

Ing. Josef Halíř, VÚHU, a.s. Most

Výsledky komunikačních zkoušek v prostoru bývalého lomu Benedikt u Mostu

Ergebnisse der Kommunikationsversuche im Raum des ehemaligen Tagebaues Benedikt bei Most

Das verflutete Restloch des ehemaligen Tagebaues Benedikt ist als das Naherholungsgebiet der Stadt Most bekannt. Die hießige Lagerstätte der Braunkohle wurde im vorigen Jahrhundert intensiv tiefbaumäßig abgefordert, vorüber nur historische Dokumente benachrichtigen. In Jahren 1959 bis 1964 wurde die ganze Lagerstätte tagebaumäßig abgebaut, mit der Ausnahme eines Schutzpfeilers gegen die Gemeinde Vtelno, wo rund 266 tausend t Braunkohle gebunden sind. Anschließend wurde anstelle des Restloches eine Wasserfläche errichtet, die als Erholungsgebiet der Stadtbewohner von Most dienen sollte. Hinsichtlich auf den Auftritt von wasserdurchlässigen Kippenmassen war es erforderlich, der Wassersicherung zu verhindern, was durch den Aufbau eines Schüttdammes mit einer Betondichtungswand erreicht wurde. Wie hat sich später gezeigt, diese Lösung war unwirkungsvoll und deshalb wurde ein zuverlässiges und bewährtes Verfahren der Dichtung von Wasserbecken auf Grund der durchgeführten Kommunikationsversuche vorgeschlagen. Der im Jahre 1997 durchgeführte Kommunikationsversuch wurde der Bestandteil einer hydrogeologischen Studie der Wasserfläche Benedikt, auf deren Grundlage eine Komplexlösung der Sanierung dieses Raumes bearbeitet wurde.

Results of communication tests in the area of former Benedikt opencast mine near Most

The flooded rest pit of the Benedikt opencast mine is known as the recreation water area with the same name. Local brown coal deposit was intensively mined with underground method in the last century, which only the brief historical material gives evidence about,

demonstrating by documentary way the extent and way of mining.

Then in the period from 1959 to 1964 the opencast mine mined the whole deposit with exception of protection pillar against Vtelno village in which circa 266 thousand tons of brown coal remained bound. Then it was established the water area in the place of rest pit of the opencast mine serving to the recreation purposes. With regard to the occurrence of permeable dump soils it was necessary to prevent from seepage by the construction of bulked dam by concrete sealing wall. Later this solution turned out to be ineffective and it was proposed the reliable and verified way of water reservoir sealing based on executed communication tests. Then the communication test of 1997 was the part of hydrogeological study of Benedikt water reservoir which served as the basis of the complex proposal of this area reclamation.

Результаты исследований коммуникации вод в пространстве бывшего угольного разреза Бенедикт в г. Мост

Водой затопленная остаточная яма разреза Бенедикт известна как водохранилище для отдыха. Здешнее месторождение бурого угля в прошлом веке интенсивно разрабатывалось подземным способом, о чем рассказывают только скудные исторические материалы, документирующие диапазон и метод угледобычных работ. Затем, в период 1959 - 1964 гг. открытая выработка извлекла все месторождение, за исключением охранного целика под поселком Втелно, где осталось блокировано ок. 266 тыс. тон бурого угля. После того было на месте остаточной ямы разреза учреждено водохранилище для целей отдыха. Ввиду наличия проницаемых отвальных грунтов надо было препятствовать просачиваниям воды за счет строительства насыпанной дамбы с бетонной уплотняющей стеной. Такое решение однако позднее оказалось неэффек-

тивным и был предложен надежный и оправдающийся способ уплотнения водохранилища на основе проведенных испытаний коммуникации. Испытания коммуникации вод от 1997 г. становились потом составной частью гидрогеологической студии водохранилища Бедедикт, на основе которой было дано комплексное предложение санации данного пространства.

Výsledky komunikačních zkoušek v prostoru bývalého lomu Benedikt u Mostu

Zatopená zbytková jáma lomu Benedikt je známa jako rekreační vodní plocha se stejnojmenným názvem. Zdejší ložisko hnědé uhlí bylo v minulém století intenzivně dobýváno hlubinným způsobem, o čemž vypovídají pouze strohé historické

materiály, dokumentující rozsah a způsob dobývek. Povrchový lom pak v letech 1959 až 1964 vydobyl celé ložisko s výjimkou ochranného pilíře vůči obci Vtelno, ve kterém zůstalo vázáno cca 266 tisíc tun hnědé uhlí. Následně byla v místě zbytkové jámy povrchového dolu zřízena vodní plocha, sloužící k rekreačním účelům. Vzhledem k výskytu propustných výsypkových zemin bylo nutné zabránit průsakům stavbou sypané hráze betonovou těsnicí stěnou. Toto řešení se později ukázalo jako neúčinné a byl navržen spolehlivý a osvědčený způsob těsnění vodní nádrže na základě provedených komunikačních zkoušek. Komunikační zkouška z roku 1997 byla pak součástí hydrogeologické studie vodní nádrže Benedikt, na jejímž základě byl navržen komplexní návrh sanace tohoto prostoru.

Úvod

Lokální uhelná pánvička Benedikt se nacházela u jihozápadního okraje hlavní severočeské hnědouhelné pánve. Toto uhelné ložisko o rozloze cca 335 915 m², které vznikalo současně s hlavní pánví, je od ní vzdáleno cca 2,5 až 3,5 km.

Dolové pole lomu Benedikt se téměř celé rozkládalo na katastru obce Vtelno a malá část zabíhala i do katastru obce Most. Jeho hranice byla dána výchozem sloje a ochranným pilířem vůči obci Vtelno.

Po vyuhlení ložiska zde byla vytvořena vodní plocha, sloužící k rekreačním účelům. Pro zjištění možných úniků vody z nádrže provedl Výzkumný ústav pro hnědé uhlí, a.s., Most v letech 1973 až 1997, celkem tři komunikační zkoušky.

První komunikační zkouška

První komunikační zkouška, za účelem ověření těsnosti hráze nádrže Benedikt, byla provedena v době od 29. 8. do 15. 12. 1973. Do nádrže byla vložena a rozbита ampule s tritiovou vodou a vzorky byly odebírány na šesti místech:

- 1 - u výpusti nádrže
- 2 - ze studny u domu čp. 84 (majitel K. Schiller)
- 3 - ze zahloubené obilní sušící linky statku
- 4 - z vývěru vody před budovou bývalé konírny
- 5 - ze studně u mycí rampy statku
- 6 - ze sklepa stavení čp. 23 (majitel F. Hyhlan)

Dále byly jednorázově odebrány vzorky vody:

- 7 - z vývěru vody u autobusové zastávky na návsi
- 8 - z odvodňovacího drénu poblíže silážních jam
- 9 - z výkopu pro rodinné domky typu OKAL



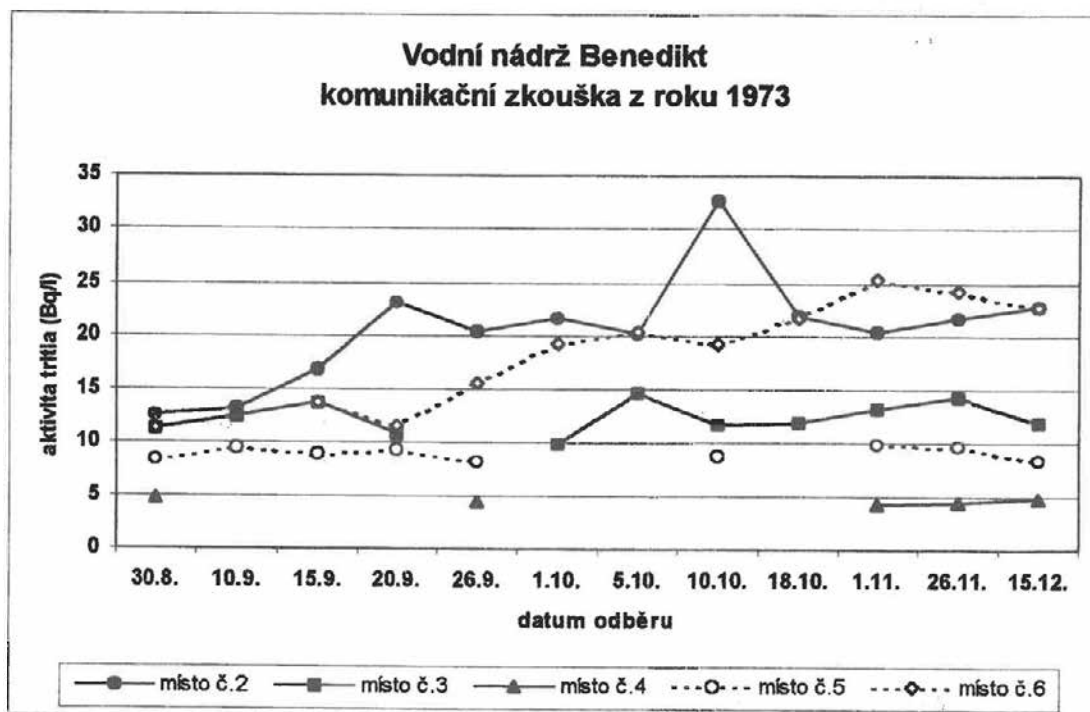
Obr. 1

Místa odběrů 1 až 6 jsou zaznamenána na obr. 1. Fotografie byla pořízena v roce 1994.

Zjištěné hodnoty obsahu tritia v odebraných vzorcích z jednotlivých míst jsou zaznamenány v tabulce 1 a přehledně vyneseny v grafu na obr. 2.

Tabulka 1 Aktivita tritia v odebraných vzorcích vody v letech 1973 až 1974

Datum odběru	Místa odběru a aktivita tritia v Bq l ⁻¹								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
29. 8. 1973	16,08								
30. 8. 1973	120,00	12,60	11,40	4,80	8,52	11,40			
10. 9. 1973		13,20	12,48		9,60				
15. 9. 1973		16,80	13,80		9,00	13,80	11,16		
20. 9. 1973		23,16	10,08		9,36	11,52			
26. 9. 1973		20,40		4,44	8,28	15,60			
1. 10. 1973		21,60	9,96			19,20			
5. 10. 1973		20,16	14,64			20,40			
10. 10. 1973		32,64	11,64		8,76	19,20			
18. 10. 1973		21,84	12,00			21,60			
1. 11. 1973		20,40	13,20	4,20	9,84	25,20			
26. 11. 1973		21,60	14,28	4,44	9,72	24,24		75,00	
15. 12. 1973	81,60	22,80	12,00	4,80	8,40	22,80			
1. 4. 1974					8,40				10,80



Obr. 2 Komunikační zkouška z roku 1973 – zjištěné hodnoty obsahu tritia

Zhodnocení první komunikační zkoušky

Odběrné místo č. 2 - studna u domu čp. 84 (majitel K. Schiller)

- stopovač do místa odběru dorazil za 15 dní
- voda z nádrže se na celkovém přítoku vod do objektu podílí cca 10 %

Odběrné místo č. 3 - zahloubená obilní sušící linka statku

- hodnoty koncentrace stopovače jsou na hranici určitelnosti

Odběrné místo č. 4 - vývěr vody před budovou bývalé konírny

- nepotvrdil komunikaci s vodou z nádrže
- bylo určeno stáří vody na 13 až 14 let

Odběrné místo č. 5 - studna u mycí rampy statku

- hodnoty koncentrace stopovače jsou pod hranicí určitelnosti

Odběrné místo č. 6 - sklep stavení čp. 23 (majitel F. Hyhlan)

- stopovač dorazil za 30 dní
- voda z nádrže se na celkovém přítoku vod do objektu podílí cca 10 %

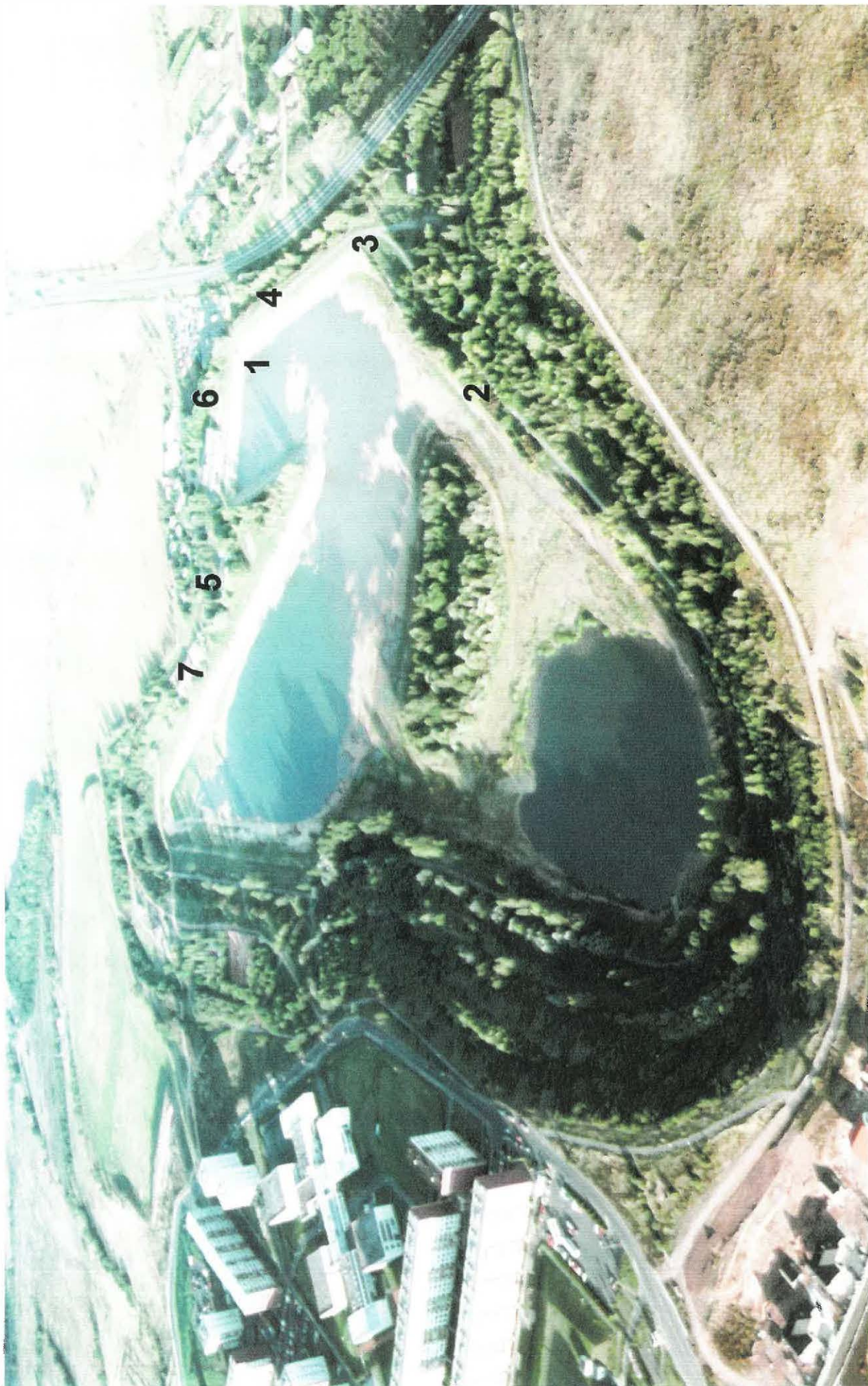
Komunikační zkouškou bylo zjištěno, že dochází k průsakům vody z nádrže Benedikt, ale množství prosakující vody není takové, aby zapříčinilo podstatné zvýšení hladiny podzemních vod v obci Vtelno.

Jednorázová kontrola obsahu tritia ve vodě, vytékající z odvodňovacího drénu pod můstkem poblíže silážních jam, jednoznačně ukázala na přímou spojitost tohoto drénu s vodou z nádrže. Jde pravděpodobně o zkratovou komunikaci mezi potrubím, odvádějícím odtékající vodu z nádrže a drénem v prostoru pod můstkem (tímto prostorem procházejí obě potrubí v těsné blízkosti). Tomu nasvědčuje rovněž vysoká vydatnost drénu, která o mnoho převyšovala vydatnost odvodňovacího potrubí.

Druhá komunikační zkouška

Z důvodu zjištění směru proudění vody z nádrže Benedikt byla provedena druhá komunikační zkouška v době od 22. 10. 1996 do 10. 11. 1996. Jako stopovač bylo opět použito tritium. Jelikož se jedná o radioaktivní prvek, nesměla jeho hodnota přesáhnout maximální povolenou hodnotu, která je pro vodárenské toky 700 Bq.l^{-1} . Voda byla označena tritiem v takové aktivitě, že po zředění v celé nádrži byla dosažena specifická aktivita cca 380 Bq.l^{-1} . Vzhledem k velkým rozměrům nádrže byl stopovač rozdělen do dvou dávek, které byly injektovány v odlehlých částech. V době aplikace stopovače do nádrže, dne 22. 10. 1996 v 11³⁰ hod, vál poměrně silný vítr, který způsoboval na vodní hladině vlnění, takže byl předpoklad pro relativně rychlé promísení stopovače v celém objemu nádrže. I tak bylo dosaženo promíchání stopovače až za cca 10 dnů po injekci.

Vzorky vody byly odebírány na sedmi místech, která jsou zaznamenána na obr. 3. Fotografie byla pořízena v roce 1997.



Obr. 3

Odběrná místa:

- 1 - u výpusti nádrže
- 2 - z vrtu HP 1
- 3 - z vrtu HP 2
- 4 - z vrtu HP 3
- 5 - z vrtu HP 4
- 6 - z vrtu HP 6
- 7 - z vrtu HP 7

Interval byl stanoven nejprve na 6 hodin, pak na 12 hodin a později byl ještě prodloužen. Zjištěné hodnoty obsahu tritia v odebraných vzorcích z jednotlivých míst jsou zaznamenány v tabulce 2 a 3 a přehledně vyneseny v grafech (obr. 4 a 5).

Tabulka 2 Aktivita tritia v odebraných vzorcích vody v roce 1996

Místo odběru	Čas od injekce (hodiny)						
	22	30	54	126	222	359	476
nádrž	123,1				375,7		353,3
HP 1	2,9	3,8	5,5	4,9	12,3	12,2	11,3
HP 2	9,0	7,3	9,7	10,7	14,1	13,1	14,5
HP 3	6,5	5,8	6,6	8,1	8,9	8,4	7,9
HP 4	6,2	7,5	5,9	8,2	13,0	12,2	12,8
HP 6	6,2	2,0	5,9	9,0	10,5	9,4	9,6
HP 7	4,2	1,5	1,1	6,9	5,7	5,1	5,6

Tabulka 3 Aktivita tritia v odebraných vzorcích vody v roce 1996 - korigované výsledky

Místo odběru	Čas od injekce (hodiny)						
	22	30	54	126	222	359	476
nádrž	123,1				375,7		353,3
HP 1	-0,9	0,0	1,7	1,1	8,4	8,4	7,5
HP 2	1,7	0,0	2,4	3,4	6,9	5,8	7,2
HP 3	0,7	0,0	0,8	2,3	3,1	2,6	2,1
HP 4	-1,3	0,0	-1,6	0,7	5,5	4,7	5,2
HP 6	4,2	0,0	3,9	7,1	8,5	7,5	7,6
HP 7	2,8	0,0	-0,4	5,4	4,3	3,6	4,2

Zhodnocení druhé komunikační zkoušky

Během dvacetidenní komunikační stopovací zkoušky nedosáhly naměřené hodnoty tritia v jednotlivých vrtech ani koncentrace 5 %, která by prokazatelně potvrdila únik vody z nádrže přes hráz. Tím byla vyloučena možnost existence přímé komunikační cesty vody z nádrže přes hráz, jakou by mohla být například trhлина. Je však nutné upozornit, že časový úsek pro projevení tritia v místech odběru vzorků

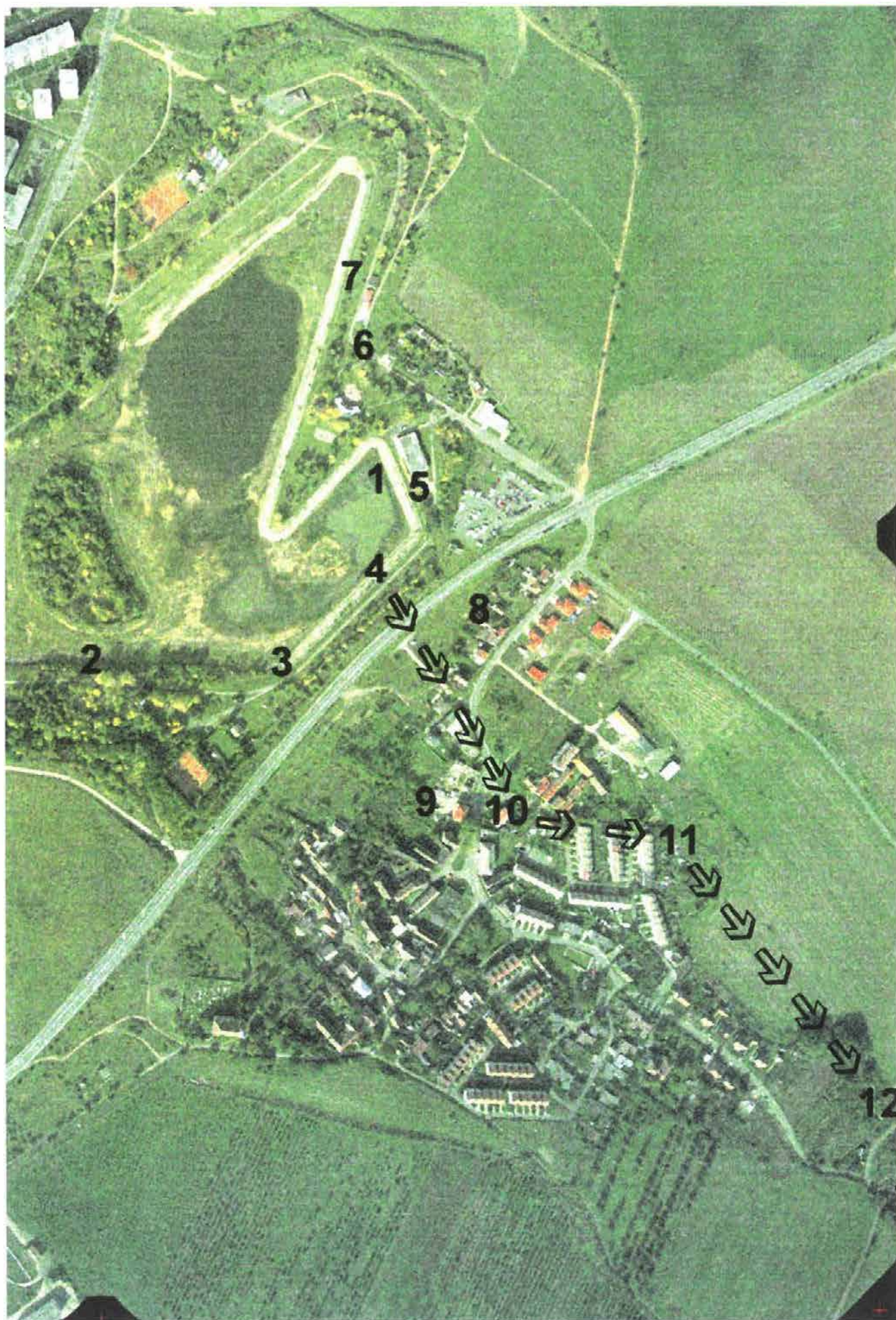
vody byl zřejmě dosti krátký na to, aby zachytil komunikační cesty s nižší filtrační schopností.

Třetí komunikační zkouška

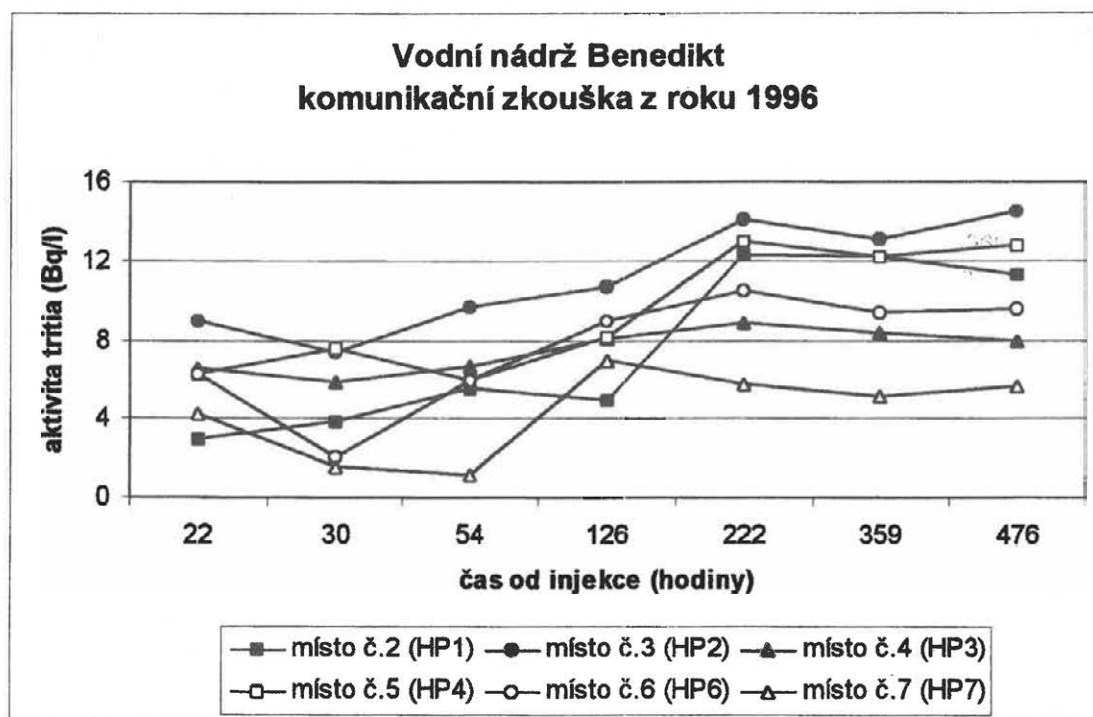
Třetí komunikační zkouška měla prokazatelně zjistit směr úniku vody z nádrže. Byla proto prověřena možnost odběru vody v místech, využitých jednak při první stopovací zkoušce v roce 1973 a jednak při druhé v roce 1996. Celkem bylo tedy stanoveno čtrnáct odběrových míst :

- 1 - vodní nádrž Benedikt
- 2 - vrt HP 1
- 3 - vrt HP 2
- 4 - vrt HP 3
- 5 - vrt HP 6
- 6 - vrt HP 4
- 7 - vrt HP 7
- 8 - studna ve Vtelně u domu č. 84 - p. Beneš (dříve p. Schiller - odběrné místo č. 2 z let 1973 až 1974)
- 9 - studna ve Vtelně u domu č. 25 - p. Barták (poblíže studny p. Hyhlana - odběrné místo č. 6 z let 1973 až 1974)
- 10 - jímka ve Vtelně ve sklepě domu č. 37 - p. Vaník
- 11 - zatrubněný výtok vody do potoka za první řadovkou rodinných domků ve Vtelně
- 12 - zatrubněný výtok vody do potoka nad vodárnou, JV od Vtelna
- 13 - vrt V1 vlevo od cesty cca 300 m pod vodárnou, jihovýchodně od Vtelna
- 14 - vrt V2 vlevo v poli cca 500 m pod vodárnou, jihovýchodně od Vtelna

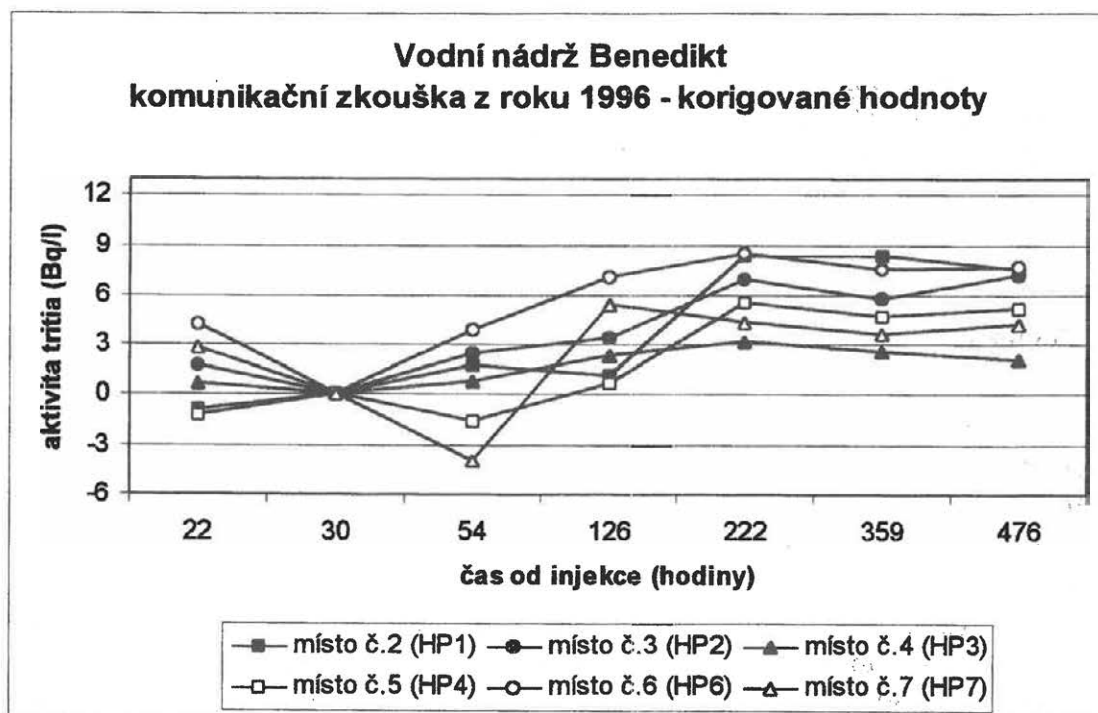
Celková situace odběrných míst je přehledně zaznamenána na obr. 6. Fotografie byla pořízena v roce 1998.



Obr. 6



Obr. 4 Komunikační zkouška z roku 1996 – aktivita tritia



Obr. 5 Komunikační zkouška z roku 1996 – korigované hodnoty

Dne 1. 8. 1997 byla odebrána první série vzorků vody na rozbor, aby byla zjištěna přítomnost stopovače (tritium) z předchozí komunikační zkoušky, která proběhla v době od 22. 10. 1996 do 10. 11. 1996. Bylo zjištěno, že aktivita tritia v nádrži Benedikt je stále dosti velká a proto nelze přistoupit k další aplikaci stopovače z důvodu překročení povolené maximální hodnoty, která je pro vodárenské toky 700 Bq.l^{-1} . V důsledku této skutečnosti bylo rozhodnuto využít již aplikovaného stopovače a v měsíčních intervalech zjišťovat jeho obsah v odebíraných vzorcích vody ze čtrnácti odběrových míst. Za této situace však nelze uspokojivě zjistit časový horizont objevení tritia na odběrných místech, ale lze určit místa jeho výskytu.

Vývoj aktivity tritia v jednotlivých místech odběru je zaznamenán v tabulce 4 a přehledně vyneseno do grafů na obr. 7 a 8.

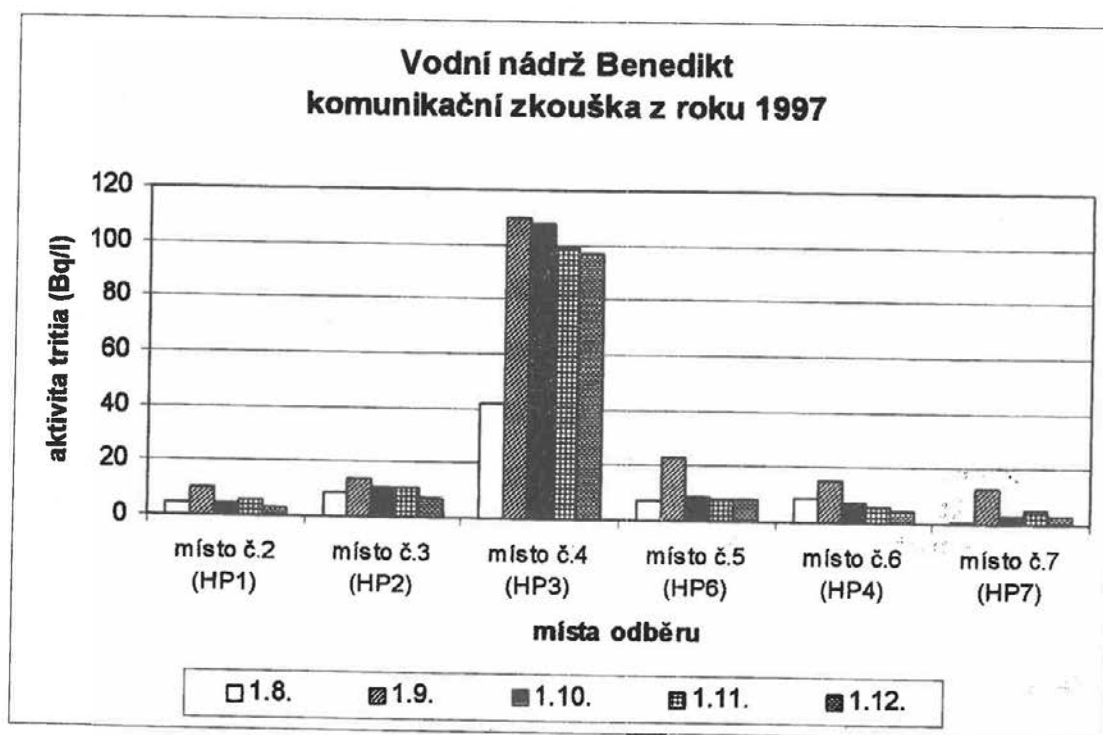
Tabulka 4 Aktivita tritia v jednotlivých místech odběru v roce 1997

Číslo vzorku	Místo odběru	Datum odběru a aktivita tritia v Bq.l^{-1}				
		1. 8.	1. 9.	1. 10.	1. 11.	1. 12.
1	Vodní nádrž Benedikt	175	158	156	158	159
2	Vrt HP 1	4	10	4	6	3
3	Vrt HP 2	9	14	11	11	7
4	Vrt HP 3	42	110	108	99	97
5	Vrt HP 6	7	23	9	8	8
6	Vrt HP 4	9	15	7	6	4
7	Vrt HP 7	1	13	3	5	3
8	Studna u domu č.p. 84	0	6	3	5	1
9	Studna u domu č.p. 25	2	0	7	2	4
10	Sklep domu č.p. 37	18	27	30	40	45
11	Zatrubněný výtok vody č.1 za rodinnými domky	106	88	105	100	72
12	Zatrubněný výtok vody č.2 u vodárny	1	6	6	8	13
13	Vrt V 1	1	4	4	6	1
14	Vrt V 2	1	3	1	2	0

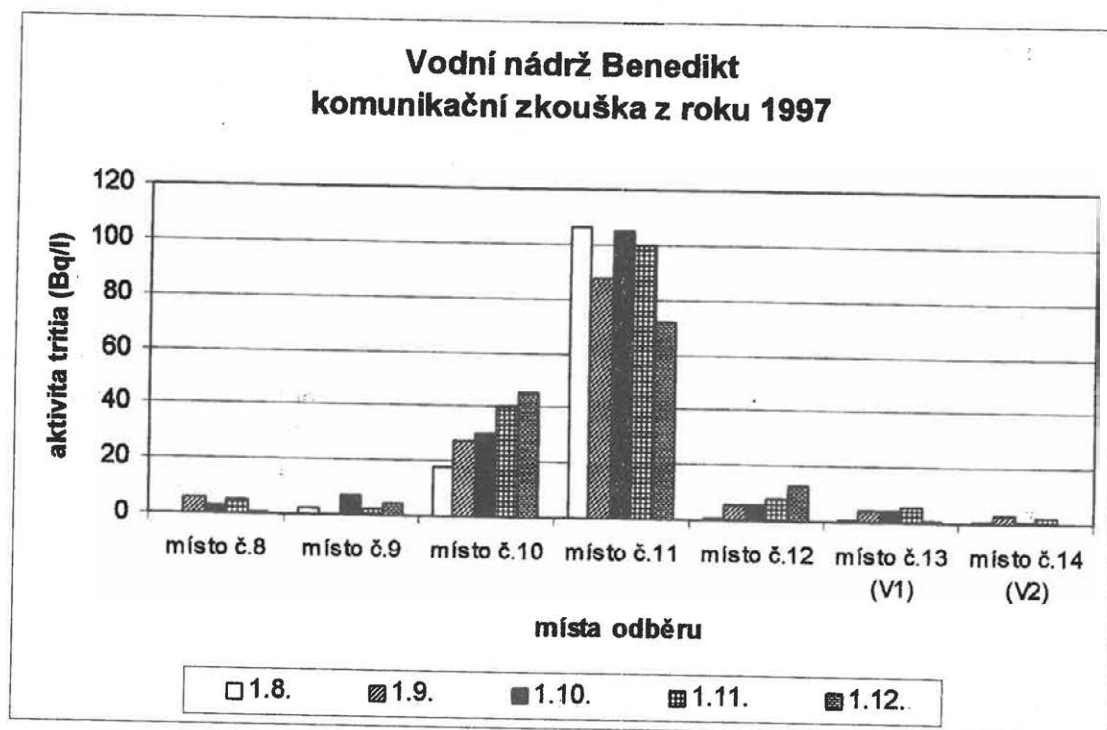
Zhodnocení třetí komunikační zkoušky

Jelikož v době odběru byla aktivita tritia v nádrži stále dosti vysoká (důsledek předchozí komunikační zkoušky - říjen 1996), nemohl být nový stopovač do vody aplikován. Stopovací zkouška probíhala v období od 1. 8. do 1. 12. 1997. Celkem bylo odebráno a analyzováno pět sérií vzorků s časovým intervalem jeden měsíc. Každá série zahrnovala vzorky ze čtrnácti odběrných míst.

Měření nízkých aktivit tritia je zatíženo poměrně značnými chybami. U hodnot řádu 100 Bq.l^{-1} to činí cca 10 %, u hodnot řádu 10 Bq.l^{-1} je to cca 30 % a u hodnot v jednotkách Bq.l^{-1} je to až 100 %, proto je nutné tyto hodnoty brát jen jako orientační. Z toho je zřejmé, že interpretace naměřeného kolísání hodnot nelze interpretovat jako skutečné změny.



Obr. 7 Komunikační zkouška z roku 1997 – aktivita tritia



Obr. 8 Komunikační zkouška z roku 1997 – aktivita tritia

Stopovač byl nalezen ve významném množství v těchto odběrových místech :

odběrné místo č. 4 - vrt HP 3

- aktivita postupně narůstala až na hodnotu cca 70 % aktivity v nádrži, na které se ustálila

odběrné místo č. 10 - jímka ve sklepě domu č.p. 37

- aktivita stále narůstala až na 30 % aktivity v nádrži

odběrné místo č. 11 - zatrubněný výtok vody do potoka za řadou rodinných domků

- aktivita kolísala kolem 60 % aktivity v nádrži

odběrné místo č. 12 - zatrubněný výtok vody do potoka nad vodárnou

- aktivita zvolna narůstala až na 8 % aktivity v nádrži a až v listopadu a prosinci je možno ji pokládat za prokázanou

Závěr

První komunikační zkouška probíhala v době od 29. 8. do 15. 12. 1973 a bylo odebráno celkem 55 vzorků vody z devíti odběrových míst. Stopovač se prokazatelně objevil v místě odběru č. 2 (studna u domu č.p. 84) a v místě odběru č. 6 (sklep domu č.p. 23).

Druhá komunikační zkouška probíhala v době od 22. 10. do 10. 11. 1996 a bylo odebráno celkem 45 vzorků vody ze sedmi odběrových míst. Jelikož byla doba sledování velmi krátká, nebyl stopovač zaznamenán v žádném z odběrových míst.

Třetí komunikační zkouška probíhala v době od 1. 8. do 1. 12. 1997 a bylo odebráno celkem 90 vzorků vody ze čtrnácti odběrových míst. Stopovač se prokazatelně objevil v místě odběru č. 4 (vrt HP 3), v místě odběru č. 10 (jímka ve sklepě domu č. p. 37), v místě odběru č. 11 (zatrubněný výtok vody do potoka za řadou rodinných domků) a v místě odběru č. 12 (zatrubněný výtok vody do potoka nad vodárnou). Vysledovaná dráha stopovače je zaznamenána na obr. 6.

Třetí komunikační zkouška jednoznačně prokázala únik vody z nádrže Benedikt. K úniku dochází v její jižní části, pravděpodobně přes uhelné zbytky ochranného pilíře do obce Vtelno. Výsledek této komunikační zkoušky byl jedním z rozhodujících faktorů pro návrh sanace zatopené zbytkové jámy lomu Benedikt, která by měla i v budoucnosti sloužit jako vodní plocha pro rekreační účely.

Literatura

Halíř J.: Hydrogeologická studie vodní nádrže Benedikt u Mostu. Výzkumná zpráva VÚHU, a.s. Most