

**LA QUALITE DE LA RIVIERE A PERTE PIVKA
DANS LES ANNÉES DE 1984 JUSQU'AU 1990**

**KVALITETA PONIKALNICE PIVKE V LETIH
OD 1984 DO 1990**

J A N J A K O G O V Š E K

Abstract

UDK 556.38 (497.12) ~1984/1990

Kogovšek, Janja: The quality of sinking river Pivka in the years 1984 to 1990

The contribution deals with Pivka river water quality in the years 1984, 1985 and 1986 and after 1987 until 1990 when the waste waters from Postojna were cleaned by the treatment plant. The water quality measurements in front of the ponor to Postojnska jama and in its underground flow in Pivka jama and in Planinska jama evidence successful autopurification processes within the karst underground for now. The quality of polluted tributaries during different water levels, influencing the Pivka water quality, are presented too.

Izveček

UDK 556.38 (497.12) ~1984/1990

Kogovšek, Janja: Kvaliteta ponikalnice Pivke v letih od 1984 do 1990

Prispevek podaja stanje kvalitete ponikalnice Pivke v letih 1984, 1985 in 1986 ter po letu 1987, ko so se odpadne vode Postojne že čistile na čistilni napravi vse do leta 1990. Meritve kvalitete pred ponorom v Postojnsko jamo ter v njenem podzemeljskem toku v Pivki jami in Planinski jami kažejo zaenkrat še na uspešne samočistilne procese, ki potekajo v kraškem podzemlju. Podana je tudi kvaliteta onesnaženih pritokov ob različnih vodnih razmerah, ki vplivajo na kvaliteto Pivke.

Address-Naslov

Mag. Janja KOGOVŠEK

Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU

Titov trg 2

66230 Postojna

Slovenija

INTRODUCTION

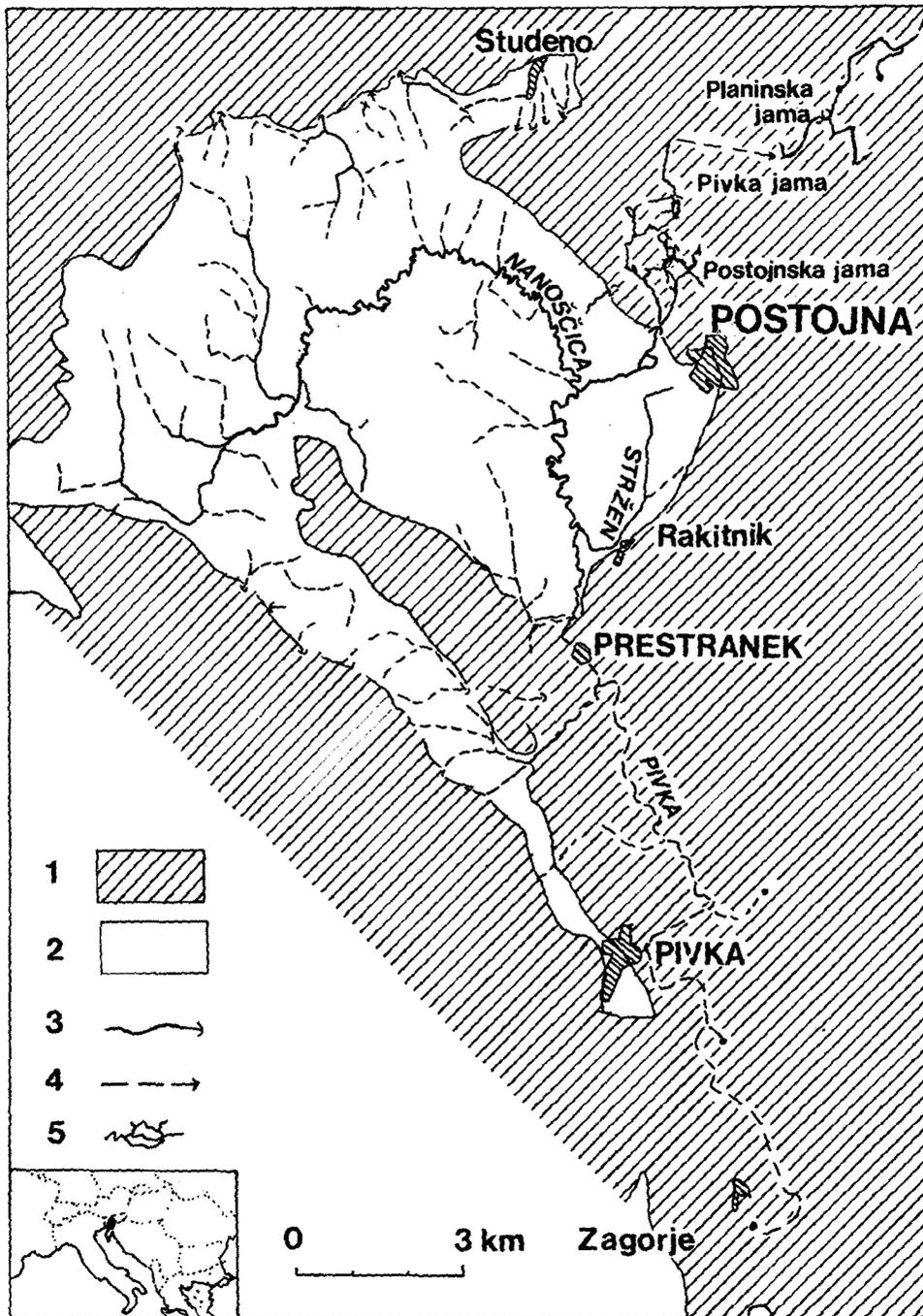
La rivière Pivka prend sa source dans la partie sud du bassin de Pivka et elle coule à la surface vers Postojna pour 15 km où elle se perd dans la Grotte de Postojna. Dans son cours supérieur il y a plusieurs villages sans canalisation, les gens s'occupent avec l'agriculture pour la plupart, seulement dans les villes Pivka et Prestranek il y a deux exploitations de l'industrie de bois. Ainsi la majorité des eaux d'égouts de cette région s'écoule plus ou moins directement dans la Pivka (Fig. 1).

Le cours supérieur de la Pivka est cependant temporaire. Pendant l'étiage les eaux disparaissent dans le lit directement y compris les faibles tributaires venant de flysch, lesquels aussi coulent de la région peuplée et sont plus ou moins pollués. Ainsi les eaux communales et industrielles de la ville Pivka se perdent sans traitement dans un petit puits dans le lit de la Pivka (R. GOSPODARIČ & P. HABIČ, 1985).

Par le traçage on a prouvé que les eaux de Pivka pendant l'étiage coulent dans les sources de la rivière Unica sur le polje de Planina aussi (P. HABIČ, 1989). Une de ces sources, Malni, est captée pour l'alimentation en eau de la commune de Postojna et en même temps c'est une source prévue pour l'eau potable du Littoral slovène. La pollution n'était pas encore enregistrée dans ces sources. Mais la connexion établie exige la nécessité de la purification des eaux résiduelles de la ville Pivka et le contrôle de la qualité de l'écoulement.

Pendant la crue, quand Pivka est diluée par l'eau karstique des sources de Žeje et Trnje et par les eaux superficielles de Slavenski potok et Nanoščica, la qualité est bonne (R. GOSPODARIČ & P. HABIČ, 1985).

Postojna est la plus grande agglomération dans le bassin de Pivka, à peu près 10.000 d'habitants avec le tourisme développé, avec l'industrie métallurgique, de bois et des produits alimentaires, avec l'entreprise de transport et l'exploitation forestière avec ses moyens de transport, il y a beaucoup d'objets militaires aussi. Avant le temps les eaux d'égouts coulaient directement dans la Pivka. En 1987 on a construit la station de traitement des eaux à Postojna et de ce temps la plupart des eaux résiduelles, y compris les eaux communales et industrielles, est traitée et coule dans le ruisseau Stržen lequel se jette dans le ruisseau Nanoščica. Pivka enrichie se perd dans Postojnska jama et coule en souterrain à travers Otoška jama, Pivka jama jusqu'à la grotte-source Planinska jama.



LES RECHERCHES DE LA QUALITE DE PIVKA JUSQU'A PRESENT

Le cours souterrain de la rivière Pivka de la Postojnska jama jusqu'à Planinska jama, 7,3 km long (de Pivka jama jusqu'au Paradis dans Planinska jama on a pris la distance aérienne) était le sujet de plusieurs recherches déjà.

En 1974 les hydrologues de Sarajevo ont étudié le procès d'autopurification. Avec les analyses du débit et par le traçage ils ont constaté que sur la distance entre Postojnska jama - Pivka jama 34% de l'eau se perd. Ils ont constaté aussi que le débit augmente après les précipitations atmosphériques dans toute la longueur de Pivka et que l'onde d'eau n'est pas perceptible; cela s'explique par l'affluence des eaux augmentées en souterrain.

Le procès d'autopurification était étudié dans la section Pivka - Planinska jama au débit de $0.69 \text{ m}^3/\text{s}$ et plus, la température moyenne en environ de 11° C . Le degré d'autopurification était 62,1 %. Ils ont conclu que le procès d'autopurification des eaux karstiques dans le souterrain se développe sans être dérangé et qu'il dépend surtout du temps de retention (N. PREKA & N. PREKA-LIPOLD, 1976).

Sur la base des analyses chimiques Boris Sket (1970) dans les années 1965 et 1966 constatait que les eaux de Črni potok soient organiquement polluées avec un fort déficit d'oxygène. Dans ce temps Pivka sur la surface était peu polluée pendant l'hiver et sur-saturée d'oxygène, en été fortement polluée avec un faible déficit d'oxygène. Dans Planinska jama Pivka n'était presque pas polluée et presque saturée d'oxygène. Après la confluence avec Rak la qualité s'améliora encore et la rivière Unica, sortant de Planinska jama était pure, oligosaprophyte. Les mesures de DBO_5 (B. SKET, 1977) ont montré que les valeurs se baissent pour la moitié après un cours de 3500 m dans le souterrain. Les valeurs de départ les plus hautes (un peu de plus de 10 mg l^{-1}) ont été atteints en Mars et en Août 1973, tandis qu'en 1966 les valeurs enregistrées étaient beaucoup plus basses.

Le problème de la pollution de Pivka était étudié de nouveau en 1974-1975 par B. SKET et F. VELKAVRH (1981). Parmi les autres faits ils ont constaté que la masse d'eau a besoin de 7 heures de venir de Postojnska jama jusqu'à Planinska jama pendant la crue, et pendant l'étiage 5 jours ou plus. De toute évidence il y sont les affluences inconnues dans le souterrain. La plupart des paramètres indiquant la pollution est fortement diminuée jusqu'à Pivka jama.

Fig. 1: La rivière à perte Pivka et ses affluents

- 1 - la surface karstique, 2 - la surface nonkarstique,
- 3 - la rivière à perte, 4 - le cours d'eau souterrain,
- 5 - la grotte

Sl.1: Reka Pivka in njeni pritoki

- 1 - kraško površje, 2 - nekraško površje,
- 3 - ponikalnica, 4 - podzemeljski vodni tok,
- 5 - jama

LA QUALITE DE PIVKA ET DE SES TRIBUTAIRES APRES 1984

Dans les années 1984 et 1985 l'Institut pour les recherches du karst a étudié la qualité de Pivka une fois par mois pendant les débits différentes et après périodiquement jusqu'au 1990. On a prélevé les échantillons avant le ponor dans Postojnska jama, dans Pivka jama et dans Planinska jama. Parce que nous n'avons pas suivi la qualité de la même masse d'eau nous pouvons comparer la qualité de l'eau sur tous les trois points consécutives pendant les niveaux d'eau stables, quand le débit change pendant une semaine minimalement. La qualité établie de Pivka sur ces trois points nous a servie comme l'estimation approximative de l'autopurification qui se déroule pendant le cours souterrain.

Nous avons accompagné la qualité de Pivka avant que la station de traitement d'eau soit construite en 1984 et 1985 (Fig. 2) et après et nous avons observé la qualité de quelques tributaires pollués. Les résultats nous montrent la qualité de ces eaux.

La qualité la plus mauvaise de Pivka dans le ponor dans Postojnska jama était trouvée en été et en automne pendant l'étiage et les hautes températures. En 25 Juillet 1984 nous avons enregistré la première augmentation, le 22 août et le 12 septembre 1984 les suivantes augmentations de DCO pendant l'augmentation relativement petite de DBO. En même temps le teneur en chlorides et o-phosphates a augmenté et le taux d'oxygène s'est baissé. On n'a pas enregistré l'augmentation de nitrates. Détérioration de la qualité de Pivka semblable, laquelle est la plus forte en Octobre, s'il n'y a pas de crue, on a observé en automne 1985 et un peu moins en automne 1989 quand la station de traitement était en fonction déjà. Les mesures sont présentées sur le Tableau 1.

Tableau 1: PIVKA, Ponor avant Postojnska jama - l'été et l'automne

Date	h	T	SEP	pH	Kar.	O ₂	KPK	BPK	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻
25.7.84		18.9	385	7.6	-	5.8	17.0	4.4	10	1.9	2.2
22.8.84	14	16.4	437	7.5	4.4	2.6	22.4	10.0	23	1.6	4.4
12.9.84	9	13.3	553	7.6	5.1	2.0	32.0	2.9	30	3.0	6.6
24.10.85	9	8.9	688	8.0	6.2	1.8	28.0	10.5	48	0.4	12.0
26.10.89	12	9.1	438	7.5	-	3.8	19.8	2.7	16	5.0	1.5

T - température en °C

SEP - conductivité spécifique électrique en micro-S cm⁻¹

Kar. - dureté carbonate en mekv l⁻¹

O₂ - oxygène dissous en mgO₂ l⁻¹

KPK, BPK- demande chimique et biologique d'oxygène en mgO₂ l⁻¹

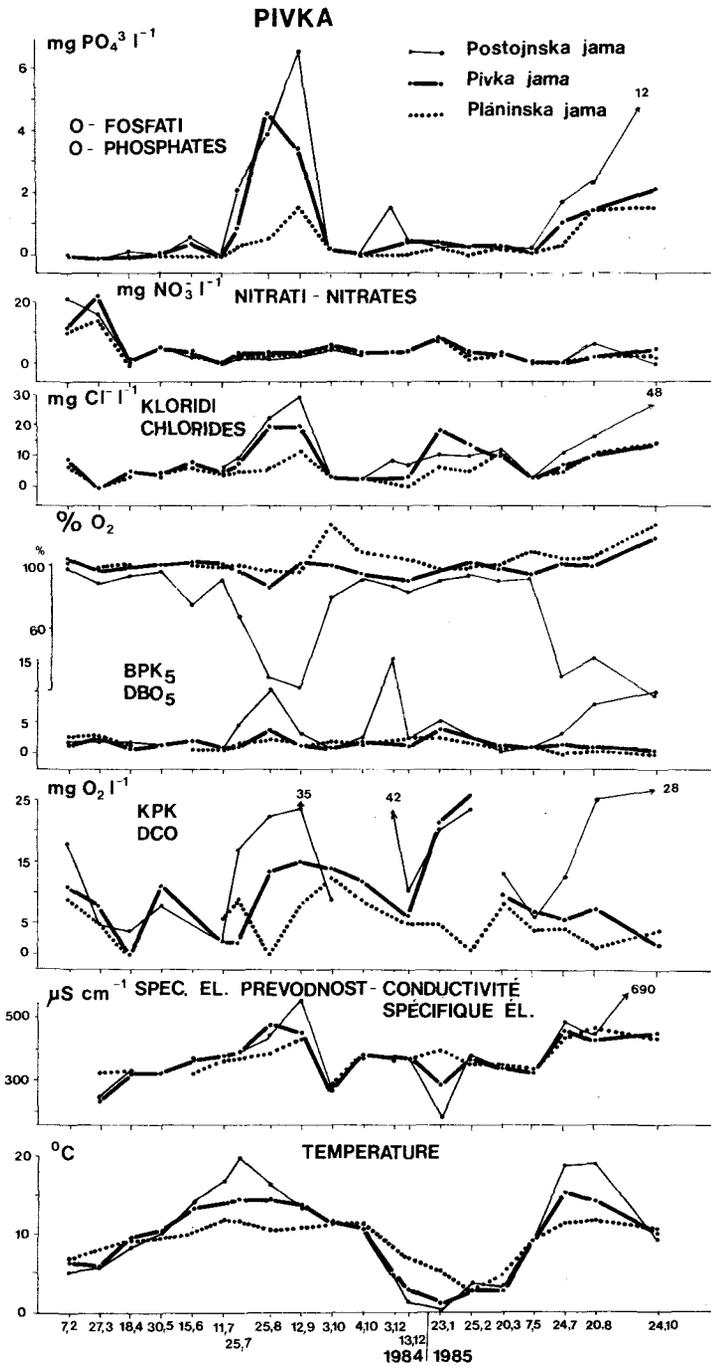
Cl - la teneur en chlorides en mg l⁻¹

NO₃ l⁻¹ - la teneur en nitrates en mg l⁻¹

PO₄³⁻ l⁻¹ la teneur en o-phosphates en mg l⁻¹

Fig. 2: La qualité de Pivka dans les années 1984 et 1985

Sl.2: Kvaliteta Pivke v letih 1984 in 1985



En printemps et en automne, après les périodes longues des précipitations atmosphériques la Pivka est en crue et à cause de dilution sa qualité est relativement meilleure.

Mais pendant l'hiver même, pendant l'étiage, quand une partie de l'eau gèle, cela veut dire la concentration des impuretés dans la phase liquide, la qualité de Pivka est semblablement mauvais que pendant l'été. Les températures basses conditionnent la désintégration organique lente et autopurification ralentie c'est pourquoi on a observé l'augmentation de DCO et moins des autres paramètres. Quelques valeurs mesurées sont unies dans le Tableau 2.

Tableau 2: PIVKA, Ponor avant Postojnska jama - l'hiver

Date	h	T	SEP	pH	Kar.	O ₂	KPK	BPK	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻
3.12.84		4.9	361	7.6	-	10.3	42.0	15.0	9	4.2	1.7
23.1.85		0.3	172	7.5	1.2	12.0	20.1	5.1	11	7.7	0.3
25.2.85	8	3.7	374	-	3.9	11.5	41.0	0.5	11	3.0	0.3
31.1.89	10	2.1	557	8.3	4.5	-	16.7	-	29	2.8	4.9
8. 1.90	12	0.4	422	8.1	4.0	14.5	34.0	-	-	2.5	0.4
11.1.90	13	0.8	469	7.9	-	14.4	10.8	-	12	7.0	0.8
17.1.90	13	0.7	514	7.8	-	13.5	8.3	-	19	5.7	2.3

T - température en °C

SEP - conductivité spécifique électrique en micro-S cm⁻¹

Kar. - dureté carbonate en mekv l⁻¹

O₂ - oxygène dissous en mgO₂ l⁻¹

KPK, BPK- demande chimique et biologique d'oxygène en mgO₂ l⁻¹

Cl⁻ - la teneur en chlorides en mg l⁻¹

NO₃ l⁻¹ - la teneur en nitrates en mg l⁻¹

PO₄³⁻ l⁻¹ la teneur en o-phosphates en mg l⁻¹

L'estimation approximative de la qualité de Pivka au ponor montre qu'avant 1987 la qualité de l'eau était plus fréquemment mauvaise sur ce point qu'après. La station de traitement de l'eau, qui a commencé à fonctionner en 1987 a atteint cet an et les deux suivants de 86 à 89 de purification quant au DCO (demande chimique d'oxygène - la méthode dicromate) et de 88 à 93 % quant à DBO₅ (demande biologique d'oxygène). La cause des perturbations périodiques et purification moins efficace se trouve dans l'endommagement des machines. DCO de l'eau d'écoulement de la station dans le ruisseau Stržen est environ 60 mgO₂ l⁻¹ (la limite de loi pour la sortie d'eaux d'égouts est 160 mg l⁻¹), la valeur DBO₅ est près de 30 mg l⁻¹, laquelle est aussi la limite de loi (N. MILHARČIČ, 1990).

On a accompagné la qualité de Stržen avant le fonctionnement de la station de traitement. En mars 1982 (les mesures chaque deux heures pendant 24 heures) pendant l'étiage DBO₅ était de 36 à 126 mgO₂ l⁻¹, reflétant le cycle du jour. Les mesures semblables en juin

1983 pendant le niveau de l'eau un peu augmenté donnaient les valeurs de 14 à 70 mg l⁻¹. En ce temps Stržen n'influçait pas directement sur la qualité de Pivka en ponor dans Postojnska jama, lequel nous avons observé aussi. On l'explique par dilution considérable de Stržen dans Pivka. Les résultats de mesures sont présentés sur le fig. 3. Le temps du transport de la masse d'eau jusqu'au ponor était estimé à 50 heures environ, les conditions de l'eau ne changeant pas beaucoup.

Après la construction de la station de traitement les eaux d'égouts purifiées coulent dans Stržen. Les mesures de la qualité de Stržen après la sortie de la station pendant son fonction dans les années 1987, 1988 et 1989 pendant les différents niveaux d'eau nous montrent la

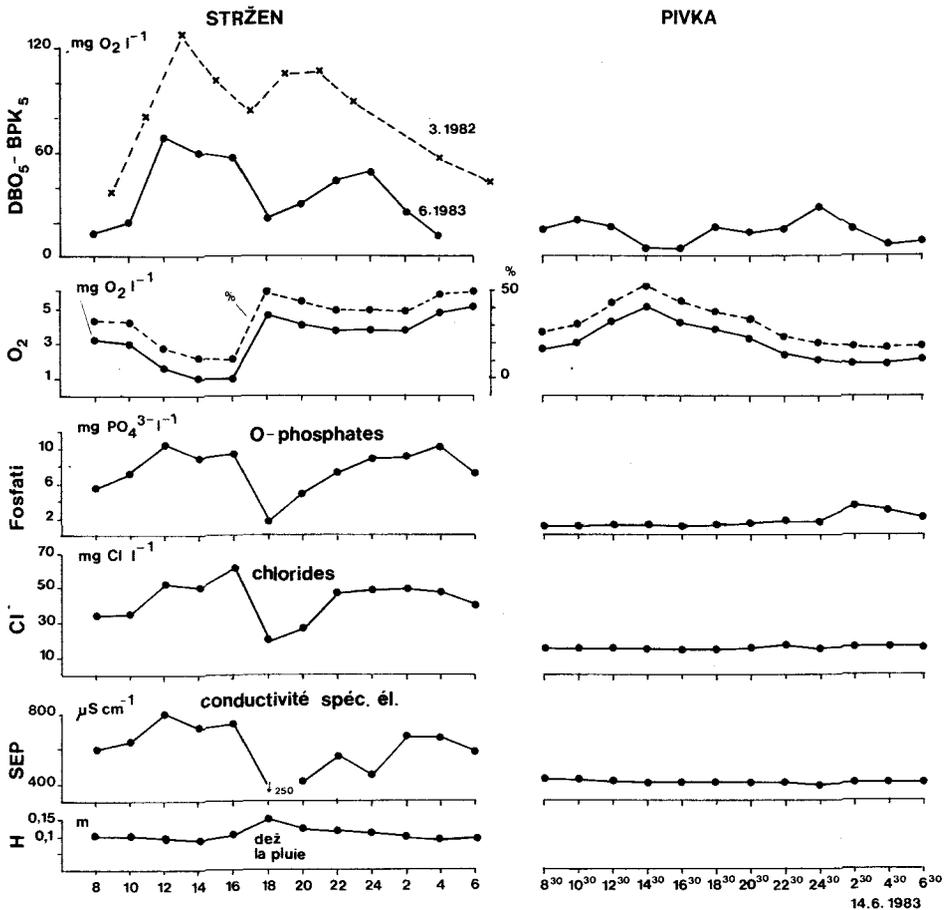


Fig. 3: Les paramètres mesurés dans Stržen et dans la Pivka durant 24 heures d'observation en Juin 1983

Sl. 3: Merjni parametri v Strženu in Pivki med 24-urnim opazovanjem junija 1983

qualité meilleure. Les valeurs moyennes de DBO_5 de Stržen étaient sous 15 mg l^{-1} (N. MILHARČIČ, 1990). Cela veut dire que la qualité s'améliore après la marche de la station.

Mais pas toutes les eaux résiduelles de Postojna sont rattachées à la station. Les mesures des dernières années de l'eau de Stržen avant la sortie de la station ont montré que le ruisseau est pollué avant qu'il reçoive l'eau de la station, fréquemment il atteint la même pollution que soit l'écoulement de la station. La qualité de Stržen temporellement oscille considérablement. Il se jette dans Pivka est influence sur sa qualité avant le ponor dans Postojnska jama déjà. La même rivière est influencée par l'eau de Nanošćica aussi le long de laquelle sont plusieurs fermes d'élevage dont les bassins du lisier menacent Nanošćica et indirectement Pivka aussi. Mais en général l'affluence de Nanošćica dans la période sèche améliore la qualité de Pivka parqu'elle dilue Stržen pollué qui est l'eau principale de Pivka. Mais en juillet 1987 le lisier s'écoulait dans Nanošćica. Seulement la vite limitation de l'eau polluée et excavation d'un canal neuf pour Nanošćica ont sauvé la catastrophe écologique.

Les eaux de Črni potok, qui se perdent dans la grotte Lekinka, rejoignent Pivka dans le souterrain. Pendant l'échantillage de Črni potok en mars 1985 on a enregistré la pollution laquelle est augmenté encore en mai, et en juin DCO_a atteint $21 \text{ mgO}_2 \text{ l}^{-1}$, pendant la saturation d'oxygène de 30% (2.9 mg l^{-1}) avec la teneur augmentée des chlorides et o-phosphates. En Janvier 1990 le DCO mesuré était $59 \text{ mgO}_2 \text{ l}^{-1}$, DBO_5 13 mg l^{-1} et l'eau avait la teneur augmentée de sulphates et nitrates et surtout chlorides et o-phosphates (11 mg l^{-1}) et détergents (0.65 mg l^{-1}). En même temps Pivka au ponor avait 20-fois moins de détergents et ainsi l'eau de Črni potok influençait sur l'eau de Pivka dans Pivka jama. La cause d'une augmentation si grande sont les eaux d'égouts de la blanchisserie militaire; à cause de la panne au biodisque les eaux n'étaient pas purifiées en ce temps. Les résultats de mesures de la qualité de Črni potok sont réunis dans le Tableau 3.

L'eau de Pivka est dans Pivka jama presque toujours saturée d'oxygène. En général amélioration de sa qualité se sent mais dans le dernier temps nous avons aperçu temporellement les grandes déviations lesquelles peuvent être attribuer à l'affluence de Črni potok pollué. Quelques mesures sont réunis dans le tableau 4.

En 1984 nous avons enregistré l'amélioration de la qualité de Pivka sur sa route du ponor dans Postojnska jama jusqu'au Pivka jama (le baissement de DCO et DBO surtout). Mais en 1 janvier et en 13 mars 1989 pendant l'étiage nous n'avons pas mesurer épuration (DCO), mais l'eau était en 13 mars dans Pivka jama tellement polluée, ou même plus, que pendant les conditions semblables en 1984 quand la station de traitement d'eau ne fonctionait pas encore. En 1989 l'effet d'épuration des eaux d'égouts de Postojna influençait sur la qualité de Pivka avant le ponor mais les eaux polluées de Črni potok ont annihiler cet influence. Les précipitations atmosphériques qui suivaient ont aidé

Tableau 3: ČRNI POTOK (avant la grotte Lekinka)

Date	T	SEP	pH	O ₂	KPK	BPK	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
20.3.1985	1.5	143	7.4	12.0	10.9	2.4	16	3.0	0.7	-
7.5.1985	8.3	130	6.9	9.2	19.4	0.9	3	1.7	0.8	-
23.7.1985	12.8	488	7.5	2.9	21.0	4.0	15	2.4	5.4	-
11.1.1990	0.4	591	7.6	8.7	-	12.9	39	7.0	8.1	36
17.1.1990	0.6	559	7.9	10.0	59	-	24	5.1	11.0	25

T - température en °C

SEP - conductivité spécifique électrique en micro-S cm⁻¹

Kar. - dureté carbonate en mekv l⁻¹

O₂ - oxygène dissous en mgO₂ l⁻¹

KPK, BPK- demande chimique et biologique d'oxygène en mgO₂ l⁻¹

Cl - la teneur en chlorides en mg l⁻¹

NO₃ l⁻¹ - la teneur en nitrates en mg l⁻¹

PO₄³⁻ l⁻¹ la teneur en o-phosphates en mg l⁻¹

Tableau 4: PIVKA dans Pivka jama

Date	h	viš.	T	SEP	pH	Kar.	O ₂	KPK	BPK	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻
1984												
7.2.			6.4	-	8.4	3.5	11.9	11.0	1.2	10	11.8	0.1
27.3.	9		5.9	231	7.9	2.1	10.2	8.0	2.1	1	23.0	0.1
19.4.			9.7	318	8.1	3.3	10.4	-	0.7	9	1.3	0.2
30.5.			10.4	321	-	3.3	10.4	11.0	1.0	5	5.6	0.1
15.6.	12		13.6	357	-	-	9.9	-	1.9	9	3.7	0.5
11.7.			14.0	371	7.9	-	9.8	2.2	0.1	9	1.6	0.4
25.7.			14.6	384	7.8	-	9.0	2.0	0.6	8	4.1	1.0
22.8.			14.6	476	7.6	4.3	8.1	13.6	3.3	20	4.1	4.8
12.9.	10		13.8	446	7.9	4.2	9.6	15.0	0.8	20	3.6	3.5
3.10.			11.5	267	7.3	2.6	10.0	13.9	0.4	4	6.3	0.3
24.10.			10.2	375	7.7	4.1	9.8	12.2	1.5	3	3.6	0.1
13.12.			2.8	364	8.0	-	11.3	6.5	1.1	4	4.6	0.5
1989												
31.1.			4.3	480	8.2	3.7	-	15.3	-	21	18.4	3.7
13.3.			7.1	381	8.2	3.4	10.5	11.8	1.2	9	10.2	0.3
20.3.			6.1	283	7.5	2.2	11.9	2.3	1.8	3	2.5	0.2
17.5.			10.8	376	7.6	3.2	11.3	4.8	5.2	4	3.5	0.3
31.5.			15.4	393	-	3.6	-	5.3	1.4	4	2.6	0.6
26.7.			15.2	382	7.9	3.3	10.0	2.9	0.6	4	6.1	0.3
1990												
11.1.			3.1	414	7.8	-	10.3	-	2.0	7	8.7	0.5
17.1.	13		3.8	459	7.8	-	11.5	20.4	-	13	10.0	0.9
13.3.	10		6.0	407	7.9	-	-	-	-	-	-	-

T - température en °C

SEP - conductivité spécifique électrique en micro-S cm⁻¹

Kar. - dureté carbonate en mekv l⁻¹

O₂ - oxygène dissous en mgO₂ l⁻¹

KPK, BPK- demande chimique et biologique d'oxygène en mgO₂ l⁻¹

Cl - la teneur en chlorides en mg l⁻¹

NO₃ l⁻¹ - la teneur en nitrates en mg l⁻¹

PO₄³⁻ l⁻¹ la teneur en o-phosphates en mg l⁻¹

d'amméliorer la qualité et à la fin de mai nous avons enregistré l'ammélioration. La détérioration suivante était enregistrée en 31 mai 1989 et 17 janvier 1991 pendant l'étiage. Tous ces mesures nous montrent de nouveau comment la qualité de Pivka pendant l'étiage est sensible.

Combien des affluences et de quelle qualité reçoit Pivka pendant son cours de la ville Pivka jusqu'à Planinska jama est assez inconnu pour le moment. Il est possible que les ruisseaux de flysch de Studeno y coulent en souterrain. Ce sont Jamnik et Ponikve, Potok v Jelovecu (avec l'eau permanente F. HABE, 1976), Črni potok et Štrukljev jarek. L'eau de tous ces ruisseaux est assez pure, avec l'exception de Ponikve qui est très polluée parce que les eaux d'égouts du village Studeno y coulent. Echantillage de trois fois de l'eau de Ponikve pendant les différents niveaux de l'eau (Tableau 5) nous a montré, que pendant l'étiage de l'été, quand il n'y a pas de délayage, cet eau change dans le canal des eaux d'égouts.

Tableau 5: **PONIKVE (au-dessous de Studeno)**

Date	T	SEP	pH	O ₂	KPK	BPK	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
21. 3.1985	1.3	472	7.8	10.9	19.8	14	16	2.8	1.6	-
7. 5.1985	7.5	-	7.9	10.6	11.5	1.6	5	-	0.7	-
23. 7.1985	13.2	833	7.9	3.1	60	52	28	0.2	9.3	-

T - température en °C

SEP - conductivité spécifique électrique en micro-S cm⁻¹

Kar. - dureté carbonate en mekv l⁻¹

O₂ - oxygène dissous en mgO₂ l⁻¹

KPK, BPK - demande chimique et biologique d'oxygène en mgO₂ l⁻¹

Cl - la teneur en chlorides en mg l⁻¹

NO₃⁻ l⁻¹ - la teneur en nitrates en mg l⁻¹

PO₄³⁻ l⁻¹ la teneur en o-phosphates en mg l⁻¹

PO₄³⁻ l⁻¹ la teneur en o-phosphates en mg l⁻¹

Pivka dans Planinska jama est saturée d'oxygène pendant les mois d'été aussi parce qu'elle se refroidit pendant son cours souterrain. DBO₅ était basse pendant nos mesures, elle n'était plus de 3 mgO₂ l⁻¹, tandis que DCO dans les années jusqu'au 1987 était plus de 10 mgO₂ l⁻¹. En 1989 on a mesuré les valeurs plus basses de DCO, mais en janvier 1990 et mars 1991 pendant le niveau moyen on a enregistré l'augmentation de plus de 10 mg l⁻¹ et on a vu les écumes sur l'eau. Ces mesures sporadiques montrent l'aggravation de la qualité de Pivka dans Planinska jama; ce fait puisse être confirmé par les observations en futur. Les teneurs en chlorides, nitrates et o-phosphates n'augmentent pas perceptiblement et oscillent pendant l'année, le fait qu'on a vu dans les années passées déjà. Les mesures de Pivka dans Planinska jama so réunis dans le Tableau 6.

Tableau 6: PIVKA, dans Planinska jama

Date	h	viš.	T	SEP	pH	Kar.	O ₂	KPK	BPK	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻
1984												
7.2.			6.8	-	8.4	3.7	12.6	9.0	2.4	8	11.2	0.1
28.3.	7		-	317	8.1	2.3	11.5	5.0	2.7	1	14.9	0.1
19.4.			9.2	325	8.1	3.4	10.7	-	0.9	4	0.2	0.1
15.6.	11		10.1	314	-	-	10.4	-	0.2	7	3.7	0.1
11.7.			11.9	361	7.9	-	10.0	6.0	0.0	5	1.3	0.2
25.7.			11.4	367	7.8	-	10.0	9.0	1.1	5	2.9	0.3
22.8.			10.6	382	8.0	4.2	10.0	-	1.9	9	3.3	0.6
12.9.	12		10.9	427	7.9	4.3	9.7	8.0	0.8	12	3.3	1.6
3.10.			11.3	281	7.4	2.8	12.9	12.5	1.6	4	5.1	0.3
24.10.			10.7	368	7.8	4.1	11.3	8.6	1.4	3	3.2	0.1
13.12.			6.8	367	8.0	-	11.9	5.2	2.0	1	4.5	0.1
1985												
23.1.			5.2	390	7.9	4.0	11.5	5.2	2.1	7	8.7	0.3
25.2.			2.8	350	-	3.7	12.5	0.7	1.6	6	2.8	0.1
20.3.	9		4.5	338	8.0	3.1	11.9	8.2	1.0	12	3.8	0.3
7.5.			9.0	327	7.9	3.5	11.5	3.7	1.2	4	1.2	0.1
24.7.	8		11.4	430	7.6	3.9	10.5	4.9	-	6	0.9	0.4
24.10.			10.3	421	8.5	4.1	12.9	4.0	0.3	15	2.6	-
12.12.			7.7	340	8.1	3.3	12.3	1.5	1.4	9	2.8	0.4
1986												
8.1.			5.0	357	7.9	3.2	11.4	2.2	0.2	10	3.3	0.2
11.3.	10		3.0	302	7.8	2.5	13.7	9.0	0.6	15	4.7	0.2
26.3.	11		6.7	271	-	2.6	12.4	-	0.4	5	3.8	0.2
13.5.	11		13.1	323	8.2	3.4	10.5	4.3	0.1	8	1.9	0.1
11.6.	6		12.0	329	8.2	3.6	10.8	2.8	-	4	3.4	0.1
1989												
31.1.	11		7.1	435	8.4	3.6	-	4.3	-	14	8.1	1.8
13.3.	11		7.6	376	7.6	3.4	11.0	7.3	1.3	8	6.3	0.2
20.3.	12		6.2	287	7.5	2.2	12.5	2.3	1.3	3	2.4	0.2
17.5.	11		10.3	373	7.6	3.2	10.7	2.8	-	3	3.3	0.2
31.5.			11.1	375	8.0	3.4	9.1	3.4	1.1	3	4.5	0.3
26.7.	12		12.6	362	7.8	3.2	10.0	1.2	0.4	4	4.1	0.2
26.10.	11		10.0	396	7.7	-	10.4	4.8	0.9	6	5.0	0.3
1990												
11.1.	11		6.0	399	7.7	-	12.2	-	1.2	6	7.0	0.2
17.1.	10		6.6	400	7.7	-	11.7	1.9	-	5	8.7	0.2
1991												
6.3.	-		11.2	363	8.4	3.1	-	15.0	-	5	-	0.8

T - température en °C

SEP - conductivité spécifique électrique en micro-S cm⁻¹

Kar. - dureté carbonate en mekv l⁻¹

O₂ - oxygène dissous en mgO₂ l⁻¹

KPK, BPK- demande chimique et biologique d'oxygène en mgO₂ l⁻¹

Cl⁻ - la teneur en chlorides en mg l⁻¹

NO₃ l⁻¹ - la teneur en nitrates en mg l⁻¹

PO₄³⁻ l⁻¹ la teneur en o-phosphates en mg l⁻¹

PO₄³⁻ l⁻¹ la teneur en o-phosphates en mg l⁻¹

QU'EST-CE QU'ON PEUT CONCLURE?

La rivière Pivka prend sa source dans la partie sud du bassin de Pivka et elle coule à la surface vers Postojna pour 15 km où elle se perd dans la Grotte de Postojna. Dans son cours supérieur il y a plusieurs villages et l'industrie de bois. Toutes les eaux d'égouts de cette partie coulent sans traitement dans Pivka laquelle est cependant temporaire et pendant l'étiage les eaux polluées se perdent dans le lit directement. Par traçage de l'eau on a prouvé que les eaux d'étiage de Pivka coulent dans les sources d'Unica sur le Poljé de Planina (P. HABIČ, 1969). La source Malni est cependant captée pour alimentation en eau pour la commune de Postojna.

La plus grande ville le long de Pivka, à peu près 10.000 habitants avec l'industrie, est Postojna. Avant le temps les eaux d'égouts ruisselaient directement dans Pivka. De 1987 quand la station de traitement des eaux a commencé de fonctionner, la plupart des eaux résiduaires de Postojna, ainsi communales qu'industrielles est traitée et après l'eau coule dans le ruisseau Stržen lequel joint la rivière Pivka avant Postojna. Un peu plus loin le ruisseau Nanošćica s'écoule aussi. La Pivka agrandie se perd dans la Grotte de Postojna et continue comme le cours souterrain à travers Otoška jama, Pivka jama jusqu'à la grotte-source Planinska jama.

Dans les années 1984 et 1985 l'Institut pour les recherches du karst a suivi la qualité des eaux de Pivka assez souvent et plus tard, jusqu'au 1990 à des intervalles moins réguliers. On prenait les échantillons avant le ponor dans Postojnska jama, dans Pivka jama et dans Planinska jama. La qualité était contrôlée avant que la station de traitement des eaux était construite et après, comme aussi la qualité des tributaires pollués.

La plus mauvaise qualité de Pivka avant le ponor dans Postojnska jama était enregistrée pendant l'étiage et hautes températures en été (voir le Tableau 1). Au printemps et en automne, après les périodes de la pluie, quand Pivka est en crue, la qualité est relativement meilleure à cause de la dilution. Pendant l'hiver, pendant l'étiage (Tableau 2) quand l'eau gèle partiellement et donc les impuretés se concentrent dans la phase liquide, la qualité de Pivka est semblablement mauvaise qu'en été. Les températures basses conditionnent désintégration retardée et faible autopurification. L'estimation approximative de la qualité de Pivka avant le ponor nous montre que la qualité s'améliore quand même après 1987.

Les polluants principaux connus sont Stržen et Črni potok. La qualité du ruisseau Stržen était très mauvaise pendant les analyses faites en 1982 et 1983, le DBO_5 pendant l'étiage était jusqu'au $126 \text{ mgO}_2 \text{ l}^{-1}$ (voir la figure 4). Après la construction de la station de traitement des eaux où la plupart des eaux résiduaires de Postojna est traitée depuis 1987, l'eau qui coule dans Stržen est épurée et ainsi la qualité dans les années 1987, 1988 et 1989 s'améliore. Les valeurs moyennes de DBO_5 de Stržen étaient au-dessous $15 \text{ mgO}_2 \text{ l}^{-1}$ (N. MILHARČIČ, 1990).

Dans le dernier temps les analyses du Stržen ont montré qu'il est assez pollué avant qu'il reçoit les eaux traitées de la station, parce qu'il y a encore des eaux usées qui évitent l'usine d'épuration. Stržen coule dans Pivka et ainsi influence sur sa qualité avant le ponor dans Postojnska jama. L'autre problème aggravant est le tributaire Nanoščica, le long duquel les fermes d'élevage sont placées; pour des raisons d'économie la paille n'est pas utilisée, et les déjections sont collectées dans des caniveaux, sous une phase liquide appelée "lisier". En Juillet 1987 un des caniveaux, ayant une fuite, menaçait l'eau.

Dans le souterrain les eaux de Črni potok joignent Pivka. La qualité de ce ruisseau est encore plus mauvaise, pendant l'étiage surtout (voir le Tableau 3). En Janvier 1990 DCO et DBO₅ étaient élevés, le même la quantité de sulfates et de nitrates, et surtout chlorides et o-phosphates; il y était 0.65 mg l⁻¹ de détergents. Dans le même temps Pivka au ponor contenait 20 fois moins de détergents. C'est pourquoi la qualité de Črni potok joue une grande rôle sur la qualité de Pivka dans Pivka jama. L'eau dans Pivka jama était cependant presque toujours saturée d'oxygène et montrait amélioration de sa qualité tandis que dans le dernier temps nous avons enregistré que l'eau est de temps à l'autre plus polluée; nous le contribuons à l'influence du ruisseau pollué Črni potok.

Ce n'est pas tout à fait connu combien des tributaires joignent Pivka dans son cours souterrain et quelle est la qualité d'eau dans la distance de Pivka jama jusqu'au Planinska jama. Il est possible que les eaux des ponors pollués, nommés Ponikve près de Studeno, y coulent aussi.

Dans Planinska jama Pivka est déjà saturée d'oxygène, pendant les mois d'été aussi; la raison favorable est le rafraîchissement dans le souterrain. Quand la station de traitement a commencé de fonctionner, la qualité s'est améliorée, DCO se baissait au-dessous 3 mgO₂ l⁻¹, tandis qu'avant on a enregistré les valeurs supérieures de 10 mgO₂ l⁻¹. En Janvier 1990 et en Mars 1991 pendant le débit moyen nous avons enregistré de nouveau l'augmentation de plus de 10 mgO₂ l⁻¹ et en même temps les écumes sur l'eau. Le teneur en chlorides, nitrates et o-phosphates oscillent pendant l'année mais n'indique pas l'augmentation considérable ce que nous avons observé dans les années passées déjà.

A la base des analyses chimiques B.SKET (1970) a constaté en 1965 et 1966 que l'eau de Pivka était sur la surface très peu polluée et saturée d'oxygène pendant l'hiver, tandis que pendant l'été elle était très polluée avec un faible déficit d'oxygène. Črni potok était pollué par les substances organiques ayant un fort déficit d'oxygène. Dans Planinska jama l'eau n'était presque pas polluée et presque saturée d'oxygène. Après la confluence avec la rivière Rak dans Planinska jama y sortait la rivière Unica dont l'eau était pure, oligosaprophyte.

Ces résultats confirment les analyses chimiques de Pivka de 1974 (N. PREKA & N. PREKA-LIPOLD, 1976) où les auteurs constatent que l'eau s'améliore pendant son cours souterrain très vite et que le

rang de sa autopurification était 62,1% (la température 11° C et le débit 0,69 m³).

A partir de 1984 nous avons constaté la qualité plus mauvaises de l'eau de Pivka avant le ponor; le DCO était rarement au-dessous 5 mgO₂ l⁻¹, pendant l'étiage en été 40 mgO₂ l⁻¹ même; les teneurs de DBO₅ n'ont pas augmenté essentiellement tandis que les taux d'oxygène dissolu se baissaient jusqu'au 20% de saturation, cela veut dire qu'il n'y était pas plus de 2 mgO₂ l⁻¹. Nous savons que les oscillations d'oxygène dissolu nuit-jour sont grandes. Le teneur de o-phosphates et chlorides était grand dans l'eau de Pivka aussi, tandis qu'il n'y était pas d'augmentation au regard de nitrates (Fig. 2).

Quand la station de traitement d'eau se mettait en fonction les concentrations des paramètres mesurés dans Pivka se baissait perceptiblement; quand même de temps à l'autre nous avons enregistré l'augmentation de DCO et DBO₅ et le baissement de taux d'oxygène. Il faut tenir compte que malgré le traitement de la majorité des eaux usées de Postojna il y a beaucoup des eaux polluées encore lesquelles échappent dans Pivka directement.

Pendant l'étiage, qui peut durer pendant tout l'été et peut se prolonger en automne, la qualité d'eau de Pivka avant le ponor dépend surtout de la qualité de Stržen, Nanonščica et Črni potok. Dans telles conditions le manque de la station de traitement d'eau signifie la détérioration directe de sa qualité.

Les mesures de dernières années indiquent la détérioration de la qualité de Pivka dans Planinska jama, mais il est difficile de dire plus, parce nous n'avons fait assez des analyses. Jusqu'au 1990 Pivka dans Planinska jama était, quant au taux d'oxygène, DCO et DBO₅, dans la première classe de qualité et cela doit être notre but pour le futur. Le plan d'une station de traitement pour ville de Pivka est fait et on faudrait attacher sur la station de Postojna la partie des eaux lesquelles ne sont pas encore traitées; aussi il faut purifier les eaux d'égouts qui polluent Črni potok.

Traduit par Maja Kranjc

KVALITETA PONIKALNICE PIVKE V LETIH OD 1984 DO 1990

Postojna je največje naselje v Pivški kotlini, ki ima skoraj 10 000 prebivalcev z razvito turistično dejavnostjo, s kovinsko, lesnopredelovalno in živilsko industrijo, transportno podjetje in gozdno gospodarstvo s svojim voznim parkom ter več vojaških objektov. Pred časom so odpadne vode odtekale direktno v Pivko. Od leta 1987, ko je začela delovati čistilna naprava v Postojni, pa se večina odplak mesta Postojna, ki zajemajo komunalne in industrijske odpadne vode, čisti in po čiščenju odteka v

potok Stržen, ki se izliva v reko Pivko. Nekoliko dalje pa se vanjo izliva še potok Nanoščica. Tako obogatena Pivka nato ponika v Postojnsko jamo in teče kot podzemeljski tok skozi Otoško in Pivko jamo do izvirne Planinske jame.

PREGLED STAREJŠIH RAZISKAV PONIKALNICE

Kakovost podzemeljske Pivke od Postojnske jame do Planinske jame, na razdalji 7.3 km (od Pivke jame do Paradiža v Planinski jami je vzeta kar zračna razdalja), je bila že nekajkrat predmet raziskav.

Tako so sodelavci Zavoda za hidrotehniko GF iz Sarajeva leta 1974 spremljali proces samočiščenja. Z analizo pretoka in s sledenjem so ugotovili, da se na poti Postojnska - Pivka jama izgubi kar 34% vode, medtem, ko so izgube na odseku Pivka - Planinska jama znatno manjši. Ugotovili so tudi, da po padavinah pretok narašča po vsej dolžini Pivke in da napredovanje vodnega vala ni opazno, kar si razlagajo z vmesnim dotokom naravnih podzemeljskih voda.

Proces samočiščenja so študirali na odseku Pivka - Planinska jama pri pretoku $0.69 \text{ m}^3/\text{s}$ in nekoliko večjem pretoku ter povprečni temperaturi vode okoli 11°C . Stopnja samočiščenja je dosegla vrednost 62.1%. Sklepali so, da se proces samočiščenja kraških voda v podzemlju odvija nemoteno in da zavisi predvsem od časa zadrževanja (N. PREKA & N. PREKA-LIPOLD, 1976).

B. SKET (1970) je na osnovi kemijskih analiz v letih 1965 in 1966 ugotavljal, da je Črni potok organsko onesnažen in ima visok deficit kisika. Tedaj je bila Pivka na površju pozimi le malenkostno onesnažena in zasičena s kisikom, poleti pa precej onesnažena in z rahlim deficitom kisika. V Planinski jami je bila Pivka le neznatno onesnažena in skoraj zasičena s kisikom. Po sotočju z Rakom se je kvaliteta še izboljšala in iz Planinske jame je tekla Unica kot čista, oligosaprobna reka. Meritve BPK₅ (B. SKET, 1977) so pokazale, da vrednosti po 3500 m toka v podzemlju padejo že na polovico. Najvišji izhodni vrednosti na ponoru v Postojnsko jamo (nekoliko prek 10 mg l^{-1}) sta bili doseženi marca in avgusta 1973, medtem ko so bile leta 1966 zabeležene opazno nižje vrednosti.

Problem onesnaženja Pivke sta v letih 1974-75 ponovno preučevala B. SKET in F. VELKOVHRH (1981). Med drugim sta ugotavljala, da vodna masa potrebuje za prehod Postojnsko-Planinskega sistema ob najvišjih vodostajih 7 ur, ob nizkih pa do 5 dni in več. Pivka ima v podzemlju očitno še nekaj neznanih pritokov. Večina parametrov, ki kažejo na onesnaženost, se je do Pivke jame že močno zmanjšala.

KVALITETA PIVKE IN NEKATERIH NJENIH PRITOKOV PO LETU 1984

Na Inštitutu za raziskovanje krasa smo v letih 1984 in 1985 približno 1-krat mesečno ob različnih vodostajih določevali kvaliteto vode Pivke, nato pa še občasno do leta 1990. Vzorčevali smo jo pred ponorom

v Postojnsko jamo, nato v Pivki jami pod vhodnim breznom ter v Planinski jami pred sotočjem z Rakom. Ker nismo sledili kvalitete iste vodne mase, smo lahko primerjali kvaliteto vode na vseh treh zaporednih točkah le ob ustaljenih vodostajih, ko prihaja tudi tekom celega tedna le do minimalnih sprememb pretoka. Ugotovljena kvaliteta Pivke na vseh treh točkah nam je v takih razmerah služila kot groba ocena čiščenja, ki poteka v Pivki pri njenem podzemeljskem toku.

Kvaliteto Pivke smo spremljali že pred čiščenjem komunalnih voda Postojne ter kasneje, spremljali pa smo tudi kvaliteto nekaterih onesnaženih pritokov.

Najslabšo kvaliteto Pivke na ponoru v Postojnsko jamo smo ugotavljali poleti in jeseni ob nizkih vodostajih in visokih temperaturah. Tako smo 25.7.1984 zabeležili že prvi porast, 22.8. in 12.9.1984 pa nadaljnje naraščanje vrednosti KPK ob sorazmerno manjšem porastu BPK. Sočasno je porasla vsebnost kloridov in o-fosfatov ob znatnem upadu kisika. Pri nitratih nismo izmerili povečanj. Podobno poslabšanje kvalitete Pivke, ki je najmočnejše meseca oktobra, če ne pride do povečanja vodostaja, smo zabeležili tudi jeseni 1985 in nekoliko manjše jeseni 1989, ko je že delovala čistilna naprava. Meritve so razvidne iz tabele 1.

Spomladi in jeseni, ko nastopajo daljša padavinska obdobja, ima Pivka visok vodostaj in je zaradi razredčevanja sorazmerno boljše kvalitete.

Vendar pa tudi pozimi ob nizkem vodostaju, ko delno zamrzne in se koncentrirajo nečistoče v tekoči fazi, dosega Pivka podobno slabo kvaliteto kot poleti. Nizke temperature pogojujejo tudi počasen razpad organskih nečistoč in slabo samočiščenje, zato smo beležili višje vrednosti KPK, pri ostalih merjenih parametrih pa nižje vrednosti, kot v poletnem obdobju. Nekatere izmerjene vrednosti so zbrane v tabeli 2.

Po grobi oceni kvalitete Pivke na ponoru smo po letu 1987 zabeležili izboljšanje kvalitete Pivke na tem mestu. Avgusta 1987 je namreč začela dokaj redno obratovati postojnska čistilna naprava, ki je to leto in nadaljnji dve dosegala od 86 do 89% čiščenje glede na KPK (kemijska potreba po kisiku - dikromatna metoda) in 88 do 93% čiščenje glede na BPK₅ (biokemijska potreba po kisiku). Vzrok občasnim motnjam in slabšega čiščenja so predvsem strojelomi. KPK iztočne vode s čistilne naprave je okoli vrednosti 60 mgO₂ l⁻¹ (zakonska vrednost KPK za izpust odpadne vode v vodotok je 160 mg l⁻¹), vrednosti BPK₅ pa so blizu 30 mg l⁻¹, kar je tudi zakonska vrednost BPK₅ za izpust odpadne vode v vodotok (N. MILHARČIČ, 1990).

Kvaliteto Stržena, ki odvaja odplake iz Postojne, smo spremljali že pred postavitvijo čistilne naprave. Vzorce smo zajemali pod mostičkom nekoliko pod sedanjo čistilno napravo. Tako je imel Stržen marca 1982 (meritve vsaki dve uri tekom 24 ur) ob nizkem vodostaju BPK₅ od 36 do 126 mgO₂ l⁻¹, ki odraža dnevni ritem porabe vode oz. produkcije odplak v mestu. Podobne meritve junija 1983 ob višjem vodostaju pa so podale vrednosti od 14 do 70 mg l⁻¹. Tedaj se Stržen tudi ni odrazil direktno v kvaliteti Pivke na ponoru v Postojnsko jamo, ki smo jo tudi spremljali, kar si razlagamo s precejšnjo razredčitvijo (po oceni 100-kratno) Stržena

v Pivki. Rezultati meritev so razvidni iz slike 3. Potovalni čas vodne mase do ponora smo ocenili na približno 50 ur, vodne razmere pa so se v tem času zelo malo spreminjale.

Po zgraditvi čistilne naprave odvaja Stržen njeno očiščeno odpadno vodo. Meritve kvalitete Stržena za izpustom v času obratovanja čistilne naprave v letih 1987, 1988 in 1989 ob različnih vodostajih kažejo boljšo kvaliteto. Povprečne vrednosti BPK₅ Stržena so bile pod 15 mgO₂ l⁻¹ (N. MILHARČIČ, 1990). Torej se je kvaliteta Stržena po začetku obratovanja izboljšala.

Vendar pa na čistilno napravo niso priključene vse odpadne vode Postojne. V zadnjih letih so meritve Stržena pred izpustom iz čistilne naprave pokazale, da je precej onesnažen še preden sprejme vodo iz čistilne naprave, pogosto celo dosega onesnaženost njenega iztoka. Pri tem kvaliteta Stržena časovno zelo niha. Stržen se zliva v Pivko in tako vpliva na njeno kvaliteto že pred ponorom v Postojnsko jamo. Tu se odraža tudi vpliv Nanoščice, ob kateri je več živinorejskih farm, ki z bazeni gnojevke pomenijo potencialno nevarnost za Nanoščico in posredno tudi za Pivko. Vendar Nanoščica v sušnem obdobju izboljšuje kvaliteto Pivke pri ponoru, saj razredčuje onesnaženi Stržen, ki je tedaj edina voda v strugi Pivke. V juliju 1987 pa je prišlo pri Hruševju do izliva gnojevke v Nanoščico. Le hitra omejitev onesnažene vode v strugi in izkop novega kanala za Nanoščico, sta rešila Nanoščico, pa tudi Pivko.

Pivki se v podzemlju pridruži voda Črnega potoka, ki ima manjše porečje med V.Otokom in Logom in ponika v jamo Lekinko. Že ob vzorčevanju Črnega potoka marca 1985 smo zabeležili onesnaženje v njegovi vodi, maja pa je bilo še večje. Junija je KPK njegove vode znašala 21 mgO₂ l⁻¹ ob 30% nasičenosti s kisikom (2.9 mg l⁻¹) s povečano vsebnostjo predvsem kloridov in o-fosfatov. Januarja 1990 je izmerjena KPK znašala kar 59 mgO₂ l⁻¹, BPK₅ 13 mg l⁻¹, voda je imela povišano vsebnost sulfatov in nitratov, predvsem pa kloridov in o-fosfatov (11 mg l⁻¹) ter detergentov (0.65 mg l⁻¹). Pivka na ponoru je v istem času vsebovala 20-krat manj detergentov. Zato se je kvaliteta Črnega potoka močno odrazila v kvaliteti Pivke v Pivki jami. Razlog tako velikega poslabšanja kvalitete Črnega potoka so odpadne vode vojaške pralnice, ki jih v tistem času zaradi okvare na biodisku niso čistili. Rezultati meritev kvalitete Črnega potoka so zbrani v tabeli 3.

Pivka je v Pivki jami skoraj vedno že nasičena s kisikom. V splošnem kaže na izboljševanje kvalitete, vendar pa od leta 1989 prihaja do občasnih večjih odstopanj, ki jih pripisujemo predvsem dotoku onesnaženega Črnega potoka. Nekatere meritve smo zbrali v tabeli 4.

V letu 1984 se je kvaliteta Pivke na poti od Postojnske do Pivke jame izboljševala, predvsem sta upadala KPK in BPK. Dne 1.januarja in 13.marca 1989 ob nizkem vodostaju pa nismo izmerili čiščenja (KPK), oz. je imela Pivka 13.marca v Pivki jami približno tako oz. še nekoliko slabšo kvaliteto kot v odobnih razmerah leta 1984, čeprav tedaj še ni obratovala čistilna naprava v Postojni. Kot smo že zapisali, je glavni krivec onesnaženi Črni potok.

V letu 1989 je na kvaliteto Pivke pred ponorom že vplivalo

ugodno čiščenje odpadnih voda Postojne, vendar pa je dotok onesnažene vode Črnega potoka izničil ta vpliv. Sledile so padavine in ob meritvah do konca maja smo zabeležili ponovno izboljševanje kvalitete Pivke na omenjeni poti. Ponovo poslabšanje pa smo izmerili 31. 5.1989 in 17.1.1991 ob nizkem vodostaju. Vse te meritve so ponovno pokazale, kako zelo občutljiva je kvaliteta Pivke ob nizkem vodostaju.

Koliko pritokov in kakšne kvalitete dobi Pivka pri svojem toku od Pivke do Planinske jame pa je še precej neznan. Možno je, da se vanjo podzemno stekajo potočki s studenskega flišnega zatoka: Jamnik in Ponikve, Potok v Jelovcu z najbolj stalno vodo (F. HABE, 1976), Črni potok in Štrukljev jarek. Ti potoki imajo čisto vodo z izjemo Ponikev, ki so močno onesnažene, saj se vanjo zlivajo odpadne vode naselja Studeno. Trikratno vzorčevanje vode Ponikev ob različnih vodostajih (tabela 5) je pokazalo, da se v sušnih pogojih poleti, ko ni razredčevanja, ta voda spremeni v kanal odpadne vode.

Pivka je v Planinski jami tudi v poletnih mesecih že nasičena s kisikom, na kar ugodno vpliva njeno ohlajanje v podzemlju. BPK₅ je ob naših meritvah dosegal nizke vrednosti - ni presegal 3 mgO₂ l⁻¹, medtem ko je KPK dosegala v letih pred 1987 vrednosti tudi nekoliko preko 10 mgO₂ l⁻¹. V letu 1989 smo izmerili nižjo KPK, vendar pa smo januarja 1990 in marca 1991, ob srednjem vodostaju zabeležili zopet povišanja preko 10 mg l⁻¹, opazili pa so tudi pene na vodi. Te nekajkratne meritve kažejo na slabšanje kvalitete Pivke v Planinski jami, kar bi dokončno lahko potrdila le nadaljnja opazovanja njene kvalitete. Vsebnost kloridov, nitratov in o-fosfatov ne kažejo kakšnega izrazitega naraščanja in preko leta nekoliko nihajo, kar smo opazili že prejšnja leta. Meritve Pivke v Planinski jami podaja tabela 6.

KAJ LAHKO SKLENEMO ?

B. SKET (1970) je na osnovi kemijskih analiz v letih 1965 in 1966 ugotavljal, da je bila Pivka na površju pozimi le malenkostno onesnažena in zasičena s kisikom, poleti pa precej onesnažena in z rahlim deficitom kisika. Črni potok je bil organsko onesnažen z visokim deficitom kisika. V Planinski jami pa je bila Pivka le neznatno onesnažena in skoraj zasičena s kisikom. Po sotočju z Rakom je iz Planinske jame tekla Unica kot čista, oligosaprobna reka.

Te rezultate potrjujejo tudi kemijske analize Pivke junija 1974 (N. PRERKA & N. PREKA-LIPOLD, 1976), ko avtorja ugotavljata, da se reka Pivka pri svojem podzemeljskem toku hitro izboljšuje in da je znašala stopnja samočiščenja ob pogojih opazovanja (pri temperaturi 11°C in pretoku 0.69m³ s⁻¹) 62.1%.

Že od leta 1984 dalje pa smo ugotavljali slabšo kvaliteto Pivke pred ponorom v Postojnsko jamo, saj je bila KPK le malokdaj pod 5 mgO₂ l⁻¹, ob nizkih vodah poleti in jeseni, ko nastopajo visoke temperature, pa se je gibala celo do 40 mgO₂ l⁻¹. Medtem ko vrednosti BPK₅ niso opazneje narasle, je vsebnost raztopljenega kisika upadala do 20%

nasičenosti, kar pomeni tudi le $2 \text{ mgO}_2 \text{ l}^{-1}$. Vemo pa, da so dnevno-nočna nihanja vsebnosti raztopljenega kisika velika. Pivka je vsebovala tudi visoko vsebnost o-fosfatov ter povišane kloride, pri nitratih pa nismo zabeležili povišanj (slika 2). V takih razmerah npr. izpad delovanja čistilne naprave, močno onesnaženi Črni potok ali izliv gnojevke iz kmetijskih farm v Nanošćico, pomeni direktno kritično poslabšanje kvalitete Pivke, saj izvirna voda Pivke tedaj ponika že v svojem zgornjem toku, njeno vodo v spodnjem toku pa predstavljajo predvsem kanali odpadnih voda, Stržen, Nanošćica in Črni potok.

Vendar pa tudi pozimi ob nizkem vodostaju (tabela 2), ko prihaja do delne zamrznitve, in se nečistoče koncentrirajo v tekoči fazi, občasno dosega Pivka podobno slabo kvaliteto kot poleti. Nizke temperature pogojujejo počasen razpad organskih nečistoč in slabo samočišćenje. Groba ocena meritev kvalitete Pivke na ponoru kaže, da smo pred avgustom 1987, ko je začela obratovati čistilna naprava, večkrat zabeležili slabšo kvaliteto kot pa kasneje, ko so se koncentracije omenjenih merjenih parametrov v Pivki opazno znižale. Občasno smo še vedno ugotavljali povišanje KPK in BPK_5 ter upad vsebnosti kisika. Upoštevati moramo, da kljub čišćenju pretežnega dela odpadnih voda Postojne, priteka v Pivko direktno še precej onesnaženih voda.

Spomladi in jeseni, ko nastopajo daljša padavinska obdobja, ima Pivka visok vodostaj in je zaradi razredčevanja sorazmerno boljše kvalitete.

Glavna znana onesnaževalca Pivke sta Stržen in Črni potok (tabela 3), tu pa je še potencialna nevarnost gnojevke kmetijskih farm ob Nanošćici. Kvaliteta Stržena je bila ob meritvah leta 1982 in 1983 zelo slaba, saj je BPK_5 ob nizkem vodostaju znašala do $126 \text{ mgO}_2 \text{ l}^{-1}$, kar je razvidno tudi iz slike 3. Po zgraditvi čistilne naprave za večino odpadnih voda Postojne, odteka v Stržen očišćena odpadna voda. Kvaliteta Stržena se je v letih 1987, 1988 in 1989 izboljšala. Povprečne vrednosti BPK_5 Stržena so bile pod $15 \text{ mgO}_2 \text{ l}^{-1}$ (N. MILHARČIĆ, 1990). V zadnjem času pa so meritve Stržena pokazale, da je precej onesnažen še preden sprejme vodo s čistilne naprave, kar je posledica izpustov odplak mimo čistilne naprave.

Pivki se v podzemlju pridruži še voda Črnega potoka. Njegova kvaliteta je zelo slaba, posebno še ob nizkem vodostaju, kar je razvidno iz tabele 3. Januarja 1990 je imel visoko KPK in BPK_5 , povišano vsebnost sulfatov in nitratov, predvsem pa kloridov in o-fosfatov ter kar 0.65 mg l^{-1} detergentov. Pivka na ponoru je v istem času vsebovala 20-krat manj detergentov. Zato se je kvaliteta Črnega potoka močno poznala v kvaliteti Pivke v Pivki jami. Pivka je sicer v Pivki jami skoraj vedno že nasičena s kisikom in kaže v splošnem na zboljševanje kvalitete, vendar pa v letih 1989-90 prihaja do občasnih večjih odstopanj, ki pa jih pripisujemo predvsem dotoku onesnaženega Črnega potoka.

Koliko pritokov in kakšne kvalitete dobi Pivka pri svojem toku od Pivke do Planinske jame je še precej neznano. Možno je, da zateka vanjo tudi voda onesnaženih Ponikev iz smeri Studenega.

Pivka je v Planinski jami že nasičena s kisikom, tudi v polet-

nih mesecih, na kar ugodno vpliva njeno ohlajanje v podzemlju, verjetno pa dobiva tudi pritoke čiste vode. Po pričetku obratovanja čistilne naprave se je njena kvaliteta izboljšala, saj je KPK upadel pod $3 \text{ mgO}_2 \text{ l}^{-1}$, medtem ko smo prej beležili tudi vrednosti prek $10 \text{ mgO}_2 \text{ l}^{-1}$. Januarja 1990 in marca 1991 ob srednjem vodostaju smo zabeležili zopet povišanja prek 10 mg l^{-1} , opazili pa so tudi pene na vodi. Te meritve nakazujejo trend slabšanja kvalitete Pivke v Planinski jami, vendar pa bi težko rekli kaj več, ker je bilo opravljenih premalo analiz. Do leta 1990 je bila Pivka v Planinski jami po vsebnosti kisika, KPK in BPK₅ še v prvem kakovostnem razredu, za kar bi si morali prizadevati tudi v prihodnje.

Meritve so podale kvalitativno stanje kraške Pivke vzdolž njenega podzemeljskega toka, kjer prihaja do takih razredčitev in samočistilnih procesov, da izteka Pivka iz Planinske jame kot reka prvega kakovostnega razreda. Za kvantitativni študij samočiščenja, ki zahteva zvezne meritve številnih parametrov, predstavlja Pivka od ponora v Postojnsko jamo do izvira v Planinski jami z znanimi in neznanimi pritoki in odtoki zelo zapleten sistem. Vse to kaže na veliko zahtevnost raziskav pretakanja vode v krasu ter še toliko večjo kompleksnost študija samočistilnih procesov.

LITERATURA

- GOSPODARIČ, R. & HABIČ, P., 1985: Vodnogospodarske osnove občine Postojna. Poročilo 3.faze. Arhiv IZRK SAZU, 23, Postojna
- HABE, F., 1976: Morfološki, hidrografski in speleološki razvoj v studenskem flišnem zatoku. Acta carsologica, 7, 141-213, Ljubljana
- HABIČ, P., 1989: Speleohidrološko sledenje Pivke pri Trnju in Stržena pri Rakitniku. Arhiv IZRK ZRC SAZU, 30 str. + 13 slik + 7 prilog. Postojna
- MILHARČIČ, N., 1990: Ugotavljanje učinka čiščenja čistilne naprave Stara vas in vpliv očiščene vode na potok Stržen ter vpliv Stržena na reko Pivko. Postojna. Elaborat, 46str.
- PREKA, N. & PREKA-LIPOLD, N., 1976: Prilog poznavanju autopurifikacijske sposobnosti krških podzemnih vodnih tokova. Hidrologija i vodno bogatstvo krša, Sarajevo, 577-584
- SKET, B., 1970: Predhodno poročilo o ekoloških raziskavah v sistemu kraške Ljubljance (Slovenija). 5. Jugosl. speleol. kongres, Skopje, 215-222
- SKET, B., 1977: Gegenseitige Beeinflussung der Wasserpolution und des Höhlenmilieus. Proc. of 6th Internat. Congr. Speleol. V., 253-262
- SKET, B. & VELKOVRH, F., 1981: Postojnsko-Planinski jamski sistem kot model za preučevanje onesnaženja podzemeljskih voda. Naše jame, 22, 27-44