

**KRAŠKE IN HIDROGEOLOŠKE ZNAČILNOSTI
KOŠANSKE DOLINE TER NJEN PRISPEVEK
K ONESNAŽENOSTI NOTRANJSKE REKE**

(S 5 SLIKAMI)

**KARST AND HYDROGEOLOGICAL PROPERTIES
OF KOŠANA VALLEY AND ITS CONTRIBUTION
TO NOTRANJSKA REKA POLLUTION**

(WITH 5 FIGURES)

**PETER HABIČ
RADO GOSPODARIČ
JANJA KOGOVŠEK**

**SPREJETO NA SEJI
RAZREDA ZA NARAVOSLOVNE VEDE
SLOVENSKE AKADEMIJE ZNANOSTI IN UMETNOSTI
DNE 5. JUNIJA 1984**

Vsebina

Izvleček — Abstract	69 (3)
UVOD	69 (3)
GEOLOŠKA ZGRADBA	69 (3)
Litološko stratigrafske razmere	
Osnovna tektonska zgradba	
GEOMORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI	73 (7)
Morfostrukturne enote	
Erozijsko, korozijsko in tektonsko oblikovanje reliefa	
HIDROGEOLOŠKE LASTNOSTI KAMNIN	78 (12)
POVRŠINSKE IN KRAŠKE VODE	81 (15)
KRAŠKI VODNI REŽIM	82 (16)
VPLIV ODPLAK IZ KOŠANSKE DOLINE NA ONESNAŽENOST NOTRANJSKE REKE	85 (19)
Zajemanje vzorcev in uporabljene metode dela	
Ugotovitve	
Primerjava z vodami v okolici	
SKLEPI	87 (21)
LITERATURA	88 (22)
KARST AND HYDROGEOLOGICAL PROPERTIES OF KOŠANA VALLEY AND ITS CONTRIBUTION TO NOTRANJSKA REKA POLLUTION (Summary)	89 (23)

Naslov — Address

dr. PETER HABIČ, dipl. geogr., znanstveni svetnik
dr. RADO GOSPODARIČ, dipl. ing. žeol., znanstveni svetnik, izr. prof.
maž. JANJA KOGOVSĚK, dipl. ing. kem., višji razisk. sodel.
Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU
Titov trg 2
66230 Postojna
Jugoslavija

Izvleček

UDK 551.444(234.422.1-16)

**Habič Peter, Rado Gospodarič, Janja Kogovšek: Karst and Hydrogeological
nosti Košanske doline ter njen prispevek k onesnaženosti Notranj-
ske Reke.**

Z geološkimi, geomorfološkimi in hidrokemičnimi raziskavami je analizirana površinska in podzemeljska hidrografija Košanske doline med rekama Pivko in Notranjsko Reko. Periodični kraški izviri in površinski potoki ter nihajoča kraška podtalnica dokazujejo pretežno kraški vodni režim. V jami Gabranca niha gladina za več kot 100 m. Površinski odtok iz Košanske doline ne onesnažuje Notranjske Reke. Kraške vode pa odtekajo proti zahodu, domnevno v izvire Timava, tja pa so usmerjene tudi industrijske odplake iz Košanske doline.

Abstract

UDC 551.444(234.422.1-16)

**Habič Peter, Rado Gospodarič, Janja Kogovšek: Karst and Hydrogeological
Properties of Košana Valley and its Contribution to Notranjska
Reka Pollution.**

The superficial and underground hydrography of Košana valley, between the rivers Notranjska Reka and Pivka, has been analysed by geological, geomorphological and hydrochemical investigations. Periodical karst springs and superficial brooks as well as oscillating karst underground water prove mainly karst water regime. In Gabranca cave the water level oscillates for more than 100 m. Superficial outflow from Košana valley does not pollute the Notranjska Reka. Karst water flow westwards, probably to Timavo springs and to the same direction the industrial waste waters from Košana valley are directed.

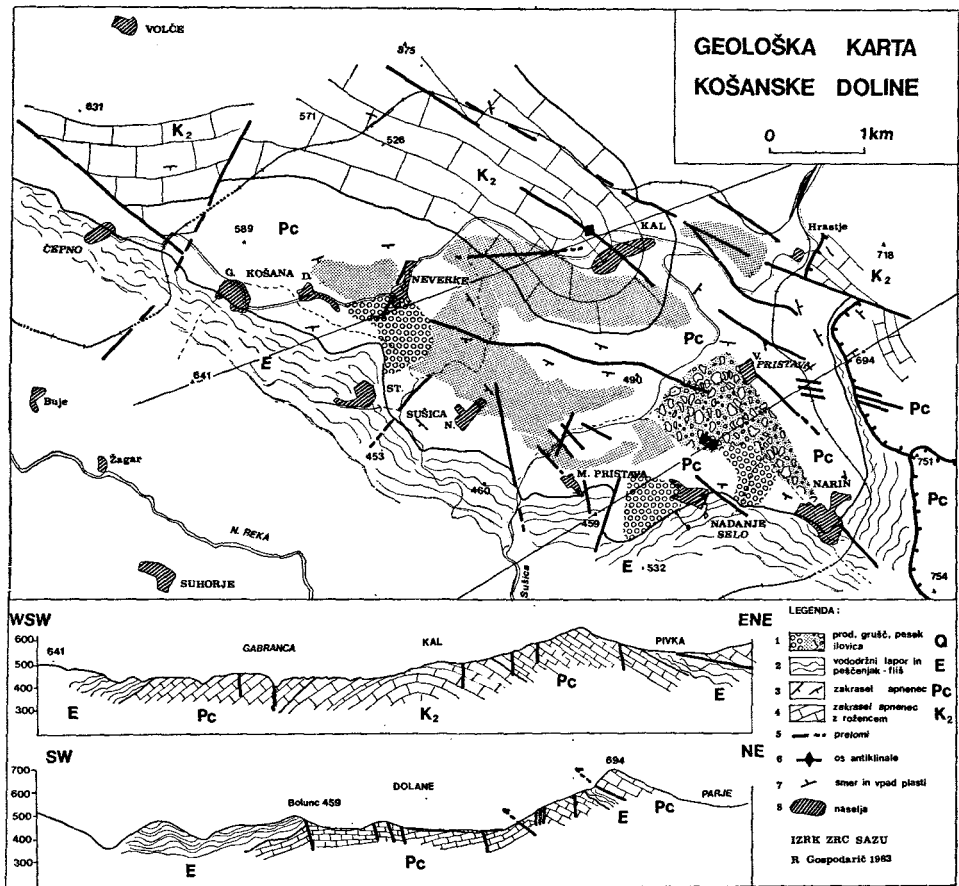
UVOD

Kmetijstvo in perutninarska industrija v Košanski dolini sta v veliki meri odvisna od naravnih razmer, ki jih za ti dejavnosti nudi kraški svet na prehodu iz Pivške kotline v Vremsko dolino. Poleg kamninske podlage in tal določajo naravne razmere tudi hidrološke razmere, ki so tod vse prej kot ugodne. Površinska vodna mreža je sicer izoblikovana, vendar podrejena geološki zgradbi ali razporeditvi vodopropustnim in nepropustnim kamninam na površju in v podzemlju. Površinske struge so večji del leta suhe, hitro pa se napolnijo ob dežju, ko se tudi gladina kraške podtalnice dvigne.

Z naraščajočo izrabo primarnih in dodatnih sekundarnih vodnih količin pri širjenju naselij in perutninarstva se večja tudi množina odpadnih voda in industrijskih odpadkov. Kako preprečiti, da tovrstno onesnaževanje ne bi slabšalo že itak skromnih vodnih virov in krčilo obseg poljedelskih površin, je zahtevna naloga smotrnega gospodarjenja in prostorskega načrtovanja v Košanski dolini. Prikazane in preučene kraške hidrogeološke razmere naj k tej problematiki prispevajo svoj koristni delež. Raziskave so bile opravljene na željo Perutninskega kombinata v Neverkah in s finančno podporo občinske raziskovalne skupnosti Postojna.

GEOLOŠKA ZGRADBA

Zgradba je v grobem znana po geoloških kartah Il. Bistrica in Postojna 1:100.000. Opraviti imamo z delom NE krila Reško-brkinske sinklinale, ki ga



Sl. 1. Geološka karta Košanske doline
Fig. 1. Geological Map of Košana Valley

- | | |
|---|-----------------------------|
| 1. gravel, rubble, sand, loam Q | 5. faults |
| 2. impermeable marl and sandstone E | 6. axis of anticline |
| 3. karstified limestone Pc | 7. strike and dip of strata |
| 4. karstified limestone with chert K ₂ | 8. settlement |

med Pivko in Zagorjem pokrivajo narinjeni paleocenski in zgornjekredni apneneci, med Narinom in Volčami pa so ti apneneci razgaljeni v podlagi krovnih flišnih plasti eocene starosti. To grobo znanje iz geoloških kart pa ne zadošča za pojasnilo hidrogeoloških razmer Košanske doline. Podroben pregled terena je tudi pokazal, da so obstoječe geološke karte za to dolino tudi pomajljive.

Litološko stratigrafske razmere

Zgornjekredni (K₂³) rudistni apneneci kot najstarejše razgaljene kamnine obravnavanega terena so razgaljene na površju okrog Kala, kjer so njive in

travniki Planine ter v gozdnatem pobočju med cesto in železnico Pivka—Košana (sl. 1).

Paleocenski apnenci (Pc) gradijo večino doline, in sicer greben Ravenskega hriba (490 m), kote 444 pri Neverkah, Košanski hrib (510 m) ter Gorico (515 m) kot tudi dno in vzhodno pobočje ter del južnega oboda Dolanske doline. Ti apnenci so sestavljeni iz

- ploščnatih in skladnatih apnencev, tki. vremskih plasti,
- debeloskladnatih bituminoznih apnencev, tki. kozinskih plasti,
- spremenljivo skladnatih apnencev z mnogimi foraminiferami in
- skladnatih apnencev z numuliti.

Zaporedje teh zakraselih kamnin zasledujemo od severovzhoda pri Pivki proti jugozahodu čez Košansko in Dolansko dolino do Narina in Stare Sušice, tako da so zgornjekredni apnenci v njihovi talnini, eocenske flišne kamnine pa v krovlini.

Eocenski fliš (E) sestavljajo laporji in peščenjaki, njihova izrazita meja z vodopropustnimi in zakraselimi apnenci pa poteka med Narinom, Staro Sušico in Čepnim ter med Narinom in Hrastjem.

Opisano kamninsko podlago pokrivajo nanosi fluvialnega flišnega proda in peska, pomešani z gruščnato in ilovnato preperelino fliša in apnenca. Te pestro sestavljene naplavine so najbolj obsežne okrog Dolan in Košane, kjer so flišni zasipi holocenske starosti v večini, medtem ko imamo med Kalom in Neverkami več terra rosse in roženčevega grušča s pleistocenskim flišnim prodom v manjšini. Pleistocenske starosti so tudi kremenovi peski ter flišni prodovi in peski v skalnih špranjah zakraselega apnenca v pobočju med Veliko Pristavo in Narinom.

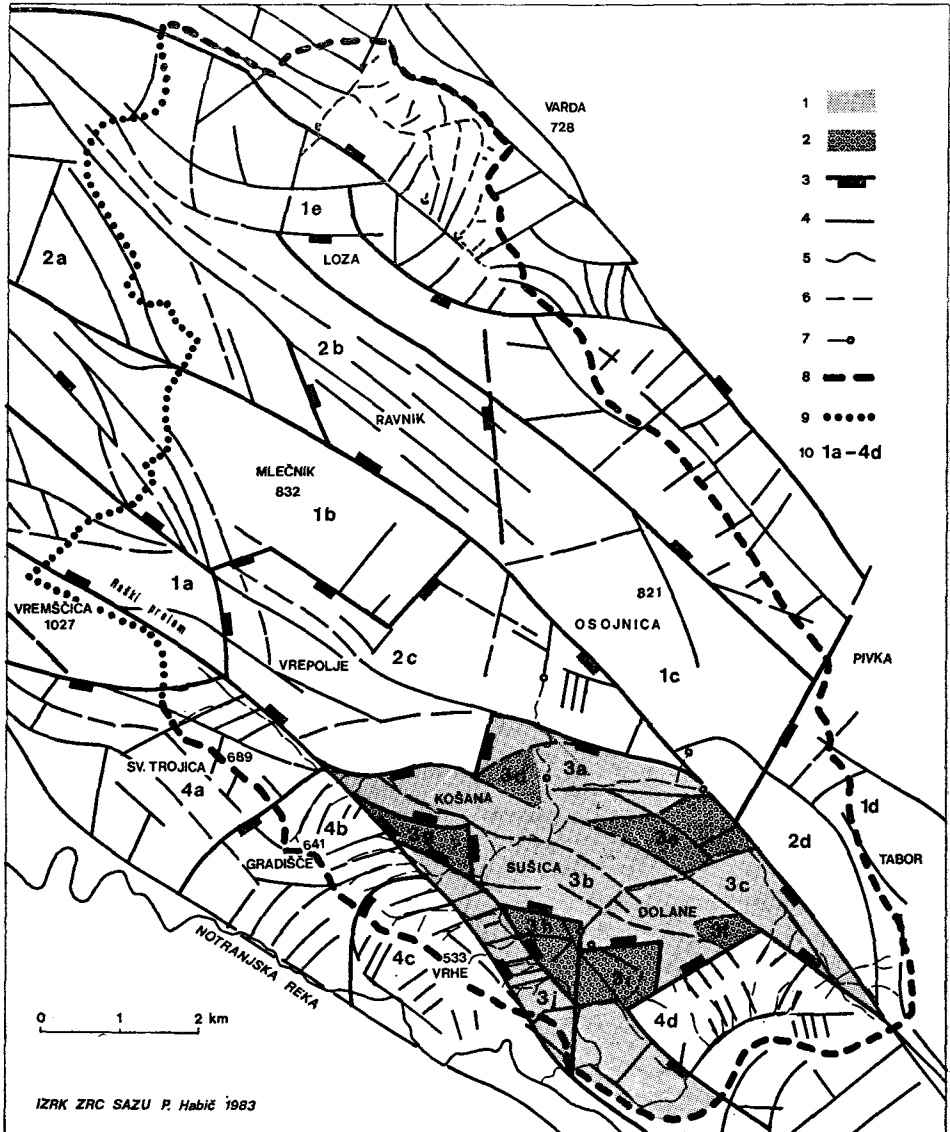
Osnovno tektonsko zgradbo

Košanske doline odreja antiklinala, imenujemo jo kalsko, katere os se z območja Vremščice usmerja in potaplja proti jugovzhodu. V razgaljenem jedru gube med železniško progo Pivka—Košana in Kalom so razviti senonijski rudistni apnenci z nepravilnimi geodami belih poroznih rožencev. Os gube se delno še kaže v krovnih vremskih plasteh pri V. Pristavi, v nadaljevanju proti jugovzhodu pa je guba deformirana in prekrita z narinjenimi skladi Tabora (694 m).

Jugozahodno krilo gube sestavljajo paleocenske plasti v Košanski in Dolanski dolini; podobno pa je sestavljeno tudi njeno severovzhodno krilo med Hrastjem in Pivko ter vzpetinami Orleka in Osojnice (821 m), čeprav je to skladovnica paleocenskih plasti zožena, ker jo v severo-južni smeri prekrivajo narinjeni zgornjekredni apnenci pri Pivki. Podobno kot paleocenski, obdajajo gubo tudi eocenski flišni skladi med Čepnim, Narinom in Hrastjem. Narinjeni skladi Tabora in Primoža (718 m) spadajo po geološki karti k narivu Visokega krasa. V obravnavanem območju imamo razviden le del tega položnega nariva, ki ga je bilo pri terenskem delu mogoče spoznati in z njim dopolniti osnovno geološko karto, ki je v tem pogledu tod sicer nejasna. Narivni kontakt z numulitnim apnencem v talnini in rudistnim apnencem v krovlini je lepo razgaljen v ovinku regionalne ceste v Hrastju vzhodno od železniške proge. Južno od tod se narivnica vleče nad železnico, je pri koti 634 m prestavljena ob pre-

lomu proti vzhodu in ponovno vidna v suhi dolini Dola ter pod stenami Tabora (751 m) in Grmade (754 m). Proti severu pa se naravnica vidi v Pivki, od koder se vleče k Petelinju in Selcam po zahodni strani Pivške kotline. Narivni pokrov sestavljajo inverzni paleocenski in zgornjekredni apnenci.

Karbonatne kamenine kalske antiklinale so razpokane in prelomljene. Razpoke so prečne in vzdolžne s skladi in jih na gosto preprezajo. Nikjer pa ni



Sl. 2. — Fig. 2.

tako ugodno razgaljenih usekov, da bi mogli zbrati zadostno število meritev za statistično izvednotenje razpočnih in prelomnih sitemov. Bolje so razvidni posamični prelomi zmičnega značaja WNW-ESE smeri v območju temena in severovzhodnega krila kalske antiklinale. Intenzivnost premikanja je izražena v tektonskih brečah, v zglajenih drsnih ploskvah ter v nepravilno razpokanih kamninah v območju Hrastja in V. Pristave. Glede na relativno enolično lito-loško sestavo pa je težko ugotoviti izdatnost vodoravnega premikanja paketov. Na karti naznačeni premiki so le domnevni.

V jugozahodnem krilu gube je večji vzdolžni prelom viden v predelu Ravenskega hriba (490 m) ter med Kalom in Neverkami. Prečni prelomi NNE-SSW smeri pa so ugotovljeni pri S. Sušici in M. Pristavi na podlagi morfoloških znakov, nepravilno potekajoče meje med numulitnimi apnenci in flišem ter posredno na podlagi spremenjenega poteka skladov. Razumljivo, da smo zaradi slabe razgaljenosti v ravninskih predelih mogli ugotoviti le posamične prelome, dejansko jih je mnogo več kot smo jih mogli meriti.

GEOMORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI

Morfostrukturne enote

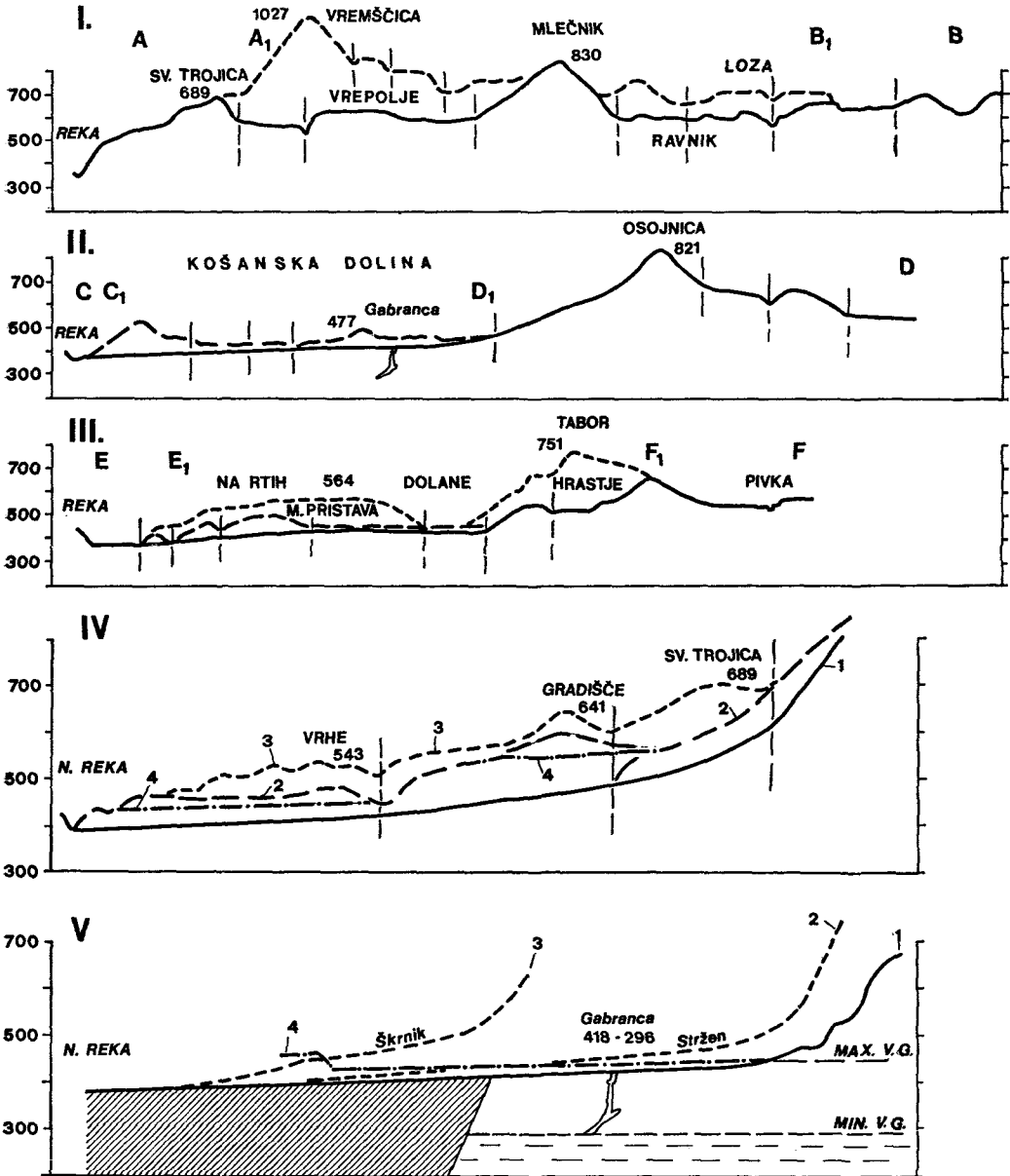
Na podlagi terenskih raziskav in s pomočjo letalskih posnetkov ter topografskih kart smo sestavili karto strukturnic in reliefnih brazd širše okolice Košanske doline.

Strukturnice so v reliefu različno izražene, delno se kažejo v razporeditvi grap in dolin, značilnih reliefnih pregibov in v raznih kraških brazdah, nizih

- Sl. 2. Reliefne enote in strukturnice Košanske doline
 Enote so opredeljene s pomočjo strukturnic, to je brazd, razorov, pregibnic in prelomov. Poglavitne strukturnice omejujejo tektonsko spuščene ali dvignjene enote.
1. ravnik Košanske doline v višini 430 in 450 m
 2. nizke vzpetine in police na ravniku med 450 in 500 m
 3. omejitev strukturnih enot z označeno smerjo premika
 4. strukturnice
 5. stalni površinski tok
 6. občasni tok
 7. občasni kraški izvir
 8. površinska in hidrogeološka razvodnica
 9. kraška morfološka razvodnica
 10. oznake reliefnih enot

- Fig. 2. Relief Units and Structural Lines in Košana Valley
 The units were defined by the help of structural lines, it means karst denudation furrows, gullies, bend lines and faults. The main structural lines are limited by tectonically lowered or uplifted units.
1. levelled landscape of Košana valley in the altitudes between 430 and 450 m
 2. low hills and shelves on the levelled landscape in the altitudes between 450 and 500 m
 3. border of structural units with marked direction of the fault
 4. structural lines
 5. permanent superficial course
 6. periodical course
 7. periodical karst spring
 8. superficial and hydrogeological watershed
 9. karst morphological watershed
 10. the signs of relief units

vrtač in v značilnih žlebovih. Te raznovrstne reliefne linije odražajo kamninske razlike, zdobljene in pretrte cone, v katerih se uveljavlja pospešeno površinsko pa tudi kraško spiranje. Strukturnice niso povsod enako izrazite, ker so



Sl. 3. — Fig. 3.

iste strukture lahko v reliefu različno izražene. Prelomne cone so lahko v reliefu globoko začrtane kot razori, ali pa jih komaj sledimo v drobnih reliefnih pregibih. Povezava različnih oblik iste strukturne podlage je ponekod jasna, drugod pa dvomljiva ali zakrita.

Čeprav razporeditev strukturnic še ni povsem pojasnjena, pa nekatere značilno omejujejo določene reliefne in morfofenetske enote. Na podlagi vodilnih reliefnih strukturnic lahko v Košanski dolini opredelimo naslednje najpomembnejše morfostrukturne reliefne enote (slika 2):

1. Večje kraške vzpetine
 - a) Vremščica, b) Mlečnik, c) Osojnica, d) Taborski hrbet, e) Loza
2. Višje kraške ravnote in ravniki
 - a) Jelenje, b) Ravnik, c) Košanski hrib in Vrepolje, d) Pristavska reber.
3. Danji ravniki Košanske doline
 - a) Neversko košanska ravnica, b) Sušiška ravnica, c) Dolanska in Šmihel-ska ravnica

Med seboj so te ravnice sicer povezane, vendar se med njimi pojavljajo nizke vzpetine kot ostanki višjih teras:

Sl. 3. Reliefni preseki Košanske doline

- I. Prečni presek A—B: Sv. Trojica (689) — Vrepolje — Mlečnik — Ravnik in vzporedni presek A₁—B₁: Vremščica — Loza, s poglavitnimi strukturnicami.
- II. Prečni presek Košanske doline C—D: dolina Sušice — Osojnica (821) ter C₁—D₁: Vrhe — ravniki Košanske doline, z označenimi strukturnicami.
- III. Prečni presek južnega dela Košanske doline E—F: Ribnica — dolina Stržena — Dolane — Hrastje — Pivka, E₁—F₁: flišno sleme na Rti — M. Pristava — Tabor, z vrisanimi strukturnicami.
- IV. Vzdolžni reliefni presek Košanske doline. 1. vzdolžni presek doline Sušice, Košanskega potoka in Kulesa, 2. vzdolžni presek strukturne terase nad dolino, 3. vzdolžni presek razvodnega slemena med Košansko dolino in Notranjsko Reko z označenimi tektonskimi premiki (a—d) ob strukturnicah, 4. kraški ravniki v različni višini.
- V. Vzdolžni preseki današnjih strug, 1. Sušica, 2. Stržen, 3. Škrnik, 4. ravniki Košanske doline.

Fig. 3. Relief Cross-Sections of Košana Valley

- I. Transverse section A—B: Sv. Trojica (689 m) — Vrepolje — Mlečnik — Ravnik and parallel cross-section A₁—B₁: Vremščica — Loza with main structural lines.
- II. Transverse section of Košana valley C—D: Sušica valley — Osojnica (821 m) and C₁—D₁: Vrhe — levelled part of Košana valley with marked structural lines.
- III. Transverse section of southern part of Košana valley E—F: Ribnica — Stržen valley — Dolane — Hrastje — Pivka, E₁—F₁: flysh ridge on Rti — M. Pristava — Tabor with marked structural lines
- IV. Longitudinal relief section of Košana valley. 1. longitudinal section of Sušica valley, Košana brook and Kules, 2. longitudinal section of structural terrace above the valley, 3. longitudinal section of watershed ridge between Košana valley and Notranjska Reka with marked tectonic movements (a—d) along the structural lines, 4. karst planation on different altitudes.
- V. Longitudinal section of actual river beds, 1. Sušica, 2. Stržen, 3. Škrnik, 4. levelled part of Košana valley.

d) Neverški hrib (477 m), e) Ravenski hrib (490 m) in Ravnik (502 m), f) Vrh Nadanjega sela.

Na flišu pa so g) Farjevec in Klene (492 m), h) Knežija (460 m), i) Boljunc (499 m), j) Sušiška brda.

4. Flišna brda ob južnem obrobju Košanske doline:

a) Čepenska Trojica (689 m), b) Košansko Gradišče (641 m), c) Sušiška brda ali Vrhe (533 m), d) Narinska brda (577 m) in Goli breg (564 m).

Vsaka od teh morfostrukturnih enot ima svojstvene reliefne oblike, značilno velikost ter vertikalno in horizontalno razporeditev drobnejših reliefnih oblik. Morfološki stiki in prehodi med posameznimi enotami so izraziti in odražajo različno morfoogenetsko povezanost in medsebojno odvisnost. Morfostrukturne enote so izražene bodisi na enotni litološki podlagi, bodisi na mešani, to je na flišu in na apnencih hkrati. Strukturnih in reliefnih razlik na isti kamninski podlagi ni mogoče razložiti samo s selektivno erozijo ali z različno intenzivnim fluvialnim ali kraškim modeliranjem reliefa. Vzroke za nastanek teh razlik skušamo razložiti tudi z analizo neotektonskih premikov.

Košanska dolina leži ob pomembnem neotektonskem prelomu, ki sega iz Vipavske doline po Raši čez Senožeško podolje in Vremščico v Košansko dolino. Nadaljuje se v Reški dolini in Bistriški kotlini ter dalje proti jugovzhodu (OGK, lista Gorica in II. Bistrica). Ob tem znanem raškem prelomu je še vrsta spremljajočih prelomov, ki se cepijo od sosednjega in se z njim spet spajajo ali pa potekajo bolj ali manj vzporedno z njim kot jih nakazujejo strukturnice. Za reliefno strukturo pa so pomembni tudi genetsko sorodni prečni prelomi med vzdolžnimi. Razpored prelomov in blokov ob njih je zelo podoben in verjetno tudi soroden z onim ob idrijskem prelomu, kot jih je predstavil in utemeljil L. P l a c e r (1982). Za območje Košanske doline še nimamo tako podrobno preučene geološke podlage, da bi z geološkimi podatki zanesljivo dokazali in podprli takšno interpretacijo ugotovljenih morfostrukturnih enot. Toda reliefne značilnosti, oblike in razpored reliefnih enot ob strukturnicah so s pomočjo neotektonske dinamike veliko lažje razložljive in bolj pojasnjene. Morfografskih razlik tega območja namreč ni mogoče pojasniti samo z razlikami v eksogenih procesih na apnencih in na flišu. Morfoogenetska interpretacija ob upoštevanju strukturnih razlik in neotektonskih premikov je bolj sprejemljiva in logična. Kompleksna morfografska analiza pa omogoča tudi boljše razumevanje hidrogeoloških značilnosti krasa v območju Košanske doline in njenega zaledja.

Erozijsko, korozijsko in tektonsko oblikovanje reliefa

Erozijsko poglobljanje reliefa in vrezovanje dolin je bilo tesno povezano z geomorfološkim razvojem osrednjega dela povodja Notranjske Reke. To se odraža v poglobitvi doline Sušice in njenih pritokov. Sedanja dolina Sušice je namreč pred izlivom v Reko ozka soteska, poglobljena 70 do 100 m v starejše širše dolinsko dno v višinah med 450 in 480 m. Vrata iz Košanske v Reško dolino so v tej višini široka dober kilometer, medtem ko je ustrezni del Košanske doline trikrat širši in petkrat daljši.

Višja, inverzno nagnjena razvodna flišna slemena na južni strani doline še povečujejo vtis zaprtosti in njeno izoliranost od Reške doline. Zaprtost stopnjujejo tudi višja kraška slemena na severni strani osrednjega dolinskega dna.

Ob pogledu s Tabora daje Košanska dolina vtis robne kraške globeli in spominja celo na kraško polje. Takšno bi tudi bilo, če ne bi bila dolina odprta z ozko sotesko v flišu pri Ribnici.

S pomočjo vzdolžnih in prečnih morfoloških prereзов Košanske doline smo skušali rekonstruirati erozijsko poglobljanje (sl. 3), obenem pa primerjati reliefne oblike v različnih višinah. V soteski ob spodnji Sušici in Škrniku ter na slemenu Sušiških brd so nad dnom doline, ki je poglobljena do okrog 380 m nadmorske višine, ohranjene ozke police v višinah 430, 460 in 470—480 m. Tem erozijskim skalnim terasam bi v Košanski dolini in okrog Dolan ustrezale široke in zakrasele ravnice v višinah med 430 in 440 m ter ostanki višjega površja na njihovem obrobju z višinami med 460 in 490 m. V široko danjo kraško ravnico je za 10 do 30 m poglobljena soteska Sušice z enotnim strmcem (7 ‰). Do 100 m široka soteska s strmimi bregovi in ravnim dnom je ob toku navzdol globlje zarezana v široko uravnavo, ki ima le 2—3 ‰ naklona. V primerjavi s Sušico pa je še bolj nagnjena dolina Stržena, saj znaša njen strmec od Narina do Mrzleka kar 16 ‰. S tem skladne so tudi morfološke razlike, saj teče Stržen v zgornjem delu pod Narinom po naplavni ravnici, od kolena pri V. Pristavi dalje pa je struga vedno globlje zarezana v široko Dolansko ravnico. Vzdolžni prerez Škrnika, levega pritoka Sušice, ki je ves na flišu, odraža manjšo poglobljenost tega potoka v primerjavi s Sušico in Strženom, ima pa tudi precej večji in neizravnani strmec (40 ‰).

Stržen in Sušica sta ob prehodu na fliš poglobila svoji strugi ne le v najnižjo ravnico, temveč sta zarezala strugi v višjo teraso na obeh straneh Knežije (460 m). Široko uravnano dno Košanske doline na obeh straneh Stržena se potemtakem ne sklada s prevladujočim erozijskim poglobljanjem doline Notranjske Reke in njenih pritokov. Nastanka širokega dolinskega dna Košanske doline ne bi mogli pripisati kontaktni koroziji na apnencih, če ne bi bilo drugih morfoloških znakov tektonske dinamike. Ni namreč povsem razumljivo, kako naj bi korozija na izvorni strani v dnu apniške Košanske doline tako razširila in poglobila dolino hkrati, ko se je v flišu zarezovala le ozka soteska. S podobnimi razmerami, vendar z obratno razporeditvijo eocenskega fliša in prepustnih apnencev na ponorni strani, se je srečal pri preučevanju Vremske doline D. Radinja (1967), ki je skušal morfološke razširitve doline v apnencih v nasprotju z ozko dolino v flišu razložiti s procesi kontaktne korozije.

Košanski potok s pritokom Kulesom ima do Stare Sušice navzgor precej večji strmec (40 ‰), kot sama Sušica v apnencu (12 ‰). Poleg tega je Kules nad zgornjo Košano zarezal ozko strugo ob raškem prelomu v Čepensko polico in Vrepoljski ravnici med Košano in Volčami. Med Gornjo Košano in Staro Sušico ta ravnica ni ohranjen. Ker sta Čepenska polica in Košanski hrib strmo odrezana, Košanski potok pa komaj poglobljen v danjo ravnico, domnevamo, da je ta ravnica morfološka enota, ki po nastanku ustreza Vrepoljskemu ravniku, le da je vzhodno od Košane in Neverk pogreznjena za okrog 100 m. Kraško površje se tako ob jugovzhodnem vznožju Vremščice (1027 m) stopnjema dvakrat zniža. S tem skladne so tudi stopnje v flišnem hrbtu, ki se od Sv. Trojice (689 m) do Gradišča (641 m) zniža za 48 m, od Gradišča do vrha Sušiških brd (533 m) pa za 112 m. Košanskemu hribu (589 m) tedaj ustrezajo na nižji polici vzpetine pri Neverkah (477 m), Ravniški hrib (490 m) ter Knežija

(460 m) in Boljunc (499 m). Vrepoljski polici z višinami med 520 in 570 m genetsko pripadajo danje ravnice Košanske doline v višinah med 430 in 440 m. Višinske razlike med njimi so skladne z onimi na flišnih slemenih, kar dokazuje, da gre za nekdanj enotno kraško uravnavo ob stiku s flišem, ki je bila kasneje tektonsko razčlenjena in premaknjena v različne višine. To se sklada tudi s splošno usmerjenostjo tektonske dinamike ob raškem prelomu, ki doseže najvišjo vzpetost v svodu Vremščice ter največje znižanje v osrednjem delu Košanske doline. Del nekdanje enotne uravnave je ohranjen tudi ob vznožju Osojnice (821 m), v Kalskem griču (527 m), na Gorici pri Hrastju, pa morda tudi v Golem bregu (532 m) nad Nadanjim selom ter v uravnanih hrbatih Narinskih brd. S takšno naravnostjo tektonske dinamike lahko pojasnimo tudi prevladujočo inverzno usmerjenost reliefa in vodnih tokov v Košanski dolini v primerjavi z Notranjsko Reko.

Erozijsko poglobljanje Stržena in Sušice v danjo kraško uravnavo je sledilo erozijskemu poglobljanju Notranjske Reke ob relativnem tektonskem mirovanju Košanske doline. Tedaj je bila široka ravnica na obeh straneh Sušice šele izpostavljena zakrasevanju in korozijskemu razčlenjevanju, zato so kraške oblike na tej ravnici manj izrazite kot na višje dvignjenih uravnava. Različna zakraselost je sicer tudi litološko pogojena z razlikami med paleocenskimi in zgornje krednimi apnenci, vendar so te razlike na višjih ravninah manjše, kot so razlike na istih apnencih v različnih legah.

HIDROLOŠKE LASTNOSTI KAMNIN

Skladno z geološko-tektonsko zgradbo imamo v pretežnem delu obravnavanega ozemlja opraviti s propustnimi zakraselimi kamninami, kjer so padavine in kraška podtalnica oblikovale značilne kraške pojave tako na površju kot v podzemlju.

Škrapljasto površje s številnimi vrtačami in doli je razvito v zgornjekrednem apnencu med Osojnico in Kalom ter Neverkami. Manj vrtačasto in bolj uravnano je površje na skladnatih in ploščatih apnencih (vremskih plasteh), saj je na njih največ rdeče prsti. Plitve in široke vrtače ter skalne grbine so izražene v pretežno debeloskladnatih foraminifernih apnencih, ki so mestoma prav na debelo pokriti z naplavljenim in denudacijskim materialom. Na splošno imamo na severnem in vzhodnem obrobju Košanske doline izrazito kraško površje z malo prsti in brez površinskih vodnih tokov. Padavine vertikalno prenikajo do podtalnice, ki je ob suši več kot 100 m pod površjem. V nižjih predelih doline, ki jih prav tako gradijo zakrasele kamnine, pa izgleda površje manj kraško, ker je pokrito z debelejšim slojem prsti. Ta delno zadržuje padavine na površju, delno pa jih prepušča do podtalnice.

Južno obrobje Košanske doline gradijo vodonepropustne flišne kamnine, laporji in preščenjaki. Po flišu poteka površinsko razvodje med severnimi in južnimi pritoki Sušice, tod je razvit normalni relief s številnimi grapami, po katerih se potoki stekajo v dolino in tod ob suši ponikajo, ob dežju pa se zivajo površinsko v Sušico. Na Košanskem imamo torej opraviti s tremi skupinami hidrogeološko različnih kamnin ali s tremi hidrogeološko različnimi območji, ki imajo naslednje značilnosti:

1. skupina

Zakraseli skladnati, zelo razpokani in prelomljeni apnenci severno od Neverk in Kala ter vzhodno od Velike Pristave, kjer prevladuje kraško brezvodno površje z vrtačami in jamami ter drugimi korozijskimi oblikami, hitro vertikalno prenikanje padavin po razpokah in prelomih do globoke podtalnice. Razvita je podzemeljska vodna mreža. Tu in tam so ohranjena težka ilovnata in skeletna sušna tla, na katerih so travniki, pašniki in gozdovi, brez naselij.

2. skupina

Zakraseli skladnati in ploščnati ter na drobno razpokani apnenci osrednje Košanske in Dolanske doline, pokriti z nevezanimi kvartarnimi sedimenti. Kraško površje je posejano s plitvimi vrtačami in periodično aktivnimi strugami, občasnimi kraškimi izviri ter ponikalnicami in redkimi jamami. Padavine odtekajo delno po površju, ki ga občasno dosega tudi kraška podtalnica, sicer pa niha plitvo pod njim. Zmerno vlažna in lahka tla se menjavajo z mokrotnimi in srednje težkimi tlemi različne poroznosti in propustnosti, na njih so travniki, njive in naselja.

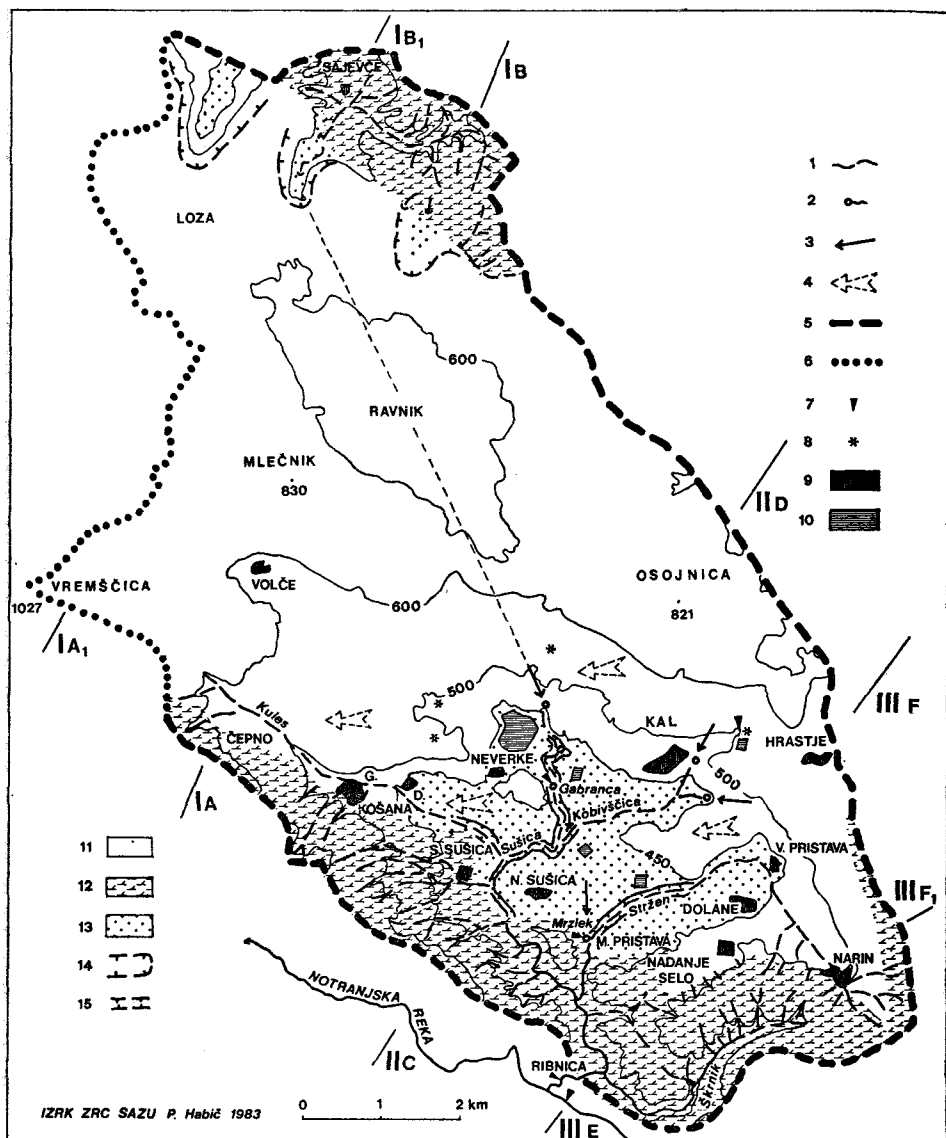
3. skupina

Flišne kamnine na južnem in jugovzhodnem obrobju Košanske doline sestavljajo plastnati in nagubani laporji in peščenjaki, na njih se uveljavljajo korozijski in denudacijski procesi, ki oblikujejo normalno nepropustno površje z grapami in hrbti ter slemenimi med njimi. Razvita je površinska vodna mreža in delna razpoklinska poroznost s talno vodo, ki hrani manjše studence. Na pobožnejših policah in pobočjih je več ilovnate in gruščnate prepereline s srednje težkimi in zmerno vlažnimi tlemi in njivsko površino. Strmejša pobočja so nestabilna, porasla z gozdovi in travniki ter nenaseljena.

V hidrogeološkem pogledu imajo poseben pomen kamnine druge skupine, ker so sestavljene in razporejene ter uravnane tako, da so omogočile večjo naselitev in ugodnejšo stopnjo urbanizacije v Košanski dolini. Kljub vodopropustni zakraseli podlagi, ki po naravi ni ugodna za razvoj poljedelstva in agrarne naselitve, se je oboje razvilo v obsegu, ki bi bil bolj značilen za vodnati nekraški svet. To dejstvo je pripisati okolnosti, da zakraselo podlago različno na debelo pokrivajo kvartarni nevezani sedimenti, ki zavirajo površinsko zakrasevanje in delno zadržujejo vodo ter omogočajo, da se razvijajo in ohranjajo rodovitna tla. Akumulacija nevezanih kamnin je pogojena tudi z morfologijo doline, saj se vanjo stekajo vode in nanašajo material s flišnih gričev, prav tako pa se pri denudaciji površja in koroziji karbonatnih kamnin ohranja roženčev grušč, ki pomešan z rdečkastorjavo terra rosso sestavlja bolj rahla, zato rodovitna tla, posebej v območju Košane in Neverk. V južnem delu doline okrog Dolan je tega grušča manj, več pa je flišnega proda in rjavkaste prsti. Ta flišni prod so v ravnico nanesele površinske vode iz kratkih grap tostran površinskega razvodja v flišnem grebenu med Sušico in Škrnikom in ga v obliki vršajev odložile na zakraselo apnenčevo podlago med Narinom, Nadanjim selom, M. Pristavo, Novo in Staro Sušico ter južno od Košane in Neverk.

Obravnavani pleistocenski in holocenski nanosi so nekoč bolj na debelo in bolj sklenjeno prekrivali zakrasele kamnine. Takratni vodotoki so bili tudi

bolj sklenjeni in bolj aktivni kot danes. S kraško denudacijo in poglobljanjem strug ter vertikalnim odplakovanjem naplavin in zniževanjem kraške podtalnice pa je postajal nasipni pokrov vse tanjši, skalna podlaga bolj razgaljena. Nanosi so se ohranili v nekaterih kraških špranjah in vrtačah, v nižjih predelih, posebej okrog Dolan.



Sl. 4. — Fig. 4.

POVRŠINSKE IN KRAŠKE PODZEMELJSKE VODE

Vodno omrežje Košanske doline je asimetrično in razmeroma redko, kar je v skladu z razporeditvijo nepropustnih flišnih in zakraselih karbonatnih kamnin. Površinska vodna mreža je omejena le na ožjo južno polovico povodja, kjer se številni kratki potoki stekajo po strmih grapah v osrednjo strugo. Ta je izpod Vremščice zarezana proti jugovzhodu ob prelomnem stiku apnencev ter fliša. Osrednjo površinsko vodno žilo tvorijo potok Kules, ki se nadaljuje s Košanskim potokom, ta pa s Sušico. Poleg kratkih desnih pritokov s fliša ima Sušica v namočenih obdobjih močan dotok kraške vode s širšega levega kraškega zaledja. Z leve strani se vanjo steka občasni površinski Stržen s povirjem v flišu nad Narinom, s kraško vodo pa ga hrani predvsem Mrzlek ali Zvroček ob stiku apnencev s flišem. Pred sovodnijo z Reko pri Ribnici dobi Sušica še dva leva pritoka s fliša, krajši Lakotnik in daljši Škrnik, ki s svojim povirjem sicer segata že izven ožje Košanske doline (sl. 4).

Razvodje med Košansko dolino in Notranjsko Reko poteka po flišnih slemenih izpod Vremščice proti jugovzhodu do Ribnice, od tam pa po slemenih Narinskih brd proti severovzhodu do kraške Grmade (754 m) in po robu Tabora proti Pivki. Od Pivke poteka hidrogeološko razvodje ob stiku apnencev s flišnih pasom od Gradca proti severozahodu do Rakulika in Sajeveč. Morfološko razvodje je od tega nekoliko odmaknjeno in poteka čez Osojnico (821 m)

Sl. 4. Hidrografija Košanske doline

1. potok in ponikalnica
 2. kraški izvir
 3. kraški dotok visokih voda
 4. kraški odtok nizkih voda
 5. površinska in hidrogeološka razvodnica
 6. kraška morfološka razvodnica
 7. mesta zajemanja vzorcev
 8. odlagališča odpadkov
 9. naselje
 10. perutninske farme
 11. apnenec
 12. fliš
 13. kraški ravniki Košanske doline
 14. slepe doline
 15. soteske v apnencu
- I—III položaj reliefnih presekov (slika 3)

Fig. 4. Hydrography of Košana Valley

1. brook and sinking stream
 2. karst spring
 3. karst inflow of high waters
 4. karst outflow of low waters
 5. superficial and hydrogeological watershed
 6. karst morphological watershed
 7. sampling points
 8. dumping ground
 9. settlements
 10. poultry-farm
 11. limestone
 12. flysh
 13. karst levelled plain of Košana valley
 14. blind valleys
 15. gullies in limestone
- I—III situation of relief cross-section (Fig. 3)

in Mlecnik (832 m) in od tam na Vremščico (1027 m). Toda izdatnost in kemi zem kraških izvirov Sušice pri Neverkah nakazujejo visokovodno zvezo s ponikalnico Rakulščico, ki zbira vodo s flišnih slemen in pri Sajevčah ponika v značilni slepi dolini. Npropustni severni flišni pas z jadransko črnomořskim razvodjem ne dovoljuje odtoka iz kraškega zaledja Košanske doline proti Pivki. Ostaja le možnost, da se kraške vode izza morfološkega razvodja usmerjajo proti Košanski dolini in neposredno po kraškem podzemlju proti izvirov Timava. Zvezo Sajevške ponikalnice s kraškimi izviri v Košanski dolini so nakazale že speleološke raziskave (F. H a b e, F. H r i b a r, 1964), z barvanjem pa te domneve še niso bile dokazane. Podzemeljsko razvodje na zahodni strani Košanske doline ni znano. Med Sajevčami in Vremščico lahko sledimo le morfološkemu razvodju po kraških hrbtih in kopastih vrhovih. Toda dna kraških globeli se tudi onkraj tega razvodja znižujejo proti jugovzhodu in ne kot bi pričakovali proti Senožeškemu podolju.

Ob navedenih nejasnostih o dejanskem kraškem zaledju Košanske doline moremo vsaj po pglavitnih zunanjih znakih začrtati površinsko in hidrogeološko razvodnico ter nejasno kraško razvodnico. Tako orisano zaledje Košanske doline meri 76 km², od tega je na flišu 16 km², na apnencih pa 60 km².

Na flišu znaša gostota rečne mreže 1,75 km/km², na apnencih pa 0,2 km/km².

PREGLED HIDROGRAFSKE MREŽE

vodotok	dolžina km	srednji strmec ‰
Košanski potok in Kules	5	40
Sušica na apnencih	4	12
na flišu	4	7
Levi pritoki skupaj	12	
Kobivščica	2	5
Stržen—Mrzlek	6	16
Lakotnik	1	13
Škrnik	3	40
Desni pritoki skupaj	15	
skupaj	40	

KRAŠKI VODNI REŽIM

Že ime Sušica nakazuje pglavitno hidrološko značilnost osrednje vodne žile. Večji del leta je struga suha, presahne tudi Stržen in tako se povsem prekine dotok vode iz kraškega zaledja. Ob stiku s flišem bi pričakovali stalne, pa čeprav majhne kraške izvire. Toda speleološka opazovanja v jami Gabranci, ki deluje kot občasen in močan bruhalnik z 2 do 3 m³/s pretoka, potrjujejo, da se gladina kraške vode zniža tudi za več kot 100 m pod nepropustni prelivni rob. Takšne vodne razmere pa so možne le v primeru, če se kraško zaledje lahko prazni v kakšno drugo smer. Po geološki zgradbi sodeč je to možno pod zakraselo Vremščico proti zahodu in severozahodu, bodisi v povirje Raše, še

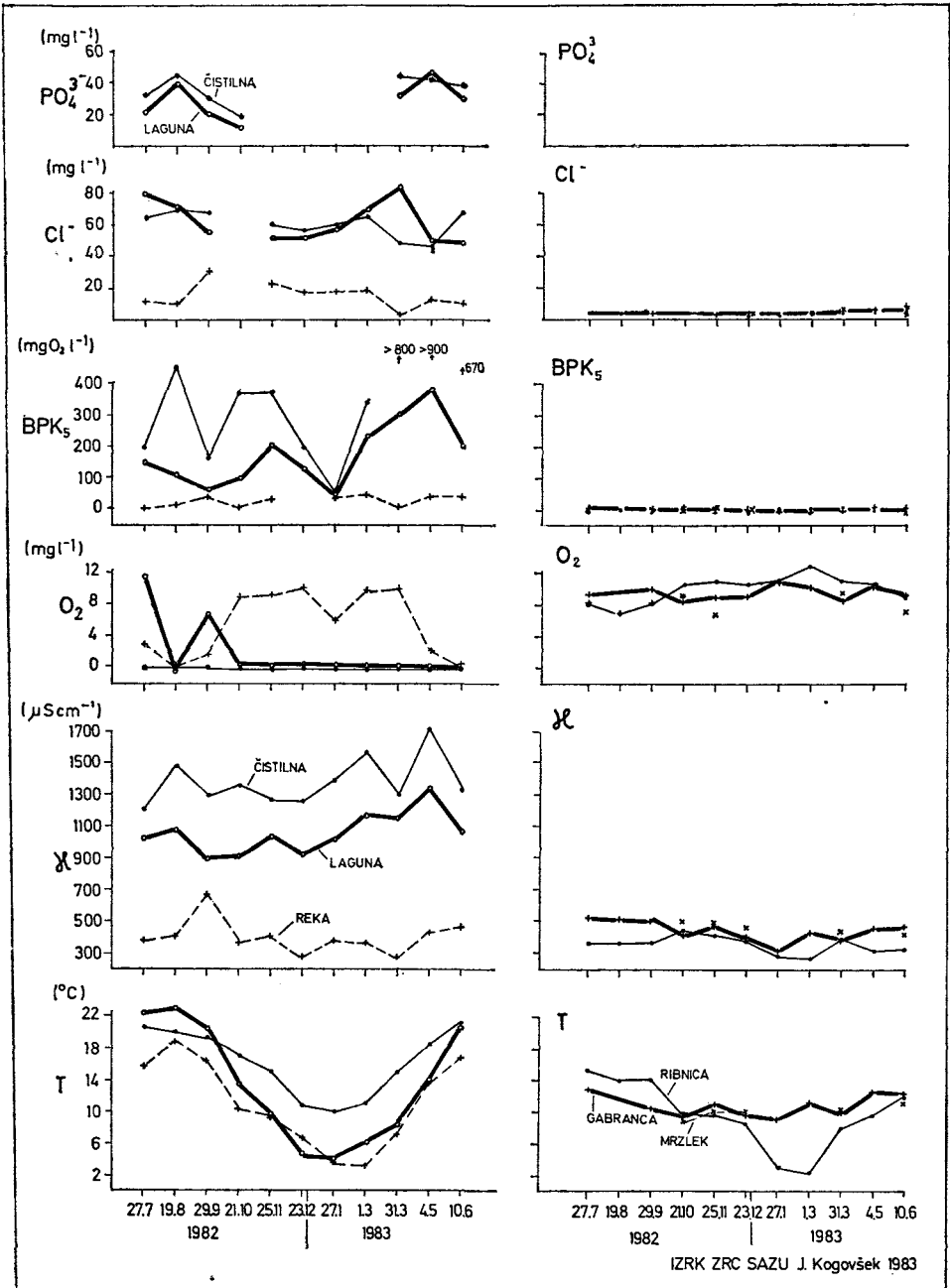
bolj verjetno pa neposredno k izvirov Timava. Kraške podzemeljske vode iz Košanske doline se tako pridružijo podzemeljski Notranjski Reki za njenimi ponori v Skocjanskih jamah. Toda podzemeljski odtok v tej smeri je očitno omejen, saj se ob večjem deževju podzemlje hitro napolni do prelivnega roba in tedaj oživijo kraški izviri v strugi Sušice in Stržena.

Kraški izviri Sušice so razporejeni v soteski severno od Nove Sušice. Najpomembnejši izvir je Gabranca (418 m), ob višji vodi pa so manjši bruhalniki razporejeni še po strugi navzgor do južnega vnožja Rebri pod Osojnico, najvišji so na koti 460 m. V tej višinski razporejenosti izvirov se odraža omejena prepustnost jame Gabrance, pa tudi njenega kraškega sosledstva v paleocenskih apnencih. Najvišje ležeči izvir je namreč na stiku teh apnencev z bolj prepustnimi zgornjekrednimi apnenci.

Jama Gabranca je globoka 122 m. Vhodno lijakasto brezno je široko do 10 m in globoko 13 m. Nadaljuje se z ozkim poševnim rovom, ki se z naslednjim 30 m globokim breznom odpira v poševni vodni rov. Ta se konča z neprehodnimi ožinami. Zglajene stene in druge erozijske oblike, kot tudi droben prod in pesek, nakazujejo izdatno erozijsko dejavnost vodnega toka, ki se preliva iz globokega kraškega zaledja na površje. Ob visokih vodah priteka iz Gabrance precej kalna voda, kar je nenavadno za razmeroma golo kraško zaledje, kalnost si lahko razlagamo le z dotokom vode iz flišnega zaledja. Tako lahko h kalnosti prispevajo poleg Rakulščice in Saješčice še vode, ki se s fliša odtekajo proti Košanski dolini pri Jenčeriji, kjer je izrazit zatrep slepe doline z naplavljenim ilovnatim dnom. Majhni potoki s fliša pa navadno ponikajo v požiralnikih ob vnožju flišnih grap, kjer je zakrasela podlaga. Ni izključeno, da visoke vode izpirajo iz podzemlja tudi starejše sedimente. Starejše vodne tokove v podzemlju Slavenskega ravnika nakazujejo daljši odseki vodoravnih jam, med katerimi je največja Vodna jama v Lozi (F. H a b e, F. H r i b a r, 1964). Strmec podzemeljskega toka od Saječ do Gabrance in visokih izvirov Sušice znaša 17 ‰ in 14 ‰.

Nad višje ležečimi izviri Sušice je napol odprta vrtača v Rebri pod Osojnico, še nekoliko višje pa je značilna udornica Grenjak, ki je lahko nastala le nad večjo podzemeljsko votlino. Tudi bližnje brezno Golobinka nakazuje večjo prevotljenost v neposrednem višjem zaledju sedanjih visokovodnih prelivov na površje. Stari jamski vodni rovi so v Slavenskem ravniku v višini okrog 500 m, današnje visoke vode pa so okrog 50 m globlje, kar je pogojeno s prelivnimi izviri ob robu Košanske doline.

Kraški izvir Mrzlek ali Zvroček je le nekaj metrov odmaknjen od struge Stržena, kjer ta prestopi z apnencev na fliš, to je dobrih 100 m navzdol od mostu, čez katerega je speljana cesta proti Novi Sušici. Vodni režim tega izvira poznamo le po občasnih meritvah in opazovanjih. Ob suši je pod skalno steno na desnem bregu Stržena, v višini okrog 405 m, do 0,5 m visoka, 1 m široka in 2 m dolga odprtina z blatnim dnom. Ob višji gladini kraške podtalnice izvira od 1 do 100 l/s. Temperatura Zvročka niha med 9 in 11 °C in je razmeroma stalna, kar kaže na pravo kraško zaledje. To potrjujejo tudi kemične analize vode (sl. 5). Prav nasproti Zvročka je na levem bregu Stržena, kjer se soteka nekoliko razširi, roj drobnih izvirkov, nekakšna močila z imenom Mlake, kjer se ob pokritem stiku apnenca in fliša preceja skozi preperelino kraška pod-



Sl. 5. Kemijski parametri čistih in odpadnih voda
 Fig. 5. Chemical parameters of clean and waste waters

talnica izpod Dolanske ravnice. Pozimi na Mlakah sneg najprej skopni, poleti pa je voda razmeroma hladna, zato je dobila tudi ime Mrzlek.

Izviri Sušice z Gabranco vred nekaj dni prej presahnejo kot Zvroček, ki leži skoraj 15 m niže. Verjetno se del iste kraške podtalnice, ki se preliva iz Gabrance, prazni skozi izvir Mrzlek. Ko pa tudi Mrzlek presahne, se mora voda iz skupnega zaledja odtekat drugam, da se zniža gladina po opazovanjih v Gabrancih tudi do 110 m pod najnižji prelivni izvir. Gladina podzemeljske vode v Košanski dolini niha torej za več kot 122 m, kar je na eni strani pogojeno z odtokom v smeri proti izvirom Timava, po drugi strani pa z omejeno prepustnostjo najnižjih kanalov. V geološki preteklosti so bili izviri trajnejši, tako da je imela Sušica celo stalni pretok, ki je poglobil sotesko v prvotno uravnano dno.

Kobivščica je tretji občasni kraški površinski potok, ki izvira le ob najvišjih vodah v Dolu in Seševcih pod Kalom iz dveh krajših zatrepov. Voda odteka po komaj opazni strugi proti zahodu, ki se nekoliko poglobi, le tik pred izlivom v Sušico. Izviri Kobivščice so med 440 in 450 m, torej nekakko v isti višini kot najvišji izviri Sušice. V nasprotju s Sušico pa si Kobivščica ni poglobila struge v danjo ravnico, ker ima manjše zaledje, in ker je iz njega podzemna voda normalno že usmerjena k Sušici.

VPLIV ODPLAK IZ KOŠANSKE DOLINE NA ONESNAŽENOST NOTRANJSKE REKE

Zajemanje vzorcev in uporabljene metode dela

V času od 27. 7. 1982 do 10. 6. 1983 smo približno enkrat mesečno vzorčevali vodo na izbranih vzorčnih mestih: Reka, Ribnica, Mrzlek, Dolanski potok (Stržen), Gabranca, čistilna naprava klavnice na Kalu in njena laguna. Stržen je bil ob naših vzorčevanjih suh, druge vode pa smo zajemali redno. Na samem mestu smo določali temperaturo vode in njeno specifično električno prevodnost, v laboratoriju pa še pH, karbonatno, kalcijevo in magnezijevo trdoto, vsebnost raztopljenega kisika, biokemijsko potrebo po kisiku, kloride, nitrata in o-fosfate. Specifično električno prevodnost in pH smo določali elektrometrično, karbonatno, kalcijevo in magnezijevo trdoto ter kloride titrimetrično po standardnih metodah, nitrata ošimetrično, o-fosfate spektrofotometrično, raztopljeni kisik z metodo po Winklerju, biokemijsko potrebo po kisiku (BPK₅) pa iz originalnih (Ribnica, Mrzlek, Gabranca) in razredčenih vzorcev (čistilna naprava in laguna) po petih dneh.

Ugotovitve

Perutninski kombinat Pivka s svojo klavnico oddaja dnevno okrog 900 m³ odpadne vode, ki jo najprej čistijo na čistilni napravi, »očiščeno« vodo zbirajo v laguni, urejeni v bližnji vrtači. Voda, ki odteka iz čistilne naprave, ima visoko specifično električno prevodnost (1200—1700 $\mu\text{S cm}^{-1}$), njena temperatura preko leta sezonsko niha od 10 do 21 °C, kar je posledica zunanje vpliva. Vse merjene vrednosti so razvidne iz slike 5.

Vsebnost kisika v tej vodi je bila med vsemi vzorčevanji praktično enaka nič, kljub prezračevanju na čistilni napravi, ki občasno tudi ni delovala. Visoka biokemijska potreba po kisiku (BPK₅) kaže na močno onesnaženo vodo,

kjer nečistoče porabljaajo za svojo oksidacijo kisik iz vode. V začetku smo za BPK₅ uporabljali 50-kratno razredčitev originalnega vzorca, kasneje pa 100-kratno razredčitev, vendar se je celo ta pri spomladanskem vzorčevanju izkazala za prenizko. Zaradi različnih razredčitev rezultati niso najboljše primerljivi, vendar pa dovolj nazorno kažejo stopnjo onesnaženosti. Meritve BPK₅ v letu 1982 niso presegale vrednosti 450 mg O₂ l⁻¹. Občasno nižje koncentracije pa so lahko posledica razredčitve zaradi padavin, ali pa dotoka manj onesnažene vode. Znatno višje vrednosti smo zabeležili pri zadnjih treh vzorčevanjih od 31. 3. 1983 dalje. Vrednosti BPK₅ so tedaj presegale 900 mg O₂ l⁻¹. Vzoredno merjenje kloridov in fosfatov tudi kaže na njune višje koncentracije. Kloridi so nihali od 50 do 70 mg Cl⁻¹, fosfati pa od 20 do 45 mg PO₄³⁻ l⁻¹, medtem ko so bili nitrati nizki.

Voda iz čistilne naprave se steka v laguno, kjer temperatura vode zavisi predvsem od zunanje temperature. Tako je nihala podobno, vendar pa z večjo amplitudo, kot temperatura vode iz čistilne naprave. Poleti je dosegala 23 °C, pozimi pa 4 °C. Od temperature so verjetno v veliki meri odvisni procesi, ki se odvijajo v laguni. Meritve specifične električne prevodnosti vode iz lagune kažejo na njene nižje vrednosti v primerjavi s specifično električno prevodnostjo vode, ki odteka iz čistilne naprave, hkrati pa njun dokaj vzporeden potek. Meritve raztopljenega kisika v laguni so pokazale minimalne količine kisika (do 1 mg O₂ l⁻¹), razen od 1. 3. 1983 dalje, ko je padla njegova koncentracija na nič. Opazno višje vrednosti smo zabeležili 27. 7. in 29. 9. 1982, ko je bila BPK₅ sorazmerno nizka, vendar pa ne izključujemo pomote. V laguni smo občasno ugotavljali zelo razgibano biokemično aktivnost.

Koncentracije kloridov in fosfatov se niso bistveno razlikovale od tistih v vodi iz čistilne naprave. Nivo lagune niha in izgleda, da počasi narašča. Voda delno pronica skozi dno vrtače. Manjša prisotnost soli in nižja specifična električna prevodnost v laguni v primerjavi z vodo iz čistilne naprave govorita za usedanje odpadnih snovi, kar verjetno ovira odtekanje vode iz lagune, hkrati pa ima usedlina vlogo nekakšnega filtra.

Primerjava z vodami v okolici

Vode Gabrance, Mrzleka in Sušice v Ribnici so dobro prezračene. Vsebnost kisika se je med opazovanji gibala od 7 do 13 m O₂ l⁻¹. Kloridi, fosfati in nitrati so bili nizki in ne kažejo znakov onesnaženja. Tako je tudi specifična električna prevodnost teh voda nizka, oz. v mejah kraških voda, od 270 do 520 μS cm⁻¹. Voda v Gabranci ima dokaj stalno temperaturo in niha okoli 10 °C, podobno tudi Mrzleki, čeprav je bil nekajkrat suh; temperatura Sušice v Ribnici pa seveda odraža njen površinski tek.

Reka je imela v času opazovanj približno enako specifično električno prevodnost kot Sušica, Mrzlek in voda v Gabranci, vendar smo izmerili nižjo karbonatno trdoto. Določili pa smo višjo vsebnost kloridov in fosfatov. Kloridov je vsebovala do 30 mg l⁻¹, o-fosfatov pa do 45 mg PO₄³⁻ l⁻¹. Pri določevanju raztopljenega kisika smo štirikrat zabeležili upad njegove koncentracije pod 2,5 mg O₂ l⁻¹, sicer pa je Reka vsebovala od 6 do 10 mg O₂ l⁻¹. BPK₅ smo določevali iz 5-krat in 10-krat razredčenih originalnih vzorcev in se je gibala do 50 mg O₂ l⁻¹.

SKLEPI

Vsekakor občasna, približno mesečna opazovanja ne morejo dati popolne slike onesnaženosti Reke, niti nihanj koncentracij merjenih parametrov na čistilni napravi v laguni, ki se očitno čez dan ali na več dni precej spreminjajo v skladu s tehnologijo in delovnim ritmom. Vendar so rezultati pokazali, da odpadne vode iz čistilne naprave in lagune ne onesnažujejo dosegljivih površinskih voda, ki odtekajo v Reko. Odplake iz Košanske doline potemtakem zaradi kraškega načina odtekanja ne prispevajo k onesnaženosti površinske Notranjske Reke. Razmeroma čisti površinski dotoki iz Košanske doline zaradi razredčitve prispevajo le k izboljšanju njene kvalitete.

Razlike v specifični prevodnosti, vsebnosti fosfatov in kisika ter biokemijski potrebi po kisiku med vodo, ki odteka iz čistilne naprave in vodo v laguni nakazujejo, da v sami laguni prihaja do nadaljevanja čiščenja. V laguni zasta-ja okrog 20.000 m^3 odplak. Dnevni odtok okrog $800\text{--}900\text{ m}^3$ pa se večinoma preceja v kraško podlago in odteka v nedosegljivo kraško podtalnico. Vplivov tega onesnaževanja v bližnjih občasnih kraških izviroh Mrzleka in Sušice nismo mogli ugotoviti. Žal ni mogoče spremljati procesa samočiščenja v kraškem podzemlju pod laguno. Domnevamo pa, da stalni dotok še vedno precej onesnažene vode iz lagune pomembno vpliva na kvaliteto podzemeljske kraške vode, čeprav lahko poleg samočiščenja pričakujemo v podzemlju tudi precejšnje razredčenje. Ker narašča onesnaženost odplak iz čistilne naprave in v laguni, kar dokazuje naraščajoča biokemijska potreba po kisiku, narašča tudi ogroženost kraške podtalnice. Njen odtok v izvire Timava eksperimentalno še ni dokazan, je pa po hidrogeoloških razmerah sodeč edino možen. Z barvanjem bi bilo treba ugotoviti tudi morebitno povezanost teh voda s podtalnico pri Brestovici, kjer je zajetje za sežanski kraški vodovod. Vsaj dokler ta možna zveza ne bo zatrdno ovržena, je treba vse odpadne vode iz Košanske doline, kakor tudi iz celotnega povodja Notranjske Reke in Krasa, v skladu s predpisi očistiti in šele nato dopustiti izlivanje v kraško podzemlje.

LITERATURA

- B user, S., 1964: Tolmač k osnovni geološki karti SFRJ. List Gorica—Palmanova, 1:100.000, Geološki zavod Ljubljana.
- H a b e, F., F. H r i b a r, 1965: Sajevoško polje. Geografski vestnik, 36 (1964), 13—49, Ljubljana.
- P l a c e r, L., 1982: Tektonski razvoj idrijskega rudišča. Geologija, 25/1, 7—94 (1982), Ljubljana.
- P l e n i č a r, M. s s o d e l a v c i, 1970: Tolmač za list Postojna, Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000, Zvezni geološki zavod, Beograd.
- R a d i n j a, D., 1967: Vremenska dolina in Divaški kras. Problematika kraške morfogeneze. Geografski zbornik, 10, 157—269, Ljubljana.
- Š i k i ć, D., M. P l e n i č a r, 1975: Tolmač za list Ilirska Bistrica. Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000, Beograd.

KARST AND HYDROGEOLOGICAL PROPERTIES OF KOŠANA VALLEY AND ITS CONTRIBUTION TO NOTRANJSKA REKA POLLUTION

Summary

Geological setting of Košana valley, the karst depression between Pivka basin and Notranjska Reka valley, is controlled by anticline of NW-SE direction, having uppercretaceous limestones (K_2^3) denuded in the central part and paleocene limestones (P_c , E) and marls and eocene sandstones (E_2) in the anticlinal limb. In the Tabor (718 m) region the anticline is covered by the High Karst over-thrust, otherwise it is in all directions faulted by several wrench-faults (Fig. 1). These facts complete the existing geological maps of the treated region, that are the sheets Ilirska Bistrica and Postojna (S. Buser, 1964; M. Pleničar, 1970; D. Šikić and M. Pleničar, 1975) and render possible the interpretation of geomorphological and hydrogeological and karst properties of Košana valley.

Field observations, study of convenient contour maps and aerial photographs showed different morphostructural relief units (Fig. 2). Helped by longitudinal and cross morphological sections (Fig. 3) the erosional deepening of Košana valley and its fluvial tributaries was reconstructed compared to deepening of Notranjska Reka. It was stated that the levelled bottom of the Košana valley did not originate because of erosional deepening of Notranjska Reka and because of contact corrosion in limestone and flysh (D. Radinja, 1967) but because of tectonic dynamics in Quaternary too. Regarding the hydrogeological properties there are in Košana valley karstified limestones with developed underground water net and impermeable flysh rocks with superficial water net. Loose quaternary sediments on the karstified valley's bottom impede the superficial karstification and retain the precipitations thus the fertile soil can develop.

Košana valley water net is asymmetrical. Superficial net is limited to southern and eastern flysh border, where the watershed between Notranjska Reka and Pivka lies. Morphological watershed with Pivka passes from Tabor (718 m) ridges to Osojnica (821 m) and Mlečnik (832 m) to Vremščica (1027 m) thus including flysh Sajeve polje (Fig. 4) which supposedly drains underground to Košana valley (F. Habič, F. Hribar, 1964). Thus the Košana valley water basin includes 76 km² of surface, 16 km² on flysh and 60 km² on limestone.

Investigations prove that the karst water regime prevails in Košana valley. Considering active cave Gabranca karst underground water oscillates for about 100 m. High waters flow on the surface towards Notranjska Reka, while low and medium waters drain undergroundly northwestwards to Raša river basin or towards Timavo springs. The waste waters of agrocombinat Neverke are included into water regime. One year lasting hydrochemical tests (Fig. 5) showed, that waste waters do not pollute the superficial courses and Notranjska Reka but the karst underground flow.