



# Sledování tritia v podzemních vodách v areálu a v okolí JE Dukovany metodou kapalinové scintilační spektrometrie v období 1997-2006

Měrná jednotka



Radiologické metody v hydrosféře  
Litomyšl 2007

autor: Rostislav Striegler  
Laboratoř radiální kontroly okolí  
JE Dukovany



# Úvod

## Měrná jednotka

Monitorování tritia v podzemních vodách v areálu a v okolí Jaderné elektrárny Dukovany vychází z požadavků dokumentu B 117 - Monitorovací program radiační ochrany, část okolí. Tento dokument je schvalován Státním úřadem pro jadernou bezpečnost.

Monitorování tritia v podzemních vodách v areálu a v okolí JE Dukovany provádí Laboratoř radiační kontroly okolí JE Dukovany se sídlem v Moravském Krumlově od roku 1984.

Laboratoř radiační kontroly okolí JE Dukovany je akreditovanou zkušební laboratoří č. 1241.3. Osvědčení o akreditaci je vystaveno Českým institutem pro akreditaci na základě posouzení splnění akreditačních kritérií podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005.

Předmětem akreditace je měření veličin v atomové a jaderné fyzice, měření vzorků médií vypouštěných jadernou elektrárnou do okolí a měření vzorků životního prostředí.



# Popis hydrogeologických podmínek

## Měrná jednotka

Území Jaderné elektrárny Dukovany podle hydrogeologické rajonizace náleží do rajónu 655 - krystalinikum v povodí řeky Jihlavy. Lze v něm vymezit svrchní zvrstvení, vázanou především na kvartérní pokryv, zónu zvětrávání a podpovrchového rozpojení hornin a spodní zvrstvení, vázanou na tektonické zóny v hlubších částech krystalinika.

Podzemní voda je v tomto území téměř výhradně dotována atmosférickými srážkami. K přirozenému odvodňování dochází severním a jižním směrem k místním erozním bázím, tj. k vodotečím Jihlavy, Rokytné a jejím přítokům.

Rozvodnice mezi povodími těchto řek vede zhruba středem areálu EDU ve směru VJV – ZSZ.



*Lokalizace odběrových míst podzemních vod*  
Měrná jednotka

**Lokalizace odběrových míst podzemních vod  
vrty v areálu EDU**

RK č. 1, 3÷21, 23÷26, 30, 31, 33, 35

čerpací studny u VK 1, 2

vrty okolo areálu URAO - HJ č. 1÷4, 6, 7

vrty okolo areálu MSVP - J č. 801÷806

**vrty v okolí EDU**

HVP č. 11÷18, 20, 21; HVM č. 31÷38

**Četnost odběrů a stanovení**

měsíčně - čerpací studny u VK 1, 2

čtvrtletně - vrty RK č. 1, 4, 6, 21, 23, 24, HVP 21, HVM 36, HJ č.  
1÷4, 6, 7

čtvrtletně - ostatní vrty



# Odběrová místa podzemních vod v areálu a v okolí JE Dukovany Měrná jednotka





Odběr, zpracování, měření a vyhodnocení vzorků povrchových vod pro stanovení objemové aktivity tritia provádějí kvalifikovaní pracovníci laboratoře dle **akreditovaného standardního zkušebního postupu SZP 2b- Stanovení aktivity a objemové aktivity tritia laboratorní kapalinovou spektrometrií záření beta – vzorky vod okolí.**

Rozsah akreditovaných činností:

- úprava vzorků vody před měřením
- měření vzorků
- výpočet objemové aktivity tritia ve vzorku vody
- záznam výsledků měření do databáze SPIS a vystavení „Protokolu o zkoušce.“



# Odběrová místa

## Měrná jednotka





# Metoda stanovení

## Měrná jednotka

-kapalinová scintilační spektrometrie beta vycházející z normy ČSN ISO 9698.

Podstata metody:

-vzorek vody se po přidavku thiosíranu sodného a uhličitanu sodného predestiluje. Do skleněné měřicí lahvičky (o objemu 20 ml) se připraví směs alikvotního podílu destilátu s roztokem scintilátoru ULTIMA Gold LLT. (10 ml destilátu + 10 ml scintilátoru). Ve směsi dochází k částečné konverzi kinetické energie beta částic tritia na fotony. Množství fotonů se měří jako impulzy na kapalinovém scintilačním spektrometru. Četnost impulzů je mírou aktivity tritia.

Validace metody –metodou mezilaboratorního porovnávání (získání „Osvědčení o účasti v MPZ“)





# Metoda stanovení

## Měrná jednotka

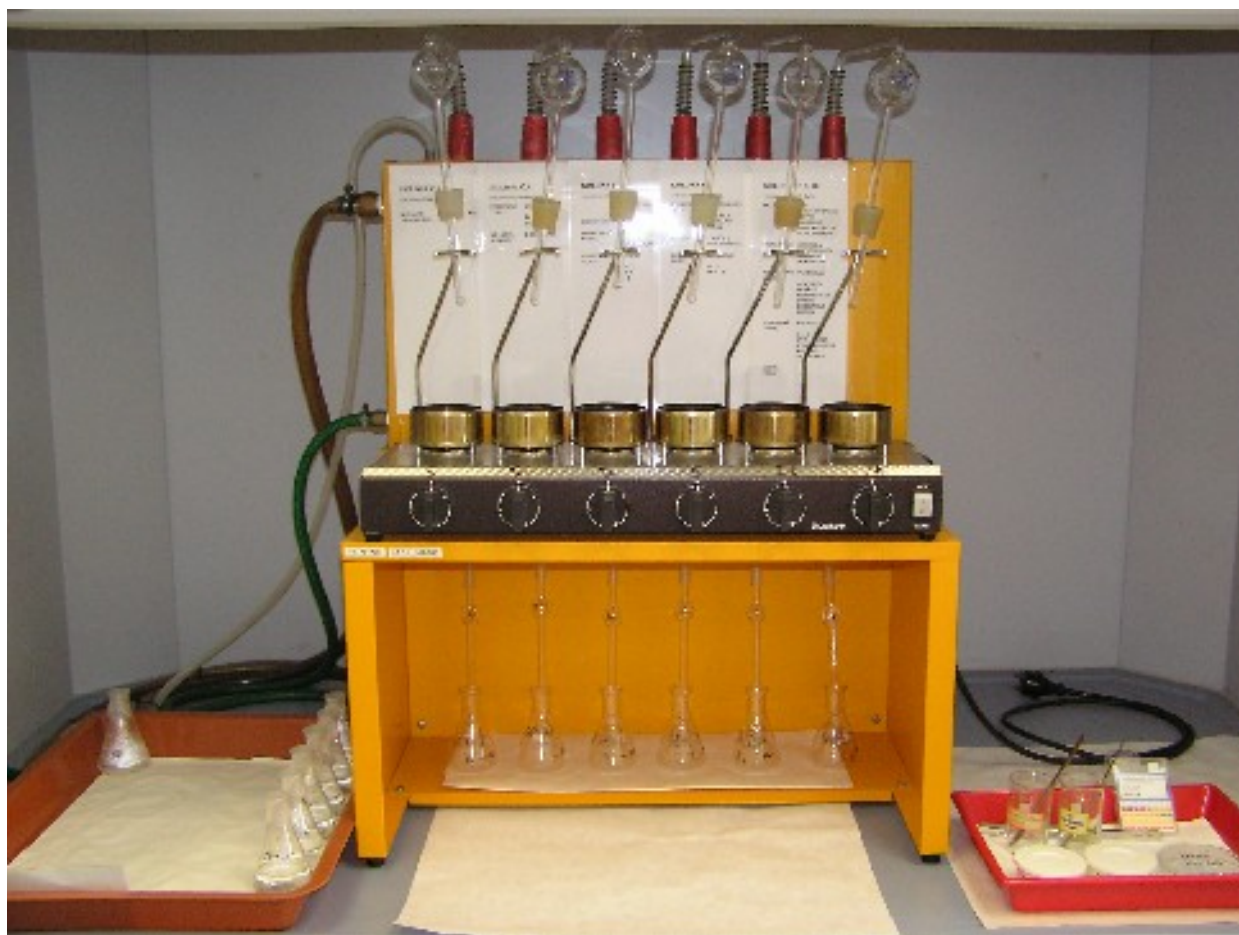
Příprava vzorku:

- předestilování vzorků vod před přidáním scintilačního roztoku se provádí v destilačním přístroji typu KI-16, výrobce Gerhardt Německo, který se skládá z topné desky, 6 sad destilačních baněk, přestupníků a chladičů.



# Přístrojové vybavení

## Měrná jednotka





# Přístrojové vybavení

## Měrná jednotka

### Měření vzorku

- kapalinový scintilační spektrometr TRI-CARB, typ 3170 TR/SL (výrobce Canberra Packard) – jehož součástí je elektronická jednotka, která provádí potřebná zpracování impulzů z fotonásobičů. Výpočetní jednotka provádí pomocí firemních programů přepočítání na objemovou aktivitu tritia v měřených vzorcích. Jedná se o stanovené měřidlo, které podléhá pravidelné metrologické kontrole.



# Přístrojové vybavení

## Měrná jednotka





# Parametry měření

## Měrná jednotka

- Energetický rozsah – 0-2000 keV
- Geometrie měření – 20ml skleněná lahvička
- Doba měření – 300 min
- MDA – 10 Bq/l
- Nejistota stanovení – rozšířená standardní nejistota – 12%



# Protokol o měření a zkoušce

## Měrná jednotka

Výsledky naměřených objemových aktivit tritia jsou vedeny jednak v digitální formě v PC, který je součástí kapalinového scintilačního spektrometru, jednak v databázi SPIS.

Dále v písemné formě v „Protokolu o měření,“ který je automaticky vytištěn po ukončení měření příslušných vzorků.

O každé provedené zkoušce je vystavován „Protokol o zkoušce.“

Z výsledků jednotlivých měření jsou pravidelně sestavovány měsíční, čtvrtletní a roční zprávy o monitorování složek ŽP JE Dukovany.



# Výsledky monitorování tritia

## Měrná jednotka

Výsledky monitorování tritia v podzemních vodách v areálu a v okolí JE Dukovany v období 1997-2006 jsou uvedeny v následující tabulce a grafech.

Uvedené hodnoty jsou průměrné roční hodnoty měření.



# Tabulka – průměrné roční objemové aktivity tritia v Bq/l

Měrná jednotka

## Průměrná roční objemová aktivita tritia v podzemních vodách v období 1997-2006 [ Bq.l<sup>-1</sup> ]

Rok	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
odběrové místo										
Všechny vrty v areálu a v okolí	59	58	43	38	27	33	68	77	133	65
ČS VKI	235	216	169	125	75	109	320	374	390	312
ČS VKII	63	77	37	53	33	41	45	39	361	31
Vrty RK v areálu	21	21	20	17	16	14	12	13	14	12
Vrty HGV v okolí	15	12	12	12	12	13	11	12	12	12
Vrty J v areálu	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Vrty HJ v areálu	10	10	10	10	12	12	10	10	10	10

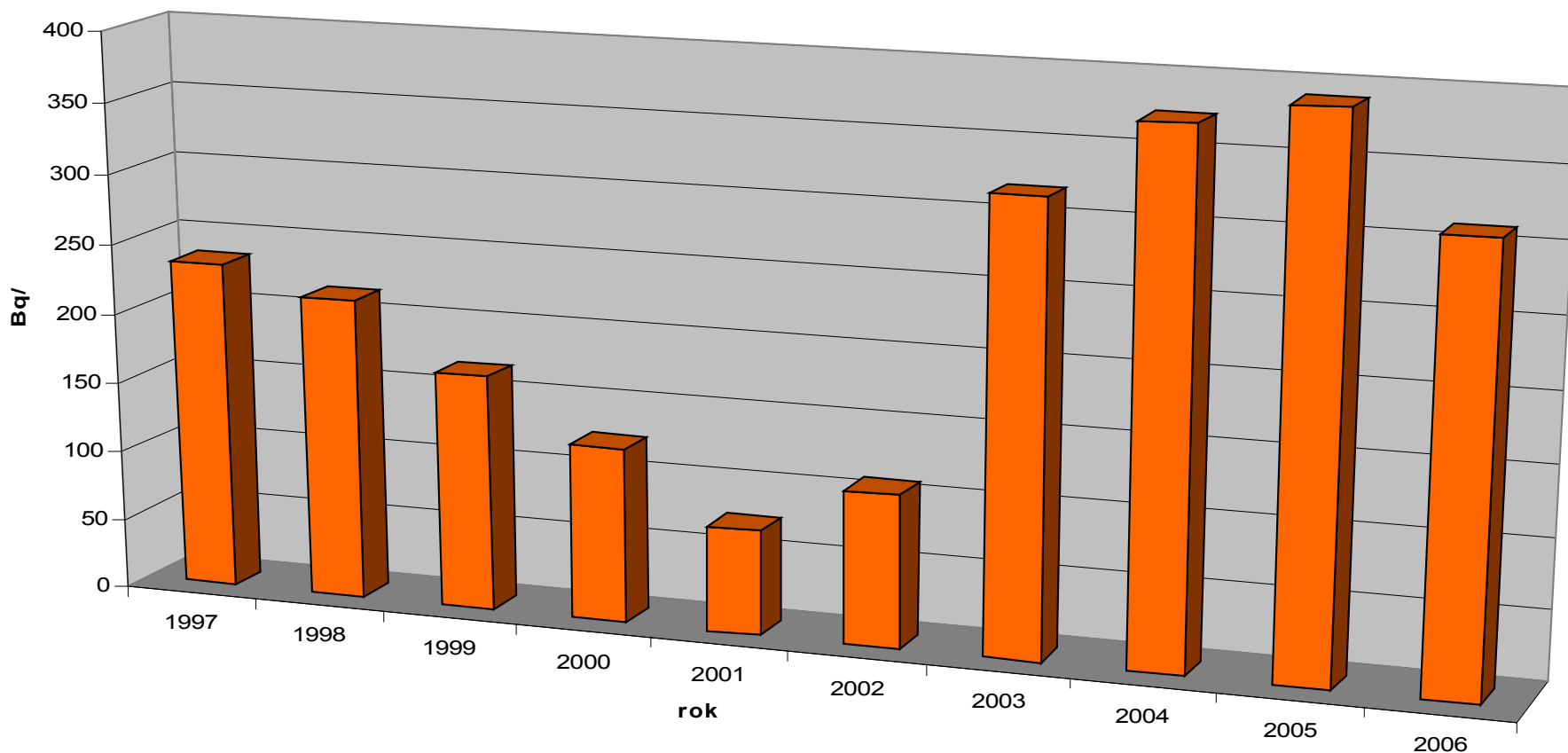




# Přehled ročních objemových aktivit tritia v ČS VKI v období let 1997-2006

Měrná jednotka

Průměrná roční objemová aktivita tritia v ČS VKI v období 1997-2006



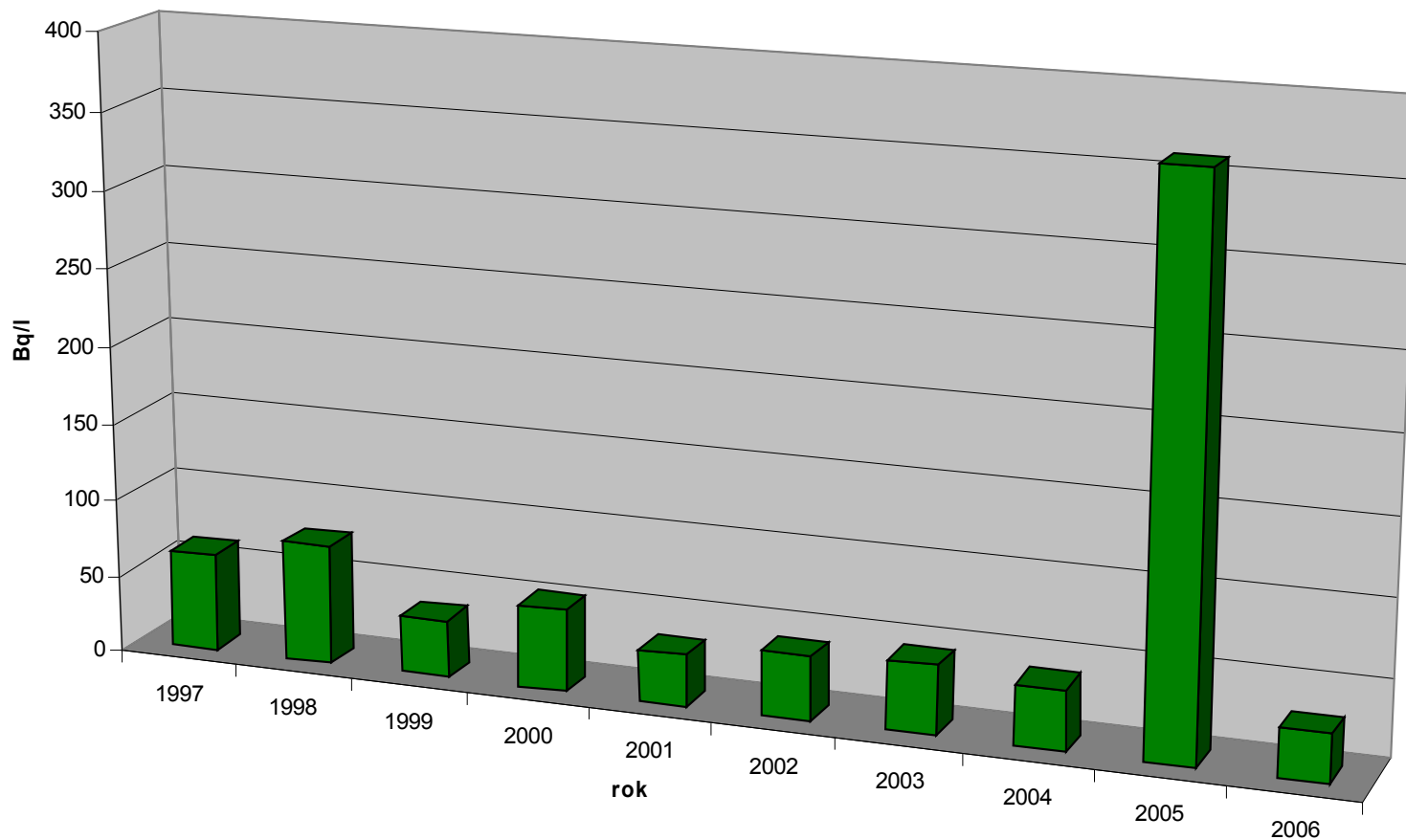
Working Draft - Last Modified 10/4/2004 4:59:08 PM/4/2004 11:36:40 AM



# Přehled ročních objemových aktivit tritia v ČS VKII v období let 1997-2006

Měrná jednotka

Průměrná roční objemová aktivita tritia v ČS VKII v období 1997-2006

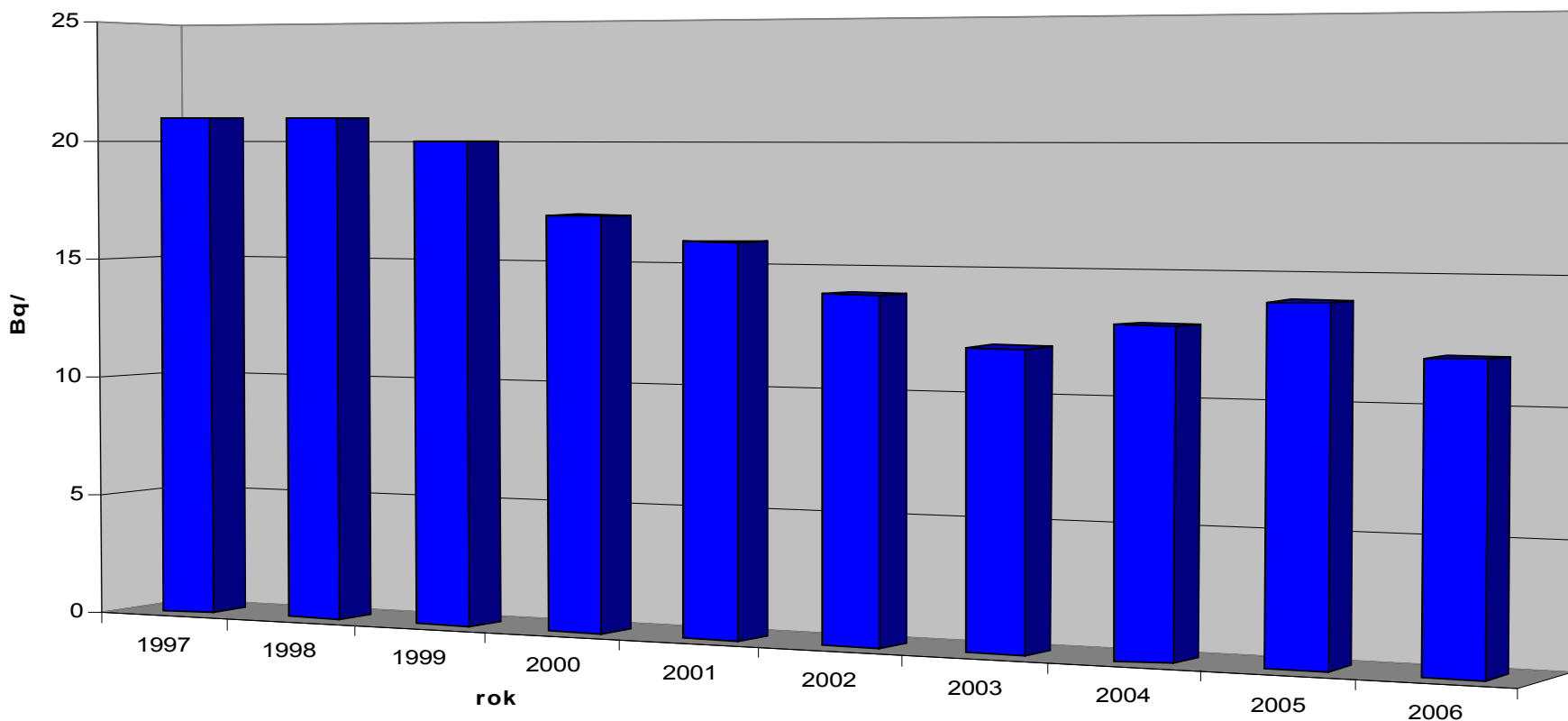




# Přehled ročních objemových aktivit tritia ve vrtech RK v období let 1997-2006

Měrná jednotka

Průměrná roční objemová aktivita tritia ve vrtech RK v areálu v období 1997-2006

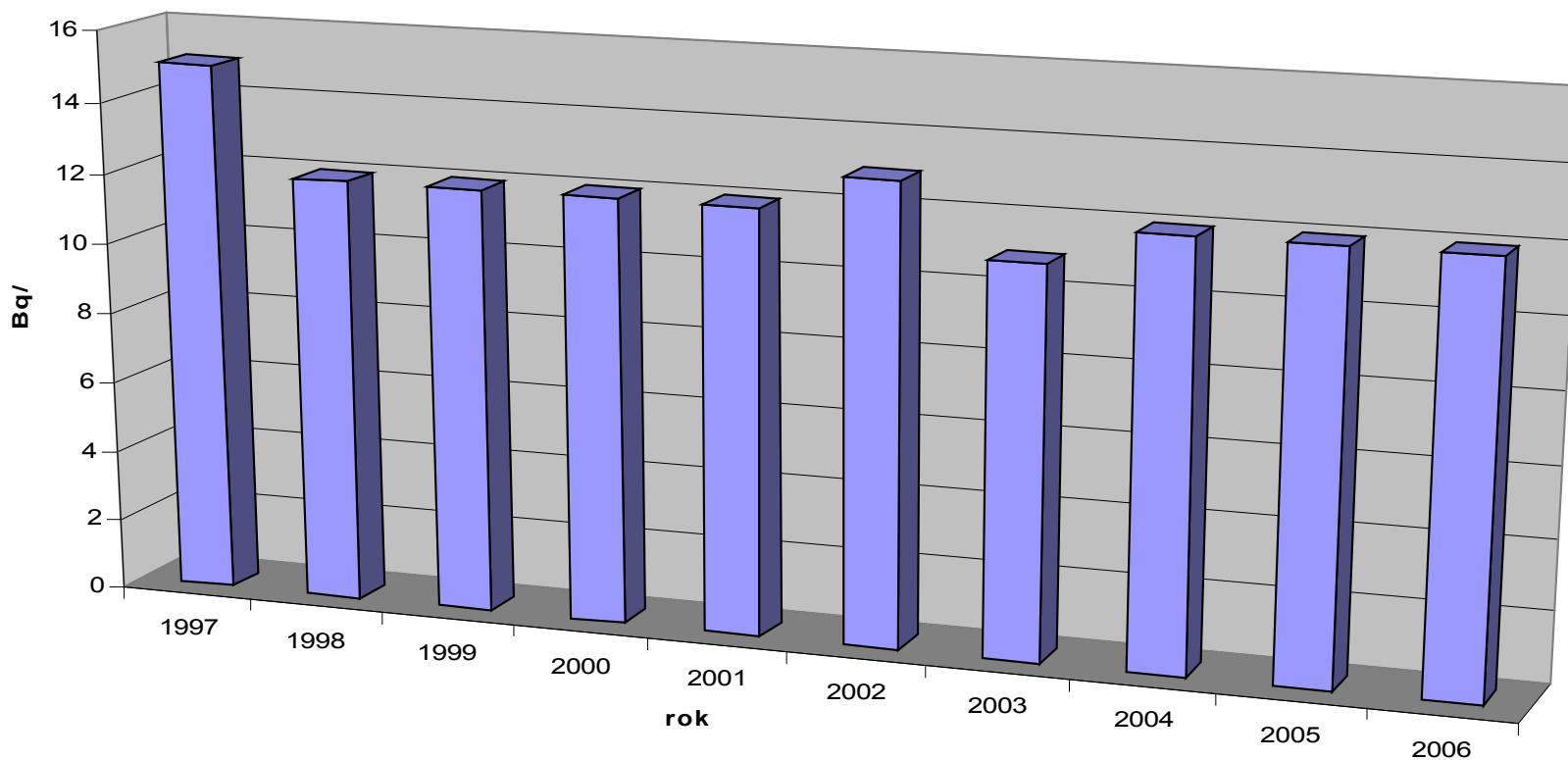




# Přehled ročních objemových aktivit tritia ve vrtech HGV v období let 1997-2006

Měrná jednotka

Průměrná roční objemová aktivita tritia ve vrtech HGV v okolí v období 1997-2006

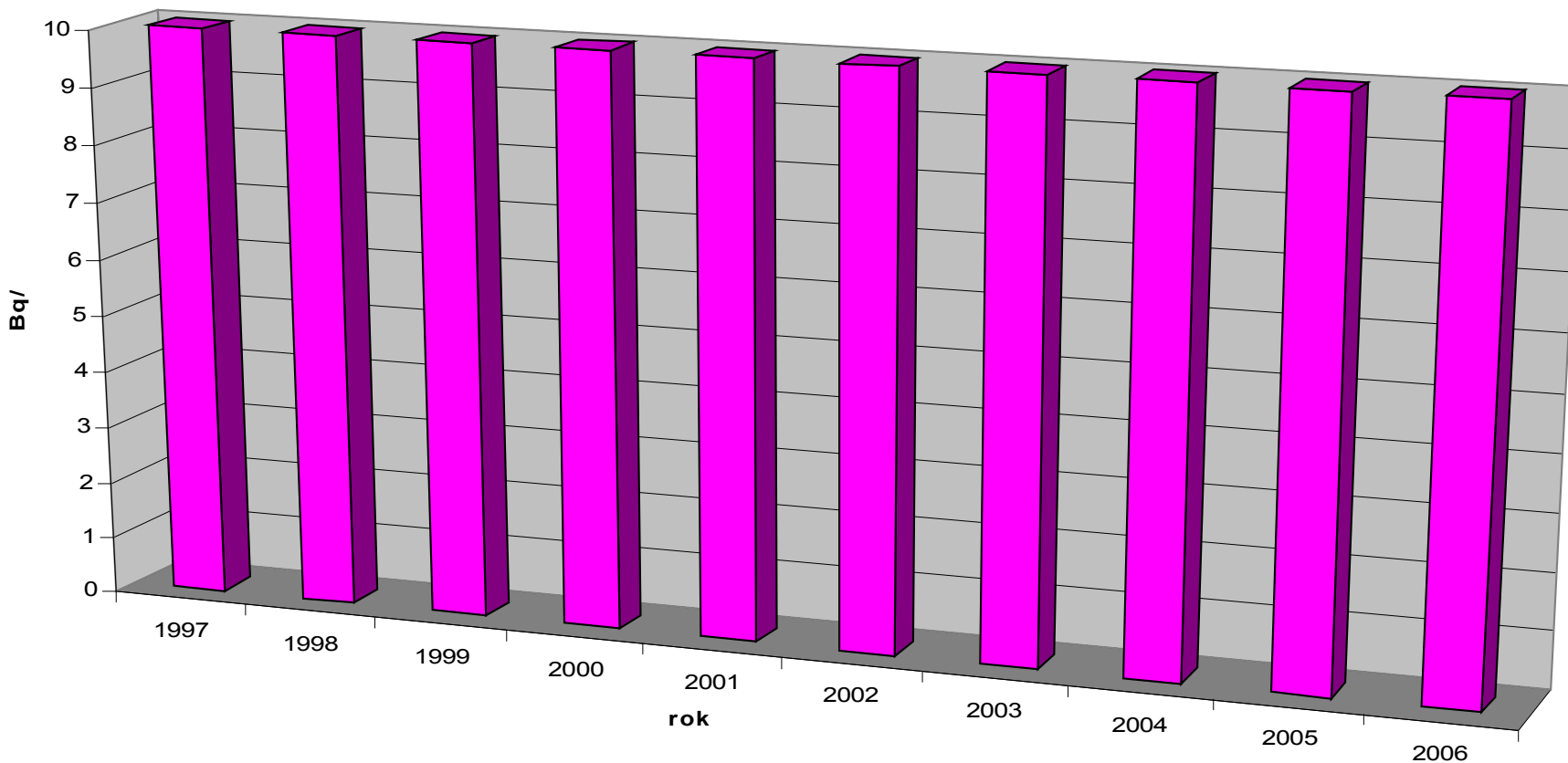




# Přehled ročních objemových aktivit tritia ve vrtech J v období let 1997-2006

Měrná jednotka

Průměrná roční objemová aktivita tritia ve vrtech J v areálu v období 1997-2006

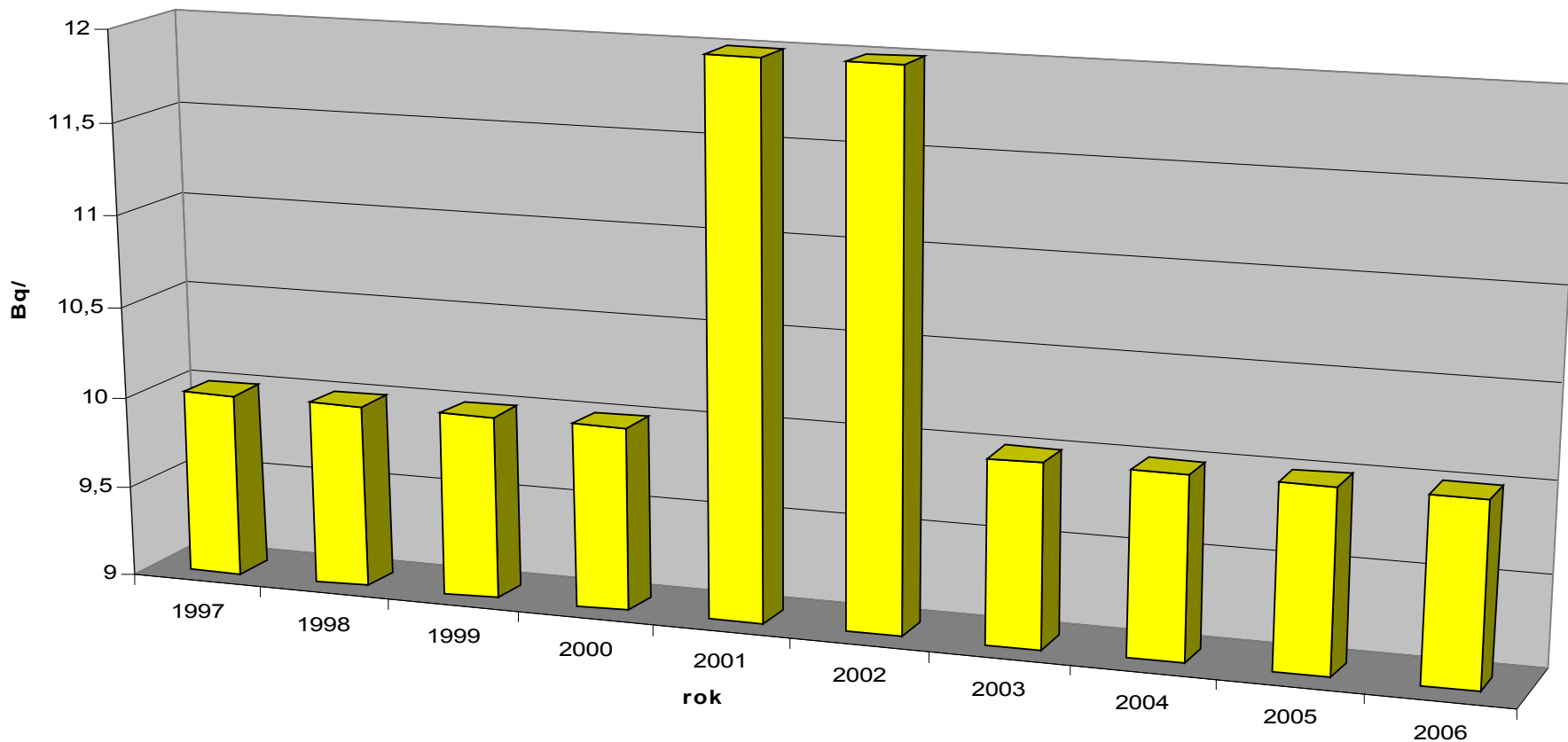




# Přehled ročních objemových aktivit tritia ve vrtech HJ v období let 1997-2006

Měrná jednotka

Průměrná roční objemová aktivita tritia ve vrtech HJ v období 1997-2006



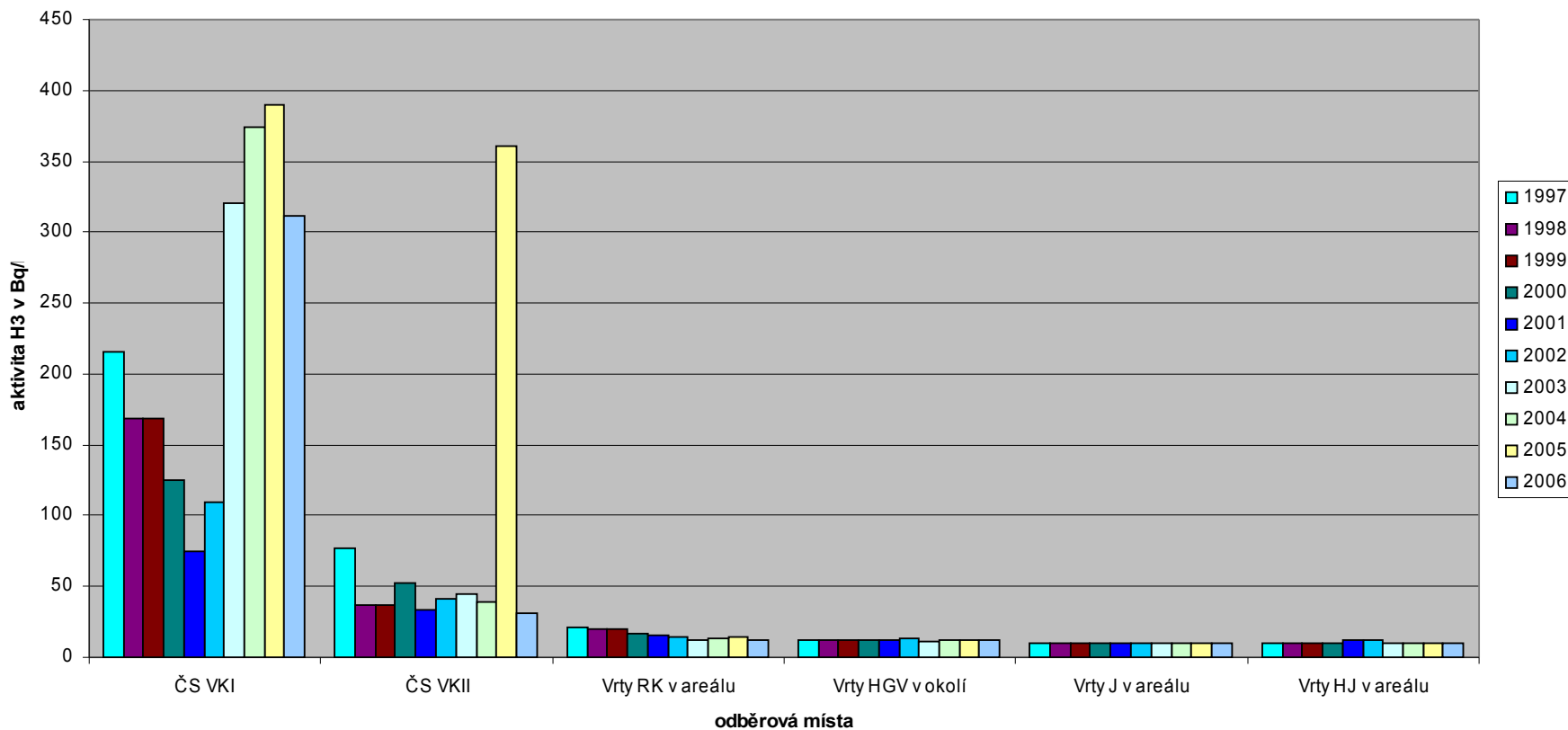
Working Draft - Last Modified 10/4/2004 4:59:08 PM/10/4/2004 11:36:40 AM



# Přehled průměrných ročních objemových aktivit tritia v podzemních vodách v období let 1997-2006

Měrná jednotka

Průměrná roční objemová aktivita tritia v podzemních vodách v období 1997-2006





## Zhodnocení monitorování

### Měrná jednotka

V podzemních vodách v areálu JE Dukovany (čerpací studny u VK I, II, vrt RK4) a v okolí JE Dukovany ( vrt HVP 21) jsou trvale měřeny zvýšené hodnoty objemových aktivit tritia (10 - 500 Bq/l pro ČS VKI, ČS VKII a 10 – 100 Bq/l pro vrt RK4 a vrt HVP 21).

V podzemních vodách v areálu JE Dukovany (vrty č.1, 6, 21, 23, 24) a v okolí JE Dukovany (vrt HVP 36) jsou přechodně měřeny zvýšené hodnoty objemových aktivit tritia (10 – 80 Bq/l).

Naměřené hodnoty objemových aktivit tritia ( ČS VKI, VKII, vrty RK 1, 4, 6, 21, 23, 24 a vrty HVP 21, 36) jsou v současnosti vyšší než záznamová úroveň ( 10 Bq/l ), avšak nedosahují hodnot vyšetřovacích úrovní dle Monitorovacího programu RO, část okolí B 117 ( 800 Bq/l pro ČS VKI, ČS VKII a 200 Bq/l pro ostatní podzemní vody).





# Zhodnocení monitorování

## Měrná jednotka

Z monitorování vod kanalizací, v jejichž těsné blízkosti se uvedené vrty nacházejí, vyplývá, že zdrojem tritia ve vrtech jsou průsaky z těchto kanalizací. Do kanalizací se odpouští chladící voda, která obsahuje tritium. Do chladících vod se tritium dostává čerpáním vody z přehradní nádrže Mohelno. Obsah tritia v chladících vodách závisí od množství tritia vypouštěného do přehradní nádrže Mohelno a může dosahovat hodnot objemových aktivit tritia až 500 Bq/l.

Naměřené hodnoty objemové aktivity tritia v čerpací studni VK II překročily v dubnu 2005 zásahovou úroveň dle Monitorovacího programu RO, část okolí B 117. Nejvyšší naměřená hodnota objemové aktivity tritia činila 13 886 Bq/l. Obsah ostatních aktivačních a štěpných produktů nebyl gamaspektrometrickými analýzami prokázán.



# Zhodnocení monitorování

## Měrná jednotka

Převýšení zásahové úrovně pro objemovou aktivitu tritia v ČS u VKII bylo šetřeno jako provozní událost v poruchové komisi JE Dukovany pod číslem P12/2005.

Dle zápisu z poruchové komise JE Dukovany byla příčinou události netěsnost na kanalizačním potrubí mezi zaústěním ocelového potrubí ejektoru z BAPP2 a kanalizační šachtou 9UL50SS1.4 (průsak vody netěsnými spoji původního betonového potrubí).

Oprava této části potrubí byla v rámci nápravných opatření provedena v 5/2005 (byl realizován nový propoj mezi ejektorem BAPP2 a kanalizační šachtou). Tímto opatřením došlo ke snížení objemové aktivity tritia v ČS VKII pod 100 Bq/l.



## Závěr

### Měrná jednotka

**Monitorování tritia v podzemních vodách v areálu a v okolí JE Dukovany metodou kapalinové scintilační spektrometrie je nutné trvale věnovat zvýšenou pozornost.**



Měrná jednotka

**Děkuji za pozornost**



Work