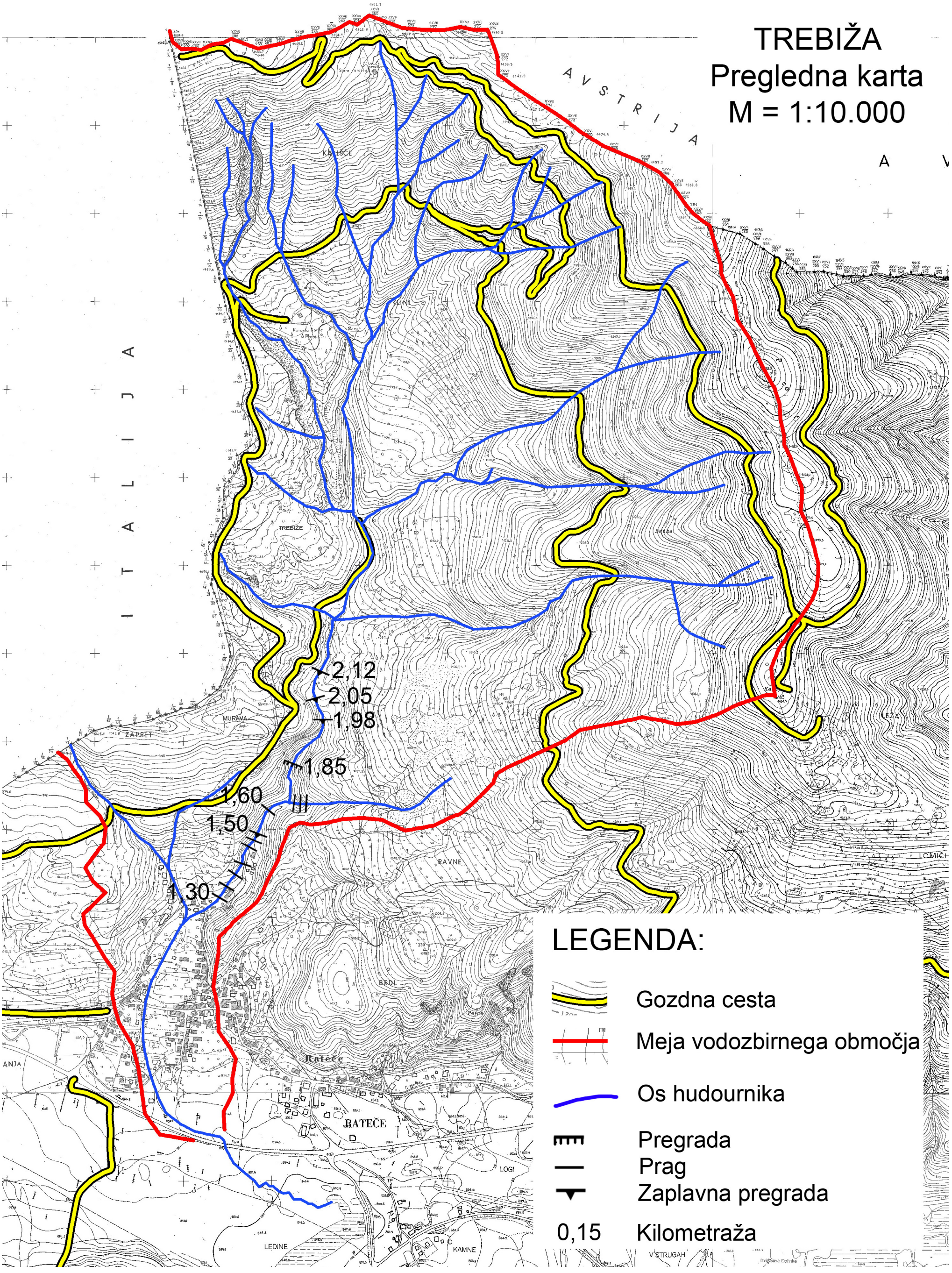
PRILOGA E

USTALITVENA PREGRADA NA KM 3,10

PRILOGA F

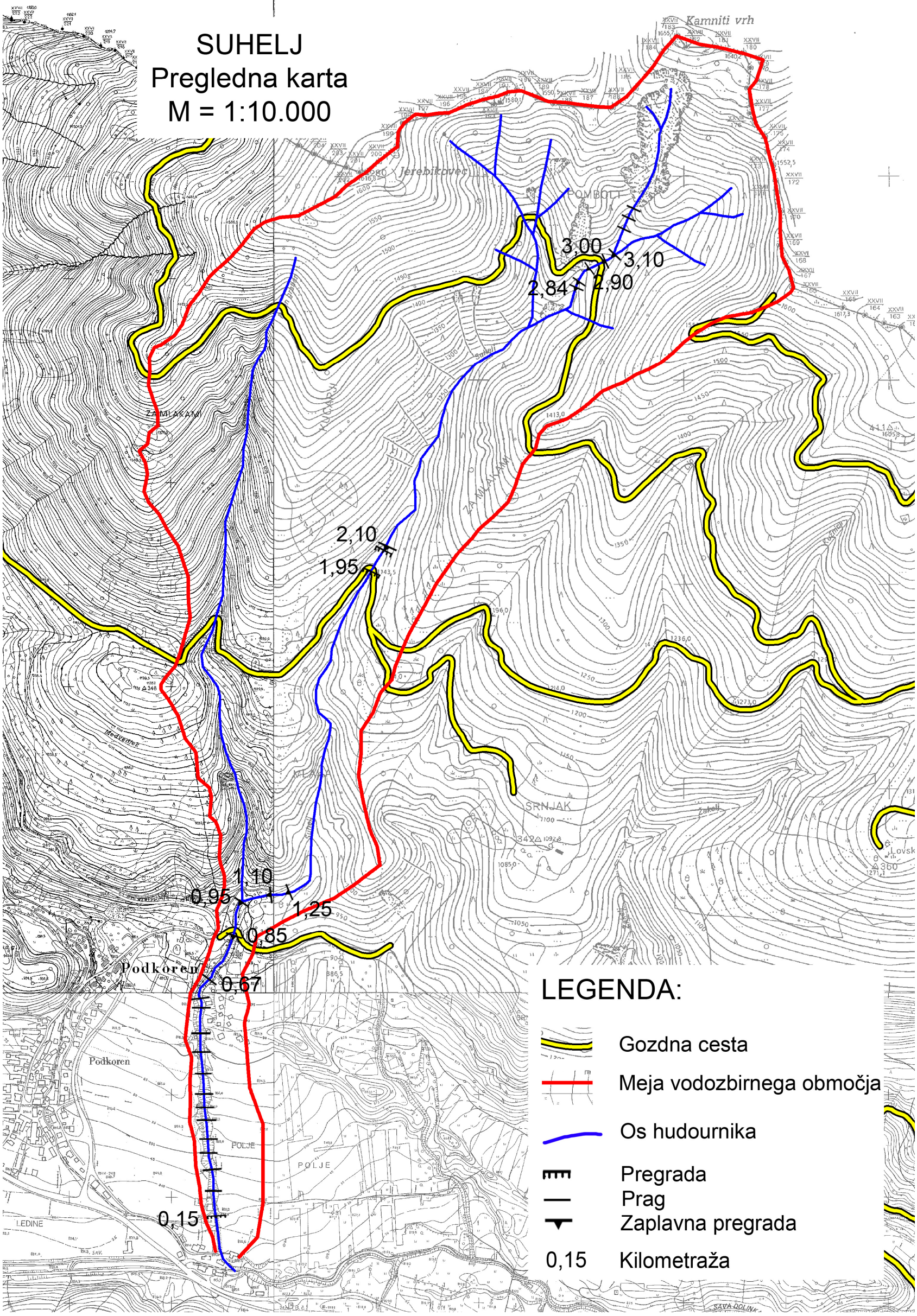
DESNOOBREŽNO ZAVAROVANJE DOLVODNO OD PREGRADE NA KM 0,85

TREBIŽA
Pregledna karta
M = 1:10.000



Opomba: če bi računali količine $Q_{1, 2, 3 \ldots i}$ enako kot za Suhelj, bi bilo potrebno upoštevati še vodozbirno območje v Italiji

SUHELJ
Pregledna karta
M = 1:10.000

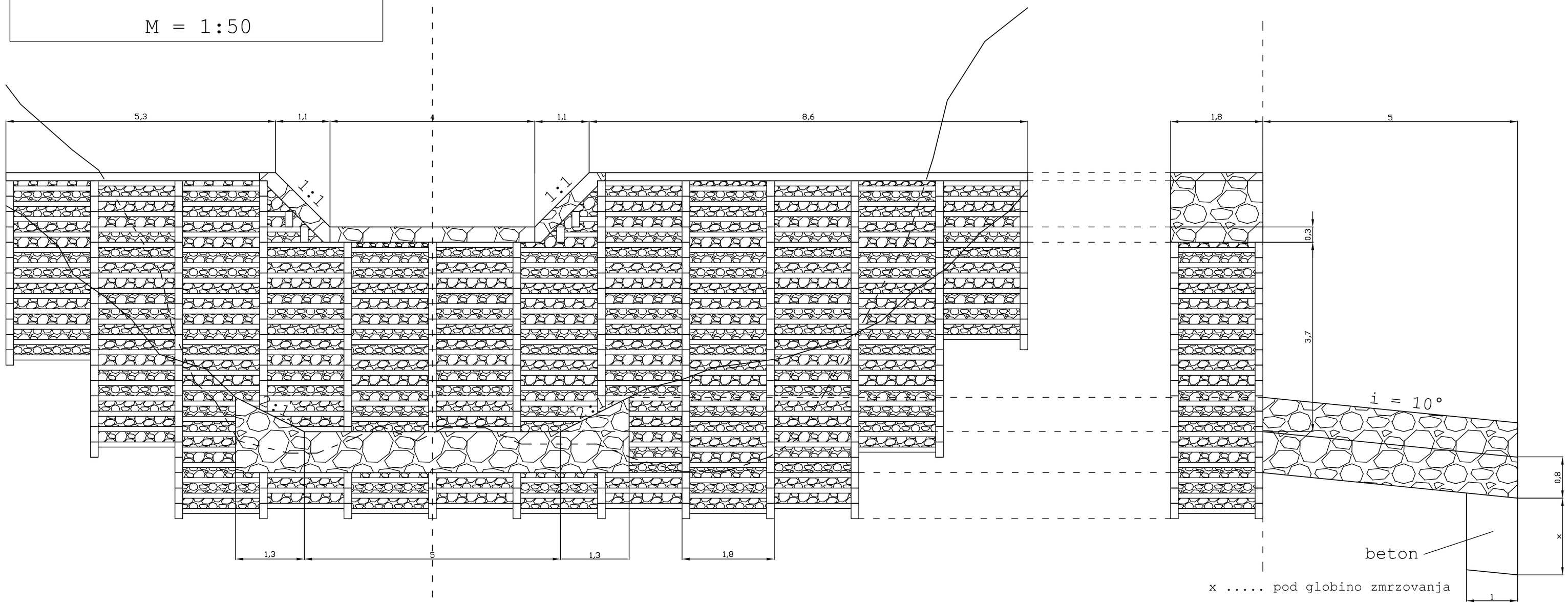


LEGENDA:

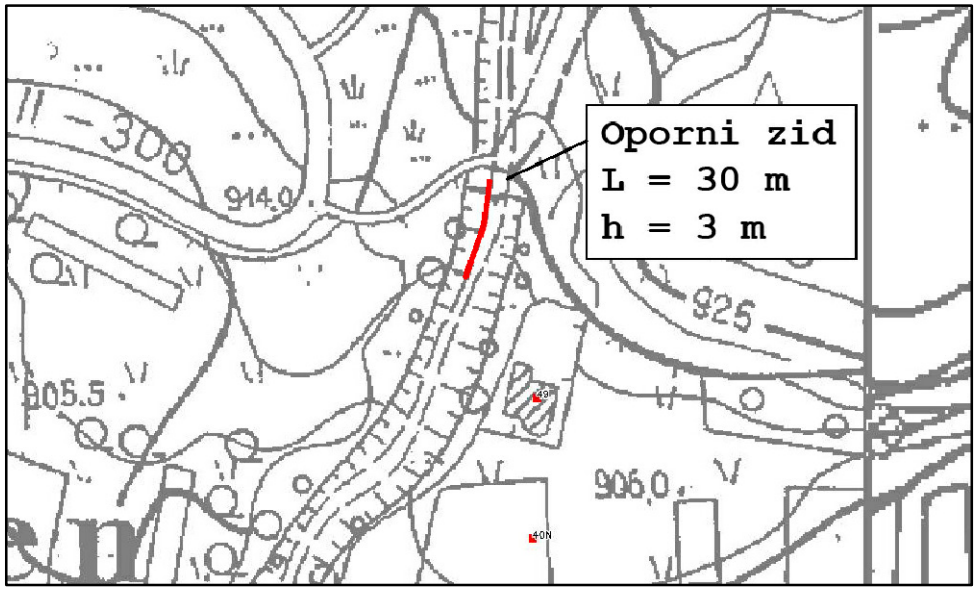
- Gozdna cesta
- Meja vodozbirnega območja
- Os hudournika
- Pregrada
- Prag
- Zaplavna pregrada
- 0,15 Kilometraža

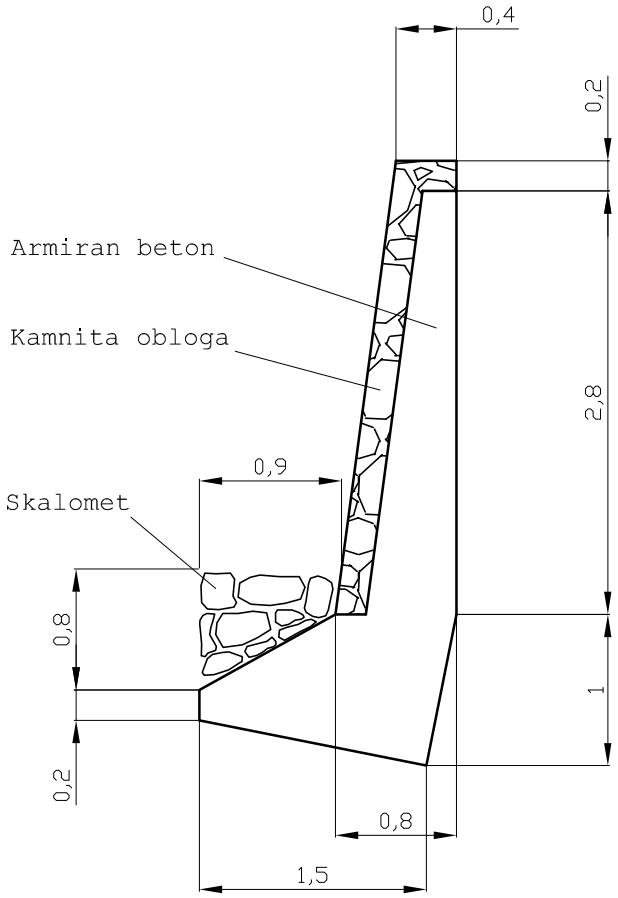
Ustalitvena pregrada višine
4,0 m na km 3,10

M = 1:50



x ..... pod globino zmrzovanja





Oporni zid dolvodno od pregrade na km 0,85

M = 1:50