

RAZPRAVE

UDC
UDK 911.2:628.12 (497.12) = 863

ONESNAŽENOST SLOVENSКИH REK IN NJENE POKRAJINSKE ZNAČILNOSTI¹

Prispevek k regionalni geografiji Slovenije

Darko Radinja*

1. Širjenje onesnaževanja

V povojnem času so naše reke doživele velike spremembe. Prva leta po vojni so bile še čiste, dvajset let kasneje pa že umazane. Onesnaževanje rečne vode se je tako hitro širilo in stopnjevalo, da smo okrog leta 1970 govorili o splošni onesnaženosti naših rek. Ta je namreč poleg večjih zajela tudi že manjše vode.

Iz prvih obsežnejših raziskav Hidrometeorološkega zavoda SRS (Hribar, 1972) smo izračunali, da je bilo v Sloveniji 1971. leta 30 rek v skupni dolžini 2000 km, ki so bile tako ali drugače degradirane. Takšne pa so bile vse večje vode, kakor so potrdile biološke, kemične in druge analize, ki so jih tedaj opravili na prvih 64 krajih, izbranih v ta namen. Od tega je bilo 20 rednih merilnih mest, 30 dodatnih in 14 občasnih. Onesnaženi so bili sicer še drugi tokovi, vendar jih takratne raziskave niso zajele, saj je prvo omrežje postaj za ugotavljanje kakovosti površinskih voda šele nastajalo.

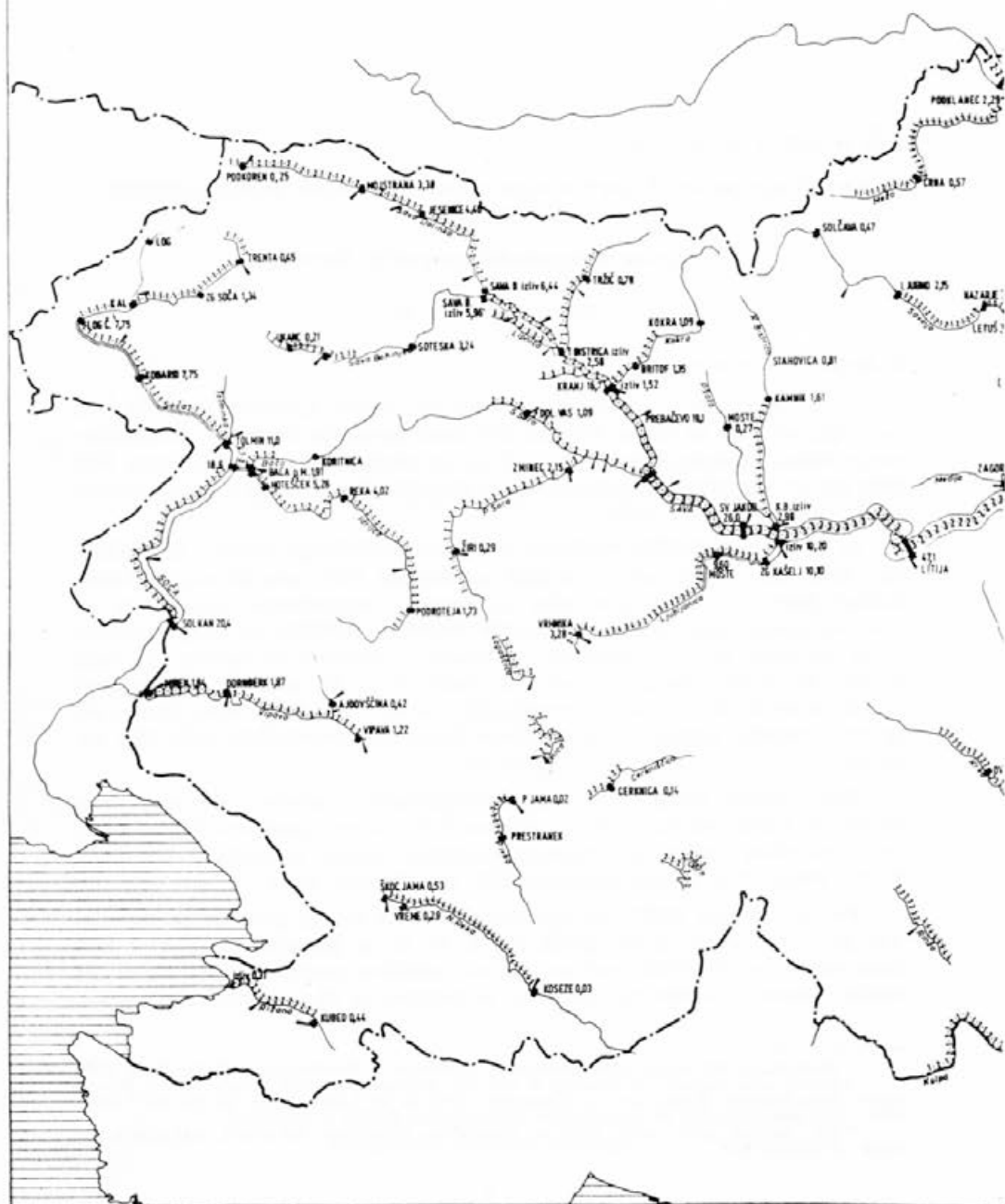
Ker predtem takih raziskav ni bilo, nimamo vpogleda, kako se je onesnaženost naših rek širila in stopnjevala.² Ta razvoj spoznamo lahko kvečjemu posredno s pomočjo urbanega in industrijskega razmaha v tem času, ki sta poglavitna vzroka onesnaženosti površinskih voda.

Pet let kasneje (1976) so ugotovili, da je 49 rek in potokov zamazanih, kar je 19 več kakor prvič (ZVS, 1977). To še ne pomeni, da se je v tem času onesnaženost širila, pač pa, da so raziskave medtem zajele še druge vodne tokove. Opazovalna mreža se je namreč za 22 opazovališč povečala,

¹ Referat na XI. zborovanju slovenskih geografov v Mariboru od 28. do 30. 6. 1978.

² Dotlej smo poznali le podatke o devetih najpomembnejših rekah (Save, Drave, Mure, Soče, Savinje, Krke, Idrijce, Kamniške Bistrice in Ljubljanske), ki jih je v letih 1948—1967 zbral Inštitut za zdravstveno hidrotehniko FAGG v Ljubljani.

* Dr., izredni univ. prof., PZE za geografijo, Filozofska fakulteta, Aškerčeva 12, 61000 Ljubljana, YU.



tako da jih je bilo skupno 86. Na vrsto so prišle še zadnje večje vode, ki jih dotlej še niso analizirali (Sotla, Rižana, Mirna), predvsem pa vrsta kraških voda — Rinža, Cerknjščica, Unica, Logaščica in Hubel. Raziskave omenjajo še nekaj manjših voda, kjer pa stopnje onesnaženosti niso do-
ločili.

Ko govorimo o splošnem onesnaženju naših rek, mislimo na to, da se na vseh vodah pojavlja zamazanost bodisi v celoti, na vsem vodnem toku, ali vsaj deloma. Kratkotamo ni več reke, ki bi bila povsem čista. Takšni so kvečjemu potoki v odročnih krajih, pri večjih vodah pa le najzgornejši, povirni deli.

Kako pogosta je onesnaženost rek v Sloveniji, prikazuje razmerje med čistimi in umazanimi deli rek. Podoba, ki jo na ta način dobimo, je sicer pomanjkljiva, ker primerjamo med seboj različno velike in različno vodnate reke, a je za osnovni pregled vendarle značilna.

Poglejmo naprej, kakšno je razmerje pri rekah, kjer so onesnaženost že doslej analizirali; te so namreč naše največje in najpomembnejše vode. Od skupne dolžine so štiri petine teh rek onesnažene in le petina je čistih. Ker so čisti le njihovi zgornji deli, ki so najmanj vodnati in pomembni, je to razmerje še slabše. Če pa primerjamo le dejansko onesnažene dele rek (2350 km) in vse pomembne vodne tokove (2200 km), spoznamo, da so ti že v celoti onesnaženi, poleg tega pa še drugi, manj pomembni. Ugodnejše razmerje dobimo le, če primerjamo onesnažene odseke rek z vsemi vodami, ki so daljše od 20 km. Ker je teh v Sloveniji 4719 km (ZVS, 1977), jih je onesnažena že približno polovica. Prezreti pa ne smemo, da je zamazanih še veliko drugih potokov, ki jih doslej še niso raziskali. Še manj ugodno je razmerje med količino čiste in onesnažene rečne vode, kajti spodnji, najbolj vodnati deli rek so praviloma tudi najbolj onesnaženi. Zato je količina onesnažene vode vsaj desetkrat večja od čiste. Upravičene so torej trditve o splošni onesnaženosti naših rek, čeprav ta, kakor bomo še spoznali, ni stalna, temveč se preko leta precej spreminja in ob visokih vodah skoraj zbledi.

Splošno onesnaženost rek ponazarjata tudi ustrezni karti (Hribar, 1972; ZVS, 1977). Z nju spoznamo, da so se čiste vode obdržale pravzaprav samo v alpskem svetu. Edino v njem je sklenjeno področje čistih voda, ki odteka iz povirnih Julijskih in Kamniško-Savinjskih Alp, Karavank in Pohorja. Čiste so Sava Dolinka do Kranjske gore, Sava Bohinjka do Bohinjske Bistrice, Soča do Bovca, Kokra do Preddvora, Savinja do Luč itd. Že v sosednjem predalpskem hribovju so čiste vode redke, medtem ko so na subpanonskem in submediteranskem obrobju, vključno s kraškim svetom notranje Slovenije, že povsod vsaj zmerno onesnažene.

Primerjava med leti 1971 in 1976 sicer kaže, da se onesnaženost rek bistveno ne širi več. Višek smo očitno dosegli že predtem. Degradiranje naših rek se je potemtakem izredno razmahnilo. Ves razvoj smo praktično doživeli v pičlih dveh desetletjih (1951—1971). Od lokalne onesnaže-

nosti na začetku je po vmesni kratkotrajni regionalni onesnaženosti prišlo do sklenjenega onesnaženja rek.

2. Stopnje onesnaženosti

Poleg splošne zamazanosti rek je za Slovenijo značilno še to, da je ta zamazanost tudi zelo izrazita. Njena stopnja je namreč visoka (glej karto). Od 2350 km umazanih voda je približno 45 % zmerno onesnaženih (1. do 2. in 2. r.), 35 % srednje onesnaženih (2. do 3. in 3. r.) in kar 20 % močno onesnaženih (3. do 4. in 4. r.)³. Ta razmerja so sicer le približna, čeprav smo jih sestavili po posameznih podatkih Zveze vodnih skupnosti Slovenije. Kajti za natančno ugotavljanje različno onesnaženih rečnih odsekov je merilna mreža še preredka.

Naglasiti je treba, da prikazana onesnaženost ni stalna oziroma poprečna, temveč je taka le ob srednje nizki vodi, ko so reke najbolj umazane in razmere najbolj kritične. Prikazana je torej skoraj skrajna onesnaženost rek. Zato vso pozornost usmerjamo na poletne vode, čeprav bi bilo koristno vedeti tudi to, kako onesnaženost koleba preko leta, vendar je o tem še premalo podatkov. Videti pa je, da se degradacijski režim v glavnem ujema s pretočnim: na večini rek je največja onesnaženost poleti (1. višek) in pozimi (2. višek), najmanjša spomladi (1. nižek) in jeseni (2. nižek). Drugače je zlasti pri Dravi, Muri, Rižani in še nekaterih vodah.⁴ Več vemo o tem, kako so onesnažene vode razporejene, kajti onesnaženost se razlikuje od reke do reke pa tudi pri istih rekah se ob toku spreminja zaradi različnih naravnih osnov posameznih voda in zaradi raznovrstnega onesnaževanja. Ker so reke različno velike, različno vodnate in dinamične, viri onesnaževanja pa neenakomerno razporejeni in različno močni, srečujemo na njih različna degradacijska zaporedja.

Karta kaže, da vode najbolj onesnažujejo večji industrijski kraji, še posebno, če so blizu skupaj, npr. v Ljubljanski kotlini. Toda tudi manjša industrija močno osnesnažuje vode v vseh manjših dolinah, ki v povirni Sloveniji prevladujejo, npr. Dravinja pod Slovensko Bistrico. Podobno vlogo imajo kraji z zastarelo oziroma »umazano«⁵ industrijo (Celje, Jesenice, Krško) in prav tako rudarski kraji, stisnjeni v ozkih, stranskih dolinah, npr. v Zasavju, Mežiški dolini in drugod.

Splošna onesnaženost naših rek je predvsem posledica razpršene industrije, ki manjše vode, značilne za povirno Slovenijo, hitro in močno onesnaži. Slovenija je primer, kako se v gorati in povirni, čeprav močno odtočni pokrajini onesnaženost voda kmalu razširi in stopnjuje že ob razmeroma zmerni industrializaciji in urbanizaciji. Kajti šibka, čeprav gosta rečna mreža ima s svojimi hudourniški in drugimi potezami ob

³ Tekoče vode razvrščamo v 4 kakovostne razrede (1 do 4) in 3 vmesne prehode (1/2, 2/3, 3/4), skupno na 7 stopenj. V 1. r. so čiste vode, v 2. r. zmerno onesnažene, v 3. r. srednje onesnažene in v 4. r. močno onesnažene. Stopnje onesnaženosti temelje na standardnih bioloških (saprobnost) in kemičnih analizah (Liebmann, 1951). Stopnja 2/3 pomeni, da ima reka poteze drugega in tretjega razreda (Načrt Uredbe zveznega izvršnega sveta o klasifikaciji vodotokov, 1974).

⁴ Največ množičnih poginov rib je poleti, ko so vode nizke in tople. Občasne, nenadne zastrupitve voda pomenijo dodatno degeneracijo.

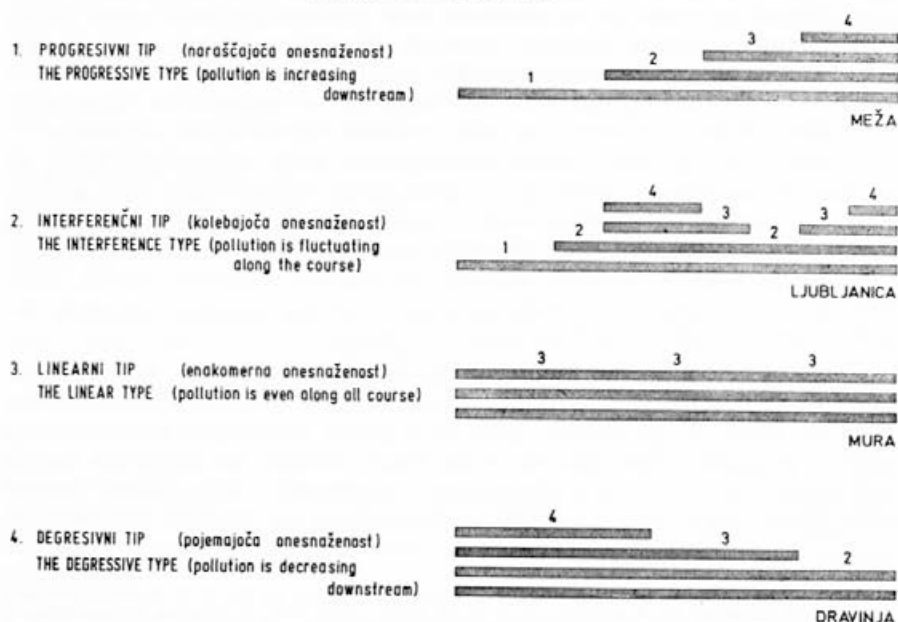
obeh nižkih pluvio-nivalnega in nivo-pluvialnega odtočnega režima premalo vode. Tega tudi nagla izmenjava rečne vode, ki je posledica goratosti in velikega strmca dolin, ne more bistveno popraviti.

3. Degradacijski režimi

Za številne naše reke je značilno, da onesnaženost s tokom narasča. Progresivni tip onesnaževanja kaže, kako degradacijska dinamika presega naravno regeneracijo voda. Zato je hidrološko in biološko ravnotežje rek načeto in ob toku navzdol čedalje bolj porušeno. Ponekod je to pripeljalo celo do skrajnega onesnaženja voda in do mrtvih (abiotičnih) rečnih odsekov. Zamazanost se s tokom veča zaradi prehudega in prepogostega onesnaževanja. Včasih pa je vodni tok prekratek, da bi se mogel po naravni poti očistiti. Progresivni tip onesnaževanja je značilen za srednje velike reke, zlasti za Mežo (1 — 1/2 — 3 — 4), Kamniško Bistrico (1 — 2 — 3 — 4), Ščavnico (1 — 2 — 3 — 3/4 — 4), Soro (1 — 1/2 — 2 — 3 — 4) in Rižano (1 — 2 — 3)⁵. Pri vseh teh vodah se onesnaženost ob toku stopnjuje in doseže v spodnjem delu največjo degradacijo — tretjo ali četrto stopnjo (glej diagram).

DEGRADACIJSKA ZAPOREDJA SLOVENSКИH REK (shematični prikaz)

DEGRADATION SUCCESSIONS OF THE RIVERS IN SLOVENIA
(SCHEMATICAL ILLUSTRATION)



VEP - PZE GEOGRAFIJA IX - 1978 36

1-4 stopnja onesnaženosti rečne vode
1 to 4 degrees of the pollution of the river water

⁵ Številke pomenijo kakovostne razrede rečne vode

Za nekatere druge reke je značilno, da onesnaženost s tokom koleba bodisi zaradi neenakomerno razporejenega ali različno intenzivnega onesnaževanja. Interferenčni tip zamazanosti se najraje uveljavlja na daljših rekah, kjer se ob njih zvrsti več industrijskih oziroma urbanih središč. Zelo značilna je Sava ($1/2 - 2/3 - 2 - 2/3 - 3 - 1/2 - 3 - 1/2 - 2 - 3 - 3/4 - 3 - 3/4 - 4 - 3/4$), kjer onesnaženost koleba tako, kakor se ob njej vrstijo neposredni in posredni viri degradacije (Jesenice — Kranj — Medvode — Ljubljana — Domžale — Zagorje — Trbovlje — Hrastnik — Krško). Podobni sta Ljubljanka ($2 - 4 - 3/4 - 1/2 - 3 - 4$) in Paka s Savinjo ($2 - 3 - 4 - 3/4 - 2 - 3 - 4 - 3/4 - 3$).

Tretji degradacijski tip imajo reke, ki so enakomerno zamazane ali pa onesnaženost s tokom le rahlo koleba. Največkrat so to večje reke z enakomerno razporejenimi in približno enako velikim onesnaževalci ali pa manjše vode z enim virom onesnaževanja, ki pa so prekratke, da bi se med potjo lahko očistile. Med večjimi je najbolj tipična Mura ($3/4 - 3/4 - 3 - 3/4$), kjer se na slovenskih tleh onesnaženost prav malo spreminja, čeprav je več kot 70 km dolga. Podobni sta tudi Drava ($2 - 2/2 - 2 - 2/3 - 3$) in Krka ($2 - 2/3 - 2$), med krajšimi pa Selška in Poljanska Sora ($2 - 2$). Sem uvrščamo tudi Medijo, Trboveljščico, Boben, Sevnico, Brestanšico, Hubel in še nekatere druge, ki so v spodnjem toku skrajno zamazane, so pa prešibke in prekratke, da bi se kakorkoli očistile. Pri teh vodah — v bistvu so pravzaprav potoki — je očitno nesorazmerje med njihovo velikostjo in onesnaževanjem. Za industrijske odplake so namreč vse premalo vodnate in prekratke.

Četrti tip imajo reke, pri katerih onesnaževanje s tokom pomeja. Lastno je vodam z enim virom onesnaževanja, ki pa so dovolj dolge, da se med potjo bolj ali manj očistijo. Lepi primeri regresivnega onesnaževanja so Dravinja ($4 - 3/4 - 3 - 2/3$), Mirna ($3/4 - 3 - 2/3 - 2$) in Vipava s Hublom ($4 - 3/4 - 3 - 2/3 - 2$). Semkaj uvrščamo še Rinko ($2/3 - 2$), Notranjsko Reko ($4 - 3/4 - 3$), Tržiško Bistrico ($2/3 - 2$) in Idrijco ($2/3 - 2 - 1/2$). V spodnjem toku se naravno očistijo za stopnjo, dve ali tri.

Kako intenzivno je onesnaževanje naših rek, spoznamo, ko pomislimo na njihove naravne lastnosti. Te so povečini take, da krepijo regeneracijo rečne vode. Zato je njihovo naravno čiščenje na splošno veliko in naglo. K temu pripomore zlasti hiter in buren vodni tok, ki izdatno vrtinči in meša rečno vodo (turbulenca), nadalje velika vodnatost, izdatno vodno kolebanje in hudourniške poteze sploh, pa še druge lastnosti. Vse to stopnjuje mehanično, kemično in biološko čiščenje rečne vode (mešanje, razredčevanje, precejanje, raztapljanje, prezračevanje ter razgrajevanje škodljivih snovi). Posebno pomembni so visoki odtočni količniki. Zato se rečna voda hitro obnavlja, kar je še posebno pomembno. Izračunali smo, da se vsa voda v naših rekah zamenja prej kot v treh ali štirih tednih. Spričo takšne regeneracije je očitno, da je onesnaževanje naših rek zelo veliko. Naravno čiščenje posameznih rek se seveda v marsičem razlikuje. Različna so zlasti razmerja med mehanično-kemičnim in biološkim čiščenjem. Pri večjih rekah se regeneracijski proces

spreminja ob toku navzdol in se zaradi pritokov med seboj različno prepleta. Pomembni so pri tem tudi odtočni režimi, zlasti nivalni in nivo-pluvialni. Razlike so posebno med alpskimi in predalpskimi rekami ter med subpanonskimi in submediteranskimi, še posebej pa med prodonosnimi vodami. Posebnost so kraške vode, ki imajo nasploh manjšo samočistilno sposobnost.

V celoti je regeneracijska zmogljivost naših rek tolikšna, da se za eno stopnjo očistijo približno na razdalji 8 do 12 km. Če se torej viri onesnaževanja vrste na taki razdalji, se onesnaženost ne povečuje. Od jakosti onesnaževanja pa je odvisno, za katero stopnjo gre. Naših rek potemtakem ne bi smeli onesnaževati bolj na gosto. Pri intenzivnejšem onesnaževanju bi razdalje med viri onesnaževanja morali povečati, da bi lovili ravnovesje z naravnim čiščenjem vode. Podobne posledice ima vodnatost reke. Z večjim pretokom se regeneracijske razdalje skrajšajo. Medtem ko potoke močno zamažejo že manjši industrijski obrati, ima enako onesnaževanje na večjih rekah mnogo manjše posledice. Če bi odpadne vode celjske industrije odtekale v Savinjo namesto v Hudinjo in Voglajno, bi bila onesnaženost celjskih voda nedvomno blažja. Čeprav upoštevamo samo glavne onesnaževalce, je očitno, da naše reke onesnažujemo premočno in preveč na gosto. Zato so ob toku navzdol povečini čedalje bolj zamazane. Ker je v Sloveniji 533 industrijskih obratov (ZVS, 1977), zamazanih rek pa je 2350 km, se viri onesnaževanja vrstijo poprečno na 4,4 km vodnega toka, kar je glede na regeneracijsko sposobnost naših rek dvakrat pregosto.

Kako velika je onesnaženost slovenskih rek, kaže primerjava med lastnim onesnaževanjem in tistim, ki izvira iz sosednje Avstrije (Atlas, 1966). Lastno onesnaževanje ni namreč nič manjše od onesnaževanja Drave in Mure, ko pritečeta v Slovenijo. Medtem ko Drava doteka k nam zmerno onesnažena (2. r.) in odteka na Hrvaško za dve stopnji bolj onesnažena (3. r.), je Mura pri dotoku in odtoku enako umazana (4/4 r.). Alogena onesnaženost je velika, ker obe reki prispevata kar 46 % k celotni vodnatosti naših voda (ZVS, 1977). Sava pa s slovenskega ozemlja odteka močno onesnažena (3/4 r.). Podobno je z Notranjsko Reko, ki ponika v Škocjanskih jamah in se pod zemljo pretaka na italijansko stran (3. r.). Med rekami, ki odtekajo iz Slovenije, sta nekoliko čistejši edino Soča (2/3 r.) in Kolpa (2 r.).

4. Vrste onesnaževanja

Zamazanost rek je posledica industrijskega razvoja. Z njim se onesnaženost ujema časovno, strukturno in regionalno. V razširjenosti, stopnji in razvojni dinamiki onesnaženosti namreč odsevajo osnovne črte povojne industrializacije, kakor jo je prikazal Vrišer (1977).

Industrijsko onesnaževanje je sicer poglavitno, ni pa edino, kajti pri tem ima pomemben delež tudi prebivalstvo. Gre za t. i. populacijsko onesnaževanje rek. Ker so mesta njegov poglavitni vir, ga označujemo tudi kot urbano ali komunalno onesnaževanje vode. Razlikovanje med prvim in drugim ni vedno enostavno, ker se mar-

sikje prepletata. Na splošno pa je vendarle precej jasno. S pomočjo ekvivalentnih enot (EE) moremo industrijsko onesnaževanje primerjati s populacijskim in oboje označiti s skupno osnovo, ki temelji na populacijski enoti onesnaževanja, to je na onesnaževanju vode, ki ga povzroča posamezni prebivalec (1 E).⁶

Izračunali so, da so bile naše vode 1976. leta onesnažene s 7,25 milijona E (ZVS, 1977). To pa je toliko, kakor če bi v Sloveniji živelo 4-krat več prebivalcev, seveda brez razvite industrije. K sedanji onesnaženosti rek prispeva prebivalstvo 1,8 milijona E ali 25 % in industrija 5,4 milijona E ali 75 %. Prva leta po vojni sta bili obe vrsti onesnaževanja približno enakovredni, do danes pa se je populacijsko onesnaževanje povečalo le za 400.000 E (72 %), industrijsko pa kar za 4.300.000 E ali 490 % (Arčon, 1978). Delež industrije je očitno še večji, če sklepamo po tem, da so bile vode po vojni še čiste kljub 1.300.000 prebivalcev. Pred deagrarizacijo in urbanizacijo Slovenije je bilo namreč onesnaževanje še razpršeno na obilico manjših naselij in zato še v ravnovesju z regeneracijo okolice in lokalnih voda. Zaradi razpršenega in drobnega onesnaževanja — industrija in večji kraji so bili redki — se lokalno onesnaževanje ni širilo po rekah. Zato menimo, da je tudi sedanje razmerje med populacijskim in industrijskim onesnaževanjem precej večje kakor 1 : 3.

O deležu enega in drugega onesnaževanja se lahko marsikje nazorno prepričamo, kajti vode so zamazane že pred prvimi industrijskimi kraji. Ta onesnaženost sicer ni velika, saj ne preseže druge stopnje, čeprav gre za zgornje, najmanj vodnate dele rek. Nazoren primer je Vipava s 1500 prebivalci, ki je brez industrije in istoimensko reko onesnažuje že takoj na začetku. Tudi dolina Kokre je brez industrije, njena reka pa je že nad Preddivorom v 2. razredu in pod njim v 2/3 razredu. Sava Dolinka je v 1/2 razredu nad Jesenicami, prav tako Sava Bohinjka nad Bohinjsko Bistrico. Podobno je z zgornjo Krko, Rižano, Pako, Sotlo in številnimi drugimi povirnimi tokovi, ki so vsi zmerno onesnaženi.

Na rekah pod večjimi kraji so posamezne vrste onesnaženja manj jasne. Na splošno pa manjši, vendar bolj industrializirani kraji (npr. Anhovo), močneje onesnažujejo vode od večjih, manj industrijskih (npr. Gorica). Ljubljana manj onesnažuje od Idrije in Mežice. Prvi kraji onesnaženost rek povečajo navadno za dva ali tri razrede, drugi največkrat samo za en razred.

Med populacijskim in industrijskim onesnaževanjem so največja nesorazmerja pri najbolj zamazanih rekah. Oglejmo si nekaj primerov.

Med največjimi rekami je najbolj onesnažena Sava, ki je med Krškimi in Brežicami v 4. razredu. Industrijsko onesnaževanje Save je pri Krškem kar 184-krat večje od populacijskega. Prvo ustreza 830.000 E (ZVS, 1977) in drugo 4500 E. Tamkajšnja tovarna papirja in celuloze onesnažuje ogromno vode, saj nanjo odpade dobra desetina vsega onesnaževanja v Sloveniji. S sosednjimi kraji vred (Senovo, Brežice itd.) je na

⁶ Uradni list SRS, 21, 1972

Brežiško-Krškem polju onesnaževanje Save, ko zapuša Slovenijo, tolikšno, kakor da bi tam živel milijon ljudi. Zato je Sava kljub veliki vodnatosti močno onesnažena.

V občini Ravne na Koroškem je industrijsko onesnaževanje Meže 22-krat večje od populacijskega. Medtem ko prebivalci onesnažujejo Mežo s 26.000 E — toliko je namreč ljudi — jo rudnik, železarna in druga industrija tako, kakor da bi ob Meži živel 575.000 prebivalcev (Haramija, 1978). Meža je za tolikšno onesnaževanje mnogo prešibka. Zato je od Žerjava navzdol do izliva v Dravo, to je v dolžini 25 km, mrtva voda (4. r.) in ena najbolj onesnaženih rek v Sloveniji sploh. Glede na število prebivalcev in velikost porečja ustreza onesnaževanje poprečni gostoti 1000 preb./km² oziroma mestu, ki bi bilo s 600.000 prebivalci stisnjeno v ozko Mežiško dolino.

Podobne razmere so na Notranjski Reki. V Ilirski Bistrici je industrijsko onesnaževanje Reke 15-krat večje od populacijskega, čeprav upoštevamo podatke iz 1971. leta, ki pa so očitno prenizki. Prvo naj bi ustrezalo 70.000 E in drugo 4.800 E (Hribar, 1971). Onesnaževanje je sicer manjše kakor na Meži, a Reka je zaradi manjše vodnatosti in različne vrste onesnaževanja enako umazana (4. r.). Onesnaževanje Reke je pretežno organsko, Meže pa anorgansko.

V Celju je razmerje med populacijskim in industrijskim onesnaževanjem sicer manjše, a še vedno 1 : 10. Z več kot 300.000 E je industrijsko onesnaževanje Voglajne daleč preveliko za njene regeneracijske sposobnosti. Zato je njen spodnji del onesnažen in brez življenja — pravi industrijski kanal.

Industrijsko onesnaževanje Dravinje je v Slovenskih Konjicah 5-krat večje od populacijskega. Prvo ustreza 75.000 E in drugo 15.000 E, torej mestu s 100.000 prebivalci (Tepej, 1978). Kljub temu, da je zamazanost šestkrat manjša kakor pri Meži, je Dravinja enako onesnažena (4. r.), ker je manj vodnata ($sq_s = 1,4 \text{ m}^3/\text{s}$ in $sq_n = 0,3 \text{ m}^3/\text{s}$), kar je nazoren primer nesorazmerja med obsegom industrijskega onesnaževanja in regeneracijsko šibkostjo povrne vode. V Sloveniji je podobnih primerov veliko. Značilni so zlasti za stranske doline in manjše potoke (Zagorje ob Savi, Mediji, Trbovlje ob Trboveljščici, Hrastnik ob Bobnu itd.).

Populacijskemu in industrijskemu onesnaževanju voda se v zadnjem času pridružuje še *kmetijsko*. Zato narašča zamazanost vode tudi na podeželju. Veliko vode onesnažujejo zlasti veliki živinorejski obrati. Tako onesnaževanje je očitno npr. na Murskem in Apaškem polju (Cven, Ljutomer, Podgrad, Lutverci), na Ravenskem in Dolinskem (Nemščak, Jezera), na Krasu (Neverke) in drugod.

5. Onesnaževanje rek po letu 1971

Kakovost rečne vode so doslej obsežnejše ugotavljali dvakrat, prvič 1971. in drugič 1976. leta. Obe obdobji so tudi kartografsko prikazali, kar omogoča primerjavo in vpogled v potek onesnaževanja (Hribar, 1972; ZVS, 1977). Analize prvih in drugih raziskav sicer niso enakovredne, saj

so druge meritve številnejše in izpopolnjene, v celoti pa vendarle kažejo, kje se je v tem času onesnaževanje stopnjevalo in kje ustalilo.

Primerjali smo tiste reke, ki so jih obakrat analizirali. Od 49 rek jih je tako ostalo le 28. Medtem ko analize bržkone niso sporne, je vprašljivo posploševanje podatkov posameznih merilnih postaj na vmesne dele rek. Ravno to pa prikazuje samočistilno sposobnost vodnih tokov. Bolj zanesljiv vpogled v regeneracijsko dinamiko bomo dobili šele takrat, ko bo na voljo več merilnih postaj. Manj jih je zato, ker so raziskave drage, zamudne in zahtevne, saj je treba vodne vzorce analizirati na terenu in v laboratoriju.

Kako so zamazanost rek nadrobneje razčlenili pri drugih raziskavah, spoznamo iz naslednjih primerov: Sava (1971 — 8 razčlenitev, 1976 — 14 razčlenitev), Savinja (1971 — 4, 1976 — 6), Vipava (1971 — 2, 1976 — 5), Dravinja (1971 — 3, 1976 — 6), Ledava (1971 — 1, 1976 — 3), Ljubljana (1971 — 4, 1976 — 6). Pri nadrobnejšem razčlenjevanju so očitno upoštevali tudi širše razmere rečnih odsekov, a tako nastale metodološke razlike otežujejo primerjavo. Vprašanje je, ali prikazane razlike odsevajo dejanske spremembe v onesnaženosti rek. Medsebojno povezovanje podatkov in posploševanje bi bilo treba zato posebej osvetliti.

Po teh podatkih naj bi se onesnaženost povečala v velikem delu rek. Napredovala naj bi zlasti na Muri, Ledavi in Ščavnici ter na Dravinji, Paki in Ljubljani. Povečala naj bi se na Kamniški Bistrici, Notranjski Reki in Krki. Na krajših odsekih tudi še na Savi pod Hrastnikom, na Dravi pod Vuhredom in Ptujem, na Savinji pod Celjem, na Soči pod Anhovem in še ponekod drugod.

Nasprotno pa naj bi se onesnaženost zmanjšala le malokje, tako na Savi pod Jesenicami, na Idrijci pod Idrijo, na Vipavi pod Založami ter na krajših odsekih še nekaterih drugih voda. Drugod se zamazanost ni spremenila. Teh odsekov pa je največ. V zadnjih letih naj bi se torej onečiščenje rek v glavnem ustalilo, čeprav je še marsikje napredovalo. Vse to je treba pripisati zavestnemu in organiziranemu prizadevanju naše družbe in ustreznih ustanov (Skupnost za varstvo okolja, ustanovljena 1971 oziroma Zveza društev in organizacij za varstvo okolja v Sloveniji od 1977 dalje, Republiški komite za varstvo okolja, ustanovljen 1975, Zveza vodnih skupnosti Slovenije, Območne vodne skupnosti ter Zakon o vodah, Zakon o medrepubliških in meddržavnih vodah, Zakon o vodnem prispevku, Srednjeročni program vodnega gospodarstva SRS 1976 — 1980 itd.).

6. Spreminjanje družbenega pomena rek in njihovo onesnaževanje

V zadnjih dveh, treh desetletjih smo rekam naložili povsem novo funkcijo — odvajanje industrijskih in drugih odpadkov. Če hočemo razumeti, zakaj je do tega tako odločno prišlo, se moramo spomniti, kakšno vlogo so pravzaprav imele reke od začetka industrializacije.

Funkcija naših rek se je doslej že nekajkrat spremenila. Najprej je propadla njihova transportna izraba (tovorno čolnarjenje in splavarje-

nje), ki se je držala povečini večjih rek in dokončno usahnila med zadnjo vojno in kmalu po njej. Po vojni je propadla tudi njihova tradicionalna energetska funkcija. To je bila drobna, a gosta obrtno-pogonska izraba vode (pogon mlinov, žag, obrtnih delavnic in predtem fužin in glažut itd.). Bila je to starodavna, splošno razširjena izraba, ki se je razvila tudi na manjših vodah. Energetske funkcije rek pa z opustitvijo žag in mlinov pravzaprav nismo zanemarili, pač pa smo jo po vojni posodobili in z velikimi hidroelektrarnami omejili na največje reke, predvsem na Dravo. To je sodobna hidroenergetska izraba. Toda drugih voda, zlasti srednjih in manjših, po vojni nismo več uporabljali. Rekreativno funkcijo rek z ribištvom vred pri tem komaj lahko omenimo. Podobno velja za namakalno uporabo vode, ki tudi tam, kjer so zanjo dobre osnove, še ni zaživela. Stare načine izrabe naših rek smo torej opustili, novih pa nismo razvili.

Tak je bil torej položaj, ko se je začela nagla povojna industrializacija in z njo nova vloga rek — odvajanje odpadnih voda. Odplavljanje je pravzaprav naravna poteza rek in tekoče vode so edine, ki tako funkcijo lahko opravljajo. Pač pa je ta razvoj šle predaleč in pripeljal do zlorabe voda. Iz drugih industrijskih dežel poznamo skrajnosti, ko se reke dobesedno spreminjajo v industrijske kanale in tudi pri nas imamo nekaj takih primerov. Naša kanalizacijska izraba voda pa se je zaradi funkcijskih razbremenitev rek neovirano širila, saj zaradi odsotnosti drugačne gospodarske uporabe ni naletela na resnejše ovire, kar je nedvomno pomembno za njihovo naglo onesnaževanje.

7. Onesnažene reke in oskrba z vodo

Najpomembnejše je tedaj to, da v Sloveniji doslej pravzaprav nismo potrebovali rečne vode in jo zato tudi ne uporabljamo. Vsa oskrba z vodo temelji na izvirih in talni vodi. Zato glede rek tudi ni bilo navzkrižja, kar je v prvi vrsti posledica naravnih osnov (velike humidnosti in vodnatosti pokrajin) in ekstenzivnosti vodnega gospodarstva. Kljub krasu je Slovenija na splošno bogata z vodo in odtod ekstenzivnost dosedanjega vodnega gospodarskega razvoja. Voda zato tudi ni bila omejitveni dejavnik ne pri naselitvenem in ne pri gospodarskem razvoju, čeprav je v drobnem pomemben razlikovalni dejavnik in element razčlenjenega razvoja krajev in pokrajin. Odtod tudi vseskozi neskrbno gospodarjenje z vodo, ki pa postaja za sedanjo stopnjo razvoja nesmotrno in potratno. V gospodarjenju z vodo se kljub njegovemu posodabljanju še vedno svojevrstno prepletajo stara domača obrt (individualna zajetja izvirne, talne in padavinske vode), prava obrt (vaški in skupinski vodovodi) in sodobna vodnogospodarska dejavnost (regionalni vodovodi, čistilne naprave itd.). Zato gledamo v vodnatosti, v ekstenzivnem ravnanju z vodo in v nastajajočih vodnogospodarskih protislovjih logično medsebojno zvezo. Najbolj zgovorno je dejstvo, da vodo še povsod lahko črpamo, kjer jo rabimo, in nam je od daleč ni treba napeljevati. To velja za naselja in gospodarstvo. Izjeme so kvečjemu v kraških pokrajinah in v Koprskem Primorju. Iz enega porečja v drugo pa nam je sploh ni bilo treba pre-

takati. Naša oskrba je zato močno razdrobljena in povsod sloni na domačih, lokalnih virih. Spomnimo se ob tem na to, da je v Sloveniji kar 1600 vodovodov, povprečno na manj kot tri naselja po eden. V tem se zgovorno kaže razvojna stopnja »obrtne vodne oskrbe«, kakršna je sicer značilna za predindustrijski pokrajinski razvoj.

Druga značilnost je ta, da za vse naše potrebe dobivamo vodo iz izvirov oziroma neposredno iz tal. Za vse namene uporabljamo torej pitno vodo; tudi tam, kjer čista voda ni nujna. Zaradi zadostnih virov čiste vode jo naša industrija vsepovsod uporablja in to v mnogo večji meri, kakor zahtevajo proizvodni oziroma tehnološki postopki. Tudi v tem je ena od ekstenzivnih potez naše industrije. Drugod po svetu uporablja industrija povečini le rečno vodo (Dukić, 1973). Torej, ker je bilo — vsaj do nedavna — domala povsod dovolj čiste, izvirne vode, kratkomalo ni bilo potrebe po rečni vodi. Zato smo v reke lahko vsepovsod speljali umazano vodo, ne da bi s tem neposredno prizadeli druge gospodarske koristi. To velja tudi za edino izrabo tekočih voda (energetsko), ker pa kvaliteta vode ni odločilna. Uporabljamo torej kvečjemu energetsko moč, ne pa rečne vode same po sebi. Skratka, v Sloveniji ne uporabljamo rek, ko pritekajo, temveč ko odtekajo.

V tem je pomembna objektivna pogojenost za dosedanje nebrzdano onesnaževanje naših rek — seveda ne edina. Pri tem pa zelo majhne količine odplak onesnažujejo zelo veliko čiste vode. Takemu onesnaževanju je naravna regeneracija kos le ob visokih vodah, ob nižjih pa je ravnotežje med obema procesoma (naravnim čiščenjem in antropogenim onesnaževanjem) opazno porušeno. Ta pogojenost pa se izteka, saj bo predvidoma čez dve desetletji zmanjkalo talne in druge čiste vode (Jeršič, 1976), in bo rečno vodo treba znova uporabljati in jo do takrat tudi očistiti. Nastajajo torej objektivne ekonomske in druge osnove za regeneracijo rek.

Prve na zunaj vidne pokrajinske poteze tega razvoja se ponekod že kažejo, med drugim tudi v nastajanju čistilnih naprav. Doslej je zgrajenih 12 večjih, ki zmanjšujejo onesnaženost vode sicer le za 2,7 % ali 200.000 E (Murska Sobota, Škofja Loka, Ljubljana — Vižmarje, Radenci, Novo mesto, Mirna, Moravci, Ankarani, Horjul, Mengeš, Črna na Koroškem, Ljubljana — Črnuče), a na novo jih postavljamo v 11 krajih za skupno 400.000 E, ki bodo s prejšnjimi vred onesnaženost zmanjšale za skoraj desetino. Čistilne naprave, ki jih pravkar načrtujejo, pa bodo obnovile količino čiste vode za 2.000.000 E ali za 27,7 %. Do leta 1980 naj bi onesnaženost rek zmanjšali že za dobro tretjino — 36 % (Arčon, 1978). S tem se v življenju naših rek odpira nova razvojna smer.

Pomembnejši viri

- Ahačič Kajetan, Problematika varstva voda in predlogi ribiških organizacij za izboljšanje sedanjega stanja, Naše okolje, 1977, 3—4, Ljubljana;
- Biologisches Gütebild der Fließenden Gewässer. Atlas der Republik Österreich, 1966, Wien;
- Dolenc V., Problematika odpadnih voda u NR Sloveniji, Vodoprivreda Jugoslavije, 1960, Beograd;
- Dolenc V., Raziskava kvalitete voda površinskih vodotokov (Kamniška Bistrica, Savinja, Krka, Drava, Sava, Mura), Zavod za vodno gospodarstvo SRS, 1966—67, Ljubljana;
- Dukić D., Zagadjivanje vode u svetu i u nas i problem vodosnabdevanja krajem XX. veka, Zbornik radova »Životna sredina i čovek«. Posebna izdanja Srps. geogr. društva, 1973 3 a, Beograd;
- Haramija Djuro, Onesnaženost in pristopi k očišćevanju reke Meže, Naše okolje, 1978, 3, Ljubljana;
- Hribar Franc s sodelavci, Elaborat o kvaliteti voda. Sistematične raziskave kvalitete vode v SR Sloveniji v letu 1971, Hidrometeorološki zavod Slovenije, 1972, Ljubljana (tipkopis);
- Hribar F., Problematika kvalitete vode v Sloveniji, Geografski obzornik, 1972, 3, Ljubljana;
- Jeršič Matjaž s sodelavci, Oskrba s pitno vodo, Zasnova uporabe prostora. Regionalni prostorski plan za območje SR Slovenije, Zavod SRS za družbeno planiranje, 3/4, 1976, Ljubljana;
- Lango Jože, Problem odpadnih voda v Ilirski Bistrici (Zaščita Reke), Naše okolje, 1978, 3, Ljubljana;
- Liebmann H., Handbuch der Frischwasser und Abwasserbiologie, 1951, München;
- Novak D., Stanje površinskih voda v Sloveniji po doslej objavljenih podatkih, Zelena knjiga o ogroženosti okolja v Sloveniji, 1972, Ljubljana;
- Tepej F., Problematika varstva voda v zgornji dolini Dravinje, Naše okolje, 1978, 3, Ljubljana;
- Več avtorjev, Varujmo vode (uredil M. Arčon), 1978, Ljubljana;
- Voda, Institut za ekonomska raziskovanja, 1970, Ljubljana
- Whitton B. A., River ecology, 1975, Oxford;
- Vrišer I., Industrializacija Slovenije, 1977, Ljubljana;
- Hidrološki godišnjak 1973, Zvezni hidrometeorološki zavod, Beograd;
- ZVS, Skupinsko delo. Varstvo voda v luči varstva okolja, Zveza vodnih skupnosti Slovenije, 1977, Ljubljana.

LANDSCAPE CHARACTERISTICS AND RIVER-POLLUTION IN SLOVENIA

Darko Radinja
(Summary)

The pollution of the rivers in the period following World War II has rapidly increased and spread all over Slovenia (20000 km²) which is among the most industrial regions of Yugoslavia. After about two decades (1950—1971) the pollution — first local, then regional — is now to a degree universal for all rivers.

All rivers of some importance in the length of 2350 km are now polluted, which represents a half of the length of all rivers exceeding 20 km. Between 1948 and 1967 the measurements of the quality of water were rather unsystematical. In the year 1971 an observation net-work (including 64 places) was set up and expanded to 86 places in the year 1976. The pollution of river water is subject to great variations during each year because of great fluctuations of run-off. For majority of the rivers the nivo-pluvial and the pluvio-nival river regimes are typical and, consequently, pollution occurs in summer (1st peak) and in winter (2nd peak) while it is lowest in spring (1st low) and in autumn (2nd low).

When pollution is greatest 45 per cent of the length of all polluted rivers show moderate pollution (class $\frac{1}{2}$ and 2); 35 per cent show medium pollution (class $\frac{2}{3}$ and 3); 20 per cent show heavy pollution (class $\frac{3}{4}$ and 4).

The general pollution of the rivers is a result of dispersed industries that quickly and heavily pollute small rivers characteristic of the mountainous upper parts of their courses. Many industries are namely located along smaller rivers or brooks and consequently even small plants can cause heavy pollution.

Slovenia is an example of cases where in the mountainous areas the pollution of surface water courses occurs rapidly and steps up even when industrialisation and urbanisation are still relatively modest. The dense, but weak river net-work in the upper reaches, characterised by dominant torrent features as well as the strong fluctuation in the run-off, is not capable to deter industrial pollution. Even the rapid recharge of the water in rivers resulting from the great inclination of the river beds (> 1%) cannot essentially make conditions any better.

The amount of pollutions is not only subject to changes during the year but changes also along the water courses. Four types of the degradations successions can be discerned. In some case the degradation increases downstream (the progressive type) whereas in other cases it either fluctuates (the interference type) or are the water-bodies, evenly polluted along the entire courses (the linear type) or does pollution even decrease in the lower reaches (the degressive type). Generally the degradation successions are dependant on the amount of water and of the spatial distribution and of the type of polluting matter industries. The latter vary considerably and many plants use obsolete old technologies («dirty industries»).

Both rivers coming from the neighbouring Austria are among the largest and are both rather polluted (Mura — class $\frac{3}{4}$, Drava — class 2). Therefore, the alongene amount of pollution of the waters is quite significant.

The regeneration capability of the rivers is generally such that, after the distance of 8 to 12 km, the classquality improve by one (of the four) degrees. As there are in Slovenia 533 industrial sites, the average distance between the sources of pollution is only 4,4 km of a river course, which considering the regeneration capability of the rivers is twice in excess.

In the year 1976 the contribution to the pollution by the population (households) was 1,8 million units or 25 % and that of the industries 5,4 million units or 25 %. After the year 1971 the pollution of the river water in general was stabilised whereas it began even to decrease since the year 1976 at some places owing to the implementation of adequate measures required by new legislation and supported also by the newly created administrative and public bodies for the protection of the environment. Until the year 1977 altogether 12 larger water purification plants have been already built and they reduce the pollution in overall terms by 2,7 %. Further 11 plants are under construction and they will diminish the pollution by additional 10 %. By the year 1980 all purification plants are expected to reduce the pollution of the river water by 27 %.

The main reason why the river pollution in Slovenia was for long unhampered increasing is related to the fact that all provision of water is from the rivers and the ground water. Industries are also provided from the same sources. Slovenia is namely a well watered very humid region (with 1000 to 3000 mm of rainfall yearly). Ground water in the river valley is plentiful and rivers are used only for the generation of electricity. There were, therefore, no immediate economic contradictions until the post-war industrialisation assigned to rivers a new function, that of the waste water. As the river water in Slovenia not used directly for water supply, and so striving for the regeneration of the rivers was more the result of their general importance as an economic necessity. The wide public concern for the natural viz. geographical environment has largely contributed to the protection of the environment and, in particular, of the waters. This is happening in the framework of a planned and purposeful economy of the natural resources in the widest sense.