

## ***Příloha 1***

### **Vlivy skladu vyhořelého jaderného paliva v lokalitě ETE na kvantitativní a kvalitativní parametry povrchových a podzemních vod**

**Zpracoval: Ing. Eduard Hanslík, CSc, Výzkumný ústav vodohospodářský TGM**

#### **Obsah**

Obsah .....	1
1. Lokalita elektrárny a zařízení .....	2
<b>1.1. Geologické poznatky</b> .....	2
<b>1.2. Tektonické poznatky</b> .....	2
<b>1.3. Hydrologické poznatky</b> .....	3
<b>1.4. Klimatické poznatky</b> .....	4
<b>1.5. Hydrogeologické poznatky</b> .....	5
<b>1.6. Poznatky o jakosti podzemní vody</b> .....	12
2. Literatura .....	17

## **1. Lokalita elektrárny a zařízení**

Elektrárna Temelín se nachází ca 35 km severně od města České Budějovice a ca 6 km jihozápadně od města Týn nad Vltavou a je umístěna mezi obcemi Temelín, Temelínek, Březí, Křtěnov, Knín a Podhájí. Některé obce byly v rámci výstavby zrušeny. Oblast patří ke Středočeské pahorkatině Jihočeské vysočiny s mírně zvlněným reliéfem terénu. Nadmořská výška území v prostoru elektrárny se pohybuje v rozmezí 485 - 510 m n.m. Sklad vyhořelého jaderného paliva se nachází v jihozápadním sektoru ETE od jaderných reaktorů a východně od skládky kalů z CHÚV. Základová spára objektu bude s největší pravděpodobností založena v úrovni 500,50 m n.m.

### **1.1. Geologické poznatky**

Skalní podloží areálu ETE a jejího okolí tvoří moldanubické metamorfity jednotvárné série a to biotitické pararuly až migmatity s vložkami drobových a kvarcitických rul. Metamorfity jsou pronikány žilami nebo nepravidelnými tělesy granitových hornin. Jedná se o žilnou žulu vytvářející nepravidelná žilná tělesa a o pegmatitickou žulu tvořící malá žilná, čočkovitá nebo nepravidelná tělesa. Skalní masiv reprezentují zdravé, velmi pevné, málo porušené horniny.

Povrchová zóna skalního podloží je vytvořena zónou silně zvětralého až zvětralého skalního podkladu, který má šikmou planární stavbu a je porušen nevýraznými směrnými nebo radiálními puklinami. Báze této zóny zvětrávání je ca 6 - 15 m pod úrovní rostlého terénu.

Na tuto zónu nasedá vyvinutá téměř souvisle zóna fosilního zvětrání (eluvium), zpravidla o mocnosti do 5,0 m výjimečně do 10,0 m.

Povrch území tvoří kvarterní sedimenty a v závislosti na geomorfologických podmínkách se jedná o svahové hlíny (diluvia) hlinito-píščito-jílovitého charakteru, o diluviofluviální výplně hlubších depresí svahovým suťovým materiálem při bázi s hlinito-píščito-jílovitou výplní a o fluviální štěrkovité písky s hlinito-jílovitou příměsí v údolních nivách. [1,2].

### **1.2. Tektonické poznatky**

Tektonika v území je určena dvěma hlavními směry, a to:

- sever-jih až severoseverovýchod-jihojihozápad tzv. mladší pozdně variský směr blanicke brázdy

- severozápad-jihovýchod tzv. šumavský směr předvariského nebo variského stáří reprezentovaný tektonickou linií probíhající v blízkosti ETE. Poslední prokázané pohyby na tomto zlomu jsou mladší než střední miocen
- pohyby v kvartéru nebyly zatím na této poruše prokázány
- mezi starší zlomy patří zlomy směru východ - západ, které však z regionálního hlediska nemají větší význam.

Všechny práce týkající se objasnění tektonických poměrů v okolí ETE ani v jednom případě neprokázaly průběh linií na delší vzdálenost jak stovky metrů a větší hloubkový dosah než 50 - 70 m. Z tohoto důvodu lze označit geologický útvar lokality ETE za tektonicky minimálně porušený, s rozpukaností v zóně podpovrchového rozvolnění s vlivy větrání do hloubky cca 70 m. [3,4]

### 1.3. Hydrologické poznatky

Z hydrologického hlediska se areál elektrárny nachází na rozvodnici řek Vltavy a Bílého potoka, který byl hydrologicky považován za pravostranný přítok Bezdrevského potoka, ale v současné době je započten jako horní tok Radomilického potoka k povodí Blanice. Propojení obou povodí je v soustavě rybníků u Dívčic.

Jihozápadní část elektrárny je odvodňována Temelíneckým potokem, který má v tomto prostoru pramenní oblast. Temelínecký potok po ca 5 km ústí do Bílého potoka. Severovýchodní větší část staveniště je odvodňována přímo do Vltavy prostřednictvím Strouhy v délce 6 km s ústím do Vltavy v řkm 214,118, Hradní strouhy o délce 5 km s ústím do Vltavy v ř.km 212,669 a Palečkova potoka v délce 9 km s ústím do Vltavy v řkm 208,151. Všechny tyto potoky mají v oblasti staveniště svojí pramenní oblast. Kromě rybníků na Radomilickém (Bílém) potoce není v nejbližším okolí elektrárny větších vodních nádrží.

Z výše uvedeného popisu je zřejmé, že území ETE se nachází na rozvodí jak lokálních, tak i vodohospodářsky významných vodotečí. U místních vodotečí je tato oblast dokonce jejich pramenní oblastí. Vlastní areál ETE je tedy převýšen nad okolním terénem se střechovitým sklonem na všechny strany a žádná vodoteč nemůže staveniště ohrozit při průtoku velkých vod.

Tomuto přirozenému reliéfu území byla podřízena i celková koncepce výškového rozmístění objektů v areálu elektrárny. V rámci hrubých terénních úprav bylo staveniště srovnáno na dvě základní výškové kóty. Objekty, ve kterých je umístěno zařízení důležité z hlediska jaderné bezpečnosti, byly soustředěny do centrální části staveniště na nejvyšší kótu 507,0 m n.m.

Ostatní doprovodné objekty jsou umístěny převážně na kótě 503,0 m n.m. a to zejména v severovýchodní části areálu. Obdobně i chladicí věže okruhu kondenzátorů a vodohospodářské objekty související s úpravou přídavné technologické vody jsou umístěny na kótě 503,0 m n.m. v jihovýchodní části elektrárny [5].

Odvodnění staveniště od srážkových vod je řešeno gravitačním způsobem do stok dešťové kanalizace navržených po obvodu areálu s vyústěním hlavního kanalizačního dešťového sběrače východním směrem přes dvě pojistné nádrže a retenční nádrž v Býšově do potoka Strouha a následně do Vltavy. Významnější akumulace technologické vody o objemu 2 x 15.000 m<sup>3</sup> je umístěna jižně od výrobních bloků elektrárny na zvýšeném území na kótě 510,0 m n.m. (max.hladina ve vodojemech 516,0 m n.m.). Tato část areálu je však již ohraničeno sníženou úrovní na kótě 503,0 m n.m. a případný havarijný odtok z této akumulace by směřoval mimo území důležitých objektů. Významná akumulace je i ve vanách chladících věží s přirozeným tahem o objemu cca 140.000 m<sup>3</sup>. Hlavní technologické přepady z vodohospodářských objektů zabezpečujících přídavnou a čiřenou vodu do systému technologických spotřebičů (např. čerpací stanice chladicí vody, vodojem, objekt čiřeni apod.) jsou zaústěny do dešťové kanalizace, jejíž kapacitní i výškové řešení v koncových sběračích (úroveň dna 490 - 495,0 m n.m.) neohrožuje zpětným vzduťm prostor důležitých objektů ETE [5].

#### **1.4. Klimatické poznatky**

Klimatické poměry v povodí Vltavy vyplývají ze zeměpisné polohy ve střední Evropě. Podnebí je v podstatě dáno polohou v mírném klimatickém pásu severní polokoule a pravidelným střídáním čtyř ročních období. Převážná část území povodí Vltavy má průměrné roční teploty vyšší než 6 °C. Nižší průměrné teploty se vyskytují v oblastech hornatin a vrchovin.

Srážkové poměry jsou stejně jako teplotní poměry značně ovlivněny orografickým členěním a zejména nadmořskými výškami. Z tohoto důvodu jsou rozděleny místně velmi nerovnoměrně. Dlouhodobý průměrný roční úhrn srážek činí 657 mm, skutečné roční úhrny srážek kolísají kolem této hodnoty v rozmezí 20 %, v extrémních případech i 50 %.

### **1.5. Hydrogeologické poznatky**

Horniny krystalinika - moldanubické metamorfity - lze generálně hodnotit jako hydrogeologicky méně významnou strukturu. Jedná se o málo propustný horninový komplex s relativně lepší propustností zvětralinového pláště podpovrchového rozpojení puklin a tektonicky porušených vložek pevnějších hornin.

Zvodnění hlubších etází i do hloubky nad 100 m je v hydraulickém spojení s mělkým oběhem, ale přirozené proudění se již zde prakticky neprojevuje. Vyskytují se zde ojedinělé výskyty zvodnělých puklinových partií s vydatností do 0,001 l/s [1].

Zvětralinový plášť krystalinika a kvartérní pokryv spolu s pásmem povrchového rozpojení hornin skalního podloží vytváří jednotné zvodnění mělkého oběhového systému s průlinovo - puklinovou propustností, která s přibývajícím hloubkou přechází v propustnost puklinovou. Mělký oběh se projevuje do hloubek 25 - 30 m. Vydatnosti se pohybují do 0,1 l/s. Skutečnost, že nedochází k přirozenému mísení vod mělkého oběhu se zvodněním v hlubších zónách, charakterizuje nepřítomnost tritia v podzemních vodách hlubších etází [1,6].

Kvartérní sedimenty a eluviální zóny jsou nesouvisle zvodněny, často jen přechodně. Jejich propustnost je nízká. Tato podpovrchová zvođen, s mírně napjatou hladinou podzemní vody a místy se silně kolísající hladinou, je výrazně ovlivněna klimatickými činiteli, neboť podzemní vody jsou doplňovány infiltrací z ovzdušných srážek v celé ploše území.

Režim podzemních vod mělkého oběhového systému méně než 100 m ve zvětralinovém pokryvu a rozpukané vrchní části skalního podloží je charakterizován pomalým oběhem podzemních vod, které jsou doplňovány přímo srážkami v celém území. V přírodním stavu jsou odvodňovány prameny, mokřadly v terénních depresích a skrytými výrony do místních vodotečí. Pásmo s podstatně živějším oběhem lze vymezit do hloubky ca 25 - 30 m pod terén.

Nejbližší významnou erozivní bází prostoru ETE je údolí Vltavy. Návrší Temelína je také tímto směrem odvodňováno tj. k východu, protože rozvodnice mezi Vltavou a Blanicí je více na západ od Temelína a báze údolí řeky Blanice je položena výše než zaříznuté údolí řeky Vltavy. Rozvodnice podzemní vody je na kótě 500 m n.m. a spád hladiny podzemní vody je tudíž z návrší Temelína severním směrem do dvou zaříznutých údolí, Palečkova a Bohunického potoka .

Druhou významnou bází je terciérní úroveň na kotě 320 - 350 m n.m. - Českobudějovické pánve. K této úrovni se váže dnešní průběh tlakové hladiny podzemí vody v terciérních sedimentech, jež promyla cesty oběhu podzemní vody ve směru hlavního spádu tj. k severu. V oblasti návrší Temelín podtéká tedy podzemní voda hlubšího horizontu toto území přibližně 100 m pod povrchem.

Sklony mělkého horizontu podzemní vody na jih jsou menší, tudíž i odtoky tímto směrem jsou omezené a přibližně u okrajových zlomů Českobudějovické pánve se hladina mělkého horizontu spojuje s tlakovou terciérní úrovní, která pak v hlubším oběhu obrací tok podzemní vody opět k severu.

Shora rozvedené generální charakteristiky proudění podzemních vod v hlubších puklinových zvodních zcela jednoznačně vylučují možnost přímého proniku kontaminantů z oblasti Temelína do Budějovické pánve, protože proudění podzemní vody by bylo v tomto směru proti spádu dnešní dolní erosivní báze řeky Vltavy [7].

Hladina podzemních vod mělkého oběhového systému v prostoru ETE je přibližně na úrovni 500 m n.m. Podle zaměřených úrovní a izohydrohyps jsou hladiny podzemní vody predisponovány morfologií terénu. Hladina podzemní vody kopíruje terén, a protože území ETE se nachází na náhorní plošině a podzemní vody jsou dotovány srážkami, podzemní voda se roztéká z tohoto prostoru na všechny strany. Velikost podzemního proudu a rychlost proudění je úměrná propustnosti prostředí a sklonu hladiny podzemní vody.

Sklon hladiny podzemní vody ve směru JZ a SV má větší hodnotu ( $i = 0,036$ ) než ve směru SZ ( $i = 0,016$ ) a J ( $i = 0,009$ ), jak je uvedeno v tab. 1. V ostatních směrech nabývá sklon hodnot v rozmezí 0,009 - 0,036. Nejmenší sklon je ve směru k Budějovické pánvi ( $i = 0,009$ ) a největší ve směru k Vltavě ( $i = 0,036$ ). Hodnoty byly počítány k 13. 4. 1993 a k 17. 8. 1993. Protože průběh izohydrohyps v různých časových obdobích je si velmi podobný, jedná se o průměrné neboli charakteristické hodnoty sklonů. Sklony hladiny podzemní vody byly odvozeny z map izohydrohyps a byly počítány směrem od areálu ETE v příslušném směru proudění podzemní vody [8,9].

Tab. 1  
Sklony hladiny podzemní vody

Oblast	Areál ETE	Jihozápad Severovýchod	Severozápad	Jihovýchod
Sklon	0,009	0,036	0,016	0,009

Součinitelé filtrace byly vypočítány na základě součinitelů transmisivity a mocnosti zvodně. Průměrné hodnoty a jejich rozpětí jsou uvedeny v tab. 2. Z uvedeného přehledu je patrné široké rozpětí hodnot nejen v dané oblasti, ale i v celém okolí ETE (jedná se o charakteristické vlastnosti puklinově - průlinového prostředí této oblasti, kterým odpovídají i řádově rozdílné neredukované a redukované hodnoty součinitele filtrace). Neredukované hodnoty jsou vztaženy na navrtanou mocnost vrstvy, zatímco redukované hodnoty jsou vztaženy na přítokové úseky vrstvy, zjištěné karotáží [8].

Tab. 2  
Přehled transmisivit a součinitelů filtrace

Prostor	Transmisivita		Součinitel filtrace			
	x 10 <sup>-7</sup> m <sup>2</sup> /s		x 10 <sup>-7</sup> m/s			
	rozpětí	průměr	neredukovaný		redukovaný	
rozpětí			průměr	rozpětí	průměr	
Areál ETE	12 - 83	59	1,3 - 9,4	3,8	24 - 84	40,2
Severovýchodně		1,1	0,16	0,16		0,55
Jihovýchodně	0,83-1,9	1,3	0,03-0,04	0,032	0,73-1,9	1,3
Jihozápadně	16 - 87	51	0,37-3,5	1,9	8 - 35	21,5

Na základě hodnot v tab. 1 a v tab. 2 byly vypočítány filtrační a skutečné rychlosti proudění podzemní vody a jsou uvedeny v tab. 3. Účinná pórovitost, potřebná pro výpočet skutečné rychlosti byla ohodnocena odborným odhadem na základě půdně mechanických rozborů na hodnotu  $n_e = 0,01 - 0,03$ .

Tab. 3  
Rychlosti proudění podzemní vody

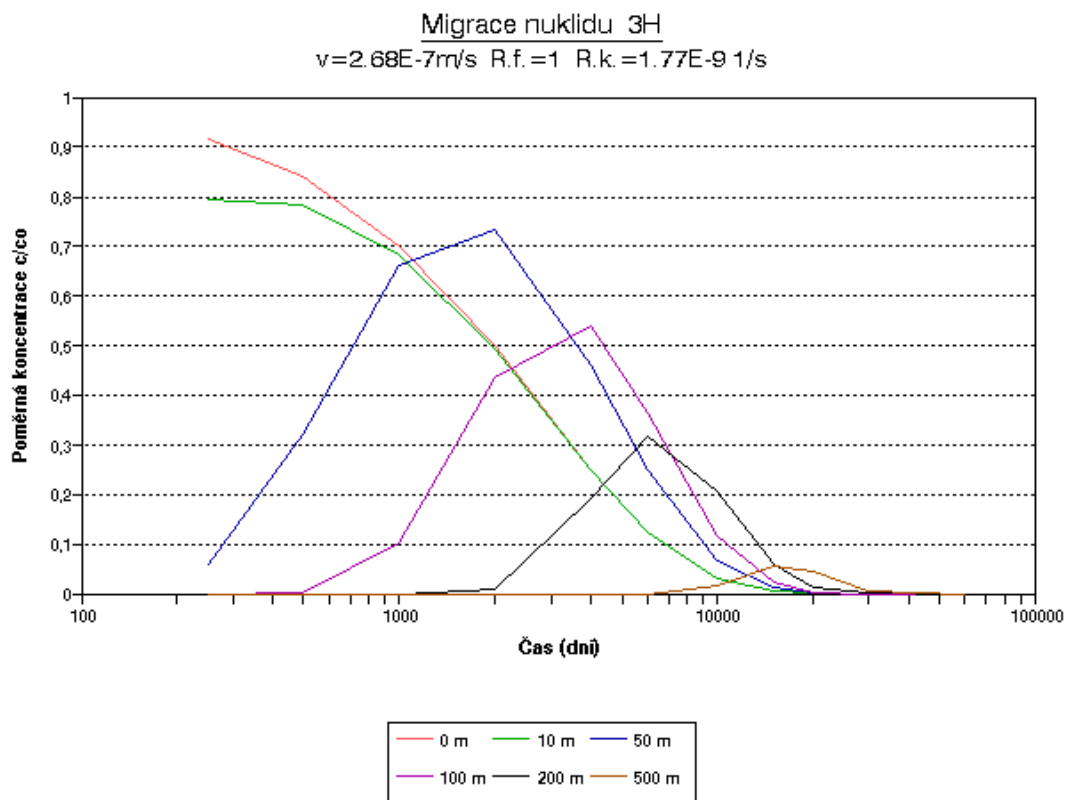
Oblast	Sklon	Průměrný	Rychlost	
		součinitel filtrace	filtrační	skutečná
x 10 <sup>-7</sup> ms <sup>-1</sup>				
Neredukované hodnoty				
Areál ETE	0,009	3,8	0,0342	1,14
Severovýchodně	0,036	0,016	0,00058	0,0192
Jihovýchodně	0,016	0,021	0,00034	0,0112
Jihozápadně	0,018	1,9	0,0342	1,14
Průměrná hodnota				0,578
Redukované hodnoty				
Areál ETE	0,009	40	0,36	12
Severovýchodně	0,036	0,55	0,02	0,66
Jihovýchodně	0,016	1,3	0,021	0,69
Jihozápadně	0,018	21,5	0,39	13
Průměrná hodnota				6,6

Ve výpočtech migrace radionuklidů byly použity průměrné hodnoty  $v_s = 2,68 \times 10^{-7}$  m/s a  $v_s = 2,68 \times 10^{-6}$  m/s. Problémem bylo stanovit průměrnou skutečnou rychlost proudění podzemní vody, která by charakterizovala jak areál ETE tak i její nejbližší okolí. Redukované rychlosti v podstatě reprezentují privilegované cesty, které nemusí mít ovšem širší územní platnost. Naproti tomu se zřejmě ani neuplatňuje na proudění podzemní vody celá mocnost vrstvy, vlivem nehomogenity prostředí. Výpočty ukazují, že doby dotoku jednotlivých radionuklidů s výjimkou tritia jsou mnohem delší než odpovídá rychlosti proudění podzemní vody [9-16]. Z těchto důvodů se tritium stává dobrým indikátorem případné kontaminace podzemních vod. Příklad dob dotoku pro tritium při rychlosti proudění podzemní vody hodnoty  $v_s = 2,68 \times 10^{-7}$  m/s je graficky zpracován na obr. 1.



Obr. 1

Výsledky řešení dob dotoku tritia do odstupňovaných vzdáleností od místa kontaminace



Hladiny podzemní vody v prostoru ETE se vesměs pohybují v hloubkách do 5,90 - 7,30 m pod terénem. Rozpětí kolísání hladin mezi 3,20 a 4,30 m, a to bez ohledu na různé hloubky a polohy vrtů. Údaje o hladinách podzemní vody ve vrtech v tab. 4 jsou hodnoty, které byly zjištěny dlouhodobým pozorováním od počátku devadesátých let do současnosti.

Tab. 4

Hladina podzemní vody v okolí SVJP

Vrt	Maximum	Minimum	Průměr	Amplituda	Hloubka pod terénem	Terén
Hladina	m n.m.				m	m n.m.
HV 615	503,89	499,97	501,69	3,92	5,93	507,62
RK 2	502,75	499,51	500,92	3,24	6,23	507,15
RK 23	501,83	497,47	500,00	4,36	7,35	507,35
RK 25	498,74	496,10	497,47	2,64	5,88	503,35

Ovzdušné srážky ovlivňují režim podzemních vod, tedy polohu, kolísání hladiny podzemní vody a odtokové poměry.

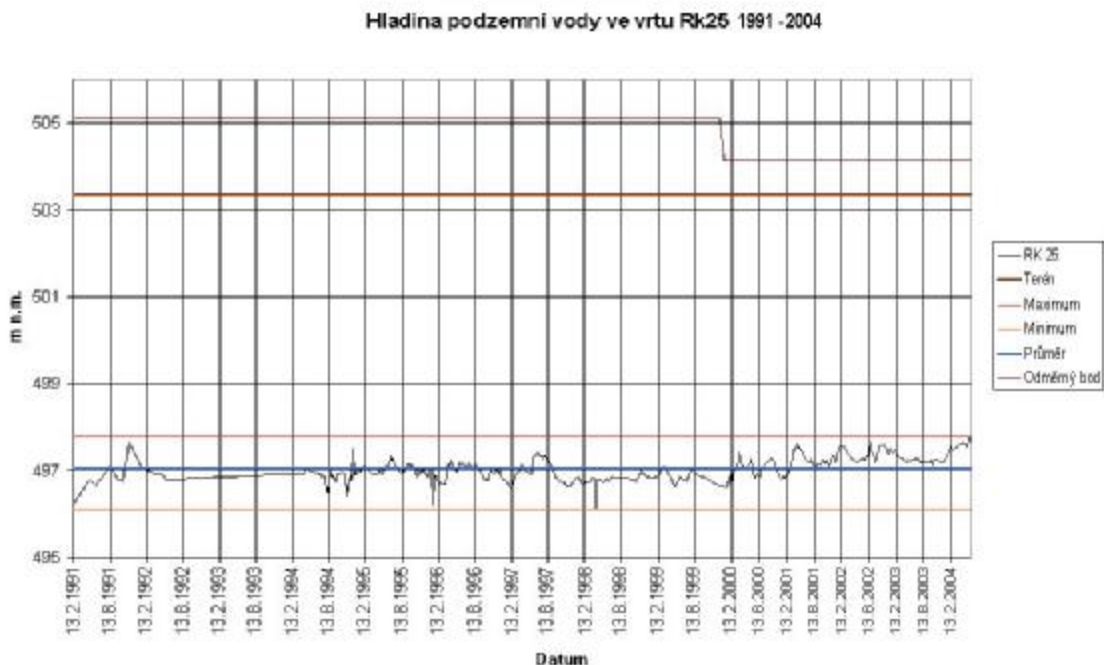
Extrémní hydrologické situace v letech 2002 - 2003 naprosto zřetelně prokázaly významný vliv meteorologických činitelů na polohu a kolísání hladiny podzemní vody v důsledku nadprůměrných srážek v druhé polovině roku 2002 a podprůměrných srážkových úhrnů v následujícím roce 2003.

Od srpna 2002 byl pozorován relativně rychlý a výrazný vzestup hladiny ve většině pozorovacích vrtů. Zvýšená úroveň hladin přetrvávala do jarního období a poté postupně poklesávala až do konce roku 2003.

Z této charakteristiky se poněkud vymyká pozorovací vrt v prostoru ETE HV615, u něhož je hladina navíc ovlivňována provozem odvodňovacích vrtů. Podíl ovlivnění hladiny podzemní vody těmito jednotlivými složkami je obtížně vyjádřitelný a pohyboval by se v úrovni spekulace. V prvním pololetí roku 2004 v téměř všech vrtech osazených stanicemi NOEL byl zaznamenán vzestup hladiny podzemní vody v období mezi polovinou ledna a únorem.

Příklad změn výšek hladin v m n.m. je pro vrt RK25 za období 1991 – 2004 uveden na obr. 2, pro vrt HV615 za období 1981 – 2004 na obr. 3 a pro vrt RK23 za období 1991 – 2004 na obr. 4.

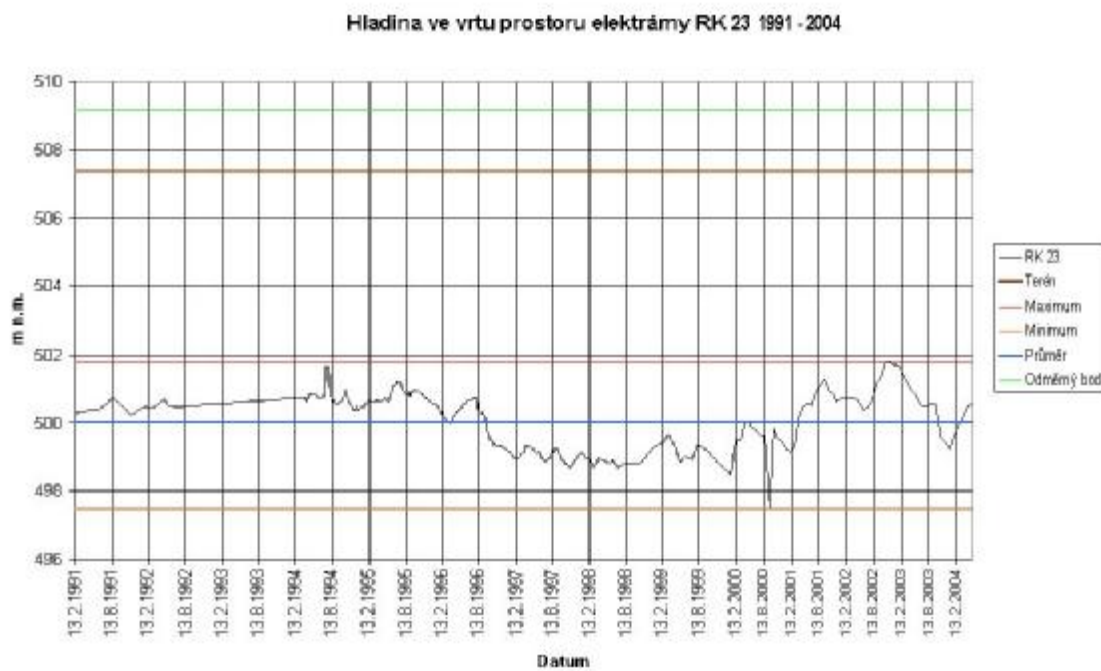
Obr. 2  
Vývoj úrovně hladiny podzemní vody ve vrtu RK25



Obr. 3  
Vývoj úrovně hladiny podzemní vody ve vrtu HV615



Obr. 4  
Vývoj úrovně hladiny podzemní vody ve vrtu RK23



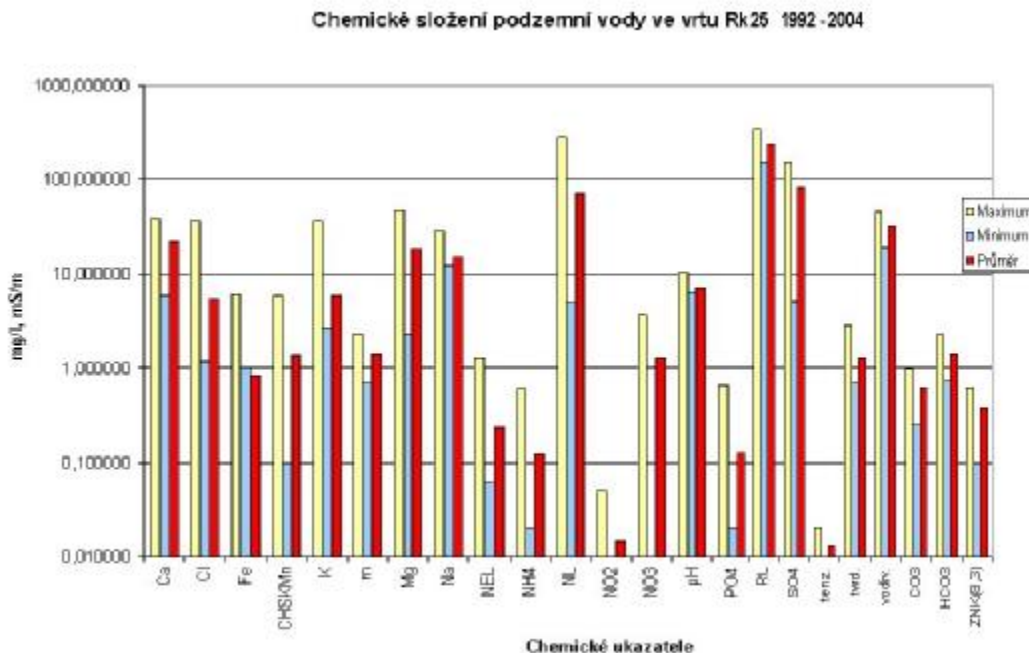
### 1.6. Poznatzky o jakosti podzemní vody

Změny jakosti vody jsou souhrnně graficky hodnoceny od roku 1992 až do poloviny roku 2004. V areálu ETE v okolí SVJP byla sledována jakost podzemní vody ve vrtech HV615, RK2, RK25. V průběhu pozorování nedošlo k žádným významným změnám v jakosti podzemní vody. Pro vrt HV615 jsou na obr. 5 uvedeny průměrné naměřené hodnoty a rozsah maximálních a minimálních hodnot do roku 2004. Ve vrtu RK2 podle obr. 6 jsou průměrné hodnoty ukazatelů také vyrovnané. Ve vrtu RK25 byly průměrné hodnoty některých ukazatelů mírně vyšší ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ), jak vyplývá z obr. 7. Dále byly vyneseny maximální a minimální hodnoty sledovaných ukazatelů. Průměrná konduktivita se pohybuje v rozmezí 26 - 40 mS/m. Hlavní složky mineralizace představují z aniontů sírany až do 150 mg/l a dusičnany do 50 mg/l a z kationtů vápník, hořčík a sodík [17-20]. Vzhledem k širokému rozmezí hodnot koncentrací jednotlivých ukazatelů je grafické zpracování na obr. 5-7 provedeno v logaritmickém měřítku.

V ukazatelích radioaktivních látek byly sledovány sumární ukazatele, celková objemová aktivita alfa, celková objemová aktivita beta, beta aktivita draslíku 40 a celková objemová aktivita beta po odečtení beta aktivity draslíku 40. Tyto ukazatele, s přihlédnutím k pozadí,

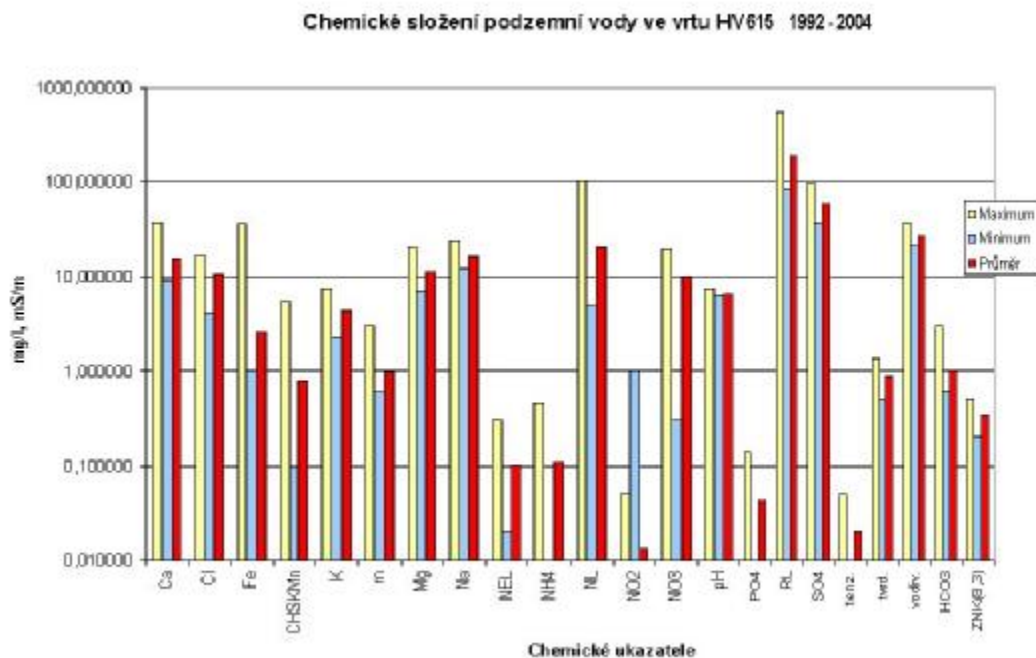
Obr. 5

Průměrné, minimální a maximální hodnoty sledovaných ukazatelů jakosti ve vrtu RK 25



Obr. 6

Průměrné, minimální a maximální hodnoty sledovaných ukazatelů jakosti ve vrtu HV615



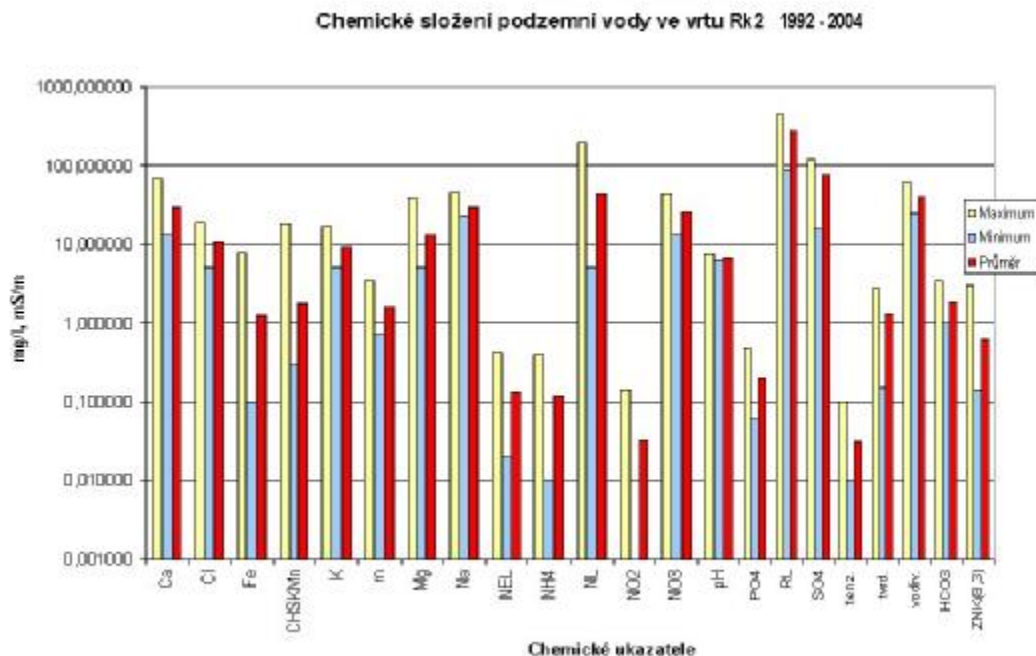
postihují hlavně obsah přírodních radionuklidů. Z jednotlivých umělých radionuklidů byly sledovány objemová aktivita cesia 137 a objemová aktivita tritia.

V areálu ETE jsou sledovány vrty HV615, RK2 a RK25 s četností 4x ročně.

V případě vrtu HV615 byla celková objemová aktivita alfa pod mezí detekce 0,13 Bq/l. Celková objemová aktivita beta byla v rozmezí 0,19 - 0,21 Bq/l s tím, že po odečtení aktivity draslíku 40 byly beta aktivity v rozmezí méně než 0,19 - 0,20 Bq/l. Z umělých radionuklidů byla objemová aktivita cesia 137 pod mezí detekce 0,002 - 0,003 Bq/l a v případě tritia pod mezí detekce 3 - 8 Bq/l.

Obr. 7

Průměrné, minimální a maximální hodnoty sledovaných ukazatelů jakosti ve vrtu RK2



U vrtu RK2 byla celková objemová aktivita alfa v rozmezí méně než 0,17 - 0,48 Bq/l. Celková objemová aktivita beta byla v rozmezí 0,31 - 0,42 Bq/l s tím, že po odečtení aktivity draslíku 40 byly beta aktivity v rozmezí méně než 0,07 - 0,17 Bq/l. Z umělých radionuklidů byla objemová aktivita cesia 137 pod mezí detekce 0,003 Bq/l a v případě tritia pod mezí detekce 8 Bq/l.

U vrtu RK25 byla celková objemová aktivita alfa pod mezí detekce v rozmezí 0,11 - 0,30 Bq/l. Celková objemová aktivita beta byla v rozmezí 0,23 - 0,27 Bq/l s tím, že po odečtení aktivity draslíku 40 byly beta aktivity v rozmezí méně než 0,08 - 0,15 Bq/l. Z umělých radionuklidů byla objemová aktivita cesia 137 pod mezí detekce 0,003 Bq/l a v případě tritia pod mezí detekce 8 Bq/l [21-24].

Po zjištění významné indikativní hodnoty aktivity tritia z hlediska případné kontaminace podzemních vod kontaminace areálu a okolí ETE umělými radionuklidy bylo zařazeno jeho sledování ve vrtech s použitím nízkopozadového kapalinového scintilačního spektrometru [17-20]. Výsledky jsou uvedeny v tab. 5.

Tab. 5

Vývoj objemové aktivity tritia v monitorovaných vrtech v areálu a okolí ETE za období IV.2000 – X.2004

datum odběru		VIII. 2001	VIII.2001	XII.2001
odběrový profil	hloubka (m)	objemová aktivita $^3\text{H}$ (Bq/l)		
RK2	15	1,39 ±0,34	1,31±0,31	1,30±0,39
HV3C	25	1,19±0,33	<1,29	1,40±0,38
HV5C	30	2,99±0,36	1,63±0,40	<1,21
RK25	30	<1,06	<1,29	<1,21
HV4C	34	<1,08	<1,29	<1,21
HV6C	40	<1,12	1,31±0,39	<1,21
HV615	47	1,32±0,34	<1,29	2,21±0,38
HV3A	95	< 1,08		<1,21
HV1A	100	<1,08	<1,29	<1,21
HV2B	100	<1,12	<1,29	1,38±0,37
HV5A	130	<1,08	<1,29	<1,19

Tab. 5 – pokračování

datum odběru		IV.2002	XI.2002	IV.2003
odběrový profil	hloubka (m)	objemová aktivita $^3\text{H}$ (Bq/l)		
RK2	15	<1,21	<1,21	<1,21
HV3C	25	<1,21	<1,21	<1,18
HV5C	30	1,41±0,39	1,62±0,40	1,40±0,38
RK25	30	<1,21	<1,21	<1,18
HV4C	34	<1,21	<1,21	<1,18
HV6C	40	<1,21	<1,21	<1,21
HV615	47	<1,29	<1,21	<1,21
HV3A	95	<1,23	<1,21	<1,21
HV1A	100	<1,22	<1,21	<1,21
HV2B	100	<1,21	<1,21	<1,21
HV5A	130	<1,30	<1,21	<1,21

Tab. 5 – pokračování

datum odběru		XII.2003	IV.2004	X.2004
odběrový profil	hloubka (m)	objemová aktivita $^3\text{H}$ (Bq/l)		
RK2	15	<1,24	<1,26	2,03±0,38
HV3C	25	<1,25	<1,22	1,59±0,39
HV5C	30	<1,25	1,84±0,39	2,49±0,40
RK25	30	<1,24	<1,22	1,86±0,37
HV4C	34	<1,24	<1,22	1,34±0,40
HV6C	40	<1,25	<1,26	<1,16
HV615	47	<1,24	1,22±0,38	1,88±0,38

<i>Příloha č. I</i>				
<i>Vlivy skladu vyhořelého jaderného paliva v lokalitě ETE na kvantitativní a kvalitativní parametry povrchových a podzemních vod</i>				
HV3A	95	<1,25	<1,26	<1,16
HV1A	100	<1,27	<1,26	<1,16
HV2B	100	<1,25	<1,26	<1,16
HV5A	130	<1,25	<1,26	<1,16

Tritium v areálu ETE a okolí bylo sledováno v období 2000 – 2004 v monitorovaných vrtech RK2, HV3C, HV5C, RK25, HV4C, HV6C, HV615, HV3A, HV1A, HV2B a HV5A. Vzorky byly odebírány 2x ročně (v roce 2000 1x ročně). Hloubka vrtů je uvedena v tab. 5 [17-20].

Objemová aktivita tritia byla stanovena na nízkopozadovém kapalinovém scintilačním spektrometru Quantulus postupem podle ČSN ISO 9698 (75 7635) [25]. Nejmenší detekovatelná aktivita byla vypočtena podle ČSN 75 7600 [26] na hladině významnosti 95 %.

Z dosud zjištěných objemových aktivit vyplývá, že obsah tritia ve sledovaných vrtech byl zjištěn v rozmezí nejmenší detekovatelné aktivity ca 1,25 Bq/l – 2,5 Bq/l. V dosavadních výsledcích převažují hodnoty pod úrovní nejmenší detekovatelné aktivity. Hodnoty vyšší než nejmenší detekovatelná aktivita byly zjišťovány jen při některých odběrech ve vrtech s rozmezím hloubek 15 – 25 m.

Bylo ověřeno, že jakost vod v jednotlivých monitorovacích vrtech v areálu ETE a jeho blízkém okolí se pohybuje v širokém rozmezí hodnot jednotlivých ukazatelů. Výsledky sledování objemových aktivit tritia na zařízení s velmi nízkou úrovní meze detekce představují neovlivněnou referenční úroveň před výstavbou SVJP.

Kontrolní monitoring tritia má při hodnocení případného vlivu SVJP na hydrosféru rozhodující význam. Sledování v celém areálu pak umožňuje odlišit i případné jiné vlivy, tedy vliv všech ostatních zařízení v areálu ETE na změny objemové aktivity tritia v okolí SVJP. Pro tento účel se ukazuje vrt RK25 umístěný v blízkosti SVJP jako vrt s největší indikativní hodnotou.

Sledování režimu a jakosti podzemních v pozorovaných vrtech vyhovuje účelu zjišťování případných změn v průběhu výstavby a provozu SVJP. Rovněž vyhovuje i pro sledování možných vlivů ETE jako celku na režim a jakost podzemních vod v okolí SVJP.

Potvrzuje se, že tritium má nejvýznamnější indikativní vlastnosti pro hodnocení vlivu radioaktivních látek vznikajících v ETE [5].



## 2. Literatura

- [1] ANTON, Z. : Průzkum k hodnocení hydrogeologických aspektů lokality Temelín. Zpráva VÚV T.G.M., Praha, 1993
- [2] NOVÁK, J., JEDLIČKA, B.: Vztahy mezi areálem JETE a jihočeskými pánvemi s ohledem na využívání zdrojů podzemní vody. Zpráva VÚV T.G.M., Praha, 1992
- [3] ANTON, Z.: Doplnkový průzkum hydrogeologické oblasti JETE, severní předpolí lokalita H. Zpráva VÚV T.G.M., Praha, 1995
- [4] ANTON, J., PEROUTKA, J.: Výsledky podrobného geofyzikálního měření v severozápadním předpolí JETE. Radium, Liberec, 1995
- [5] HANSLÍK, E.: Výzkum vlivu jaderně energetických zařízení na životní prostředí. Zpráva VÚV T.G.M., Praha, 1998
- [6] ŠILAR, J.: Výsledek izotopových analýz vody z lokality jaderné elektrárny Temelín. PřF UK, Praha 1993
- [7] MYSLIL, V.: Schematické hydrogeologické posouzení. WM Consult, Praha, 1995
- [8] DUFFEK, J. : Geologický průzkum JE Temelín. Praha, 1993
- [9] JEDLIČKA, B.: Podrobné posouzení nových prací v hydrogeologické problematice v okolí JE Temelín. VODOKONZULTACE, Všenory, 1997
- [10] WILSON, J.L., MILLER, P.J.: Two-Dimensional Plume in Uniform Ground Water Flow. HY/4 1978
- [11] BEAR, J.: Hydraulics of Groundwater. New York, 1979
- [12] ŠTIBINGER, J.: Modelování pohybu stopovačů v zeminném profilu JE Temelín. Praha, 1993
- [13] VESELÁ, J.: Podklady pro hydrogeologické vyhodnocení zájmového území JE Temelín. Praha, 1993
- [14] BLÁHA, L.: Radioindikátorové metody v hydrogeologických vrtech JE Temelín. ÚVVVR Praha. 1993
- [15] Studies and reports in hydrology - Aquifer contamination and protection. No. 30, UNESCO Paris 1980
- [16] HANSLÍK, E.: Hodnoty rozdělovacích koeficientů pro vybrané radionuklidy a horniny v okolí JE Temelín. Zpráva VÚV T.G.M., Praha, 1993
- [17] HANSLÍK, E. a kol.: Sledování a hodnocení jakosti povrchových a podzemních vod a jejich změn v souvislosti s vlivem výstavby a provozu jaderné elektrárny Temelín na její okolí. Zpráva VÚV T.G.M., Praha, 2001
- [18] HANSLÍK, E. a kol.: Sledování a hodnocení jakosti povrchových a podzemních vod a jejich změn v souvislosti s vlivem výstavby a provozu jaderné elektrárny Temelín na její okolí. Zpráva VÚV T.G.M., Praha, 2002
- [19] HANSLÍK, E.: Sledování a hodnocení jakosti povrchových a podzemních vod a jejich změn v souvislosti s vlivem výstavby a provozu jaderné elektrárny Temelín na její okolí. Zpráva VÚV T.G.M., Praha, 2003

- [20] HANSLÍK, E.: Sledování a hodnocení jakosti povrchových a podzemních vod a jejich změn v souvislosti s vlivem výstavby a provozu jaderné elektrárny Temelín na její okolí. Zpráva VÚV T.G.M., Praha, 2004
- [21] HRUBÝ, M.: Výsledky monitorování radiační situace v okolí jaderné elektrárny Temelín za rok 2000. ČEZ, a.s., Jaderná elektrárna Temelín, 2001
- [22] ŠNEDAR, M.: Výsledky monitorování radiační situace v okolí jaderné elektrárny Temelín za rok 2001. ČEZ, a.s., Jaderná elektrárna Temelín, 2002
- [23] POSPÍCHAL, J.: Výsledky monitorování radiační situace v okolí jaderné elektrárny Temelín za rok 2002. ČEZ, a.s., Jaderná elektrárna Temelín, 2003
- [24] KURFÍRT, M.: Výsledky monitorování radiační situace v okolí jaderné elektrárny Temelín za rok 2003. ČEZ, a.s., Jaderná elektrárna Temelín, 2004
- [25] ČSN ISO 9698 (75 7635) Jakost vod – Stanovení objemové aktivity tritia – Kapalinová scintilační měřicí metoda
- [26] ČSN 75 7600 Jakost vod – Stanovení radionuklidů – Všeobecná ustanovení