

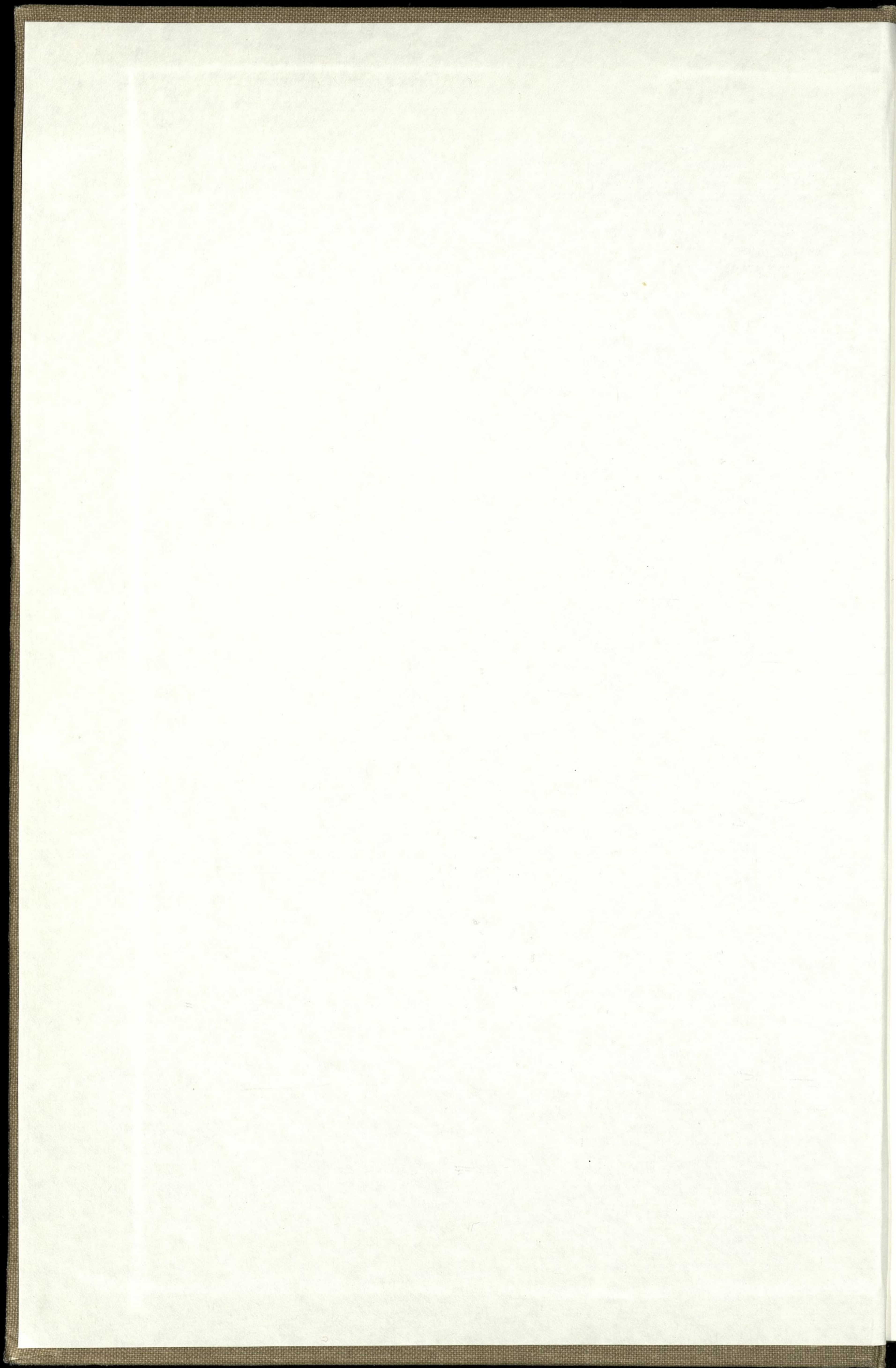
UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO

Aleš HORVAT, dipl. ing. gozd.

EKOLOŠKE OSNOVE UREJANJA
EROZIJSKIH OBMOČIJ NA PRIMERU
POLHOGRAJSKIH DOLOMITOV

MAGISTRSKO DELO

Ljubljana, 1992



115-43639

md 47

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO

Magistrsko delo je bilo opravljeno pri katedri za nego
krajine in okolja in pri Podjetju za urejanje hudournikov
(PUH), Ljubljana

Studijska komisija Oddelka za gozdarstvo je za mentorja
magistrskega dela imenovala izr. prof. dr. Bostjana Anka

Mentor : izr. prof. dr. Bostjan Anko

Aleš HORVAT, dipl. ing. gozd.

**EKOLOŠKE OSNOVE UREJANJA EROZIJSKIH OBMOČIJ NA PRIMERU
POLHOGRAJSKIH DOLOMITOV**

MAGISTRSKO DELO

komisija za oceno in zagovor :

Predsednik : red. prof.

Član **ECOLOGICAL ASPECTS OF PROTECTION AGAINST EROSION WITH
EXAMPLE FROM POLHOGRAJSKI DOLOMITI**

Član : red. prof. MASTER OF SCIENCE THESIS

Datum zagovora :



SPPA / PN bml

Ljubljana, 1992

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODELEK ZA GOZDARSTVO

Alex HORVAT, dipl. ing. gozd.

EKOLOŠKE OSNOVE UREJANJA EROZIJSKIH OBMOČIJ NA PRIMERU
POLHOGRAJSKIH DOLOMITOV

MAGISTRSKO DELO

GOZDARSKA KNJIŽNICA

BFGO K MD

47



10000000875

GIS BF - GOZD.

COBISS ©



md 47 / 1992

Ljubljana, 1992

Horvat, A. Ekološke osnove urejanja erozijskih območij na primeru Polhograjskih Dolomitov.
Mag.delo. Ljubljana, BF, Odd.za gozd., 1992

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Magistrsko delo je bilo opravljeno pri katedri za nego krajine in okolja in pri Podjetju za urejanje hudournikov (PUH), Ljubljana

OK GDK 116.6:384:111:114:18(497.12*04 Polhograjski Dolomiti)

Študijska komisija Oddelka za gozdarstvo je za mentorja magistrskega dela imenovala izr.prof.dr. Boštjana Anka

AV HORVAT, Ales

SA ANKO, Boštjan ment.

Mentor : izr.prof.dr. Boštjan Anko

77 61000 Ljubljana, SLO, Večna pot 83

23 Univ. v Ljubljani, Biotehniška fak., Odd. za gozdarstvo

11 1992

IN EKOLOŠKE OSNOVE UREJANJA EROZIJSKIH OBMOČIJ NA

Komisija za oceno in zagovor:

19 magistrsko delo

Predsednik : red. prof. dr. Dušan Mlinšek

19 VI, 119 s., 15 tab., 1 graf., 35 sl., 12 sk., 10 pril.,

18 ref.

Član : izr. prof. dr. Boštjan Anko

19 SL

Član : red. prof. dr. Matjaž Jeršič

21 Prikazana je ekološka problematika v Sloveniji s poudarkom na erozijske pomembnih dejavnikih. Analizirane so ekološke razmere v Polhograjskih Dolomitih. S funkcionalnega in ekološkega vidika so proučeni protierozijski ukrepi v Polhograjskih Dolomitih. Na podlagi rezultatov avnavanega območja ter izkušenj pri tovrstnih ukrepih v Sloveniji in v svetu so podane usmeritve za čim bolj okolju primerno protierozijsko ukrepanje ob hkratnem zagotavljanju željene funkcionalnosti. Podane so usmeritve za domisljeno gospodarjenje v erozijsko ogroženem svetu.

KEY WORDS DOCUMENTATION
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Md
- DK GDK 116.6:384:111:114:18(497.12)*04 Polhograjski Dolomiti)
- KG erozijska območja / urejanje / ekološke osnove
- KK
- AV HORVAT, Aleš
- SA ANKO, Boštjan ment.
- KZ 61000 Ljubljana, SLO, Večna pot 83
- ZA Univ. v Ljubljani, Biotehniška fak., Odd. za gozdarstvo
- LI 1992
- IN EKOLOŠKE OSNOVE UREJANJA EROZIJSKIH OBMOČIJ NA PRIMERU POLHOGRAJSKIH DOLOMITOV.
- TD magistrsko delo
- OP VI, 119 s., 15 tab., 1 graf., 35 sl., 12 sk., 10 pril., 48 ref.
- IJ SL
- JI sl / en
- AI Prikazana je ekološka problematika v Sloveniji s poudarkom na erozijsko pomembnih dejavnikih. Analizirane so ekološke razmere v Polhograjskih Dolomitih. S funkcionalnega in ekološkega vidika so proučeni protierozijski ukrepi v Polhograjskih Dolomitih. Na podlagi rezultatov analiz obravnavanega območja ter izkušenj pri tovrstnih ukrepih v Sloveniji in v svetu so podane usmeritve za čim bolj okolju primerno protierozijsko ukrepanje ob hkratnem zagotavljanju željene funkcionalnosti. Podane so usmeritve za domišljeno gospodarjenje v erozijsko ogroženem svetu.

KAZALO VSEBINE KEY WORDS DOCUMENTATION

ND	Md	Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
DC	FDC	116.6:384:111:114:18(497.12*04 Polhograjski Dolomiti)	IV
CX		erosion / protection / ecological aspects	1
CC		OPREDELITEV PROBLEMA	2
AU	HORVAT, Aleš	Stanje erozije v Sloveniji	2
AA	ANKO, Boštjan	Urejanje v hribovitih območjih	4
PP	61000, Ljubljana, SLO, Večna pot 83	Ekološka problematika v Sloveniji	5
PB	Univ. of Ljubljana, Biotechnical Fac., Department of Forestry	Posledice onesnaženosti	6
PY	1992	Gozdovi	8
TI	ECOLOGICAL ASPECTS OF PROTECTION AGAINST EROSION WITH EXAMPLE FROM POLHOGRAJSKI DOLOMITI.	Dosedanje izkušnje v Sloveniji	11
DT	master of science thesis	METODA DELA	12
NO	VI, 119 p., 15 tab., 1 graph., 35 fig., 12 sketch, 10 app., 48 ref.	Geografska lega	13
LA	SL	Analiza rabe prostora	20
AL	sl / en	Analiza reliefa	21
AB	The study deals with ecological problems in Slovenia, with special emphasis on the factors related to erosion. The ecological conditions in Polhograjski Dolomiti are analysed from functional and ecological point of view. On the basis of the above mentioned analyses and experiences with antierosion measures in Slovenia and in the world the guidelines for ecological and functionally adequate antierosion measures are presented. The guidelines for adequate management in erosive areas are presented.	Analiza gozdne vegetacije	21
		Sociološka in gospodarska analiza območja polhograjskih hudournikov	27
		Biotehnični ukrepi	38
		Tehnični ukrepi	39
		Oblikovanje tras hudournikov	39
		Prečni objekti v spodnjih in spodnjih delih srednjih tekov hudournikov	41
		Prečni objekti v zgornjih delih srednjih tekov in zgornjih tekih polhograjskih hudournikov	42
		Analiza oblikovanja prečnih objektov	43
		Vzdolžne ureditve	45
		Agrotehnični ukrepi	48
		Družbeno - upravni ukrepi	48

6	KRITERIJI ZA KAZALO VSEBINE EKOLOŠKI OSNOVI	50
6.1	Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
6.1.1	Zatravitvena dela	50
6.1.2	Key words documentation (KWD) incl. abstract	IV
6.2	Tehnični ukrepi	55
1	UVOD	1
2	OPREDELITEV PROBLEMA	2
2.1	Stanje erozije v Sloveniji	2
2.1.1	Gospodarjenje v hribovitih območjih	4
2.2	Ekološka problematika v Sloveniji	5
2.2.1	Zrak	5
2.2.1.2	Posledice onesnaženosti	6
2.2.2	Voda - površinska, podzemna, morje	6
2.2.3	Gozdovi	8
2.3	Potencialni ekološki problemi pri urejanju erozijskih območij	10
2.4	Dosedanje izkušnje v Sloveniji	11
3	METODA DELA	12
4	OSNOVNE ZNAČILNOSTI RAZISKOVANEGA OBMOČJA	13
4.1	Splošne ekološke razmere	13
4.1.1	Geografska lega	13
4.1.2	Klima	13
4.1.3	Geološke in pedološke razmere	18
4.1.4	Analiza rabe prostora	20
4.1.5	Analiza reliefa	21
4.1.6	Analiza gozdne vegetacije	21
4.2	Sociološka in gospodarska analiza območja polhograjskih hudournikov	27
5	ANALIZA DOSEDANJIH METOD UREJANJA EROZIJSKIH OBMOČIJ V POLHOGRAJSKIH DOLOMITIH	32
5.1	Kratka zgodovina protierozijskih del	32
5.2	Analiza različnih vrst protierozijskih ukrepov	34
5.2.1	Gozdno-kulturni ukrepi	34
5.2.1.1	Zatravitvena dela	34
5.2.1.2	Pogozdovalna dela	35
5.2.2	Biotehnični ukrepi	38
5.2.3	Tehnični ukrepi	39
5.2.3.1	Oblikovanje tras hudournikov	39
5.2.3.2.1	Prečni objekti v spodnjih in spodnjih delih srednjih tekov hudournikov	41
5.2.3.2.2	Prečni objekti v zgornjih delih srednjih tekov in zgornjih tekih polhograjskih hudournikov	42
5.2.3.2.3	Analiza oblikovanja prečnih objektov	43
5.2.3.3	Vzdolžne ureditve	45
5.2.4	Agrotehnični ukrepi	48
5.2.5	Družbeno - upravni ukrepi	48

6	UVOD	KRITERIJI ZA UREJANJE EROZIJSKIH OBMOČIJ NA EKOLOŠKI OSNOVI	50
6.1		Gozdno kulturni ukrepi	50
6.1.1		Zatravitvena dela	50
6.1.2		Pogozdovalna dela	53
6.2		Tehnični ukrepi	55
6.2.1		Tehnični ukrepi v hudourniških strugah	55
6.2.1.1		Oblikovanje tras hudourniških strug	56
6.2.1.2		Prečni objekti	58
6.2.1.2.1		Prečni objekti v spodnjih in srednjih tekih hudournikov	58
6.2.1.2.2		Prečni objekti v zgornjih tekih hudournikov (in zgornjem delu srednjih tekov)	59
6.2.1.2.3		Sonaravno oblikovanje prečnih objektov	60
6.2.1.2.4		Pragovi	61
6.2.1.2.5		Drče	64
6.2.1.2.6		Pregrade	65
6.2.1.3		Vzdolžne ureditve	65
6.2.1.3.1		Kinete	66
6.2.1.3.2		Regulacije	67
6.2.1.3.3		Vzdolžne obrežne zgradbe	68
6.3		Biotehnični ukrepi	74
6.4		Agrotehnični ukrepi	75
6.5		Družbeno-pravna regulativa	76
6.6		Celovitost protierozijskih ukrepov na ekološki osnovi	77
7		DISKUSIJA UGOTOVITEV IN IDEJ	78
7.1.		Kompleksnost gospodarjenja s prostorom	78
7.2		Problem optimalnega razmerja gozdnih in kmetijskih zemljišč	79
7.3		Problematika določitve optimalne rabe zemljišč	81
7.4		Strokovno sodelovanje pri izdelavi prostorskih ureditvenih načrtov s stališča varstva pred erozijo	82
7.5		SKLEPNE MISLI	83
8		POVZETEK	85
9		ZAHVALA	87
10		SLIKE, SKICE	88
11		REFERENCE	116
		PRILOGE - v žepu zadnje platnice	

1 UVOD REDELITEV PROBLEMA

Za zadnja desetletja je značilno pogosto, mnogokrat tudi nedomišljeno poseganje v prostor. Naravno ravnovesje v kulturni krajini je vedno pogostejše 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 je v svetu, potencialno ogroženem od erozije, pa nujno zahteva protierozijsko ukrepanje za preprečevanje prevelikih škod, vendar mora tudi to ukrepanje biti čimbolj sonaravno, okolju prilagojeno.

V dolgoletni praksi urejanja erozijskih območij v svetu in tudi pri nas so se izoblikovali številni protierozijski ukrepi, ki se primerno vklapljajo v kulturno krajino, vendar poznamo žal tudi nekatere, okolju ne preveč prijazne rešitve.

V pričujočem delu želimo tako na osnovi pozitivnih izkušenj iz več kot 100-letne tradicije urejanja erozijskih območij v Sloveniji in še zlasti na osnovi analize uporabljenih ukrepov v Polhograjskih Dolomitih kot po najnovejših dognanjih, objavljenih v svetovni strokovni literaturi, ter po lastnih spoznanjih predstaviti bistvene kriterije sonaravnega urejanja erozijskih območij.

V problem lahko na osnovi do sedaj zbranih podatkov sklepamo, da ca 30 % površine Slovenije sestavljajo zemljišča, ki, če so preveč razmočena, plazijo (inženirsko-geološka karta Slovenije, 1969).

Posirna pobočja in njihova vznožja pa ogrožajo tudi drsenje snežne odeje in snežni plazovi. Izrazito plazovita območja obsegajo kakih 16.000 ha z nad 500 večjimi in okrog 1500 majšimi stalnimi snežnimi plazovi (Pintar, 1968). Po podatkih preliminarne katastra snežnih plazov le-ti na več kot 210 mestih ogrožajo objekte in javne komunikacije (Bernot, Legala, 1983).

Vsi navedeni procesi sproščajo na celotnem območju Slovenije letno okrog 5,2 - 5,3 mio. m³ erozijskega detritusa. Upoštevajoč njegovo povprečno zrnatost, po kateri je nad polovico teh količin drobnejših od 0,6 mm in jih torej lahko obravnavamo kot plodna tla, predstavlja ta, letno v nepovratnost odplavljena količina ekvivalent nad 1300 ha izpubljenih plodnih zemljišč, debeline 20 cm (Zemljic, 1970).

Le z omenjenih 4000 km² hudourniskih zlivnih območij pa se sprošča letno povprečno blizu 2,5 mio m³ erozijskega drobirja, kar predstavlja specifično sproščanje nad 625 m³/km² (Zemljic, 1970).

2 OPREDELITEV PROBLEMA

2.1 Stanje erozije v Sloveniji

Po rezultatih dosedanjih raziskav so zaznavni erozijski pojavi v Sloveniji razprostranjeni na skoraj 9000 km², oziroma 44 % njene površine. Nad 4000 km² (1/5 Slovenije) teh površin tvorijo prispevne površine okrog 370 hudourniških območij, ki so bolj ali manj gosto preprežene s površinami, s katerih je spiranje in odplavljanje erozijskega detritusa ter zasipavanje plodnih zemljišč z jalovinami večje, kot je obnova plodnih tal. V teh območjih je blizu 30.000 ha močnejše erodiranih površin, od katerih ca. eno tretjino ali skoraj 10.000 ha zavzemajo odprta žarišča globinske ali bočne erozije ter udori in usadi (Zemljic, 1970, priloga št.1).

Poseben problem so območja, kjer prihaja do razmakanja in plazenja zemljin ter trganja zemeljskih plazov, v večini hidromorfološkega izvora. Množico zemeljskih plazov je težko celovito in sproti evidentirati. Naj omenimo le posledice neurij na šentjurskem in laškem območju avgusta 1989, ko se je sprožilo 360 svežih zemeljskih plazov s skupno površino ca. 1850 ha, ki so narinili ca. 15000 m³ plazovine (Fazarinc, 1990), ali najnovejši 4 plazovi pri Lučah 1./2. nov. 1990 (sl.št.2), v celokupni aktivni površini le ca. 6,7 ha, ki so sprožili v gibanje skupno ca. 870.000 m³ hribinskih gmot (meritve PUH in VGI ter ocena Horvat-Zemljic, 1991).

V grobem lahko na osnovi do sedaj zbranih podatkov sklepamo, da ca. 30 % površine Slovenije sestavljajo zemljišča, ki, če so preveč razmočena, plazijo (Inženirsko-geološka karta Slovenije, 1969).

Obširna pobočja in njihova vznožja pa ogrožajo tudi drsenje snežne odeje in snežni plazovi. Izrazito plazovita območja obsegajo kakih 16.000 ha z nad 500 večjimi in okrog 1500 manjšimi stalnimi snežnimi plazovi (Pintar, 1968). Po podatkih preliminarne katastra snežnih plazov le-ti na več kot 210 mestih ogrožajo objekte in javne komunikacije (Bernot, Šegula, 1983).

Vsi navedeni procesi sproščajo na celotnem območju Slovenije letno okrog 5,2 - 5,3 mio m³ erozijskega detritusa. Upoštevajoč njegovo povprečno zrnatost, po kateri je nad polovico teh količin drobnejših od 0,6 mm in jih torej lahko obravnavamo kot plodna tla, predstavlja ta, letno v nepovratnost odplavljena količina ekvivalent nad 1300 ha izgubljenih plodnih zemljišč, debeline 20 cm (Zemljic, 1970).

Le z omenjenih 4000 km² hudourniških zlivnih območij pa se sprošča letno povprečno blizu 2,5 mio m³ erozijskega drobirja, kar predstavlja specifično sproščanje nad 625 m³/km² (Zemljic, 1970).

To je le povprečje za celotno po hudourniški eroziji napadeno površino, medtem ko znaša maksimalno sproščanje na soški strani Julijcev ca 2800 m³/km²/leto, v zahodnih Karavankah pa celo blizu 3000 m³/km²/leto (Zemljic, 1970).

Vse sproščene količine pa niso odplavljane nemoteno in neposredno v sprejemne reke Sočo, Savo ali Dravo ter njihove večje pritoke. Kakih 60 % jih zastaja in začasno obleži že v erozijskih in hudourniških vršajih. Od tod jih odplavljajo bodisi srednje in nekoliko višje vode postopoma bodisi čakajo tam na nenadne neurne vode. Taki nenadni sporadični hudourniški izbruhi lahko povzročijo škode, ki tudi tisočkratno presežejo povprečje letnih škod na posameznem območju (kot n.pr. ob izbruhu hudournika Hladnik pri Martuljku jeseni 1966, katastrofalni poplavi pohorsko-kozjaških hudournikov v jeseni 1970, ali že omenjeni katastrofi na območju Šentjurja, Laškega in Haloz v avgustu 1989 ali ob ujmi v povodjih Kamniške Bistrice in Savinje jeseni 1990) (Arhiv PUH). Od ostalih ca 40 % erozijskega drobirja, t.j. od ca 2,0 mio m³/leto, ki jih neurne vode odplavljajo po hudourniških strugah prvega reda v sprejemne reke Sočo, Savo in Dravo, se približno četrtnina odlaga in zaustavlja že na prehodih iz hudournikov v reke, v zgornjih tekih rek, preostali poldrugi milijon m³ pa vpliva predvsem na ekonomsko življenjsko dobo umetnih in naravnih vodno-akumulacijskih objektov ter na zamuljevanje nižinskih vodotokov z majhnimi padci. Z začasnim praznjenjem njihovih akumulacij lahko odplavljamo naprej le dobro četrtno lebdečih plavin, ki se posedajo tik za pregradami v "mrtvem prostoru" zaježitve, medtem ko se debelejšje, rinjene plavine odlagajo v zaježitveni prostor od njegovega korena navzdol, v dolvodni smeri, s čimer neposredno zmanjšujejo njegov "koristni" prostor (Horvat, 1991).

Poleg prereza skozi erozijsko problematiko v določenem času je pomembno opozoriti tudi na razvojne trende v daljšem časovnem obdobju.

Povečevanje gozdnatosti v Sloveniji, ki je zlasti posledica bega prebivalcev s hribovitih predelov zaradi težjih življenjskih pogojev v dolino in s tem manjšega pritiska na prostor protierozijsko zelo ugodno vpliva. V nasprotno, negativno smer pa deluje velika odprtost gozdov s cestami in vlakami, ki so večinoma pomanjkljivo zgrajene, zbirajo in koncentrirajo padavinske vode ter pospešujejo njihov površinsko odtekanje in so hkrati pomembni potencialni viri erozijskega drobirja.

Moderno kmetijstvo s močnim pretiranim umetnim gnojenjem, povečevanjem zbitosti tal z neprimerno obdelavo ter ekološko manj primerno rabo kmetijskih kultur negativno vpliva s povečevanjem tako površinskega odtoka kot odplavljanja zemljin.

Ideja o zaustavitvi razvoja bi bila nevarna prevara. Znano pa je tudi, da antropogeno pogojeni naravni sistemi z ekstenzivnim gospodarjenjem

Omeniti moramo tudi neugodne učinke vedno večje urbanizacije, saj večja urejenost povzroča povečevanje in koncentracije površinskega odtoka, od njega pa so neposredno odvisni ostali neugodni učinki (erozija, poplavljanje,...).

2.1.1 Gospodarjenje v hribovitih območjih

Gospodarsko uporabne površine so v hribovitih predelih razkosane, težko dostopne, pogojujejo zahtevno gospodarjenje. Ohranjanje naravnega ravnovesja zahteva domišljeno, okolju prilagojeno, t.i. sonaravno gospodarjenje.

V teh predelih je le kakšnih 10 % ravnih površin, ki so primerne za poljedelstvo, poselitev, promet in podobne dejavnosti (Horvat, 1991). Praviloma ležijo take ravnice ob vodotokih. Tu pa naletimo tako na poplavna območja in na vplivna območja hudourniških izbruhov kot na vodne rezerve, prometnice, naselja, komunalne in proizvodne površine ter obdelovalna zemljišča. Zaradi pomembnosti tega sveta je realna gostota poselitve na teh ravninah 10 - 20-krat večja od statističnih povprečij, posledice tega poudarjenega pritiska na prostor pa močno ogrožajo krhko naravno ravnovesje (Pintar, 1977).

Človek teži v mozaični svet hribovja in gorovja, v rezervate voda, zdravja in ekološke obnove. Ohranjanje ravnovesja hudourniških območij ni nekaj statičnega, varstvo okolja pa ne nekaj namišljenega. Gre za osveščenost ljudi, za smotrno načrtovanje in gospodarjenje s prostorom, za vzdrževanje kulturne krajine, ki jo je stoletja oblikoval človek. To je občutljivo posebno v hribovju, izpostavljenem naglemu odtoku voda, spiranju in plazenju zemljišč ter kopičenju erozijskega drobirja, s tem pa tudi preusmerjanju vodnih tekov prek labilnih zemljišč in zaplavljanju dolin. Gorjan, poznavalec gora, ki je stoletja negoval hribske zelenice in se bojeval z ujmami, odhaja v industrializirane kraje. Iz tehničiranih središč pa teži rekreacije in sprostitve željan človek, z zmotnim mnenjem, da so hribske kulture same po sebi obstojen in neuničljiv dar narave. Obstojne prvobitne narave, izvzemši skalne gore, skoraj ni; pa tudi, kjer je, različni neugodni človekovi vplivi povzročajo hidromorfološke procese.

Degresivne razvojne težnje antropogeno pogojenih naravnih sistemov ter naraščajoče prostorske in surovinske potrebe kažejo, da hribovja in gorovja, izvzemši posamezne krajinske in kulturne posebnosti, ne bo mogoče ohraniti nespremenjenega. Če smo pošteni, moramo priznati, da je ostankov prajakine v Sloveniji zelo malo (svet ob zgornji gozdni meji in nad njo, ostanki pragozdov,...), pretežno je bolj ali manj le kulturna, zaradi človekovih bolj ali manj domišljenih vplivov preoblikovana krajina. Ideja o zaustavitvi razvoja bi bila nevarna prevara. Znano pa je tudi, da antropogeno pogojeni naravni sistemi z ekstenzivnim gospodarjenjem

slabijo, z zavestno razvitim sonaravnim gospodarjenjem pa se obnavljajo (Pintar, 1983).

Nasprotja bomo morali obvladati z bolj vsestranskim in bolj dinamičnim sonaravnim urejanjem prostora, da bomo dosegli zelene kvalitete antropogeno prilagojenih naravnih sistemov. Svojim potrebam bomo morali zadostiti z uglašeni kombinacijami v mozaičnem svetu, ne da bi siromašili naravno harmonijo. To pa je strokovno, gospodarsko in sociološko zahtevna naloga.

2.2 Ekološka problematika v Sloveniji

Problematika zdravega in človeka vrednega življenja ter ne nazadnje preživetja v vedno bolj ogroženem okolju je v Sloveniji, tako kot drugod po svetu, vse bolj v središču zanimanja in skrbi strokovne, pa tudi širše javnosti.

Vedno več skrbi se posveča zbiranju informacij o stanju v okolju, da bi se laže smotrno odločali o razvoju na podlagi ekoloških kriterijev.

V nadaljevanju se bomo po poglavjih seznanili z nekaterimi podatki o stanju v okolju, pomembnimi tudi za gospodarjenje v erozijsko ogroženih območjih.

2.2.1 Zrak

Zaradi naravnih razmer in dosedanjega razvoja je zrak v večini slovenskih mest in industrijskih središč prekomerno onesnažen. Ob neugodnih vremenskih razmerah dosega onesnaženost zraka kritične razsežnosti. Najbolj onesnažen je zrak v naslednjih območjih: Zasavju, Mežiški dolini, okolju Šaleške doline, Celju, Mariboru, Ljubljani in Škofji Loki (Poročevalec RS, 1990).

Glavni polutanti so žveplov dioksid in dušikovi oksidi, ki delujejo izrazito toksično na žive organizme, z veliko verjetnostjo pa lahko domnevamo, da delujejo polutanti tudi sinergistično. Emisija SO₂ je leta 1988 znašala 10,4 t/km² oz. 105,1 kg/prebivalca in se je v primerjavi z letom 1980 zmanjšala za ca 11%. Termoelektrarne so najpomembnejši vir emisij SO₂, saj prispevajo kar 77% njihove letne produkcije. Emisije NO₂ so znašale v letu 1988 2,5 t/km² oziroma 24,9 kg/prebivalca in so v primerjavi z letom 1980 porasle za 17%. Kar 88 % teh emisij pripisujemo mobilnim virom in termoelektrarnam (HMZ, 1989).

Za onesnaženje zraka ni državnih meja, kar neugodno občuti tudi Slovenija, ki dobi večino padavin ob prehodi hladnih front s severozahoda. Te ne prinašajo le padavin, ampak tudi onesnaženje, pri čemer je za nas - glede na dinamiko poto-

vanja hladnih front - zlasti neugodno onesnaženje v močno industrijalizirani severni Italiji. pa se nahajajo zlasti v hribovitih predelih, ki se v glavnem prekrivajo z erozijskimi območji. So tisti prostor, ki je vanj človek z odpadki

2.2.1 Posledice onesnaženosti

Vedno pogostejše se pojavljajo kisle padavine, katerih pogostost je večja v zimskem času. Največja doslej ugotovljena stopnja kislosti v dnevnem vzorcu padavin je bila zabeležena v Ljubljani, s pH vrednostjo 3,9, leta 1985 (pH čiste vode v stiku z zrakom znaša 6,6).

Prekomerna onesnaženost zraka povzroča resne posledice na zdravju ljudi, povzroča hitrejšo propadanje materialnih in kulturnih dobrin ter je po dosedanjih izsledkih eden najpomembnejših dejavnikov današnjega obsega in intenzivnosti pešanja vitalnosti gozdov (spremembe v intercepciji, evapotranspiraciji, koreninskem sistemu, ...).

Pešanje vitalnosti gozdov, ki so glavni vodneregulacijski in protierozijski faktor v erozijskih območjih Slovenije, ima daljnosežne posledice za vodni režim v teh predelih. Neugodni učinki se bodo vedno pogostejše kazali v povečanih odtokih padavin in povečanih količinah spranega erozijskega detritusa, če se v kratkem zelo pereče razmere v najbolj ogroženih območjih ne bodo začele izboljševati.

2.2.2 Voda - površinska, podzemna, morje

Stanje kakovosti površinskih vodotokov se je v zadnjih letih pod vplivom spremenjanja hidroloških razmer, nekaterih uspešnih sanacij pa tudi nenadnih onesnaženj močno spremenjalo. Ne glede na ta nihanja pa je še naprej aktualna ugotovitev, da ostaja onesnaženost najbolj onesnaženih vodotokov v glavnem nespremenjena, še več, slabša se celo kakovost v preteklosti neonesnaženih odsekih vodotokov (Poročevalec RS, 1990; priloga št.10).

Zelo zaskrbljujoči so podatki o slabšanju kakovosti podtalnice, še zlasti v prodnih zasipih. Nekateri vodni viri (Krupica, Sorsko polje) so že močno onesnaženi in ne ustrezajo več kriterijem za pitno vodo, ponekod drugod (Dravsko in Ljubljansko polje) pa prihaja občasno do lokalne oporečnosti. Glavni vzroki onesnaženja podtalnic so v nepravilnem odlaganju tako komunalnih kot industrijskih odpadkov. Veliko pove tudi podatek, da v Sloveniji še nimamo urejene deponije posebnih odpadkov.

Potrebe po zdravi, kvalitetni pitni vodi so vedno večje, pomanjkanje pitne vode pa je v svetovnem merilu že zdavnaj pol pomenu preseglo energetske težave. V Sloveniji smo v zadnjih letih vložili precej truda, znanja in sredstev v raziskave in zaščito vodnih virov. Predhodno smo že opozori-

li, da so nekateri pomembni viri že močno onesnaženi. Naši potencialni rezervati pitne vode pa se nahajajo zlasti v hribovitih predelih, ki se v glavnem prekrivajo z erozijskimi območji. So tisti prostor, ki je vanj človek z odpadki najmanj posegel. Naša dolžnost je, da ga takega pustimo tudi našim otrokom. Enako velja tudi za površinske vode, kjer se I. in II. kakovostni razred nahajata, žal, skoraj izključno le še v erozijsko potencialno ogroženem svetu.

Pri gospodarjenju v erozijskih območjih moramo čim večji poudarek nameniti zaščiti potencialnih rezervatov pitne vode kot tudi površinskih voda I. in II. kakovostnega razreda. Ukrepi v teh predelih imajo z narodnogospodarskega vidika prednost pred saniranjem onesnaženih vodnih virov in površinskih vodotokov. Celovito okolju prilagojeno gospodarjenje v erozijskih območjih mora omenjene zahteve glede zagotavljanja kakovosti voda vedno bolj upoštevati.

Te usmeritve pa predstavljajo le časovno prioriteto ukrepanja, saj je kratkoročno ukrepanje močno odvisno od razpoložljivih finančnih sredstev, ki jih je žal vedno premalo. Kljub navadenim prioritetam pa se moramo zavedati, da je vodni režim en, celovit, nedeljiv in mora zato tudi gospodarjenje z njim biti tako.

Ko razglabljamo o ekološki problematiki površinskih voda, je treba analizirati tudi primernost obsega in načinov urejanja vodotokov. Obseg dosedanjega urejanja vodotokov je podan v naslednji tabeli (VGI, 1990):

Tab. št. 1 Obseg dosedanjega urejanja vodotokov v Sloveniji (VGI, 1990)

	celotna hidrografska mreža	naravni vodotok	%
nižinski vodotoki	17.894 km	15.523 km	87
hudourniki	8.709 km	8.589 km	99
skupaj	26.603 km	24.112 km	91

Tabela nam kaže, da je v Sloveniji bolj ali manj primerno urejenih 13 % nižinskih vodotokov in 1 % hudournikov (Kriterij: dolžina naravnih, neurejenih odsekov proti dolžini reguliranih vodotokov).

Glede na znano zakonitost, da se vodni režim v hribovitih deželah, kakršna je tudi Slovenija, oblikuje v povirjih voda, nam omenjeno razmerje kaže, da se je v nižinskih predelih pogosto pretirano posegalo v vodni režim z regulacijskimi deli. V zadnjem času so bile še zlasti pereč problem hidromelioracije, kjer del niso izvajali postopno, kar bi zagotavljalo solidno prilagojenost okolju, ampak kot velike invest-

icijske posege, v sklopu katerih so se zaradi radikalno načrtovane osnovne odvodnje pogosto pretirano in hkrati neprimerno urejevale struge vodotokov.

Kljub nekaterim nedomišljenim posegom pa se naravna retencijska sposobnost v Sloveniji ni občutno zmanjšala, saj so se z regulacijskimi ukrepi zgolj prostorsko premaknila poplavna območja. Teh je danes v Sloveniji še približno 71.000 ha (VGI, 1990), na katerih je možno po grobih ocenah zadržati okoli 700 mio. m³ vode. Poleg naravnih so bile v kritičnih območjih ustvarjene z izgradnjo zadrževalnikov še dodatne retencijske površine.

Regulacijski posegi na hudournikih, to je v erozijskih območjih, so bili izvršeni v manjšem obsegu (1 %), tako da lahko v grobem ocenimo, da njihov obseg v glavnem ni bil pretiran, temveč omejen na dejansko kritična območja (zaščita naselij, prometnic, labilnih zemljišč).

Pri regulacijskih delih so zlasti na nižinskih kot tudi ponekod na hudourniških vodotokih občasno uporabljali takšne načine ureditev, ki so bile tujek v naravnem okolju. Pretirano so uporabljali tehnične ukrepe, in še te pogosto z neprimernimi gradivi, na uporabo vegetacije pa se je pozabilo. Tako so se ponekod bistveno spremenili vodni in obvodni ekosistemi, naravna regeneracija pa je na ustreznih mestih žal le postopoma celila rane naše nedomišljenosti. Tako urejanje je še zlasti značilno za 70. in 80. leta, ko je v centrih odločanja o posegih v prostor in s tem tudi v vodni režim prevladovala gradbeno-tehnična miselnost. V zadnjem času pa se okolju prilagojeno urejanje vodnega režima ponovno uveljavlja.

2.2.3 Gozdovi

Gozdove v Sloveniji vse bolj obremenjujejo različni negativni vplivi, ki povzročajo slabitev, postopno odmiranje in v najhujših primerih propadanje in končni propad gozdnega ekosistema. Veliko je strokovnih dokazov, da je onesnažen zrak eden najpomembnejših vzrokov današnje stopnje in obsega propadanja gozdov - ocenjujejo, da je za 60% vseh poškodb krivo onesnaženo ozračje, posredno pa tudi za ostalih 40%. Omeniti je treba še vrsto drugih negativnih dejavnikov, ki prispevajo in predvsem pospešujejo vse večjo poškodovanost gozdov. Poškodbe gozdov, ki jih povzroča preštevilna divjad v vseh razvojnih fazah gozda (populacija je najvišja ravno v območjih s hirajočimi sestoji jelke), so ponekod že akutne. Med vzroki prekomerne obremenjenosti gozdov je treba omeniti pašo domače živine, posledice širitve urbanih površin in infrastrukture. Tudi zaradi porušenega ravnovesja v naravi je vse več naravnih ujm (žled, snegolomi, vetrolomi) in raznih drevesnih bolezni. Varnosti se medsebojno prepletata, medtem ko sta obe najmanjši na kraskih območjih.

Analize rezultatov celovitih popisov leta 1985 in 1987 so pokazale, da je stopnja poškodovanosti gozda zaskrbljujoča, saj je ca. 44% vseh drevesnih vrst poškodovanih (podatki popisa iz leta 1989 še niso obdelani). V Sloveniji je le še 5,9% zdrave jelke in 21,8% zdrave smreke - to sta tudi najbolj poškodovani drevesni vrsti (sledijo bori, najmanj poškodovani so nekateri listavci). Podrobnejši podatki o poškodovanosti posameznih drevesnih vrst so v celoti in po gozdnogospodarskih območjih prikazani v naslednjih tabelah:

Tab.št.2 Poškodovanost posameznih drevesnih vrst v letu 1987 (IGLG, 1989)

drevesne vrste	0	1	2	3	4	1-4	2,3,4
smreka	21,8	38,9	21,8	10,5	7,0	78,2	39,3
jelka	5,9	14,3	22,0	28,1	29,7	94,1	79,8
bukev	82,4	10,6	4,1	1,9	1,0	17,6	7,0
bor	40,8	32,5	15,2	5,2	6,3	59,2	26,7
hrast	72,5	14,0	6,6	4,5	2,3	27,5	13,5
vse vrste	56,3	20,2	11,4	6,7	5,5	43,7	23,6

Tab.št.3 Delež stopnje poškodovanosti dreves po gozdnogospodarskih območjih v letu 1987 (IGLG, 1989)

gozdnogosp. območja	neogrožen %	I. stopnja malo ogroženi %	II. stopnja ogroženi %	III. stopnja zelo ogroženi %	IV. stopnja v propadanju %	skupaj %
Tolmin	73,1	13,3	5,5	3,8	4,4	10,2
Bled	49,6	27,5	11,5	5,7	5,7	5,8
Kranj	57,0	30,7	17,2	8,8	6,2	10,0
Ljubljana	57,3	21,5	11,5	5,4	4,6	11,6
Postojna	66,3	17,8	6,1	5,3	4,6	4,6
Kočevje	63,0	15,4	8,7	6,9	6,0	5,4
Novo mesto	73,5	11,6	7,3	3,9	3,6	9,8
Brežice	79,5	9,4	5,0	3,3	2,8	5,0
Celje	51,6	19,0	13,6	8,6	7,2	5,5
Nazarje	21,7	30,8	24,7	13,2	9,5	6,3
Slovenj. Gradec	25,3	32,4	19,0	13,5	9,9	7,6
Maribor	62,4	19,3	9,4	4,6	3,9	8,7

Groba primerjalna analiza med stopnjo poškodovanosti dreves po gozdnogospodarskih območjih in razvitostjo erozijskih procesov v Sloveniji nam kaže, da sta obe večji na istih površinah (obe nevarnosti se medsebojno prepletata), medtem ko sta obe najmanjši na kraških območjih.

Na stopnjo vitalnosti gozdov v marsičem vpliva tudi način gospodarjenja z njimi. V Sloveniji je zaradi pridobitniških interesov prišlo na zelo velikih površinah (Gorenjska, Zgornja Savinska dolina, Pohorje,...) do zamenjave naravnih gozdnih združb s smrekovimi monokulturami, ki so na vse zunanje vplive dosti manj odporne.

Za gozdne rastlinske združbe pa je značilno, da si je vsaka izoblikovala svoj vodni režim, svojo lastno vodno ekonomijo. Zato se zamenjava drevesnih vrst z rastišču manj primernimi tudi na vodnem režimu neugodno odraža. Za vodni režim različnih rastlinskih združb pa je še zlasti neugoden vpliv pretirane in nedomišljene gradnje gozdnih prometnic. Z njihovo izgradnjo, katere sestavni postopek je tudi večinoma povsem neustrezno urejeno odvodnjavanje, z njihovo uporabo v časovno neprimernih obdobjih (posledice v zbitosti, vodoprepustnosti tal,...) in s tehnologijo, neprimerno za hribovite predele (preveliki specifični pritiski na tla, velike rane v pobočjih,...) se pomembno spreminja vodni režim posameznega rastišča, rastlinske združbe so prisiljene v prilagajanje tem spremembam. Navadeni vplivi niso upoštevani pri natovarjanju spravila in transporta lesa, še vedno je odločilen le kratkoročni ekonomski efekt.

2.3 Potencialni ekološki problemi pri urejanju erozijskih območij

Med potencialnimi ekološkimi problemi želimo opozoriti na najpomembnejše posledice umiranja gozdov in okolju neprimerne posege protierozijskega ukrepanja.

Posledice umiranja gozdov so zelo pomembne tudi za gospodarjenje v erozijsko potencialno ogroženih območjih, saj se med drugim kažejo kot trajno slabšanje vodnega režima, torej tako kakovostne kot količinske porazdelitve vode v prostoru.

Količinska porazdelitev vode v prostoru se s slabšanjem vitalnosti gozda spreminja. Zaviranje in uravnavanje odtoka voda s prispevnih območij se zmanjšuje, odtok postaja vedno bolj podoben odtoku s planega sveta. Namesto počasnega, dokaj enakomernega odtoka, ki ga spremlja krepko prenikanje v podtalje in s tem bogatenje vodnih zalog, začneja prevladovati vedno hitrejši površinski odtok. Vse pogostejši so hitri, količinsko bogati odtoki, ki jim rada sledijo daljša sušna obdobja. Pešanje vitalnosti gozdov, ki se odraža tudi v slabšanju kvalitete gozdnih tal in s tem v pospešenem površinskem odtoku, posledično vpliva tudi na kakovost površinskih in talnih voda, zlasti glede vsebnosti organskih in mineralnih snovi, ki jih v normalnih razmerah pridobivajo med prenikanjem skozi mineralno in organsko bogata gozdna tla.

Slabenje ali celo uničevanje rastlinstva kot posledica umiranja gozdov pospešuje erozijske procese na dva načina. Prvi je povečana količina in hitrost površinskega odtoka, njuna

posledica pa je večje spiranje zemljišča. Drugi način pa je vse slabša povezanost tal s koreninskim sistemom, torej njihova povečana erodibilnost. Zavedati se moramo tudi da umiranju gozdov erozija zaradi svoje značilnosti ne sledi enakomerno, temveč progresivno.

Poleg posledic umiranja gozdov se pri urejanju erozijskih območij srečujemo še s problemi pretiranega in okolju ne dovolj prilagojenega protierozijskega ukrepanja (glej poglavje 2.2.2).

Največ ekoloških problemov nastaja pri urejanju hudourniških strug, medtem ko so protierozijska dela v širših erozijskih območjih za okolje manj vprašljiva.

Zagotavljanju čim boljše prilagojenosti protierozijskih ukrepov okolju pa je namenjeno pričujoče delo, ki ima namen podati usmeritve za čimbolj sonaravno gospodarjenje v erozijsko ogroženih območjih.

2.4 Dosedanje izkušnje v Sloveniji

Protierozijski ukrepi v Sloveniji z ekološkega vidika še niso bili analizirani, zato je to delo prvi poskus take vrste analize. Pri praktičnem urejanju erozijskih območij pa se skuša čimbolj celovito in okolju prilagojeno ukrepati že od začetkov organiziranega delovanja. Z ekološkega vidika so bili do sedaj najbolj sporni nekateri tehnični ukrepi v hudourniških strugah, zlasti v 60. in 70. letih, v zadnjem času pa se tudi tu uporabljajo številne domišljene rešitve, ki naj bi zadostile tako zahtevam odpornosti pred neurnimi vodami kot primernosti okolju.

3 METODA DELA ZNAČILNOSTI RAZISKOVANEGA OBMOČJA

Naloga posega v zelo kompleksno področje okolju primerne gospodarjenja v erozijskih območjih, zato smo uporabili različne raziskovalne metode.

3.1.1 Geografska lega

Osnovo tvorijo terenske analize protierozijskih ukrepov v Sloveniji in še zlasti v Polhograjskih Dolomitih, kjer smo opravili njihovo kompleksno identifikacijo in preveritev ekološke primernosti. To območje smo za raziskovalni objekt izbrali zato, ker je na njem prišlo v letih 1924 in 1926 do katastrofalnih erozijskih in hudourniških pojavov, ki so jim sledila obsežna in dolgoletna protierozijska dela. Na razpolago so bili dovolj zanesljivi podatki, pa tudi časovna odmaknjenost je bila za kakovostno analizo ukrepov že zadovoljiva. Predhodno smo na podlagi terenskih opazovanj in strokovnih virov analizirali naravne danosti obravnavanega območja. Na podlagi sklepov omenjenih analiz, spoznanj iz novejše svetovne strokovne literature ter številnih spekulativnih ugotovitev smo skušali podati usmeritve za okolju primerno gospodarjenje v erozijsko ogroženem svetu. Iljancu in naseljenjaku pa naletimo na položnejša pobočja in manj nagnjene pobočje. Ravnejši svet je omejen na Polhograjsko dolino od Javornika do Bris, manjša oaza ravnega sveta med hribovjem pa je tudi ob naselju Zalog.

3.1.2 Klima

Dr. Meliku (Melik, 1959) sodi območje Polhograjskih Dolomitov v predalpski klimatski pas, ki ga označujejo sveža poletja, preostre zime, močni vetrovi in obilne padavine.

Sveža deževnih postaj v povodju Gradščice je dovolj gosta in omogoča zadovoljivo izrednotenje podatkov. Pomembno je, da poskakajo meritve na postajah Lucine, Črni vrh, Šentjost, Marjul in Ljubljana že dolgo vrsto let, kar omogoča objektivno verjetnostno analizo.

4 OSNOVNE ZNAČILNOSTI RAZISKOVANEGA OBMOČJA

4.1 Splošne ekološke razmere

4.1.1 Geografska lega

Raziskovani prostor obsega povodje Gradaščice nad Žerovnikom. Nahaja se v Polhograjskem hribovju, nadaljevanju litijske antiklinale proti zahodu. Spodnji del obravnavanega območja je dobrih 300 m nad morjem, najvišje pa se povzpne na Grmadi (898 m), Tošcu (1021 m) in Pasji ravni (1030 m).

Površina območja znaša ca 6958 ha. Glavni vodotok je Gradaščica, njen najpomembnejši pritoki pa so Prošca, Mala voda, Velika Božna ter Mačkov in Žerovnikov graben. To je razgibana, slikovita pokrajina, s katere v Gradaščico teko kratki pritoki, med njimi se nahajajo manjši, a strmi gorski pomoli. Največje strmine so na dolomitni geološki podlagi, kjer ponekod prihaja na površje gola skala. V škriljavcu in peščenjaku pa naletimo na položnejša pobočja in manj nagnjene planje. Ravnejši svet je omejen na Polhograjsko dolino od Žerovnika do Briš, manjša oaza ravnega sveta med hribovjem pa je tudi ob naselju Zalog.

4.1.2 Klima

Po Meliku (Melik, 1959) sodi območje Polhograjskih Dolomitov v predalpski klimatski pas, ki ga označujejo sveža poletja, ne preostre zime, močni vetrovi in obilne padavine.

Mreža deževnih postaj v povodju Gradaščice je dovolj gosta in omogoča zadovoljivo izrednotenje podatkov. Pomembno je, da potekajo meritve na postajah Lucine, Črni vrh, Šentjošt, Horjul in Ljubljana že dolgo vrsto let, kar omogoča objektivno verjetnostno analizo.

Padavinska postaja z osrednjo lokacijo, ki najbolje podaja značilnosti obravnavanega območja, je Črni vrh (840 m nm) nad Polhovim Gradcem. Na osnovi 32-letnih opazovanj so zanj izračunane naslednje vrednosti:

Tab.št.4 Mesečna in letna količina padavin ter srednje mesečne in letne temperature, reducirane na 32 let (1925-1956; HMZ RS, 1991)

mesec	padavine mm	temp. v st.C
januar	95	-1,9
februar	96	0,1
marec	99	3,9
april	103	8,4
maj	130	12,5
junij	140	15,9
julij	127	18,3
avgust	130	17,9
september	152	15,1
oktober	150	9,4
november	150	4,4
december	120	0,0
letno	1495	8,0

Razporeditev padavin v vegetacijskem obdobju je ugodna, njih količina pa je tudi zelo zadovoljiva za rast in razvoj vegetacije. Glede na dolgoletno letno povprečje padavin lahko območje uvrstimo v območja humidne klime.

Pomemben klimatski dejavnik je tudi močno dnevno in letno kolebanje temperature. Čez dan in še zlasti poleti se prisojna pobočja močno segrejejo zaradi intenzivne insolacije, ponoči pa se zaradi izžarevanja naglo ohladi. Posledica je hitro preperevanje prevladujoče dolomitne podlage, zlasti na prisojnih straneh.

Padavine v poletnih mesecih padejo največkrat v obliki nali-vov, ki neugodno vplivajo na vodni režim. Infiltracija je majhna, prevladuje nagel površinski odtok, ki pospešuje erozijske procese.

Močna insolacija, ki povzroča tudi hitro izhlapevanje, majhna sposobnost tal za sprejemanje in zadrževanje padavinske vode ter njen nagel površinski odtok so vzrok, da so dolomitna pobočja - kljub sicer ugodni količini in razporeditvi padavin - suha in se na njih razvijajo kserofitne rastlinske združbe.

Erozijske procese v območju Polhograjskih hudournikov najbolj pospešujejo intenzivne padavine. Te se pojavijo zlasti, kadar se nad tem območjem dalj časa zadržuje hladna fronta ali kadar pride do sovpadanja atlantske in sredozemske

(genovske) hladne fronte. V teh primerih pade na območju Polhograjskih Dolomitov zelo veliko padavin, ki jim sledi poudarjen površinski odtok, saj so v takšnih primerih tla pogosto že predhodno namočena. Z zelo neugodnimi padavinskimi situacijami v teh predelih smo imeli opraviti leta 1924, 1926, 1933, 1937, 1965 in 1972. Najneugodnejše je bilo leta 1926, ko so 27. septembra na postaji Lučine namerili 341 mm dežja v 24 urah.

Istega dne so bile zabeležene v Ljubljani doslej največje dnevne padavine v tem stoletju glede na intenziteto in dolžino trajanja, in sicer v 10 minutah 10 mm, znotraj prav tako zabeležene količine v 1 uri, ki je znašala 30,7 mm, vse pa v okviru padavin med 26. in 28. septembrom, ko je v 52 urah in 40 minutah padlo skupaj 236,8 mm. Če po primerjavi obeh podatkov, postaj Lučine in Ljubljana, sklepamo, da so bile padavine nad obravnavanim območjem najmanj za 50% višje kot v Ljubljani, in po privzetku skoraj najnižje možne vrednosti -0,60- za odtočni koeficient, lahko že po preprostem izračunu ugotovimo, da je na koncu 10-minutnega naliva z intenziteto 1,5 mm/min moralo v povprečju priteči v struge hudournikov vsaj po 15 m³/s z vsakega km² zlivnega območja. V luči takih številk so zato laže razumljive katastrofalne posledice neurij, ki so zlasti v letih 1924, 1926 in 1937 prizadele območje polhograjskih hudournikov (Zemljč, 1967).

Zato ne bo odveč, če na tem mestu - upošteva je dejstvo, da je protihudourniška in protierozijska dejavnost strokovno v največji meri vezana na te podatke - prikažemo pregled po nekaj primerov maksimalnih 24-urnih padavin (Rx) za postaje Lučine, Črni vrh, Šentjošt, Horjul in Ljubljana - Bežigrad v obdobju 1925-1980 (HMZ RS, 1991):

Padavinski ekstremi v hidrološko neugodnih letih
Povodje Gradasičice gorvodno od Dobrove (VGI, 1986)

	količina padavin mm	trajanje padavin ur	intenziteta padavin mm/ura
1926	286	53	5,40
1933	203	67	3,03
1965	139	82	1,70
1972	100	96	1,04

Tab.št.6 Niz po 5 najvišjih 24-urnih padavin na padavinskih postajah, pomembnih za območje Polhograjskih Dolomitov, v obdobju 1926-1990 (HMZ RS, 1991)

LUČINE (693 m nm)		ČRNI VRH (840 m nm)		ŠENTJOŠT (623 m nm)		HORJUL (342 m nm)		LJ.-BEŽIGRAD (299 m nm)	
dne	Rx mm	dne	Rx mm	dne	Rx mm	dne	Rx mm	dne	Rx mm
27.09. 1926	341	27.09. 1926	201	27.09. 1926	198	10.09. 1937	152	27.09. 1926	153
09.10. 1964	148	22.08. 1969	147	25.09. 1973	134	28.09. 1978	141	28.08. 1971	124
29.08. 1963	139	09.10. 1964	136	11.09. 1937	125	27.09. 1926	137	22.09. 1933	121
28.09. 1978	123	25.09. 1973	112	28.09. 1978	120	14.08. 1935	129	25.09. 1973	116
11.09. in 06.10. 1937	121	11.09. in 06.10. 1937	110	27.09. in 06.10. 1959	115	11.11. in 06.10. 1979	110	28.09. in 06.10. 1978	112

Intenziteta padavin v že omenjenih hidrološko neugodnih letih pa je razvidna iz tabele padavinskih ekstremov za celotno območje polhograjskih hudournikov oziroma za povodje Gradaščice gorvodno od Dobrove (VGI, 1986):

Tab.št.7 Padavinski ekstremi v hidrološko neugodnih letih - Povodje Gradaščice gorvodno od Dobrove (VGI, 1986)

leto	količina padavin mm	trajanje padavin ur	intenziteta padavin mm/ura
1926	286	53	5,40
1933	203	67	3,03
1965	139	82	1,70
1972	100	96	1,04

Za ta del povodja Gradaščice so bile na podlagi podatkov padavinskih postaj Lučine, Črni vrh in Šentjošt dnevne višine padavin različnih povratnih dob tudi izračunane (VGP Hidrotehnik, 1983):

Tab.št.8 Verjetne padavine v Lučinah, Šentjoštu, Črnem vrhu za različne povratne dobe (VGP Hidrotehnik, 1983)

Povratna doba (leta)	Padavinske postaje		
	Lučine mm	Črni vrh mm	Šentjošt mm
2	78,8	71,4	74,3
10	154,2	132,3	123,7
25	192,1	162,8	148,6
50	220,3	185,5	167,0
100	248,2	208,0	185,3
1000	340,5	282,5	245,9

Analizo teh, za razvoj erozije neugodnih padavinskih značilnosti pa moramo dopolniti z dejstvom, da padavine v 24 urah niso bile enakomerno razporejene, temveč so glavni nalivi trajali bistveno krajši čas.

4.1.3 Geološke in pedološke razmere

Polhograjski tektonski zgradbi pripadajo Polhograjski Dolomiti, ki se začnejo zahodno od Ljubljane. Ob prelomu, ki se vleče od severnega roba Poljanjskega barja mimo Horjula in dalje proti zahodu, je to ozemlje narinjeno na poljansko-vrhnjsko nižino. Od Loga pri Brezovici do Mednega je skoraj ves vrhnozi del hribovja iz skrilavcev in peščenjakov, ki pripadajo karbonu, permu in triaskemu oddelku spodnje triade. V znatnem delu ležijo na njih debele plasti srednje-triadnega dolomita, ki tvorijo vrhove Polhograjskih Dolomitov. V posameznih dolinah nastajajo na dolomit celo ze v njihovem dnu. V splošnem pa se pojavljajo plasti skrilavcev in peščenjakov do ca 600 m nm, višino pa prevladuje dolomit (priloga št.2).

Dolomit je v glavnem svetlosiv, skoraj bel, neskladovit in grobozrnat. Pod vplivom atmosferilij in mehanskih sil se drobi v manjše kose. Je slabo prepusten in se v vodi tudi zelo počasi topi.

Groedenske sklade iz srednjega perma sestavljajo grobozrnatih kremenovih peščenjakov vijolične barve. Zelo so odporni tako proti mehničnemu kot kemičnemu preperevanju. Poleg peščenjakov tvorijo groedensko formacijo tudi glinasti skrilavci, prav tako vijolične barve, ki pa so mnogo manj odporni proti preperevanju in hitro razpadejo v obliki tankih plasti. Vsi groedenski skladi so za vodo neprepustni (Osn. geol. karta, 1976).

Na podlagi hidroloških analiz polhograjskih hudournikov so odtočni koeficienti za celotno povodje Gradaščice gorvodno od Dobrove naslednji (VGP Hidrotehnik, 1983):

Tab.št.9 Verjetni odtočni koeficienti po povratnih dobah - Povodje Gradaščice gorvodno od Dobrove (VGP Hidrotehnik, 1983)

povratna doba let	odtočni koeficient
10	= 0,625
50	= 0,70
100	= 0,75
1000	= 0,85

Ti koficienti so zelo visoki in kažejo na izrazito hudourniško in erozijsko ogroženost območja, pri čemer je samo po sebi umevno, da so v posameznih ožjih zlivnih območjih še višji.

4.1.3 Geološke in pedološke razmere

Po svoji tektonski zgradbi pripadajo Polhograjski Dolomiti škofjeloško-polhograjskemu ozemlju, ki se začneja zahodno od Ljubljane. Ob prelomu, ki se vleče od severnega roba Ljubljanskega barja mimo Horjula in dalje proti zahodu, je to ozemlje narinjeno na poljansko-vrhniško nižino. Od Loga pri Brezovici do Mednega je skoraj ves vznožni del hribovja iz starih skrilavcev in peščenjakov, ki pripadajo karbonu, permu in skitskemu oddelku spodnje triade. V znatnem delu ležijo na njih debele plasti srednje-triadnega dolomita, ki tvorijo značilne vrhove Polhograjskih Dolomitov. V posameznih dolinah naletimo na dolomit celo že v njihovem dnu. V splošnem pa se pojavljajo plasti skrilavcev in peščenjakov do ca 600 m nm, nad to višino pa prevladuje dolomit (priloga št.2).

Dolomit je v glavnem svetlosiv, skoraj bel, neskladovit in drobnozrnat. Pod vplivom atmosferilij in mehanskih sil se drobi v manjše kose. Je slabo prepusten in se v vodi tudi zelo počasi topi.

Groedenske sklade iz srednjega perma sestavljajo grobozrnati kremenovi peščenjaki vijolične barve. Zelo so odporni tako proti mehaničnemu kot kemičnemu preperevanju. Poleg peščenjakov tvorijo groedensko formacijo tudi glinasti skrilavci, prav tako vijolične barve, ki pa so mnogo manj odporni proti preperevanju in hitro razpadejo v obliki tankih plasti. Vsi groedenski skladi so za vodo neprepustni (Osn. geol. karta, 1976).

Tretjo pomembnejšo geološko formacijo tvorijo skitski skladi iz spodnje triade. Sestavljajo jih sljudnati, drobnozrnati kremenovi peščenjaki. Odporni so proti mehničnemu in kemičnemu preperevanju. Vmes se pojavljajo še peščeni glinasti skrilavci rumenkaste do vijolične barve s primesjo sljude v obliki majhnih luskih. Ti skrilavci mehanično hitro preperavajo, kemično pa le počasi. Obe vrsti skitskih sedimentov sta za vodo dokaj neprepustni (Urbas, 1960; Stanič, 1963).

Na stikih med posameznimi geološkimi formacijami, ki so vse dokaj neprepustne, se pojavljajo studenci, ki razmakajo zemljišča in povzročajo njih polzenje. Poleg tega so skitski skladi zelo razpokani, zato je njihova notranja povezanost slabša, nagnjenost k plazenju pa večja.

Za omenjeno področje ni izdelana pedološka karta, zato smo našo analizo talnih razmer naredili izhajajoč iz fitocenološke analize (GG Ljubljana, 1989) ter medsebojne povezanosti gozdnih združb in tal. Iz objektivnih vzrokov (pomanjkanje agropedaloške karte) smo se omejili na gozdnati del obravnavanega območja, kar je prikazano v naslednjem pregledu:

gozdna združba	vrsta tal	površina (ha)	%
Arunco-Fagetum			
typicum	rendzina	33	
Cephalanthero-Fagetum typicum	rendzina	205	845
Quercus-Ostryaetum typicum	rendzina	346	
Genisto-Pinetum	rendzina	261	
Hacquetio-Fagetum typicum	kalkokambisol (delno ilimeriziran)	1420	
Enneaphyllo-Fagetum typicum	kalkokambisol	310	1747
Quercus-Fagetum typicum	luvisol	25	
Aceri-Ulmetum	kalkokambisol	17	
Blechno-Fagetum typicum	distrični kambisol	1904	
Dryopterido-Abietetum typicum	distrični kambisol	134	
Bazzanio-Abietetum typicum	distrični kambisol (delno podzoliran)	30	
Quercus-Carpinetum			
Iuzuletosum	luvisol	34	
		4719	

Groba analiza talnih razmer nam kaže, da 18% površin zavzemajo slabo razvita tla z majhno rodovitnostjo, ki so zelo podvržena erozijskim procesom. Njihov razvoj je zelo počasen, vsak nedomišljen poseg pa lahko povzroči njihovo hitro degradacijo.

Približno 43% površin zavzemajo distrični kambisoli, katerih rodovitnost je velika do srednja, so pa večno občutljiva na spremembe v ekološkem kompleksu, še zlasti pa na različne erozijske dejavnike.

Na ca 38% (kalkokambisoli) površin naletimo na tla stabilnih in visokorodovitnih talnih kompleksov.

Na koncu naj omenimo, da manj kot 2% površin zavzemajo srednje produktivna tla, kjer v posameznih slojih potekajo intenzivni redukcijski procesi (luvisol).

Celoviteje kot talni dejavniki pa nam ekološke razmere podaja analiza gozdnih združb (glej poglavje 4.1.6).

4.1.4 Analiza rabe prostora

Čeravno zaenkrat še nimamo razvitega ustreznega informacijskega sistema za spremljanje sprememb v prostoru, bomo z analizo katastrskega stanja zemljiških kultur iz leta 1985 poskusili vsaj v grobem osvetliti osnovne značilnosti rabe prostora v povodju Gradašnice gorvodno od Žerovnika oziroma v območju Polhograjskih hudournikov (GG Ljubljana, 1989).

Daleč največji delež zavzemajo gozdovi, ki pokrivajo kar 63,66 % obravnavanega območja.

Pomemben je delež travnikov (15,39%) in pašnikov (10,31%), medtem ko je sadovnjakov le 1,08 %.

Njive so omejene na redke ravne površine, njihov delež znaša 6,16 % celotne površine.

Neplodni svet zavzema 3,4 % zemljišč (priloga št. 3).

Med različnimi rabami prostora ima prav gozd na tem območju v zadnjem času najbolj konstanten površinski delež. To zgovorno kaže katastrska primerjava. Ker pa katastrska obdelava sprememb v prostoru zamuja, je bilo na podlagi terestričnih opazovanj ugotovljeno, da se je delež gozdnih površin v zadnjih 10 letih povečal za približno 3 %, tako da dejanska površina gozdov znaša 4718,37 ha, kar pomeni 68 odstotno gozdnatost obravnavanega prostora (GG Ljubljana, 1989).

Primerjalni katastrski podatki med letoma 1975 in 1985 nam tudi kažejo, da se je za 5 % zmanjšala površina travnikov. Omenjeni spremembi kažeta na prilagajanje gospodarjenja na kmetijah ekološko primernejši panogi v tem prostoru - živinoreji (GG Ljubljana, 1989).

V teh 10 letih se je za 10 % povečal tudi delež neplodnih tal, ki odpade v glavnem na nižje ležeči katastrski občini Polhov Gradec in Babna gora. Krčenje plodnih površin je

predvsem posledica stanovanjske pozidave, izboljšave prometnic, gradnje industrijskih objektov in odpiranja peskokopov.

4.1.5 Analiza reliefa

Reliefna značilnost območja so globoko zarežani glavni jarki na karbonatni podlagi in številni manjši, a zelo strmi jarki na peščenjaki in škrilavcih. Razen v južnem delu enote, kjer se pobočja dvigajo le do ca 350-600 m nm, se v ostalem povzpnejo do 800 pa tudi do 1000 m nm. Ravnice po dolinah, položnejša pobočja in manjše planote so izključno v kmetijski rabi, gozd pa je potisnjen v strma pobočja in na ekstremna rastišča.

Gozdnati del območja sodi po nagibih terena med najbolj strme v območju Slovenije. Povprečni nagib območja, izračunan z uporabo ponderjev, znaša 30,3 % (velja za teren, ki ga porašča lesno-proizvodni gozd brez omejitev).

Nagibe terena podaja pregledneje sledeča tabela:

Tab.st.10 Nagibi terena v območju Polhograjskih Dolomitov - gozdnati del (GG Ljubljana, 1989)

Nagib terena %	1-10	11-25	26-40	nad 41	Skupaj
površina (ha)	50	1170	2190	1309	4719
%	1	25	46	28	100

4.1.6 Analiza gozdne vegetacije

Petrografske razmere so zelo vpliven rastiščni dejavnik v razvoju gozdnih združb. Severni in severovzhodni del enote na karbonatnih podlagah so osvojile bazofilne gozdne združbe. V odvisnosti od vlažnostnih in temperaturnih razmer (nagib terena, ekspozicija, nadmorska višina) so se uveljavile gozdne združbe:

- predgorskih bukovih gozdov (Hacquetio-Fagetum) na položnejših pobočjih z ugodnimi vlažnostnimi razmerami,
- termofilni gozdovi listavcev (Cephalanthero-Fagetum) večinoma na strmih prisojnih legah,
- gozdovi ekstremnih rastišč (Querco-Ostryetum, Genisto-Pinetum) na prisojnih prepadnih pobočjih,
- bukovje na osojnih legah (Arunco-Fagetum) na strmih osojnih pobočjih.

V južnem pasu enote so se uveljavile gozdne združbe kislih bukovih gozdov (Blechno-Fagetum). Razmeroma dolgotrajno in intenzivno vsestransko izkoriščanje teh gozdov je spremenilo dokaj homogena rastišča tako, da so danes tam številni regresijski stadiji kislih bukovih gozdov. Prevladujoč je stadij s hrastom.

Zahodni in severozahodni del je rastiščno najbolj raznolik. Tu se srečujemo s številnimi gozdnimi združbami. Na kislem matičnem substratu je razvita gozdna združba Blechno-Fagetum typicum in nekatere subasociacije ter degradacijski stadiji, na bazičnem substratu na zmerno strmem terenu V, J, Z leg predgorski bukovi gozdovi, na sušnejših strmih prisojnih legah termofilni gozdovi listavcev, na osojnih višjih legah pa gorski bukovi gozdovi (Enneaphyllo-Fagetum).

Na mešanem matičnem substratu na vlažnih osojnih in položnejših pobočjih in ob jarkih so kisli jelovi gozdovi.

Površinsko razširjenost gozdnih združb nam podajata naslednji tabeli (GG Ljubljana, 1989).

Tab.št.11 Lesnoproizvodni gozdovi g.g. - enote Polhov Gradec (GG Ljubljana, 1989)

Lesnoproizvodni gozdovi	površina ha	delež %
Hacquetio-Fagetum typicum	1400	32
Enneaphyllo-Fagetum typicum	307	7
Arunco-Fagetum typicum	33	1
Cephalanthero-Fagetum typicum	202	5
Querco-Ostryetum typicum	147	3
Genisto-Pinetum	86	2
Querco-Fagetum typicum	25	1
Aceri-Ulmetum	17	
Blechno-Fagetum typicum	1899	44
Querco-Carpinetum luzuletosum	34	1
Dryopterido Abietetum typicum	134	3
Bazzanio-Abietetum typicum	30	1

Tab.št.12 Varovalni gozdovi g.g. - enote Polhov Gradec (GG Ljubljana, 1989)

Varovalni gozdovi	površina ha	delež %
Hacquetio-Fagetum typicum	20	5
Enneaphyllo-Fagetum typicum	3	1
Cephalanthero-Fagetum typicum	3	1
Genisto-Pinetum	175	43
Querco-Ostryetum	199	49
Blechno-Fagetum typicum	5	1
	405	100

Tabelo razširjenosti varovalnih gozdov moramo dodatno pojasniti, saj sta med varovalne gozdove uvrščeni tudi združbi Hacquetio-Fagetum in Enneaphyllo-Fagetum, ki sicer sodita med gospodarske gozdove.

Gre za majhne, razdrobljene površine teh združb na lokalno ugodnejših rastiščih znotraj obsežnejših območij varovalnih gozdov, ki jih pri načrtovanju niso posebej izločali (pril.št.4). Točnejše ekološke značilnosti rastlinskih združb v obravnavanem območju bomo skušali analizirati po metodi valorizacije gozdnega prostora (Košir, 1975). Ta metoda temelji na načelu, da ima vsak dejavnik, ki se vključuje v ekološki kompleks fitocenoze in gozdne združbe, v gospodarskem vrednotenju gozdnega prostora za potrebe človeštva neko vrednost, ki je s tega vidika optimalna. Omejitve za vsestransko izrabo gozdnega prostora za te namene pa so podane z ekstremnimi vrednostmi teh dejavnikov, ne glede na to, ali so izražene z maksimumom ali z minimumom. Pri valorizaciji bomo rastlinske združbe v obravnavanem prostoru analizirali glede na geološko-petrografski, orografski, klimatski, talni in vegetacijski kompleks dejavnikov in jih nato uvrstili v posamezne kategorije. S to analizo bomo dopolnili preveč "lesnoproizvodno" obarvane podatke iz Gozdnogospodarskega načrta enote Polhov Gradec (GG Ljubljana, 1989).

Prva kategorijo (Košir, 1975) tvorijo gozdne združbe, ki zaradi svoje na rastišču obstoječe erozijske procese, odločilno vplivajo na stabilizacijo tal in varujejo nižje ležeče predelo. Sem uvrščamo gozdne in grmovne združbe v ekstremnih rastiščnih razmerah, kar sta v našem obravnavanem območju združbi Querco-Ostryetum typicum in Genisto-Pinetum. Ti gozdovi so trajno varovalni, pokrivajo pa kar 12,9 % celotnih gozdnatih površin.

V drugo kategorijo (Košir, 1975) so vključene gozdne združbe, v katerih je sicer omogočena lesna proizvodnja, ki pa je posredno podrejena varovalnemu pomenu teh gozdov. Varovalna vloga teh združb je v preprečevanju spiranja zemljin,

V naslednji tabeli prikazujemo deleže posameznih kategorij (Košir, 1975) gozdov:

Tab.št.13 Udeležba posameznih gozdnih združb po kompleksih dejavnikov v g.g. - enoti Polhov Gradec (po Koširjevi metodi)

PARAMETER Kompleks dejavnikov (ekstremnost v %)

ZDRUŽBA	Geolog. petrog.	Orograf.	Klima	Tla	Veget.	Sešt.	Mesto	Kat.
Hacquetio-Fagetum typicum	56	47	53	26	28	85	8	VI.
Enneaphyllo-Fagetum typicum	56	44	62	31	28	91	14	VI.
Arunco-Fagetum typicum	56	67	75	44	33	118	28	II.
Cephalanthero-Fagetum typicum	56	83	56	54	57	130	33	II.
Querco-Ostryetum typicum	56	95	82	93	93	185	41	I.
Genisto-Pinetum	56	97	87	100	90	93	42	I.
Querco-Fagetum typicum	26	44	32	24	33	69	3	VII.
Aceri-Ulmetum	56	67	55	57	56	121	31	VI.
Blechno-Fagetum typicum	52	50	40	39	44	95	16	V.
Querco-Carpinetum luzuletosum	19	11	20	20	30	45	1	VII.
Dryopterido-Abietetum typicum	41	44	49	30	11	71	4	V.
Bazzanio-Abietetum typicum	41	44	49	37	30	85	9	V.

Tab.št.14 Udeležba posameznih gozdnih kategorij po skupni površini v g.g. - enoti Polhov Gradec (po Koširjevi metodi)

Kategorija 36,7 % površina ha Delež %

I.	607	12,9
II.	255	5,4
V.	2068	43,8
VI.	1730	36,7
VII.	59	1,2
SKUPAJ	4719	100,0

Prvo kategorijo (Košir, 1975) tvorijo gozdne združbe, ki zavirajo že na rastišču obstoječe erozijske procese, odločilno vplivajo na stabilizacijo tal in varujejo nižje ležeče predele. Sem uvrščamo gozdne in grmovne združbe v ekstremnih rastiščnih razmerah, kar sta v našem obravnavanem območju združbi Querco-Ostryetum typicum in Genisto-Pinetum. Ti gozdovi so trajno varovalni, pokrivajo pa kar 12,9 % celotnih gozdnatih površin.

V drugo kategorijo (Košir, 1975) so vključene gozdne združbe, v katerih je sicer omogočena lesna proizvodnja, ki pa je povsem podrejena varovalnemu pomenu teh gozdov. Varovalna vloga teh združb je v preprečevanju spiranja zemljin,

površinskih plazin, usadov ali podorov kamnitega koluvija ter poglobljanja pobočnih jarkov. Tako nudijo zaščito nižje ležečim območjem pred erozijo. V obravnavanem območju so iz te kategorije združbe *Arunco-Fagetum typicum*, *Aceri-Ulmetum* in *Cephalanthero-Fagetum typicum*.

To kategorijo imenujemo gozdovi z vsestransko poudarjenim varovalnim značajem in zavzemajo 5,4 % gozdnih površin obravnavanega območja.

Tretjo kategorijo (Košir, 1975) tvorijo obrežni varovalni gozdovi, ki umirjajo erozijske procese v obvodnem svetu. V obravnavanem območju so le v sledovih.

V peto kategorijo (Košir, 1975) uvrščamo gozdne združbe, ki naseljujejo rastišča v dokaj ugodnih orografskih razmerah. Tla so razmeroma globoka, vendar je talni kompleks zelo labilen ter je njegova rodovitnost in odpornost proti eroziji tesno povezana s fiziološko aktivnostjo celotnega talnega profila, ki jo je mogoče trajno ohranjati le pod gozdno odejo. Zaradi njihovih varovalnih funkcij jih imenujemo gozdovi na labilnih tleh. Z domišljenim gospodarjenjem je v tej kategoriji možno doseči zelo ugodne lesnoproizvodne učinke. V obravnavanem območju uvrščamo v to kategorijo združbe *Blechno-Fagetum typicum*, *Dryopterido-Abietetum typicum* in *Bazzanio-Abietetum*, ki skupno obsegajo 43,8 % gozdov območja.

V šesto kategorijo sodijo združbe, kjer varovalna vloga ni posebej poudarjena in je omejena na kompleks splošno koristnih funkcij gozdov. V obravnavanem območju sodijo v to kategorijo združbe *Hacquetio-Fagetum* in *Enneaphyllo-Fagetum*, ki pokrivajo 36,7 % površine gozdov. Imenujemo jih gozdovi stabilnih ekoloških kompleksov.

V sedmo kategorijo uvrščamo gozdove, ki so v kotlinskih in planinskih območjih dosegli najvišjo razvojno stopnjo ter imajo razmeroma stabilne ekološke komplekse, ki se lahko bistveno spremenijo le pod vplivom močnejših antropogenih posegov (hidromelioracije). V obravnavanem območju sodijo v to kategorijo združbe *Quercu-Carpinetum luzuletosum* in *Quercu-Fagetum typicum*, skupaj pa zavzemajo le 1,2 % površine gozdov. Ker so večinoma v območju naselij in kmetijskih zemljišč, jih imenujemo tudi gozdovi s stabilnim ekološkim kompleksom v sklopu kmetijskih zemljišč in naselij.

Na osnovi izvršene valorizacije gozdnega prostora lahko ugotovimo, da gozdne združbe ekstremnih rastišč in druge labilne gozdne združbe poraščajo 62,1 % gozdnega prostora, oziroma 39,5 % površine celotnega obravnavanega območja. To so gozdovi s poudarjeno varovalno funkcijo, kjer lahko le z ohranjeno vegetacijsko odejo na vsej površini teh združb trajno vzdržujemo naravno ravnovesje. Domišljeno gospodarjenje v teh gozdovih je osnova stabilnosti celotnega obravnavanega prostora. Nedomišljeni posegi v ta svet v preteklosti, s katerimi je bilo porušeno naravno ravnovesje, so povzročili

eno največjih hudourniških katastrof v Sloveniji, kar je v naslednjih poglavjih podrobneje opisano.

Človek je z nedomišljenim gospodarjenjem marsikje v obravnavanem območju gozdove uničil, s čimer je odprl pot erozijskim silam. Tako so nastale rastlinske združbe, ki predstavljajo regresivne stadije razvoja. Obe taki združbi, Genisto-Pinetum in Quercu-Ostryetum, ki med varovalnimi gozdovi močno prevladujeta (43,1% oz. 49,1%) - pri čemer je poudarjena zlasti njuna protierozijska funkcija - , bomo v nadaljnjem opisali nekoliko podrobneje.

Prva je pionirska združba bazofilnega borovega gozda (Pineto-Genistum januensis, Tomažič), ki zarašča strma in narušena južna pobočja Špika ter JZ pobočja Tošca. Na ekstremno plitvih suhih in skalnatih mestih izboljšuje in ustvarja tla, ter pripravlja možnosti za naselitev drugih drevesnih vrst. Na najbolj plitvih in kamnitih rastiščih pa se ta združba ne spreminja in predstavlja trajni stadij. Rastline iz te združbe prenesajo izmed vseh naših združb najbolj ekstremne življenjske razmere: velike temperaturne razlike med dnevom in nočjo, običajno nizko vlago v zraku, ki je le ob deževjih nekaj več, najslabše geološko-pedološke razmere, podlaga je dolomit, na katerem je sloj zemlje tanek ali pa ga sploh ni, prst nastaja iz iglic in drugih odpadkov rastja, zlasti resja in mahov, in je pomešana s skalnim drobirjem in dolomitno pržino. Vlaga v slabo razvitih in prepustnih tleh je majhna in se hitro spreminja. Rastišče je tudi v geomorfološkem pogledu manj ugodno za razvoj gozdnih združb: velike strmine onemogočajo kopičenje humusa, voda pa ob nalivih odplavlja nizdol še tisto borno zemljo, ki se je uspela nabrati. Tla se neprestano drobijo in krušijo in erozijska dejavnost tu, v tem delu območja, je največja.

Druga taka združba, ki se zaradi posebnih rastiščnih razmer sploh ne more razviti do končne združbe in predstavlja trajni stadij, je gozd črnega gabra in puhastega hrasta (Querceto-Ostryetum carpinifoliae, Horvat). Ta zavzema strma, suha in topla dolomitna pobočja Grmade, kjer raste mnogo rastlinskih vrst, prilagojenih suhim rastiščem. Le na položnejših rastiščih, kjer je plast zemlje nekoliko debelejša, se na prisojah pojavlja graden in s tem možnost prehoda v združbo gradna in belega gabra (Querceto-Carpinetum, Horvat), v osojnih legah pa v bukov gozd. Združba Querceto-Carpinetum zavzema tudi prostore z nekoliko manjšim nagibom, koder so ali globlja karbonatna ali pa slabo podzolirana tla, to pa so pretežno nižji predeli ob vznožjih pobočij, katerih večji del je spremenjen v njive in travnike.

Možnosti za naselitev so v celotnem Polhograjskem hribovju slabe in je zato tudi slabo poseljeno. Raztresene osamljene

4.2 Sociološka in gospodarska analiza območja polhograjskih hudournikov

Prostor današnjega Polhovega Gradca je bil po do sedaj znanih podatkih prvič poseljen v času starejše železne dobe, ko so si ljudje na Gori (Sv. Lovrenc) zgradili za tisti čas običajno naselbino - gradišče. Tod je najverjetneje potekala prehodna pot iz Ljubljanske kotline proti Primorski. V najzgodnejšem obdobju rimske okupacije je tu stalo manjše naselje, ali še bolj verjetno, podeželska vila rimskega premožneža iz bližnjih mest Emone ali Navporta (Valvasor locira tu rimsko postajo Ad Nonum). V pozni antiki je ponovno oživela naselbina na Gori, ki so jo tedanji prebivalci celo utrdili z obrambnim obzidjem (Slabe, 1988; Arheološka najdišča Slovenije, 1975).

Že samo ime kaže, da moramo tod predvidevati zgodnjo slovansko naselitev. Bogo Grafenauer uvršča Polhov Gradec med lokalitete z gradovi, katerih izvor naj bi domnevno segal še v dobo karantanske notranje samostojnosti (Grafenauer, 1976).

O gospodarjenju v teh predelih so ohranjeni podatki iz 16. stoletja, po katerih so se v Polhovem Gradcu in okolici prebivalci ukvarjali predvsem s poljedelstvom in živinorejo. Predvsem konec stoletja (podatek je za l. 1598) se je tu pojavilo nemalo novih njiv, imenovanih novin. Povezava Ljubljanske kotline s Primorsko čez Polhov Gradec in Poljansko dolino pa je omogočala tudi razvoj tovarništva in z njim povezanega tihotapstva.

Zaradi propada tovarništva v 19. stoletju je v primerjavi z bližnjimi predeli razvoj v polhograjski dolini začel pešati. Vendar se je ob koncu stoletja stanje začelo izboljševati, kar je bilo posledica obnavljanja cest in regulacije potokov. Posebej je treba poudariti, da je bila v 19. stoletju, tja do druge svetovne vojne, na tem območju zelo pomemben vir preživljanja obrt. Poznani so bili žagarji, tesarji, kolarji, mizarji, rezbarji, tkalci in predilci, strojarji, krznarji, krojači, čevljarji, mlinarji, razvito je bilo čipkarstvo in kapčarstvo - izdelovanje črnih kapic, ki so jih prodajali v Dalmaciji. Socialno stanje pred prvo svetovno vojno gotovo ni bilo zavidanja vredno, saj opazamo selitev posameznikov in celih družin v Ameriko (Slabe, 1988).

Po podatkih popisa iz leta 1991 živi v tem prostoru 2559 prebivalcev (Zavod RS za statistiko, 1991). Povprečna gostota poselitve je 36 prebivalcev/km², ob upoštevanju koncentracije prebivalcev v glavnih poselitvenih središčih, Polhovem Gradcu in Srednji vasi z bližnjimi naselji, pa znaša le okoli 16 prebivalcev/km². Aktivnega prebivalstva je 43%, katerega 20 % je kmečkega, medtem ko je celotnega kmečkega prebivalstva 19 % (GG Ljubljana, 1989).

Možnosti za naselitev so v celotnem Polhograjskem hribovju slabe in je zato tudi slabo poseljeno. Raztresene osamljene

kmetije, celki, stojijo nad strminami ob vznožju hribov tudi v največjih višinah in delujejo kot tuberkuli v pljučih, saj so nekoč davno tako tudi nastajale: najprej izločanje gozda za stanovanjsko in najnujnejše gospodarske stavbe ter za ohišnico, zatem nadaljnje postopno krčenje za njive, pa za travniške površine in sadovnjake, kolikor je pač dopuščal relief.

Na večjih kmetijah se ukvarjajo pretežno z živinorejo in poljedelstvom, četudi jim daje gozd znaten del dohodkov. Večina manjših kmetov pa odhaja na delo v dolino in so jim te panoge le dopolnilna dejavnost, še zlasti ker so za poljedelstvo, predvsem sodobno, slabe možnosti: njive, za katere je sploh malo prostora, leže na prevelikih strminah in je zemlja na njih slabo rodovitna. Kmetovanje je še vedno močno avtarkično. Pridelujejo le krompir, nekatere vrste žit in krmne rastline, večinoma le za zadostitev lastnih potreb. Tudi za živinorejo možnosti niso mnogo boljše: travniki in zlasti senožeti so v velikih strminah in vozijo seno po slabih poteh v dolino oziroma do kmetij. V zadnjih letih so se precej izboljšale možnosti za živinorejo. Z znatno družbeno pomočjo, ki jo je oplemenitilo vztrajno delo domačinov, so ti predeli dobili zadostne količine zdrave pitne vode. Agromelioracijski ukrepi in uspešno svetovanje pospeševalne službe kmetijske zadruga so ob odstranitvi omenjenega omejujočega naravnega dejavnika omogočili kakovostnejši razmah živinoreje (manjše lokalne izravnave terena, primerno dognojevanje,...).

Za strukturo gozdne posesti je značilno, da je zaokrožena v celke. Presenetljivo je, da ima območje, ki leži na obrobju Ljubljane, v ljubljanskem gozdnogospodarskem območju največjo povprečno zasebno posest, kar 7,55 ha gozda na posestnika, in tudi sicer zelo ugodno posestno strukturo. Polovica površine gozda je v lasti posestnikov, katerih gozdna posest je večja od 20 ha, in kar tri četrtine površine gozdov je v lasti posestnikov, ki imajo nad 10 ha gozda. Drobnost posesti do 3 ha ima prek 50 % posestnikov po številu, po površini pa to predstavlja komaj 8 % vseh gozdov.

Kljub temu da je, gledano s protierozijskega stališča, večina gozdnih cest le na pol zgrajenih (neurejeno odvodnjevanje, neutrjeni odkopi in nasipi, neprimerni prepusti,...), pa moramo le priznati, da so osamljenim kmetijam, celkom, končno omogočile povezavo z dolino, z gospodarskimi središči in hkrati olajšale gospodarjenje z gozdovi. Gostota cestnega omrežja je ca 25 m/ha, kar je precej zadovoljivo, slabša pa je produktivnost teh cest, saj niso bile trasirane le za potrebe gospodarjenja z gozdovi. Vodilo pri trasiranju je bila najpomembnejša povezava posameznih kmetij ter zaselkov z glavnimi prometnicami in tako imajo danes vse kmetije cestno povezavo.

Kot smo že omenili, se s kmetijstvom ukvarja 20 % aktivnega prebivalstva, kar je precej več od slovenskega povprečja (13 %), in sta tako kmetijstvo in gozdarstvo pomembni gospodarski

panogi v prostoru (GG Ljubljana, 1989). Znatno del aktivnega prebivalstva zaposluje lesna industrija HOJA, del je zaposlen v službah, potrebnih za funkcioniranje naselij: trgovini, zdravstvu, gostinstvu, varstvu, vzgoji in izobraževanju, upravnih službah, drobnem gospodarstvu, večina aktivnih krajanov pa se dnevno vozi na delo v Ljubljano.

Zelo pomemben za analizo erozijske problematike je tudi pregled demografskih podatkov v daljšem časovnem obdobju. Za naše razglabljanje smo uporabili podatke o gibanju prebivalstva na obravnavanem območju, ki ga v celoti pokriva krajevni urad Polhov Gradec in ki vodi tudi matično službo za to območje od l. 1869 dalje (Krajevni leksikon Slovenije, 1971; Zavod RS za statistiko, 1981, 1991).

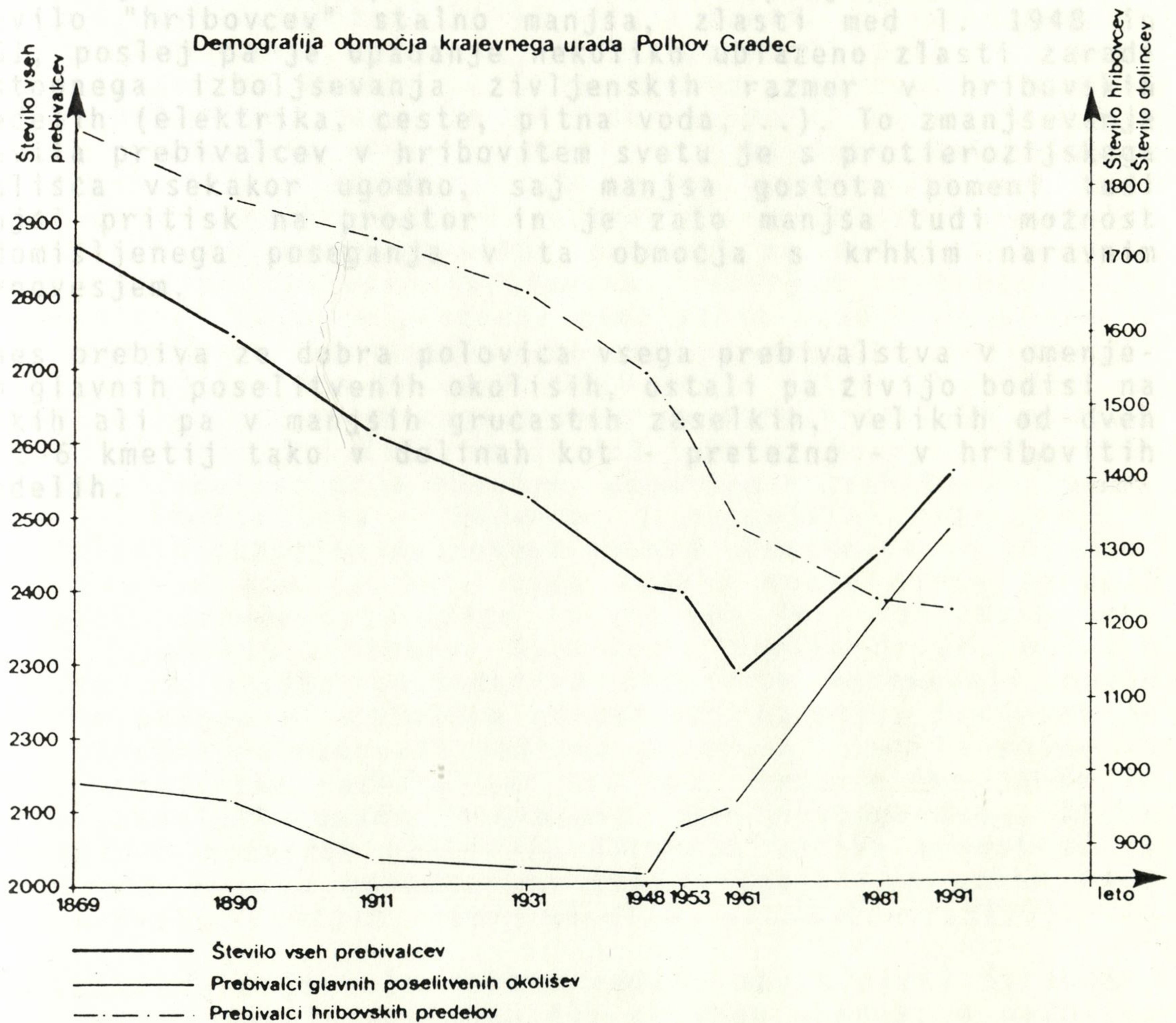
Tab.št.15 Pregled gibanja števila prebivalcev v krajevnem uradu Polhov Gradec

LETO NASELJE	1869	1890	1910	1931	1948	1953	1961	1981	1991
Polhov gradec,									
Briše, Pristava	697	647	574	564	602	641	645	839	911
Srednja vas, Dvor									
Dolenja vas	293	317	308	307	258	282	306	378	426
Ostali manjši									
zaselki (hrib.pred.)	1875	1780	1728	1654	1544	1474	1333	1235	1222
Krajevni urad									
Polhov Gradec	2865	2744	2610	2525	2404	2397	2284	2452	2559
skupaj									

————— Število vseh prebivalcev
 ————— Prebivalci glavnih poselitvenih območij
 - - - - - Prebivalci hribovskih predelov

Horvat, A. Ekološke osnove urejanja erozijskih območij na primeru Polhograjskih Dolomitov.
Mag.del. Ljubljana, BF, Odd.za gozd., 1992

Graf št.1 Demografija območja krajevnega urada Polhov Gradec, 1869 - 1991 (KLS II, 1971 in Zav. RS za statistiko, 1981, 1991)



Analiza gibanja skupnega števila prebivalstva nam kaže dokaj enakomerno stalno upadanje do l. 1961, potem pa do danes prav tako enakomeren porast. Precej drugačno sliko dobimo, če obravnavamo posebej "doline" v obeh glavnih poselitvenih okoliših (Polhov Gradec s Pristavo in Brišami ter Dvor z Dolenjo in Srednjo vasjo), ločeno od prebivalstva pretežno hribovskih zaselkov. Število prvih sicer sprva tudi nekoliko upada, tja do l. 1948, nakar se strmo vzpenja, medtem ko se število "hribovcev" stalno manjša, zlasti med l. 1948 in 1961, poslej pa je upadanje nekoliko ublaženo zlasti zaradi postopnega izboljševanja življenskih razmer v hribovskih predelih (elektrika, ceste, pitna voda,...). To zmanjševanje števila prebivalcev v hribovitem svetu je s protierozijskega stališča vsekakor ugodno, saj manjša gostota pomeni tudi manjši pritisk na prostor in je zato manjša tudi možnost nedomišljenega poseganja v ta območja s krhkim naravnim ravnovesjem.

Danes prebiva že dobra polovica vsega prebivalstva v omenjenih glavnih poselitvenih okoliših, ostali pa živijo bodisi na celkih ali pa v manjših gručastih zaselkih, velikih od dveh do 5-6 kmetij tako v dolinah kot - pretežno - v hribovitih predelih.

nekoliko ozje območje, predvsem v trikotniku Polhov Gradec - Škofja Loka - Medvode, z najhujšimi razdejanji v hudourniskih območjih Mačkovega potoka, Hrastnice in Ločnice, ko je ono iz leta 1926 zajelo mnogo širše območje, katerega povodja Gradascice in večjega dela Poljanske Sore s svojo Zirovskih pritokov. Stevilne človeške žrtve, obsezne materialne in velika gospodarska škoda so narekovali nujne ukrepe v celotnem prizadetem območju. Predvsem je bilo potrebno pogozdovati obširne golice, urediti pasne in gozdnogospodarske razmere ter sanirati hudourniške jarke in erozije, zemeljske usade in plazove. Zelo obsezna dela, ki bi v normalnih razmerah zahtevala ustrezno velika sredstva, je bilo treba v času gospodarske krize izvajati s polno mero nacionalnosti (Zemljic, 1967; sl.st.3, sl.st.4, sl.st.5).

Ureditvena dela je zelo skrbno vodil inž. Alojzij Strancar, ki mu je po lastnih navedbah šla na roko srečna, a nekoliko neobičajna okolščina, da je bil ne le projektant in izvajalec objektov (izvajal jih je v okviru Gozdnotehničnega odseka za urejanje hudournikov bivše banske uprave), temveč tudi nadzorni organ iste uprave, kar mu je omogočalo uporabiti za te namene nekatera izjemno draga strokovna pionirska pota, predvsem v pogledu smelosti pri dimenzioniranju pregrad (Zemljic, 1967).

Z manjšimi presledki so glavna ureditvena dela na polhograjskih hudourniških trajala od leta 1925 do 1940; po II. svetovni vojni pa so s primernimi ukrepi vzdrževali obstoječi celoviti sistem in ga po potrebi dopolnjevali na predelih, kjer so visoke vode se povzročale občutnejše škode in ogrožale ravnovesje v kulturni krajini. Ob omenjenih neurjih v Polhovem Gradcu in sosednjih dolinah Ločnice in Hrastnice je umrlo 21 ljudi, materialna škoda pa je bila ocenjena na 30 milijonov dinarjev. Ureditvena dela, izvedena do konca

5 ANALIZA DOSEDANJIH METOD UREJANJA EROZIJSKIH OBMOČIJ V POLHOGRAJSKIH DOLOMITIH

5.1 Kratka zgodovina protierozijskih del

Protierozijska in hudourniško-urejevalna dela v območju Polhograjskih Dolomitov, ki je bilo - zaradi silno ekstenzivnega gospodarjenja s tamkajšnjimi gozdovi (paša v gozdu, steljarjenje, še zlasti pa konjunktorno pretirani poseki za potrebe Božnarjeve žage) na že sicer neugodni geološki sestavi tal (spodnjetriadni dolomiti na lapornih apnencih in skrilavcih istega obdobja, vse to na groedenskih ali tudi neposredno permokarbonskih glinastih skrilavcih, rdečih peščenjakih in konglomeratih, ponekod pa celo na kredno-jurskih črnih glinastih skrilavcih, laporjih in brečah), ki pogojuje tudi pogosto proženje zemeljskih usadov in plazov - zelo degradirano in močno ogroženo po eroziji, so bila v manjši meri izvajana že od l. 1910 dalje (Štrancar, 1937). V večjem obsegu pa so se začela šele po katastrofalnih hudourniških izbruhih 9.8.1924 in 27./28.9.1926. Neurje leta 1924 je zajelo nekoliko ožje območje, predvsem v trikotniku Polhov Gradec - Škofja Loka - Medvode, z najhujšimi razdejanji v hudourniških območjih Mačkovega potoka, Hrastnice in Ločnice, medtem ko je ono iz leta 1926 zajelo mnogo širše območje celotnega povodja Gradašnice in večjega dela Poljanske Sore vse do Žirovskih pritokov. Številne človeške žrtve, obsežne poškodbe in velika gospodarska škoda so narekovali nujne ustrezne ukrepe v celotnem prizadetem območju. Predvsem je bilo potrebno pogozdovati obširne goličave, urediti pašne in gozdnogospodarske razmere ter sanirati hudourniške jarke in struge, zemeljske usade in plazove. Zelo obsežna dela, ki bi v normalnih razmerah zahtevala ustrezno velika sredstva, je bilo treba v času gospodarske krize izvajati s polno mero racionalnosti (Zemljčič, 1967; sl.št.3, sl.št.4, sl.št.5).

Ureditvena dela je zelo skrbno vodil inž. Alojzij Štrancar, ki mu je po lastnih navedbah šla na roko srečna, a nekoliko neobičajna okoliščina, da je bil ne le projektant in izvajalec objektov (izvajal jih je v okviru Gozdnotehničnega odseka za urejanje hudournikov bivše banske uprave), temveč tudi nadzorni organ iste uprave, kar mu je omogočalo uporabiti za tiste čase nekatera izjemno drzna strokovna pionirska pota, predvsem v pogledu smelosti pri dimenzioniranju pregrad (Zemljčič, 1967).

Z manjšimi presledki so glavna ureditvena dela na polhograjskih hudournikih trajala od leta 1925 do 1940, po II. svetovni vojni pa so s primernimi ukrepi vzdrževali obstoječi celoviti sistem in ga po potrebi dopolnjevali na predelih, kjer so visoke vode še povzročale občutnejše škode in ogrožale ravnovesje v kulturni krajini. Ob omenjenih neurjih v Polhovem Gradcu in sosednjih dolinah Ločnice in Hrastnice je utonilo 21 ljudi, materialna škoda pa je bila ocenjena na 30 milijonov dinarjev. Ureditvena dela, izvedena do konca

leta 1939, so bila vredna 3,155.963,00 dinarjev (obe vrednosti sta podani v dinarjih Kraljevine Jugoslavije) (Štrancar, 1937). Zaradi velike inflacije po II. svetovni vojni ukrepi finančno niso realno primerljivi (sl.št.7, sl.št.8).

Po dosedaj razpoložljivih podatkih iz katastra hudourniških objektov so bila v območju polhograjskih hudournikov, nad vključno z Žerovnikovim grabnom, med leti 1910 in 1991 izvedena naslednja protierozijska dela (PUH, 1991):

V okviru gozdno-kulturnih del je bilo izvršenih približno 40 ha zatratitvenih in ca 98 ha pogozditvenih protierozijskih del. V slednjih je zajeta tako sadnja pionirskih drevesnih vrst, zlasti črnega bora (*P. nigra* ssp. *austriaca* Aschers et Graebn.), kot izdelava kakih 50-70 km popletov, deloma živih vrbovih, deloma tudi iz mrtvega gradiva.

Med tehničnimi ukrepi prevladujejo prečni objekti, ki bi jih lahko glede na njihovo velikost in obliko razdelili na

- ustalitvene pragove (187 kom)
- ustalitvene pregrade (24 kom)
- zaplavno-ustalitvene pregrade (25 kom)
- zaplavne pregrade (32 kom)

Med vzdolžnimi ukrepi najdemo kinete (785 m) in regulacije (ca 3800 m) različnih izvedb, vendar prevladujejo krajša enostranska zavarovanja ogroženih mest bodisi z zidovi (ca 1500 m), popleti (ca 5500 m) ali pa z različnimi kamnitimi ali skalnimi oblogami z vnešenim vegetacijskim gradivom (ca 1500 m) oziroma brez njega (ca 200 m).

Biotehnične ukrepe so v območju polhograjskih hudournikov izvajali v glavnem po pobočjih Grmade in Tošca, kjer so prevladovala kamnite in lesene rustikalne pregradbice in zidovi ter oporni objekti iz popletov (ca 25.000 m).

Med agrotehničnimi ukrepi sta na poljedelskih površinah prevladovala oranje po plastnicah in oranje brez obračanja. Na travniških površinah je potekalo njihovo stalno melioriranje zaradi izboljšanja količine trave za seno in pašo kot tudi njenega koreninskega sistema in s tem ustvarjanja trdnejše ruše (primerno dognojevanje z naravnimi gnojili, košnja, grabljenje, dosejevanje).

Z družbeno - upravnimi ukrepi so v območje postopno uvajali gospodarjenje, ki je vsebovalo protierozijsko zaščito.

5.2 Analiza različnih vrst protierozijskih ukrepov

Pri presoji zatravitev z ekoloških stališč je potrebno poudariti, da so večino teh del izvajali v prvem obdobju in da V tem poglavju bomo skušali z ekoloških vidikov analizirati različne ukrepe, uporabljene v urejanju erozijskih in hudourniških območij polhograjskih predelov. Za lažje razumevanje in tudi zaradi različnih opredeljujočih kriterijev bomo analizo razdelili po vrstah protierozijskih ukrepov. izhajajoč pozitiven vpliv na floristično pestrost možno imeti za realnega.

5.2.1 Gozdno-kulturni ukrepi

Iz teh razmislekov sledi, da zatratitvena dela niso povzročila bistvenega florističnega osiromašenja travisc, in Pri urejanju erozijskih območij v zlivnih območjih polhograjskih hudournikov so med gozdno-kulturnimi ukrepi uporabljali tako zatratitvena kot pogozdovalna dela (sl.št.6).

Kako je gnojenje zatratitvenih površin vplivalo na razmere v okolju?

5.2.1.1 Zatratitvena dela

Pri zatratitvenih delih so v prvem obdobju za startno gnojenje uporabljali stajski gnoj, ki z ekološkega vidika ni V osnovnem pregledu je bilo že omenjeno, da je bilo zatratitvenih ca 40 ha površin. Pri zatratitvenih delih so do obdobja 1960-70 kot semenski material uporabljali seme, pridobljeno z otresanjem zrelega travinja. Po tem času so kot semenski vir uporabljali kakovostna, s selekcijo v semensarskih obratih pridobljena semena (večinoma iz uvoza) travnih in deteljnih vrst, primernih tamkajšnjim rastiščnim razmeram. Kot gnojilo so v prvem obdobju uporabljali stajski gnoj, v drugem pa pretežno mineralna gnojila (NPK, Urea in Khan). Na skoraj vseh površinah so izvajali navadno ročno setev, biotorkret pa je bil uporabljen le na dobrih 200 m² in je za naše presoje količinsko zanemarljiv (obnesel se je zelo dobro). Če skušamo zatratitvena dela analizirati glede na zahteve prilagojenosti okolju, bi morali odgovoriti na naslednja vprašanja:

- a) Kako so zatratitvena dela vplivala na floristično sestavo travnatih površin?

Analiza zatratitvenih del kaže, da je uporaba mešanega avtohtonega semenskega materiala bila za okolje najprimernejša, saj je ohranjala tako avtohtono vrsto kot njihovo naravno pestrost.

V zadnjih 20 letih smo pri zatratitvanju uporabljali sicer rastišču primerne vrste, toda iz uvoženega semenskega materiala. Vrste so bile ekološko primerno izbrane glede na pedološke in klimatske kriterije. V semenskih mešanicah so uporabljali 10-12 različnih vrst trav in detelj, kar je z vidika prilagojenosti razmeram v okolju sicer zadovoljivo, toda pestrost je kljub vsemu še zaostajala za naravno. Zaradi samodejnega vpliva, s primešanjem semena z okoliških travnih površin, pa je v nekaj letih vendar prišlo do ponovnega vzpostavljanja večje pestrosti oziroma bolj naravnih travisc.

Pri presoji zatravitev z ekoloških stališč je potrebno poudariti, da so večino teh del izvajali v prvem obdobju in da je obseg tako zatravljenih površin znašal približno 40 ha, kar predstavlja le 2,25 % od celotnih travnatih površin na obravnavanem območju. Glede na takšno razmerje med umetno zatravljenimi površinami in naravnimi travišči je verjetna podmena o medsebojni interakciji, zato je iz tega izhajajoč pozitiven vpliv na floristično pestrost možno imeti za realnega. revnejša, kot so si prvotno predstavljali, ter za seriko neprikladna.

Iz teh razmislekov sledi, da zatravitvena dela niso povzročila bistvenega florističnega osiromašenja travišč, in sicer zaradi ustreznega izbora vrst in izvajanja na serijah majhnih površin, obdanih z avtohtono gozdno in travno vegetacijo. omenjenega kolavdacijskega elaborata (1938) sledijo podatki o gostoti sadnje, ki so razvidni iz naslednjega

b) Kako je gnojenje zatravljenih površin vplivalo na razmere v okolju ?

Pri zatravitvenih delih so v prvem obdobju za startno gnojenje uporabljali stajski gnoj, ki z ekološkega vidika ni sporen, saj je ena od faz v tradicionalnem kroženju materije.

V zadnjih dveh desetletjih pa so tako za začetno gnojenje kot za dognojevanje uporabljali že omenjena mineralna gnojila, in sicer v majhnih količinah, ki v skupnem niso presegla količine 5 g/m² tal, kar naj bi se ustrezalo okvirnem vodilu Evropske skupnosti o jakosti gnojenja.

Iz tega razmisleka sledi, da se s takim gnojenjem kot začetnim niso spremenile razmere v okolju ter ga lahko imamo za ekološko sprejemljivega.

5.2.1.2 Pogoždovalna dela

Pogoždovalna dela so v zlivnih območjih polhograjskih hudournikov izvajali na obsežnih površinah. Po dosedanjih evidencah so bila izvršena na ca 98 ha površin.

Kako so dela izvajali, je moč razbrati iz edinega ohranjenega kolavdacijskega elaborata Gozdnotehničnega odseka za urejanje hudournikov pri kr. banski upravi iz l. 1938, ki obravnava pogoždovalna dela na 24 ha površin v Mačkovem grabnu v letih 1937 in 1938. Sadili so v jamice 40 x 40 cm z dodajanjem zemlje in s predhodno usposobitvijo erodiranih površin z biotehničnimi ukrepi v obliki popletov, nizkih zidov in rustikalnih pregradbic. Pri pogoždovanju so uporabljali naslednje vrste: Male flore Slovenije (Martincic, 1984) imajo uporabljene vrste naslednje razširjenost v Sloveniji:

- na zelo erodiranih in prehransko zelo revnih tleh v glavnem bor (Pinus nigra ssp. austr.), delno tudi puhasti hrast (Quercus pubescens), subalpskega pasu po vsej Sloveniji, razen v submediteranskem območju.

- na močvirnih mestih ter ob hudourniških strugah črno jelšo (*Alnus glutinosa*),
- ob hudourniških strugah, na mestih z dovolj zemlje, pa veliki in mali jesen (*Fraxinus excelsior*, *Fraxinus ornus*),
- poskusov s smreko niso delali, saj se je izkazalo, da so tla revnejša, kot so si prvotno predstavljali, ter za smreko neprikladna.

Poleg sadnje navedenih sadik so pri pogozdovanju uporabljali tudi potaknjence vrst *Salix caprea* in *Salix fragilis*.

Iz že omenjenega kolavdacijskega elaborata (1938) sledijo tudi podatki o gostoti sadnje, ki so razvidni iz naslednjega pregleda:

Vrsta	število sadik	površina	gostota (sadi/ha)
Pinus nigra	117.200	23,9372	4.896
Quercus pubescens	3.200	ista	134
Alnus glutinosa	3.000	ista	125
Fraxinus ornus	2.000	ista	84
Fraxinus excelsior	2.000	ista	84
SKUPAJ	127.400	23,9372	5.323

Iz razpoložljivih podatkov je bilo možno ugotoviti le povprečno gostoto saditve na celotni površini, ne pa tudi lokalnih razlik v tej gostoti.

Za uspešno izvedbo pogozdovanja so zgradili pripravne komunikacije in pristope k površinam, namenjenim pogozdovanju, kar je bilo nujno na tako strmem in razjedenem terenu. Dela in transport saditvenega materiala ter zemlje so izvajali ročno.

Z ekološkega vidika ponovno vzpostavljanje naravnega vegetacijskega pokrova ni sporno, pomemben pa je rastišču primeren izbor drevesnih vrst. Ekološko ustreznost tega pogozdovanja skušajmo analizirati po ekoloških kriterijih, ki jih je postavil Purte (Purte, 1948):

- ali vrste odgovarjajo rastiščnim pogojem,
- ali so odporne proti negativnim (biotičnim in abiotičnim) vplivom.

Po navedbah iz Male flore Slovenije (Martincič, 1984) imajo uporabljene vrste naslednjo razširjenost v Sloveniji:

- *Pinus nigra* Arnold. Črni bor. - Peščena, skalna in sončna pobočja od nižin do subalpskega pasu po vsej Sloveniji, razen v submediteranskem območju.

-
- *Quercus pubescens* Willd. Puhasti hrast. - Prisojna, kamnita pobočja, gmajne in grmovnati kraji od nižine do montanskega pasu po vsej Sloveniji.
 - *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. Črna jelsa. - Bregovi voda, močvirja in šotnata tla od nižine do montanskega pasu po vsej Sloveniji.
 - *Fraxinus excelsior* L. Veliki jesen. - Vlažni bregovi in listnati gozdovi po vsej Sloveniji.
 - *Fraxinus ornus* L. Mali jesen. - Sončna, grmovnata pobočja in svetli gozdovi po vsej Sloveniji.
 - *Salix caprea* L. Iva. - Svetli gozdovi, grmovja in poseke po vsej Sloveniji.
 - *Salix fragilis* L. Krhka vrba. - Logi po vsej Sloveniji.

Za pri pogoždovanju uporabljene vrste (*Pinus nigra*, *Quercus pubescens*, *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus ornus*) lahko ugotovimo, da so bile uporabljene pravilno, saj ustrezajo rastiščnim pogojem in so zato na mestih, kjer so se uporabljale, odporne proti neugodnim biotičnim in abiotičnim vplivom. Pri tem moramo pojasniti, da sta v omenjenem viru (Štrancar, 1938) napačno uporabljeni imeni *Quercus rubra* za vrsto *Quercus pubescens* in *Pinus laricio austr.* za *Pinus nigra* ssp. *austr.*, kar lahko pripišemo bistveno slabšemu poznavanju flore Slovenije v 30. letih tega stoletja.

Vse uporabljene vrste niso le rastišču ustrezne, ampak so tudi avtohtone.

Iz analize vrst in njihove gostote pri pogoždovanju se vidi, da je prevladoval črni bor - *Pinus nigra* z dodatki v ostalih navedenih vrst. Z ekološkega stališča se zastavlja vprašanje o primernosti uporabe bolj raznolike, mešane strukture vrst pri pogoždovanju.

Odgovor na to vprašanje je v kolavdacijskem elaboratu že podal načrtovalec del inž. Alojzij Štrancar: "Računati je z maksimalno 70 % uspehom, ker je svet gol in eksponiran povečini proti vzhodu in zahodu. Zaradi velike sterilnosti sveta - ena tretjina sveta je čisto gola, brez vsake travne ruše, ostali dve tretjini pokriva tanka plast ruše na peščeni oziroma skalnati podlagi - pride v poštev v prvi vrsti tudi v bodoče črni bor (*Pinus laricio austr.*)" (Štrancar, 1937; sl.št.5, sl.št.6).

Vrstna pestrost je odlika klimaksnih vegetacijskih združb, za pionirsko vegetacijo pa je značilna vrstna revnost. Ta razmislek pojasnjuje tudi skromnejšo pestrost pri pogoždovanju uporabljenih rastlinskih vrst.

Način sadnje v jamice z dodajanjem prsti simulira naravno razmnoževanje v manj degradiranih ekosistemih ter po našem mnenju okoljevarstveno ni sporen. Uspeh sadenj je bil zelo dober, kar se lepo vidi iz priloženih fotografij (sl.št.7, sl.št.8).

5.2.2 Biotehnični ukrepi

Pri ureditvenih delih v zlivnih območjih polhograjskih hudournikov so bili biotehnični ukrepi uporabljeni na erodiranih površinah kot ukrepi, ki naj preprečijo pretirano spiranje zemljin, kopanje brazd in jarkov ter tako omogočijo pogozdovalna in zatravitvena dela. Kot biotehnične ukrepe so v najneugodnejših ekoloških razmerah uporabljali nizke zidove iz kamna v suho ter kombinacije kamna in lesa ali fašin, ki jih je - zaradi razmestitve pretežno po jarkastem svetu - inž. Štrancar imenoval kar pregradbice, v bolj ugodnih razmerah pa so prenašli odtok vode zavirali z nizkimi prepletenimi stenami iz vrbovja in jelševja. Iz razpoložljivih podatkov lahko sklepamo, da so na 98 ha pogozdenih površin (Štrancar, 1940) predhodno izvedli približno 18.000 m nizkih rustikalnih zidov in popletnih sten. V te različne rustikalne pregradbice in poplete so vnašali živo vegetacijsko gradivo v obliki potaknjencev. Uporabljali so različne vrste vrb, med katerimi sta prevladovali *Salix fragilis* in *Salix caprea*.

Pri analizi primernosti okolju izvedenih biotehničnih ukrepov skušajmo najprej odgovoriti na vprašanje, ali smo z njimi bistveno preoblikovali relief ali smo ga le lokalno prilagodili omejevanju spiranja in poglobljanja?

V erozijskih območjih polhograjskih hudournikov uporabljeni biotehnični ukrepi so relief preoblikovali le lokalno, saj so se kot nizki zidovi in popleti uporabljali predvsem v jarkih. Zato lahko ugotovimo, da smo z njimi le ponovno ustvarjali porušeno erozijsko in stabilnostno ravnovesje v obstoječem ekosistemu. S temi ukrepi se relief kot ena od temeljnih naravnih danosti ni bistveno preoblikoval, omilil se je le proces njegove denivelacije.

Drugo vprašanje, na katerega bi skušali odgovoriti pri ekološki presoji izvedenih ukrepov, je vprašanje o primernosti uporabljenih gradiv.

Rustikalni zidovi oziroma pregradbice iz kamna, lesa in fašin so bili narejeni iz avtohtonih materialov, katerih uporaba nedvomno ni sporna. Popolnitev teh biotehničnih zgradb z živim, avtohtonim vegetacijskim gradivom (*Salix fragilis*, *Salix caprea*) je glede na prilagojenost okolju očitno zelo primerna, saj lahko po približno 50 letih od izvedbe ugotovimo, da je vegetacija s svojim koreninskim sistemom v večini primerov uspela prevzeti funkcijo biotehničnih ukrepov, se skladno vključila v krajino in jih večinoma ni potrebno obnavljati. To pa je tudi najboljši dokaz ekološke

primernosti tako izvedenih biotehničnih in pogoždovalnih del (sl.št.9, sl.št.10).

5.2.3 Tehnični ukrepi

Vse tehnične posege pri urejanju erozijskih območij polhograjskih hudournikov lahko v celoti uvrstimo med tehnične ukrepe v hudourniških strugah. Tisti, ki so bili izvedeni v širših erozijskih žariščih, so imeli bolj značaj biotehničnih ukrepov in smo zato tudi njihovo ekološko analizo podali v ustreznem poglavju.

5.2.3.1 Oblikovanje tras hudournikov

Naravne poteke tras hudournikov so v obravnavanem območju korigirali le takrat, ko je to zahtevala ogroženost naselij in prometnic, na kmetijskih zemljiščih pa je bila edina daljša ureditev izvedena le na Mali vodi pri Brišah. Če to oblikovanje poteka strug analiziramo s stališča usklajenosti s krajino, bomo skušali odgovoriti na naslednja vprašanja:

- Ali so trase oblikovane tako, da se čimbolj prilagajajo naravnim potekom strug, brez pretirano dolgih premih odsekov?
- Ali je upoštevana širinska razgibanost dna struge?
- Ali je upoštevana globinska razgibanost dna struge?
- Ali prevladujejo nesimetrični prečni profili, z zavarovanjem le na potrebnih mestih?
- Ali pretočne hitrosti še omogočajo ohranitev življenja v vodi?

Groba analiza, katere osnova je kataster hudourniških objektov (PUH, 1991), nam daje naslednje ugotovitve:

ad a) Večina tras urejenih hudournikov, ki smo jih analizirali, je oblikovana tako, da na odsekih, kjer so izvedena le enostranska zavarovanja, zelo lepo sledi naravnemu poteku struge, tako da skoraj nikjer ne zasledimo monotonijske - (sl. št. 11, sl. št. 12). Tak potek je okolju gotovo primeren.

Bistveno manj primerno so oblikovane trase obojestransko utrjenih odsekov hudournikov, reguliranih med leti 1924 in 1941, saj kljub sorazmerno dobri vključenosti v okolje preveč prevladujejo preme črte v poteku hudourniških strug. Ponekod je tako ureditev trase narekovala pozidava (Božna v Polhovem Gradcu, Belica), ponekod pa bi se jo dalo oblikovati tudi okolju primerneje (Mala

Božna - pod Petačem, Žerovnikov graben), (sl.št.13, sl.št.14).

Pri novejših ureditvah prevladujejo okolju bolj prilagojeni poteki trase, kjer radiji krivin niso preostri, hkrati pa ne zasledimo daljših premih odsekov (Cepinov graben, Mala voda v Brišah), (sl.št.15, sl.št.16).

ad b) Širinska razgibanost dna struge je primerno zagotovljena na odsekih, kjer so izvedena le enostranska zavarovanja.

Na reguliranih odsekih z obojestranskimi zavarovanji ima večina odsekov precej enakomeren širinski profil, ki pa se na območjih z vegetacijskimi ali kombiniranimi vegetacijsko - kamnitimi utrditvami zaradi neenakomernega prodiranja vegetacije v pretočni profil in temu sledečega nastajanja manjših sipin ustrezno širi in oži, postaja širinsko razgiban. (Mala Božna, Božna - Polhov Gradec).

Po tem kriteriju so okolju najmanj primerne ureditve s kinetami, kjer sama konstrukcija ureditve z zavarovanjem preprečuje širinsko razgibanost (sl.št.17).

Pri novejših ureditvah lahko zasledimo poskuse zagotavljanja večje širinske razgibanosti (Mala voda v Brišah), ki jo dodatno dopolnjuje vgradnja deflektorjev v korito (Božna nad Hojo); (sl.št.19, 20, 21).

ad c) Pri večini ureditev, razen pri kinetah, katerih skupna dolžina znaša le 785 m ali 0,44 % dolžine vseh strug (HMZ RS - hidrologija, 1991), je zaslediti dokaj izrazito globinsko razgibanost, in to ne glede na primernost oblikovanja prečnih objektov. Vzrok je verjetno v dokaj drobnih granulacijskih sestavi plavin, ki omogoča pogostejše lokalne poglobitve. Praktično je na vseh dovolj vodnatih hudournikih ribjemu življu zagotovljena potrebna minimalna globina vode 25 cm. Število sipin, ki so manjših razsežnosti, pa je po grobih ocenah zadovoljivo (sl.št.20, 21).

ad d) Pri posegih, kjer je prihajalo do korekcij poteka strug, je po analizi iz katastra objektov in naprav (PUH, 1991) možno ugotoviti, da pri enostranskih ureditvah prevladujejo nesimetrični prečni profili, medtem ko so pri obojestranskih regulacijskih ureditvah takšni profili uporabljeni šele v ureditvah iz zadnjih let, večina prejšnjih pa je imela simetrične prečne profile (sl.št.22).

ad e) Ureditve strug so oblikovane tako, da presegajo pretočne hitrosti le ob izjemno visokih vodah mejno hitrost 3,5 m/s in ob nizkih 0,70 m/s, pod katerimi se ribji zarod še lahko obdrži. Kataster polhograjskih hudournikov, ki ga z ribiškega vidika vodi Ribiška družina Dolomiti, nam to potrjuje, saj večina dovolj

5.2.3. vodnatih hudourniških vodotokov sodi med zelo kakovostne lovne in gojitvene vode (RD Dolomiti, 1991).

5.2.3.2.1 Prečni objekti v spodnjih in spodnjih delih srednjih tekov hudournikov

V polhograjskih hudournikih imamo po podatkih katastra hudourniških objektov (PUH, 1991) zgrajenih precejšnje število ustalitvenih pragov v spodnjih srednjih in spodnjih tekih, in sicer:

- lesene ustalitvene prage (83 kom)

- betonske ustalitvene prage (11 kom)

- ustalitvene prage iz kamna v suho (6 kom)

- ustalitvene prage iz kamna v cementnem vezivu (22 kom)

- ustalitvene prage v obliki kamnitih drč (14 kom)

Z okoljevarstvenega stališča je potrebno te pragove analizirati zlasti z dveh vidikov:

- prilagojenost migracijam ribjih vrst

- in okolju primerno oblikovanje, kar bo podano v enem od naslednjih poglavij.

Večina pragov v spodnjih in spodnjih srednjih tekih polhograjskih hudournikov je oblikovana tako, da so njihove višine še primerne za migracijo ribjih vrst, v tem območju zlasti salmonidov. Le v nekaterih hudournikih, ki imajo sicer primeren vodni režim za obstoj in razvoj ribjega življa, a so ob neurjih v 20. in 30. letih močno razrili svoje struge, so migracijske možnosti omejene le na ca 100-300 m dolge izlivne odseke (Žerovnikov graben, Belica, Mačkov graben, Mala Božna - spodaj). V večini ostalih hudournikov pa so bili posegi s prečnimi objekti načrtovani tako, da omogočajo migracijo ribjega življa, ki je prekinjena le na tistih pragovih ali pregradah, ki so rabili ali še rabijo odvzemu vode za različne rabe, zlasti žage in male hidroelektrarne. (Nartnikov jez in Korošček jez na Mali vodi, Hojin jez na Božni in jez pod Smolnikom na Veliki Božni). Pri novejših rešitvah se za premagovanje večjih višin uporabljajo okolju zelo primerni pragi v obliki drč. Migracijske poti ribjega življa po polhograjskih hudournikih so detajlneje razvidne iz priloge št.6.

Prečni objekti v obravnavanih odsekih s svojimi višinami omogočajo migracijo ribjih vrst, njihov življenjski prostor je omejen na odseke vodotoka med dvema objektoma. Stabilizacija erozijskih procesov v zaledju pa, žal, praviloma zahteva ukrepanje z višjimi prečnimi objekti, pač zaradi izrazitejšega reliefa. Višina omejuje zgolj migracije, a hkrati omogoča, zaradi padanja vode prek višjih stopenj in s

5.2.3.2.2 Prečni objekti v zgornjih delih srednjih tekov in zgornjih tekih polhograjskih hudournikov

V zgornjih delih srednjih tekov in v zgornjih tekih polhograjskih hudournikov so bili najrazvitejši procesi globinske in bočne erozije pogosto povezani s plazanjem nestabilnih skitskih in groedenskih hribinskih plasti, naloženih na dolomitno podlago. Večina ukrepov je bila usmerjena v opiranje narušenih bregov, stabilizacijo poglobljajočih se jarkov in zadrževanje plavin v zaledjih. Na teh odsekih naletimo tako na prage kot na pregrade, pri čemer je potrebno poudariti, da prevladujejo višji objekti, pregrade, predvsem zaradi nekoč ekstremne razvitosti erozijskih procesov.

Po podatkih iz katastra protierozijskih objektov in naprav (PUH, 1991) je število objektov v teh odsekih obravnavanih hudournikov naslednje:

- ustalitveni pragi iz lesenih kašt	22 kom
- ustalitveni pragi iz kamna v suho	2 kom
- ustalitveni pragi iz kamna v cementnem vezivu	7 kom
- ustalitveni pragi iz betona	19 kom
- ustalitveni pragi iz armiranobetonskih kašt	1 kom
- ustalitvene pregrade iz lesenih kašt	2 kom
- ustalitvene pregrade iz kamna v cem. vezivu	9 kom
- ustalitvene pregrade iz betona	12 kom
- ustalitvene pregrade iz armir. betonskih kašt	1 kom
- zaplavno ustalitvene pregrade iz kamna v suhem	6 kom
- zaplavno ustalitvene pregrade iz betona	8 kom
- zaplavno ustalitvene pregrade iz armir. bet. kašt	11 kom
- zaplavne pregrade iz kamna v cem. vezivu	3 kom
- zaplavne pregrade iz betona	28 kom
- zaplavne pregrade iz armir. betonskih kašt	1 kom

Skupno je bilo v zgornjih srednjih in v zgornjih tekih zgrajenih 51 ustalitvenih pragov, 24 ustalitvenih pregrad, 25 zaplavno ustalitvenih pregrad in 32 zaplavnih pregrad. Njihova detajlnejša razvrstitev je razvidna iz priloge št. 7.

Z ekološkega stališča bomo te objekte analizirali glede na:

- prilagojenost migracijam ribjih vrst,
- primernost lokacije objektov,
- njihovo okolju prilagojeno funkcionalno in estetsko oblikovanje, kar bo prikazano v posebnem poglavju.

Prečni objekti v obravnavanih odsekih s svojimi višinami onemogočajo migracijo ribjih vrst, njihov življenjski prostor je omejen na odseke vodotoka med dvema objektoma. Stabilizacija erozijskih procesov v zaledju pa, žal, praviloma zahteva ukrepanje z višjimi prečnimi objekti, pač zaradi izrazitejšega reliefa. Višina omejuje zgolj migracije, a hkrati omogoča, zaradi padanja vode prek višjih stopenj in s

tem povezane turbulence, večjo vsebnost kisika in povečuje tako tudi samočistilno sposobnost vode. Številni tako zagrajeni odseki hudournikov predstavljajo naše najboljše gojitvene vode za vzgojo ribjih mladit (Mačkov graben, Mala Božna). Pri gospodarjenju z ribjim življenjem pa je celo zaželeno ločevanje lovnih in gojitvenih vod z neprehodnimi stopnjami, saj sicer pogosto prihaja do kanibalizma, ki izniči gojitvene napore (priloga št.5).

Lokacije objektov so izbrane naravnim danostim primerno, na ustreznih mestih, in se smiselno vklaplajo v prostor (Mačkov graben, Žerovnikov graben). Številne objekte poznajo le poznavalci, primernost lokacij pa potrjuje tudi dejstvo, da so bili Polhograjski Dolomiti izbrani zaradi krajinskih kvalitet za zaščiteno območje (Ur.l. RS, 1974).

5.2.3.2.3 Analiza oblikovanja prečnih objektov

Tako za pragove kot za pregrade je s stališča čim boljše vključenosti v krajino zaželeno, da so zgrajene iz avtohtonega materiala. Iz prikaza objektov po namenih in gradivih je razvidno, da so kot gradivo uporabljali les, kamen v suho in v cementnem vezivu, beton in armirano betonske kašte.

Tako les kot kamen apnenega izvora sta avtohtona materiala, zato menimo, da sta primerna. Beton, ki je kot gradivo pogosto uporabljen, sicer res ne predstavlja najprimernejšega gradiva v naravnem okolju, vendar ga lahko še vedno imamo za sprejemljivega, in sicer zaradi estetsko (barva!) dokaj dobrega vključevanja v dolomitno podlago.

Armiranobetonske kašte v labilnem svetu predstavljajo nadomestek v okolju zelo primernih lesenih kašt, ki so imele v okoliščinah nihanja vlažnosti - ob hkratnem pristopu zraka - kratko življenjsko dobo. Enako kot za betonske objekte velja tudi zanje, da niso najprimernejše, a v danem okolju vendar še sprejemljive, zlasti na dolomitni podlagi.

Če analiziramo prečne objekte po gradivih, lahko ugotovimo, da je zgrajenih:

- 105 kom pragov iz lesa ali kombinacije lesa s kamnom (56 %)
- 51 kom pragov iz kamna (27 %)
- 30 kom pragov iz betona (16 %)
- 1 prag iz armiranobetonskih kašt (1 %)

187 pragov

- 2 kom pregrad iz lesa ali kombinacije lesa s kamnom (3 %)
- 18 kom pregrad iz kamna (22 %)
- 48 kom pregrad iz betona (59 %)
- 13 kom pregrad iz armiranobetonskih kašt (16 %)

81 pregrad

Iz analize izhaja, da je bilo razmerje v uporabi najprimernejših gradiv s še sprejemljivimi pri pragovih (83 % : 17 %) bistveno ugodnejše kot pri pregradah (25 % : 75 %). Rezultati kažejo, da sta pri odločitvah pri izbiri gradiva za višje objekte imeli trdnost in stabilnost večji pomen kot primer-nost vklapljanja v okolje. Za pravilno dojetje rezultatov analize pa je potrebno pojasniti tudi, da so bile prometne povezave v času graditve večine objektov v erozijskih območjih polhograjskih hudournikov zelo slabe, zato so uporabljali čim več priročnega gradiva, tako tudi lokalni dolomitni agregat za pripravo betona.

Poleg uporabljenega gradiva je potrebno analizirati tudi primernost konstrukcij pregrad in pragov v obravnavanem okolju.

Pri konstrukcijah pregrad je s takih stališč možno analizirati pravzaprav le oblikovanje podslapja, kjer je zaželen primerno globok (0,70 m) tolmun, s čim bolj naravno granulacijsko strukturo plavin na dnu.

Analiza velikosti pregrad nam kaže, da so bile načrtovane okolju primerno, saj se namesto ene velike pojavlja večje število manjših pregrad. Za vsa utrjena podslapja pa velja, da so oblikovana na t.i. klasičen način, s tlakom v vodoravni ali celo dolvodno nagnjeni smeri in so torej glede na zahteve okolja - zlasti glede vodne favne - neprimerno oblikovana.

Tudi sama utrditev, tlakovanje podslapij, je izvedeno v izrazito obdelani, gladki obliki, medtem ko je s stališča prilagojenosti okolju zaželena čim večja hrapavost (sl.št.24).

Za pregrade v sistemih pa je značilno, da spodnji objekti podpirajo s svojimi zaplavki zgornje, zato podslapja niso utrjena. Če analiziramo konstrukcijo pragov glede na prilagojenost okolju, moramo ugotoviti, da so bili do osemdesetih let večinoma oblikovani z vodoravnim, nezlomljenim prelivom v celotnem razponu, da se je voda prek njih prelivala po vsej širini preliva v enakomerni višini (sl.št.25, 26).

V zadnjem desetletju pa se v konstrukcijah pragov pojavljajo različne dopolnitve lesenih, betonskih in kamnitih konstrukcij, kjer je preliv oblikovan tako, da se nizke vode skoncentrirajo. Tako preoblikovanje je zelo zaželeno, saj koncentracija nizkih voda omogoča večjo horizontalno in vertikalno razgibanost v pretočnih profilih, katerih posledice so ugodne tudi za živi svet, zlasti ribji živelj (sl.št.27).

Tudi pri pragovih so bile konstrukcije podslapij neprimerne, saj gladki vodoravni ali celo dolvodno usmerjeni tlaki ne nudijo zelenih ekoloških niš (sl.št.24).

Zadnjih 10 let pa se pojavljajo pragovi z grobo utrjenimi podslapnimi tolmuni, ki predstavljajo dokaj primerno prilagoditev naravnim stopnjam (sl.št.28).

V novejšem času zasledimo tudi pragove v obliki drč iz skalne zložbe, ki so primerni tako zaradi omogočanja migracij ribjega življa kot povečevanja prezračevanja in s tem vsebnosti kisika ter večje samočistilne sposobnosti voda, bistveno večja pa je tudi tako zaželena vzdolžna in prečna razgibanost v hudourniških strugah (sl.št.29).

5.2.3.3 Vzdolžne ureditve

Vzdolžne ureditve polhograjskih hudournikov so uporabljali zlasti na tistih odsekih, kjer je bilo treba pred hudournimi vodami varovati naselja, posamezne stanovanjske objekte in prometnice ali pa preprečiti pretirano erozijo bregov. Iz katastra hudourniških objektov in naprav je ugotovljena naslednja struktura vzdolžnih ureditev:

- a) kinete
 - kinete iz kamna v suho 81 m
 - kinete iz kamna v cementnem vezivu 534 m
 - kinete (1/3 kamen v cem.vezivu, 2/3 v betonu) 170 m
 -
 - kinete - skupno 785 m
- b) regulacije
 - z obojestranskimi utrditvami z zidovi 528 m
 - z obojestranskimi utrditvami s komb. kamna 2070 m
 - in vegetacije
 - z obojestranskimi utrditvami z vegetacijskim gr.ca 900 m
 -
 - regulacije skupno ca 3500 m
- c) jezbice - 6 m jezbic iz žičnih košar
- d) obrežna zavarovanja (enostranska)
 - z zidovi iz betona 604 m
 - z zidovi iz kamna v cem. vezivu 576 m
 - z zidovi iz kamna v suho 326 m
 - s skalnimi zložbami z vnešeno vegetacijo 1742 m
 - s popletji omejene le na krajše odseke na ca 5500 m
 -
 - skupno b), c) in d) ca 12250 m

Primernost vzdolžnih zgradb v okolju skušajmo ugotoviti iz odgovori na naslednja vprašanja:

- a) ali so bile vzdolžne ureditve izvedene le na nujnih mestih oz. odsekih,
- b) ali so prevladovala enostranska utrditve brežin, obojestransko utrjene regulacije in kinete pa bile omejene na najbolj ogrožena in prostorsko utesnjena mesta,

- c) v kolikšni meri so bile uporabljene takšne kombinacije živih in mrtvih materialov, da je prišlo do čim manjših sprememb v flori in posledično tudi favni vodnih in obvodnih ekosistemov,
- d) v kolikšni meri so bile pri konstrukcijah zavarovanj upoštevane okolju primerne izboljšave.

Razporeditev vzdolžnih zgradb je razvidna iz priloge št. 7.

Po terenskem pregledu, pregledu tehnične dokumentacije, podatkov iz katastra hudourniških objektov in iz tega izhajajočih ocenah lahko ugotovimo:

- ad a)** Velika večina vzdolžnih ureditev (nad 92 %) je bila dejansko izvedena na mestih, kjer se je pojavljalo izrazito poplavljanje ali preplavljanje gospodarsko pomembnih objektov in ekscesivno bočno erodiranje, kjer so torej bili ogroženi človekovi vitalni objekti. Vzdolžne ureditve so omejene na izlivne odseke z gosto poselitvijo (Božna v Polhovem Gradcu, Žerovnikov graben, Prošca...), na naplavišča z namenom uravnovežiti pretok vode in transport plavin (Belica, Hudopotnikov graben, Cepinov graben, Mačkov graben...) ali na zaščito prometnic, ki potekajo v bližini hudourniških strug (Velika Božna med Polhovim Gradcem in Zalogom, Jernejčkov graben, Mala Božna...) in na utrditev večjih lokalnih zajed.

Daljša vzdolžna ureditev, ki s stabilnostnega in širšega gospodarskega vidika ni bila potrebna, ampak rabi le melioraciji in zaščiti kakovostnih kmetijskih zemljišč, je ureditev Male vode v Brišah v neprekinjeni dolžini ca 950 m. Ocenimo jo lahko kot manj primerno, morda celo kot nekoliko pretiran poseg v prostor.

- ad b)** Z izjemo ne najbolj primerne odseka ureditve Male vode v Brišah velja za večino ostalih ureditev, da se je stopnja urejevanja in utrjevanja prilagajala krajinskim razmeram. Tako so kinete kot najmanj zaželeni (le z okoljevarstvenega stališča) vzdolžni ureditev omejene le na krajše odseke na vršajih, kjer je bila, je in še bo gosta poselitev, torej pomanjkanje prostora, kar zahteva lokalno zelo hiter odvod neurnih voda z ustrezno zaščito pred globinsko in bočno erozijo. Regulacije z obojestransko ureditvijo so izvedene le tam, kjer zaradi velike obojestranske ogroženosti in pomanjkanja prostora ni bila možna drugačna rešitev (Božna v Polhovem Gradcu, izlivni odsek Žerovnikovega grabna, Prošca,...).

Pri večini vzdolžnih ukrepanj pa so posegali le v ogroženo brežino, medtem ko so neogroženo ohranili v prvotnem stanju, torej so to enostranske vzdolžne ureditve, ki so z ekološkega stališča bistveno bolj

zaželene (Božna in Velika Božna ob cesti Polhov Gradec-Zalog, Mačkov graben ob cesti v zgornjem teku, Mala voda gorvodno od Lešnjakovega grabna...). Te enostranske utrditve so prevladujoča oblika vzdolžnih zgradb v območju polhograjskih hudournikov (sl.št.11, 12).

ad c) Splošna ugotovitev je, da so - razen pri ureditvah z zidanimi kinetami in pri regulacijah z zidovi, kjer prevladujejo mrtvi materiali - pri vseh ostalih vzdolžnih zavarovanjih precej kakovostno uporabljali kombinacijo kamna, lesa in vegetacijskega gradiva z namenom, da slednje postopoma prevzame varovalno funkcijo.

Če primerjamo strukturo med t.i. mrtvimi gradivi, kombinacijo mrtvih in živih gradiv ter živih gradiv v obrežnih zavarovanjih, ugotovimo, da sta drugi dve vrsti gradiv, ki sta ekološko primernejši, pogostejše uporabljani, manj primerni materiali pa v glavnem le v prostorsko neugodnih razmerah. Uspešnost take uporabe gradiva se vidi iz primerjalnih fotografij, posnetih v daljših časovnih presledkih.

ad d) Pri kinetah, ki so bile izvedene do leta 1984, ne zasledimo nobenih ekoloških izboljšav. Zgrajene so v klasični tehniki, iz kamna v cem. vezavi, s čim bolj gladko površino zaradi doseganja večjih pretočnih hitrosti, da bi bili visokovodni vali čim hitreje odvedeni z ogroženih območij (sl.št.17).

Novejše kinete v Gugljevem grabnu, Črnem potoku in Cepinovem grabnu pa imajo z vidika prilagojenosti okolju že določene izboljšave. Oblikovane so kot obloga in tlak iz kamna v suhem z vgreznjenimi krilnimi pragovi tako, da je možnost spontanega vnosa vegetacije v vmesne prostore večja in tako dosežena vsaj delna kombinacija mrtvega in živega gradiva (sl.št.18).

Regulacije, pri katerih so kot obrežna zavarovanja uporabljeni zidovi iz betona ali iz kamna v cementnem vezivu, nimajo nobenih izboljšav v smislu prilagoditve okolju. Izjemo predstavljajo le obrežni zidovi ob Prosci v Dolenji vasi, kjer so bila zgrajena tudi ribja skrivališča (sl.št.30).

5.2.5 Družbeno - upravni ukrepi

Obrežna zavarovanja v obliki zidov in oblog iz kamna v suhem so že v precejšnji meri prerasla z grmovno, obloge tudi s travno vegetacijo, kar je že precejšnja izboljšava, oziroma prilagoditev v bolj naravno stanje (sl.št.32).

Pred zavarovanji s kamnitimi oblogami so v novejših ureditvah uporabljane nepravilno razporejene večje skale, ki delujejo kot deflektorji (preusmerjevalni-

ki) in omogočajo nastanek lokalnih poglobitev in sipin, to pa je primerna prilagoditev naravnim razmeram v hudourniških strugah (sl.št.32).

Med kamnitimi oblogami zasledimo v zadnjem desetletju tudi precej zavetišč za žive organizme (sl.št.31).

5.2.4 Agrotehnični ukrepi

Agrotehnični ukrepi so bili pri protierozijskih delih v polhograjskih hudournikih tista vrsta ukrepov, ki so bili najmanj uporabljani. Erozijski procesi so se tako močno razvili, ker so gospodarili s požiganjem, na tako pridobljenih pašnikih pa so s čezmerno pašo uničevali tla (Urbas, Stanič). Rekultivacija tega sveta je bila možna le z ureditvijo odtoka voda in pogozdovanjem, saj naravne danosti pogojujejo predvsem gozdno rabo, medtem ko je kmetijska omogočena le na zelo majhnih površinah in le na te so ostali omejeni tudi agrotehnični ukrepi.

Iz analize današnje rabe tega prostora se vidi, da je kmetijsko obdelovalnih površin le dobrih 6,16 %, pa še te so povečini le na redkem ravnem svetu. Kot že omenjeno, je bilo izmed agrotehničnih ukrepov na njivskih površinah na manj strmih legah uporabljeno oranje po plastnicah in oranje brez obračanja. Gre za običajna načina obdelave njivskih površin v hribovitih predelih, ki z okoljevarstvenega stališča nedvomno nista sporna.

Travniške in pašniške površine zavzemajo 25,70 %, z ekološkega in protierozijskega stališča pa je bilo zaradi nekoč pretirane razširjenosti njihovo omejevanje na bolj nižinski in ravninski svet zelo zaželeno. Izmed agrotehničnih ukrepov je na teh površinah omembe vredno le gnojenje. V glavnem so uporabljali gnojenje s hlevskim gnojem in gnojnico, kar je bogatilo humusni sloj in tla biološko aktiviralo. V manjšem obsegu so v zadnjih 20 letih dodajali tudi mineralna gnojila. Negativnih učinkov, ki bi kazali na pretirano gnojenje, dosedanje analize površinskih voda in vodnih virov niso pokazale, saj so vse še vedno v najvišjem kakovostnem razredu. To pa potrjuje, da primerno uporabljano gnojenje ekološko ni sporno.

5.2.5 Družbeno - upravni ukrepi

Omeniti moramo, da so se do leta 1941 v obravnavanih erozijskih območjih zelo strogo izvajale določbe Zakona o urejanju hudournikov in Pravilnika za izvrševanje Zakona o urejanju hudournikov, ki ga je 20. februarja 1930. leta izdalo Ministrstvo gozdov in rudnikov Kraljevine Jugoslavije. Glavni cilj teh ukrepov je bil, da se na erozijskih območjih vzpostavi takšen način gospodarjenja, ki bo nudil protiero-

zijsko zaščito ogroženemu svetu. Ukrepi so segli celo tako daleč, da so pogoždeni svet obdali z ograjo in zastražili, varovali pa so tudi druga hudourničarska dela in izvajali najenostavnejše vzdrževalne ukrepe (Štrancar, 1937).

Tudi v obdobju od leta 1945 dalje je na območju delovala hudourniška nadzorna služba, različni zakonski predpisi (o vodah, o posegih v prostor...) pa so omogočali vnašanje protierozijskih zahtev v gospodarjenje s prostorom. Izvajanje družbeno-upravnih ukrepov, smotrnega gospodarjenja s prostorom, je bilo precej olajšano zaradi med domačini še živega spomina na katastrofi l. 1924 in 1926 ter na številne kasnejše lokalne izbruhe. Zato so bile črne gradnje in drugi nedomišljeni posegi v prostor bistveno redkejši kot v številnih drugih predelih Slovenije.

S protierozijskega stališča je bilo zelo ugodno, da je bilo območje Polhograjskih Dolomitov razglašeno za območje s poudarjenimi krajinskimi odlikami, kar je omogočilo precejšne omejitve pri posegih v prostor (Ur.l.RS, 1974).

V to vrsto ukrepov moramo šteti tudi stalno vzgojno delovanje hudourničarske službe, ki je v rednih stikih s prebivalci postopoma vcepljala v njihov pristop h gospodarjenju tudi protierozijsko razmišljanje.

Če skušamo te družbeno-upravne ukrepe analizirati, lahko ugotovimo, da v svojem bistvu predstavljajo temeljna pravila smotrnega gospodarjenja s kulturno krajino. Smotrno, domišljeno gospodarjenje v kulturni krajini pa je z ekološkega vidika vsekakor eden od najbolj zelenih ciljev. Travnih mešanic ali pa s polaganjem travne ruše. Slednje je danes že redko in hkrati tudi zelo drag ukrep, ki pa z ekološkega stališča ni sporen, če uporabljamo avtohtone vrste travne ruše.

Pri zatratitvenih ukrepih se srečujemo s posebnim problemom, to je z dobavo kakovostnega semena. V Sloveniji je namreč travna semenska baza zelo slabo razvita, zato moramo večino semen dobivati iz uvoza. Pri tem pa problem niso vrste, saj so te enake kot pri nas, temveč v izboru rastišču najprimernejših vrst.

Vednoma opravljamo zatratitve z različnimi načini setve mešanic travnega semena. Z ekološkega stališča je pomembno, da uporabljamo v mešanicah tiste vrste trav, ki so prilagojene obravnavanemu okolju. Za zatratiljanje močno degradiranih tal nam je za uporabo na voljo le manjše število težkim ekološkim razmeram prilagodljivih vrst. Vendar pride v nekaj letih do samodejnega nasemenjevanja s sosednjih travnatih površin, tako da postane postopoma tudi na erozijskih površinah travniški ekosistem podoben tistemu v sosesčini.

6 KRITERIJI ZA UREJANJE EROZIJSKIH OBMOČIJ NA EKOLOŠKI OSNOVI

Zadnja desetletja označuje pogosto, v premnogih primerih nedomišljeno človekovo delovanje v prirodi. Naravno ravno-
vesje kultiviranih območij, zlasti v planinskih predelih, je
vse bolj ogroženo z urbanizacijo, sodobnim kmetijstvom,
turizmom in drugimi dejavnostmi, ki vse bolj neodgovorno
posegajo tudi v ta, nekoč dokaj odmaknjen svet. Porušeno
ravnovesje na terenih, ki jih erozija potencialno že ogroža,
narekuje in zahteva nujne ukrepe za preprečevanje velikih
škod. Vendar pa morajo tudi te človekove dejavnosti biti kar
se le da usklajene z naravnimi zakonitostmi, se pravi, prilagojene naravnemu okolju.

6.1 Gozdno kulturni ukrepi

Na osnovi domačih in tujih praktičnih izkušenj ter
teoretičnih dognanj analize protierozijskih del v Polhograjs-
kig dolomitih, lastnih opazanj in idej poskušamo v tem po-
glavju podati nekaj usmeritev, za okolju prilagojeno načrto-
vanje in izvajanje protierozijskih ukrepov.

6.1.1 Zatravitvena dela

Zatravitvena dela izvajamo z različnimi postopki sejanja
travnih mešanic ali pa s polaganjem travne ruše. Slednje je
danes že redke in hkrati tudi zelo drag ukrep, ki pa z
ekološkega stališča ni sporen, če uporabljamo avtohtone vrste
travne ruše.

Pri zatravitvenih ukrepih se srečujemo s posebnim problemom,
to je z dobavo kakovostnega semena. V Sloveniji je namreč
travna semenska baza zelo slabo razvita, zato moramo večino
semen dobivati iz uvoza. Pri tem pa problem niso vrste, saj
so te enake kot pri nas, temveč v izboru rastišču najprimer-
nejših vrst.

Večinoma opravljamo zatravitve z različnimi načini setve
mešanic travnega semena. Z ekološkega stališča je pomembno,
da uporabljamo v mešanicah tiste vrste trav, ki so prilago-
jene obravnavanemu okolju. Za zatravljanje močno degradiranih
tal nam je za uporabo na voljo le manjše število težkim
ekološkim razmeram prilagodljivih vrst. Vendar pride tudi v
nekaj letih do samodejnega nasemenjevanja s sosednjih travna-
tih površin, tako da postane postopoma tudi na erozijskih
površinah travniški ekosistem podoben tistemu v soseščini.

Za izboljšavo fizikalnih lastnosti tal dodajamo pri nas pri
vodni setvi mešanici vode, semena in gnojila običajno nas-
lednje dodatke: Agrosil (reverzibilno koloidalni natrijev

Pri sejanju trav uporabljamo različne tehnike v odvisnosti od nagiba in stopnje erodiranosti posameznih površin. V grobem jih lahko razdelimo v tri vrste postopkov:

- navadno setev,
- vodno setev,
- setev z nastilom.

Pri vseh vrstah dodajamo semenski mešanici gnojilo, ki ima podobno vlogo kot gnojenje pri pogoždovanju v težkih rastiščnih razmerah. Gnojila dodajamo v manjših količinah. Količina in pogostnost dodanega "inputa" mora biti v skladu z nosilno kapaciteto ekosistema. Z ekološkega vidika je poleg količine in pogostnosti pomembna tudi izbrana vrsta gnojila.

Usklajenost z nosilno kapaciteto ekosistema pomeni takšno količinsko in kvalitativno dodajanje gnojil, da se stabilnost talnega sistema oziroma njegova samoregulacija ne poruši. Najprimernejša je prav gotovo uporaba naravnega hlevskega gnoja, ki pa zaradi zelo omejenih količin, cene in težav s transportom le redko pride v poštev. V glavnem so v uporabi različne vrste umetnih gnojil, v zadnjem času pa tudi t.i. bio gnojila, katerih osnova je večinoma dehidriran kokošji gnoj.

Pri uporabi umetnega gnojila je poleg uporabe nosilni kapaciteti ekosistema ustrezne količine pomembna tudi izbira tlorodne primerne vrste. Osnova za izbiro vrste umetnega gnojila naj bi bili rezultati pedoloških analiz tal, saj lahko tlorodu dodajamo le tiste makro- in mikroelemente, ki jih primanjkuje. Prevelike količine posameznih soli mikro- ali makroelementov lahko pripeljejo do neugodnih posledic v obravnavanih ekosistemih, bodisi do fitotoksičnih koncentracij ali pa do njihovega izločanja v podtalnico. Resnici na ljubo pa je vendar treba povedati, da je količinsko tako absolutno kot sorazmerno problem uporabe umetnih gnojil kot "inputa" na erozijskih površinah praktično zanemarljiv v primerjavi z njihovo uporabo na kmetijskih površinah.

Ekološka merila za navadno, to je ročno setev semenske mešanice in gnojila z zagrebitvijo ali brez nje, so bili v bistvu podani že v predhodnem razglabljanju. Tem merilom se pri vodni setvi in setvi z nastilom pridruži še vprašanje primernosti dodatkov iz naravnih ali sintetičnih organskih snovi, ki izboljšujejo fizikalne, kemične in mikrobiološke razmere tal oziroma povežejo talne delce ter tako preprečijo njihovo spiranje in odplavljanje. Osvetliti pa moramo tudi primernost materialov, ki se uporabljajo kot nastil, ki zastira zatravljene površine in izboljšuje ekološke možnosti za kaljenje in rast trav.

Za izboljšavo fizikalnih lastnosti tal dodajamo pri nas pri vodni setvi mešanici vode, semena in gnojila običajno naslednje dodatke: Agrosil (reverzibilno koloidalni natrijev

silikat), želatino 100 D in želatino Tri-x (poliuronid - koncentrat iz morskih alg) ter Hygromul (formaldehidna pena). Te snovi, ki jih dodajajo v manjših količinah, predstavljajo začetni input, v težkih ekoloških razmerah pa kot organogene oz. humifikaciji podvržene snovi ne predstavljajo ekološko neprimerne materiala.

Kot nastil, tvorivo za zastiranje in izboljševanje mikroklimatskih razmer, uporabljamo seno, slamo, celulozo in glede na specifične naravne in gospodarske razmere še nekatere druge organske snovi (sekanci, lubje,...). Vse te snovi so organskega izvora in so v procesu naravnega razpadanja postopoma podvržene humifikaciji, so torej ekološko primerne. V času razpadanja pa začne postopno nadomeščati njihove funkcije v protierozijski zaščiti in izboljševanju mikroklimatskih razmer že nastopajoče ustrezno travinje. Pozitiven mikroklimatski vpliv nastila se kaže v povečevanju vlažnosti, zmanjševanju temperaturnih nihanj, zaščiti pred sončnim sevanjem, vetrom, ...

Pri razmišljanju o pomembnosti uporabe nastila velja omeniti še rezultate naših nedavnih primerjalnih raziskav o uporabi različnih tehnik zatravitev v ekstremnih ekoloških razmerah na erodiranih površinah Zvoha nad Krvavcem, na višini okoli 1900 m nm (Horvat, 1989). Rezultati teh raziskav na vzorčnih ploskvah so pokazali, da pri kvaliteti in rasti trav ni bilo bistvenih razlik med uporabo različnih semenskih mešanic in gnojil, v pač pa se je pokazala izrazita razlika med površinami, kjer so setev opravili brez oziroma z uporabo nastila. Na površinah z nastilom so bili pri kaljenju (1 mesec po setvi) in pri razvoju trav po 1 letu rezultati 3-4-krat boljši kot na površinah brez nastila. Ti rezultati kažejo, da bi lahko z uporabo ekološko primerne, a precej dragega nastila v zatravitveni tehniki še bolj zmanjšali uporabo umetnih gnojil. Za vezavo nastila (da ga ne plavi voda, odpiha veter, porabi divjad za prehrano) uporabljamo bitumensko-vodno emulzijo, delno hidrolizirani polivinil acetat in raztopino celuloze v vodi. Vse te snovi delujejo kot koloidi, ki poleg vezanja nastila povežejo tudi semena in talne delce. Bitumen, ki je temne barve, pa tudi mikroklimatsko ugodno učinkuje, v hladnem okolju poveča absorpcijo sončnih žarkov in tako ustvarja toplejšo mikroklimo. Omenjene snovi dodajamo v zelo majhnih količinah, so netopne in razpadajo nekatere hitreje, druge pa počasneje. Zaradi takih lastnosti jih imamo lahko v majhnih količinah, za okolju še sprejemljive.

Izbira vrst je torej že v osnovi rastiščno pogojena, kar so dobro spoznali že naši predniki.

Pri pogozdovanju uporabljamo različne načine setve in sadnje. Za slednje so v uporabi materiali tako semenskega kot vegetativnega izvora. Osnova kakovostnemu, sonaravnemu pogozdovanju je torej dovolj široka izbira semenskega oziroma sadnega materiala.

6.1.2 Pogozdovalna dela

Pogozdovalna dela na erozijskih območjih izvajamo z uporabo različnih tehnik. Uspehe je možno doseči na I., II. in III. kategoriji erozijskih površin, medtem ko predstavljajo IV. kategorijo površine, kjer pogozdovanja niso več uspešna. (Lujic, 1973).

Pravilna izbira drevesnih in grmovnih vrst je osnova kakovostnega, uspešnega ekološko primernega pogozdovanja. Izbrati moramo rastišču ustrezne vrste, ki laže uspejo in zanesljiveje prehajajo v stabilne fitocenozo. Z ekološkega vidika morajo imeti prednost lokalne avtohtone vrste, pa še med temi varietete, ki so glede na odpornost zelo težkim rastiščnim razmeram najustreznejše. Na erozijskih površinah uporabljamo v prvi fazi predvsem tiste pionirske vrste, ki lahko v tako težkih naravnih razmerah uspejo in tako oblikujejo predkulturo, ki se po opravljeni nalogi postopno umakne gozdnemu sestoju, sestavljenemu iz za posamezno rastišče ustreznih drevesnih in grmovnih vrst.

Misljenje, da lahko že pri prvem pogozdovanju na ekstremnih rastiščih uporabimo večje število vrst in oblikujemo stabilen, mešan sestoj, pa je zmotno. Težke rastiščne razmere, ki jih označujejo številnim rastlinskim vrstam neprimerne življenjske razmere, zožujejo njihovo izbiro na redke pionirske vrste.

S sonaravnega vidika je pomembna tudi izbira lokalno primer-
nih tipov posameznih drevesnih in grmovnih vrst, pri čemer iščemo najboljši ekotip (ki obsega kombinacijo klimatotip, ceno, tip). Ponovno je treba poudariti, kakšne naj bi bile zelene lastnosti vrst, ki jih uporabljamo pri pogozdovanju (Purte, 1948):

- da ustrezajo rastiščnim razmeram (klimi, zemljišču, reliefu, ki so nosilci osnovnih rastiščnih razmer),
- da nudijo različne ekonomske koristi z zatiranjem plevela in ostalih neželenih rastlinskih vrst. Te ukrepe lahko uvrstimo med ukrepe, primerno sonaravnemu gospodarjenju, če jih
- in da so odporne proti negativnim biotičnim in abiotičnim vplivom (boleznim, škodljivcem, vetru, ledu, snegu,...).

Izbira vrst je torej že v osnovi rastiščno pogojena, kar so dobro spoznali že naši predniki.

Pri pogozdovanju uporabljamo različne načine setve in sadnje. Za slednje so v uporabi materiali tako semenskega kot vegetativnega izvora. Osnova kakovostnemu, sonaravnemu pogozdovanju je torej dovolj široka izbira semenskega oziroma sadnega materiala.

Tehnike pogozdovanja moramo prilagoditi naravnim možnostim. V erozijskih območjih Slovenije je strojna sadnja zaradi neugodnega terena v glavnem onemogočena. Zatekamo se k različnim tipom ročne sadnje, ki so se postopno uveljavili.

Poseben primer pogozdovanja je uporaba sadik v kontejnerjih, katerih namen je zlasti zmanjšati šok za rastlino ob presaditvi in podaljšati obdobje možnega pogozdovanja v letu. Tudi tu je osnova sonaravnosti izbira ustreznih vrst.

Zaradi ekstremnosti življenjskih razmer so za sadnjo v erozijskih žariščih sadike v kontejnerjih še zlasti primerne. Pri saditvi želimo doseči čim večji uspeh, eden bistvenih pogojev za to pa je zmanjševanje šoka ob presaditvi mlade rastline iz drevesnice v naravno okolje. Poleg uporabe sadik v kontejnerjih skušamo mladim rastlinam pomagati tudi tako, da jim dodajamo zemljo-humus, šoto ali gnojilo. Vse te oblike predstavljajo primeren input, ki mora biti prilagojen rastiščnim razmeram. Gre za sonaraven ukrep, za pomoč rastlinam v boju za preživetje, kjer narava še vedno izvaja pozitivno selekcijo.

V ekstremnih razmerah pa pogosto ne zadošča le pomoč v času sadnje, temveč jo izvajamo še eno do dve leti. V glavnem gre za dognojevanje, kjer moramo na osnovi pedoloških analiz dodajati kakovostno in količinsko rastišču oz. tlom primerna hranila, oz. gnojila.

Nega mladih rastlin je nepogrešljiv sestavni del pogozdovanja. Negovalne ukrepe v gozdnih kulturah lahko razdelimo v dve fazi:

- v nego kulture do oblikovanja sklenjenega sklopa krošenj
- in v nego kulture po izoblikovanem sklenjenem sklopu krošenj

V prvi fazi nege skrbimo za izboljšanje rastiščnih razmer, za dopolnjevanje kultur in njihovo zaščito. Pri izboljšanju rastiščnih razmer se v glavnem ukvarjamo z zatiranjem plevela in ostalih neželenih rastlinskih vrst. Te ukrepe lahko uvrstimo med ukrepe, primerne sonaravnemu gospodarjenju, če jih izvajajo z mehaničnimi sredstvi. Izmed kemičnih sredstev pa bi veljalo uporabljati le tista, ki imajo atest ekološke neoporečnosti. Dopolnjevanje kultur je normalen proces, ki naj se izvaja z ustreznim, že opisanim sadnim materialom.

Zaščita gozdnih kultur vsebuje v glavnem zaščito pred negativnimi učinki paše divjadi in živine, kar dosegamo z okolju primernimi živimi ali umetnimi ograjami oz. z električnimi pastirji. Druga, še pomembnejša oblika zaščite, je zaščita pred požari. V uporabi so različne vrste protipožarnih presek v povezavi z organiziranimi sistemi za opazovanje in ukrepanje. Vse to delovanje je normalen, okolju primeren ukrep gospodarjenja v kulturni krajini.

V drugi fazi, po sklenitvi zastora krošenj, čistimo in redčimo sestoje. Bistvo teh ukrepov je pospeševanje naravnih selekcijskih procesov, ki v okolju nenehno potekajo, so s sonaravnega vidika primerni in zato njihovo pospeševanje ni sporno. Ti ukrepi se od klasičnih gozdnogojitvenih ukrepov razlikujejo pottem, da so podrejeni varovalni funkciji gozda in so tako vsi selekcijski cilji prvenstveno varovalni.

6.2 Tehnični ukrepi

S tehničnimi ureditvenimi ukrepi posegamo v erozijska območja zlasti takrat, ko prevladujeta v njih globinska erozija in korozija. Razdelimo jih lahko v dve skupini:

- v tehnične ukrepe v hudourniških strugah
- in v tehnične ukrepe v širših erozijskih žariščih (obravnavali jih bomo med biotehničnimi ukrepi).

6.2.1 Tehnični ukrepi v hudourniških strugah

Tehnični ukrepi v hudourniških strugah so v glavnem namenjeni preprečevanju pretiranega poglobljanja dna, zaščiti brežin in pobočij pred poudarjeno bočno erozijo, uravnavanju sproščanja, odplavljanja in transporta plavin, razprševanju vodnih tekov. Vse to dosežemo z ustrezno uporabo prečnih in vzdolžnih objektov. Med vsemi protierozijskimi ukrepi so prav ti tisti, ki so ekološko najbolj kočljivi.

Predvaja podrobnejšimi usmeritvami za sonaravno izvajanje tehničnih ukrepov si najprej oglejmo, kakšne so tipične značilnosti "naravnega" hudournika.

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. Značilni zanj so tudi masovni transporti hidrološko neprebranih plavin (Pintar, 1983).

Glede na dolžino obdobja med posameznimi hudourniški izbruhi se vodni in obvodni ekosistemi različno razvijajo, saj ob visokih vodah v zgornjih in srednjih, delno pa tudi spodnjih tekih prihaja do masovnega odplavljanja živih organizmov in s tem regresivnih razvojnih stadijev.

Idealni tip vodnega in obvodnega ekosistema je prikazan v prilogi št.8.

Naravni hudournik karakterizirajo torej naslednje lastnosti:

- neenakomeren, naravnim danostim prilagojen potek njegove trase, jmo se vsakršni monotoniji, zlasti pa daljšim novim linijam (Tratnik J., 1988),
- velika nihanja vode, z za živi svet pogosto kritičnimi nizkimi pretoki, edijo kontinuirano, brez prisilnih prem,
- globinska razgibanost dna struge (tolmuni, sipine, ...), no struge (Pintar, 1983),
- širinska razgibanost dna struge,
- kjer je le mogoče nas trasa poteka med dvema krivinama v
- pestra vodna in obvodna vegetacija,
- pestrost vodnega in obvodnega živalskega sveta, le (Bertok, 1989),
- velika vsebnost kisika in s tem zelo visoka samočistilna sposobnost, načrtujemo manjše lokalne razširitve in zožitve, vendar tako, da ne bi prišlo do pretirane sedimen-

Tako rastlinski kot živalski svet je številnejši in pestrejši v spodnjih tekih hudournikov, više ko gremo, težje so življenjske razmere, to pa se odraža v vse večji vrstni in številčni skromnosti. Velika nihanja voda, zelo skromni minimalni pretoki ali celo občasne presahnitve v zgornjih in srednjih tekih onemogočajo primerne življenjske možnosti zlasti ribjemu življu.

Pri oblikovanju trase in pretočnih profilov v hudourniskih

6.2.1.1 Oblikovanje tras hudourniških strug

Hudourniška struga je naravni ekosistem, ki ga, kadar zaradi nedomišljenih posegov ni pretirano preoblikovan, odlikujejo vse tipične lastnosti vodnih in obvodnih ekosistemov. Značilna je zlasti vsestranska pestrost, saj si od izvira do izliva sledijo različni biotopi s populacijami organizmov, prilagojenih različnim habitatom. Turbulenca vode, različne podlage, količina in struktura plavin, fizikalno-kemijske lastnosti vode so dejavniki, ki pogojujejo pestrost biocenoz. Pri oblikovanju hudourniških strug na odsekih, kjer so potrebni posegi zaradi porušenega naravnega ravnovesja, je sonaravno oblikovanje trase struge možno doseči z upoštevanjem kriterijev globinske in širinske razgibanosti. Osnova projektiranja je še vedno ravnovesni profil, ki pa je lokalno spremenljiv. Težimo k odrešitvam, kjer bo premestitvena zmožnost hudournika enaka njegovi prodonosnosti, kjer se bo dno struge obnavljalo brez pretiranega spreminjanja nivelete.

Pri načrtovanju globinske in širinske razgibanosti moramo upoštevati količino transportiranih plavin, še zlasti pa njihovo granulacijsko sestavo.

Z ustreznim načrtovanjem trase in pretočnih profilov lahko na precejšnjem številu hudourniških vodotokov v njihovih spodnjih in dolno tudi srednjih tekih ohranjamo pretocene hitrosti v takih mejah, da je obstoj živega sveta, vsaj kar zadeva ta omejujoči ekološki dejavnik, še omogočen.

Pri sonaravnem oblikovanju trase hudournika moramo upoštevati zlasti naslednja merila:

- izogibajmo se vsakršni monotoniji, zlasti pa daljšim novim linijam (Tratnik J., 1988),
- krivine naj si sledijo kontinuirano, brez prisilnih prem,
- radiji krivin naj znašajo 10-15, izjemoma 5-kratno širino struge (Pintar, 1983),
- kjer je le mogoče naj trasa poteka med dvema krivinama v obliki prehodnice,
- po možnosti načrtujemo nesimetrične prečne profile (Bertok, 1989),
- po možnosti načrtujemo manjše lokalne razširitve in zožitve, vendar tako, da ne bi prišlo do pretirane sedimentacije ali poglobljanja,
- vijuganje znotraj struge lahko dosežemo tudi z vgradnjo deflektorjev v preširoko korito; njihova uporaba je priporočljiva le na odsekih z mirnim tekom; zožitve je smotrno izvesti le do tiste meje, ko povečana pretočna hitrost še ne prekorači odpornosti dna struge (skica št.1).

Pri oblikovanju trase in pretočnih profilov v hudourniških strugah je z ekološkega vidika pomembno upoštevati tudi kriterij vodne hitrosti in minimalnih globin.

V tistih hudourniških strugah, kjer obstajajo naravne možnosti za razvoj ribjega življa, želimo temu ustrezno oblikovati pretočne globine vode. V splošnem naj bi zadostili pogoju, da znaša najmanjša ribam še ugodna globina vode pri nizkem vodostaju približno 25 cm (Tratnik, 1988). Pri tem pa seveda ne smemo pozabiti na nujnost ustvarjanja plitvin, kjer ribji zarod počiva oziroma se drsti.

Na razvoj in ohranitev organizmov v vodnem teku pomembno vpliva vodna hitrost. V divjih alpskih hudourniških strugah je njihovo dno skoraj sterilno, medtem ko je v hudourniških strugah sredogorja in še posebno v večini spodnjih tekov že precej drugače, saj manjše hitrosti vode omogočajo razvoj številnih organizmov v vodnem teku.

Po dosedanjih raziskavah se hitrostna meja, pod katero je življenje v vodi še možno, giblje okoli 3,5 m/s (Tratnik, 1988). Ko vodna hitrost preseže to mejo, voda organizme odplavlja.

Z ustreznim načrtovanjem trase in pretočnih profilov lahko na precejšnjem številu hudourniških vodotokov v njihovih spodnjih in delno tudi srednjih tekih ohranjamo pretočne hitrosti v takih mejah, da je obstoj živega sveta, vsaj kar zadeva ta omejujoči ekološki dejavnik, še omogočen.

6.2.1.2 Prečni objekti

S prečnimi objekti preprečujemo poglobljanje dna struge, zadržujemo plavine, podpiramo narušene bregove, prekinjamo masovne Transporte plavin ob neurjih, zadržujemo visokovodni val, ... Delimo jih v pregrade in pragove, vendar meja med njimi ni izrazita. Pretežno govorimo o pragih takrat, ko za njimi ni omembe vrednega zaplavlka. Delimo jih v tiste s stopnjami in one brez stopenj ali talne pragove.

Prečni objekti pomembno vplivajo na samočistilno sposobnost hudournikov. Pogoji za doseganje popolnega samočiščenja so zadostne količine vsrkanega kisika v vodi. Na vsebnost kisika v hudourniškem vodnem teku najpomembneje vplivata transport plavin in še zlasti turbulenca vode, ki ju najlaže in z najmanjšim tveganjem, da bi porušili ravnovesne razmere v hudourniških strugah, uravnavamo prav z izgradnjo prečnih objektov.

Prečni objekti naj bi bili postavljeni in konstruirani tako, da ob hudourniških izbruhih preprečujejo ali vsaj omilijo neugodne posledice visokih voda, pri nizkih ali srednjih vodah pa naj se čim bolj prilagodijo zahtevam življenja v hudourniški strugi. Najpogostejše prihaja do dilem, kako zadostiti zahtevam po migraciji ribjih vrst, ki tam živijo (avtohtone vrste), in tistih, ki potujejo po hudournikih navzgor v času drstitve (alohtone vrste). Pri načrtovanju poteka nivelete hudourniških strug se je v njihovih spodnjih in v dobršnjem delu srednjih tekov ponavadi možno prilagoditi migracijskim zahtevam ribjega življa. Problem pa nastane v zgornjem delu srednjih tekov hudournikov in v njihovih zgornjih tekih, kjer so erozijski pojavi običajno izrazitejši in prihaja ob izbruhih pogosto do masovnih premikov plavin, kar pa lahko v glavnem omilimo le z izgradnjo ustrezno visokih zaplavno-konsolidacijskih pregrad in pragov. Višine teh objektov običajno presegajo zelene višine glede na kriterij neprekinjenih ribjih poti. Zato so v zgornjih tekih ribje poti pogosto prekinjene, kar pa se zaradi nizkih srednjih letnih pretokov, pogostih presahnitev voda ter naravnih stopenj pogosto dogaja tudi v tistih hudournikih, v katere človek ne posega.

6.2.1.2.1 Prečni objekti v spodnjih in srednjih tekih hudournikov

V spodnjih in srednjih tekih hudournikov naj bi pretočne profile in niveleto oblikovali tako, da hitrost vodnega teka ne bi presegla mej, ki se omogočajo obstanek živih organizmov v vodi. Kot že omenjeno, kažejo raziskave, da je mejna hitrost, ki se omogoča življenje v vodi, približno 3,5 m/s. Mišljena je seveda hitrost, ki se v hudourniški strugi pojavi ob višjih in visokih vodah. Pri nizkih vodah pa se tudi mejna hitrost zniža in znaša le še okoli 0,70 m/s (Tratnik, 1988).

Pri večjih hitrostih pričenja voda večino organizmov že odplavljati. Zaradi vrtinčenja, ki pri njih nastaja, in s tem povezane večje vsebnosti kisika, so večje hitrosti zaželene pri tistih redkih organizmih, ki potrebujejo veliko kisika, to pa so pri nas zlasti salmonidne ribje vrste.

Zahteve po smotrnem urejanju hudourniških strug nalagajo, da se višina prečnih objektov načeloma prilagaja velikosti vodotokov in pričakovanim pojavom visokih oz. katastrofalnih vod v njih, hkrati pa je tudi zaželeno, da za zagotovitev možnosti migracije ribjih vrst ta višina ne bi presegala nekaterih vrednosti. Tako naj bi znašala v hudourniških ciprinidi le kakih 20-30 cm, v tistih s salmonidi pa ca 50-60 cm. To so namreč višine, ki so jih posamezne ribje vrste še sposobne premagovati (Bertok, 1989), s tehničnega vidika pa so tudi izvedljive.

Zato naj bi potek nivelete struge poleg ostalih okoliščin, ki izhajajo iz naravnih danosti (potek trase, hidrološke razmere, struktura hribin in zemljin,...), upošteval tudi migracijske zahteve ribjega življa.

Ponekod nam naravne danosti onemogočajo izgradnjo zgolj večjega števila nižjih pragov, hkrati pa je potrebno premostiti večjo višinsko razliko. V takih primerih lahko ohranimo migracijske poti le na ta način, da ob višjem pragu ali celo pregradi zgradimo ribjo stezo ali pa da premostimo višinsko razliko s prečnim objektom v obliki drče, če je to možno. Tako drče kot ribje steze morajo biti tako konstruirane, da bodo brez večje škode prestale divjanje visokih voda v hudourniških strugah. Naš cilj je uskladitev migracijskih procesov ob nizkih vodah z želeno trdnostjo oziroma odpornostjo zgrajenega objekta ob visokih vodah.

6.2.1.2.2 Prečni objekti v zgornjih tekih hudournikov (in zgornjem delu srednjih tekov)

V zgornjih tekih hudournikov se soočamo s poudarjenimi erozijskimi procesi, pogosta je labilnost ali pogojna stabilnost brežin oziroma pobočij, ob hudourniških izbruhih pa se srečujemo z izrazitim masovnim transportom plavine in vsemi neugodnimi spremljajočimi posledicami.

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

vzdrževanja. Trezen razmislek nas ob tem prepriča, da stopnjo ekološke osveščenosti, žal, še vedno pogojujejo predvsem gospodarske možnosti.

Pri različnih načinih omiljevanja teh procesov je cilj zagotavljanje čim bolj ravnovesnih razmer, pri čemer imajo pomembno vlogo tudi prečni objekti, in sicer tako pragovi kot še zlasti pregrade, saj naravne danosti in cilji urejanja pogojujejo in narekujejo izgradnjo višjih objektov. Prečni objekti imajo ali stabilizacijsko ali zaplavno funkcijo, pogosto pa kar obe hkrati.

Prečni objekti tvorijo niz trdnih točk v podolžnem profilu struge, podolžni padec nad njimi se zmanjšuje, temu ustrezno pa se manjšata tudi vlečna in porivna sila vode. Hkrati opirajo tako sami kot s svojimi zaplavki labilna ali pogojno stabilna pobočja in preprečujejo njihovo spodjedanje. Z njimi zadržujemo plavine, ki so bodisi že odložene v strugi ali pa jih šele pričakujemo iz višjih predelov. Tudi ko je zaplavni prostor že zapolnjen, poteka v njem še vedno prebiranje plavin, še pomembnejša pa je njihova funkcija pri prekinjanju transporta plavin. Vse to lahko v glavnem dosežemo le z večjimi prečnimi objekti, kar še posebej velja za prekinjanje masovnega transporta plavin, ki ob hudourniških izbruhih povzroča največ škode.

Ti objekti so torej visoki tako zaradi naravnih danosti kot svoje funkcije (pri nas največkrat med 2,00 in 4,00 m), tako da onemogočajo migracijo ribjih vrst. Vendar je tudi v tako urejenih odsekih hudournikov še vedno možno separatno gospodarjenje z ribjim življem. Mnogi tako urejeni hudourniki predstavljajo najboljše gojitvene vode z izjemnimi gojitvenimi uspehi (Mačkov graben, Mala Božna ...). Lovne in gojitvene vode naj bi namreč bile zaradi znanega pojava kanibalizma med ribami ločene (priloga št.5).

Zaradi pogosto neugodnih naravnih danosti je v teh predelih izgradnja drč možna le zelo redko, prav tako pa je, tudi zaradi neugodnih naravnih danosti, le izjemoma moč zagotoviti stabilnosti dna in brežin ustrezno konstrukcijo.

6.2.1.2.3 Sonaravno oblikovanje prečnih objektov

V hudourniški praksi poznamo sicer številne načine oblikovanja prečnih objektov, vendar želimo tu opozoriti predvsem na tiste rešitve, ki najbolj upoštevajo kriterije sonaravnosti.

Pravilna izbira gradiv lahko pripomore k čim bolj sonaravni izgradnji prečnih objektov. Objekti iz kamna, lesa, kamna v betonu so načeloma veliko bolj zaželeni od betonskih, ki pa se jim v določenih primerih tudi ne moremo izogniti. Pri izbiri najustreznejšega gradiva pa moramo poleg ekoloških upoštevati tudi ekonomske kriterije, zlasti še stroške vzdrževanja. Trezen razmislek nas ob tem prepriča, da stopnjo ekološke osveščenosti, žal, še vedno pogojujejo predvsem gospodarske možnosti.

6.2.1.2.4 Pragovi

Pri urejanju hudournikov uporabljamo talne pragove in pragove s stopnjami.

Talne pragove uporabljamo za stabilizacijo erozijskih jarkov v zgornjih delih hudourniških območij, pogosto pa tudi v spodnjih tekih hudournikov ter v kinetiranih strugah spodnjih tekov. Bistveni so ustrezno temeljenje ter dovolj globoko v brežine vkopana krila, sonaravnost pa lahko dosežemo zlasti z uporabo okolju primernih gradiv (kamen, les...), kar nam kažejo nekatere uspele rešitve.

V srednjih in spodnjih tekih pa lahko s pravilnim oblikovanjem s talnimi pragovi poleg stabilizacijske funkcije, dosežemo tudi večjo razgibanost hudourniškega korita in se bolj približamo razmeram v naravnih strugah.

Talni prag lahko oblikujemo tako, da na prag dodamo krilne lesove, ki učinkujejo v dveh smereh:

- zberejo nizke vode in tako ugodno vplivajo na nastanek manjšega podslapnega tolmana; z ekološkega vidika tako pridobi prag značaj praga s stopnjo, pojavi se omejena turbulenca, njena posledica pa je zelo zaželeno bogatenje vode s kisikom;
- ob visokih vodah dodatno podpirajo brežine, omogočajo dotedanje stabilnost ob uporabi lažjih, mehkejših vrst zavarovanj (skica, št.2)

Drugi način sonaravnega oblikovanja talnega praga je talni prag s podaljšanim prelivom. V bistvu gre za dvojni talni prag, kjer so na prečne lesove pribite poloblince tako, da oblikujejo 30-50 cm dolg nadstrešek, pod katerim nastane ribje skrivališče. Nadstrešek, krajši od 30 cm, nima ustreznega učinka (Bertok, 1989). Konstrukcijska oblika nadstreška mora zagotavljati stabilnost ob visokih vodah.

Načrtovati je možno tudi kombinacijo med talnim pragom s krilnimi lesovi in talnim pragom s podaljšanim prelivom (skica št.2; sl.št.27).

Poleg omenjenih vrst talnih pragov, ki so oblikovani iz lesa, kamna in kombinacij, so okolju primerni talni pragovi iz grobo zloženega kamna v suho. To so grobo oblikovani, dovolj masivni objekti, ki jih lahko konstruiramo tako, da pretok nizkih voda bodisi skoncentriramo bodisi razpršimo (skica št.3).

Pri vseh vrstah talnih pragov, kjer želimo doseči ustrezen podslapni tolmun, dna v podslapju ne utrjujemo, primerno zaščitimo le brežine v podslapju. Kjer dna v podslapju ne utrjujemo, moramo na osnovi izračuna predvidene globine, temelječega na zrnavostni sestavi dna in turbulentnosti v

podslapju, prag in obrežna zavarovanja podslapja temeljiti dovolj globoko, da zaradi spodjedajočih tekov ne pride do porušanja pragov oz. obrežnih zavarovanj (skica št.4).

Pri taki, sonaravni izvedbi talnih pragov je zelo pomembna vgradnja vmesnih krilnih reber, ki preprečujejo verižno rušenje brežin ob eventualnih poškodbah.

Pri lesenih sonaravno oblikovanih pragovih je pomemben tudi ustrezen razmik in globina pilotov, ki jih v za zabijanje neugodnih razmerah nadomestimo s primernimi železnimi traverzami ali palicami.

Pragovi s stopnjami so najpogostejši prečni objekti v spodnjih in srednjih tekih hudournikov. Kot rečeno, jih želimo oblikovati tako, da bo zagotovljena nemotena migracija ribjega življa. Za uspešno migracijo pa ni dovolj zagotoviti le primerno višino pragov, ampak morajo imeti tudi tolmun v podslapjih ustrezne razsežnosti, da lahko ribe pridobijo potrebno zagonsko hitrost za premagovanje ovir. Pri nižjih stopnjah naj bi bil podslapni tolmun globok vsaj 0,50 m, pri višjih pa 60-70 cm (Bertok, 1989).

Če bi morali zgraditi pragove s stopnjami, višjimi od zelenih, jih lahko nadomestimo bodisi z drčami ali pa tudi s serijo manjših stopenj. Te morajo biti načrtovane v primerni medsebojni razdalji, ki mora biti najmanj tolikšna, da vodni skok-slap z zgornje stopnje ne more doseči preliva spodnje. Ta pogoj je nujen tako s stabilnostnega vidika kot s stališča zagotavljanja migracije ribjega življa. Pomembni so seveda dovolj dolgi in globoki podslapni tolmini (sl.št.29; skica št.6).

Tudi pri pragovih s stopnjami velja, da je zaželena uporaba različnih, okolju prilagojenih konstrukcij zlasti v kombinaciji lesa in kamna.

Zelo primerni so leseni pragovi s krilnimi nadvišanji, (skica št.2; sl.št.27), leseni pragovi s podaljšanim prelivom (skica št.3, sl.št.2) in pragovi iz grobo zloženega kamna v suho (skica št.2). Njihove konstrukcijske lastnosti so podobne lastnostim posebno oblikovanih talnih pragov, razlika se pojavlja le v višini stopnje in s tem povezanimi zahtevami za zagotavljanje ustrezne trdnosti in temeljenja. Pri ureditvah v spodnjih in srednjih tekih hudournikov moramo pogosto uporabljati kombinacije med pragovi iz betona ali kamna v betonu ter pragovi, zgrajenimi iz lesa, kamna in njunih kombinacij. Pragovi iz betona in kamna v betonu predstavljajo v takih sistemih ključne stopnje s trdnimi krili, so stabilnostna opora celotnemu sistemu. Kamnite pragove je možno oblikovati tudi tako, da dajejo videz kamnite zložbe brez veziva, pa so vseeno na manj vidnih mestih zaradi zagotavljanja ustrezne trdnosti povezani z betonom (sl.št.33, sl.št.34).

Betonski in pragovi iz kamna v betonu so nujni tudi tam, kjer se zahteva vodotesnost, bodisi zaradi odvzema vode za različne porabnike ali pa zaradi izboljšanja infiltracije v različna drenažna zajetja.

Tudi take pragove je možno v precejšnji meri prilagoditi zahtevam naravnega okolja. Tako se lahko grobem ostrorobnemu prelivu izognemo z vgradnjo lesene okroglice v krono preliwa ali pa z oblikovanjem slednje z obdelanim kamnom v cementni malti (skica št.5).

Tudi pri teh objektih je možno oblikovati preliv praga tako, da se nizke vode zbirajo, prav tako pa je možno izvesti tudi preliv z nadstreškom (skica št.2).

Podslapni tolmun in njegovo oblikovanje pod pragovi mora čim bolj upoštevati zahteve življenja v vodi, vendar to prilagajevanje ne sme iti na račun trdnosti in stabilnosti objekta. Čeprav bi bilo pogosto zaželeno, da podslapni tolmun vsaj v dnu ne bi bil utrjen, da bi bilo njegovo dno sestavljeno iz granulacijsko čimbolj raznolikega materiala, pa je prav z vidika stabilnosti objekta neutrjen tolmun, v katerem so bolj ali manj stalni močni srki, lahko zelo nevaren za porušenje.

Stabilnost in zrnnavostno čimbolj raznoliko dno je možno doseči na ta način, da se na osnovi granulacijske strukture plavin, izračunanih debelin merodajnih zrn in tako izračunanih pričakovanih globin neutrjenih podslapij pragove temelji vsaj 0,50 m pod pričakovano dno neutrjenega podslapja, ki ga lahko utrdimo z grobo kamnito oblogo, postavljeno tako globoko, da jo bo prekrila vsaj 0,1 m debela plast plavin naravne zrnnavostne sestave. Tako oblikovani pragovi zahtevajo, da pod projektirano niveleto dna struge vgradimo bistveno več prečnih lesov, pilote nabijamo zelo na gosto, pogosto pa moramo namesto klasičnih lesenih pragov le-te konstruirati kot eno- ali dvostenske lesene kašte (skica št.4).

Pri klasičnih lesenih pragovih lahko zaradi konstrukcijskih zahtev dosežemo do 0,40 m, maksimalno pa do 0,50 m globoke tolmune.

Pri pragovih iz betona in kamna v betonu lahko neugodne posledice preglobokih tolmunov preprečimo z ustrezno globljim temeljenjem ter se dodatno zavarujemo s talnimi predpragovi.

Pri pragovih, kjer kot gradivo uporabljamo debelejši kamnit material, moramo ob oblikovanju globljih podslapnih tolmunov dodatno zagotoviti stabilnost objekta tako, da izberemo kamnit material ustrezno večjih dimenzij in izvedemo dovolj globoko temeljenje. Pomagamo si lahko tudi z ojačitvijo zgradbe s piloti ali pa s položitvijo kamnitih blokov v podložni beton.

Poleg ekoloških potrebno upoštevati tudi stabilnostne zahteve objekta. Ob visokih vodah se na drčah pojavi močno turbulenten tek, zaradi česar je zelo pomembno sidranje celotne drče. Izvedemo ga bodisi z lesenimi

Pri vseh vrstah pragov s stopnjami moramo ne glede na različno oblikovano in zavarovano dno podslapij ustrezno utrditi tudi brežine podslapij. Pomembno je, da so zavarovanja brežin temeljena dovolj globoko. Pri vseh zavarovanjih, kjer ne uporabljamo betona, pa morajo biti brežine oblikovane pod naravnim stabilizacijskim kotom. Z izbiro ustreznih dimezij skal, ki jih najpogosteje uporabimo za taka zavarovanja, in po potrebi z dodatnim pilotiranjem moramo preprečiti neugodne posledice srkov.

Zaključni talni pragovi v podslapjih nudijo dobro oporo tudi obrežnim podslapnim zavarovanjem, še zlasti ugodno pa je, če imajo ti zaključni pragovi primerno oblikovana krilna rebra za preprečitev verižnih rušenj.

6.2.1.2.5 Drče

Razložili smo že, da je z ekološkega vidika zaželena uporaba drče v spodnjih tekih in spodnjih delih srednjih tekov hudournikov, ko moramo zaradi naravnih danosti na kratki razdalji premostiti velike niveletne razlike. Drče omogočajo nemoteno migracijo ribjega življa in so, če je njih izvedba možna, tudi tehnično primerno nadomestilo večjih stopenj.

Glede na gradivo za izvedbo drč razlikujemo kamnite in lesene drče ter lesene drče s kamnitim polnilom (skica št.6).

Lesene drče in lesene drče s kamnitim polnilom so primerne le v hudourniških strugah manjših razsežnosti, medtem ko so kamnite drče vsestransko uporabne in jih tudi najpogosteje uporabljajo.

Z ekološkega vidika mora biti drča oblikovana tako, da nudi skupaj z obrežnim zavarovanjem vodnemu življu čim prijaznejši in čim ugodnejši življenjski prostor. V širših strugah je pomembno, da ima drča v prečni smeri navzdol zaokroženo, kotanjasto obliko, kar omogoča koncentracijo minimalnih pretokov, s čimer je prehod ribjega življa omogočen tudi pri nizkih vodostajih.

Pomembna je stalna omočenost drč, kar najlažje dosežemo z njeno primerno hrapavostjo. Za omogočanje zadostnega zaleta ribjemu življu med prehodom drče je potreben dovolj dolg in dovolj globok podslapni tolmun. Podolžni padci drč od 1:10 in več so idealni za migracijo, še sprejemljivi pa so padci do 1:6 (Bertok, 1989).

S stabilnostnega vidika je zlasti pomembno, da specifični pretok v drči ne preseže 9 m³/s/m (Aulitzky, 1975).

Pri konstrukciji drč je poleg ekoloških potrebno upoštevati tudi stabilnostne zahteve objekta. Ob visokih vodah se na drčah pojavi močno turbulenten tek, zaradi česar je zelo pomembno sidranje celotne drče. Izvedemo ga bodisi z lesenimi

piloti ali pa z železnimi traverzami, kadar je zabijanje težavnejše, po možnosti pa si pomagamo še z vgradnjo prečnih lesov. Pri drčah večjih razsežnosti vgradimo pogosto na njihovem začetku rebro iz betona ali iz kamna v betonu za izboljšanje njihove trdnosti.

Zaradi preprečitve neugodnih učinkov podslapnega tolmana je potrebno drčo konstruirati tako, da na njenem zaključku utrdimo dno struge na taki dolžini, kot bi ga utrdili pod klasično oblikovanim pragom ali pregrado.

Ker imamo ob visokih vodah pri drčah opraviti z vrtinčastim tekom, bi jih hidravlično korektno lahko dimenzionirali le na podlagi laboratorijsko narejenega hidravličnega modela. To pa je zahtevno in drago opravilo, in kljub korektnim vhodnim podatkom in dobro izvedenemu modelu še vedno lahko pride v naravnem okolju do bistvenih odstopanj. Zato uporabljamo pri praktičnem dimenzioniranju izkušnje iz dosedanjih del, ki so jih posamezni avtorji opisali v strokovni literaturi (Interpraevent, Aulitzky, 1980, 1984, 1988).

6.2.1.2.6 Pregrade

V določenih primerih lahko dosežemo ustalitveni in zaplavni učinek v hudourniških strugah le z izgradnjo pregrad. Ekološko primernejša je izgradnja več manjših, namesto enega velikega objekta. Pomen primerne izbire gradiva smo omenili že v predhodnih poglavjih.

Kadar je izgradnja pregrad nujna tudi v tistih odsekih hudourniških strug, ki so pomembni za migracijo rib, lahko slednjo omogočimo tako, da načrtujemo v sklopu pregrade tudi izgradnjo ustrezno konstruirane in dimenzionirane ribje steze (skica št.7).

6.2.1.3 Vzдолžne ureditve

Poleg prečnih objektov uporabljamo pri urejanju hudourniških strug tudi ureditvene ukrepe v vzdolžni smeri. Z njimi ukrepamo bodisi točkovno za zaščito pred bočno erozijo bodisi na daljšem odseku, ko so naši naporii usmerjeni v povečanje pretočne zmogljivosti hudourniške struge. Z vzdolžnimi ureditvami - zlasti če z njimi urejamo daljše odseke - lahko povzročimo precejšnje ekološke spremembe v vodnem in obvodnem prostoru, ki se odražajo zlasti v:

- vrstni sestavi in gostoti organizmov talne favne,
- vrstni sestavi in gostoti vodne flore,
- vrstni sestavi in gostoti ihtiofavne,
- vrstni sestavi in gostoti organizmov obvodnega ekosistema
- ter vrstni sestavi in gostoti rastlin obvodnega ekosistema.

Pomembno je tudi, da se ob povečanih neugodnih spremembah v vodnem in obvodnem prostoru zmanjša samočistilna sposobnost hudournika in pride tako ob povečanem dotoku hranilnih snovi hitreje do eutrofikacije.

Bistvo sonaravnega urejanja je v tem, da vzdolžne ureditve načrtujemo in izvedemo tako, da omenjene neugodne ekološke spremembe čim bolj omilimo. Osnova pa je v tem, da skušamo ohraniti staro strugo z vsemi njenimi elementi ter zagotoviti takšno vzdrževanje pretočnega profila, da so "čepi" pravočasno odstranjeni in je tako omogočen neoviran odtok visokih voda ter zmanjšana možnost poškodb struge, ki v glavnem nastajajo kot posledica vrtinčenja vode ob ovirah v vodnem teku.

V primerih, ko ne moremo ohraniti stare struge, skušamo z vzdolžnimi ureditvami ukrepati tako, da v čim večji možni meri omejimo ukrepe le na eno brežino, drugo pa - vsaj na istem odseku - ohranjamo čim bolj nedotaknjeno.

Sonaravno načrtovanje vzdolžnih ureditev zahteva čim večjo uporabo vegetacije, bodisi kot samostojno gradivo ali pa kot dodatek k drugim gradivom. Cilj je doseči tako kombinacijo živih in mrtvih materialov, da bodo v čim večji možni meri upoštevani tako stabilnostna kot ekološka merila.

6.2.1.3.1 Kinete

Kinete so tip zavarovanja dna in brežin hudourniške struge, z namenom njih ustalitve. Kot eden najmanj zaželenih ukrepov so v naravnem okolju neprimerne. Uporabiti jih smemo le tam, kjer drugi ukrepi odpovedo:

- v zelo strmih jarkih, kjer stopnjevanje ni možno,
- v zaradi pozidave utesnjenih delih struge, kjer lahko poseljene površine zavarujemo pred visokimi vodami le s čim hitrejšim odvodom voda,
- v primerih, ko gre za kontroliran odvod voda ob ali prek nestabilnega ali pogojno stabilnega zemljišča, da se prepreči njihovo ponikanje...

Pri klasičnih kinetah razlikujemo tiste, ki imajo zidove in tlak oblikovan iz kamna v betonu, ter one, ki imajo ob kamni-tem tlaku betonske zidove.

Takih kinet se pri sonaravnem urejanju izogibamo, primerne so le, kadar geomehanske karakteristike hribin zahtevajo odvod hudournih voda brez infiltracije.

Pri ustalitvi strmih hudourniških in erozijskih jarkov se kineti kot ukrepu ne moremo izogniti, lahko pa jo izvedemo v modernejši, okolju primernejši tehniki, bodisi strojno ali

ročno kot tlak iz kamna v suho, občasno ojačan s stabilizacijskimi talnimi pragovi. Pri tako izvedeni kineti je potrebno v reže vsaditi potaknjence, oziroma jih zatraviti. Vegetacija kmalu obraste takšno vzdolžno zavarovanje, ki se v nekaj letih tako vizualno kot funkcionalno precej prilagodi naravnemu okolju (sl.št.18).

6.2.1.3.2 Regulacije

Regulacijske ukrepe skušamo pri sonaravnem urejanju erozijskih območij čim bolj omejiti, vendar se jim pri reševanju posameznih problemov ne moremo izogniti. Marsikdaj je potrebno urediti naplavišča v spodnjih tekih hudournikov ter posamezne hudourniške odseke v srednjih tekih zaradi zavarovanja kulturnih zemljišč, naselij, prometnih in drugih gospodarskih objektov, pa tudi zato, da preprečimo močnejše erodiranje njihove struge v kulturni krajini. Tako uravnavanje vodne struge ima regulacijski značaj in je le lokalnega pomena. Gre predvsem za vzpostavljanje zelene varnosti prostora pred visokimi vodami in za takšno oblikovanje nivelete in prečnega profila struge hudournika, da bomo vzpostavili bodisi kompenzacijski bodisi stabilizacijski padec ter tako zagotovili ravnovesne razmere pri transportu plavin.

Pri sonaravnem urejanju erozijskih območij moramo stremeti k čim večjemu omejevanju regulacijskih ukrepov, pri njihovem načrtovanju pa v čim večji možni meri ohranjevati naravne brežine, torej pristopati selektivno, s čim več le enostranskimi ureditvami brežin. Naravne danosti pogojujejo konkretno načrtovanje, cilj pa je čim boljše ohranjanje naravnih razmer.

Pri uporabi različnih vrst zavarovanj v sklopu regulacijskih ukrepov se želimo čim bolj izogniti uporabi mrtvih materialov (beton, kamen v betonu, ...) in jih zato uporabljamo le tam, kjer to narekujejo naravne in prostorske danosti, od katerih je utesnjenost, oziroma pomanjkanje prostora eden izmed najpomembnejših vplivnih dejavnikov.

Regulacijske ukrepe je primerno oblikovati tako, da bo trasa struge, vodotoka potekala čim bolj naravno, razpotegnjeno, brez ostrih krivin. Radij krivin naj znaša vsaj 10-15-kratno širino dna struge (izjema so močno utrjena korita, kjer naj je minimalni radij večji od 5-kratne širine dna struge) (Pintar, 1983).

Tako oblikovanje trase omogoča manj pogosto, bolj lokalno uporabo obrežnih zavarovanj, jezbic in vodilnih zgradb, večji odseki struge lahko ostanejo nezavarovani, naravni.

Ko načrtujemo regulacijske ukrepe, je pri oblikovanju pretočnega profila potrebno upoštevati odpornost brežin. Iz znanih fizikalnih zakonitosti o odpornosti vemo, da je pri enaki zrnavostni sestavi brežine ta tem bolj odporna čim bolj

je položna. Oblikovanje blagih brežin je torej s sonaravnega vidika zelo zaželeno, saj za večjo odpornost zadošča celo lažja utrditev brežin, ekološko bolj primerno zavarovanje, ali pa se kakršnokoli ukrepanje lahko sploh opusti. V praksi pa je temu pogoju pogosto skoraj nemogoče zadostiti predvsem zaradi hudih zapletov, ki jih povzroča urejanje zemljiško-lastninskih vprašanj.

Uporaba čim bolj naravnih načinov zavarovanj, ko želimo ohraniti ali pa ponovno vzpostaviti obrežno vegetacijo, pa žal negativno vpliva na prevodnost hudourniških strug. V prikazanih skicah in tabelah podajamo rezultate nekaterih do sedaj objavljenih raziskovanj (priloga št.8).

Na podlagi teh rezultatov moramo tudi ustrezno prilagoditi klasične hidravlične izračune glede na to, da zahteva sonaravno urejanje očitno mnogo več prostora za oblikovanje pretočnega profila potrebne prevodnosti, kot smo sicer navajeni.

Pri načrtovanju regulacijskih ukrepov pogosto stojimo pred vprašanjem, na kakšno varnost dimenzionirati profil struge, kar je še zlasti problematično na gozdnih in kmetijskih površinah ob hudourniških vodotokih. Pri tem moramo, glede na naravne danosti, od katerih je v tem primeru najpomembnejša erodibilnost, oceniti, ali gre za poplavne ali preplavne površine. Zaradi zelo neugodnih posledic erodiranja načrtujemo na preplavnih površinah čim večjo varnost, na poplavnih pa je občasno poplavljanje lahko celo zaželeno, zlasti zaradi zadrževanja odтока voda - rezanja poplavnega vala - tako ob lokalnih nalivih kot ob dolgotrajnejših deževjih.

6.2.1.3.3 Vz dolžne obrežne zgradbe

Vzdolžne obrežne zgradbe uporabljamo takrat, ko voda neposredno ogroža bregove, tako da jih spodjeda predvsem z bočnim erodiranjem in komajda s poglobljanjem. Dobro premišljena izvedba teh zgradb je lahko zelo uporabna pri sonaravnem urejanju, saj z njimi ukrepamo lokalno, v jedru problemov. S takšnim mozaičnim ukrepanjem minimalno posegamo v naravno okolje, hkrati pa uspešno vzpostavljamo ravnovesne razmere v erozijskem območju. Cilji pri načrtovanju vzdolžnih obrežnih zgradb, t.j.:

- zavarovanje obrežij in vznožij pobočij pred spodjedanjem,
- nudenje opore za umirjanje in utrditev že narušenih pobočij
- in usmerjanje vodnih tekov proč od ogroženega območja

so skladni s sonaravnim gospodarjenjem, seveda pa je zgradbe potrebno tako tudi načrtovati, ne pa jih graditi tudi tam, kjer za to ni potrebe.

Pri urejanju daljših odsekov so s sonaravnega vidika primernejše jezbece, medtem ko uporabljamo obrežna zavarovanja na mestih, kjer je potrebna močnejša zaščita.

Vodilne zgradbe, ki so v hudourniških vodotokih redkeje uporabljene, vplivajo regulacijsko izraziteje, pogojujejo enakomernejše oblikovanje dna struge. S sonaravnega vidika pa skušamo namesto njih v čim večji možni meri uporabljati jezbece.

S stališča stabilnosti so jezbece zelo ugodne, saj predstavljajo nekakšen prehod med prečnimi in vzdolžnimi zgradbami. Kot posamezen objekt so po svoji funkciji dokaj podobne prečnim zgradbam. Glede na prilagodljivost naravi je pomembno, da lahko z zaplavnimi, varovalnimi in usmerjevalnimi jezbicami vplivamo tako na zmanjšanje kot na povečanje vlečne in porivne sile vode in dosežemo s tem želeno razgibanost v oblikovanju dna struge hudournika. Pojavljajo se mesta odlaganja plavin, prodišča, ter mesta poglobljanja - tolmunji. S stabilnostnega vidika je pomembno, da je ta razgibanost nadzorovana, oziroma omejena do tistega obsega, ko bi lahko prišlo do stabilnostno neugodnih posledic.

Za gradnjo jezbic je najprimernejše gradivo kamen, les, šibje, protje, ... žične košare, zaželena je kombinacija z živim gradivom, tako da jezbece sčasoma postane sestavni del obvodnega ekosistema.

Obrežna zavarovanja so najpogostejše uporabljen tip vzdolžnih obrežnih zgradb. Omenili smo že, da dajemo pri daljših ureditvah pri sonaravnem urejanju prednost jezbicam, obrežna zavarovanja pa uporabljamo tam, kjer drugačna zaščita ni zadovoljiva. Z njimi pa tudi zavarujemo ogrožene ali že narušene bregove, vznožja pobočij in posamezne objekte v neposredni bližini na obrežju.

S sonaravnega vidika so za obrežna zavarovanja najprimernejše oblike, v katerih kot gradivo nastopa avtohtona vegetacija, bodisi sama bodisi v kombinaciji z drugimi gradivi. Uporaba najprimernejšega gradiva za zavarovanje je podana s številnimi elementi, izmed katerih so najpomembnejši:

- prostorske možnosti,
- geomehanske lastnosti brežin in dna struge,
- geomorfološke razmere v zlivnem območju in v strugi,
- odpornost rastlinskih vrst proti hidrodinamičnim silam
- in možnosti za razvoj vegetacije.

Eden od ciljev sonaravnega urejanja območij je takšno kombiniranje mrtvih in živih materialov, ki bo zadostilo tako erozijski stabilnosti kot vizualni in funkcionalni primernosti okolju.

Med obrežnimi zavarovanji so zidovi tisti tip, ki se mu v naravnem okolju skušamo izogniti, vendar so marsikdaj prav naravne danosti tiste, ki zahtevajo njihovo izgradnjo.

S primerno izbiro gradiva lahko tudi zid bolje vklopimo v okolje, saj so zid iz avtohtonega kamna ali pa lesene kašte, polnjene s tem kamnom, nedvomno bistveno primernejši kot beton.

Za izboljšanje ekoloških razmer ribjemu življu lahko vgradimo v zidove bočna zavetišča. Locirana morajo biti tako, da imajo stalno vodo in da prihaja do stalnega odplavljanja plavin pred vhodom v skrivališča. Velikost skrivališč je različna, primerna pa variirajo okoli velikosti 50 cm globine x 50 cm višine x 100 cm dolžine. (Bertok, 1989).

Izgradnja bočnih skrivališč je zaželena tudi tam, kjer utrjujemo daljše odseke struge z različnimi drugimi zavarovanji, pa tudi pri nezavarovanih brežinah (skica št.9).

Podoben učinek lahko dosežemo s postavitvijo posameznih večjih skal pred temelj zidu. Te delujejo kot deflektorji, razgibajo vodni tek pri nizkih vodah, hkrati pa ne smejo biti previsoki, da ob visoki vodi ne bi prišlo do nezaželenega vrtinčenja.

Urejena razporeditev posameznih večjih skal je še zlasti zaželena v tistih primerih, ko moramo posamezne odseke struge obojestransko urediti z zidovi (skica št.9).

Klasična zavarovanja brežin s tlakom v betonu in v suho na peščeni podlagi se umikajo različnim vrstam strojno urejenih kamnitih zložb. S sonaravnega vidika se jim skušamo izogibati, zato jih smemo uporabljati v gosto urbaniziranem okolju, kjer pomanjkanje prostora onemogoča izbiro drugih zavarovanj in kjer zahteva omejeni pretočni profil čim manj hrapavo zavarovanje, z učinkovito zaščito pred obrusom, ki omogoča visoke pretočne hitrosti.

Obrežnim zavarovanjem iz armiranobetonskih kašt se skušamo izogibati. Uporabljali naj bi jih le na tistih mestih, kjer geomehanski pogoji zahtevajo trajno, podajno in precejšnjo vrsto zavarovanja. S primerno izbiro vegetacijskih vrst pri zaščiti brežine nad kašto lahko le-to uspešneje vklopimo v okolje. Kjer je le možno, skušamo s sonaravnega vidika armiranobetonske kašte nadomestiti z lesenimi.

Zavarovanja iz žičnih košar so uporabna zlasti v tistih okoliščinah, ko se zahteva velika podajnost zgradb in ko zaradi težavnega transporta skušamo kot polnilo uporabiti priročni avtohtoni kamniti material. S sonaravnega vidika niso sporne, saj se primerno vključujejo v okolje. Med posamezne košare lahko položimo plasti živega vrbja v obliki potaknjencev in tako vzpostavimo uspešno prepletanje mrtvega in živega gradiva (skica št.10). Uporabljamo lahko tudi druge

načine vnosa vegetacije (vnos sadik v jamice, cevaste gabione, satovje,...).

Vegetacijske zgradbe iz vejevja ali protja raznih pionirskih, regenerativno sposobnih grmovnih vrst so tista oblika obrežnih zavarovanj, ki je naravnemu okolju najbližja. Uspešne so na odsekih, ki niso preveč izpostavljeni erozivnemu delovanju vode, kjer vlečna in porivna sila vode ne presežeta trdnosti vegetacijskih zgradb. V izrazitih konkavah ponavadi niso uspešne. Travnna ruša zdrži pritisk vlečne sile vode 20 - 30 Nm/m², zaščita z vrbovjem pa je zaradi različnih izvedbenih načinov, talnih razmer, vpliva plavljenja trdnostno zelo spremenljiva, vsekakor pa po praktičnih izkušnjah mnogo odpornejša. Obrežna zavarovanja z vegetacijskimi zgradbami so uspešna le na tistih odsekih, kjer so pretočni profili oblikovani s položnejšimi nagibi, največ do 1:1,5, torej v mejah naravnih stabilnostnih kotov posameznih hribin (skica št.11).

Pri vegetacijskih zgradbah ne smemo pozabiti, da odgnano in razraslo šibje zožuje prečni profil struge, tako da moramo pri ožjih vodotokih njegovo širino povečati za 10 - 20 %, pri širših pa za 5 - 10 % (Zemljič, 1979). Zato je potrebno zagotoviti hudourniški strugi ustrezno večje površine oziroma urediti zemljiško-lastniške probleme.

Pri vegetacijskih zgradbah moramo opozoriti na dejstvo, da je tako zavarovanje zelo ogroženo v obdobju, dokler se vegetacija primerno ne zakorenini in razrase. Če pride v kritični dobi do pojava višjih pretokov voda, pride zelo pogosto do hudih poškodb zavarovanj, lahko pa tudi njihovega uničenja. Za omilitev takih poškodb je zaželeno, da se med taka zavarovanja na razdaljah 30 - 50 m vgradijo krilna rebra iz trdnejšega gradiva.

S sonaravnega vidika so zelo primerna obrežna zavarovanja, kjer uporabljamo različne kombinacije kamna in vegetacije. Dolgoletna opazovanja ob hudourniških vodotokih kažejo, da se pri tako kombiniranih zgradbah živa in neživa narava lepo dopolnjujeta, različna nizka vegetacija (mahovi, lišaji, alge,) se oprime v vodi ležečih kamnov, nastanejo naravnim zelo podobne biocenoze. Zato uporabljamo take zgradbe na tistih odsekih naravnih strug, kjer s čistimi vegetacijskimi zgradbami ni možno doseči zelene trdnosti zavarovanja (skica št.8).

Uporaba kamna v obliki kamnometa ali kamnite zložbe v kombiniranem vegetacijsko - kamnitem obrežnem zavarovanju je potrebna zaradi naslednjih njegovih lastnosti:

- a) Stabilizacijski in zavarovalni učinek zgradbe v obliki kamnometa ali kamnite zložbe nastopi takoj, ko zgradbo zgradimo. Pri čistih vegetacijskih zgradbah pa kritična doba traja najmanj 1 leto.

b) Zavarovanje iz kamnite zložbe je mogoče narediti tudi tako trdno, da lahko v stabilnih razmerah nadomesti zavarovanja iz zidov.

c) Pretočni profil je z uporabo kamnite zložbe kot obreznega zavarovanja možno oblikovati tudi v naklonu, bolj strmim od 1 : 1,5, kar pomeni večjo možnost oblikovanja dvojnega profila in hkrati tudi pomemben prihranek prostora (Tratnik, 1988).

d) Za razliko od čistih vegetacijskih so kamnito-vegetacijske zgradbe uporabne tudi v konkavah. Ker je cilj sonaravnega urejanja točkovno ukrepanje ali pa ukrepanje na krajših odsekih, je ta lastnost zelo pomembna.

Taka zavarovanja nadomestijo vegetacijske zgradbe v zelo prodonosnih hudournikih, ko stalni transport materiala onemogoča razvoj vegetacije.

S sonaravnega vidika je zaželeno, da sta kamnita zložba ali kamnomet oblikovana tako, da se ohranijo vmesni medprostori kot skrivališča za različne živalske vrste, zlasti ribe.

Zelo pogosto želijo naravovarstveniki in ribiči zato imeti zavarovanje v obliki izrazito neporavnanega kamnomet, kar pa je s stabilnostnih razlogov na hudournikih le redko izvedljivo.

V hudourniških vodotokih je za presojo ravnovesnih razmer porivna sila bistveno pomembnejša od vlečne sile vode. Razmerje med porivno silo, ki deluje na prostoležeče telo in vlečno silo, ki deluje na pogreznjeno telo, je $1,7 : 0,04 = 42,5$ - kratno glede na stabilnost, če upoštevamo še faktor vpetosti pa $42,5 \times 4 = 170$ - kratno. To kaže, da pri urejanju hudournikov ni toliko pomembna debelina kamenja, kot njihova medsebojna lega in način vgrajevanja. Osvetljuje pa tudi tako imenovane sporadične porušitve - višjo silo.

Mejno zrno, ki je še v ravnovesju, znaša :

$$d = \frac{\gamma_w \cdot v_{wm}^2}{g \cdot (\gamma_m - \gamma_w) \cdot \cos \alpha}$$

γ_m - gostota telesa - kamenja v kg/m³

γ_w - gostota vode v kg/m³

v_{wm} - hitrost, ki deluje na zrno v m/sek

d - velikost zrna v m

je položajni faktor, ki se s pogreznitvijo zrna spreminja od

- 1,13 za robno - privzdignjeno mejno zrno,
- 1,00 za prostoležeče mejno zrno,
- 0,51 za ploskovno - med sosednja zrna polovično pogreznjeno zrno
- 0,03 za povsem pogreznjeno zrno.

Iz tega izhaja, da arhitektura vgrajevanja kamna ni v tolikšni meri oblikovna kot stabilnostna kategorija (Pintar, 1989).

Grobo je pri skalnem materialu običajnih dimenzij (do 1 m³ velikosti) možno izvajati le masivno skalometno zavarovanje, kjer pa je poraba materiala 5 - 10 kratna v primerjavi s tisto ob izgradnji kamnitih zložb, hkrati pa zahteva bistveno povečanje površine zemljišča, ki ga zavzema zavarovanje.

Takšno grobo zavarovanje lahko zaradi svoje masivnosti kljub poškodovanjem določenih segmentov ohrani svojo funkcijo daljše obdobje.

Tanjši grobi kamnometi ali kamnite zložbe s stabilnostnega vidika niso primerni. Problem zagotovitve medprostorov kot skrivališč za različne živalske vrste, zlasti ribe, je možno zagotoviti na drugačen način. Odprtine v kamniti zložbi naj bodo oblikovane tako, da segajo v brežino, hkrati pa ostajajo kamni iz obrežnega zavarovanja pogreznjeni tako, da se njihova protivodno usmerjena tlačna ploskev ne poveča. Za tako odprtino naj bo vgrajeno dodatno kamenje za preprečitev notranjih srkov.

Zagotavljanje skrivališč je možno zagotoviti tudi na ta način, da pred solidno zloženo kamnito zložbo, katere temelji so že na podajnem podlozju, dodatno vgradimo še eno grobo zložbo kot podajno predložje. Tako zadostimo obema željama, razgibanosti in stabilnosti.

Nacela so praviloma skladna s cilji sonaravnega urejanja. V stabilnostno primerno oblikovana zavarovanja iz kamna skušamo na različne načine vnesti avtohtono vegetacijo in tako vzpostaviti sonaravno obrežno zavarovanje v kombinaciji kamna in vegetacije. V končni obliki dobimo nove vrste vegetacijsko zgradbo, stabilnostno ojačano s kamnito zložbo. Pri vnosu vegetacije se moramo, tako kot pri čistih vegetacijskih zgradbah, zavedati, da se ta lahko uspešno zakorenini, le če so korenine v območju višin normalne srednje vode. Uporabljamo avtohtone pionirske grmovne vrste z močno regenerativno sposobnostjo, zlasti vrbe in jelse. V kamnite zložbe jih lahko vnašamo kot potaknjence, pri izgradnji obloge lahko med posamezne plasti razprostremo tanke plasti živega vrbovega šibja v obliki preproge, kombiniramo lahko kamen in živo vegetacijo. Težave pri zakoreninjenju lahko premagamo s primerno uporabo izv. fitohormonov, ki del pri vegetacijskem razmnoževanju pospešujejo zakoreninjanje (Stilinović, 1987).

Od raznih omenjenih biotehničnih ukrepov bi s sonaravnega vidika veljalo čim bolj opustiti konturne rove, razne vrste teras pa oblikovati čim bolj prilagojeno danostim v prostoru (nagib, oblikovitost terena, geomehanska stabilnost).

Nizki zidovi za preprečevanje spiranja naj bodo narejeni kot suhozidi iz avtohtonega kamnitega materiala ali pa iz lesa. Betonski zidovi niso zaželeni.

6.3 Biotehnični ukrepi

V tem poglavju bomo prikazali ekološke kriterije pri uporabi biotehničnih ukrepov v ožjem smislu, to je pri obnovi in smotrnejši rabi zemljišč, podvrženih površinski eroziji. Biotehnični ukrepi vsebujejo biološko in tehnično zaščito pred površinsko erozijo.

Pri tako pojmovanih biotehničnih ukrepih se moramo držati štirih osnovnih načel:

Prvo načelo je, da je potrebno preprečiti površinsko odtekanje padavinske vode tako, da je omogočeno njeno prenikanje v podtalje prej, preden bi s površinskim odtokom povzročila erozijske poškodbe zemljišč;

Drugo načelo je, da je potrebno omogočiti čim enakomernejše vlaženje zemljišča na celotni površini, kot da ta ne bi bila nagnjena;

Tretje načelo je, da se površinsko odtekanje, kadar je neizogibno, razprši po celotni vesini in to s čim manjšimi hitrostmi, da bi tla lahko med odtokom čim več vode tudi vsrkala;

Četrto načelo pa je, da naj se skušajo uporabljati tisti sistemi, ki v čim večji možni meri omogočajo kmetijsko rabo tal (Lujic, 1973).

Ta načela so praviloma skladna s cilji sonaravnega urejanja, saj gre v bistvu za ponovno vzpostavljanje ravnovesnih razmer v kulturni krajini. Glede na napredujočo gozdnatost v Sloveniji je tudi četrto načelo s sonaravnega vidika sprejemljivo, paziti je potrebno le, da kmetijsko rabo tal pospešujemo tam, kjer to omogočajo naravne danosti.

Pri biotehničnih ukrepih, pa naj so to zidovi proti spiranju, terase, banketi, gradoni, police, konturni rovi, je s sonaravnega vidika pomembno, da celoten sistem načrtujemo tako, da ukrepe prilagodimo naravnim danostim, ne pa da se prostor, v katerega posegamo, povsem spremeni. Vsi podvzeti ukrepi okolja naj ne bi spremenjali, ampak ga le dopolnjevali, naravnemu sistemu bi povrnilo narušeno ravnovesje s čim preprostejšo eliminacijo neugodnega vpliva površinskega odtekanja vode. Izvedba biotehničnih del mora biti postopna, zadostna, a ne pretirana.

Od raznih omenjenih biotehničnih ukrepov bi s sonaravnega vidika veljalo čim bolj opustiti konturne rove, razne vrste teras pa oblikovati čim bolj prilagojeno danostim v prostoru (nagib, oblikovitost terena, geomehanska stabilnost).

Nizki zidovi za preprečevanje spiranja naj bodo narejeni kot suhozidi iz avtohtonega kamnitega materiala ali pa iz lesa. Betonski zidovi niso zaželeni.

S sonaravnega vidika je zelo pomembno, da so tako kmetijske kot gozdne kulture na biotehnično tretiranih zemljiščih načrtovane tako, da:

- ustrezajo rastiščnim razmeram,
- so odporne v težkih življenjskih razmerah, oziroma proti negativnim biotičnim ali abiotičnim vplivom,
- da čim bolje meliorirajo tla.

Pri oblikovanju kultur skušamo na degradiranih tleh pomagati rastlinam z dodajanjem prsti, humusa, šote in z gnojenjem. Ukrepi z ekološkega vidika niso sporni, pri gnojenju in dognojevanju pa moramo opozoriti, da ga je potrebno izvajati na podlagi pedoloških analiz, torej dodajati tlem le tisto, kar jim manjka.

Zaščito tako gozdnih kot kmetijskih kultur naj bi izvajali z mehaničnimi ukrepi, od kemičnih sredstev pa naj bi uporabljali le tista z atestom ekološke neoporečnosti.

Iz navedene analize biotehničnih ukrepov lahko sklepamo, da so s primernim strokovnim načrtovanjem v okolju celo zaželeni, saj na dokaj enostaven in hkrati sonaraven način omogočajo in ponovno vzpostavitev ravnovesnih razmer med rušilnimi silami in odpornostnimi sposobnostmi prizadetih ekosistemov.

6.4 Agrotehnični ukrepi

Protierozijski agrotehnični ukrepi usklajujejo splošne zahteve obdelovanja zemljišč s specialnimi zahtevami ukrepov proti eroziji. To je v bistvu sistem agrotehničnih ukrepov, ki uravnavajo odtekanje vode, povečujejo njeno infiltracijo in zmanjšujejo ali celo skoraj povsem izključujejo njeno erozijsko delovanje.

Protierozijski agrotehnični ukrepi so zlasti :

1. globoko oranje,
2. oranje brez obračanja,
3. oranje po plastnicah,
4. grebenasto oranje,
5. brazde po plastnicah,
6. metode ozkih, dobro razmeščenih pasov,
7. navzkrižno brazdanje,
8. celična obdelava,
9. protierozijski načini setve, sadnje ali okopavanja,
10. gnojenje,
11. zaščita z nastilom,

12. protierozijska obdelava snega,
 13. protierozijske menjave kultur,
 14. pasovna obdelava po plastnicah.
- (Lujic, 1973).

Vsi mehanični ukrepi, ki jih uporabljamo v protierozijski agrotehnik, z ekološkega vidika načeloma niso sporni. Vendar moramo posvetiti posebno pozornost izbiri primerne mehanizacije, ki bo prilagojena naravnim danostim v okolju. Pomembno je, da izvaja čim manjše specifične pritiske na tla in tako pomaga pri ohranjanju in izboljšanju njihove strukture. Seveda je vsak mehanizacijski agrotehnični ukrep tem bolj sonaraven, čim bolje je bil izbran glede na naravne danosti. Vsaka rešitev ima pozitivne in negativne plati, med katerimi moramo tehtati; idealnih rešitev najbrž ni - sicer ne bi govorili o več rešitvah.

Protierozijski načini setve in sadnje so s sonaravnega vidika zaželeni ukrepi, prav tako pa tudi okopavanje. Pri gnojenju veljajo tudi tu enake ugotovitve, kot smo jih že predstavili v predhodnih poglavjih. Tlom smemo dodajati le tisto, kar jim manjka, ne pa tistega, česar imajo preveč. Stabilnosti (odpornosti proti rušilnemu delovanju vode, vetra, snega,...) in samoregulacije takega ekosistema ne smemo porušiti.

Potrebne so solidne pedološke analize, šele na podlagi njihovih rezultatov lahko gnojenje optimalno načrtujemo. Na erodiranih površinah je običajno najustreznejša kombinacija naravnih in umetnih gnojil. Zaščita z nastilom, t.i. malčiranje, praktično predstavlja organsko zaščito zemljišča pred erozijo, pretiranim izhlapevanjem in s tem povezanim osuševanjem, temperaturnim nihanjem, pleveli, omogoča pa tudi izboljšanje fizikalnih lastnosti tal in predstavlja hkrati enega od načinov naravnega gnojenja. To je izrazito sonaraven ukrep, saj so njegovi učinki, čeprav nekoliko manjši, vendar vseeno primerljivi z učinki opada na gozdnih tleh.

6.5 Družbeno-pravna regulativa

Družbeno-pravna regulativa je pomemben člen v uspešnem urejanju erozijskih območij, še zlasti kot temelj za ukrepanje na ekološki osnovi. Izhajati bi morala iz najnovejših dosežkov raziskovanj in izkušenj iz preteklosti. Namesto serije prepovedi bi morala biti usmerjanje k pravilnemu gospodarjenju v erozijsko ogroženih območjih, vključno s svetovalno službo (lahko jo opravlja tudi hudourniška nadzorna služba).

Erozijska problematika bi morala biti celovito vključena v vso prostorsko zakonodajo, kajti le tako se lahko s pravilnim načrtovanjem posegov v prostor zagotavlja najbolj ustrezna protierozijska zaščita. Pri eroziji še posebej velja, da je preventiva za družbo bistveno boljša in predvsem cenejša od kurative.

7 DISKUSIJA UGOTOVITEV IN IDEJ

Vsako sonaravno ukrepanje temelji na pravilni analizi prostorskih danosti, kar je osnovni pogoj optimalnega gospodarjenja, še zlasti v predelih s krhkim ravnoesjem, kot so to erozijska območja.

Pri zakonodaji je zelo pomembno, da omogoča kakovostno, hitro in racionalno usklajevanje različnih interesov v prostoru. Če pa se njeno bistvo razvodi v prostorske in upravne postopke ter dolgotrajne formalizme brez prave strokovne vsebine, ne moremo uveljaviti reda v prostoru. Posledica so številni nedomišljeni posegi, ki pri urejanju erozijskih območij pogojujejo radikalnejše, okolju ne najbolj primerne ukrepe za ponovno vzpostavitev porušenega naravnega ravnoesja.

posegi porušimo krhko naravno ravnoesje in se erozijski procesi razboholijo, so "zabavne igrice" v prvih fazah erozijskih ukrepov večinoma, žal, lahko uporabljive.

6.6 Celovitost protierozijskih ukrepov na ekološki osnovi

Pravnavnanju razvoja vseh dejavnosti v prostoru moramo vedno upoštevati vse vrednote krajine, naravne potenciale,

Pri sonaravnem urejanju erozijskih območij je še zlasti pomembno, da se stalno zavedamo, da urejemo erozijska območja kompleksno, torej z gozdno-kulturnimi, tehničnimi, biotehničnimi, agrotehničnimi in pravno-družbenimi ukrepi. Če želimo v teh območjih gospodariti na ekološki osnovi, na naravi čim bolj prilagojen način, je potrebno celovito načrtovati vse vrste ukrepov in jih potem postopno izvajati, spremljati njihove učinke ter jih po potrebi dopolnjevati.

Na primer, kjer na eni strani vidimo primerne površine za različne dejavnosti, na drugi pa tehtamo njihove pričakovane učinke na teh površinah in njih okolju. Na podlagi analize obeh komponent lahko potem pripravimo strokovni pregled rabe prostora (kmetijstvo, gozdarstvo, vodno gospodarstvo, turizem, infrastruktura, poselitve, ...).

Pri takem kompleksnem pristopu k gospodarjenju s prostorom nam v erozijsko ogroženih območjih zaveda se zlasti zanimajo posledice vplivov na vodni režim in erozijske procese. S takim celovitim pristopom seveda ne moremo popraviti grehov iz preteklosti, ki jih bomo na čim manj boleč način pač morali popraviti, prihodnje gospodarjenje pa lahko usmerimo tako, da v vodno in erozijsko ogrožena območja ne bomo nedolženo posegali.

7.2 DISKUSIJA UGOTOVITEV IN IDEJ

7.1. Kompleksnost gospodarjenja s prostorom

V prejšnjih poglavjih smo analizirali z ekološkega vidika dosedanje protierozijske ukrepe v erozijskih območjih polhograjskih hudournikov ter podali določene kriterije in usmeritve za čimbolj sonaravno nadaljnje protierozijsko ukrepanje. Tako, okolju prilagajano ukrepanje pa je možno le, če je celotno gospodarjenje s prostorom domišljeno in upošteva njegovo kompleksnost, kar se v hribovitih predelih še zlasti odraža skozi t.i. protierozijsko gospodarjenje. Ko z neprimernimi posegi porušimo krhko naravno ravnovesje in se erozijski procesi razbohotijo, so "mehke rešitve" v prvih fazah sanacijskih ukrepov večinoma, žal, težko uporabljive.

Pri uravnavanju razvoja vseh dejavnosti v prostoru moramo ustrezno upoštevati vse vrednote krajine, naravne potenciale, nevarnosti, nasprotja, javni interes in potrebe. Pravočasno moramo opozoriti na morebitne neugodne ali celo nevarne posledice tega razvoja in nakazati alternativne možne rešitve.

Med različnimi metodami vrednotenja prostora kot osnove za sonaravno načrtovanje je za gospodarjenje v potencialno erozijsko ogroženih območjih zelo primerna metoda krajinske analize, kjer na eni strani iščemo primerne površine za različne dejavnosti, na drugi pa tehtamo njihove pričakovane vplive na teh površinah in njih okolju. Na podlagi analiziranja obeh komponent lahko potem pripravimo strokovni predlog rabe prostora (kmetijstvo, gozdarstvo, vodno gospodarstvo, turizem, infrastruktura, poselitev, ...).

Pri takem, kompleksnem pristopu k gospodarjenju s prostorom nas v erozijsko ogroženih območjih seveda še zlasti zanimajo napovedi vplivov na vodni režim in erozijske procese. S takšnim celovitim pristopom seveda ne moremo popraviti grehov iz preteklosti, ki jih bomo na čim manj boleč način pač skušali popraviti, prihodnje gospodarjenje pa lahko usmerimo tako, da v vodno in erozijsko ogrožena območja ne bomo nedomišljeno posegali.

perspektiva se veliko bolj poudarja pomen gozda v prostoru, hkrati pa odpira vsaj eno od poti do kvan-
tificiranja mnogokrat ohlapno uporabljenih pojmov, kot so na
primer stabilnost, naravnost ali nosilna kapacitete krajine
(Bako, 1982).

Iz prikazane tabele odnosov med biomasami po posameznih
krajinskih tipih ugotovimo, da se potencialno stabilnostno
delovanje gozda, gozdne, gozdnate, agrarne ter urbane krajine
giblje v razmerju 344 : 328 : 178 : 79 : 1.

Ceprav je stabilnostno delovanje gozda ugodnejše od vseh
drugih krajinskih tipov, pa s protierozijskega in vodnega
vidika ni vseeno s kakšnim gozdom imamo opraviti. Vodna in

7.2 Problem optimalnega razmerja gozdnih in kmetijskih zemljišč

Že bežen pogled v zgodovino boja proti eroziji in delovanju hudournikov nam pokaže, da so se najhujši erozijski procesi v glavnem razvili zaradi porušanja optimalnih razmerij med gozdnimi in kmetijskimi zemljišči oziroma zaradi širjenja zlasti kmetijske, pa tudi drugih dejavnosti na zemljišča, ki bi zaradi svoje erodibilnosti morala biti stalno pod zaščito gozdne vegetacije. Tudi na primeru zgodovine polhograjskih hudournikov lahko vidimo, da je pretirano krčenje gozdov, požiganje, skupaj s pašno preobremenitvijo povzročilo dokončno porušenje že sicer krhkega naravnega ravnovesja in ekscesivno napredovanje erozijskih procesov.

Za ohranjanje naravnega ravnovesja v erozijsko ogroženih območjih v Sloveniji je zato v tem prostoru potrebno gospodariti tako, da se izmed različnih krajinskih tipov oblikuje ta gozdna in gozdnata krajina. Njena primernost se kaže s količino biomase, ki je eden številnih elementov za kvantificiranje stabilnosti, naravnosti ali nosilne kapacitete krajine.

Tab.št.16 Hipotetična vsebnost in struktura rastlinske biomase v glavnih krajinskih tipih v primerjavi z gozdom (Anko, 1982) v t/ha

	gozd	gozdna krajina	gozdnata krajina	agrarna krajina	urbana krajina
ŽIVA BIOMASA	230	219	120	55	0.11
nadzemni deli	190	181	98	44	0.10
podzemni deli	40	38	22	11	0.01
NEŽIVA BIOMASA	156	149	80	34	1.01
opad	6	6	3	1	0.01
humus	150	143	77	33	1.00
SKUPNA BIOMASA	386	368	200	89	1.12

Če gledamo na biomaso kot na garancijo življenja v prihodnosti, potem ta perspektiva še toliko bolj poudarja pomen gozda v prostoru, hkrati pa odpira vsaj eno od poti do kvantificiranja mnogokrat ohlapno uporabljenih pojmov, kot so na primer stabilnost, naravnost ali nosilne kapacitete krajine (Anko, 1982).

Iz prikazane tabele odnosov med biomasami po posameznih krajinskih tipih ugotovimo, da se potencialno stabilnostno delovanje gozda, gozdne, gozdnate, agrarne ter urbane krajine giblje v razmerju 344 : 328 : 178 : 79 : 1.

Čeprav je stabilnostno delovanje gozda ugodnejše od vseh drugih krajinskih tipov, pa s protierozijskega in vodnega vidika ni vseeno s kakšnim gozdom imamo opraviti. Vodna in

protierozijska funkcija sta pomembni v vseh gozdovih ne le v varovalnih. Najugodnejše je, če gospodarimo z gozdovi tako, da ohranjamo čim več lastnosti pragozdov. Narava je s pragozdom ustvarila trajen, samoohranjevalen, samopopravljiv, skratka samodejen gozd z dolgotrajnimi trendi. Varovalna funkcija je tu podstavek vsem naravnim funkcijam. Gospodarski gozd pa je gozd v katerem od samodejnosti nič ne obstaja in potrebuje zato kot tak nenehno drage energijske injekcije od zunaj. Koncept maksimiranja je nesprejemljivo pravilo. To nas uči med drugim tudi pragozd (Mlinšek, 1988).

Cilj mora biti optimizacija biosubstance, strukture, setencijske sposobnosti in ostalih ekoloških spremenljivk. Pri načrtovanju in izvajanju pravila in transporta lesa morajo odločati ekološki ne pa kratkoročni ekonomski cilji. Transportne poti morajo rabiti boljšem gospodarstvu z gozdom, ne pa rušenju njegovega stabilnostnega delovanja.

1. klasifikacija je zelo podobna razvrstitvi Čeha Marana (Lujic, 1973), ki je podal priporočila, ki so najbližja našim ekološkim razmeram. Na blagih nagibih (< 27 %) dovoljuje avtor vsakoletno oranje ob uporabi protierozijske tehnike na posebnih mestih (običajno med 17 % - 27 %).

Na strmih nagibih (27 % - 47 %) se kol vegetacijski pokrov priporočajo tipi, ki oblikujejo stalno kakovostno rušo (travniki, pašniki), dovoljeni so tudi zatravljeni sadovnjaki. Na strmih in zelo strmih pobočjih (> 47 %) pa avtor svetuje le gozdno vegetacijo, kar se lahko omogoči obvarovanje tal, s tem pa hkrati tudi trajnost proizvodnje biomase.

Pri razmejevanju gozdnih in kmetijskih zemljišč pa teh omejitvev seveda ne smemo jemati zgolj kot po potrebi kot ustrezno prilagodljive. Pri konkretnih razmejitvah moramo vedno upoštevati se strukturo tal, pedološke razmere, nadmorsko višino, ekspozicijo, s tem, da bo nagib odločilen dejavnik tveganja, ko se ostali kažejo kot ugodni za kmetijsko rabo. Tako naj se tudi blazja pobočja prepustijo gozdni vegetaciji, če so na njih slabo razvita tla, medtem ko naj se na bolj strmih pobočjih s plodnimi tlemi, ki niso močno erodibilna, ob upoštevanju protierozijskih ukrepov dopušča kmetijska raba.

S protierozijskega vidika je zelo pomembno tudi pravilno razvrščanje različnih rab tal. Pri tem skušamo doseči tako kombinacijo rab, ki je čim prijemljivejša ekološkim razmeram in hkrati dovolj rentabilna. Nacelo trajnosti je tu zelo pomembno, saj mora izkoriščanje površin v različne namene biti tako, da se njihova plodnost ne zmanjšuje. Nacelo trajnosti pa lahko omogočijo le take rabe in kulture na njih, ki nudijo zadostno protierozijsko varnost. Izbor različnih rab tal in tudi posameznih kultur na posameznih zemljiščih mora biti tak, da njihovo mešanje ali sledenje ne povzroči negativnih posledic. Vsaka raba in kultura na njih mora najprej zadostiti nacelu

7.3 Problematika določitve optimalne rabe zemljišč

Osnovo optimalni razmejitvi med gozdnimi in kmetijskimi zemljišči brez dvoma daje analiza nagibov, čeprav na omenjeno razmejitev poleg nagibov pomembno vplivajo tudi lokalna oblikovitost reliefa, struktura tal in padavinske razmere. Različne klasifikacije zemljišč glede na nagib kažejo zaradi variabilnosti različnih ostalih vplivnih ekoloških komponent precejšnjo raznolikost. Pri skoraj vseh klasifikacijah pa je vendar skupno dejstvo, da je pri nagibih med 25 % - 30 % prelomna točka, ko se začne izraziteje pojavljati brazdasta erozija (Lujic, 1973).

Za ekološke razmere v Sloveniji je Pintar podal klasifikacijo rabe tal s stališča zaščite pred erozijskimi procesi na podlagi podatkov iz strokovne literature, domačih raziskav in praktičnih opazovanj v daljšem časovnem obdobju (priloga št.9).

Ta klasifikacija je zelo podobna razvrstitvi Čeha Marana (Lujic, 1973), ki je podal priporočila, ki so najbližja našim ekološkim razmeram. Na blagih nagibih (< 27 %) dovoljuje avtor vsakoletno oranje ob uporabi protierozijske tehnike na potrebnih mestih (običajno med 17 % - 27 %).

Na strmih nagibih (27 % - 47 %) se kot vegetacijski pokrov priporočajo tipi, ki oblikujejo stalno kakovostno rušo (travniki, pašniki), dovoljeni so tudi zatravljeni sadovnjaki. Na strmih in zelo strmih zemljiščih (> 47 %) pa avtor svetuje le gozdno vegetacijo, ker le ta lahko omogoči obvarovanje tal, s tem pa hkrati tudi trajnost proizvodnje biomase.

Pri razmejevanju gozdnih in kmetijskih zemljišč pa teh omejitev seveda ne smemo jemati togo, ampak po potrebi kot ustrezno prilagodljive. Pri konkretnih razmejitvah moramo vedno upoštevati še strukturo tal, padavinske razmere, nadmorsko višino, ekspozicijo, s tem, da bo nagib odločilen dejavnik takrat, ko se ostali pokažejo kot ugodni za kmetijsko rabo. Tako naj se tudi blažja pobočja prepušča gozdni vegetaciji, če so na njih slabo razvita tla, medtem ko naj se na bolj strmih pobočjih s plodnimi tlemi, ki niso močno erodibilna, ob upoštevanju protierozijskih ukrepov dopušča kmetijska raba.

S protierozijskega vidika je zelo pomembno tudi pravilno razvrščanje različnih rab tal. Pri tem skušamo doseči tako kombinacijo rab, ki je čim primernejša ekološkim razmeram in hkrati dovolj rentabilna. Načelo trajnosti je tu zelo pomembno, saj mora izkoriščanje površin v različne namene biti tako, da se njihova plodnost ne zmanjšuje. Načelo trajnosti pa lahko omogočijo le take rabe in kulture na njih, ki nudijo zadostno protierozijsko zaščito. Izbor različnih rab tal in tudi posameznih kultur na kmetijskih zemljiščih mora biti tak, da njihovo mešanje nima škodljivih posledic. Vsaka raba in kultura na njej mora najprej zadostiti načelu

trajnosti, kratkoročna rentabilnost je z ekološkega vidika drugotnega pomena.

7.4 Strokovno sodelovanje pri izdelavi prostorskih ureditvenih načrtov s stališča varstva pred erozijo

V hribovitih predelih, kjer nedomišljeni posegi v prostor zelo hitro sprožijo napredujoče erozijske procese, je v prostorsko načrtovanje v vseh fazah treba vključiti varstvo pred erozijo. Preventivno ukrepanje je namreč možno zagotoviti zlasti s primernim načrtovanjem, s katerim želimo ohranjevati naravne regulacijske in stabilizacijske sposobnosti okolja ter mu tako omogočiti primerno uravnavanje razvojnih družbenih potreb.

Zgoščevanje rabe prostora zahteva celovitejše načrtovanje. V prostoru moramo načrtovati tako, da se dejavnosti med seboj ne bodo izključevale. Le tako je možno zagotoviti trajnost gospodarjenja v kulturni krajini, kar je s protierozijskega stališča še zlasti pomembno.

Osnova domišljenega prostorskega načrtovanja morajo biti pregledi naravnih danosti, po katerih je možno določiti primernost in možnosti rabe določenih površin. Stalni prostorski informacijski sistem mora vzpostaviti nekakšno kontrolno metodo, kot jo na primer poznamo pri gozdnogospodarskem načrtovanju, s pomočjo katere bomo lahko pravočasno ukrepali in omilili med drugim tudi neugodne posledice napredujoče erozije.

Temeljni pogoj za tako zastavljeno prostorsko gospodarjenje pa je primerna zakonodaja, ki bo omogočala hitro prilagajanje spremembam tako pri naravnih kot pri družbenih in gospodarskih dejavnikih v prostoru. Bistvo domišljenega gospodarjenja s prostorom je namreč v strokovnih interdisciplinarnih rešitvah in njihovem stalnem prilagajanju različnim spremembam, ne pa v dolgotrajnih formalnih neživljenjskih postopkih brez ustreznih učinkov.

Tisočletja si je človek prizadeval, da se zaščiti pred naravo in naravnimi silami. Danes potrebuje narava zaščito pred človekom, pa ne le zaradi sebe, temveč tudi zaradi nas, zaradi človeka.

Postopno bo od destruktivnega potrebno preiti k ekološkemu principu urejanja prostora, ugotoviti bomo morali, da degradacija narave ni edina in nujna posledica razvoja, temveč samo posledica določene vrste razvoja. Problem torej ni v nepremostljivem spopadu razvoja in narave, temveč v zaostajanju človekove zavesti o neizogibnosti systemskega obvladovanja stihijskega delovanja razvoja družbe.

7.5 SKLEPNE MISLI

Na podlagi analize protierozijskih del v Sloveniji in še zlasti v Polhograjskih Dolomitih, dognanj, objavljenih v strokovni literaturi, in lastnih spoznanj o okolju primernem urejanju erozijskih območij je možno postaviti naslednje sklepe:

- 1.) Protierozijsko razmišljanje in delovanje je potrebno vgraditi v vse faze načrtovanja v hribovitem prostoru, tako pri nastajanju "makro" kot "mikro" planov. Analiza naravnih danosti in iz tega izhajajoča ocena vplivov različnih posegov na razvoj erozijskih procesov morata biti osnova domišljenega gospodarjenja s prostorom, še zlasti v hribovitih predelih.
- 2.) Ekološki pristop urejanja erozijskih območij temelji na preventivnem ukrepanju, saniranju in restavriranju narušenih predelov pa je zgolj posledično, na z erozijskimi pojavi in procesi prizadetih območjih.
- 3.) Kulturno krajino, ki jo je človek ustvaril in preoblikoval, mora vzdrževati in obnavljati. Protierozijsko ukrepanje naj temelji na seriji drobnih, v prostoru mozaično razporejenih vzdrževalnih ukrepov, namenjenih ohranjanju ravnovesja med erozijsko stabilnostnimi in rušilnimi dejavniki v prostoru, oziroma vzdrževanju dosedanjih protierozijskih ukrepov.
- 4.) Protierozijski ukrepi naj bodo, kjer so potrebni, načrtovani in izvedeni po kriterijih, opisanih v poglavju 7, da se zagotovi njihova čim boljša vizuelna in funkcionalna prilagojenost okolju.
- 5.) Okolju primerno urejanje erozijskih območij zahteva gospodarja, ustrezno usposobljeno organizacijo z referencan, ki ji država poveri skrb za gospodarjenje s temi območji in jo tudi ustrezno nadzoruje.
- 6.) Načrtovalčevo delo se ne konča z oddajo načrta, potrebno je stalno okolju prilagojeno reševanje problemov med samo operativno izvedbo del ter spremljanje uspešnosti ukrepanja. Osnovo protierozijskemu ukrepanju naj bi podal idejni načrt, glavni načrt pa bi nadomestilo sprotno podrobnejše terensko projektiranje med samo izvedbo, pač v odvisnosti od pogosto naglo se spreminjajočih lokalnih naravnih razmer. Stalen nadzor in dopolnjevanje izvedenih ukrepov naj bi prispevala k čim bolj celovitim sonaravnim rešitvam.
- 7.) Okolju prilagojeno urejanje erozijskih območij zahteva tudi stalna ustrezna finančna sredstva. Njihova porazdelitev mora biti strokovna, nikakor politična. Samo nepretrgano finansiranje omogoča sonaravno ukrepanje, saj so taki ukrepi pogosto dražji (tudi kratkoročno, zaradi

8. zahtevnejšega vzdrževanja pa tudi dolgoročno), hkrati pa manj odporni proti delovanju neurnih voda in zahtevajo nekajletno dopolnjevanje, dokler ne prevzamejo polne protierozijske funkcije.

8.) Sonaravno urejanje erozijskih območij zahteva red oziroma pravočasno preprečitev nedovoljenih posegov v prostor. Kurativa, žal, zahteva trše, pa tudi dražje rešitve.

9.) Sonaravno urejanje erozijskih območij zahteva strokovno in kadrovsko kontinuiteto. Okolje sprejema samo evolucijo, revoluciji se odločno in prepogosto boleče uspešno upira.

Glede na pričakovano intenziviranje erozijskih procesov smo postavili temelje "sodobnemu konceptu protierozijskega ukrepanja", ki obsega strokovno jasne in pojasnjene različne protierozijske ukrepe (gozdno-kulturne, biotehnične, agrotehnične, tehnične in družbeno-upravne), ki bodo zadovoljevali nove družbene zahteve po okolju primernem gospodarjenju v erozijsko ogroženem prostoru.

Prilagodljivosti protierozijskega ukrepanja imamo v mislih tako vizualni (estetski) kot funkcionalni vidik, saj se stalno prepletata. Vizualni vidik (vklapljanje v prostor, primernost izbire materialov, oblikovanje različnih zavarovalov...) je povezan s funkcionalnim in mu hkrati tudi podrejen. Cilj funkcionalne sonaravnosti je tako načrtovanje in izvajanje protierozijskih ukrepov, da v ekosistemsko samoregulacijo posegamo le v najnih primerih in to tako, da dolgoročno čim bolj ohranimo njihove značilnosti.

8 POVZETEK

Gospodarjenje s prostorom na ekološki osnovi postaja vedno bolj kompleksno. Zato je vse pomembnejša potreba, da se tudi urejanje erozijskih območij razišče glede na ekološka merila.

V pričujočem delu smo analizirali protierozijske ukrepe, ki so se uporabljali in se še uporabljajo na območju Slovenije, s poudarkom na detajlni analizi izvedenih ukrepov v Polhograjskih Dolomitih. S temi analizami smo ugotovili učinek ukrepov s protierozijskega vidika in hkratno zadovoljevanje sodobnih ekoloških zahtev.

Glede na pričakovano intenziviranje erozijskih procesov smo postavili temelje "sodobnemu konceptu protierozijskega ukrepanja", ki obsega strokovno zasnovane in pojasnjene raznovrstne protierozijske ukrepe (gozdno-kulturne, biotehnične, agrotehnične, tehnične in družbeno-upravne), ki bodo zadovoljevali nove družbene zahteve po okolju primernem gospodarjenju v erozijsko ogroženem prostoru.

Pri sonaravnosti protierozijskega ukrepanja imamo v mislih 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 tako načrtovanje in izvajanje protierozijskih ukrepov, da v ekosistemsko samoregulacijo posegamo le v nujnih primerih in to tako, da dolgoročno čim bolj ohranimo njihove značilnosti.

SUMMARY

Environmental management on ecological basis is becoming more and more complex, so it is also necessary to analyse antierosion measures from the ecological point of view.

In this study antierosion measures, which were and still are being used in Slovenia, are analysed. Special notice is given to antierosion measures in Polhograjski Dolomiti and to their functional and ecological impacts.

The new concept of antierosion works consisting of scientifically designed and interpreted various types of antierosion measures (silvicultural, biotechnical, agrotechnical, technical and social ones) which will fullfill social demands on environmentally adequate management in erosion areas is presented.

Environmentally adequate antierosion measures consist of visual (aestetical) and functional aspects, which can not be separated. Visual (aestetical) aspect (incorporation in environment, suitability of materials, design of different types of antierosion measures,...) is always connected with functional one and at the same time subordinated to it. The aim of functional aspect of environmentally adequate antierosion measures is planning and carrying out of antierosion measures, which allows interventions in ecosystem selfregulation only in "urgent" cases. The interventions must be designed so as to preserve ecosystem characteristics as much as possible.

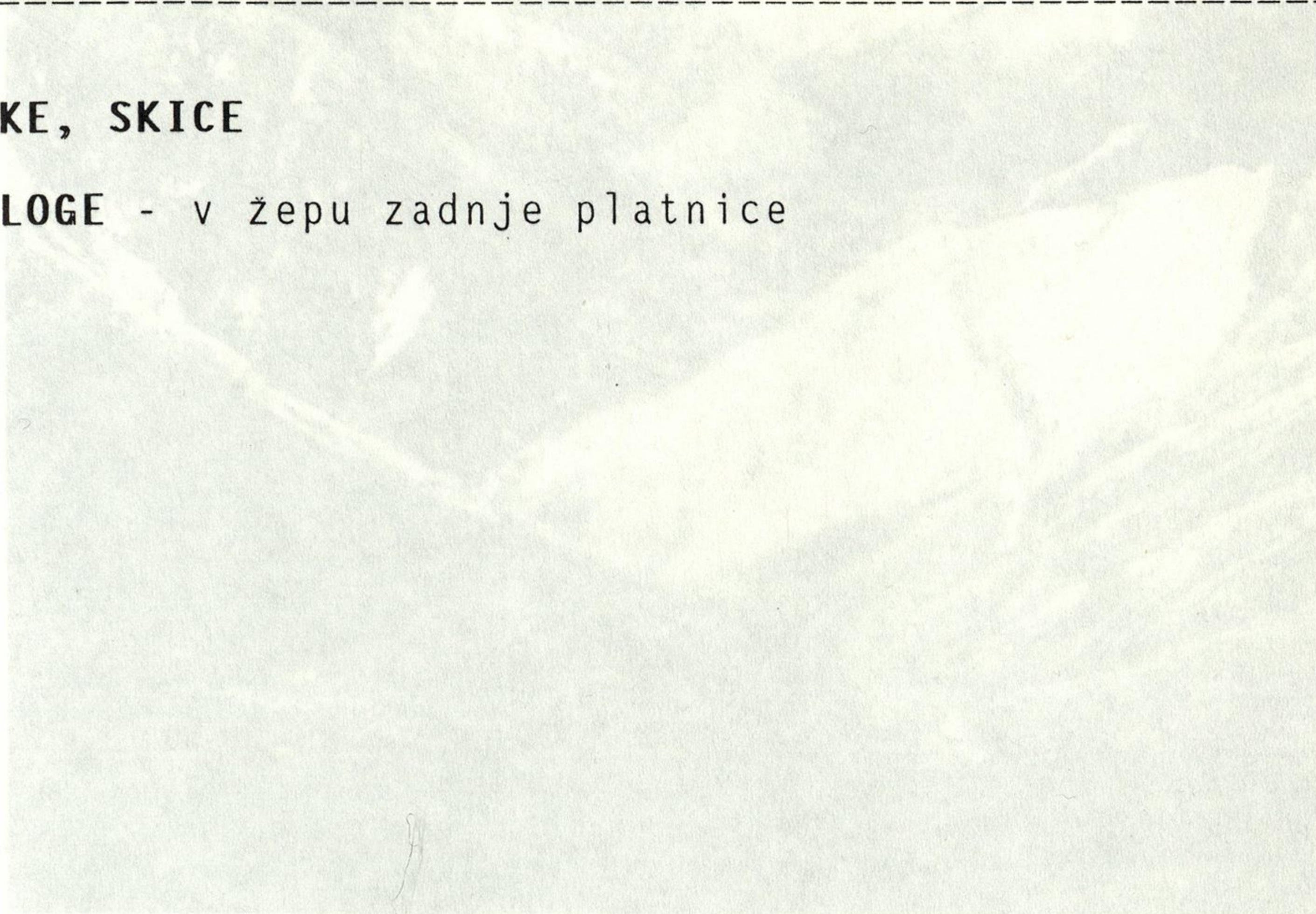
9 ZAHVALA SKICE

Pričujoče delo je nastalo v času podiplomskega študija na Gozdarski fakulteti v Beogradu in bilo dokončano zaradi političnih sprememb na Biotehniški fakulteti, Oddelku za gozdarstvo v Ljubljani. Vsem, ki so mi pomagali pri njegovem nastanku, profesor Boštjanu Anku, profesor Velizarju Velaševiću, profesor Stevanu Dožiću, profesor Dušanu Mlinšku in profesor Matjažu Jeršiču, za njihove tehtne pripombe in mnenja iskrena hvala. Enako iskreno se zahvaljujem tudi dipl.inž. Alešu Klabusu, izdelovalcu vseh skic, Marku Valiču, oblikovalcu gradiva in Aleši Valič, ki je besedilo pregledala jezikovno.

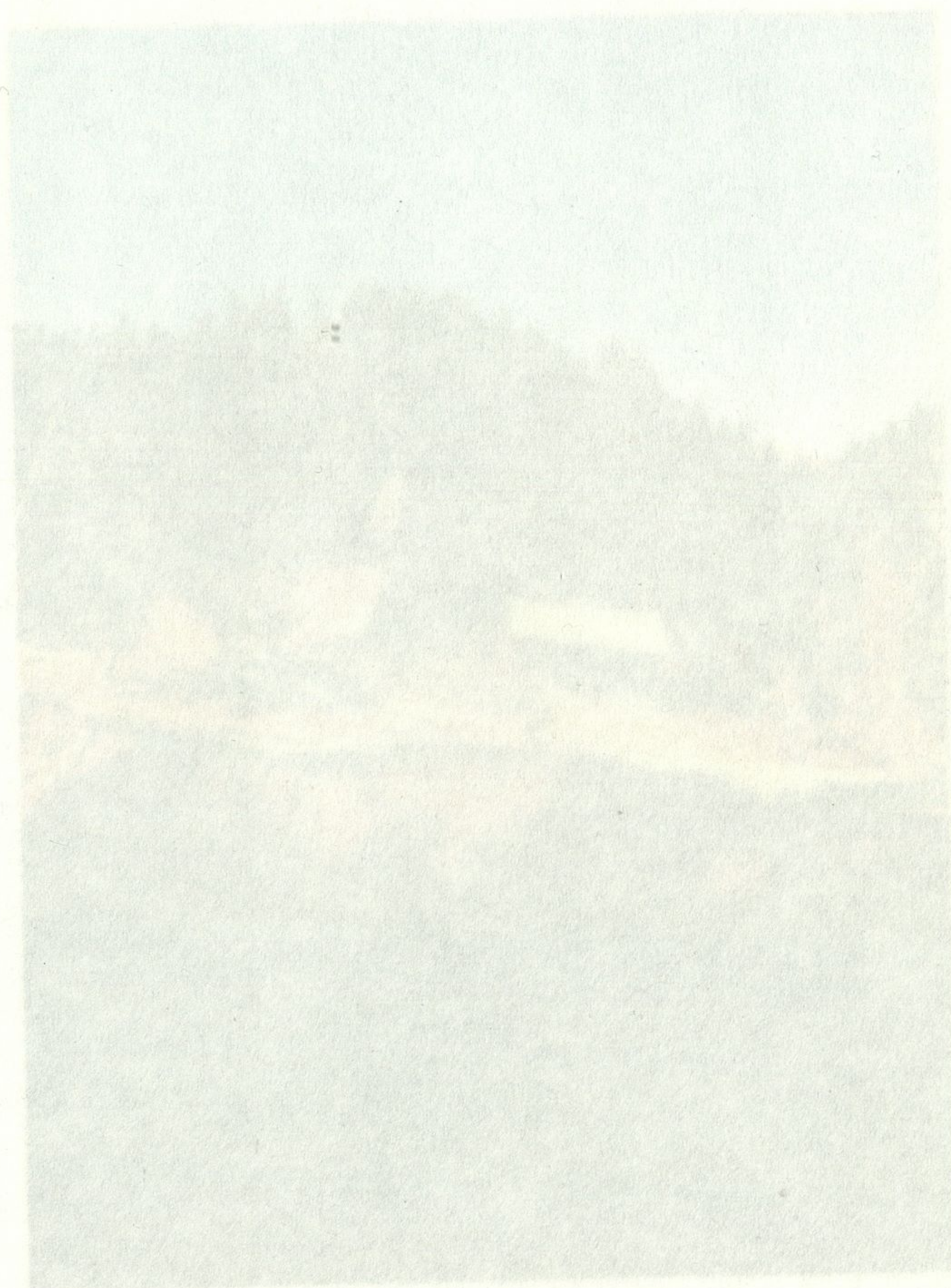
Pri izdelavi dela sta moralno in finančno pomoč nudila Podjetje za urejanje hudournikov in Območna vodna skupnost Ljubljanica-Sava. Posebno zahvalo pa sem dolžan svojemu prvemu učitelju hudourništva dipl.inž. Marijanu Zemljiču, za njegovo nesebično spremljanje nastanka dela ter številne tehtne pripombe in ideje.

10 SLIKE, SKICE

PRILOGE - v žepu zadnje platnice



SLIKA st. 1 : DOLINA SMRTI - ekstremna erozija
(foto: M.Šturm, 1986)



SLIKA st. 2 : Plaz v Podveži je zajel strugo hudournika
Lučnica ca 18 m visoko (foto: A. Horvat, 1990)



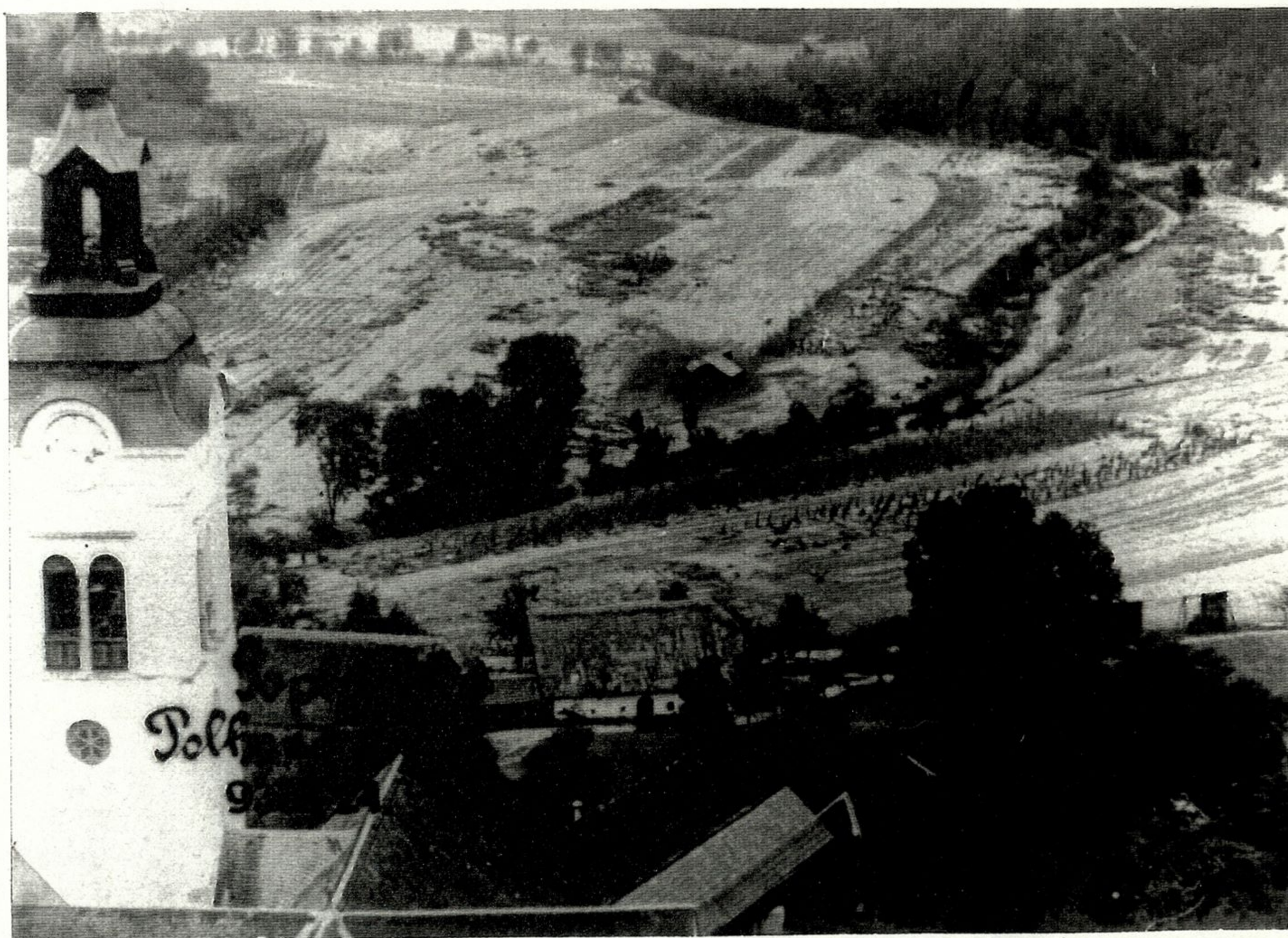
SLIKA št. 1 : DOLINA SMRTI - ekstremna erozija
(foto: M.Šturm, 1966)



SLIKA št. 2 : Plaz v Podveži je zaježil strugo hudournika
Lučnica ca 18 m visoko (foto: A.Horvat, 1990)



SLIKA št. 3 : MAČKOV POTOK, razdejanje po izbruhu hudourni-
ka avgusta 1924 (foto: A.Štrancar)



SLIKA št. 4 : POLHOV GRADEC - polja pod naseljem v območju
Gradaščice pokrita z debelim slojem naplavin,
plodna tla odplavljena do sterilne podlage -
poplavi avgusta 1924 (foto: A.Štrancar)



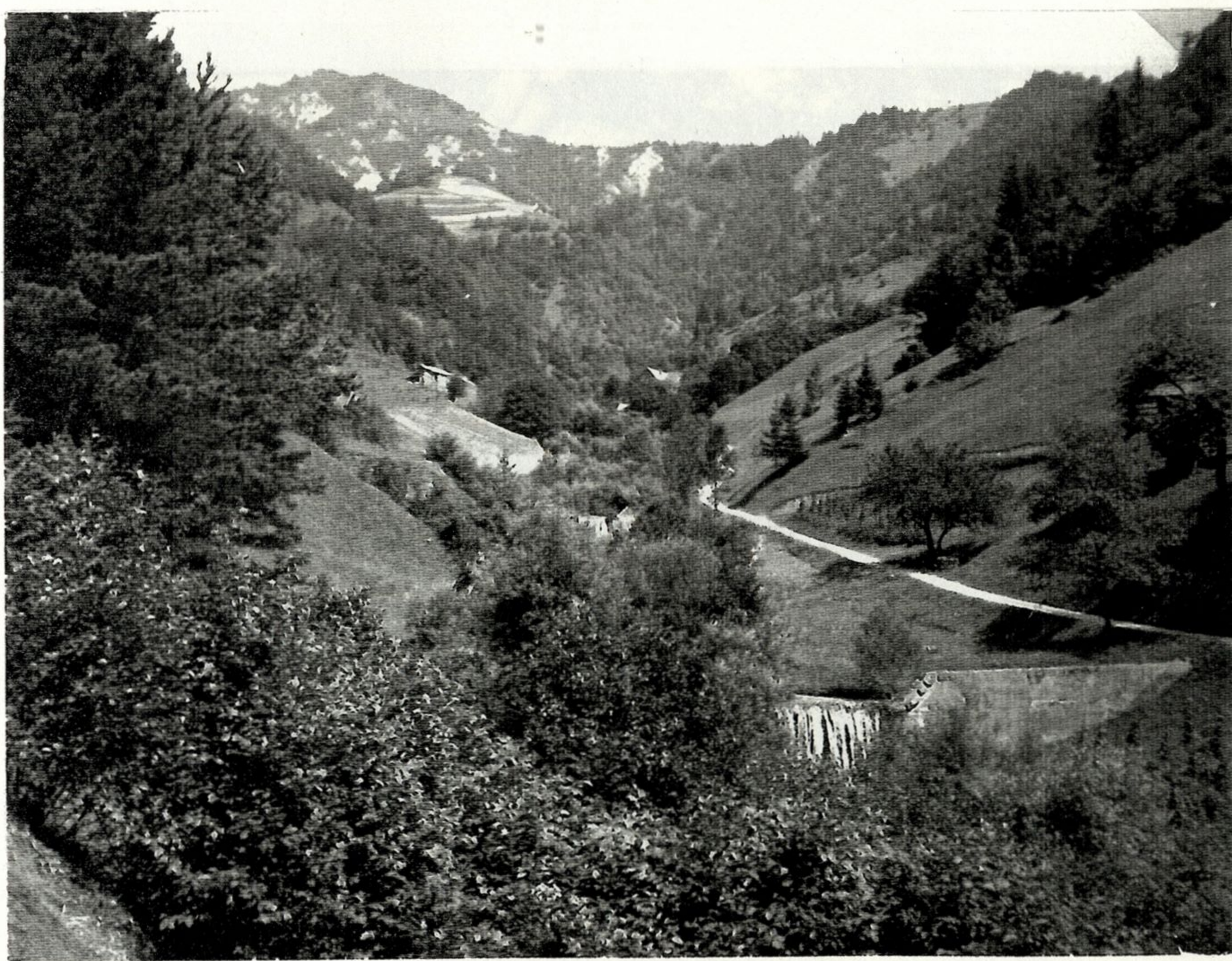
SLIKA št. 5 : PRAPREČE nad Polhovim Gradcem - ekstremna erozija v dolomitu (foto: A.Štrancar)



SLIKA št. 6 : PETRIČEV POTOK - zatravljavanje ogolelega in izpranega dolomitnega pobočja z rušami (foto: A.Štrancar)



SLIKA št. 7 : MAČKOV POTOK - posledice ponovnega pustošenja septembra 1926 (foto: F.Rainer, 1930)



SLIKA št. 8 : MAČKOV POTOK - isto območje po končanih ure-
ditvenih delih (foto: F.Rainer, 1955)



SLIKA št. 9 : MAČKOV POTOK - rustikani zid v pobočnem jarku
(foto: M.Zemljič, 1988)



SLIKA št. 10 : MAČKOV POTOK - star prag iz lesenih kašt
(foto: M.Zemljič, 1988)



SLIKA št. 11 : BOŽNA - enostransko obrežno zavarovanje -
naravno oblikovanje struge (foto: M.Zemljic, 1988)



SLIKA št. 12 : MALA VODA - enostransko obrežno zavarovanje -
naravno oblikovanje struge (foto: M.Zemljic, 1988)



SLIKA št. 13 : BOŽNA v Polhovem Gradcu - okolju manj prikladna premočrtna ureditev pogojena s stavbami (foto: M.Zemljic, 1988)



SLIKA št. 14 : ŽEROVNIKOV GRABEN - manj prikladna premočrtna ureditev (foto: M.Zemljic, 1988)



SLIKA št. 15 : CEPINOV GRABEN - sodoben pristop k oblikovanju
tras hudourniških strug skladno z naravo
(foto: M.Zemljič, 1988)



SLIKA št. 16 : MALA VODA v Brišah - širinska raznoličnost dna
struge (foto: M.Zemljič, 1988)



SLIKA št. 17 : MAČKOV POTOK - klasična, gladka izvedba kinete
(foto: M.Zemljic, 1988)



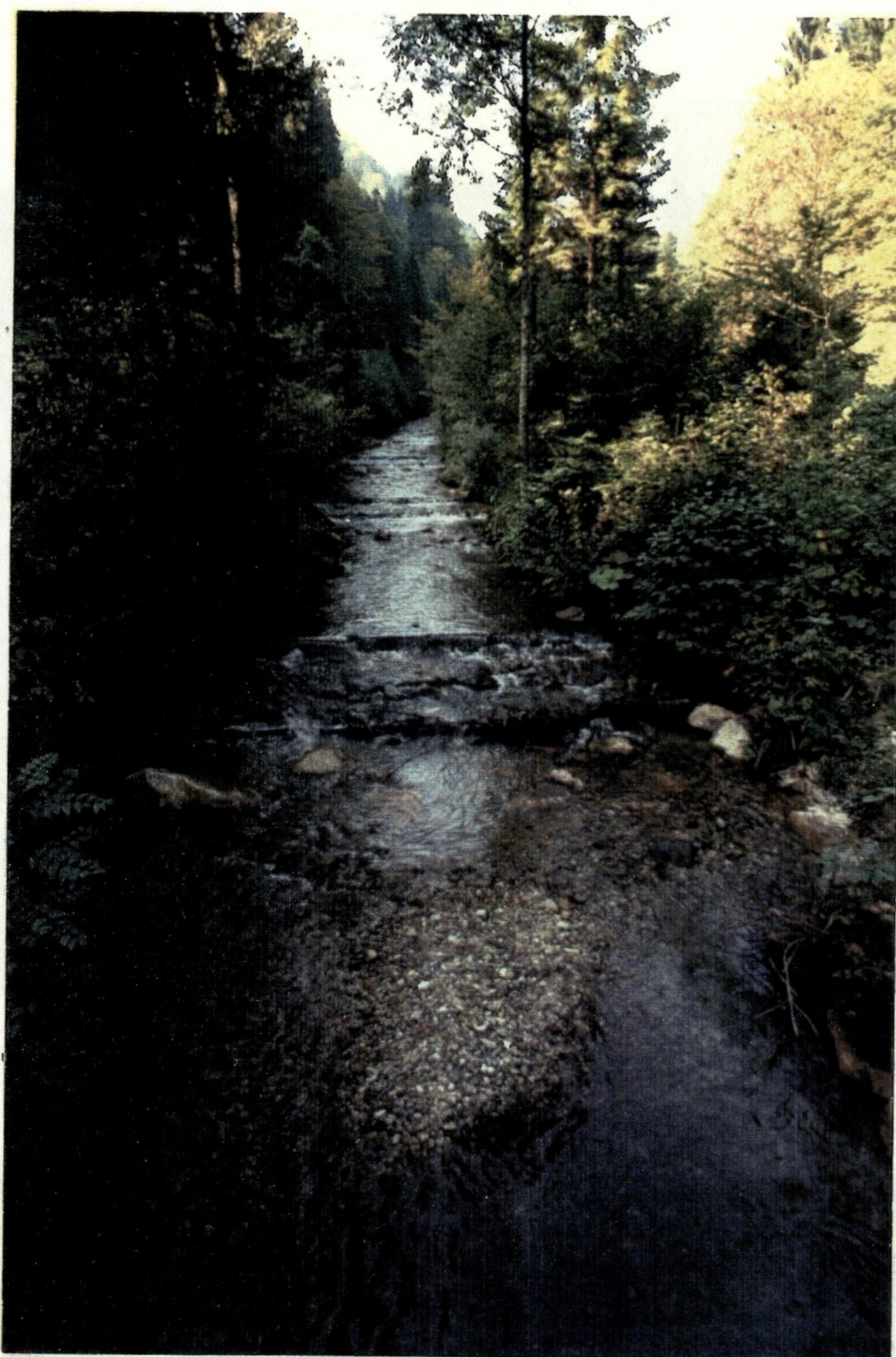
SLIKA št. 18 : ČRNI POTOK - oblikovanje kinete, skladnejše z
okoljem (foto: M.Zemljic, 1988)



SLIKA št. 19 : MALA VODA pri Nartniku - deflektorji v strugi
hudournika (foto: M.Zemljic, 1988)



SLIKA št. 20 : MALA VODA nad Cepinom - globinska raznolikost
dna hudournikove struge (foto: M.Zemljic, 1988)



SLIKA št. 21 : MALA BOŽNA - globinska raznoličnost dna hournikove struge (foto: M.Zemljic, 1988)



SLIKA št. 22 : PROŠCA - obojestransko - simetrično zavarovanje (foto: M.Zemljic, 1988)



SLIKA št. 23 : VELIKA BOŽNA pod Zalogom - nesimetrično oboje-
stransko zavarovanje (foto: M.Zemljic, 1988)



SLIKA št. 24 : BELICA - gladko izoblikovano podslapje (foto:
M.Zemljic, 1988)



SLIKA št. 25 : MAČKOV POTOK - pregrada z neutrjenim podslapjem (foto: M.Zemljič, 1988)



SLIKA št. 26 : BELICA - enakomerno prelivanje vode čez preliv praga (foto: M.Zemljič, 1988)



SLIKA št. 27 : MALA VODA pri Brišah - lesen prag s krilnim nadvišanjem (foto: M.Zemljic, 1988)



SLIKA št. 28 : MALA VODA nad Cepinom - lesen prag s podslapnim tolmunom (foto: M.Zemljic, 1988)



SLIKA št. 29 : Prag v obliki skalne zložbe - drča, pod izlivom Male vode v Gradaščico (foto: M.Zemljic, 1988)



SLIKA št. 30 : PROŠČA - ribja skrivališča v obrežnem zidu v Dolenji vasi (foto: M.Zemljic, 1990)



SLIKA št. 31 : MALA VODA - ribja skrivališča v oblogi iz kamna v suho (foto: M.Zemljic, 1988)



SLIKA št. 32 : MALA VODA nad Cepinom - deflektorji povzročajo globinsko in širinsko razgibanost struge (foto: M.Zemljic, 1988)



SLIKA št. 33 in 34 : BISTRIČICA-primeri pragov s stopnjo - kamnita zložba - s prelivom, oblikovanim za osredotočeno odtekanje vode, in s podslapnim tolmunom, izvedenim z upoštevanjem naravne granulacije naplavin po dnu (foto: A.Zajc, 1992)

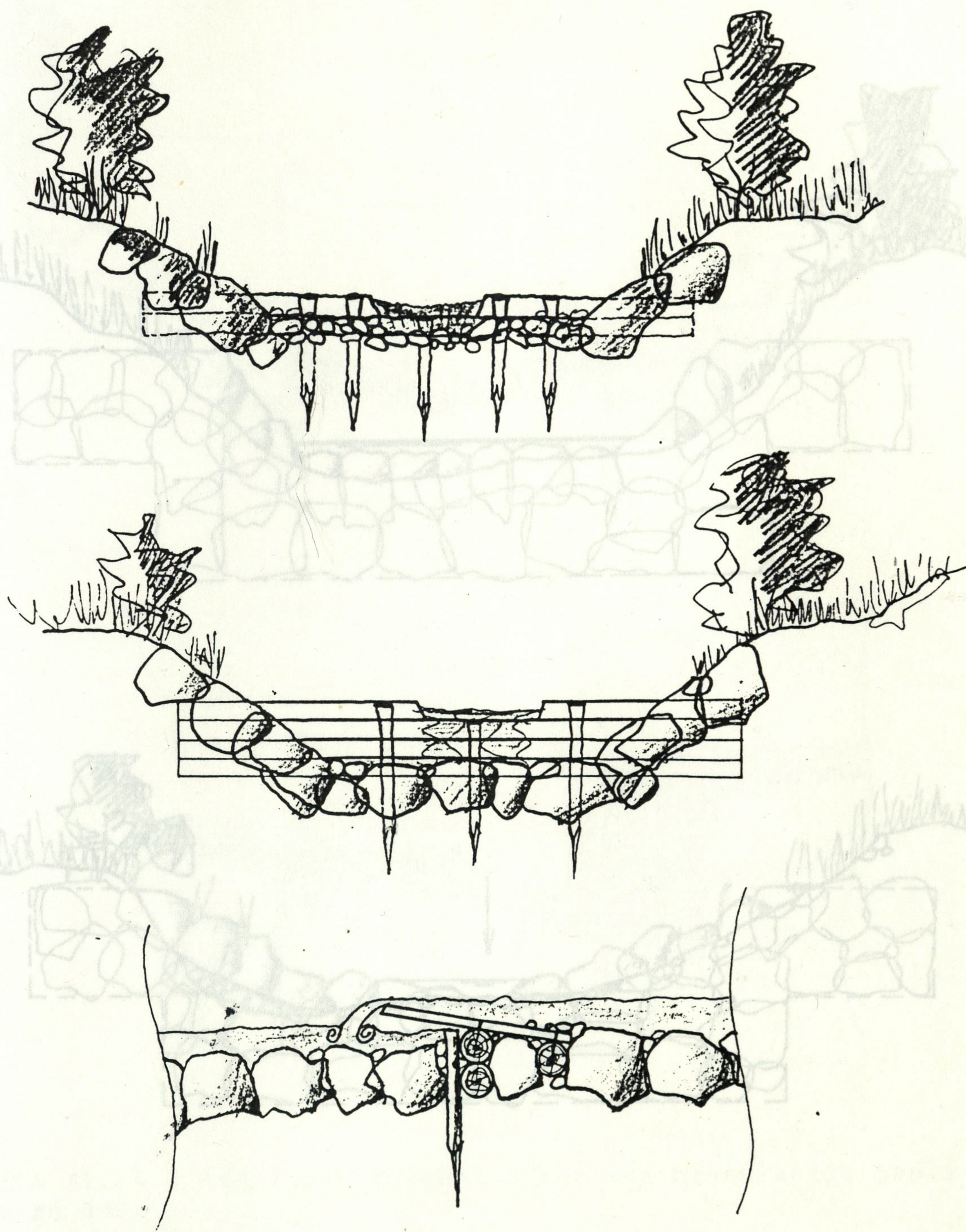


SKICA št. 1 : Z naravo usklajeno oblikovanje trase hudournika. Z izogibanjem premočrtnosti, monotoniji, z oblikovanjem nesimetričnih prečnih prerezov in z uporabo deflektorjev - preusmerjevalnikov dosežemo :

- bolj naravno usmerjene trase,
- večjo globinsko in širinsko razgibanost dna struge,
- nastajanje številnejših ekoloških niš in s tem večje raznovrstnosti tako vodnih ekosistemov kot tistih, ki jih obdajajo (risal : A. Klabus, 1991).

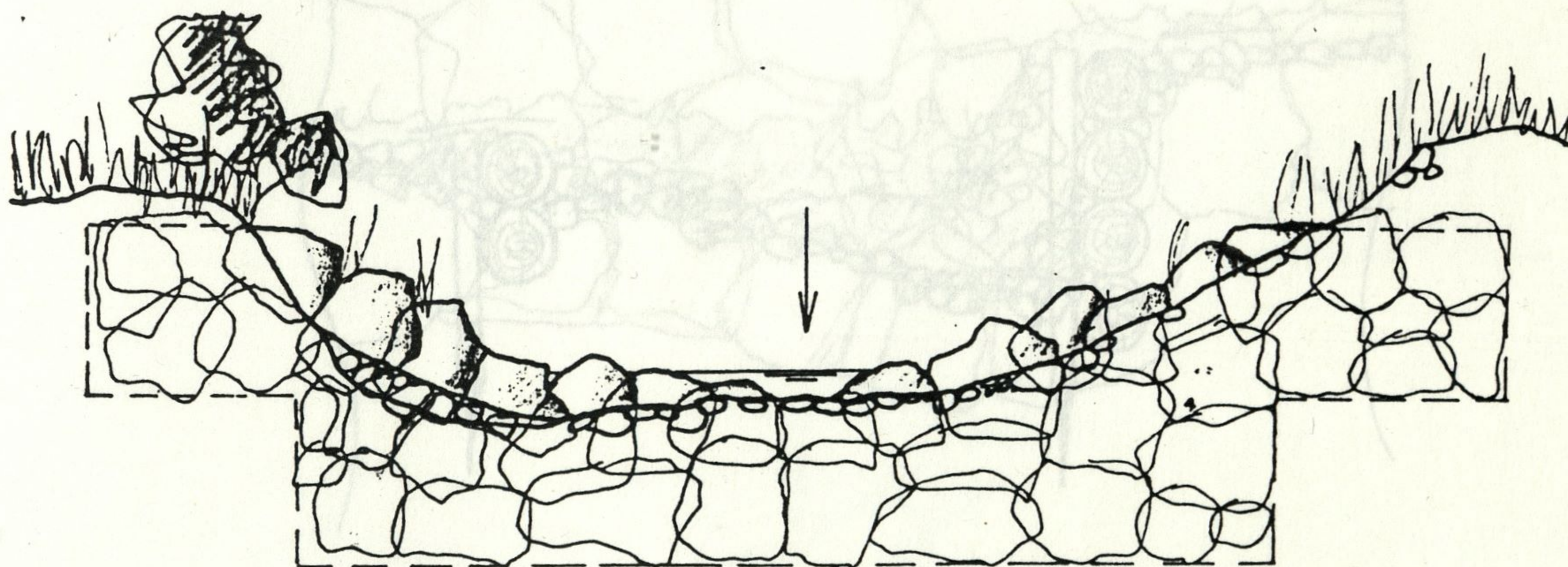
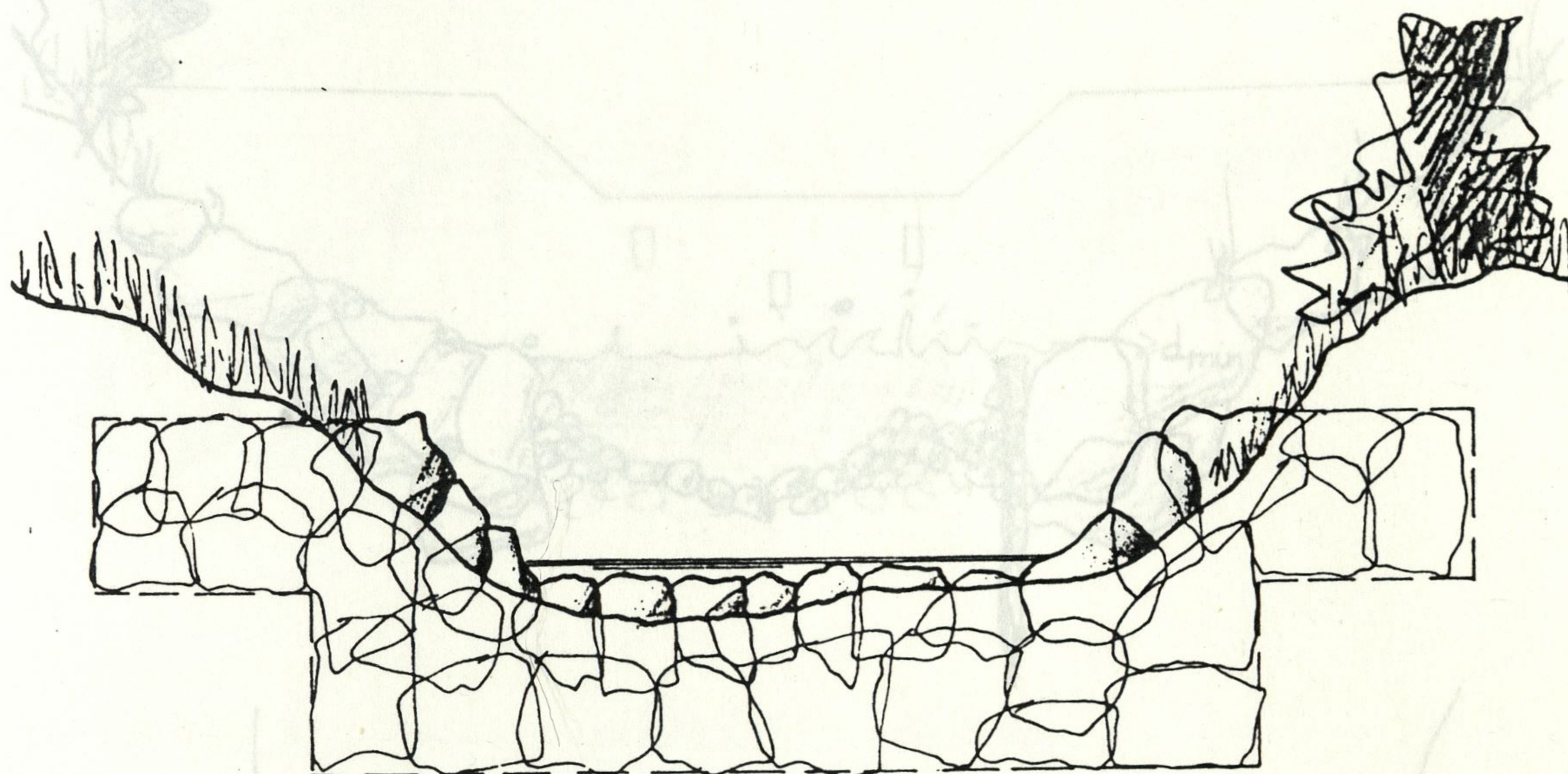
SKICA št. 2 : Z naravo usklajeno oblikovanje trase hudournika. Z izogibanjem premočrtnosti, monotoniji, z oblikovanjem nesimetričnih prečnih prerezov in z uporabo deflektorjev - preusmerjevalnikov dosežemo :

S prikladno oblikovanjem prelivov lesenih pragov dosežemo koncentriranje nizkih vod, s tem za ribji življenjski ugodnejšo globino vode, hkrati pa tudi večjo trdnost praga ob visokih vodah. Krilne oblike pomagajo pri oblikovanju podslapnega tolmuna, podaljsan preliv pa spreminjanju sončnih in senčnih strani v vodi, s čimer se tvori zaželene ekološke niše (risal : A. Klabus, 1991).



SKICA št. 2 : Leseni pragi s krilnimi oblicami, z in brez stopnje (zgoraj in v sredini), ter s podaljšanim prelivom (spodaj).

Sb prikladno oblikovanimi prelivimi lesenih pragov dosežemo koncentriranje nizkih vod, s tem za ribji živelj ugodnejšo globino vode, hkrati pa tudi večjo trdnost praga ob visokih vodah. Krilne oblice pomagajo pri oblikovanju podslapnega tolmana, podaljšan preliv pa spreminjanju sončnih in senčnih strani v vodi, s čemer se tvori zaželeno ekološko nišo (risal : A. Klabus, 1991).

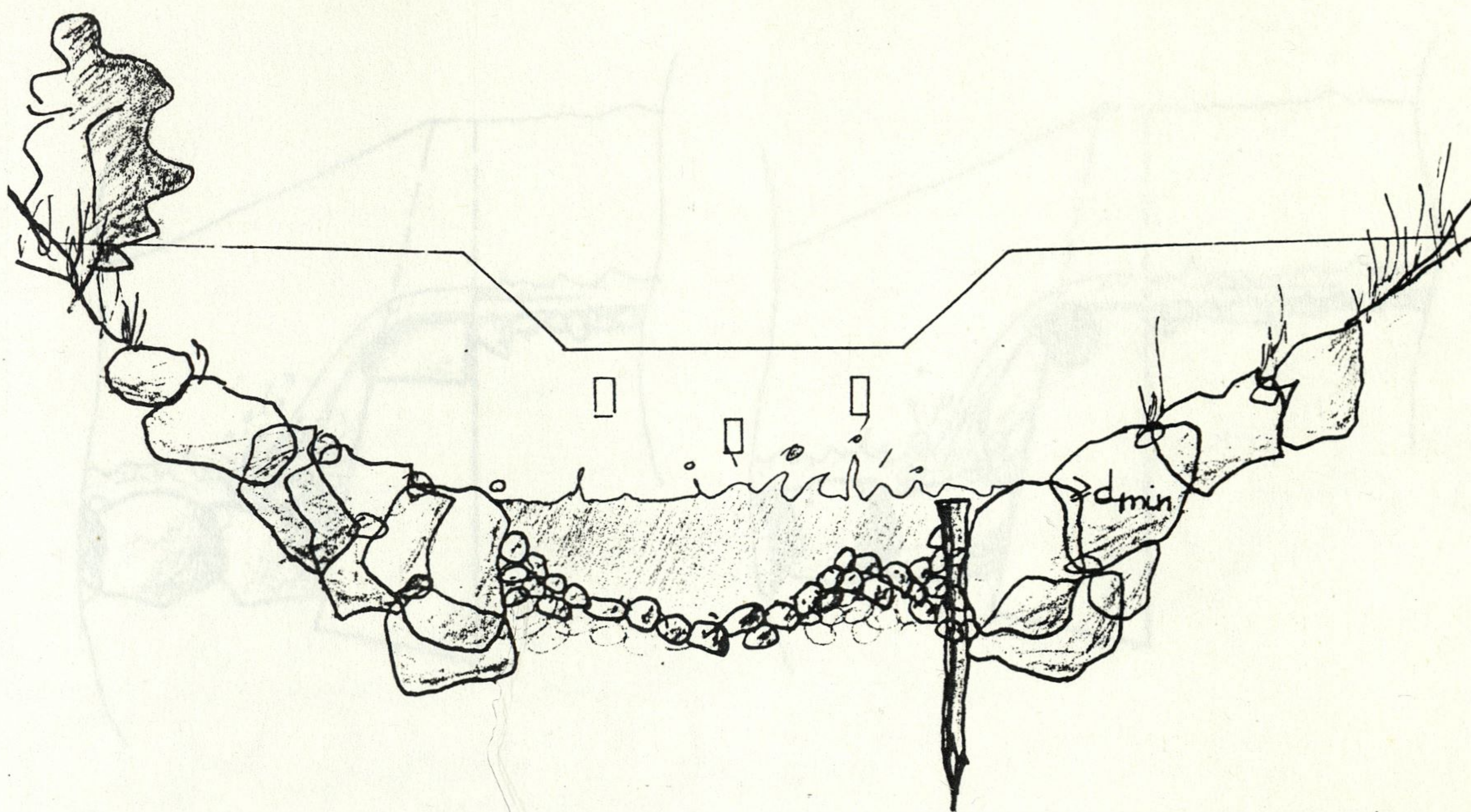


SKICA št. 4 : Podslapni tolmuni z naravno granulacijo naplavin po dnu.

S prikladno oblikovanimi podslapnimi tolmuni, z naravno granulacijo naplavin po dnu, dosegamo ustrezno globinsko in

SKICA št. 3 : Prag brez stopnje - talni præg (v ravnini dna) iz kamnite zlozbe.

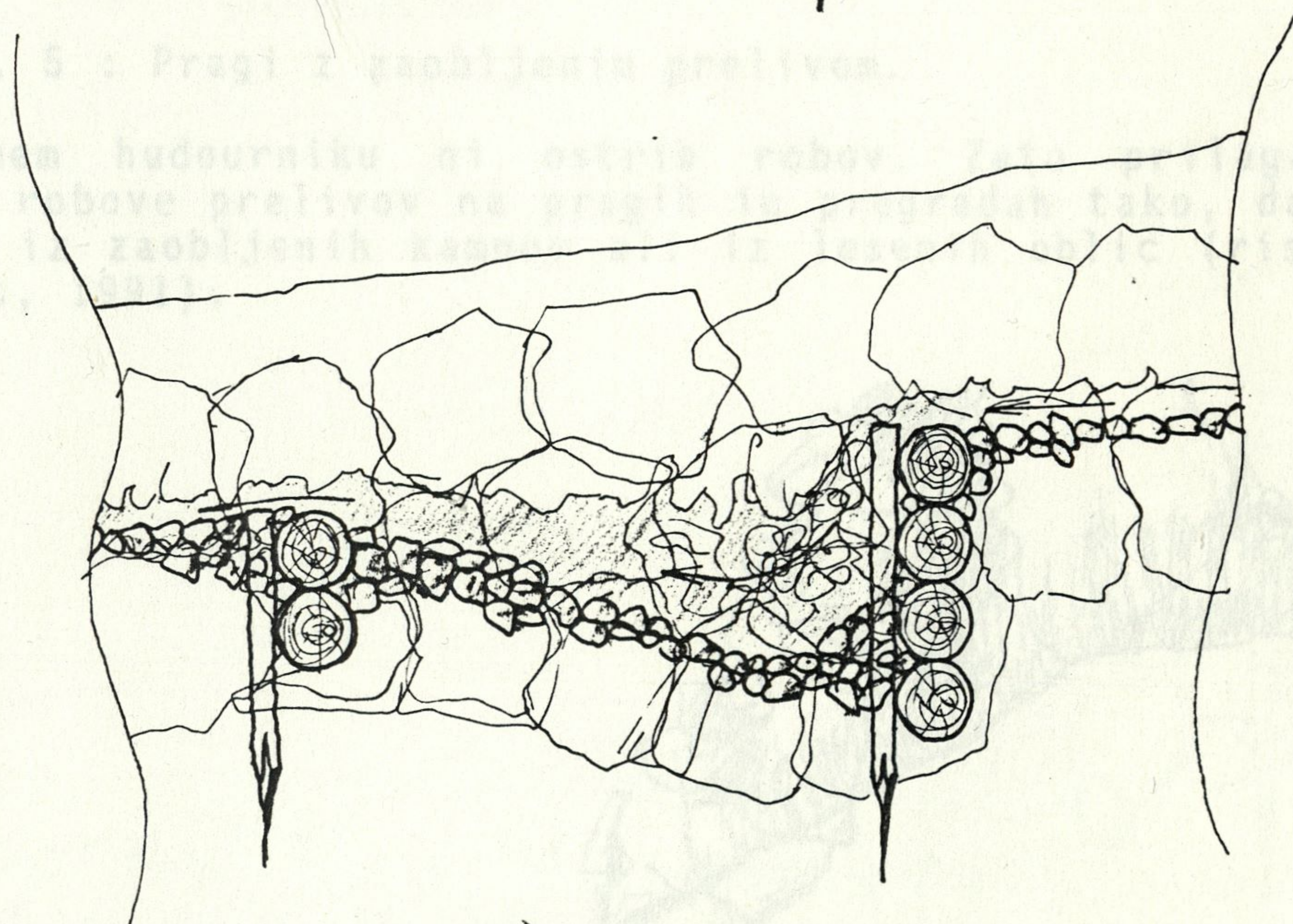
Oblikujemo ga tako, da vodo bodisi razpršimo (zgoraj) ali pa jo osredotočimo (spodaj). Z njim dosegamo globinsko in širinsko razgibanost dna, vplivamo ugodno na prezračevanje vode, oblikujemo številne ekološke niše. Prerasčanje z rastjem je naglo, zlasti delov v in nad dosegom srednjih vod (risal : A. Klabus, 1991).



SKICA št. 5 : Pragi z zaobljenimi prelivi.

V naravnem hudourniku so ostre robove dolvodno oblikovane prelivi na pragi izvedemo iz zaobljenih kamnov.

A. Klabus,

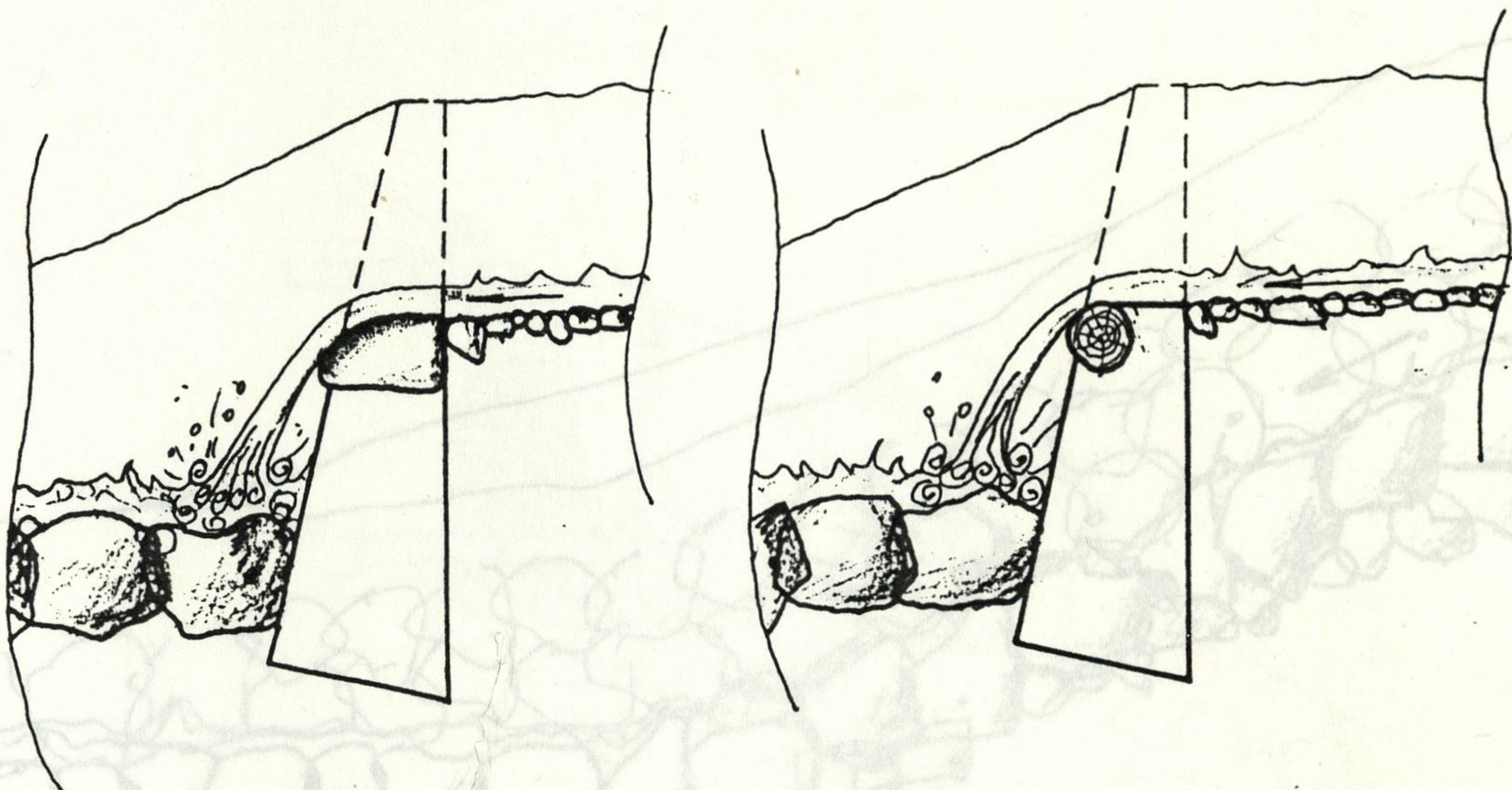


SKICA št. 4 : Podslapni tolmeni z naravno granulacijo naplavin po dnu.

S prikladno oblikovanimi podslapnimi tolmeni, z naravno granulacijo naplavin po dnu, dosegamo ustrezno globinsko in širinsko razgibanost vodnega teka, povečujemo vsebnost kisika v njem, tvorba ekoloških niš je raznolična (risal : A. Klabus, 1991).

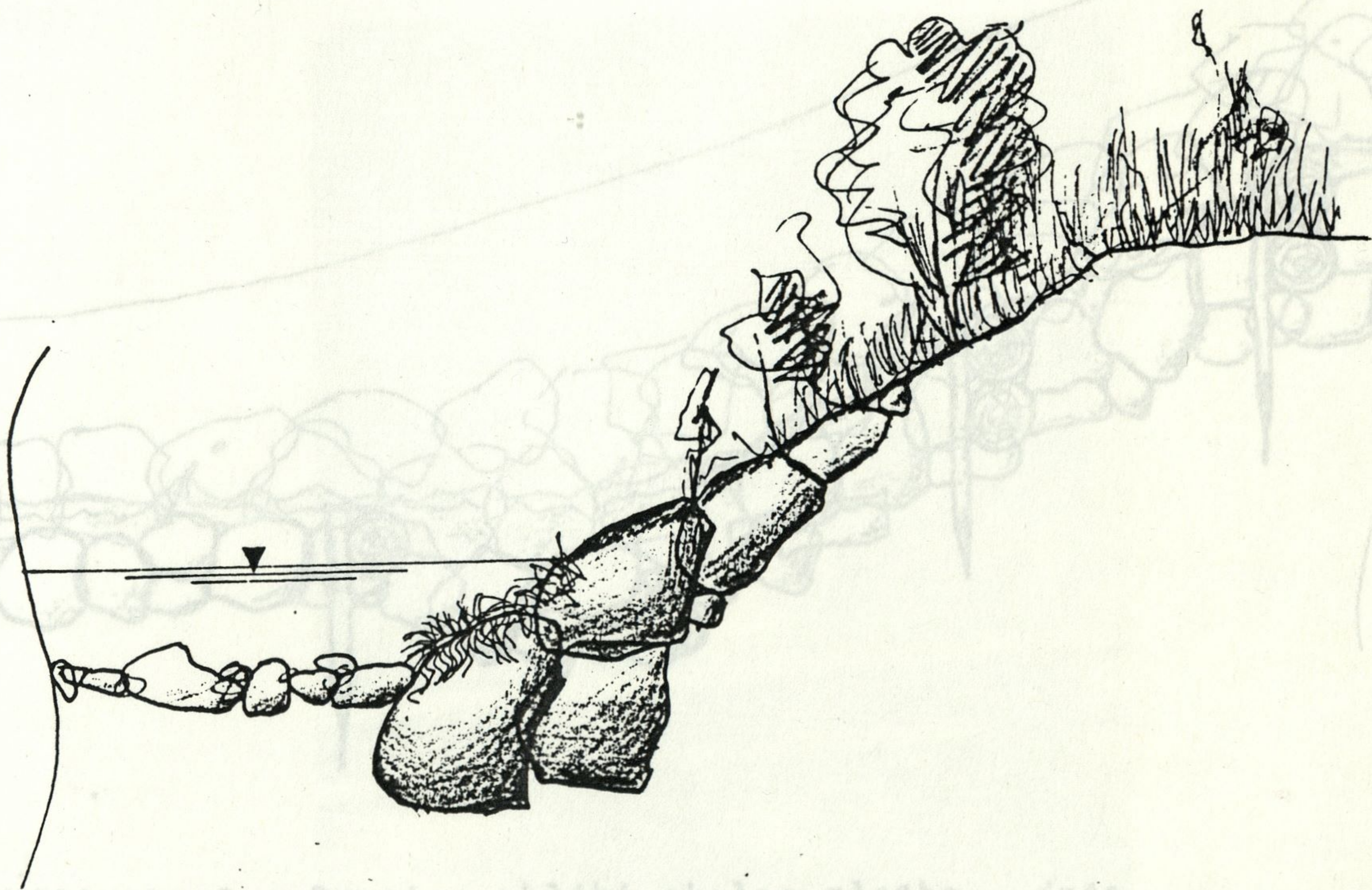
SKICA št. 13 : Odrski zadrževalnik iz kamna in rastlinskega gradiva po oblikovanju območja.

Kombinacija gradiv ustrezno zahtevam glede trdnosti in dimenzij oblikovanja vodnega in obvodnega razlisa in zadrževalnega sveta (risal : A. Klabus, 1991).



SKICA št. 5 : Pragi z zaobljenim prelivom.

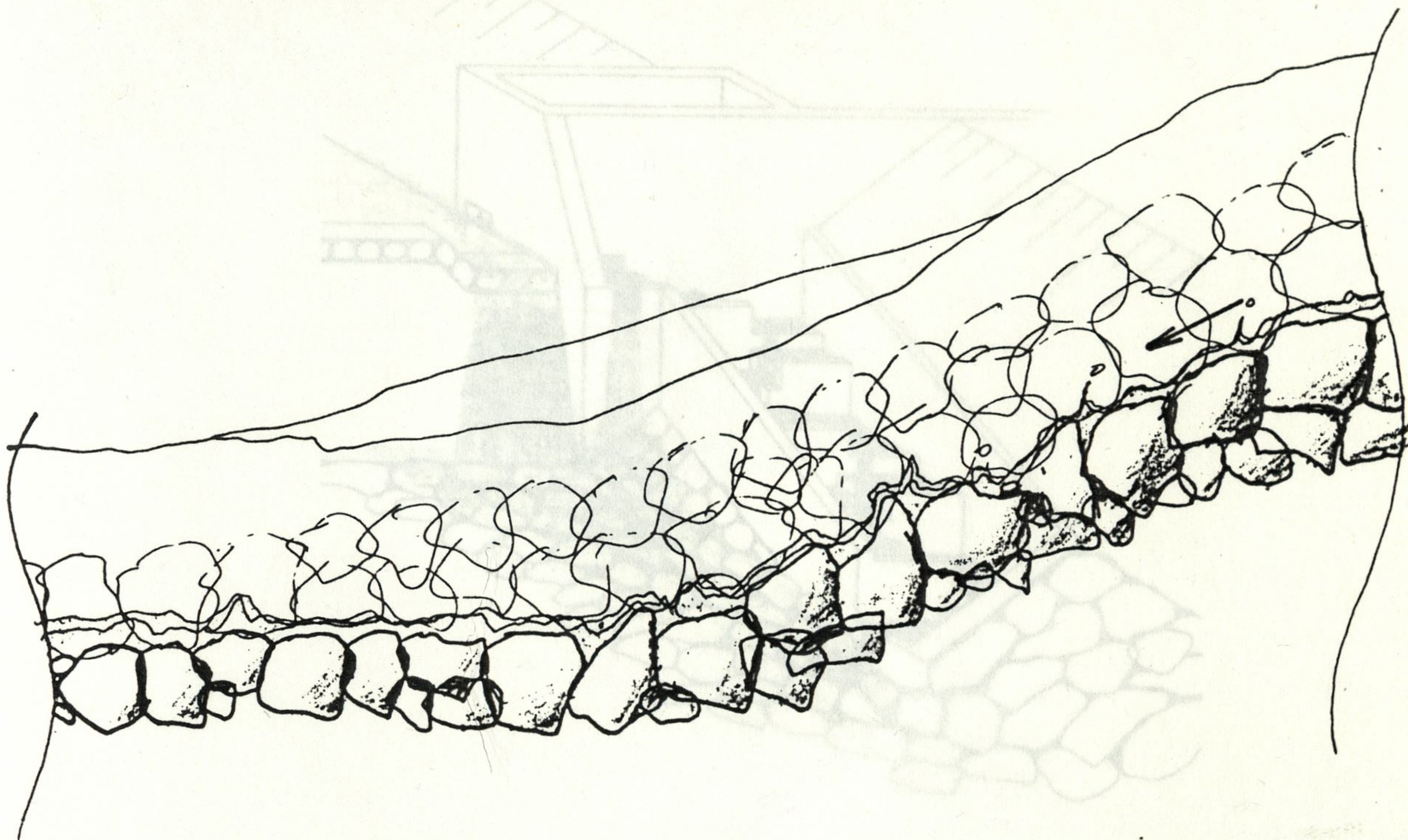
V naravnem hudourniku ni ostrih robov. Zato prilagajamo dolvodne robove prelivov na pragih in pregradah tako, da jih izvedemo iz zaobljenih kamnov ali iz lesenih oblic (risal : A. Klabus, 1991).



SKICA št. 6 : Pragi v obliki skalne zlozbe - drca.

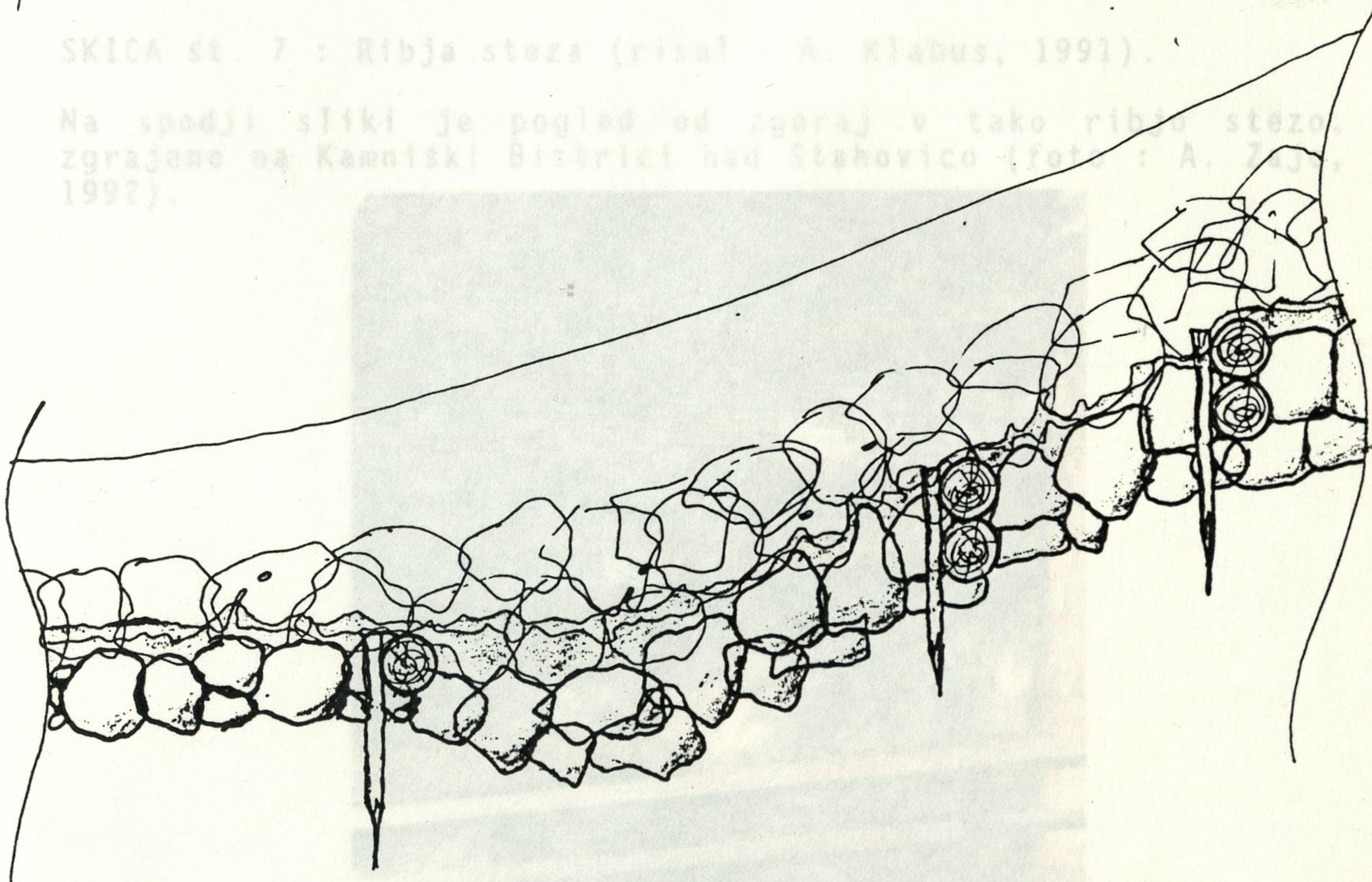
SKICA št. 13 : Obrežno zavarovanje iz kamna in rastlinskega gradiva po oblikovanju biocenoz.

Kombinacija gradiv ustreza zahtevam glede trdnosti in čim hitrejšega oblikovanja vodnega in obvodnega rastja in živalskega sveta (risal : A. Klabus, 1991).



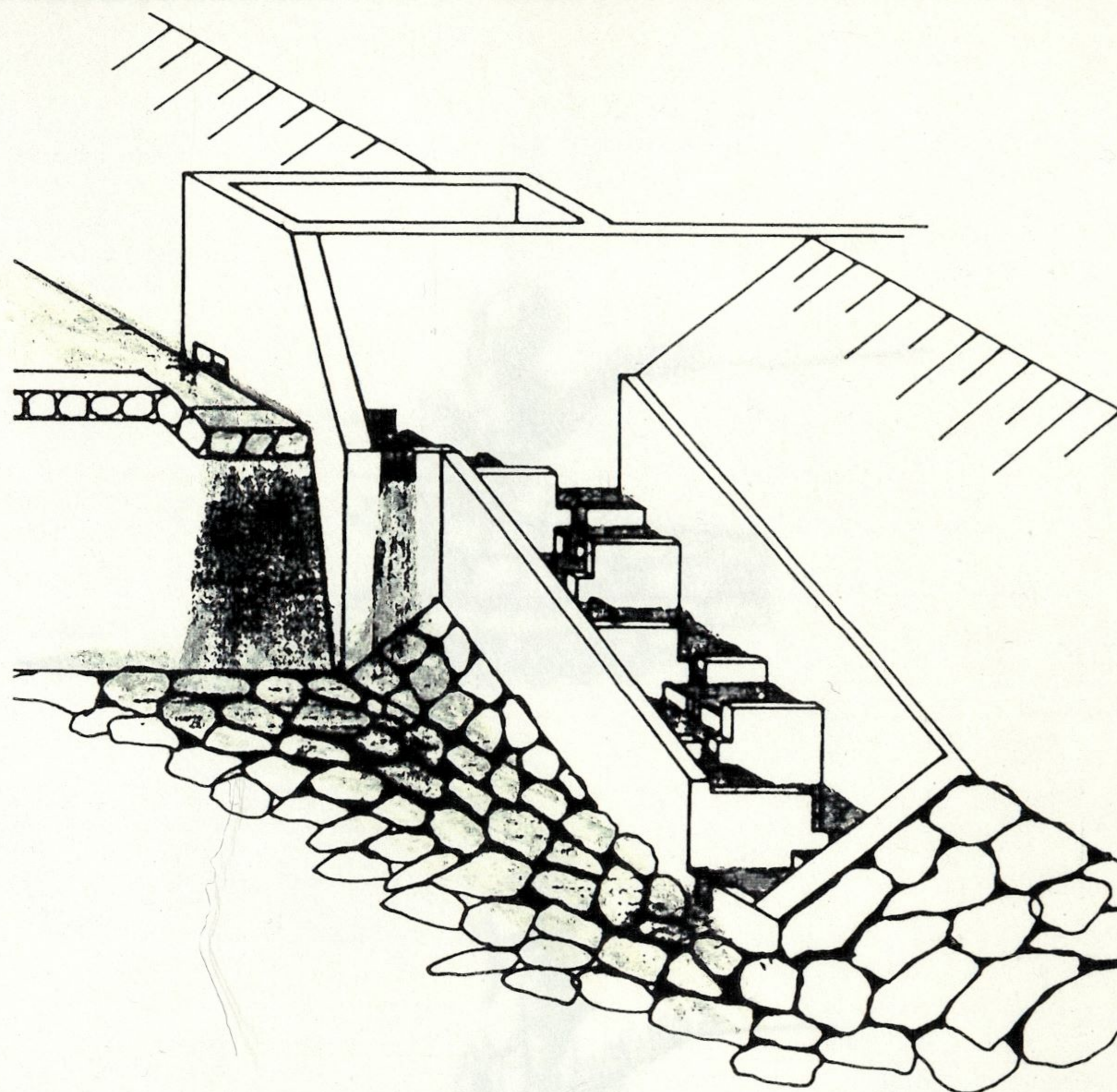
SKICA št. 7 : Ribja steza (risal : A. Klabus, 1991).

Na spodnji sliki je pogled od zgoraj v tako ribjo stezo, zgrajeno na Kamniski Bistrici nad Stahovico (foto : A. Klabus, 1992).



SKICA št. 6 : Pragi v obliki skalne zložbe - drče.

Drče so oblikovane iz skal, zloženih v suho (zgoraj) ali pa utrjenih z lesenimi prečnimi oblicami in piloti ali močnimi koli (spodaj). Z njimi omogočamo migracije ribjega življa, povečujemo globinsko in širinsko razgibanost dna ter vsebnost kisika, ob hkratnem ustaljevanju struge (risal : A. Klabus, 1991).



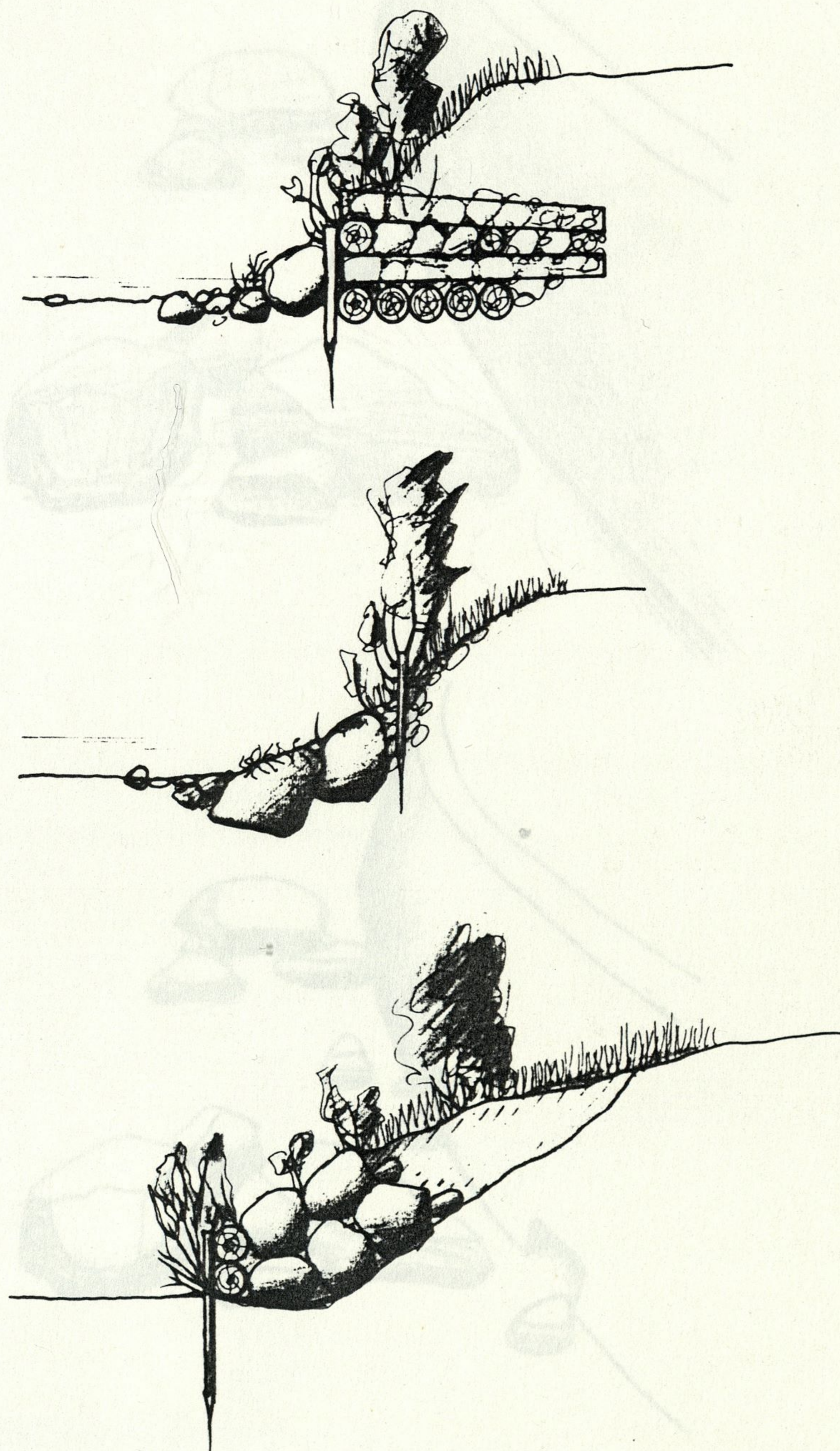
SKICA št. 7 : Ribja steza (risal : A. Klabus, 1991).

Na spodji sliki je pogled od zgoraj v tako ribjo stezo, zgrajeno na Kamniški Bistrici nad Stahovico (foto : A. Zajc, 1992).



SKICA št. 8
linjem območja
tistih, ki jih

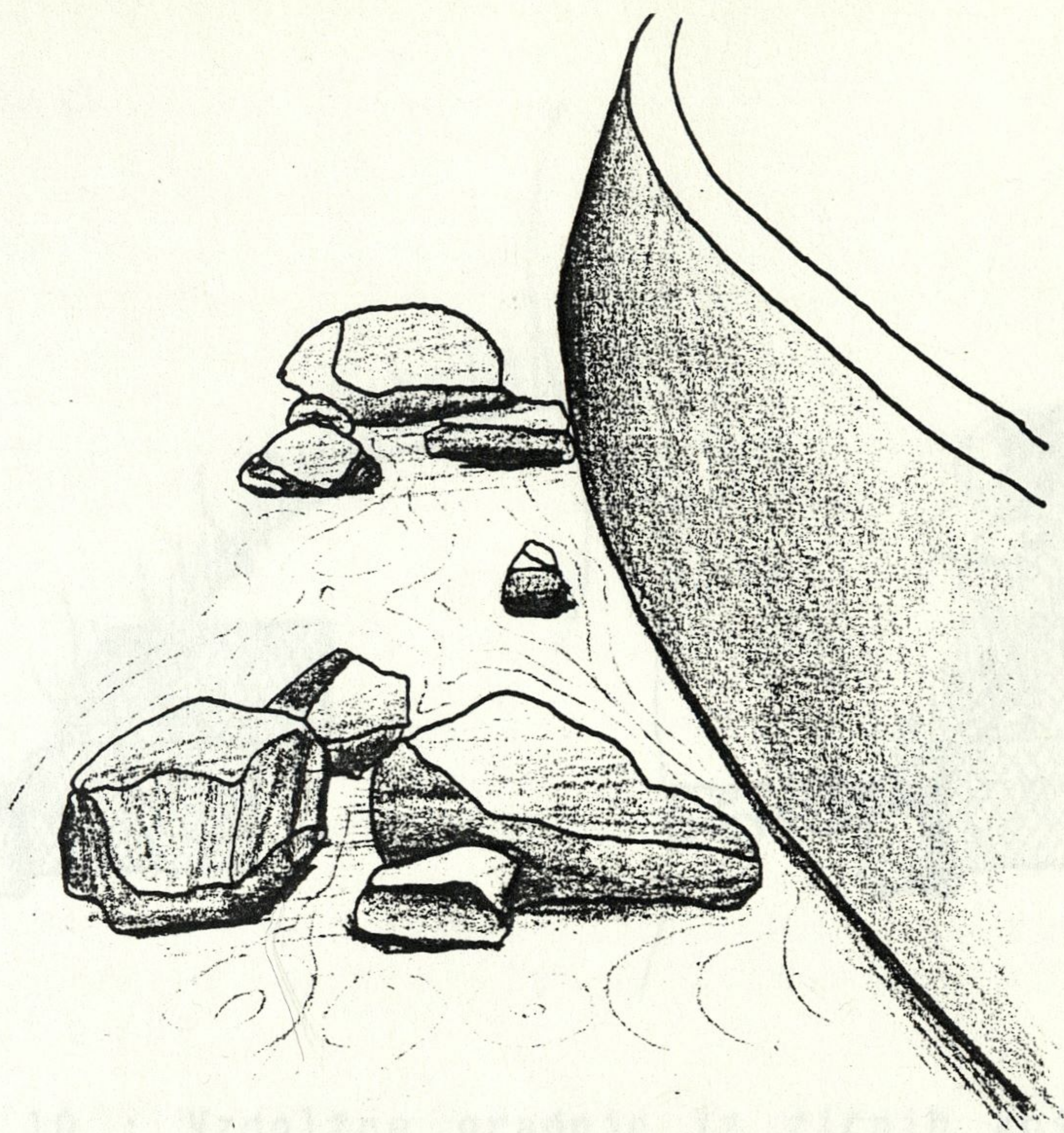
z rast-
stev kot



SKICA št. 7 : Ohradni zid z deflektorji v preusmerjevalniki (zgoraj) in še dodatno s skrivalisci za ribe (spodaj).

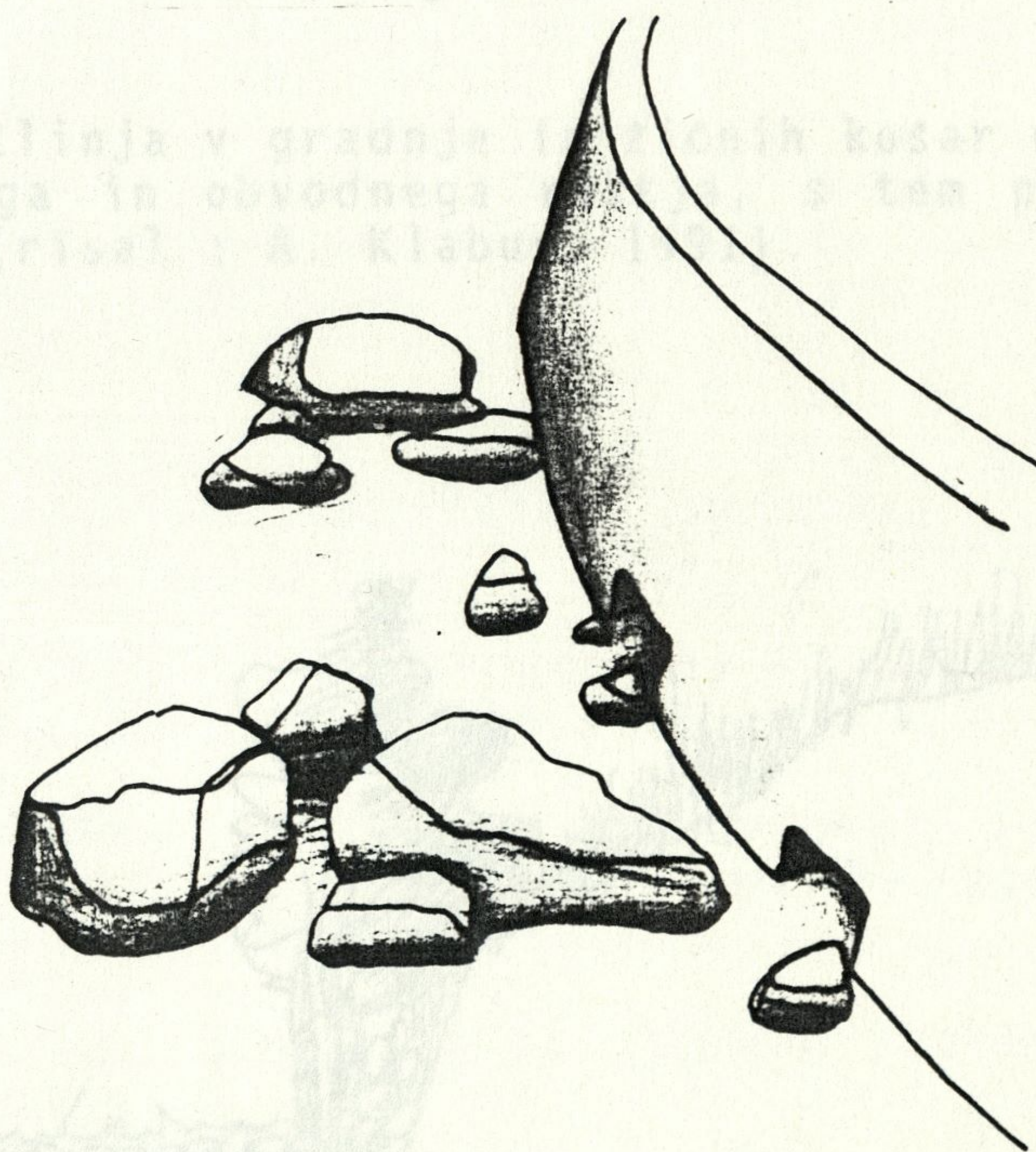
SKICA št. 8 : Koristno kombiniranje različnih gradiv z rastlinjem omogoča hitrejšo obnovo tako vodnih ekosistemov kot tistih, ki jih obdajajo (risal : A. Klabus, 1991).

kot ustrezno oblikovane odprtine v zidu (risal : A. Klabus, 1991).



SKICA št. 10 : Vzdolžna gradnja iz velikih kamnov z vnosom rastlinjem.

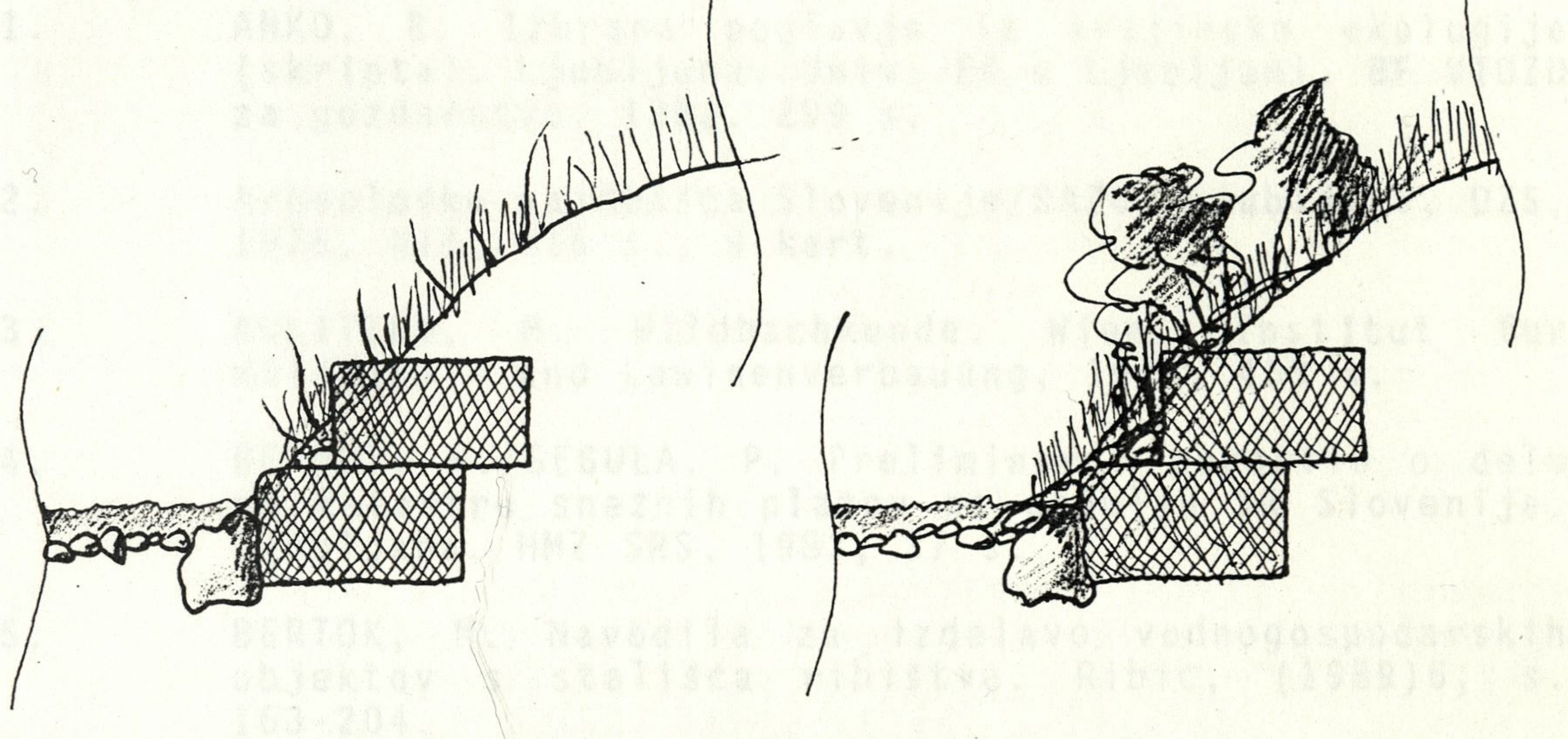
Vnosanje rastlinja v gradnje iz velikih kamnov omogoča hitrejšo obnovo vodnega in obvodnega ekosistema s tem pa tudi celotnih ekosistemov (risal : A. Klabus, 1991).



SKICA št. 9 : Obrežni zid z deflektorji - preusmerjevalniki (zgoraj) in še dodatno s skrivališči za ribe (spodaj).

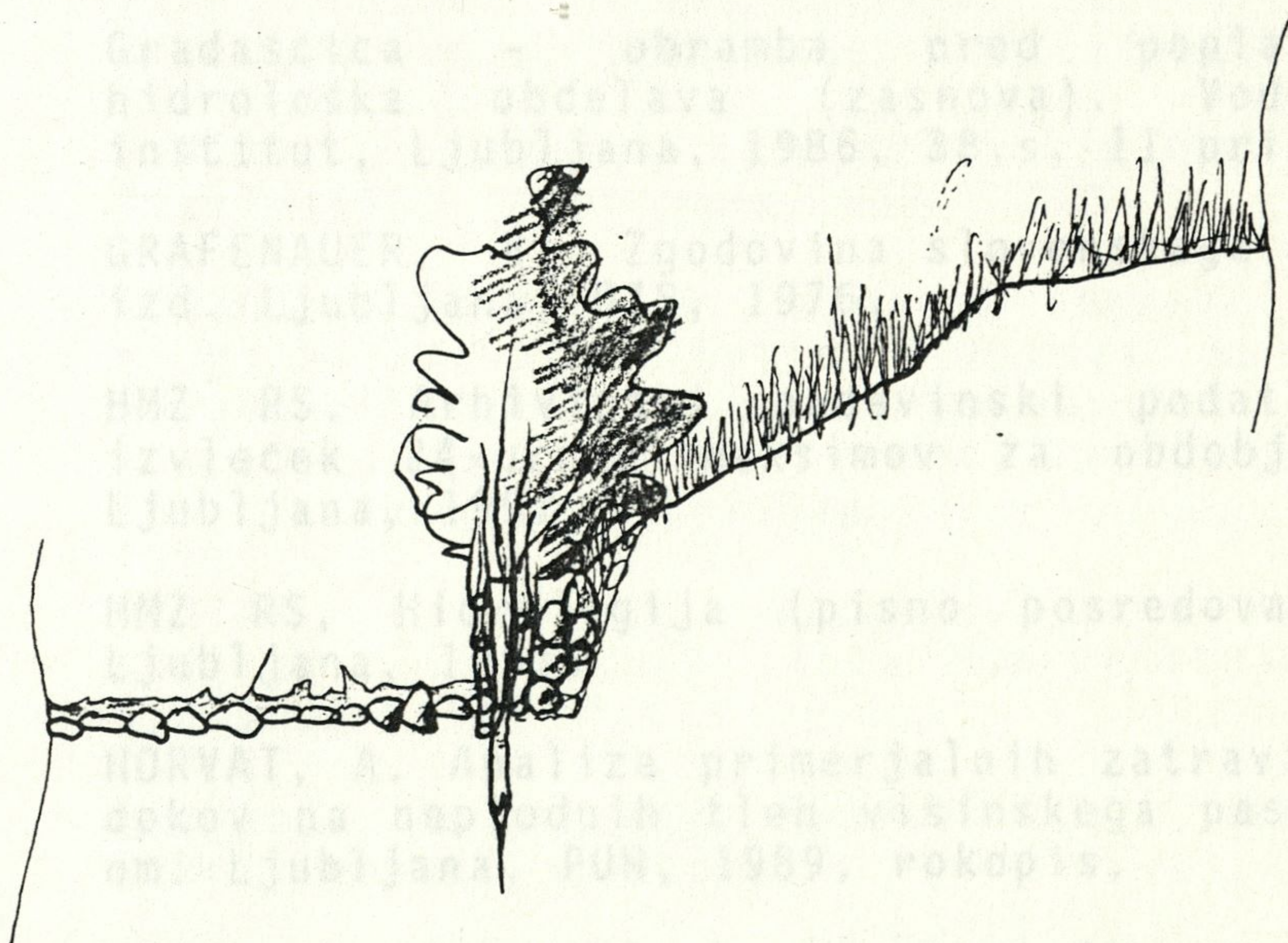
Z deflektorji dosegamo globinsko in širinsko razgibanost vodnega teka in oblikujemo tako ekološke niše, prikladne za nekatere vrste; ribja skrivališča omogočajo tako deflektorji kot ustrezno oblikovane odprtine v zidu (risal : A. Klabus, 1991).

11 REFERENCE



SKICA št. 10 : Vzdolžne gradnje iz žičnih košar z vnešenim rastlinjem.

Vnašanje rastlinja v gradnje iz žičnih košar omogoča hitrejšo obnovo vodnega in obvodnega rastja, s tem pa tudi celotnih ekosistemov (risal : A. Klabus, 1991).



SKICA št. 11 : Vzdolžno zavarovanje s popleti.

Uporaba vegetacijskih gradenj je zaželena na vseh primernih krajih, ker najhitreje in trajno zagotavljajo pestrost tako v vodnem ekosistemu kot v tistem, ki ga obdaja (risal : A. Klabus, 1991).

11 REFERENCE

1. ANKO, B. Izbrana poglavja iz krajinske ekologije (skripta). Ljubljana, Univ. EK v Ljubljani, BF VTOZD za gozdarstvo, 1982, 299 s.
2. Arheološka najdbišča Slovenije/SAZU. Ljubljana, DZS, 1975, XII, 415 s., 9 kart.
3. AULITZKY, H. Wildbachkunde. Wien, Institut für Wildbach - und Lawinenverbauung, 1975, 433 s.
4. BERNOT, F./ŠEGULA, P. Preliminarno poročilo o delu na katastru snežnih plazov na ozemlju SR Slovenije. Ljubljana, HMZ SRS, 1983, 37 s.
5. BERTOK, M. Navodila za izdelavo vodnogospodarskih objektov s stališča ribištva. Ribič, (1989)6, 197 s. 163-204.
6. FAZARINC, R. Hidrološka presoja in ugotavljanje posledic neurja v povodjih Lahomnice in Kozarice. Ljubljana, VGI, 1990, 22 s.
7. Gozdno gospodarstvo Ljubljana. Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Polhov Gradec 1986-1995. Ljubljana, GG Ljubljana, 1989, 207 s., 1 karta.
8. Gradaščica - obramba pred poplavami. Zv.2, hidrološka obdelava (zasnova). Vodnogospodarski inštitut, Ljubljana, 1986, 38.s, 11 prilog. površin - Preglednica. Ljubljana, VGI, 1983.
9. GRAFENAUER, B. Zgodovina slovenskega naroda. I. 3. izd. Ljubljana, DZS, 1976.
10. HMZ RS. Arhivirani padavinski podatki, avtorjev izvleček 24-urnih maksimov za obdobje 1925-1980. Ljubljana, 1991.
11. HMZ RS, Hidrologija (pisno posredovani podatki). Ljubljana, 1991.
12. HORVAT, A. Analiza primerjalnih zatratitvenih postopkov na neplodnih tleh višinskega pasu nad 1700 m nm. Ljubljana, PUH, 1989, rokopis.
13. HORVAT, A./ZEMLJIČ, M. Problematika urejanja hudourniških območij v Sloveniji. Gradbeni vestnik, 40 (1991) 1-2, s.3-5.
14. KOŠIR, Ž. Zasnova uporabe prostora - Gozdarstvo. Ljubljana, Zav. SRS za družbeno planiranje in IGLG BF, 1976, 145 s. 46 s., 1 karta.

15. Krajevi leksikon Slovenije. II. knj. Ljubljana, Državna založba Slovenije, 1971, s.393-441.
16. LUJIĆ, R. Šumske melioracije. Beograd, Šumarski fakultet, 1973, 415 s.
17. MARTINČIČ, A./SUŠNIK, F. Mala flora Slovenije. Ljubljana, CZ, 1984, 793 s.
18. MELIK, A. Posavska Slovenija. Ljubljana, SM, 1959, 595 s.
19. MLINŠEK, D. Pra-go zd v naši krajini. Ljubljana, BF VTOZD za gozdarstvo, 1989, 157 s.
20. Odlok o sprejetju urbanističnega načrta za območje krajinskega parka "Polhograjski dolomiti" za območje občin Ljubljana-Šiška in Ljubljana Vič-Rudnik. 1974. Uradni list SRS, XXXI, št.14, s.741-743.
21. Osn. geološka karta 1:100.000, KRANJ, list 33-65, s tolmačem. Beograd. zvez. geol. zav., 1976.
22. PINTAR, J. Snežni plazovi. Ljubljana, PUH, 1968, 69 s. 12 prilog.
23. PINTAR, J. Zasnova urejanja hribovja in gorovja - povzetek referata. V: "CIPRA 77", Bovec, september, 1977. Posvet o Regionalnem prostorskem urejanju alpskega sveta. Ljubljana, PUH/LIZ, 1977, s.1-6.
24. PINTAR, J. Osnutek kategorizacije nagibov površin - Preglednica. Ljubljana, VGI, 1983.
25. PINTAR, J./MIKOŠ, M. Izdelava smernic in normativov za globalno usmeritvijo urejanja po ekosistemih, pojavnostih in ekološki primernosti ter načinov gospodarjenja s povirji voda. Ljubljana, VGI, 1983, 106 s., tipkopis, polikop.
26. PINTAR, J. in sod. Vzpostavljjanje ravnovesja med povirji in vodotoki. Acta hydrotechnica, 7(1989)4, s.2-1 do 2-15.
27. Podjetje za urejanje hudournikov - arhivirani projekti, poročila, ocene.
28. Podjetje za urejanje hudournikov. Kataster hudourniških objektov - povodje Gradaščice. Ljubljana, PUH, 1991.
29. Pogozdovalna dela v Polhovem Gradcu - Kolavdacijski operat. Ljubljana, Gradbeni odsek za zgradbo hudournikov, 1938, 46 s., 1 karta.

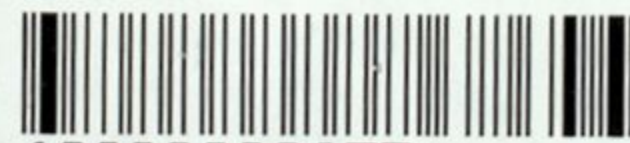
30. Poročilo o stanju okolja v SR Sloveniji. Poročevalec SR Slovenije, Ljubljana, XVI(1990)5/I, 71 s., 5/II, 69 s.
31. PUTRE, Ž. Veštačka pošumljavanja. Beograd, Poljo-privredno izdavaško preduzeće, 1948, 157 s.
32. Ribiška družina Dolomiti. Ribiško gojitveni načrt 1991-1995. Ljubljana, 1991.
33. RICKERT, K. Erfahrungen zur hydraulischen Charakterisierung von Gewässerquerschnitten. V:9. Seminar-landschaftswasserbau an der Technischen Universität Wien. Wien, Landschaftswasserbau, Bd.10, 1990, s. 453-500.
34. SLABE, M. Polhov Gradec. Kulturni in naravni spomeniki Slovenije. Zbirka vodnikov, št.164. Maribor, ZO, 1988, 62 s.
35. STANIČ, B. Hudournik Žirovnikov potok. Diplomski naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Gozdarski oddelek, 1963, 44 s.
36. STILINOVIĆ, S. Proizvodnja sadnog materiala šumskog i ukrasnog drveća i žbunja. Beograd, Inst. za šumarstvo šumarskog fakulteta u Beogradu, 1987, 454 s.
37. STILINOVIĆ, S./JAKOVLJEVIĆ, I. Šumske kulture i plantaže. Beograd, Zav. za udžb. i nast. sredstva, Beograd / Zav. za izd. udžbenika, Novi Sad, 1988, 161 s.
38. ŠTRANCAR, A. Poročilo k programu hudourniških del v dravski banovini v breme kredita v znesku 100.000.- Din iz fonda za pogozdovanje v gradbeni seziji 1937/38 ad br. 2418 z dne 16. aprila 1937. Ljubljana, Gozdnotehnični odsek za zagrado hudournikov, 1937, 4 s.
39. ŠTRANCAR, A. Ureditev hudournikov, njih izvor in delovanje na vodni režim. Ljubljana, Kmetijska zbornica, 1940, 38 s.
40. TRATNIK, J. Novi pogledi na urejanje vodotokov s stališča ekologije. Ljubljana, VGP Hidrotehnik, 1988, 72 s.
41. URBAS, P. Ureditev vodozbirnega območja Mačkov potok. Diplomski naloga. Ljubljana, FAGV, Gozdarski oddelek, 1960, 55 s.

42. Vodnogospodarski inštitut. Analiza razvojnih možnosti vodnega gospodarstva za obdobje 1991- 1995. Ljubljana, VGI, 1991, 133 s., tipkopis - polikop.
43. Zadrževanje visokih valov na Gradaščici - Zadrževalnik na Veliki Božni. VGP Hidrotehnik, TOZD Hidroinženiring, Ljubljana, 1983, 59 s., 1 načrt.
44. Zavod RS za statistiko. Pisno posredovani podatki iz popisov iz l. 1981 in 1991. Ljubljana, 1991.
45. ZEMLJIČ, M. Hudourniške pregrade racionalnih dimenzij. Zbornik Inštituta za gozd. in les. gospodarstvo, 5(1967), s.213-234.
46. ZEMLJIČ, M. Trojni elaborat: Erozijska in plavine v povodjih Save, Drave in Pomurja ter Soče in drugih jadranskih pritokov. Ljubljana, 1969-70, tipkopis - polikop., 16 s., 25 tabel in Erozijska karta SRS 1:200.000.
47. ZEMLJIČ, M. Stanje, problemi i suvremene metode za borbu protiv erozije i bujica - sveska 5, SR Slovenija. Ljubljana, 1970, tipkopis - polikop., 22 s., 3 tabele, 1 karta.
48. ZEMLJIČ, M. Urejanje hudourniških območij - predavanja. Ljubljana, GO BF, 1979/80, zapiski, ca 110 polikopiranih risb, preglednic, obrazcev, grafov.

GOZDARSKA KNJIŽNICA

BFGO K MD

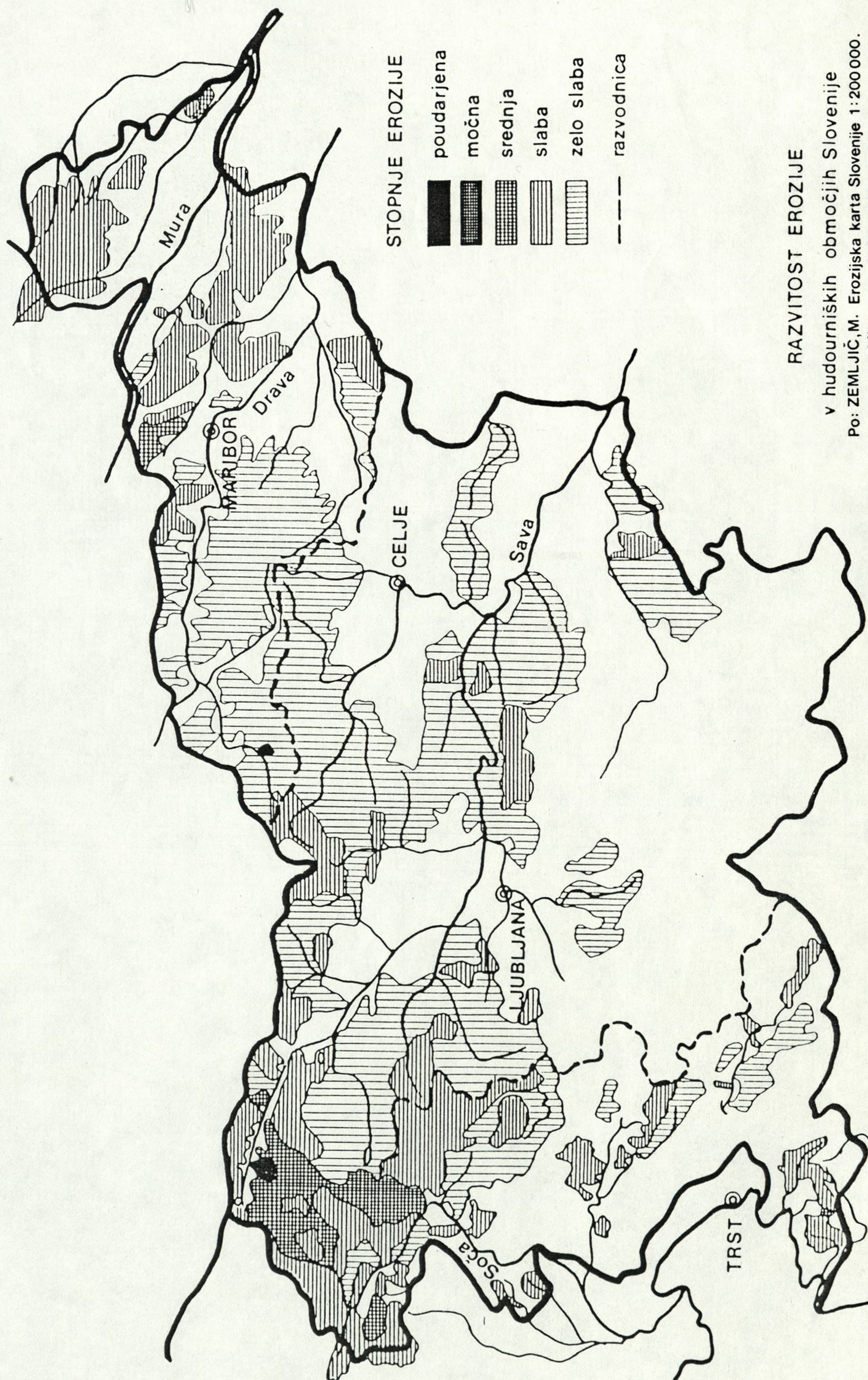
47



10000000875

COBISS

GIS BF - GOZO.



PRILOGA 2

18	T_2^{2-3}	Plastovit in pasovit dolomit, redko apnenec-glavni dolomit (norik in ret)
19	T_3^1	Pisan peščenjak, argilit, tufit, apnenec, ponekod z rožencem (jul, tuval-karnik)
20	T_3	Baški dolomit in apnenec z rožencem (tuval, norik, ret)
21	$T_{2,3}$	Siv in rumenkast pretežno ploščast apnenec z rožencem-Skofja Loka (ladin, karnik)
22	$T_{2,3}$	Psevdoziljski skladi-temno siv drobnik, alevrolit in gina: skrilavec, tuf tufit, temno siv apnenec, ponekod vložki pasovitega apnenca (a)- (ladin, karnik)
23	ηT_2^2	Keratofir, porfir, porfirit in njihovi piroklastiti; vložki apnenca (a)- (ladin)
24	$\beta \beta T_2^2$	Diabazi, spliti, bazični porfirit, piroklastiti (ladin)
25	T_2^2	Svetlo siv neplastovit apnenec (zg. ladin)
26	T_2^2	Svetlo siv kristalast dolomit (zg. ladin)
27	T_2^2	Piroklastiti, apnenec (sp. ladin)
28	T_2^2	Konglomerat, peščenjak (sp. ladin)
29	T_2^1	Dolomit, ploščasti apnenec (aniz)
30	T_2	Neplastovit dolomit (aniz, ladin)
31	T_1	Laporni apnenec, dolomit, peščen skrilavec, oolitni apnenec (skit)
32	P_3	Temno siv apnenec in dolomit-žajarske plasti (zg. perm)
33	$\beta \beta$	Diabaz (sr. perm)
34	P_2^2	Gründenski skladi-rdeč peščenjak, alevrolit, prehodi v skrilavec in konglomerat (sosijska stopnja-sr. perm)
35	P_2^2	Gründenski skladi-zelenkasto siv peščenjak, alevrolit, prehodi v skrilavec in konglomerat (sosijska stopnja-sr. perm)
36	C.P	Glinast skrilavec alevrolit, peščenjak in konglomerat (permokarbon)

GRADAŠČICA nad Žerovnikom

1 : 50 000

Izrez iz OSNOVNE GEOLOŠKE KARTE 1:100 000
KRANJ, L 33-65. Bgd., Zv. geol. zav., 1976



GRADAŠČICA nad Žerovnikom

KARTA POKROVNOSTI –
 – UPORABE PROSTORA
 1 : 50 000

LEGENDA:

borovi gozdovi

- | | |
|----|-----------------------|
| MP | 1. Myrtillo - Pinetum |
| GP | 2. Genisto - Pinetum |

jelovi gozdovi

- | | |
|----|----------------------------|
| DA | 6. Dryopterido - Abietetum |
| BA | 7. Bazzanio - Abietetum |
| NA | 8. Neckero - Abietetum |

bukovi gozdovi

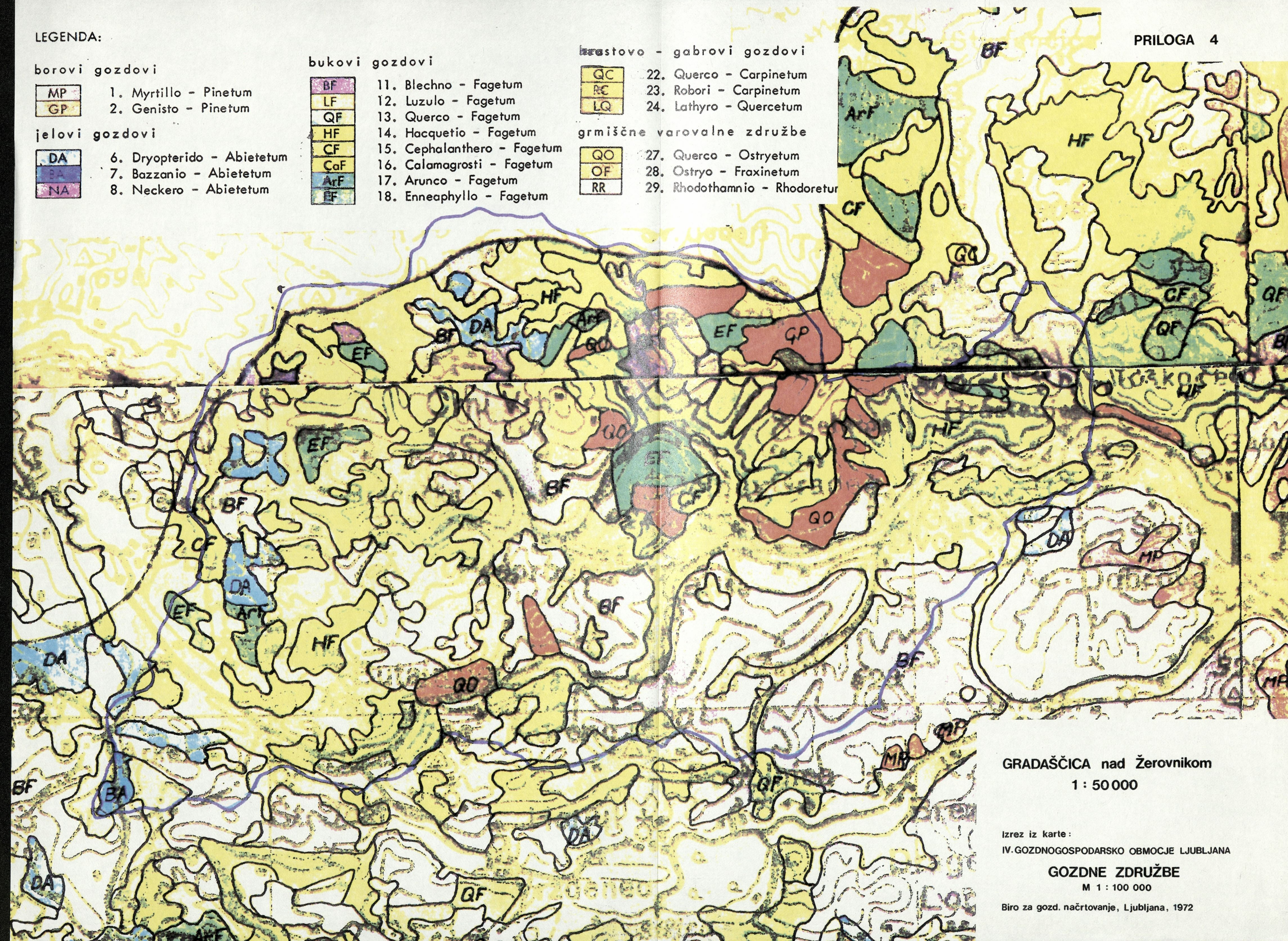
- | | |
|-----|-----------------------------|
| BF | 11. Blechno - Fagetum |
| LF | 12. Luzulo - Fagetum |
| QF | 13. Querco - Fagetum |
| HF | 14. Hacquetio - Fagetum |
| CF | 15. Cephalanthero - Fagetum |
| CaF | 16. Calamagrosti - Fagetum |
| ArF | 17. Arunco - Fagetum |
| EF | 18. Enneaphyllo - Fagetum |

hrastovo - gabrovi gozdovi

- | | |
|----|-------------------------|
| QC | 22. Querco - Carpinetum |
| RC | 23. Robori - Carpinetum |
| LQ | 24. Lathyro - Quercetum |

grmiščne varovalne združbe

- | | |
|----|-------------------------------|
| QO | 27. Querco - Ostryetum |
| OF | 28. Ostryo - Fraxinetum |
| RR | 29. Rhodothamnio - Rhodoretum |

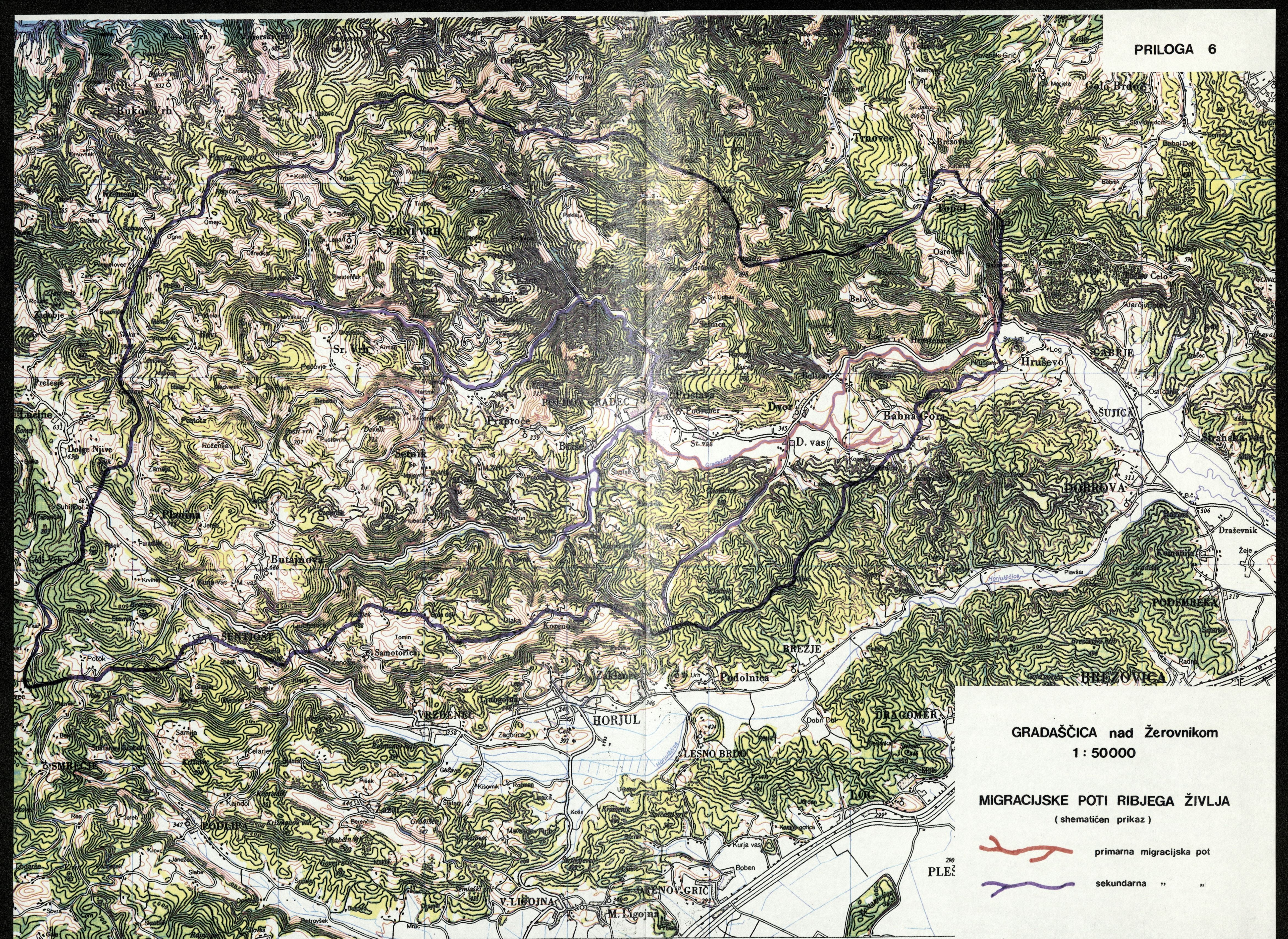


GRADAŠČICA nad Žerovnikom
1 : 50 000

Izrez iz karte:
IV. GOZDNOGOSPODARSKO OBMOCJE LJUBLJANA
GOZDNE ZDRUŽBE
M 1 : 100 000

Biro za gozd. načrtovanje, Ljubljana, 1972





GRDAŠČICA nad Žerovnikom
1: 50000

MIGRACIJSKE POTI RIBJEGA ŽIVLJA
(shematičen prikaz)

-  primarna migracijska pot
-  sekundarna " "

PLEŠ



GRDAŠČICA nad Žerovnikom

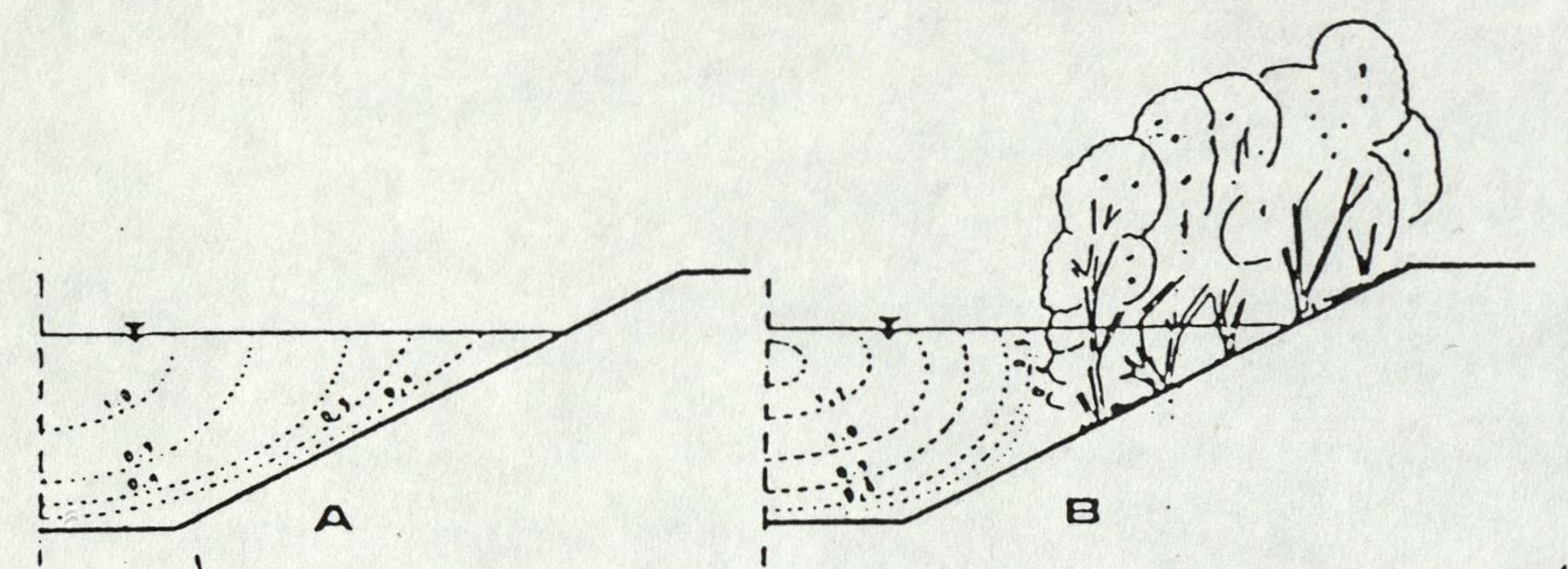
1 : 50 000

IZVEDENA HUDOURNIČARSKA DELA

(shematičen prikaz)

-  prečne zgradbe
-  enostranske vzdolžne zgradbe
-  obojestranske vzdolžne zgradbe – kinete in regulacije

RENATURALIZACIJA VODOTOKOV



A ... ohne.
B ... mit Strauch- und Baumbewuchs

Abb. 7: Bewuchs im Abflußprofil und seine Auswirkungen auf die Geschwindigkeitsverteilung (HONSOWITZ/HINTERLEITNER, 1989)

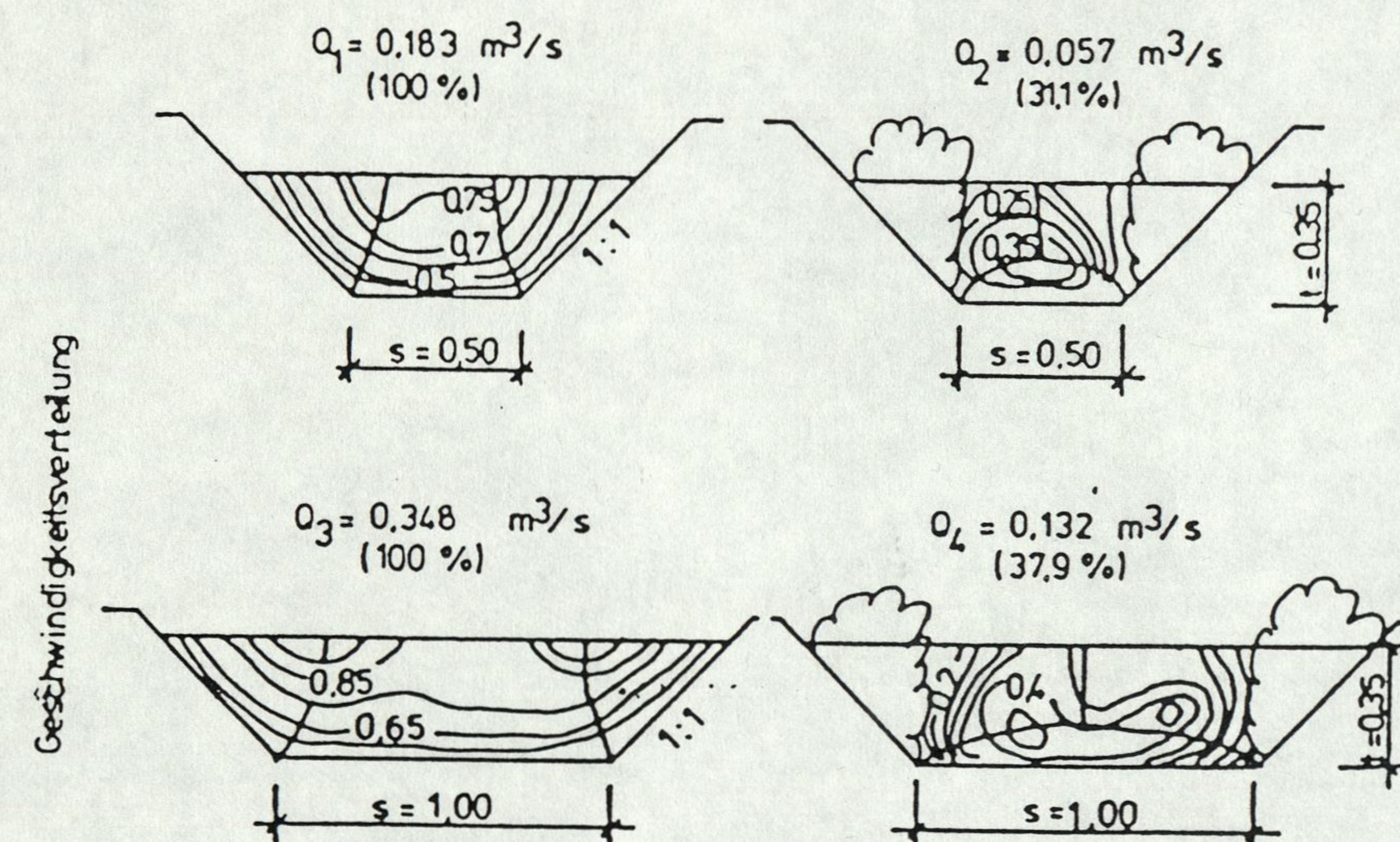


Abb. 1: Meßergebnisse von FELKEL, 1960

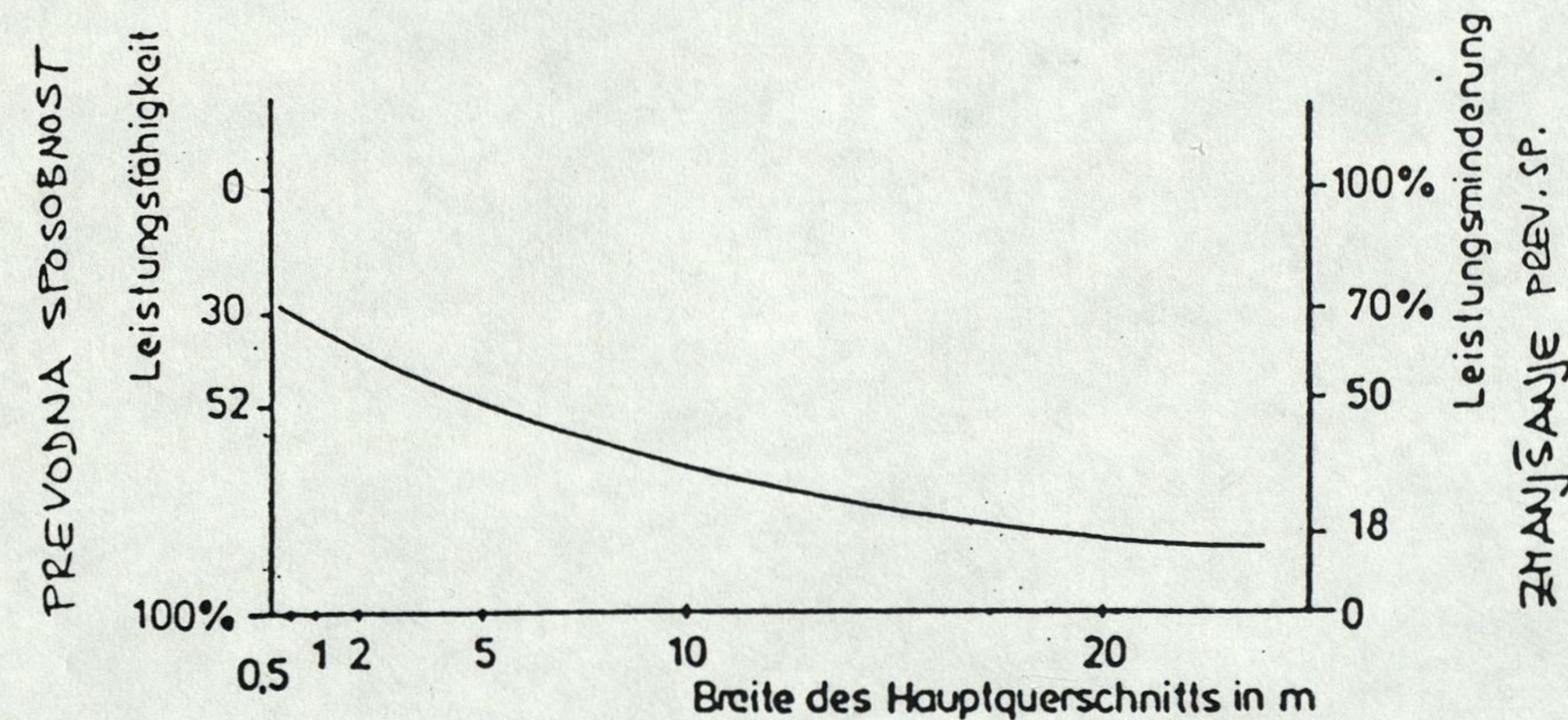


Abb. 2: Zu erwartende Leistungsminderung infolge Gehölzbewuchses bezogen auf einen Querschnitt ohne Bewuchs

Leistungsfähigkeit des Querschnitts

ohne Bewuchs:

$$Q = v_{\text{vor}} \cdot A_{\text{vor}} + v_F \cdot A_F$$

$$Q = 1.4 \cdot 10.7 + 1.77 \cdot 25.2 = 59.6 \text{ m}^3/\text{s}$$

mit Bewuchs:

$$Q = v_{\text{vor}} \cdot A_{\text{vor}} + v_F \cdot A_F + v_{\text{Bösch}} \cdot A_{\text{Bösch}}$$

$$Q = 0.85 \cdot 10.7 + 1.55 \cdot 20.5 + 0.17 \cdot 4.7 = 41.7 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\Delta Q = 17.9 \text{ m}^3/\text{s}$$

d.h., die Leistungsfähigkeit vermindert sich um 30 %.

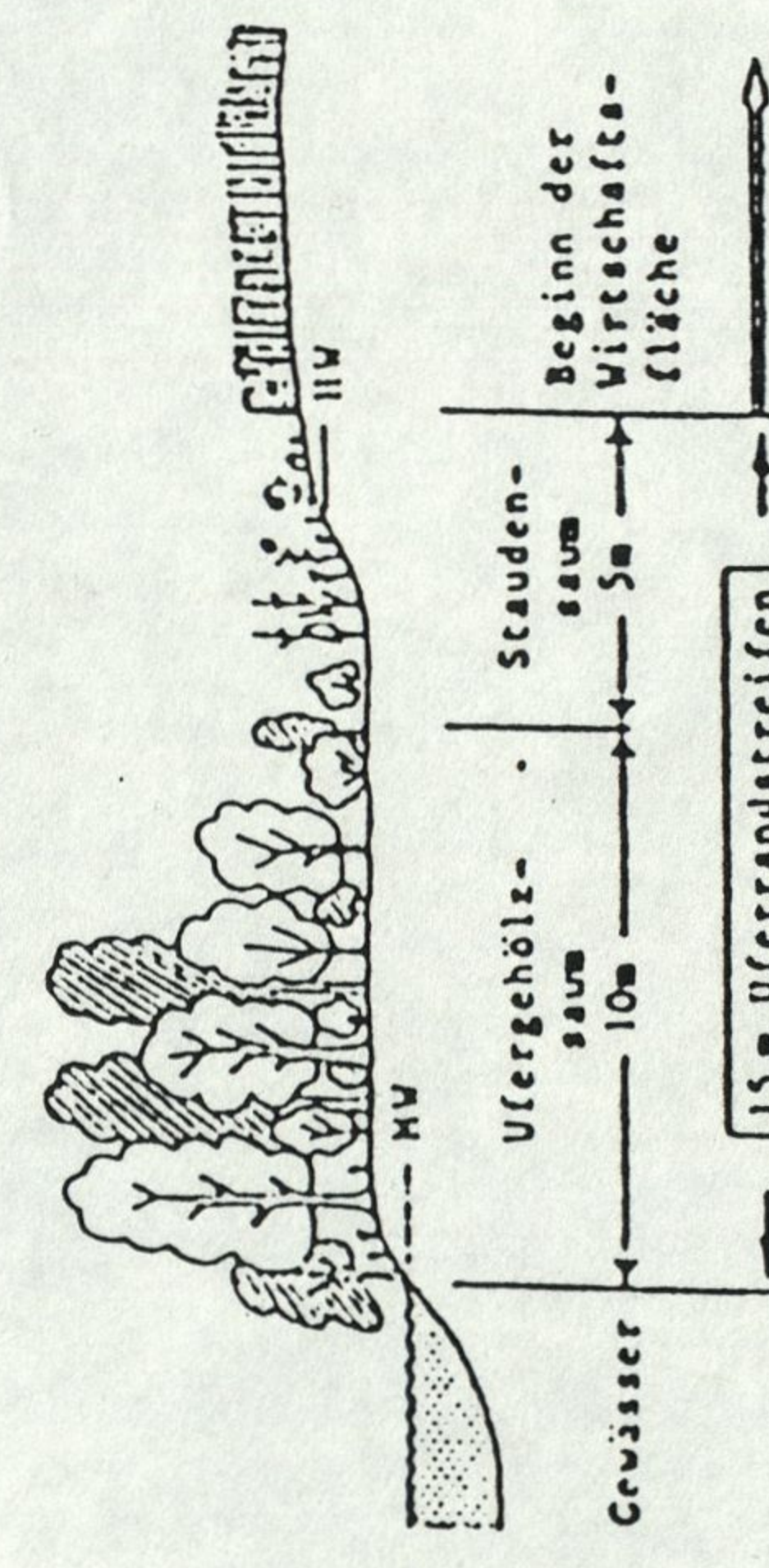
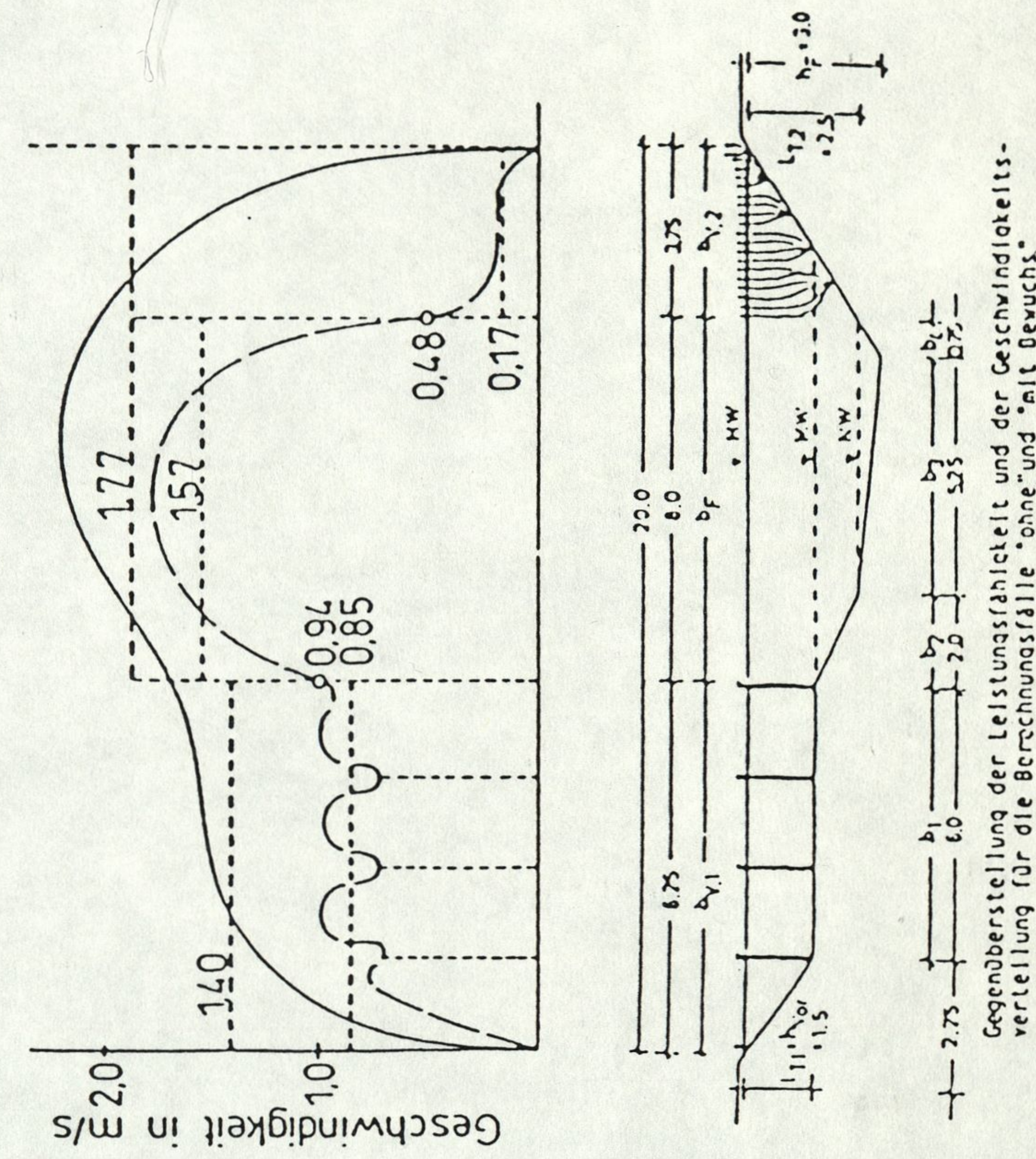


Abb. 9: Profil eines ökologisch vorteilhaften Uferandstreifens (nach KARTHAUS, 1990)

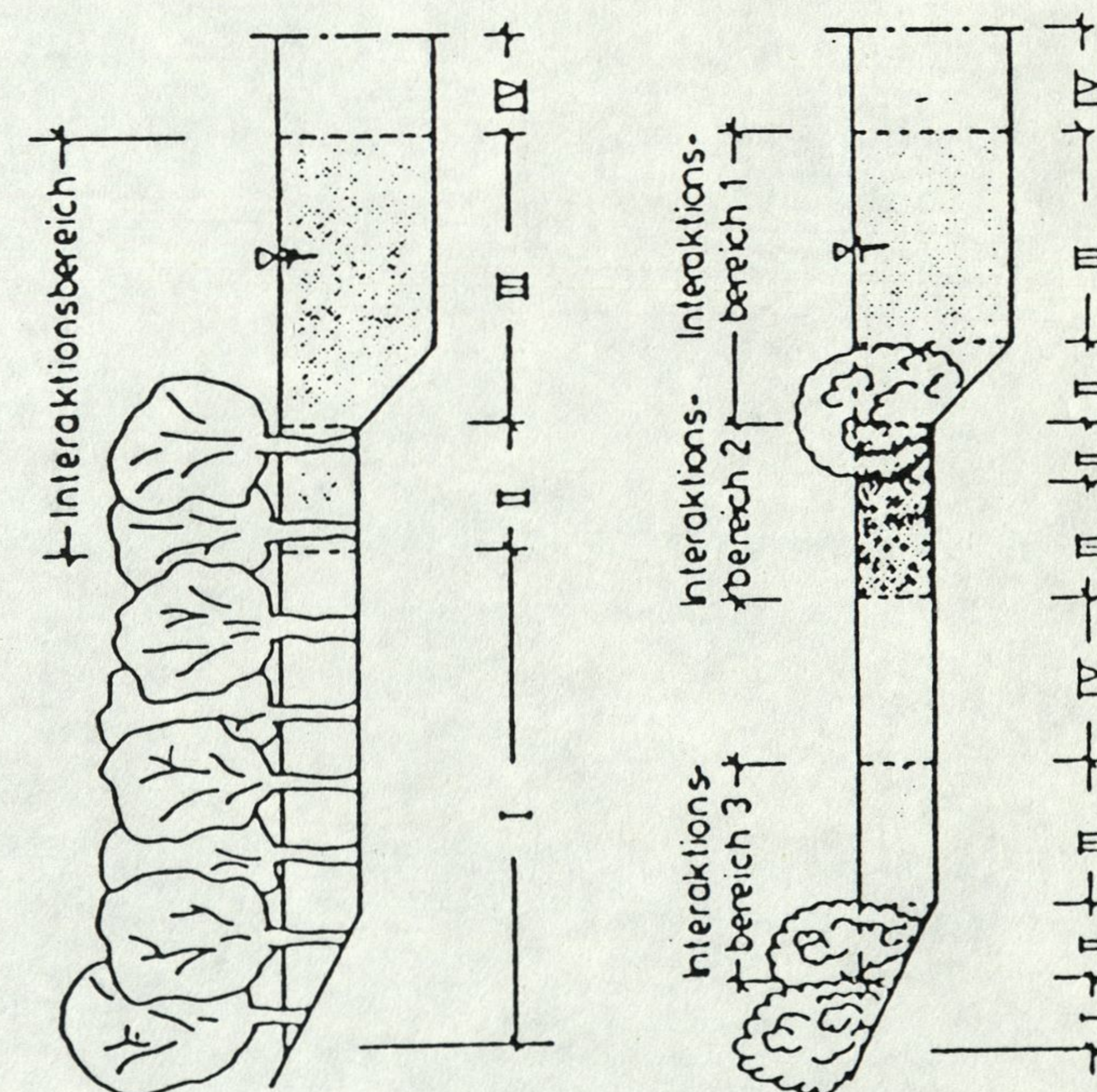


Abb. 5: Qualitative Darstellung der Querschnittsaufteilung in verschiedene Abflußbereiche für drei Beispiele eines gegliederten Profils (halbseltige Darstellung).

OSNUTEK KATEGORIZACIJE NAGIBOV POVRŠIN

PODLOGE SO DRŽAVNE TOPOGRAFSKE KARTE (M 1:5000) S PRIKAZANIMI GRAVITACIJSKIMI OBMOČJI - MEJAMI POVRŠIJ VOODOKOV, POMANJŠANE V M 1:10 000

RAZVRSTITEV NAGIBOV POVRŠIN

KATEGORIJA (BARVA)	NAZIV VRSTA	NAGIB POVRŠIN	RAZVRSTITEV NAGIBOV POVRŠIN	OSTALE RABE	PRIPOMBE DOPOLNILA
0	TEMNO ZELENA	0-5	RAVNI	PRIMER - NOST	10
1	ZELENA	6-15	položna	PRIMER - NOST	
2	TRAVNO ZELENA	16-25	položna	PRIMER - NOST	
3	RUMENO ZELENA	26-35	zmerno strma	PRIMER - NOST	
4	RUMENA	36-45	strma	PRIMER - NOST	
5	SLONO-ROŠČENA	46-55	strma	PRIMER - NOST	
6	OKER	56-65	zelo strma	PRIMER - NOST	
7	SIENA	66-85	PLAZINE	PRIMER - NOST	
8	ŽGANA SIENA	86-160	DRSINE	PRIMER - NOST	
9	SEPIA	>160	VESINE	PRIMER - NOST	
10		>58		PRIMER - NOST	

VIŠINSKI PASOVI

SO PODANI S 100-M SLOJNICAMI, KATERIH ŠTEVILČNE OZNAKE
NAKAZUJEJO SMER PADANJA TERENA

OBLIKOVITOST IN HRAPAVOST POVRŠIN

PRILAGODA Z IMENSKIMI OZNAMAMI, KATERIH
- PRVI ČLEN KAZE OBLIKOVITOST POVRŠIN A - RAVNO, B - VALOVITO, C - TERASASTO, D - JARKASTO
- DRUGI ČLEN KAZE OBLIKOVITOST POVRŠIN E - RAVNO, F - VALOVITO, G - TERASASTO, H - JARKASTO
- TRETJI ČLEN KAZE OBLIKOVITOST POVRŠIN I - RAVNO, J - VALOVITO, K - TERASASTO, L - JARKASTO
- ČETRTI ČLEN KAZE OBLIKOVITOST POVRŠIN M - RAVNO, N - VALOVITO, O - TERASASTO, P - JARKASTO
PRIMER TERASASTO POVRŠINE, KATERA JE 80% POVRŠINE S POVRŠINO 50 CM DEBELINA SAMCIMA.
(OZNAČENJE) C 08 5 90

PRIPOMBE

Nazive pomembnih kategorij pripadajočih površin smo povzeli iz dinamične snovne zbirke.
Podane so najprej vrednosti, ki so na vsaki strani analize tipičnih območij.
Za vse in 20 Seča Zbirke vrednosti uporabnosti so potrebne in le orientacijske značilnosti.
V tabeli, ki prikazuje razporeditev pomembnih kategorij nagibov po vrstah, je podana na osnovi digitalnega modela SRS-500 (sua približno usrednjena) podana vrednost 200 m. V tabeli, ki prikazuje pomembne značilnosti, so podane vrednosti, ki so na vsaki strani analize tipičnih območij.

