



JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZDRAVOTNĚ SOCIÁLNÍ FAKULTA

**OPTIMALIZACE RADIAČNÍ OCHRANY S POUŽITÍM METODY "COST-BENEFIT". VÝPOČET
PRO PRACOVNÍŠTĚ ETE ČEZ A.S.**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracoval : **Bc. Pavel FOLTÝN**

Vedoucí práce : **Ing. Jan SINGER CSc.**

ČESKÉ BUDĚJOVICE, KVĚTEN 2008

Optimisation Radiation Protection Using the Method "Cost-Benefit". Calculation for the Power Plant Temelin ČEZ.a.s.

Currently in the area of radiation protection, the principle ALARA (As Low As Reasonable Achievable) is being used. Through this principle the radiation burden of workers with ionising radiation is optimised. One of the economic tools used here is the „cost-benefit analysis“. It is one of the first analytical methods which are recommended by the ICRP (International Commission on Radiological Protection) for optimising costs needed to secure radiation protection.

The cost benefit analysis is a good and efficient economical tool. With the help of this method it is possible to do the optimisation as well as to prove it. It takes into consideration all significant economic and social factors that are prescribed and recommended. Especially, it can prove that all expositions are kept as low as they are reasonable achievable, while considering the economic angle. Basically, it is a conception which is applicable in all areas of the public as well as private sector, in all areas of human activity.

In this thesis some particular examples of using the CBA at the NPP Temelín are shown and compared with the achieved level of RP. Based on that the ALARA system at our workplace is demonstrated.

The CB analysis with its extended forms helps to make principal and continuous decisions, and it is an essential factor in protection from harmful effects of ionising radiation. Its main contribution lies in the areas where it is necessary to build additional technical or building barriers. It is very important in designing and building new workplaces with ionising radiation.

We showed that the CB analysis could even be beneficial in the area of increasing economic effectiveness of working processes and organization of activities.

Prohlášení :

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Optimalizace radiační ochrany s použitím metody cost-benefit. Výpočet pro pracoviště ETE ČEZ a.s.“ vypracoval samostatně a použil jsem jen prameny, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

Souhlasím s použitím práce k vědeckým účelům.

V Českých Budějovicích

.....

Použité zkratky

ALARA	As Low As Reasonably Achievable
Anex	Iontoměničový filtr
BAPP	Budova aktivních pomocných provozů
BOT	Blok ochranných trub
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
BSL	basic safety limits = základní bezpečnostní limity
BSO	basic safety objectives = základní bezpečnostní cíle
CBA	Cost benefit analysis – nákladově přínosová analýza
CEPN	Centre d'etude sur L'Evaluation de la Protection dans le domaine Nucleaire (Francie).
ČEZ-EDU	Elektrárna Dukovany, ČEZ a.s.
ČEZ-ETE	Elektrárna Temelín, ČEZ a.s.
ECU	European Currency Unit – evropská měnová jednotka
EDU	Jaderná elektrárna Dukovany
EPS	Elektronická požární signalizace
ETE	Jaderná elektrárna Temelín
EU	Evropská unie
GO	generální oprava
HČČ	Hlavní cirkulační čerpadlo – zajišťuje proudění chladiva reaktoru
HVB 1, 2	Hlavní výrobní blok
ICRP	International Commission for Radiation Protection
IED	Individuální efektivní dávka
IZ	Ionizující záření
I.O	primární okruh
II.O	sekundární okruh
IED	Individuální efektivní dávka
KED	kolektivní efektivní dávka
KO	Kompenzátor objemu
KTMT	Kontejnment, ochranná obálka
LKP	Lineární krokové pohony – zajišťují pohyb regulačních tyčí
MNT	Čidla měření neutronového toku v aktivní zóně reaktoru
MÚ	Mimořádná událost
NRPB	National Radiation Protection Board (Velká Británie)
PED	Příkon efektivní dávky
PG	parní generátor
PZRB/O	Program zajištění radiační bezpečnosti/ochrany
„R“ příkaz	písemný příkaz pro provedení prací se zvýšeným radiačním rizikem v jaderné elektrárně
SAOZ	Systém ochrany reaktoru
SEOD	Systém elektronické dozimetrie JE Temelín
SMRK	Směnový mistr radiační kontroly – osoba se zvláštní způsobilostí
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SVO 1- 6	Speciální vodoočistka – zařízení na filtraci a úpravu technologických vod
TK	Čidla měření teplot v aktivní zóně reaktoru
WANO	World Association Nuclear Operators

Obsah:

1. Úvod	7
1.1 Riziko ohrožení života, zdraví osob a životního prostředí	8
2. Současný stav dané problematiky	11
2.1 Požadavky plynoucí z Atomového zákona a zdůvodňující mechanismy	12
2.2 Předprovozní bezpečnostní zpráva	15
2.2.1 Zdroje ionizujícího záření	15
2.2.2 Primární okruh	16
2.2.3 Chladivo primárního okruhu	16
2.2.4. Vzduch v šachtě reaktoru	18
2.2.5 Voda bazénu vyhořelého paliva	18
2.2.6 Navazující technologické systémy	19
2.2.7 Sekundární okruh	21
2.2.8 Vzduch	22
2.3 Projektové aspekty	23
2.4 Systém elektronické osobní dozimetrie (SEOD)	24
2.5 Použitá rozlišovací databáze	24
3. Pojem CBA	28
3.1 Nákladově přínosová analýza	32
3.2 Rozšířená nákladově přínosová analýza	34
4. Úroveň radiační ochrany	35
4.1 Oprávnění činnosti	37
4.2 Efektivnost využití nákladů	38
4.3 Tolerance rizika	39
4.4 Hospodářská přijatelnost	40
4.5 Společenská přijatelnost	42
5. Cíle práce a hypotézy	45
6. Metodika	46
7. Výsledky	49
7.1 Řešení nákladově přínosové analýzy	53

<i>7.2 Řešení diferenční nákladově přínosové analýzy</i>	54
<i>7.3 Aplikace systému ALARA při dodatečné kontrole svarů primárního potrubí</i>	54
<i>7.4 Aplikace systému ALARA na činnost „Dekontaminace navíjedla čidel KNI“</i>	60
<i>7.4.1 Uvedení základních informací</i>	60
<i>7.4.2 zajištění radiační ochrany při dekontaminaci navíjedla KNI</i>	61
8. Diskuze	70
9. Hodnocení	73
10. Závěr	74
11. Použitá literatura	76
Přílohy	78
<i>Příloha 1: Příklad možného výstupu ze systému SEOD</i>	
<i>Příloha 2: Formulář předpracovní schůzky ALARA</i>	
<i>Příloha 3: Technologický postup na odstraněné vysokoaktivních částic</i>	
<i>Příloha 4: Fotodokumentace</i>	

1. Úvod

Radiační ochrana je velmi důležitou součástí dnešního světa a aniž si to uvědomujeme, prolíná se do našeho každodenního života. Ať už ve formě protiradonových opatření při stavbě domu, nebo opatření pro snížení expozice pacientů při vyšetření pomocí zdroje ionizujícího záření, nebo při radioterapii. V současné době jsou zdroje ionizujícího záření běžnou pracovní pomůckou v řadě průmyslových odvětví. Kromě svého pozitivního významu však tyto zdroje při jejich nesprávném použití představují možné nebezpečí jak pro pracovníky, kteří s ním nakládají tak i pro, řekněme, nezúčastněné osoby, tedy pro okolní obyvatelstvo. Například při ztrátě kontroly nad zdrojem. Toto nebezpečí zahrnuje skutečnost, že existuje riziko negativních zdravotních následků z ozáření.

Oblast, která se zabývá kontrolou ozáření, snížením či zamezením následků ozáření pro zaměstnance, obyvatelstvo a životní prostředí, je tedy všeobecně nazývána radiační ochranou, což je vlastně „systém technických a organizačních opatření, vedoucích k omezení ozáření osob a životního prostředí“. Zahrnuje veškerá opatření organizačního, technického a výukového charakteru, která omezují rizika vyplývající jak z „úmyslných“, odůvodněných, tak z neúmyslných, tedy nechtěných a neodůvodněných expozic.

Několik let jsem školil „zásady radiační ochrany“ a „pravidla chování“ na pracovištích se zdroji ionizujícího záření, jako základní přípravu pro pracovníky, kteří na těchto pracovištích měli vykonávat své činnosti. Často zcela nevinného charakteru, jako je obnova nátěrů, stavební práce apod. Školil jsem však také „profesionály“, v rámci periodické přípravy, pro které bylo nakládání se zdroji IZ denním chlebem a všiml jsem si, že tyto rozdílné skupiny, mají něco společného. Radiační ochranu brali všichni jako samozřejmost, jako něco co musí být, ale čím se nemusí moc zabývat. Řekněme tedy, jako nějaké nutné zlo. Především však, jako jakousi nenákladovou položku, o kterou se nemusí starat, která je k dispozici automaticky a navíc je na ni nárok. Proto jsem se začal zajímat o možnosti vyčíslení nákladů na radiační ochranu a především jak tyto náklady snížit, aniž by se zároveň snížila v současnosti dosažená,

velmi vysoká úroveň radiační ochrany na mém pracovišti a potažmo i na podobných pracovištích v České republice.

Současná ekonomika má mnoho nástrojů, které jsou pro tento účel vhodné a které se používají v mnoha oborech. Ať už v soukromém sektoru, výrobě, tak také ve státní správě. Jedním z mnoha těchto „ekonomických“ nástrojů je provedení nákladově-přínosové analýzy, tzv. „Cost-Benefit“ analýzy, která může při správném užití jejích závěrů, odhalit rezervy v celém systému a napomoci tak zefektivnění činností při zachování vysokého standardu bezpečnosti. V neposlední řadě by mohla sloužit jako průkaz „optimalizace“ těchto činností, což je základní požadavek nejen naší legislativy. Všechny tyto výše uvedené důvody mne tedy vedly k tomu, že jsem si toto téma vybral ke zpracování ve své diplomové práci.

1.1 Riziko ohrožení života, zdraví osob a životního prostředí

Po ozáření lze obecně sledovat dvě kategorie zdravotních efektů, které mají vliv na organismus. Jde o **stochastické** a **deterministické** účinky ionizujícího záření. Deterministické účinky / efekty se objevují po překročení relativně velkých prahových dávek, což se může stát třeba po kontaktu se silným záříčem, nebo při jaderné havárii. Vznikají tak poškození, která se mohou projevit během několika málo dní nebo týdnů po ozáření a jsou často nazývána „časnými efekty“. Zatímco by tyto efekty mohly být velice důležité při rozhodování o bezpečnostních systémech v jaderných zařízeních, pro běžné rutinní rozhodování v rámci ozáření veřejnosti nebo zaměstnanců pracovišť s ionizujícím zářením, nemají příliš velký význam, protože prahové dávky těchto časných efektů jsou mnohem vyšší než dávky, které běžně obdrží radiační pracovníci, nebo veřejnost.

Stochastické, pravděpodobnostní, účinky nejsou spojeny naopak s žádnou prahovou dávkou. [5] Mezi tyto účinky lze například počítat vznik rakoviny v organismu ozářeného jedince, nebo dědičné následky v potomstvu. Předpokládá se, že všechny radiační expozice zvyšují pravděpodobnost vzniku stochastických účinků IZ,

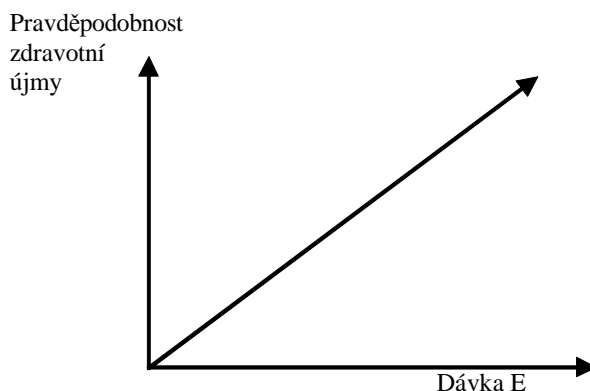
nicméně v této zde existuje doposud určitá nejistota, v oblasti vzájemných vztahů mezi dávkou a rizikem jejich vzniku. Stochastické účinky se totiž nevyskytují okamžitě po expozici, spíše se objevují až několik let po ozáření. Z tohoto důvodu bývají také stochastické účinky často nazývány "pozdními efekty". Poněvadž k nim dochází bez ohledu na jakoukoliv prokazatelnou prahovou úroveň ozáření, mají primární význam pro odhady újmy, která vyplývá z radiační expozice za běžných pracovních podmínek. [2]

V dobách, kdy radiační ochrana vznikala se předpokládalo, že pokud zůstane individuální efektivní dávka pod určitou prahovou úrovní, potom není ozářený jedinec vystaven žádnému zdravotnímu riziku. Tato domněnka vznikla při pozorování nestochastických, neboli deterministických účinků u lidí, kteří byli ozáření velkými dávkami, ať už z rentgenového záření nebo z radioaktivních materiálů. Vysoká expozice jim způsobila poškození tkání (například škáry), ale nízké dávky nikoliv. Na základě těchto faktů se první systémy radiační ochrany zaměřily na to, aby individuální dávky byly pod úrovní dávkových limitů, které byly definovány na základě „prahovosti“ těchto zdravotních důsledků pro lidský organismus [18].

S postupem času se ukázalo, že existují další zdravotní následky radiačních expozic, které jsou jednak somatické povahy (rakovina), jednak genetické povahy (defekty v potomstvu). Ukazuje se, že tyto účinky ionizujícího záření na lidské zdraví nemají prahovou mez dávky. Předpokládá se, že vzrůstající dávka vede ke vzrůstající „pravděpodobnosti újmy“, pro jedince v oblasti těchto účinků ionizujícího záření. Předpokládá se, že tato pravděpodobnost klesá až k nulové dávce, což znamená, že každá nenulová dávka, má nenulovou pravděpodobnost vzniku biologického účinku.

Existuje tedy možnost, i když malá, že při obdržení velmi malé dávky radiace může dojít k těmto zdravotním následkům. Tato domněnka je považována za praktickou pracovní hypotézu pro účely radiační ochrany. Absence mezní hodnoty, prahu, pro vztah mezi dávkou a pravděpodobností vzniku škodlivých účinků lze znázornit způsobem zobrazeným na obrázku 2.1.

Obrázek 2.1 - Lineární vztah mezi dávkou a jejím účinkem, který předpokládá, že neexistuje prahová hodnota pro škodlivé účinky ionizujícího záření.



Riziko ohrožení zdraví je tedy úměrné obdržené efektivní dávce E . Tímto způsobem je postiženo riziko jak z hlediska jednotlivce, tak skupiny. Dnes existují dva základní přístupy k hodnocení optimálního stavu radiační ochrany. První je založen na optimalizaci individuální kolektivní efektivní dávky a druhý má za cíl optimalizaci kolektivních efektivních dávek. První přístup může vést, za určitých okolností, ke zvýšení počtu zúčastněných pracovníků, což sice vede ke snížení maximální individuální efektivní dávky a může vést ke snížení průměrné efektivní dávky, ale vede k růstu kolektivní efektivní dávky. Proto se optimalizace kolektivní efektivní dávky, stává vhodným pomocným kritériem pro porovnávání různých typů radiačních činností [8].

Za předpokladu, že platí přímá úměra mezi efektivní dávkou a pravděpodobností vzniku zdravotních následků, potom celkový počet zdravotních následků v populaci, která byla ozářena stejným způsobem, je úměrný součtu individuálních dávek, neboli kolektivní efektivní dávce [18].

Z toho vyplývá, že kolektivní efektivní dávku lze při správném stanovení obecně využívat i jako indikátor objektivní zdravotní újmy, která je důsledkem dané expozice ionizujícím zářením a zajišťuje, že všechny dávky zůstanou v oblasti stochastických

efektů.

Zatímco kolektivní efektivní dávka může poskytnout odhady pro celkový dopad smrtelných případů rakoviny a dědičných zdravotních dopadů na ozářenou populaci, pro zhodnocení rizika ozářeného jednotlivce jsou důležité dávky, které obdržel. Například kolektivní efektivní dávka 1 Sv může být složena z milionu osobních dávek jednotlivců, kdy každý obdržel 10^{-6} Sv, nebo také ze sta osobních dávek jednotlivců, z nichž každý obdržel 10^{-2} Sv. Dvě výše uvedené situace jsou stejné z pohledu kolektivní dávky (1 Sv = 1 Sv), avšak rizika pro ozářeného jedince jsou velmi odlišná. Je jasné, že prioritní je snižování vyšších individuálních dávek, což by se mělo odrazit i v analýzách. Ty by měly brát na zřetel distribuci individuálních efektivních dávek obsažených v kolektivní efektivní dávce. Nicméně je kolektivní efektivní dávka již 20 let užitečnou hodnotou, hodnotící úroveň radiační ochrany [17].

2. Současný stav dané problematiky

Způsob provádění radiační ochrany je určován základními principy, což jsou obecně závazná rozhodnutí, jejichž naplněním je podmíněn provoz daného zdroje ionizujícího záření.

Požadavek optimalizace radiační ochrany byl prvotně stanoven v doporučení Mezinárodní komise pro radiační ochranu ICRP č.26 [11] a později č.60 [16]. Tato doporučení postupně přechází do národních legislativ řady států, včetně České republiky. Optimalizací radiační ochrany je myšlen systém, který stanovuje takové podmínky práce v prostředí se zdroji ionizujícího záření, že jsou splněny následující podmínky.

- a.) osobní dávky (individuální i kolektivní) musí být nižší, než jsou stanovené limity,
- b.) veškerá rizika ozáření osob v souvislosti s činnostmi prováděnými se zdroji ionizujícího záření musí být opodstatněná přínosem pro společnost,
- c.) ozáření všech osob musí být tak nízké, jak je rozumně možné dosáhnout při

uvážení hospodářských a společenských hledisek.

Takto formulovaný přístup je označován jako princip ALARA (z angličtiny: **As Low As Reasonably Achievable**) [17].

2.1. Požadavky plynoucí z Atomového zákona a zdůvodňující mechanismy

Hlavní legislativní rámec pro oblast radiační ochrany v České republice dává především zákon č. 18/97 Sb. v platném znění, takzvaný „atomový zákon [22] a jeho prováděcí předpis, vyhláška SÚJB č. 307/02 Sb. v platném znění, o radiační ochraně [20]. Podle nich se každé pracoviště se zdroji IZ musí nejdříve zařadit do určité kategorie a také každý jednotlivý zdroj IZ, se kterým se na tomto pracovišti nakládá, musí být správně klasifikován. Pro naše účely je nutné znát jak tuto klasifikaci tak i kategorie, protože od nich se odvíjí přístup k radiační ochraně a také se jim bude přiřazovat správná váha. (*O přiřazování váhy bude ještě řeč*).

Vyhláška tedy v hlavě II hovoří takto:

HLAVA II KLASIFIKACE ZDROJŮ IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ (K § 4 odst. 12 zákona)

§ 4

Kritéria pro klasifikaci zdrojů

(1) Zdroje ionizujícího záření se podle vzestupného ohrožení zdraví a životního prostředí ionizujícím zářením klasifikují jako nevýznamné, drobné, jednoduché, významné a velmi významné, a to na základě

- a) příkonu dávkového ekvivalentu,
- b) technické úpravy a způsobu provedení,
- c) aktivity a hmotnostní aktivity radionuklidových zářičů, zpravidla ve vztahu ke zprošťovacím úrovním,

- d) možnosti úniku radionuklidů z radionuklidových záříčů,
- e) možnosti vzniku radioaktivních odpadů a náročnosti jejich zneškodnění,
- f) typického způsobu nakládání a související míry možného ozáření,
- g) potenciálního ohrožení plynoucího z předvídatelných poruch a odchylek od běžného provozu, neoprávněného použití, nebo nesprávného použití,
- h) rizika vzniku radiační nehody nebo havárie, závažnosti následků takové události.

V dalších paragrafech vyhlášky jsou klasifikovány jednotlivé zdroje IZ. V § 6 nevýznamné zdroje, v § 7 drobné zdroje, v § 8 jednoduché zdroje, v § 9 významné zdroje a konečně v § 10 velmi významné zdroje.

Velmi významným zdrojem ionizujícího záření je jaderný reaktor.

HLAVA III

KATEGORIZACE PRACOVIŠŤ, KDE SE VYKONÁVAJÍ RADIAČNÍ ČINNOSTI

(K § 4 odst. 12 zákona)

§ 11

Kritéria pro kategorizaci pracovišť

(1) Pracoviště, kde se vykonávají radiační činnosti, se kromě pracovišť, kde se používají výhradně nevýznamné nebo typově schválené drobné zdroje ionizujícího záření, kategorizují vzestupně podle ohrožení zdraví a životního prostředí ionizujícím zářením na pracoviště I., II., III. a IV. kategorie na základě

- a) klasifikace zdrojů ionizujícího záření, o nichž se předpokládá, že se s nimi bude na pracovišti nakládat,
- b) očekávaného běžného provozu pracoviště a související míry možného ozáření pracovníků a obyvatelstva,

- c) zaměření radiační činnosti a náročnosti na zajištění radiační ochrany a jakosti při této činnosti,
- d) vybavení a zajištění pracoviště pro bezpečnou práci se zdroji ionizujícího záření, zejména ochrannými pomůckami, izolačními a stínicími zařízeními, provedením ventilace a kanalizace,
- e) možnosti radioaktivní kontaminace pracoviště nebo jeho okolí radionuklidy,
- f) možnosti vzniku radioaktivních odpadů a náročnosti jejich zneškodnění,
- g) potenciálního ohrožení plynoucího z předvídatelných poruch a odchylek od běžného provozu,
- h) rizika vzniku radiační nehody nebo havárie, závažnosti následků takové události a možnosti zásahů.

(2) Pracoviště neuvedená v § 12 až 15, se zařadí do II. kategorie, pokud Úřad v rámci řízení o vydání povolení k nakládání se zdroji ionizujícího záření podle § 9 odst. 1 písm. i) zákona nerozhodne o jiné kategorizaci. S ohledem na typický způsob provozu pracoviště a související míru možného ozáření pracovníků a obyvatelstva a potenciální riziko plynoucí z předvídatelných poruch a odchylek od běžného provozu může Úřad v rámci řízení o vydání povolení k provozu pracoviště podle § 9 odst. 1 písm. d) zákona, nebo povolení k nakládání se zdroji ionizujícího záření podle § 9 odst. 1 písm. i) zákona, rozhodnout o jiné kategorizaci, než je uvedeno v § 12 až 15. Pro nás je důležitý právě § 15.

Pracoviště IV. kategorie

Pracovištěm IV. kategorie je

- a) jaderné zařízení ve smyslu § 2 písm. h) bod 1 zákona,
- b) úložiště radioaktivních odpadů ve smyslu § 2 písm. u) zákona,
- c) pracoviště s otevřenými radionuklidovými zářiči, které s ohledem na vysoké aktivity zpracovávané současně na jednom pracovním místě, na typický způsob provozu pracoviště a související míru možného ozáření a potenciální riziko plynoucí z

předvídatelných odchylek od běžného provozu, z nehod nebo havárií nelze zařadit do nižší kategorie,

d) sklad vyhořelého nebo ozářeného jaderného paliva [20].

Podle této vyhlášky je tedy jaderné zařízení pracovištěm IV. kategorie a nakládá se na něm se všemi typy zdrojů. Avšak toto rozdělení ještě nedostatečně specifikuje jednotlivé zdroje IZ na konkrétním pracovišti, ačkoliv je to pro účely radiační ochrany nutné. Takové rozdělení pro ETE poskytuje předprovozní bezpečnostní zpráva, která je zákonnou podmínkou pro provozování jaderně energetického zařízení. Zde v dílu 12 Radiační ochrana - je toto rozdělení provedeno následujícím způsobem, podle [15]:

2.2 Předprovozní bezpečnostní zpráva

PPBZ je komplexní projektová dokumentace pro výstavbu JE. Každé oblasti je věnována vlastní kapitola, ve které je obsažen obecný popis, projektové řešení, koncepce, projektové a provozní aspekty, organizace oblasti apod. Radiační ochrana je obsahem kapitoly 12 této PPBZ a v kapitole 12.2 jsou popsány zdroje IZ, které se na ETE vyskytují. Tento popis je velmi podrobný a jeho informační potenciál významně přispívá k pochopení celkové komplikovanosti zajištění RO na ETE.

2.2.1 Zdroje ionizujícího záření

Dle kritérií pro rozdělení zdrojů ionizujícího záření uvedených v Hlavě II vyhlášky 307/02 Sb. se v objektech JE vyskytují všechny kategorie zdrojů od nevýznamných až po velmi významné. Nevýznamné, drobné a jednoduché zdroje jsou zastoupeny uzavřenými zářiči, které jsou součástí etalonů, ionizačních požárních hlásičů, zařízení pro diagnostiku a defektoskopii. Otevřené radionuklidové zářiče, za které je nutno považovat všechny kontaminované hmoty, povrchy, provozní média a

technologická média. Velmi významným zdrojem záření je jaderný reaktor a s ním přímo související technologická zařízení. [15]

2.2.2 Primární okruh

Aktivní zóna reaktoru

Reaktor obsahuje matici palivových proutků smontovaných do mechaniky identických palivových souborů spolu s řídicími a konstrukčními elementy. Palivový soubor se skládá z 312 palivových proutků, obsahujících obohacený uran ve formě válcových tabletek oxidu uranu. V některých palivových souborech mohou být použity také proutky obsahující i integrovaný vyhořívající absorbér diboridu zirkonia.

Aktivní zónu tvoří 163 palivových souborů uložených v hexagonální mřížce. Celková hmotnost paliva (jako UO_2) činí 91 755 kg.

Aktivní zóna reaktoru je chlazena a moderována lehkou vodou při tlaku 15,7 MPa. Bór rozpuštěný v chladivu ve formě kyseliny borité, slouží jako absorbér neutronů a změnou koncentrace kyseliny borité se kompenzují pomalé změny reaktivity. [15]

2.2.3 Chladivo primárního okruhu

Při aktivaci chladiva dominuje tvorba radionuklidu dusíku ^{16}N reakcí typu (n,p) na jádrech kyslíku ^{16}O . Tento radionuklid je rovněž dominantní z hlediska objemové aktivity vody primárního okruhu, ale vzhledem k jeho krátkému poločasu rozpadu 7 s dochází k rychlému poklesu objemové aktivity média po výstupu z aktivní zóny nebo po odstavení reaktoru. Při normálním provozu se objemová aktivita ^{16}N pohybuje v jednotlivých místech primárního okruhu v rozmezí 1,8 - 3,6 GBq/l.

Produkty štěpení pronikají do chladiva netěsnostmi pokrytí palivových článků. Jejich množství závisí na štěpných průřezech ^{235}U , ^{238}U , ^{239}Pu , ^{241}Pu , hustotě

neutronových toků, obohacení paliva, stupni vyhoření a stupni poškození palivového pokrytí. Štěpné produkty způsobují v závislosti na možném rozsahu porušení pokrytí objemovou aktivitu primárního chladiva v rozmezí 5,1 - 86 MBq/l, přičemž největší podíl na této aktivitě mají izotopy kryptonu, xenonu, jódu a cesia.

Korozní produkty jsou při průchodu aktivní zónou aktivovány neutronovým tokem na radionuklidy způsobující nežádoucí nárůst aktivity technologických médií, a proto je věnována zvláštní pozornost volbě konstrukčních materiálů. I při použití nejkvalitnějších ocelí však k určité tvorbě korozních produktů dochází a nejvýznamnějšími radionuklidy jsou izotopy zirkónia, niobu, niklu, kobaltu, železa, manganu, chrómu, fosforu, křemíku a hliníku. Tyto nuklidy způsobují aktivitu primárního chladiva až 87 kBq/l a na povrchu bočního pláště aktivní zóny je předpokládáno dosažení aktivity až 6,2 MBq/cm².

Obdobně jsou aktivovány i další příměsi v chladivu, a proto je rovněž věnována pozornost chemické čistotě přísad používaných pro účely borové regulace a pro úpravu pH chladiva. Jedná se o příměsi obsažené v kyselině borité, čpavku a louhu draselném. Aktivita způsobená nejvýznamnějšími nuklidy ⁶⁴Cu, ⁴²K, ⁴¹Ar, ³⁸Cl, ²⁴Na, ¹³N a ¹⁴C, dosahuje celkové úrovně 5 MBq/l.

Významným nuklidem z hlediska dalšího zacházení s vodou primárního okruhu po přečištění na čistících stanicích je tritium. V chladivu vzniká mnoha jadernými reakcemi a na jeho tvorbě se především podílí termální štěpení, aktivace deuteria a přítomnost ¹⁰B a ⁷Li v palivu i chladivu. Průměrná rovnovážná koncentrace tritia v chladivu dosahuje 16 MBq/l.

Výše uvedené zdroje byly vstupními údaji pro výpočty stínění a stanovení hygienických podmínek v jednotlivých prostorách kontrolovaného pásma. Vzhledem k energii záření gama, byly při výpočtech rozhodující především aktivity ¹⁶N a ⁶⁰Co.

Jako zdroje pro stanovení potřebných stínících vlastností stavebních konstrukcí a návržení vhodného dispozičního řešení pak byly zvažovány součásti primárního okruhu a dalších systémů, v nichž se nachází primární chladivo. Jedná se zejména o:

- potrubí hlavního cirkulačního okruhu,
- hlavní cirkulační čerpadla,
- systém kontinuálního čištění primárního chladiva,
- parní generátory,
- kompenzátor objemu,
- systém organizovaných úniků,
- systém doplňování a borové regulace,
- systém drenáží a odvodušnění,
- systém čištění technologického odvodušnění. [15]

2.2.4. Vzduch v šachtě reaktoru

V šachtě reaktoru jsou dva samostatné vzduchotechnické systémy. Vzduchový prostor mezi stěnou tlakové nádoby a tepelnou izolací o objemu cca 100 m³ není za provozu ventilován a na konci kampaně zde bude nutno počítat s kumulovanou aktivitou krátkodobých radionuklidů ⁴¹Ar 5,4 GBq a ¹³N 0,16 GBq. Aktivita nuklidu ¹⁴C s velmi dlouhým poločasem rozpadu dosáhne hodnoty 0,28 GBq.

Do vzduchového prostoru štěrbin u betonové stěny šachty reaktoru, kterou je z důvodu chlazení prodouván vzduch rychlostí cca 200 m³/h, budou vznikat krátkodobé izotopy argonu, dusíku a dlouhodobý ¹⁴C. Vzduch z tohoto prostoru je odváděn do prostoru pod kontejnmentem a odvětráván přes společné filtry. [15]

2.2.5 Voda bazénu vyhořelého paliva

Voda bazénu vyhořelého paliva je kontaminována vodou primárního okruhu a radionuklidy pronikajícími pokrytím palivových článků. Tato voda je přečišťována na ionexových filtrech a vracena do systému. Objemová aktivita bazénové vody se během kampaně pohybuje v rozmezí 8,0 kBq/l až 4,4 MBq/l. Největší podíl představuje krátkodobý ^{133}Xe a dlouhodobé izotopy cesia. [15]

2.2.6 Navazující technologické systémy

Navazující technologické systémy pracují s médiem, jehož aktivita má původ v médiu primárního okruhu. Úkolem těchto systémů je vytvořit uzavřený okruh, ve kterém jsou radioaktivní kapaliny přečišťovány a vrací se zpět k dalšímu využití v primární části. Organizované i neorganizované úniky se shromažďují v nádržích, ze kterých se přečerpávají na čistící stanice. Při čištění se používá technologie destilace na odparkách v kombinaci s čištěním na iontoměničových filtrech. Způsob čištění a volba ionexových náplní závisí na původu zpracovávaných vod a chemickém složení. Radioaktivní koncentrát z odparek a náplně ionexových filtrů, které již není vhodné regenerovat, se upravují bitumenačním procesem do formy bezpečné pro konečné uložení. Tyto systémy zahrnují následující technologie:

- čištění odpadních radioaktivních vod SVO 3,
- čištění prádelenských vod,
- skladování koncentrovaných kapalných radioaktivních odpadů,
- zpevňování kapalných radioaktivních odpadů,
- kanalizace kontrolovaného pásma,
- čištění vody primárního okruhu SVO 1 a SVO 2,

- čištění bazénu vyhořelého paliva,
- čištění odluhu parogenerátorů,
- recyklace kyseliny borité SVO 6,
- speciální prádelna,
- dekontaminace.

Hlavními zařízeními uvažovanými při posuzování radiační situace jsou zařízení typu:

- sedimentační nádrž,
- nádrž kalů,
- přepadová nádrž,
- nádrž odpadních vod,
- sběrná nádrž,
- kontrolní nádrž,
- nádrž koncentrátu,
- monžík, (*jímka, nádrž s podtlakovou „přepřavou“ media*)
- scezovací nádrž sorbentů,
- provozní nádrž kapalných RAO,
- filtr odpadních vod,
- odparka, (*zařízení pro zahušťování media metodou odpaření vody*)
- přídatný separátor odparky,
- filmová rotorová odparka,
- mechanický (uhlový) filtr,
- katexový filtr,
- anexový filtr,
- karusel (*otočné zařízení pro plnění produktu bitumenace*)

Objemové aktivity médií procházejících těmito výše uvedenými zařízeními se pohybují v rozpětí daném schopností jednotlivých technologických postupů oddělovat z provozního média radionuklidy a koncentrovat je do objemů vhodných k úpravě pro konečné uložení.

1. V systému nečistého kondenzátu je před čištěním objemová aktivita cca 4 MBq/l a je tvořena především radionuklidy ^{134}Cs , ^{137}Cs a ^{42}K . Po přečištění klesá objemová aktivita na 76 Bq/l.
2. V systému odpadních vod je uvažováno s objemovou aktivitou v nádrži odpadních vod 0,27 MBq/l a v sedimentační nádrži 0,64 MBq/l. Po přečištění je v kontrolních nádržích dosahována hodnota 16 Bq/l. Přitom jako vedlejší odpadní produkt vzniká koncentrát o objemové aktivitě 16 MBq/l a odpadní sorbenty o objemové aktivitě 1 GBq/l.
3. Na filtračních náplních stanice SVO 1 se zachytí aktivita až 8,6 TBq, která je tvořena především radionuklidy ^{55}Fe a ^{51}Cr .
4. Na katexu SVO 2 se zachytí až 1,5 TBq aktivity tvořené především ^{55}Fe , ^{51}Cr a ^{24}Na .
5. Na anexu SVO 2 se zachytí až 2,7 TBq aktivity představované především izotopy jódu.
6. Katexy SVO 4 zachytí až 0,86 TBq aktivity zastoupené především izotopy cesia.
7. Anexy SVO 4 dosáhnou aktivity až 9,1 GBq, přičemž převážnou část aktivity tvoří ^{131}I .
8. Katexy SVO 6 mohou dosáhnout aktivity až 210 TBq, představované především izotopy cesia.
9. U anexů SVO 6 je předpokládána aktivita 0,3 TBq, zastoupená hlavně izotopy jódu a ^{14}C .
10. Produkt bitumenace koncentrátu má objemovou aktivitu 30 MBq/l, přičemž polovinu tvoří ^{55}Fe . Dalšími významnými radionuklidy jsou ^{90}Sr , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{59}Ni , ^{63}Ni , ^{60}Co , ^{54}Mn , ^{14}C
11. Produkt bitumenace sorbentů (*náplní filtrů*) má objemovou aktivitu až 1 GBq/l a obdobné zastoupení radionuklidů jako u bitumenace koncentrátu. [15]

2.2.7 Sekundární okruh

Aktivita sekundárního okruhu je způsobena pouze možnými netěsnostmi parogenerátorů. Z hlediska dominantního zdroje ionizujícího záření dusíku ^{16}N je významné zpoždění 35 s mezi primárním a sekundárním okruhem a dalších 10 s mezi parogenerátorem a kondenzátorem. Za daných předpokladů může objemová aktivita vody PG dosahovat 450 Bq/l a objemová aktivita kondenzátu páry 0,45 Bq/l. Největší podíl má ^{42}K a ^{137}Cs . [15]

2.2.8 Vzduch

Jedním ze zdrojů aktivity ve vzduchu je vzduch z prostoru šachty reaktoru. Dalšími zdroji jsou radioaktivní plyny a aerosoly z technologických systémů kontrolovaného pásma. Do atmosféry místností se dostávají plynovými netěsnostmi a hlavně odparem z úniků kapalných médií. Tyto exhalace jsou zachycovány pomocí filtrů s účinností umožňující vypouštění vzduchu odvodních vzduchotechnických systémů do životního prostředí.

Hlavními zdroji plyných radioaktivních odpadů jsou:

- odvzdušnění z odplyňovače primárního okruhu,
- odpar ze zařízení a z kapalných úniků do místností kontrolovaného pásma,
- odvzdušnění sekundárního okruhu,
- vzduch v šachtě reaktoru.

Největším zdrojem plyných radioaktivních odpadů je odvzdušnění odplyňovače vody primárního okruhu. Pro přečištění této plyné směsi slouží speciální čisticí stanice technologického odvzdušnění. Průměrná doba zdržení vzácných plynů na uhlových filtrech činí 7 - 700 hodin. U ostatních radionuklidů kromě tritia je celkový stupeň záchytu 99,999 % a zadržení před vstupem do atmosféry 10 hodin.

Odvzdušnění z ostatních aktivních technologických zařízení a odpary z neorganizovaných úniků do místností kontrolovaného pásma jsou filtrovány příslušnými vzduchotechnickými systémy, které jsou osazeny aerosolovými filtry s účinností 99,99 % a jódovými filtry s účinností 99,9 %.

Všechna tato data musela být vzata do úvahy při projektovém řešení radiační ochrany v elektrárně Temelín a vplynuly z nich tyto projektové aspekty, které je nutno zahrnout do úvah o optimalizaci RO. Jsou nedílnou součástí radiační ochrany.

2.3 Projektové aspekty

V projektu systémů radiační ochrany a systémů zajišťujících radiační bezpečnost personálu i obyvatelstva v okolí ETE při provozu elektrárny jsou přijata následující technická opatření:

- stínění,
- uzavřené okruhy s radioaktivními látkami,
- organizovaný sběr a čištění radioaktivních úniků,
- organizované zpracovávání a ukládání pevných a kapalných odpadů,
- udržování radiačních a klimatických podmínek v provozních prostorech vzduchotechnickými systémy,
- dekontaminace technologických a stavebních povrchů,
- dekontaminace vnitřků zařízení,
- použití osobních ochranných pracovních pomůcek provozním personálem,
- vymezení kontrolovaného nebo sledovaného pásma,
- hermetický prostor pod ochrannou obálkou pro zadržení aktivity uniklé při haváriích,
- vytvoření ochranného pásma kolem JE,

- monitorování osob, (dávky, kontaminace)
- monitorování prostředí, (příkon ekvivalentní dávky, povrchová kontaminace, objemová aktivita kapalin a vzdušnin), [15]

2.4 Systém elektronické osobní dozimetrie (SEOD)

Systém elektronické dozimetrie je tvořen operativními elektronickými dozimetry, které si pracovník při vstupu do KP ETE aktivuje čtecím zařízením. Po skončení práce v KP totéž zařízení z dozimetru odečte naměřené hodnoty a předá je do centrálního počítače, kde mohou být zobrazeny. Systémem je proveden záznam o době práce konkrétního pracovníka, v konkrétní den a celková naměřená efektivní dávka. Současně je zaznamenáno číslo / kód objektu, ve kterém byla práce vykonávána, kód zařízení, na kterém byla práce vykonávána a kód vykonávané práce. Tímto způsobem se databáze uvedená v kapitole 6, stávají součástí SEOD. Ten poskytuje nejen operativní informace o obdržení dávkách jednotlivých pracovníků, ale současně přiřazuje dávky k jednotlivým položkám databází, podle toho, jak byly pracovníkem naeditovány při nástupu na práci. Zároveň se všechny tyto informace stávají podkladem pro hodnocení úrovně radiační ochrany a vstupují do výpočtu pro účely zhodnocení optimalizace radiačních činností na ETE.

2.5 Rozlišovací databáze

Abychom si zjednodušili orientaci a především záznamy, které jsou prováděny elektronickým systémem, bylo nutno přistoupit k tvorbě popisných databází. Tyto jednotlivé databáze, které slouží k rozlišení objektů, činností a jejich začlenění do technologického celku, jsou uvedeny v tabulkách č.1, 2 a 3. Jejich význam je podrobněji popsán v metodice. Zde by mělo stačit zdůraznit jejich význam z hlediska

celkového přístupu k radiační ochraně. Jedná se totiž o základní kámen celého systému a z dalšího textu bude zřejmé, že bez těchto a podobných databází by systém ALARA nemohl být funkční a navíc by se nelehko prokazoval.

Tabulka č.1 - *Databázové kódy objektů:*

kód	OBJEKT
01	HVB1 obestavba do +13,2 m (SO 800/01)
02	HVB1 kontejnment (SO 800/02)
03	HVB1 obestavba od +13,2 m (SO 800/03)
04	HVB2 obestavba do +13,2 m (SO 800/04)
05	HVB2 kontejnment (SO 800/05)
06	HVB2 obestavba od +13,2 m (SO 800/06)
11	BAPP01 - aktivní díly (SO 801/01)
12	BAPP02 - laboratoře a šatny (SO 801/02)
13	BAPP03 - část čisticích stanic (SO 801/03)
21	Most z HVB1 do BAPP (SO 802/01)
22	Most z HVB2 do BAPP (SO 802/03)
23	Most na komín BAPP (SO 802/02)
32	Komín BAPP (SO 803/02)

Tabulka č.2 - Databázové kódy zařízení

kód	Zařízení	kód	Zařízení
3	Reaktor-tlaková nádoba	64	Zařízení SVO4
4	Reaktor-hlavní dělicí rovina	65	Zařízení SVO5
5	Reaktor-nátrubky	66	Zařízení SVO6
6	Reaktor-šachta Re	71	Zařízení HCČ
7	Reaktor-plášť aktivní zóny	73	IO-potrubí
8	Reaktor-kanály MNT, TK	74	IO-drenáž./odvzd. ventily
9	Reaktor-BOT	75	IO-ostatní zař. mimo 01-74
10	Reaktor-pohony LKP-M	82	EPS
12	Reaktor-přípravky a zb. části	84	Zařízení CHEMIE
14	Palivové soubory, KGO-SODS	85	Zařízení ELEKTRO
15	SK 187	86	Zařízení BAPP
16	Bazén SKVP	87	IO-zař. směn.obs. doz. kontr.
17	Ionizační komory	88	RA odpady
21	PG-prim. kolekt., teplosm. tr.	89	Podlahy, stěny a ost. úklid. plochy
23	PG-sekundární strana	90	Zařízení mechanických dílen
31	Syst. SAOZ-čerpadla, ejektory	91	Zařízení systémů MaR
32	Syst. SAOZ-nádrže, výměníky	92	Zařízení systému RK
33	Syst. SAOZ-armatury, potrubí	93	Přechod na odstáv. prac. místo
34	Syst. SAOZ-hydroakumulátory	94	Rozv. osvětl. kob./chod.
41	Vložené okruhy HCČ	95	Exkurze, návštěvy
51	Zařízení KO	96	Technol. dekontam. zař.
52	Barbotážní nádrž	97	Zař. disp. a říd. tech. a FO
61	Zařízení SVO1	98	Zařízení vzduchotechniky
62	Zařízení SVO2	99	Jeřáby a zdvihací zařízení

Tabulka č.3 - Databázové kódy činností

kód	Činnost	kód	Činnost
2	Plán. údrž.-přípr. pracov.	54	Transportní práce
3	Plán. údrž.-brouš/řez/svář.	55	Úklid podlah a stěn, čistící práce
4	Plán. údrž.-práce el.	56	Čerpání vody z reaktoru
5	Plán. údrž.-izol. práce	57	Práce na zavážecím stroji
6	Plán. údrž.-těsnicí práce	60	Dekontaminace
7	Plán. údrž.-natěr. práce	61	PZRB-demont/mont
8	Plán. údrž.-instal. práce	62	PZRB-přípr. pracov.
9	Plán. údrž.-práce MaR	63	PZRB-brouš/řez/svář.
11	Nahod. údrž.-demont/mont	64	PZRB-práce el.
12	Nahod. údrž.-přípr. pracov.	65	PZRB-izol. práce
13	Nahodilá údržba -broušení/řezání/sváření	66	PZRB-těsnicí práce
14	Nahod. údrž.-práce el.	67	PZRB-natěr. práce
15	Nahod. údrž.-izol. práce	68	PZRB-instal. práce
16	Nahod. údrž.-těsnicí práce	69	PZRB-práce MaR
17	Nahod. údrž.-natěr. práce	70	PZRB-revize, kontroly
18	Nahod. údrž.-instal. práce	71	PZRB-zkušební práce
19	Nahod. údrž.-práce MaR	72	PZRB-defekt/kalib/dozi/diagn
21	Modif/úpr-demont/mont	73	PZRB-lešenařské práce
22	Modif/úpr-přípr. pracov.	74	PZRB-transportní práce
23	Modif/úpr-brouš/řez/svář.	75	PZRB-úklid, čistící práce
24	Modif/úpr-práce el.	76	PZRB-dekontaminace
25	Modif/úpr-izol. práce	77	PZRB-manipulace s odpady
26	Modif/úpr-těsnicí práce	80	Práce s palivem
27	Modif/úpr-natěr. práce	88	Manipulace s odpady
28	Modif/úpr-instal. práce	89	Doplň. a příprava chemikálií
29	Modif/úpr-práce MaR	90	Pravid. čin. směn/ost. obsluhy
30	Odběr vzorků/měření	91	Základní obsluha zař./technol.
31	Revize, kontr. fce systémů	92	Zajištění a odjištění zařízení/měření
32	Zkušební práce	93	Přechod na odstáv. prac. místo
33	Měření defekt/kalib/dozi/diagn	94	Jednoráz. činn. kat. A
34	Kontrola BOZP	95	Návštěva/exkurze ETE/EDU
35	Kontrola činnosti pracovníků	96	Návštěva/exkurze cizí
36	Projektová činnost	97	Návštěva SÚJB
37	Nerad. prac. 25 μSv	98	Inspekce SÚJB
38	Nerad. prac. 50 μSv		

3. Pojem CBA

Takzvaná **CBA** (Cost Benefit Analýza) je jedním z ekonomických nástrojů, který je schopen oddělit podstatné, od nepodstatného, efektivní snahu, od snahy neefektivní. Je to poměrování nákladů ku prospěchu (užitku), česky také „prospěchová analýza“, nebo „analýza nákladů a užitků“. Tato metoda je typem poměrového přístupu v rozhodovacích procesech. Všechny přínosy, užitky a pozitiva, se shromáždí na jedné straně rovnice, nebo pomyslné váhy a všechny náklady, nevýhody a negativa, na straně druhé. Vyhrává ta „těžší“ strana pomyslné váhy. Očekávaný prospěch není však vždy jednoduché změřit penězi. Jakou cenu má lidské zdraví?! Rozdíly v chápání tohoto důležitého atributu lze velmi názorně demonstrovat pomocí tabulky 4, kde je různými vládními orgány vyčíslena doporučovaná finanční hodnota „mansievert“, což by šlo přeložit jako „člověko-sievert, a tedy hodnota zdravotní újmy jedince po obdržení dávky 1 Sv.

Tabulka č.4 - *Finanční hodnota mansievert, doporučená různými vládními orgány, včetně roku doporučení* [9].

Země (rok)	Finanční hodnota mansievert v národní měně	Finanční hodnota mansievert v USD
Kanada (1997)	100 000 CAD, hodnota je určena na základě mezinárodních referencí	75 000
Česká republika (1997)	500 000-5 000 000 CZK, v závislosti na úrovni individuálních dávek a situaci ohledně expozice	17 000-170 000
Finsko (1991)	100 000 USD, společná hodnota pro všechny severní státy	100 000
Spojené království (1993)	10 000-100 000 GBP, v závislosti na situaci v expozici (ne podle elektrárny) a úrovně individuálních dávek	17 000-170 000
Nizozemsko (1995)	1 000 000 NLG	500 000
Rumunsko (2000)	220 000 USD	220 000
Švédsko (SSI) (1992)	400 000-2 000 000 SEK	55 000-270 000
Švýcarsko (1994)	3 000 000 CHF	3 000 000
USA (NRC) (1995)	200 000 USD	200 000

Poznámka: SSI: Swedish Radiation Protection Authority (Švédský úřad pro radiační ochranu)

NRC: Nuclear Regulatory Commission (Komise Spojených států pro jaderný dozor).

Častý problém CBA je, že náklady jsou hmatatelné a finančně vyjádřitelné. Na druhé straně, pozitiva bývají nehmatatelná a těžko měřitelná. V takovém případě se často používají hodnotící stupnice, které jak negativům, tak pozitivům přiřadí nějakou „váhu“. V konečném výsledku je pak poměřován součet přiřazených vah na straně negativ, ku součtu přiřazených vah na straně pozitiv.

Účelem CBA analýzy obecně, je vyčíslení finančních nákladů na realizaci projektu a výnosů, které z něj bezprostředně plynou nositeli projektu. Slouží také pro finanční zhodnocení všech dalších společenských přínosů a újmy, (např. zlepšení zdravotního stavu obyvatel, oživení turistického ruchu, vliv na životní prostředí, úspory času), které projekt různým soukromým i veřejným subjektům přinese. Často jsou zohledňovány nejen veškeré výnosy a náklady, ale i nepřímé externí pozitivní/negativní důsledky realizace projektu bez ohledu na to, kdo je jejich adresátem. Analýza CBA tak umožňuje hodnotit výhodnost investic právě u projektů takového charakteru, jejichž prioritou je společenský užitek. Výsledkem CBA analýzy bývají jednak úplné přehledy přímých/nepřímých, hmotných/nehmotných, veřejných/privátních výhod a nevýhod veřejných projektů a jednak standardní ukazatele používané pro obdobné účely v podnikatelské sféře. Tyto ukazatele umožňují porovnávat jednotlivé projekty z hlediska efektivnosti a prospěšnosti. Lze tak kvalifikovaně rozhodnout, zda je výhodné projekty realizovat, jaké varianty řešení vybrat a také nalézt odůvodnění programů. [10]

ICRP má na tuto problematiku názor, vyjádřený ve své bezpečnostní zprávě, [9] kde uvádí:

„Podstatnou součástí přístupu ICRP k optimalizaci je, kvantifikovat optimalizační studie všude tam, kde to lze udělat. V dřívějších publikacích Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu, „Doporučení Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu, z roku 1977 a „Analýza nákladů a výnosů v optimalizaci radiologické ochrany, z roku 1983, [10] je doporučenou technikou analýza nákladů a výnosů. V publikaci 55 „Optimalizace a rozhodování v radiologické ochraně“, z roku 1988, [12] je analýza nákladů a výnosů uvedena jako „příklad“ techniky. K použití jsou však vyvinuty a doporučeny i techniky jiné. Praktická rada pro použití těchto technik byla uvedena ve zprávě č: 13796 komise evropských společenství, „ALARA: Od teorie k praxi“, z roku

1991.a ve zprávě č. 120, národní rady pro radiologickou ochranu a měření (*NCRP*), „Kontrola dávek záření v jaderných elektrárnách“, z roku 1994. [9]

Z posledních dvou jmenovaných zpráv vyplývá, že výsledek použití jakékoliv pomocné techniky pro kvantitativní rozhodnutí, se nazývá analytické řešení. K dosažení optimálního řešení pomocí doporučení se ovšem toto má kombinovat s kvalitativním posouzením účinnosti, s ohledem na ostatní faktory ochrany před zářením. Výsledek této kombinace je pak zahrnut do procesu konečného rozhodování.

Podstatným bodem, který není vždy rozpoznán, je to, že se jedná o určení faktorů radiační ochrany a kritérií, používaných v analýze, která určují výsledek, ne vybranou techniku. Pokud se rozhodne, že jsou významné pouze dva faktory, například náklady a kolektivní dávka, pak jednoduchá technika, jako např. analýza nákladů a výnosů, dává analytické řešení, které ukazuje optimální řešení přímo. Použití komplexnější techniky na takový jednoduchý problém je zbytečné, pokud by se však udělala, pak by výsledkem bylo stejné analytické řešení a optimální varianta. Pokud by však bylo rozhodnuto, že je množství faktorů významné, a to zvláště tehdy, pokud lze některé obtížně kvantifikovat, pak se bude jednoduchá technika zabývat pouze některými faktory a analýza optimální řešení neukáže. Mělo by se dále kombinovat s kvalitativním hodnocením variant, s ohledem na zbývající faktory předtím, než se nalezne optimální řešení. Tato kombinace kvantitativních a kvalitativních vstupů pro rozhodování o optimálním řešení je něco, co nebylo vždy nepochybně a správně pochopeno. [9]

Analýza nákladů a výnosů je stará technika a byla také první technikou, zaváděnou ICRP, v souvislosti s optimalizací radiační ochrany. Zaměřením této techniky je úhrnné měření nákladů a výnosů, spojených s variantami, kde předmětem je určení varianty s minimálními celkovými náklady. To lze provést buď analýzou celkových nákladů, nebo rozdílovou analýzou. Obě poskytují stejný výsledek, protože to jsou pouze dvě různé matematické metody.

Ve výše uvedených publikacích ICRP, byla odvozena jednoduchá formulace analýzy nákladů a výnosů. V těchto publikacích byly považovány za bezprostředně

významné pro optimalizaci pouze finanční náklady na realizovaná ochranná opatření a s tím spojené úrovně kolektivní dávky. Za těchto okolností lze provést jednoduchou analýzu poměru vynaložených prostředků k celkovému výnosu převedením kolektivní dávky na finanční hodnotu, za použití referenční hodnoty jednotkové kolektivní dávky, obecně označované jako hodnota alfa. Analýza pak pokračuje připočtením nákladů na radiační ochranu X a získané náklady úbytku $Y (= \alpha S)$, za účelem získání celkových nákladů $X + Y$. Externě určeným kritériem, nutným pro získání částek, je hodnota jednotkové kolektivní dávky, α . Celkové náklady za každou variantu představují částku přínosu a analytické řešení odpovídá variantě, minimalizující celkové náklady [9].

Toto analytické řešení se však zabývá pouze dvěma faktory, totiž náklady a kolektivní dávkou, takže při přechodu z analytického řešení k doporučené optimální variantě, se musí uvažovat i jiné faktory, v kvalitativní podobě.

Technika analýzy nákladů a výnosů, uvažovaná výše, je striktně limitována na kvantitativní porovnání nákladů na radiační ochranu a kolektivní dávky. Rámec analýzy nákladů a výnosů však může být v principu rozšířen. Jedno možné rozšíření je pokrytí rozdělení individuální dávky. Jedním z faktorů radiační ochrany považovaných za významné je to, zda jsou individuální dávky vysoké nebo nízké. To lze vyjádřit jako rozdíl mezi kolektivní dávkou, vzniklou z velkého množství nízkých individuálních dávek a toutéž kolektivní dávkou, obdrženu menším počtem jedinců, přijímajících vyšší dávky. Jedna metoda zahrnutí odhadu je upravit hodnotu, přiřazenou jednotkové kolektivní dávce, přidáním matematického členu k ceně úbytku. Tento nový koeficient ceny úbytku byl vyjádřen ICRP, jako člen beta. Úbytek Y je pak definován jako:

$$Y = \alpha S + \beta_j S_j$$

kde

β_j je přídavná hodnota, přiřazená jednotkové kolektivní dávce,

S_j je funkcí úrovně individuální dávky ve skupině příslušných pracovníků.

Použitím tohoto vzorce je možné zhodnotit náklady na úbytek, jako součet koeficientu alfa, kolektivní dávky a koeficientů beta a rozložení individuální dávky, se

kterou se počítá. Započtení opravy pro rozdělení individuální dávky, vede ke zvýšení nákladů na úbytek Y a upravuje celkové náklady na každou variantu. [9]

3.1 Nákladově přínosová analýza

Nákladově přínosová analýza je, jak již víme, založena na rovnici, která umožňuje stanovit optimální řešení jako variantu, která prokazuje efektivnost vynaložených nákladů. Lze se také setkat s pojmem úhrnná nákladová metoda nákladově přínosové analýzy.

Cena zdravotní újmy Y , je získána vynásobením peněžní hodnoty jednotky kolektivní dávky α , kolektivní dávkou S . [19]

$$Y = \alpha \cdot S$$

Tato metoda je založena na myšlence, že efektivní dávku lze finančně ocenit a porovnat tak náklady na radiační ochranu a obdržené efektivní dávky. Pro převod je stanoven koeficient α [Kč/Sv] vyjadřující finanční ekvivalent 1 Sv kolektivní efektivní dávky. Finanční ekvivalent Y^* efektivních dávek pak lze vyjádřit podle vztahu [6]

$$Y^* = \alpha \cdot \sum E$$

Hodnota nákladů pro konkrétní činnost i , P_i , je potom dána součtem finančního ekvivalentu kolektivní efektivní dávky pro i -tou činnost Y^*_i a finančních nákladů na radiační ochranu i -té činnosti X_i .

$$P_i = X_i + Y^*_i$$

Pokud bude existovat n_i variant činnosti i , pak J -tá varianta bude charakterizována finančním ekvivalentem kolektivní efektivní dávky $^jY^*_i$ a finančních nákladů na radiační ochranu jX_i .

Pro provozní náklady jP_i j -té varianty činnosti i proto platí:

$${}^jP_i = {}^jX_i + {}^jY_i^*$$

Tímto způsobem pojatá úloha má dva způsoby řešení:

Řešení první, při kterém je hledána varianta j s minimálními provozními náklady jP_i ,

A řešení druhé, při kterém se srovnávají dvě různé varianty těžby činnosti.

1. pokud

$${}^xX_i > {}^yX_i \quad \text{a zároveň} \quad {}^xY_i^* > {}^yY_i^*,$$

kde xX_i a yX_i jsou finanční náklady na různou variantu stejné činnosti, pak je varianta y lepší, neboť představuje řešení s nižšími provozními náklady a s nižší hodnotou kolektivní efektivní dávky.

2. pokud

$${}^xX_i < {}^yX_i \quad \text{a zároveň} \quad {}^xY_i^* > {}^yY_i^*,$$

pak varianta y je optimální, neboť sice vede ke zvýšení nákladů na radiační ochranu, ale ty jsou vykompenzovány snížením kolektivní efektivní dávky.

3. pokud

$${}^xX_i > {}^yX_i \quad \text{a pak} \quad {}^xY_i^* < {}^yY_i^*,$$

nelze o optimální variantě rozhodnout, neboť varianta y by vedla ke zvýšení kolektivní efektivní dávky a varianta x sice vykazuje nižší hodnotu kolektivní efektivní dávky, avšak za cenu takového zvýšení nákladů na opatření radiační ochrany, jež nejsou vykompenzovány adekvátním snížením kolektivní efektivní dávky. [6]

Obě řešení jsou však prováděna pouze pro jedinou činnost a tudíž je každá činnost hodnocena zvlášť. Nepostihuje tedy vzájemné vazby mezi jednotlivými činnostmi a neřeší zajištění radiační ochrany jako celku. Zároveň mechanismus nezohledňuje vyšší společenskou přijatelnost nižších individuálních efektivních dávek vůči vyšším.

3.2 Rozšířená nákladově přínosová analýza

Kolektivní dávka může být složena z individuálních dávek, které se mohou podstatně lišit. Toto nás vede k rozhodnutí, že pokud budou omezené zdroje na radiační ochranu, potom by měly být věnovány na snižování nejvyšších individuálních dávek v rámci dané kolektivní dávky.

Rozšířená nákladově přínosová analýza je v principu obdoba nákladově přínosové analýzy. Liší se pouze odlišným stanovením finančního ekvivalentu efektivních dávek. Důležitým hlediskem pro rozhodovací účely v radiační ochraně jsou individuální dávky pracovníků. Jak víme, je rozdíl mezi kolektivní dávkou skládající se z velkého počtu malých individuálních dávek a kolektivní dávkou skládající se z několika individuálních dávek, jež se blíží dávkovému limitu [7].

Tuto situaci si můžeme přiblížit pomocí modifikovaného finančního ekvivalentem kolektivní efektivní dávky kde E_{ik} si stanovíme jako efektivní dávku pracovníků k-té skupiny, při i-té práci. Pak tento modifikovaný finanční ekvivalent kolektivní efektivní dávky i-té práce Y^*_i je vyjádřen vztahem

$$Y^*_i = \alpha \cdot \sum_j E_{ij} + \sum_k \beta_k N_k \bar{E}_{ik},$$

kde α je koeficient pro převod kolektivní dávky na peněžní hodnotu, E_{ij} je efektivní dávka j-tého pracovníka při i-té práci, β_k je součinitel spojený s jednotkou kolektivní efektivní dávky, vztahující se k individuální dávce E_k pracovníka k-té skupiny. Cena finančního ekvivalentu kolektivní efektivní dávky je potom součtem vlivu kolektivní efektivní dávky a vlivu rozložení individuálních efektivních dávek.

V roce 1983 uvedla ICRP, ve své zprávě o používání nákladově-přínosové analýzy, podle [9], obecný vzorec pro výpočet ohodnocení zdravotní újmy způsobené radiací.

$$Y^* = \alpha S + \sum_j \beta_j S_j,$$

kde Y^* je finanční ekvivalent kolektivní efektivní dávky skupiny osob, α je základní finanční hodnota přidělená jednotce kolektivní efektivní dávky, S je celková kolektivní efektivní dávka pracovníků všech skupin dohromady, S_j je kolektivní dávka pracovní skupiny j , a β_j je součinitel přidělený jednotce kolektivní efektivní dávky pro pracovní skupinu j . Výčet součinitelů je uveden v tabulce 10.

Tabulka č.10 - Výčet součinitelů β , v závislosti na hodnotě individuální efektivní dávky podle [9]

Individuální efektivní dávka (mSv)	Součinitel (ECU / Sv)
0 až 5	0
5 až 15	40 000
15 až 50	80 000

JE Temelín používá v současnosti konzervativní hodnotu koeficientu beta, ve vyšší dvojnásobku hodnoty koeficientů alfa.

4. Úroveň radiační ochrany

Radiační ochrana je systém technických a organizačních opatření k omezení ozáření osob a životního prostředí. [22] Princip ALARA je důležitým prostředkem při projektování, provozu a likvidaci jaderných elektráren [13] a pracovišť se zdroji IZ. V programech zajištění jakosti jednotlivých pracovišť, jsou uvedena opatření související právě s jejich provozem a průběhem oprav. Příkladem jednotlivých opatření je například použití přidavného stínění, robotů, dálkových manipulátorů, ochranných pomůcek, počtu dekontaminačních cyklů, naplněností technologických celků vodou (funkce stínění IZ) apod.

Konkrétní naplnění těchto opatření, jako je jejich četnost, účinnost, oprávněnost, rozsah, nebo přiměřenost, pak odpovídá pojmu **úroveň radiační ochrany**.

Každý, kdo využívá jadernou energii nebo provádí činnosti vedoucí k ozáření,

je povinen dodržovat takovou úroveň radiační ochrany, aby riziko ohrožení života, zdraví osob a životního prostředí, bylo tak nízké, jak lze rozumně dosáhnout při uvážení hospodářských a společenských hledisek. [22]

Postup prokázání rozumně dosažitelné úrovně radiační ochrany je doporučený vyhláškou č.307/02 Sb. v platném znění.

Rozumně dosažitelnou úroveň radiační ochrany lze prokázat postupem, při kterém se porovnávají náklady na alternativní opatření ke zvýšení radiační ochrany, (např. vybudování dodatečných bariér), s finančním ohodnocením očekávaného snížení ozáření. Rozumně dosažitelná úroveň radiační ochrany se považuje za prokázanou a opatření nemusí být provedeno, pokud by náklady byly vyšší, než přínos opatření. Přínos opatření se při tomto postupu vyčíslí tak, že snížení kolektivní efektivní dávky u posuzované skupiny osob, se násobí součinitelem stanoveným vyhláškou č.307/02 Sb. v platném znění. [22]

Finanční vyčíslení nákladů na ušetření efektivních dávek je vyhláškou stanoveno takto:

- 1) bude-li průměrná efektivní dávka v rozsahu 0 až jedna desetina základních limitů, je použit součinitel $500\,000\text{ Kč}\cdot\text{Sv}^{-1}$,
- 2) bude-li průměrná efektivní dávka v rozsahu jedné desetiny až tří desetin základních limitů, je použit součinitel $1\,000\,000\text{ Kč}\cdot\text{Sv}^{-1}$,
- 3) bude-li průměrná efektivní dávka vyšší než tři desetiny základních limitů, je použit součinitel $2\,500\,000\text{ Kč}\cdot\text{Sv}^{-1}$,
- 4) dojde-li k ozáření osob v důsledku radiačních nehod, je použit součinitel $5\,000\,000\text{ Kč}\cdot\text{Sv}^{-1}$. [20]

Z výše uvedeného vyplývá, že pro provedení určité konkrétní činnosti konkrétní skupinou osob, můžeme finanční ekvivalent $Fekv$ obecně formulovat jako sumu průměrné hodnoty efektivní dávky jednotlivce násobenou koeficientem, který může nabývat hodnot $500\,000\text{ Kč}\cdot\text{Sv}^{-1}$, $1\,000\,000\text{ Kč}\cdot\text{Sv}^{-1}$, $2\,500\,000\text{ Kč}\cdot\text{Sv}^{-1}$ a $5\,000\,000\text{ Kč}\cdot\text{Sv}^{-1}$, v závislosti na individuální efektivní dávce a počtu osob této

skupiny.

$$F_{ekv.} = \sum_{a=1}^3 \alpha_a N_a \bar{E}_a$$

kde α_a je součinitel obdržené dávky stanovený vyhláškou, N_a je počet osob konkrétní skupiny a vykonávající činnost a \bar{E}_a je průměrná hodnota efektivní dávky jednotlivce skupiny obdržená při činnosti.

4.1 Oprávnění činnosti

Tento mechanismus vychází z následujícího vztahu [21]

$$B = V - (P + X + Y) ,$$

kde B , je čistý přínos vyplývající z činnosti, V je hrubá hodnota výsledku činnosti, která zahrnuje hodnotu výrobku a postižitelné společenské a jiné přínosy, P představuje položku výdajů na výrobu se zahrnutím ztrát pro společnost z neradiační újmy a nákladů na ochranu proti neradiačním rizikům, X jsou náklady na radiační ochranu a Y jsou ztráty odpovídající újmě z ozáření, způsobené danou činností.

Požadováno je, aby

$$B > 0 .$$

Pokud je tato nerovnost splněna, je použití jaderné technologie oprávněné, avšak pro řízení radiační ochrany je tato skutečnost nedostatečná, neboť nemusí splňovat úvodní podmínku „optimalizace“ ozáření. Mechanismus se používá pro opodstatnění výstavby a uvedení do provozu zařízení (technologie), jež způsobuje ozáření [6].

4.2 Efektivnost využití nákladů

Jednou z hlavních věcí, pro možnost posouzení efektivnosti využití nákladů, je mít přehled o prostředcích, které jsou k omezení expozičních faktorů dostupné. Tyto se rozdělují na obecné prostředky, které lze použít již v průběhu organizace práce, a pak takové, které jsou více zaměřeny na určitou činnost. Některé z těchto obecných prostředků nejsou nic jiného, než to, co by se očekávalo v dobře řízené organizaci. Jako například použití účinných a účelných postupů pro řízení práce a opatření pro vzdělávání a školení pracovníků. Dobře řízená a efektivní organizace, která věnuje pozornost bezpečnosti svých pracovníků, uzná výhody vynaložení těchto prostředků bez použití zvláštní, komplexní analýzy rozhodnutí. Jsou ovšem situace, ve kterých je, s ohledem na konkrétní činnosti, nutná optimalizace ochrany před zářeními. V mnoha těchto případech je více než pravděpodobné, že opatření k omezení dávek lze uskutečnit s malými náklady, nebo dokonce s úsporami, z důvodu zvýšené produktivity práce. Nebo naopak, že v jiných případech bude zvýšené vynaložení zdrojů, vůči omezení dávek, nepřiměřené. Navíc zcela jistě existují některé případy, ve kterých nebude zřejmé, nakolik je vhodné provést omezení dávek ve smyslu finanční efektivity. V takových případech pak může být užitečné použít některou z forem pomocných rozhodovacích technik.

Výsledek bude jistě kombinací krátkodobých a dlouhodobých, nebo trvalých nákladů. Efektivnost tohoto přístupu závisí na odpovědnosti vedení podniku a jeho pracovníků. Sledování účinnosti systému poskytuje potřebnou zpětnou vazbu, pro zachování vhodných postojů vůči optimalizaci v celé organizaci, po delší dobu. Ve všech případech je však nutno přijmout stanovení takového obecného principu, aby byl ku prospěchu radiačních pracovníků, vedení i jejich organizace [9].

4.3 Tolerance rizika

Abychom mohli lépe vyjádřit efektivnost opatření radiační ochrany, musíme si říci, jaké riziko budeme ještě tolerovat a pokládat ho případně za bezvýznamné a jaké riziko již tolerovat nebudeme. K tomu existuje v různých odvětvích mnoho různých mechanismů. Obecně však si každý takový mechanismus klade za svůj cíl snižování individuálního rizika. Jedná se nejčastěji o finanční vyjádření rizikovosti určité činnosti, ve srovnání s činností, která přináší riziko běžně tolerovatelné a akceptovatelné [1].

Pracovník je vždy vystaven určitému riziku, jehož maximální míru se provozovatel zavazuje nepřekročit, resp. snižovat, v rámci svých společenských a ekonomických možností [4].

Při hodnocení řady řešení opatření radiační ochrany je možno využít studii PSA (probabilistic safety analysis = pravděpodobnostní bezpečnostní analýza). Ta stanovuje dvě úrovně, a to BSL (basic safety limits = základní bezpečnostní limity) a BSO (basic safety objectives = základní bezpečnostní cíle). Tyto úrovně vyjadřují míru individuálního rizika běžných činností, vůči rozsahům maximálních individuálních efektivních dávek [3].

Hodnoty jsou uvedeny v tabulce 4

Tabulka č. 4 - Úrovně tolerance rizika vůči maximálním individuálním efektivním dávkám E_m [3]

E_m [mSv]	BSL	BSO
0,1 ÷ 1	1	10^{-2}
1 ÷ 10	10^{-1}	10^{-3}
10 ÷ 100	10^{-2}	10^{-4}
100 ÷ 1000	10^{-3}	10^{-5}
> 1000	10^{-4}	10^{-6}

Z této tabulky vyplývá, že pokud je riziko větší než BSL, je riziko natolik velké, že je nepřijatelné. Řešení je potom zcela odmítnuto. Jestliže je riziko menší než BSO, je riziko natolik malé, že nejsou zapotřebí žádná další opatření. Jestliže je riziko menší než BSL, ale větší než BSO, je nutno ho snížit na nejnižší dosažitelnou úroveň, kdy další opatření učiněná pomocí ekonomicky přijatelných nákladů již téměř nevedou ke snížení rizika [3].

My si tyto úrovně postavíme jako úrovně pro maximální roční obdrženou dávku. Je-li přijat a použit údaj, že riziko úmrtí na vznik stochastických účinků působením IZ, je pro pracovníky se zdroji ionizujícího záření stanoveno na hodnotu $400 \cdot 10^{-4} \text{ Sv}^{-1}$, pak rozsah výše uvedených rizik odpovídá ročním efektivním dávkám 10 až 100 mSv. [6]

4.4 Hospodářská přijatelnost

Stejně tak jako míru přijatelnosti rizika si musíme ujasnit, co pro nás znamená pojem hospodářská přijatelnost. Tu je možno vyjádřit určitou finanční hodnotou, kterou je subjekt, (v našem případě JE), provozující činnost vedoucí k ozáření, za danou úroveň radiační ochrany, schopen odůvodnit a zaplatit. Jedná se hlavně o prvotní náklady, ale také o nezanedbatelné provozní náklady na realizaci zajištění úrovně radiační ochrany.

Pokud jsou formulovány základní předpoklady tak, že:

- a) Jaderná elektrárna produkuje elektřinu a je nutno realizovat činnosti nezbytné pro její výrobu a zároveň,
- b) při realizaci těchto činností musí být dodržována jaderná bezpečnost a radiační ochrana,

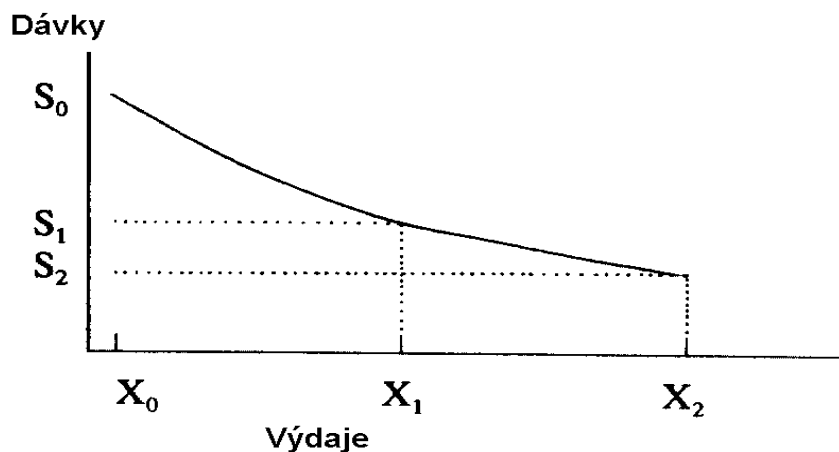
pak, za předpokladu, že výše uvedené činnosti způsobují ozáření osob a KED je nenulová, tak také náklady na zajištění úrovně radiační ochrany jsou nenulové [6].

V radiační ochraně, podobně jako v jiných lidských činnostech, však platí také tzv. zákon o zmenšování výnosů. To prakticky znamená, že právě počáteční výdaje na

opatření radiační ochrany mohou přinést značné snížení dávkového příkonu, avšak další výdaje budou mít již mnohem menší efekt.

Zákon zmenšování výnosů lze znázornit přibližně tak, jak je patrné z obrázku 4.2. Na grafu je vidět, že úspory kolektivní efektivní dávky nerostou úměrně spolu s investicemi. Počáteční zvýšení nákladů ($X_1 - X_0$) umožní dosáhnout redukce kolektivní efektivní dávky ($S_0 - S_1$), nicméně pomocí další stejně velké investice již stejně velkého efektu nedosáhneme ($S_1 - S_2$).

Obrázek 4.2 - Zákon zmenšování výnosů, kde X_i jsou hodnoty výdajů na radiační ochranu a S_i je hodnota kolektivní efektivní dávky [18]



Proto je nutno aplikaci tohoto zákona použít především v raných fázích, počínaje záměrem, projektem a konče výstavbou jaderného zařízení. Výsledkem by mělo být takové nastavení úrovně zajištění požadavků radiační ochrany, která splňuje všechny principy, včetně optimalizace, a to k dané době. Ve fázi běžného provozu již nemá takový význam.

Zajišťování principů radiační ochrany v období praktického využívání energetického zařízení znamená, že je nutno sledovat vývoj v dané oblasti a v souladu s legislativou zjišťovat, zda lze zvyšovat úroveň zajištění požadavků radiační ochrany. Při tom je nutno testovat a analyzovat, jestli existují další opatření, která vedou, nebo by

mohla vést, ke snížení ozáření osob. Cena tohoto snížení však obecně nemá být vyšší, než cena přijatého opatření.

4.5 Společenská přijatelnost

Společenskou přijatelnost činností, které vedou k ozáření je poměrně obtížné formulovat a lze předpokládat, že na tento velmi specifický pojem existuje mnoho různých názorů. K nalezení obsahu je tedy nutno přistoupit minimálně ze dvou hledisek. A to z pohledu společnosti jako celku a z pohledu občana, jako jednotlivce. První z nich bude formulováno pomocí legislativních požadavků. Ty jsou reprezentovány „Atomovým zákonem“ a jeho prováděcí vyhláškou SÚJB č. 307/2002 Sb. o radiační ochraně v platném znění, která uvádí výčet základních a odvozených limitů, nutných podmínek a dalších požadavků .

Limity ozáření jsou závazné kvantitativní ukazatele, jejichž překročení není podle zákona 18/97 [24] možné.

Obecné limity jsou:

- 1) pro součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření nesmí překročit hodnotu 1 mSv za kalendářní rok,
- 2) pro ekvivalentní dávku v oční čočce nesmí překročit hodnotu 15 mSv za kalendářní rok,
- 3) pro průměrnou ekvivalentní dávku v 1 cm² kůže nesmí překročit hodnotu 50 mSv za kalendářní rok.

Avšak přímý vliv jaderné elektrárny není pro svou nízkou hodnotu prakticky měřitelný. Proto je ozáření jedince z obyvatelstva hodnoceno podle množství kapalných a plynných výpustí. Jejich hodnota je autorizovaným limitem, podle rozhodnutí SÚJB, stanovena tak, aby úvazek efektivní dávky $E_{(50)}$ způsobený kapalnými výpustmi do vodotečí, nepřekročil hodnotu 3 μ Sv a úvazek efektivní dávky $E_{(50)}$ způsobený plynnými výpustmi do ovzduší, nepřekročil hodnotu 40 μ Sv při provozu obou bloků JE.

Limity pro pracovníky se zdroji ionizujícího záření jsou:

- 1) pro součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření nesmí být překročena hodnota 100 mSv za dobu pěti za sebou jdoucích kalendářních roků,
- 2) pro součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření nesmí být překročena hodnota 50 mSv za kalendářní rok,
- 3) pro ekvivalentní dávku v oční čočce nesmí být překročena hodnota 150 mSv za kalendářní rok,
- 4) pro průměrnou ekvivalentní dávku v 1 cm² kůže nesmí být překročena hodnota 500 mSv za kalendářní rok,
- 5) pro ekvivalentní dávku na ruce od prstů až po předloktí a na nohy od chodidel až po kotníky nesmí být překročena hodnota 500 mSv za kalendářní rok.

Pokud není možno použít výše uvedené veličiny, v provozu obtížně měřitelné, je možno použít odvozené limity z vnějšího ozáření stanovené jako:

- 6) pro osobní dávkový ekvivalent v hloubce 0,07 mm hodnota 500 mSv za kalendářní rok,
- 7) pro osobní dávkový ekvivalent v hloubce 10 mm hodnota 20 mSv za kalendářní rok,

Nutnou podmínkou pro to, aby provoz pracoviště se zdroji ionizujícího záření mohl být považován za bezpečný, je pro jaderně energetická zařízení, aby

- 8) kolektivní efektivní dávka u všech pracovníků kategorií A a B nepřekročila za kalendářní rok 4 Sv na každý instalovaný GW výkonu.

Další požadavky:

- 9) do prostoru vymezeného kontrolovaného pásma nesmí vstupovat osoby mladší 18 let,
- 10) ozáření plodu u těhotných žen pracujících na pracovištích se zdroji ionizujícího záření se neprodleně poté, co žena graviditu zjistí a oznámí zaměstnavateli, omezuje úpravou podmínek práce tak, aby bylo nepravděpodobné, že součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků

efektivních dávek z vnitřního ozáření plodu alespoň po zbývající dobu těhotenství nepřekročí 1 mSv. [20]

Pro jadernou elektrárnu Temelín, podle platné metodiky „Povolení vstupu do KP ETE“ platí, že těhotné ženy mají do kontrolovaného pásma zakázán vstup zcela. [19]

Pohled jednotlivce je také významně dotvářen srovnáním s podobnými zařízeními v okolním světě. To je sociálně psychologický aspekt, který by neměl být opomíjen. Proto úroveň radiační ochrany, vyjádřená hodnotami KED i množstvím vypouštěných radionuklidů do ovzduší a vodotečí, by měla být vyšší, či alespoň srovnatelná, s úrovní na obdobných jaderných elektrárnách.

Musíme si tedy položit otázku, jakým způsobem dosáhnout požadovaného stavu, jak tento stav udržet a jak dosažení tohoto stavu prokázat.

Vliv ionizujícího záření je, jak je již uvedeno výše, jednak deterministický a jednak stochastický. Deterministické účinky jsou přímo pozorovatelné, ale v praxi k nim dochází zcela výjimečně. (Havárie, nehody, ztráta kontroly nad zdrojem IZ.). Všechny systémy radiační ochrany jsou tedy v první řadě zaměřeny právě na jejich vyloučení. Výskyt stochastických účinků je při prokázaných nízkých osobních dávkách prakticky nevysledovatelný. Proto se míra rizika vyjadřuje velikostí veličin osobních dávek. Především individuální efektivní dávkou, IED a kolektivní efektivní dávkou, KED. Toto riziko musí však být opodstatněné, menší než stanovená hodnota a dále se s ním musí pracovat tak, aby se stalo „optimálním“. Otázkou však je právě stanovení optimální hodnoty. Přesně řečeno, jak limitovat ozáření pracovníků, jaké se mají vynakládat náklady na ochranné pomůcky, jak má být provedeno stínění, jakou volit třídu spolehlivosti komponentů zařízení, kolik pracovníků se má činnosti zúčastnit, do jaké míry se má provádět případná dekontaminace, jaká má být prováděna diagnostika ozáření, atd.

Princip optimalizace radiační ochrany, (ALARA), dnes nahradil dříve užívaný princip minimalizace. Ten požadoval, aby obdržené osobní dávky byly co nejmenší. Ukázalo se však, že takovýto postup nevede k systémovému řešení radiační ochrany a není schopen prokázat efektivní využití nákladů [6]. Je nutné si uvědomit rozdíl mezi

minimalizací a optimalizací. Ten také spočívá, mimo jiné, ve změně sledované veličiny. Zatímco při minimalizaci byl kladen důraz především na osobní dávky jednotlivce, je v případě optimalizace přesunuto více pozornosti na veličinu, kterou je kolektivní efektivní dávka.

Pro zvýšení úrovně vědomí společenské přijatelnosti radiačních činností by mělo být zcela samozřejmé i to, aby se každý jedinec aktivně zajímal o svoji vlastní bezpečnost. Především je nezbytné, aby radiační pracovníci, tedy ti, kteří pracují s ionizujícím zářením, znali princip ALARA a z něho plynoucí požadavky na radiační ochranu a bezpečnost.

5. Cíle práce a hypotézy

Optimalizace radiační ochrany s použitím metody "cost-benefit". Výpočet pro pracoviště ETE, ČEZ a.s.

Jako jednu z hlavních funkcí systému ALARA musíme vidět zajištění strukturovaných a standardizovaných, tedy zobecnitelných, rozhodnutí, která budou provádět různí lidé, nebo stejní lidé v různých situacích. Metoda nákladově přínosové analýzy, by tedy měla pomoci k dosažení zásadových a plynulých rozhodnutí [6]. Aplikace CBA musí potvrdit svůj význam při ochraně před škodlivými účinky ionizujícího záření a pomůže prokázat provedení optimalizace v radiační ochraně. Zároveň poukáže na to, že zvyšování nákladů na ochranná opatření nemusí vždy vést k adekvátnímu snížení rizika poškození ionizujícím zářením.

Zde je třeba ještě podotknout, že si nekladu za cíl vytvoření nového systému, ale chci stávající systém ukázat v takovém světle, ve kterém by bylo vidět, že se ubíráme správnou cestou a že vstup ekonomiky do praxe radiační ochrany není na škodu, ale přínosem. Cílem této práce tedy bude spíš ukázat na konkrétních případech, jak je princip ALARA aplikován v praxi na našich jaderných elektrárnách.

6. Metodika

V této práci budou zpracovány a analyzovány údaje především z pracoviště kontrolovaného pásma JE Temelín. Jedná se o pracoviště „velmi významného zdroje IZ“ a existuje zde dostatečný soubor dat pro provedení analýzy. Budou uvedeny příklady pracovních činností, obdržných individuálních i kolektivních dávek, využití principů ALARA a některé z nich budou konfrontovány s metodou analýzy „cost-benefit“. Získané poznatky mohou být použity jako východisko pro konkrétní pracoviště. Pro výpočet CBA bude využito doporučení [9], které objasňuje účel této analýzy a jeho výsledky budou dostatečně průkazné.

Prvním krokem, který je nutno udělat, je rozřídění jednotlivých rizik do snadno identifikovatelných kategorií, vhodných pro počítačový databázový systém, který by je dokázal rozdělit na sledovatelné položky. K tomuto rozdělení může posloužit jako základ výčet zdrojů IZ v JE. Protože každá technologie, která je zdrojem IZ, má pevné projektové umístění, stalo se toto umístění prvním kritériem a byla vytvořena databáze objektů hlavního výrobního bloku, ve kterých se jednotlivé součásti technologií nacházejí. Aby mohla být tato databáze efektivně využívána, musela být částečně omezena, co do počtu „objektů“, protože snaha o co nejpodrobnější rozdělení by vedla k nízkému počtu statisticky vyhodnotitelných informací. Například, pokud bychom uvažovali jeden z hlavních zdrojů IZ na JE, primární okruh, pak jeho součásti vedou takovým počtem místností kontejmentu (KTMT), že zadávání atributů pro určitou pracovní činnost na příslušné části tohoto systému by vedlo spíše k nepřehlednosti a neúměrně by zvyšovalo náročnost vyhodnocení získaných informací a navíc by to znamenalo velké administrativní zatížení pracovníků, kteří tyto práce vykonávají, což by mohlo vést k chybám, nebo „úmyslným nepřesnostem“. Toto hrubé rozdělení objektů je tedy kompenzováno další databází, která obsahuje právě rozdělení na jednotlivé technologické, nebo logické celky. Touto kombinací získáváme potřebnou, dostatečně specifickou informaci, jak o umístění, tak o konkrétní technologii, kterou sledujeme. Třetím atributem, pro který musela být zavedena databáze, je typ činnosti, kterou budou pracovníci na konkrétní technologii, v konkrétním umístění, vykonávat.

Na základě takového dělení je pak možno přidělit jednotlivým činnostem příslušnou hodnotu IED i KED.

Při stanovování optimálních variant řešení radiační ochrany se, mimo jiné, musí vycházet ze znalosti konkrétních podmínek. K tomu slouží například i vyhodnocení informací, sestavených do jednoduchého dotazníku. Ten byl vytvořen podle bezpečnostní zprávy o optimalizaci radiační ochrany při řízení profesního ozáření, kterou vydala mezinárodní agentura pro atomovou energii ve Vídni, po třiletém připomínkování v roce 2001 [9]. Dotazník byl určen nejen pro zjednodušení rozhodování pracovníků RO, ale byl implementován i do elektronického systému pro tvorbu „R“ příkazů a stal se tak nedílnou součástí přípravy radiačních činností pro všechny pracovníky ETE, včetně dodavatelských organizací.

Součástí dotazníku aplikovaného na ETE, jsou tyto otázky:

- 1) Je nutné práci provádět?
- 2) Je možné provádět práce ve větší vzdálenosti od zdroje?
- 3) Je možné použít dodatečného stínění?
- 4) Je možné dekontaminací snížit PED na pracovním místě?
- 5) Je možné uvést technologii do stavu, kdy bude způsobovat nižší PED (zdrenážování, proplach či naplnění technologie čistým kondenzátem apod.)?
- 6) Je možné provést výměnu zařízení, na němž se provádějí činnosti?
- 7) Je možné provést práci s větším/menším počtem zaměstnanců?
- 8) Je možné zkrátit dobu práce?
- 9) Je možné použít další, nebo nestandardní ochranné pomůcky?
- 10) Je možné vytvořit podmínky, které umožní neprovádět dekontaminaci či úklid?
- 11) Je nutná přítomnost osob vykonávající kontrolní činnosti?
- 12) Je možné posunout práci v harmonogramu prací do období, kdy se předpokládá nižší PED?
- 13) Je možné nepoužívat ochranné pomůcky?

- 14) Je možné použít dálkově řízených, respektive ovládaných manipulátorů?
- 15) Je účelné zvýšit či snížit řídicí dokumentaci stanovené referenční úrovně související s testovanou činností?

Tyto dotazy se můžou částečně lišit podle aktuálních poznatků o povaze práce a pracoviště. V bezpečnostní zprávě, [9] je uvedeno několik verzí takových dotazníků a jsou velmi podrobné. Pro naše účely však byla vytvořena podoba, která je kombinací několika dalších a najdeme v ní dostatečné množství informací k tomu, abychom se mohli rozhodnout o dalším postupu. V případě potřeby může být dotazník vhodně rozšířen, či obměněn, tak aby svým charakterem lépe vyhovoval konkrétní situaci, nebo chystané činnosti.

7.Výsledky

Příklady výstupů ze systému SEOD jsou uvedeny v následujících tabulkách č.5 až 7. Z důvodů ochrany osobních údajů jsou z některých tabulek vypuštěny identifikační údaje.

Tabulka č.5 - hodnoty obdržené kolektivní efektivní dávky E ve vztahu k objektům HVB 2 ETE v období od 1.4.2005 do 11.11.2006

měsíc	objekt	ΣE [mSv]
duben 2005	2. HVB*	75,335
květen	2. HVB*	113,385
červen	2. HVB*	47,052
červenec	2. HVB*	0,896
srpen	2. HVB*	1,407
září	2. HVB*	0,689
říjen	2. HVB*	1,439
listopad	2. HVB*	0,437
prosinec	2. HVB*	0,550
leden 2006	2. HVB*	8,187
únor	2. HVB*	1,149
březen	2. HVB*	0,478
duben	2. HVB*	1,027
květen	2. HVB*	1,575
červen	2. HVB*	1,042
červenec	2. HVB*	0,589
srpen	2. HVB*	18,119
září	2. HVB*	67,064
říjen	2. HVB*	32,059
listopad	2. HVB*	1,090
Σ		373,569
* 2. HVB = dolní obestavba + KTMT + horní obestavba		
období od 1.4.05 do 11.11.06		

Tabulka č.6 - Hodnoty obdržené kolektivní efektivní dávky E ve vztahu k zařízení HVB 2 ETE v období od 1.4.2005 do 11.11.2006

Zařízení		ΣE [mSv]	Zařízení		ΣE [mSv]
1	Reaktor-horní blok	92,642	63	Zařízení SVO3	0,000
3	Reaktor-tlaková nádoba	11,707	64	Zařízení SVO4	0,000
4	Reaktor-hlavní dělicí rovina	2,969	65	Zařízení SVO5	0,810
5	Reaktor-nátrubky	1,184	66	Zařízení SVO6	0,000
6	Reaktor-šachta Re	1,310	71	Zařízení HCC	17,865
7	Reaktor-plášť aktivní zóny	0,086	73	IO-potrubí	3,898
8	KNI (měření neutronového toku), TK	8,384	74	IO-drenáž./odvzd. ventily	0,158
9	Reaktor-BOT	10,080	75	IO-ostatní zař. mimo 01-74	54,695
10	Reaktor-pohony LKP	12,090	82	EPS	0,285
12	Reaktor-přípravky a zb. části	39,178	83	Prádelna	0,000
13	MSIO	2,497	84	Zařízení CHEMIE	0,090
14	Palivové soubory, KGO-SODS	2,534	85	Zařízení ELEKTRO	2,282
15	SK 187	0,038	86	Zařízení BAPP	0,080
16	Bazén SKVP	4,389	87	IO-zař. směn.obs. doz. kontr.	14,265
17	Ionizační komory	0,019	88	RA odpady	0,139
21	PG-prim. kolekt., teplosm. tr.	8,441	89	Podlahy, stěny a ost. úklid. plochy	5,657
23	PG-sekundární strana	9,342	90	Zařízení mechanických dílen	0,024
31	Syst. SAOZ-čerpadla, ejektory	1,652	91	Zařízení systémů MaR	14,574
32	Syst. SAOZ-nádrže, výměníky	5,325	92	Zařízení systému RK	0,590
33	Syst. SAOZ-armatury, potrubí	7,173	93	Přechod na odstáv. prac. místo	3,103
34	Syst. SAOZ-hydroakumulátory	0,901	94	Rozv. osvětl. kob./chod.	0,001
41	Vložené okruhy HCC	0,530	95	Exkurze, návštěvy	0,667
51	Zařízení KO	7,969	96	Technol. dekontam. zař.	0,090
52	Barbotážní nádrž	0,081	97	Zař. disp. a říd. tech. a FO	0,619
61	Zařízení SVO1	19,384	98	Zařízení vzduchotechniky	1,237
62	Zařízení SVO2	0,320	99	Jeřáby a zdvihací zařízení	2,190
Σ					373,569

Tabulka č.7 - Hodnoty obdržené kolektivní efektivní dávky E ve vztahu činností HVB 2 ETE v období od 1.4.2005 do 11.11.2006

Činnost		Σ E [mSv]	Činnost		Σ E [mSv]
1	Plán. údrž.-demonť/mont	145,733	53	Lešenařské práce	7,647
2	Plán. údrž.-přípr. pracov.	3,308	54	Transportní práce	9,235
3	Plán. údrž.-brouš/řez/svář.	12,755	55	Úklid podlah a stěn, čistící práce	4,838
4	Plán. údrž.-práce el.	5,214	56	Čerpání vody z reaktoru	0,000
5	Plán. údrž.-izol. práce	29,447	57	Práce na zavážecím stroji	1,013
6	Plán. údrž.-těsnicí práce	0,024	58	Práce v mechanických dílnách	0,001
7	Plán. údrž.-natěr. práce	0,271	60	Dekontaminace	12,373
8	Plán. údrž.-instal. práce	0,252	62	PZRB-přípr. pracov.	0,000
9	Plán. údrž.-práce MaR	4,993	63	PZRB-brouš/řez/svář.	0,000
11	Nahod. údrž.-demonť/mont	36,314	64	PZRB-práce el.	0,004
12	Nahod. údrž.-přípr. pracov.	0,086	65	PZRB-izol. práce	1,457
13	Nahod. údrž.-brouš/řez/svář.	1,175	66	PZRB-těsnicí práce	0,001
14	Nahod. údrž.-práce el.	0,859	67	PZRB-natěr. práce	0,000
15	Nahod. údrž.-izol. práce	0,611	68	PZRB-instal. práce	0,000
16	Nahod. údrž.-těsnicí práce	0,038	69	PZRB-práce MaR	0,022
17	Nahod. údrž.-natěr. práce	0,239	70	PZRB-revize, kontroly	1,173
18	Nahod. údrž.-instal. práce	0,000	71	PZRB-zkušební práce	0,005
19	Nahod. údrž.-práce MaR	8,101	72	PZRB-defekt/kalib/dozi/diagn	0,156
21	Modif/úpr-demonť/mont	1,190	73	PZRB-lešenařské práce	0,049
22	Modif/úpr-přípr. pracov.	0,029	74	PZRB-transportní práce	0,000
23	Modif/úpr-brouš/řez/svář.	0,689	75	PZRB-úklid, čistící práce	0,383
24	Modif/úpr-práce el.	0,236	76	PZRB-dekontaminace	5,258
25	Modif/úpr-izol. práce	0,044	77	PZRB-manipulace s odpady	1,089
26	Modif/úpr-těsnicí práce	0,000	80	Práce s palivem	1,771
27	Modif/úpr-natěr. práce	0,005	88	Manipulace s odpady	0,102
29	Modif/úpr-práce MaR	0,021	89	Doplň. a příprava chemikálií	0,010
30	Odběr vzorků/měření	0,139	90	Pravid. čin. směn/ost. obsluhy	15,095
31	Revize, kontr. fce systémů	15,453	91	Základní obsluha zař./technol.	0,086
32	Zkušební práce	1,251	92	Zajištění a odjištění zařízení/měření	0,094
33	Měření defekt/kalib/dozi/diagn	21,038	93	Přechod na odstáv. prac. místo	3,068
34	Kontrola BOZP	0,037	94	Jednoráz. činn. kat. A	0,000
35	Kontrola činnosti pracovníků	18,150	95	Návštěva/exkurze	0,226
36	Projektová činnost	0,227	96	Návštěva/exkurze cizí	0,303
37	Nerad. prac. 25 μSv	0,006	97	Návštěva SÚJB	0,032
39	Nerad. prac. 50 μSv	0,001	98	Inspekce SÚJB	0,148
52	Příprava dočasného stínění	0,000	99	Likv. havar. stavů při MÚ	0,000
Σ					373,575

Z tabulek č.5 až 7 se dozvídáme výši kolektivních dávek ve vztahu k objektům, zařízením a činnostem. Nehovoří však o distribuci individuálních dávek v rámci jednotlivých činností na konkrétních zařízeních. Ze systému SEOD lze však takovou informaci získat. V tabulce č.8 je příklad takového zobrazení. Úmyslně byly vybrány pouze takové činnosti, při kterých byla zaznamenána nenulová dávka.

Tabulka č.8 - Hodnoty celkové dávky ve vztahu k počtu pobytů na určeném pracovišti při výkonu konkrétní činnosti. Z těchto hodnot lze odvodit průměrná dávka pro jednotlivce na pobyt.

Úkol	Název	Počet pobytů	Suma E [μSv]	Průměr IED [μSv]
101	RE-HB-PLUD-MONTAZ,DEMONTAZ	912	1838	2,015
126	RE-HB-UPR-TESNICI PR.	68	88	1,3
131	RE-HB-REVIZE, KONTROLY	106	43	0,41
135	RE-HB-KONTROLA CINNOSTI	365	30	0,082
160	RE-HB-DEKONTAMINACE	29	82	2,83
431	RE-HDR-REVIZE, KONTROLY	14	28	2
1016	RE-POHLPK-NAUD-TESNICI PR.	10	33	3.3
1026	RE-POHLPK-UPR-TESNICI PR.	3	15	5
1480	PALSOUBOR-PR. S PALIVEM	29	56	1,93
1701	IONKOMORY-PLUD-MONTAZ,DEMONTAZ	97	18	0,185
2123	PBKOLTRUB-UPR-BROUS,REZ,SVAR.	16	30	1,875
3123	SAOZCERP-UPR-BROUS,REZ,SVAR.	68	12	0,176
3133	SAOZCERP-MERENI	19	38	2
7131	ZARHCC-REVIZE, KONTROLY	43	27	0,627
7133	ZARHCC-MERENI	7	13	0,857
7333	IO-JS850-MERENI	16	31	1,937
7501	IOOSTATNI-PLUD-MONTAZ,DEMONTAZ	287	56	0,195
7531	IOOSTATNI-REVIZE, KONTROLY	46	17	0,369
7535	IOOSTATNI-KONTROLA CINNOSTI	423	18	0.042
7572	IOOSTATNI-PZRB-DEFKALDOZDIAGN	2	50	25
7590	IOOSTATNI-PRAVIDEL.CIN. SMENY	55	14	0,254
8390	PRADELNA-PRAVID.CIN.OBSLUHY	316	16	0,05
8655	ZAR.BAPP-UKLID,CIST.PRACE	1280	43	0,033
8660	ZAR.BAPP-DEKONTAMINACE	129	104	0,806
8680	ZAR.BAPP-PRACE S PALIVEM	122	75	0,614
8690	BAPP-PRAVID.CIN.SMEN/OST.OBSLU	8033	1031	0,128
8732	IOSMENY-ZKUSEBNI PR.	187	58	0,31
8733	IOSMENY-MERENI	422	88	0,209

Tady už máme informace o místě výkonu práce, činnosti, která je vykonávána a máme k těmto činnostem přiřazeny KED a navíc z počtu zaznamenaných pobytů lze získat informaci o průměrné IED, což znamená, že máme téměř všechny informace pro

provedení analýzy. Ještě nám chybí distribuce IED uvnitř pracovní skupiny, ale tu získáme opět ze sestavy systému SEOD, ve které je přiřazována IED jednotlivým pracovníkům jmenovitě, podle ID elektronického dozimetru přiděleného při vstupu do KP ETE. Informace o místě práce, činnosti i zařízení, je zde obsažena v číselném kódu, který již známe z předchozích tabulek. V této sestavě jsou i údaje o délce pobytu konkrétního pracovníka, čísla „R“ příkazu, radiační situaci v místě práce, ochranných pomůckách přidělených pro konkrétní činnost, případně údaje z doplňkových dozimetrů, byly li pro tuto činnost nařízeny. Viz tabulka č.9, která je uvedena v příloze číslo 1. Do výpočtu vstupují také náklady, nicméně pro účely stanovení formy výpočtu, není nutno znát přesná čísla. Stačí mít čísla přibližná. V případě použití algoritmu výpočtu v praxi budou reálná čísla dosazena.

7.1 Řešení nákladově přínosové analýzy

Základní údaje jsou uvedeny v tabulce č.11

Tabulka č.11 - Údaje pro nákladově přínosovou analýzu, kde X jsou finanční náklady na realizaci konkrétní varianty, S je kolektivní efektivní dávka a Y^* je finanční ekvivalent kolektivní efektivní dávky

Varianta	X [ECU]	S [mSv]	Y^* [ECU]	$X + Y^*$ [ECU]
A	0	20	600	600
B	65	14,5	435	500
C	220	12	340	580

Z tabulky vidíme, že optimálním řešením tohoto příkladu je varianta B, což vyplývá z celkově nejnižší úhrnné ceny za provedenou variantu, přičemž varianta A nepředpokládá žádné opatření na snížení KED a varianta C nepřinese dostatečné snížení KED při více, jak trojnásobku investic do opatření. S tímto aspektem upřesnění už ale počítá diferenční CBA v kapitole 7.2, která je řešena za pomoci rozdílu finančních

nákladů na provedení jednotlivých variant činnosti a rozdílu přínosu ve formě snížení KED pro tyto varianty.

7.2 Řešení diferenční nákladově přínosové analýzy podle [14]

Základní údaje jsou uvedeny v tabulce č.12

Tabulka č.12 - Údaje pro diferenční nákladově přínosovou analýzu, kde X jsou finanční náklady na realizaci varianty, S je kolektivní efektivní dávka, ΔX je rozdíl finančních nákladů vůči předchozí variantě a ΔS je rozdíl kolektivní efektivní dávky vůči předchozí variantě

Varianta	X [ECU]	S [mSv]	ΔX [ECU]	ΔS [mSv]	$\Delta X / \Delta S$ [ECU . mSv ⁻¹]
A	-	20	-	-	-
B	65	14,5	65	5,5	11,8
C	220	12	155	2,5	62

Optimální varianta je ta, kde je přírůstek poměru nákladů a prospěchu $\Delta X / \Delta S$ nižší, nebo roven referenční hodnotě 30 ECU za 1mSv. V tomto případě se jedná o variantu B. Výsledek je tedy stejný, jako v případě kdy byla použita nákladově přínosová analýza. Řešení je tedy **nezávislé** na použité technice což potvrzuje předpoklad ICRP, vyslovený v kapitole 3.

7.3 Aplikace systému ALARA při dodatečné kontrole svarů primárního potrubí

Pro názornost uvedu jeden z případů odhadu přijaté KED a na základě tohoto odhadu vytvoření optimalizačních variant, pro provedení radiačních činností. Jedná se o zajištění dodatečných kontrol svarových spojů na potrubí s aktivním médiem, hlavním cirkulačním potrubí. Požadavek na vykonání těchto dodatečných kontrol vyšel ze strany

státního dozoru, SÚJB, jeho rozhodnutím. Pro tyto zkoušky byl vypracován podrobný program a spolu se zástupci útvaru radiační ochrany byly zpracovány dvě varianty provedení těchto činností. Konzervativní varianta pro případ PED v místě činností = 500 $\mu\text{Sv/hod.}$ a varianta pro případ PED v místě práce = 100 $\mu\text{Sv/hod.}$ Pro oba dávkové příkony byly vypracovány také optimalizované varianty. Informace jsou uvedeny v tabulkách č.12 a č.13

Tabulka č.12 - *Optimalizovaná varianta pro odhad obdržené KED při činnosti dodatečné kontroly svaru potrubí.*

Činnost	PED [$\mu\text{Sv/h}$]	Počet pracovníků	Celková doba práce [min.]	Max.čas pro 1 prac. [min.].	KED [mSv]	Dávka pro 1 ze skupiny [mSv]
Otevření biologické ochrany	500	6	4320	720	36,0	6,0
Instalace osvětlení	500	1	5	5	0,0	0,0
Demontáž izolací	500	6	2880	480	24,0	4,0
Montáž lešení	500	4	1200	300	10,0	2,5
Odstranění nátěrového systému	500	4	720	180	6,0	1,5
Kontrola odstranění nátěrového systému	500	1	5	5	0,0	0,0
Broušení a leštění vnějšího povrchu	500	6	1080	180	9,0	1,5
Kontrola intenzity osvětlení	500	1	5	5	0,0	0,0
Vizuální kontrola vnějšího povrchu po leštění	500	1	10	10	0,1	0,1
Namátková kontrola drsnosti vnějšího povrchu	500	1	10	10	0,1	0,1
Leptání vnějšího povrchu roztokem HNO_3	500	2	100	50	0,8	0,4
Fotodokumentace leptu	500	1	10	10	0,1	0,1
Očištění vnějšího povrchu po leptání	500	1	10	10	0,1	0,1
Namátková kontrola drsnosti a rovinnosti	500	1	10	10	0,1	0,1
Kontrola tvrdosti	500	2	60	30	0,5	0,3
Očištění vnějšího povrchu po kontrolách a zkouškách	500	2	20	10	0,2	0,1
Demontáž lešení	500	4	480	120	4,0	1,0
Zpětná montáž izolací	500	6	4320	720	36,0	6,0
Úklid v prostoru činností	500	2	30	15	0,3	0,1
Kontrola čistoty	500	1	5	5	0,0	0,0
Demontáž osvětlení	500	1	5	5	0,0	0,0
Uzavření biologické ochrany	500	6	4320	720	36,0	6,0
Celkový časový odhad všech činností na 1 úsek potrubí [člověko-hodin]			326,75			
Celková odhadnutá dávka [mSv]					163,4	

Tabulka č. 13 - Konzervativní varianta pro odhad obdržené KED při činnosti dodatečné kontroly svaru potrubí.

Činnost	PED [μSv/h]	Počet pracovníků	Celková doba práce [min.]	Max.čas pro 1 prac. [min.]	KED [mSv]	Dávka pro 1 ze skupiny [mSv]
Otevření biologické ochrany	500	6	4320	720	36,0	6,0
Instalace osvětlení	500	1	5	5	0,0	0,0
Demontáž izolací	500	6	2880	480	24,0	4,0
Montáž lešení	500	4	1200	300	10,0	2,5
Odstranění nátěrového systému	500	4	720	180	6,0	1,5
Kontrola odstranění nátěrového systému	500	1	5	5	0,0	0,0
Broušení a leštění vnějšího povrchu	500	6	2160	360	18,0	3,0
Kontrola intenzity osvětlení	500	1	5	5	0,0	0,0
Vizuální kontrola vnějšího povrchu po leštění	500	1	10	10	0,1	0,1
Namátková kontrola drsnosti vnějšího povrchu	500	1	10	10	0,1	0,1
Leptání vnějšího povrchu roztokem HNO ₃	500	2	100	50	0,8	0,4
Fotodokumentace leptu	500	1	10	10	0,1	0,1
Očištění vnějšího povrchu po leptání	500	1	10	10	0,1	0,1
Namátková kontrola drsnosti a rovinnosti	500	1	10	10	0,1	0,1
Kontrola tvrdosti	500	2	60	30	0,5	0,3
Očištění vnějšího povrchu po kontrolách a zkouškách	500	2	20	10	0,2	0,1
Vizuální kontrola svarového spoje	500	1	30	30	0,3	0,3
Penetrační kontrola svarového spoje	500	1	60	60	0,5	0,5
Kontrola vřívými proudy svarového spoje	500	1	60	60	0,5	0,5
Ultrazvuková kontrola svarového spoje	500	1	360	360	3,0	3,0
Očištění vnějšího povrchu po kontrolách a zkouškách	500	2	40	20	0,3	0,2
Kontrola připravenosti vnějšího povrchu před aplikací nátěrového systému	500	1	5	5	0,0	0,0
Aplikace nátěrového systému	500	2	240	120	2,0	1,0
Kontrola tloušťky nátěrového systému	500	1	15	15	0,1	0,1
Demontáž lešení	500	4	480	120	4,0	1,0
Zpětná montáž izolací	500	6	4320	720	36,0	6,0
Úklid v prostoru činností	500	2	30	15	0,3	0,1
Kontrola čistoty	500	1	5	5	0,0	0,0
Demontáž osvětlení	500	1	5	5	0,0	0,0
Uzavření biologické ochrany	500	6	4320	720	36,0	6,0
Celkový časový odhad všech činností na 1 úsek potrubí [člověko-hodin]			358,25			
Celková odhadnutá dávka [mSv]					179,1	

Zde je vidět, že časová náročnost optimalizované varianty je o 32 hodin nižší, než u varianty konzervativní a úspora KED je 15,8 mSv. Úspory se docílilo rozborem technologického postupu, ze kterého vyplynula možnost vypuštění 8 činností z celkového počtu. Nedošlo sice k výrazným finančním úsporám z pohledu vynaložených nákladů na činnost, ale došlo ke snížení KED. To by mohl být dobrý příklad správného přístupu k optimalizaci. Hodnoty jsou uvedeny v tabulce č.14.

Tabulka č.14 - Uvedení hodnot úspor optimalizované varianty, na provedení kontroly svaru potrubí, při předpokládaném PED v místě práce = 500 μ Sv/hod.

P.č.	Popis nevykonaných činností při akci	PED [μ Sv/h]	Počet prac.	Celková doba práce [min.]	Max.čas pro 1 prac.	KED [mSv]	Dávka pro 1 ze skupiny [mSv]
7	Broušení a leštění vnějšího povrchu potrubí	500	6	1080	180	9,0	1,5
17	Vizuální kontrola svarového spoje	500	1	30	30	0,3	0,3
18	Penetrační kontrola svarového spoje	500	1	60	60	0,5	0,5
19	Kontrola vířivými proudy svarového spoje	500	1	60	60	0,5	0,5
20	Ultrazvuková kontrola svarového spoje	500	1	360	360	3,0	3,0
21	Očištění vnějšího povrchu po kontrolách a zkouškách	500	2	40	20	0,3	0,2
22	Kontrola připravenosti vnějšího povrchu před aplikací nátěrového systému	500	1	5	5	0,0	0,0
23	Aplikace nátěrového systému	500	2	240	120	2,0	1,0
24	Kontrola tloušťky nátěrového systému	500	1	15	15	0,1	0,1
	Suma úspor osob, času a dávky		16	1890		15,8	
	Finanční vyjádření úspor [Kč]			11 970		7 900	

Z tabulky vyplývá, že byly vypuštěny, nebo zkráceny, činnosti celkem šestnácti pracovníků, přičemž se „uspořilo 1890 minut = 31,5 hodin jejich práce. Hodnota uspořené dávky těchto pracovníků je 7 900 Kč a hodnota uspořené finanční částky za dílo, bráno v té době obvyklé výši hodinové sazby, 380 Kč/hod. je 11 970 Kč. Stejně, pokud budeme uvažovat variantu s předpokládaným PED v místě práce = 100 μ Sv/hod., dojdeme k výsledkům, uvedeným v tabulce č.15 a k následujícímu finančnímu vyjádření.

Tabulka č.15 - Uvedení hodnoty úspor optimalizované varianty, na provedení kontroly svaru potrubí, při předpokládaném PED v místě práce = 100 μ Sv/hod.

P.č.	Činnost	PED [μ Sv/h]	Počet prac.	Celková doba práce [min.]	Max.čá s pro 1 prac.	KED [mSv]	Dávka pro 1 ze skupiny [mSv]
7	Broušení a leštění vnějšího povrchu potrubí	100	6	1080	180	1,8	0,3
17	Vizuální kontrola svarového spoje	100	1	30	30	0,1	0,1
18	Penetrační kontrola svarového spoje	100	1	60	60	0,1	0,1
19	Kontrola vířivými proudy svarového spoje	100	1	60	60	0,1	0,1
20	Ultrazvuková kontrola svarového spoje	100	1	360	360	0,6	0,6
21	Očištění vnějšího povrchu po kontrolách a zkouškách	100	2	40	20	0,1	0,0
22	Kontrola připravenosti vnějšího povrchu před aplikací nátěrového systému	100	1	5	5	0,0	0,0
23	Aplikace nátěrového systému	100	2	240	120	0,4	0,2
24	Kontrola tloušťky nátěrového systému	100	1	15	15	0,0	0,0
	Suma úspor osob, času a dávky		16	1890		3,2	
	Finanční vyjádření úspor [Kč]			11 970 Kč		1 600 Kč	

Byly, stejně jako v předchozím případě, vypuštěny, nebo zkráceny, činnosti celkem šestnácti pracovníků, přičemž se „uspořilo“ 1890 minut = 31,5 hodin jejich práce. Hodnota uspořené dávky těchto pracovníků je 1600 Kč a hodnota uspořené finanční částky za nevykonané dílo je stejná, jako v předchozím případě, 11 970 Kč.

Pokud z činností v tabulce č. 14 vyjmem ty, které hodnotou individuální dávky překračují námi stanovenou mez pro 80 μ Sv,(č. 7,20 a 23), pak zjistíme, že tyto činnosti tvoří 88,6 % celkové zátěže. U žádného z jednotlivců pracovní skupiny v tomto případě průměrná efektivní dávka nepřesáhne 1/10 příslušných limitů ozáření, proto byl, pro vyčíslení ztráty ze zdravotní újmy, použit součinitel 500 000 Kč/Sv. [20]

Jak je to ale z pohledu provedených prací?

Z tabulky č. 14, pro konzervativní odhad při PED = 500 μ Sv/hod., vyplývá, že individuální efektivní dávka v několika činnostech dosahuje 6 mSv. Proto je třeba pro posouzení celé akce použít součinitel 1 000 000 korun, což je případ, kdy průměrná

individuální dávka jednotlivce přesáhne 1/10, ale nikoliv 3/10 příslušných limitů ozáření. [20]

Hodnota zdravotní újmy ozáření skupiny zde dosahuje výše 179 000 Kč a hodnota přínosu radiačního opatření již 15 800 Kč. To spolu s ušetřenou hodnotou díla činí 27 770 Kč. Z celkové ceny prací, která v tomto případě byla odhadnuta na 311 000 Kč, činí finanční úspora z provedených radiačních opatření 9 %. To je jistě zajímavý ekonomický přínos!

Pro zajímavost zde můžeme uvést i výpočet pro variantu při $PED = 100$ $\mu\text{Sv/hod.}$ V tomto případě bude znovu použit součinitel pro výpočet přínosu z radiačního opatření ve výši 500 000 Kč/Sv, protože průměrná individuální dávka u jednotlivce ze skupiny nepřesáhne 1/10 příslušných limitů ozáření. [20] Odhadnutá cena díla zůstává nezměněna ve výši 311 000 Kč. Úspora z neprovedených činností zůstává také stejná = 11 970 Kč. Hodnota zdravotní újmy z ozáření je 17 900 a přínos radiačního opatření z očekávaného ozáření je 1600 Kč. Celkem hodnota přínosu činí 13 570 Kč. To činí 4,4 % hodnoty celého díla. I to je velmi zajímavé. Zvláště pokud si uvědomíme, že výnos opatření radiační ochrany klesl sice, díky použitému součiniteli na polovinu, ale při současném pětinasobném snížení obdržené dávky a desetinásobném snížení hodnoty újmy z obdržené dávky!

Nakonec i závěr této akce vyzněl pro RO ETE velmi optimisticky. Ačkoliv reálný PED v místě práce se pohyboval v rozmezí odhadovaných hodnot, tedy od 30 $\mu\text{Sv/hod.}$ do 400 $\mu\text{Sv/hod.}$, celková KED na všechny činnosti dosáhla výše 14,8 mSv. Přičemž průměrná IED byla 156 μSv a maximální IED dosáhla výše 179 μSv ! Na akci se zúčastnilo celkem 95 osob při 641 pobytech. Počítaje v to i činnosti přípravné a kontrolní. To znamená, že původně uvažovaná optimalizovaná varianta pro $PED = 100$ $\mu\text{Sv/hod.}$, byla důsledným dodržováním principů RO překonána o 17,9 mSv.

7.4 Aplikace systému ALARA na činnost „Dekontaminace navíjedla čidel KNI“

7.4.1 Uvedení základních informací

V jaderném reaktoru se za provozu aktivují jeho vnitřní části, které jsou buď uvnitř aktivní zóny, nebo ji obklopují. V tomto případě se jedná o čidla kontroly neutronového toku, KNI, která jsou zavedena do různých míst aktivní zóny. V průběhu provozu mohou některá z nich vykazovat odchylky měření, které se blíží mezní přípustné hodnotě, a proto se při pravidelných odstávkách reaktoru mění za nová. Tato operace je velmi riziková ze dvou důvodů. Předně jsou tato čidla, která mají podobu dlouhého drátu, velmi aktivní a pak se nesnadno vyjmají a následně likvidují. V případě nutné výměny je pro tento účel zkonstruován navíják, který uchopí konec čidla a navine ho na válec, ukrytý v masivním stínění. Při jeho navíjení však v důsledku zkrhnutí materiálu dochází k praskání povrchových vrstev čidla a k „odprýskávání“ těchto částí do vnitřního prostoru navíjedla, kde částečně ulpívají na funkčních součástech a vnitřním povrchu. Odtud je nutno tyto částice, z pohledu radiační ochrany, vždy po určité době odstranit.

Těmto „kouskům“ materiálu říkáme vysoceaktivní částice. Mohou být různých velikostí, od milimetrů, do mikrometrů. V případě jejich rozptýlení vzniká vysoké riziko lokálního ozáření, při ulpění na pracovním oděvu případně na kůži, nebo nezanedbatelné riziko vdechnutí této částice a následného ozáření horní části dýchacího traktu. Tato operace je z radiačního hlediska velmi riziková, protože PED těchto částic může dosahovat několika stovek mSv/hod., až jednotek Sv/hod. Probíhá zásadně vždy na základě vypracovaného technologického postupu, který je připomínkován a odsouhlasen všemi zúčastněnými stranami a pro každý případ je nutno vždy vypracovat konkrétní postup zajištění radiační bezpečnosti, PZRO.

7.4.2 zajištění radiační ochrany při dekontaminaci navíjeďla KNI

Tato činnost je prováděna na základě příkazu „R“ typu zvláštní, pro práce ve zvýšeném radiačním riziku. Pro tuto činnost je dále nutný PZRO, (jak je zmíněno výše), což je dokument upřesňující podmínky práce z pohledu RO a je nedílnou součástí příkazu R. Vzhledem k tomu, že R příkazy na ETE jsou zpracovávány pouze elektronicky, místo dalšího textu budou uvedeny související obrazovky na obrázcích 7.1 až 7.9.

Obrázek 7.1 – R příkaz, úvodní stránka

The screenshot shows a software window titled "PORTAL/G - [Centrální provozní region]". The main content area displays the following information:

TIMH210 R-PŘÍKAZ 27/05/08 13:16

Elektrárna : TE Blok: 0 Stav RP : UKONČENO Datum/Čas : 09/02/05 15:11
Číslo RP : 30000922 01 Typ RP : ZV Obor : S
Název RP : 137A--801/01--NAVÍJEČKA KNI--DEKONTAMINACE
Začátek d/čas: 09/02/05 07:00 Oblast : 137A,801/01
Konec d/čas: 09/02/05 18:00 Umístění : NAVÍJEČKA ČIDEL-UVNITŘ
Schůzka : A Neplánovat: Úroveň RP: Det Pdm Pok Zad Doz PracPř Knt
Přípravář RP : VOKALJ1

Úkol PP : Stav úkolu RP : - Obor úkolu :

Č.PP	ČÚ	Ú	ČP	stav	Ob	Pdm	Oz	Pok	Zad	Doz	PracPř	Knt
<input type="checkbox"/> 30016232	01	01	00	UZAVŘENO		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pop.: DEKONTAMINACE NAVÍJEČKY												
Pop.: _____												
Pop.: _____												

Na úvodní obrazovce R příkazu je uvedeno jedinečné číslo, název, který skládá z čísla místnosti, oblasti, zařízení a typu činnosti, viz databáze SEOD. Dále jeho typ, začátek činnosti a její konec. Jméno přípraváře ALARA, který tento příkaz vyhotovil a

jeho aktuální stav. V tomto případě je R příkaz již ve stavu „ukončeno“, což znamená, že práce již byly ukončeny a dále již probíhat nebudou.

Obrázek 7.2 – R příkaz, požadavky

TIMH219	POŽADAVKY R-PŘÍKAZŮ	27/05/08 13:18																												
Elektrárna : TE Č.RP : 30000922 01 Stav : UKONČENO 09/02/05 Název RP : 137A--801/01--NAVÍJEČKA KNI--DEKONTAMINACE Úkol RP : _____ Stav ÚRP : _____ Podm.akt.vstupu : 0 A Popis ÚRP : _____																														
Dozimetrické požadavky Typ dozimetru : S STANDARDNÍ (DRD/TLD) Dávka - alarm: 800 uSv Dáv.příkon - alarm: 1000 uSv/h Povolená IED: 1000 uSv Povolená doba pobytu jednotlivce: 420 min																														
Nařízené osobní ochranné pracovní pomůcky (OOPP) Respirátor : A Šablona požadavků : _____																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>*</th> <th>Typ</th> <th>Název</th> <th>Popis</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td>NOHY</td> <td>NAVLEK</td> <td>NÁVLEKY</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>RESP</td> <td>PROFLO</td> <td>OBLIČEJOVÝ ŠTÍT S FILTR</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>RUCE</td> <td>DOZIM</td> <td>PRSTÝNKOVÝ / NÁRAMKOVÝ</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>RUCE</td> <td>RGSPEC</td> <td>GUMOVÉ RUKAVICE PROTI R</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>SU</td> <td>SU</td> <td>SANITÁRNÍ UZEL</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>TELO</td> <td>KOMTY</td> <td>KOMBINÉZA TYVEK</td> </tr> </tbody> </table>			*	Typ	Název	Popis	-	NOHY	NAVLEK	NÁVLEKY	-	RESP	PROFLO	OBLIČEJOVÝ ŠTÍT S FILTR	-	RUCE	DOZIM	PRSTÝNKOVÝ / NÁRAMKOVÝ	-	RUCE	RGSPEC	GUMOVÉ RUKAVICE PROTI R	-	SU	SU	SANITÁRNÍ UZEL	-	TELO	KOMTY	KOMBINÉZA TYVEK
*	Typ	Název	Popis																											
-	NOHY	NAVLEK	NÁVLEKY																											
-	RESP	PROFLO	OBLIČEJOVÝ ŠTÍT S FILTR																											
-	RUCE	DOZIM	PRSTÝNKOVÝ / NÁRAMKOVÝ																											
-	RUCE	RGSPEC	GUMOVÉ RUKAVICE PROTI R																											
-	SU	SU	SANITÁRNÍ UZEL																											
-	TELO	KOMTY	KOMBINÉZA TYVEK																											

Obrázek 7.3 – R příkaz, rizika a radiační situace

TIMH212	RADIOLOGICKÉ PODMÍNKY	27/05/08 13:17																														
Elektrárna : TE Číslo RP: 30000922 01 Č. úkolu PP: _____ Název RP : 137A--801/01--NAVÍJEČKA KNI--DEKONTAMINACE Třída/vstup: 0 Aktivní vstup A Požadavky RP : ▶ Vzduš.akt. : _____ E _____ (Bq/m3) DAC Šablona rizik : _____																																
Radiologické podmínky Radiace : OZAR OZÁŘENÍ Kontaminace: KONT MOŽNOST KONTAMINACE																																
Radiační rizika <table border="1"> <thead> <tr> <th>*</th> <th>Název rizika</th> <th>Typ</th> <th>Vzdálenost</th> <th>Hodnota</th> <th>MJ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td>DEFAULT</td> <td>-</td> <td>_____</td> <td>1</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>_____</td> <td>-</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>_____</td> <td>-</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>_____</td> <td>-</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> </tbody> </table>			*	Název rizika	Typ	Vzdálenost	Hodnota	MJ	-	DEFAULT	-	_____	1	_____	-	_____	-	_____	_____	_____	-	_____	-	_____	_____	_____	-	_____	-	_____	_____	_____
*	Název rizika	Typ	Vzdálenost	Hodnota	MJ																											
-	DEFAULT	-	_____	1	_____																											
-	_____	-	_____	_____	_____																											
-	_____	-	_____	_____	_____																											
-	_____	-	_____	_____	_____																											
Kontroly <table border="1"> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>160084105</td> <td>14/02/05</td> <td>137A,801/01</td> <td>BÍROVÁ</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> </tbody> </table>			<input type="checkbox"/>	160084105	14/02/05	137A,801/01	BÍROVÁ	R	-	_____	_____	_____	_____	_____	-	_____	_____	_____	_____	_____												
<input type="checkbox"/>	160084105	14/02/05	137A,801/01	BÍROVÁ	R																											
-	_____	_____	_____	_____	_____																											
-	_____	_____	_____	_____	_____																											

Na obrazovkách podle obrázků 7.2 a 7.3, jsou, mimo základních údajů, vypsány požadavky na nastavení alarmu elektronického dozimetru, je zde určena doba pobytu jednotlivce podle aktuálně změřené radiační situace a použití ochranných pomůcek, včetně doplňkových dozimetrů. Dále pak typ radiačního rizika a číselný interaktivní odkaz na provedené měření radiační situace s uvedením jména technika radiační bezpečnosti, který měření prováděl.

Na následujících obrázcích, 7.4, až 7.9, jsou vypsány speciální pokyny, sloužící k přesné identifikaci činnosti, administrativního zajištění činnosti a výpis jednotlivých prováděných činností.

Součástí těchto pokynů, je také kód práce podle databáze SEOD, který slouží pro identifikaci činností a správnému přidělení IED jednotlivým osobám, které se na činnosti podílely. Tyto osoby si při nástupu na práci načtou čarový kód příslušného R příkazu na vstupním terminále, který všem přiřadí elektronické dozimetry, s přednastavenými hodnotami alarmů podle pokynů v R příkazu.

Obrázek 7.4 – R příkaz, speciální pokyny

TIMH214	SPECIÁLNÍ POKYNY	27/05/08 13:19
---------	------------------	----------------

Elektrárna	: TE	Stav RP	: UKONČENO	Datum/Čas	: 09/02/05 15:11
Číslo RP	: 30000922 01	Typ RP	: ZV	Schůzka před prací	: A
Název RP	: 137A--801/01--NAVÍJEČKA KNI--DEKONTAMINACE				
Č. úkolu PP	: _____	Stav	: _____	Obor	: _____
Název úk.RP	: _____				

Norma	: _____
-------	---------

* Speciální pokyny	Datum	Zapsal
__ 1 PROGRAM ZAJIŠTĚNÍ RO	08/02/05	VOKALJ1
__ 2 -----	08/02/05	VOKALJ1
__ 3 NÁZEV PRACOVNÍ ČINNOSTI:	08/02/05	VOKALJ1
__ 4 *DEKONTAMINACE NAVÍJEČKY KNI - OBLAST "KLADIČEK"	08/02/05	BLAZEVI
__ 5 -----	08/02/05	VOKALJ1
__ 6 PŘEDPIS PRO VÝKON ČINNOSTÍ: TE/DEKO/20-01/05, KAP.7.4.3	08/02/05	BLAZEVI
__ 7 -----	08/02/05	VOKALJ1
__ 8 ČINNOSTI:	08/02/05	VOKALJ1
__ 9 *ODSTRANĚNÍ KONTAMINACE Z DOSTUPNÉHO POVRCHU VÝSUVNÉHO	08/02/05	BLAZEVI

Obrázky 7.5 a 7.6 - R příkaz, speciální pokyny, pokračování

TIMH214	SPECIÁLNÍ POKYNY	27/05/08 13:20	
Elektrárna	: TE	Stav RP : UKONČENO	Datum/Čas : 09/02/05 15:11
Číslo RP	: 30000922 01	Typ RP : ZV	Schůzka před prací : A
Název RP	: 137A--801/01--NAVÍJEČKA KNI--DEKONTAMINACE		
Č. úkolu PP	: _____	Stav : _____	Obor : _____
Název úk.RP	: _____		
Norma	: _____		
* Speciální pokyny			
		Datum	Zapsal
10	MECHANISMU "KLADIČEK" - ODSÁTÍ, OTĚR LIHEM	08/02/05	BLAZEVI
11	*CÍLEM JE DOSAŽENÍ CO NEJNIŽŠÍ HODNOTY, ZEJMÉNA	08/02/05	VOKALJ1
11	ODSTRANĚNÍ ČÁSTICE S PED CCA 300 MSV/H, KTERÁ JE V	08/02/05	VOKALJ1
11	OBLASTI KLADIČEK	08/02/05	VOKALJ1
11	-----	08/02/05	VOKALJ1
11	OPATŘENÍ RADIČNÍ OCHRANY:	08/02/05	VOKALJ1
12	*PŘED ZAHÁJENÍM PRÁCE PROVEDE SMRK PŘEDPRACOVNÍ SCHŮZKU	08/02/05	VOKALJ1
12	004/05	08/02/05	VOKALJ1
13	*1. SANITÁRNÍ UZEL ZŘÍDIT NA VSTUPU DO VYMEZENÉHO	08/02/05	VOKALJ1

TIMH214	SPECIÁLNÍ POKYNY	27/05/08 13:21	
Elektrárna	: TE	Stav RP : UKONČENO	Datum/Čas : 09/02/05 15:11
Číslo RP	: 30000922 01	Typ RP : ZV	Schůzka před prací : A
Název RP	: 137A--801/01--NAVÍJEČKA KNI--DEKONTAMINACE		
Č. úkolu PP	: _____	Stav : _____	Obor : _____
Název úk.RP	: _____		
Norma	: _____		
* Speciální pokyny			
		Datum	Zapsal
13	PRACOVIŠTĚ	08/02/05	VOKALJ1
13	*2. SANITÁRNÍ UZEL ZŘÍDIT NA VSTUPU DO	08/02/05	VOKALJ1
13	OPĚRNÉHO KROUŽKU BOT	08/02/05	VOKALJ1
14	*ZVÝŠENOU POZORNOST VĚNOVAT OCHRANĚ PŘED MIKROSKOP.	08/02/05	BLAZEVI
15	VYSOCEAKTIVNÍMI ČÁSTICEMI - ZEJMÉNA V OBLASTI RESPIR.	08/02/05	BLAZEVI
16	OCHRANY, ČÁSTICE SE MOHOU UVOLNIT BĚHEM PRÁCE	08/02/05	BLAZEVI
17	*OMEZIT POBYT V BLÍZKOSTI HORNÍHO ODKRYTÉHO PROSTORU	08/02/05	BLAZEVI
18	*PŘED ZAHÁJENÍM PRÁCE A V PRŮBĚHU PRÁCE PROVÁDÍ	08/02/05	VOKALJ1
19	DOZIMETRISTA KONTROLU RAS SE ZAMĚŘENÍM NA	08/02/05	VOKALJ1

Obrázky 7.7 a 7.8 - R příkaz, speciální pokyny, pokračování

TIMH214		SPECIÁLNÍ POKYNY		27/05/08 13:22	
Elektrárna	: TE	Stav RP	: UKONČENO	Datum/Čas	: 09/02/05 15:11
Číslo RP	: 30000922 01	Typ RP	: ZV	Schůzka před prací	: A
Název RP	: 137A--801/01--NAVÍJEČKA KNI--DEKONTAMINACE				
Č. úkolu PP	: _____	Stav	: _____	Obor	: _____
Název úk.RP	: _____				
Norma	: _____				
* Speciální pokyny					
				Datum	Zapsal
19	PRŮSTŘELY A MIKROSKOPICKÉ VYSOCEAKTIVNÍ ČÁSTICE	08/02/05	VOKALJ1		
20	*MANIPULACE - VYSUNUTÍ "KLADIČEK", PO UKONČENÍ PRÁCE	08/02/05	BLAZEVI		
21	JEJICH ZASUNUTÍ	08/02/05	BLAZEVI		
21	*PŘED ZAČÁTKEM VYSOUVÁNÍ KLADIČEK ZAVOLÁ VEDOUCÍ PRÁCE	08/02/05	VOKALJ1		
21	DOZIMETRISTU, DOZIMETRISTA PRŮBĚŽNĚ MONITRUJE PED	08/02/05	VOKALJ1		
21	BĚHEM VYSOUVÁNÍ KLADIČEK	08/02/05	VOKALJ1		
22	*PO UKONČENÍ DEKO PROVÉST ŘÁDNOU DOZIMETRICKOU	08/02/05	BLAZEVI		
23	KONTROLU PRACOVIŠTĚ S DŮRAZEM NA VYHLEDÁNÍ MIKROSKOP.	08/02/05	BLAZEVI		
24	VYSOCEAKTIVNÍCH ČÁSTIC (MOHOU SE UVOLNIT BĚHEM PRÁCE)	08/02/05	BLAZEVI		

TIMH214		SPECIÁLNÍ POKYNY		27/05/08 13:22	
Elektrárna	: TE	Stav RP	: UKONČENO	Datum/Čas	: 09/02/05 15:11
Číslo RP	: 30000922 01	Typ RP	: ZV	Schůzka před prací	: A
Název RP	: 137A--801/01--NAVÍJEČKA KNI--DEKONTAMINACE				
Č. úkolu PP	: _____	Stav	: _____	Obor	: _____
Název úk.RP	: _____				
Norma	: _____				
* Speciální pokyny					
				Datum	Zapsal
25	*PO DOZIMETRICKÉ KONTROLE PROVÉST ZABALENÍ HORNÍ ODKRY-	08/02/05	BLAZEVI		
26	TÉ ČÁSTI DO IGELITU	08/02/05	BLAZEVI		
27	-----	08/02/05	VOKALJ1		
28	VYBAVENÍ PROSTŘEDKY ODK:	08/02/05	BLAZEVI		
29	*PRSTÝNKOVÉ DOZIMETRY	08/02/05	VOKALJ1		
31	-----	08/02/05	BLAZEVI		
32	POUŽITÍ OOPP:	08/02/05	BLAZEVI		
33	*PODLE SITUACI NA PRACOVIŠTI UPŘESNÍ DOZIMETRISTA	08/02/05	VOKALJ1		
35	-----	08/02/05	BLAZEVI		

Obrázek 7.9 – R příkaz, speciální pokyny, poslední stránka

TIMH214		SPECIÁLNÍ POKYNY		27/05/08 13:23	
Elektrárna	: TE	Stav RP	: UKONČENO	Datum/Čas	: 09/02/05 15:11
Číslo RP	: 30000922 01	Typ RP	: ZV	Schůzka před prací	: A
Název RP	: 137A--801/01--NAVÍJEČKA KNI--DEKONTAMINACE				
Č. úkolu PP	: _____	Stav	: _____	Obor	: _____
Název úk.RP	: _____				
Norma	: _____				
* Speciální pokyny		Datum	Zapsal		
36	ALARMOVÁ ÚROVEŇ ELEKTRONICKÉHO DOZIMETRU:	08/02/05	BLAZEVI		
37	HP 0,8 MILISIEVERT, PED 1 MILISIEVERT/HOD	08/02/05	BLAZEVI		
38	-----	08/02/05	VOKALJ1		
39	KÓD PRO ELEKTRONICKÝ DOZIMETR: 11 12 60	08/02/05	BLAZEVI		
40	-----	08/02/05	VOKALJ1		
41	PŘÍLOHY: ŽÁDNÉ	08/02/05	BLAZEVI		
42	-----	08/02/05	VOKALJ1		
	_____		_____		
	_____		_____		

Toto je tedy podoba R příkazu, který tvoří základní kámen činností v radiačním riziku. Je vydáván jako příloha k pracovnímu příkazu a je nutný k tomu, aby mohl být pracovní příkaz otevřen a realizován.

Součástí pokynů v R příkazu, může být požadavek na provedení předpracovní schůzky ALARA. Na této schůzce SMRK seznámí všechny členy pracovní skupiny s radiačními riziky chystané činnosti, požadavky na zabezpečení RO, pokyny uvedenými v PZRO, způsob použití ochranných pomůcek a dohodne s nimi způsob komunikace v průběhu práce, včetně nutnosti uposlechnout příkazů pracovníka RO přítomného v místě práce, po celou dobu jejich činnosti. Jednotlivci pracovní skupiny pak svým podpisem, na písemně vyhotoveném záznamu, prokazatelně potvrdí seznámení s těmito pokyny. Příklad vyplněného zápisu je uveden příloze č. 2.

Na tuto akci byly naplánovány prostředky ve výši 467 000 Kč podle zadání, odvrátit možný výpadek činností na kritické cestě při odstávce bloku v rozsahu 24 – 48 hodin a odvrátit obdrženou KED v hodnotě max. 3 Sv. Kalkulace odvrácené dávky

vycházela z provedených měření PED na zařízení. Tabulky z uvedením hodnot jsou na obrázcích 7.10 – 7.13.

Obrázek 7.10 – *Radiační situace v místě práce*

Vzorek		Radiace					
* Č.	Typ	Odečet	MJ	Typ	Místo	Datum	Provedl
<input checked="" type="checkbox"/>	1 HP50	2	E-6 SV/H	G	PROSTŘEDÍ	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/>	10 AS	30	BQ/CM2	B	KONZOLY	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/>	11 AS	1	MDABQ/CM2	B	PODLAHA	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/>	12 HP00	60	E-6 SV/H	G	POUZDRO MNT	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/>	13 AS	15	BQ/CM2	B	POUZDRO MNT	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/>	14 HP00	3	E-6 SV/H	G	ZÁVĚSNÁ LANA	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/>	15 AS	20	BQ/CM2	B	ZÁVĚSNÁ LANA	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/>	16 HP00	3000	E-6 SV/H	G	NAVÍJEDLO KNI VNĚ	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/>	17 HP50	35	E-6 SV/H	G	STÍN.KROUŽEK-UVNITŘ	09/02/05	SYKORK1
<input type="checkbox"/>	18 HP00	5500	E-6 SV/H	G	STÍNĚNÉ POUZDRO-RAO	06/02/05	KLOMFJ1

Obrázek 7.11 – *Radiační situace v místě práce*

Vzorek		Radiace					
* Č.	Typ	Odečet	MJ	Typ	Místo	Datum	Provedl
<input checked="" type="checkbox"/>	19 HP00	1700	E-6 SV/H	G	KONTEJNER KNI	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/>	2 AS	30	BQ/CM2	B	BLOK ZDVIHU	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/>	20 AS	25	BQ/CM2	B	KONTEJNER KNI	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/>	21 HP50	5	E-6 SV/H	G	PROSTŘEDÍ V SU	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/>	22 HP00	28	E-6 SV/H	G	MONTÁŽNÍ TYČ	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/>	23 AS	35	BQ/CM2	B	MONTÁŽNÍ TYČ	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/>	24 HP00	64	E-6 SV/H	G	VÍKO NAVÍJEDLA	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/>	25 AS	6	BQ/CM2	B	VÍKO NAVÍJEDLA	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/>	26 HP00	15	E-6 SV/H	G	ZÁTKY HERM. POUZDRA	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/>	27 AS	1	BQ/CM2	B	ZÁTKY HERM. POUZDRA	06/02/05	KLOMFJ1

Obrázek 7.12 – Radiační situace v místě práce

TIMH242		ODEČTY RADIČNÍ KONTROLY				27/05/08 13:12	
Kontrola :	160084105	Dat.:	14/02/05	Čas :	16:30		
Elna :	TE	Blok:	0	Oblast :	137A,801/01		
Objekt :	BPPA	Míst:	137A	Podlaží :	0	%Výkon: _100	
Kontrolor:	3289	BÍROVÁ		R _	Mapa :	PNP	
Posoudil :					Datum :		

Vzorek		Radiace					
* Č.	Typ	Odečet	MJ	Typ	Místo	Datum	Provedl
<input type="checkbox"/> 28	AS	1	BQ/CM2	B	PODLAHA V SU	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/> 29	HP00	12	E-6 SV/H	G	ZTŠ	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/> 3	HP00	3	E-6 SV/H	G	ŠROUBY, ČEPY, KONZOLY	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/> 30	AS	10	BQ/CM2	B	ZTŠ	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/> 31	HP00	15	E-6 SV/H	G	PTBOT HVB 2	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/> 32	AS	55	BQ/CM2	B	PTBOT HVB 2	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/> 33	HP00	180	E-6 SV/H	G	BLOK ZDVIHU	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/> 35	AS	3	BQ/CM2	B	STÍN.KROUŽEK-UVNITŘ	09/02/05	SYKORK1
<input type="checkbox"/> 4	AS	5	BQ/CM2	B	ŠROUBY, ČEPY, KONZOLY	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/> 5	HP00	6	E-6 SV/H	G	OPĚRNÝ KROUŽEK	06/02/05	KLOMFJ1

Obrázek 7.13 – Radiační situace v místě práce

TIMH242		ODEČTY RADIČNÍ KONTROLY				27/05/08 13:12	
Kontrola :	160084105	Dat.:	14/02/05	Čas :	16:30		
Elna :	TE	Blok:	0	Oblast :	137A,801/01		
Objekt :	BPPA	Míst:	137A	Podlaží :	0	%Výkon: _100	
Kontrolor:	3289	BÍROVÁ		R _	Mapa :	PNP	
Posoudil :					Datum :		

Vzorek		Radiace					
* Č.	Typ	Odečet	MJ	Typ	Místo	Datum	Provedl
<input type="checkbox"/> 6	AS	55	BQ/CM2	B	OPĚRNÝ KROUŽEK	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/> 7	HP00	2	E-6 SV/H	G	PLOŠINA OBSLUHY UM	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/> 8	AS	6	BQ/CM2	B	PLOŠINA OBSLUHY UM	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/> 9	HP00	16	E-6 SV/H	G	KONZOLY	06/02/05	KLOMFJ1
<input type="checkbox"/>							
<input type="checkbox"/>							
<input type="checkbox"/>							
<input type="checkbox"/>							
<input type="checkbox"/>							
<input type="checkbox"/>							

Ze záznamu č. 16 na obrázku 7.10 vyplývá, že na povrchu zařízení pro navíjení KNI je maximální PED = 3 mSv/hod., což je hodnota měřená za masivním stíněním, takže odhadnutá ušetřená dávka při manipulaci přímo se zdrojem není nepřiměřená. V průběhu prací se ostatně tato domněnka potvrdila.

Pro činnosti bylo naplánováno následující:

- IED max. pro pracovníka 2 mSv,
- KED pro skupinu 6 pracovníků 6 mSv,
- Ekvivalentní dávka na ruce, (prstýnkový TLD), pro jednotlivce 20 mSv/den,
- Celková doba práce 6 směn = 48 hodin.

V tabulce č.17 jsou uvedeny hodnoty čerpání KED a IED na celou akci. dekontaminace a odstranění vysoceaktivních částic, ze zařízení na vyjímání čidel KNI.

Tabulka č.17 – Čerpání KED a IED

Jméno	Číslo FD	IED [mSv]
Pracovník 1	1234	2,253
Pracovník 2	2345	0,141
Pracovník 3	3456	0,029
Pracovník 4	4567	2,014
Pracovník 5	5678	2,498
Pracovník 6	6789	0,321
KED dodavatel		7,256

Z tabulky č.17 vyplývá fakt, že odhad obdržené dávky při této akci byl mírně podhodnocen. KED byl oproti předpokladu vyšší o 1,256 mSv a IED u tří pracovníků přesáhla plánovanou maximální hodnotu, 2 mSv. Při měření na místě však byla změřena nejvyšší hodnota PED, jedné z odlomených částí čidla KNI, ve výši téměř 9 Sv/hod.!

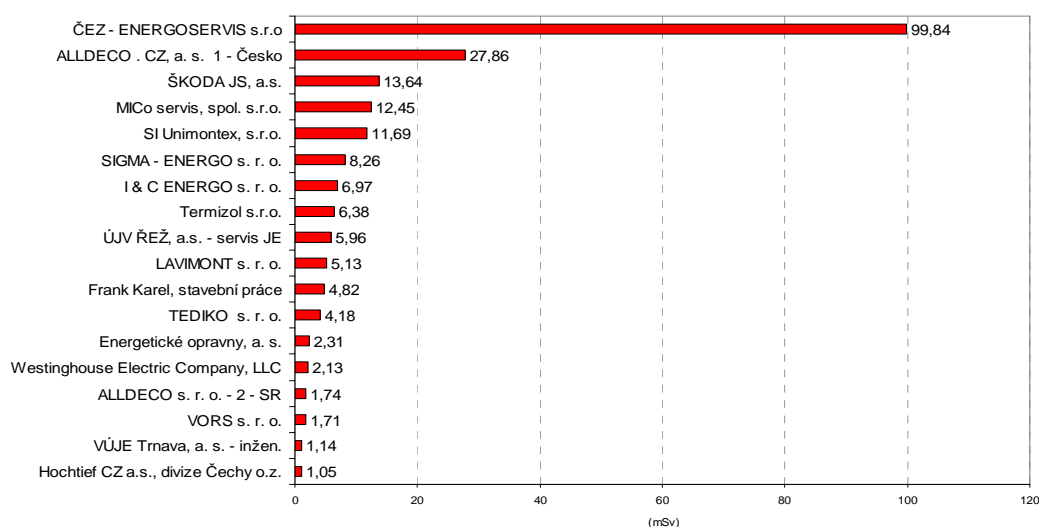
I přesto, že předpokládané hodnoty IED a KED byly mírně podhodnoceny, byla celá akce vyhodnocena jako úspěšná. Pokud bychom získaná data podrobili CB analýze, pak si na stranu přínosů musíme dosadit především splněný předpoklad uspojení 24 – 48

hodin neprovozování výrobního bloku, což je při dnešních cenách prodeje elektrické energie přibližně 22 – 48 milionů korun z nevýroby. K tomu je nutno přičíst nevyčerpání dávky v předpokládané výši max. 3 Sv. Zvýšené náklady na předběžné opatření radiační ochrany jsou tedy pouze zlomkem ušetřených prostředků.

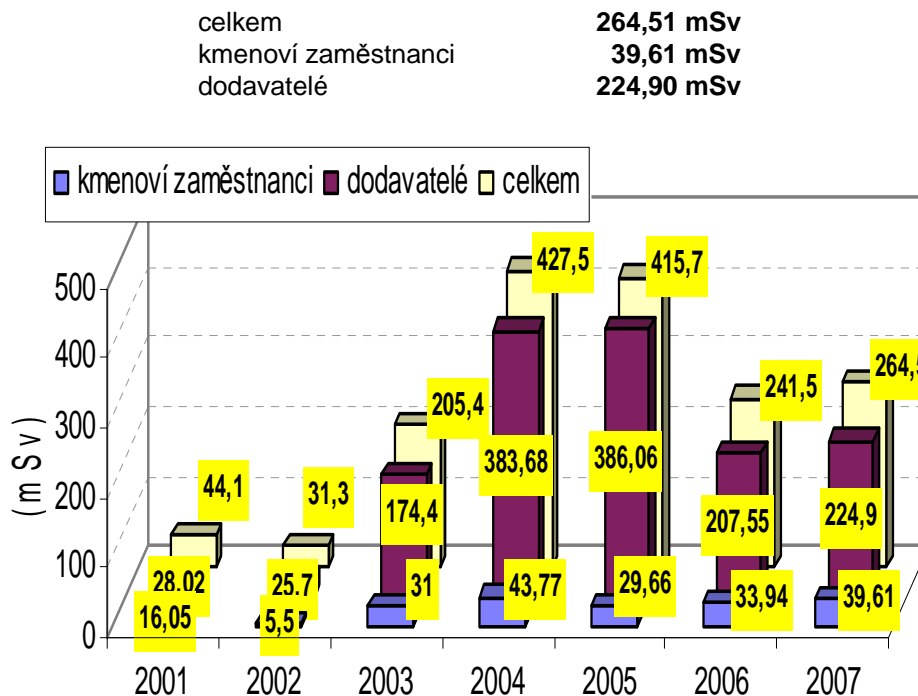
8. Diskuze

System nákladově přínosové analýzy navržený pro jaderné elektrárny v české republice je velmi propracovaný, komplikovaný a není možno provádět výpočty bez speciálního výpočtového programu. Takový program byl v minulosti vytvořen a může být používán. Zároveň může sloužit jako průkaz optimalizace radiační ochrany, na jednotlivých pracovištích. Úroveň radiační ochrany na tomto pracovišti je více než srovnatelná se stejnými, nebo obdobnými zařízeními v Evropě i ve světě a výsledky jsou natolik dobré a KED tak nízké, že existuje jen velmi omezený počet případů, na který je nutno tento pomocný rozhodovací proces aplikovat. Lze to demonstrovat uvedením několika grafů, ze kterých je tento stav patrný. Jedná se o grafy 10.1, 10.2 a 10.3. Hodnoty, v nich uvedené, představují obdržené roční KED dodavatelských organizací, porovnání KED pracovníků dodavatelských organizací a zaměstnanců ETE a hodnoty KED EDU a ETE ve srovnání se světem.

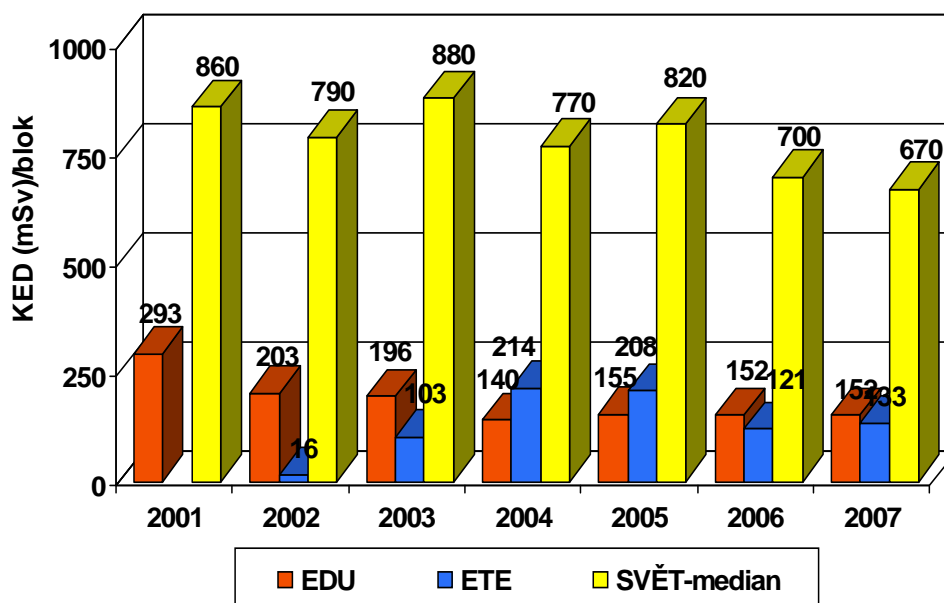
Graf 10.1 - Hodnoty obdržných KED dodavatelských firem v roce 2007



Graf 10.2 – Kolektivní efektivní dávka ETE (2007)



Graf 10.3 - Srovnání hodnot KED EDU a ETE/ blok se světem (median) hodnota KED/blok za 2007 pro SVĚT – median je pouze pro 1.- 3.Q 2007



V případě grafu 10.3, je možno také hovořit o kladném efektu počátečních nákladů na zajištění pasivních prvků radiační ochrany, v kombinaci s propracovaným chemickým režimem provozování primárního okruhu reaktoru. Čímž mám na mysli kvalitně provedenou pasivační vrstvu vnitřních povrchů technologie přicházející do styku s aktivním médiem a udržování vhodné kyselosti chladiva i při vysokých teplotách. To efektivně brání tvorbě úsad na těchto povrchích a významně tak snižuje PED na těchto komponentách. Díky tomu, může spočívat základ řízení radiační ochrany na propracovaném a velmi dobrém systému organizace radiačních činností, což je prostředek, který ve většině případů nepřináší vícenáklady na provádění dodatečných opatření, a proto není častá nutnost sahat k ekonomickým podpůrným technikám, které napomáhají rozhodovacímu procesu. Spolu se systémem sledování osobních dávek (SEOD) a při dobře zaběhnutém systému ALARA, spočívajícím především ve využívání základních principů RO: „Vzdálenost od zdroje IZ, doba pobytu v blízkosti zdroje IZ, a využití stínění zdroje IZ“. Tyto základní principy jsou doplněny funkčním systémem řídicí dokumentace RO a systémem školení a vzdělávání radiačních pracovníků. Pro jakoukoliv činnost prováděnou v riziku ionizačního záření je třeba zřídit písemný příkaz. Pro vybrané činnosti ve zvýšeném riziku IZ musí být vypracován písemný dokument, „Program zajištění radiační bezpečnosti. Pro tuto činnost jsou využívány zkušenosti, jak z obdobných činností na ETE i na ostatních JE v Evropě, tak ve světě. Systémem zpětné vazby se vyhodnocují a implementují příklady nedostatečně provedených opatření radiační ochrany z jiných pracovišť, stejně jako přebírání „dobrých praxí“. Pro neobvyklé, nestandardní, nebo „historicky první“ činnosti je zpracováván technologický postup, ve kterém jsou vyznačeny zádržné body, pro provedení opatření radiační ochrany. Tyto postupy jsou pak dále využívány pro hodnocení činností a případné budoucí využití v podobných situacích.

V současném ekonomickém prostředí, kdy nejsou dodavatelské organizace přímo finančně zainteresovány na dosažených KED při svých činnostech, je z jejich strany možnost určitého podcenění rizika práce s IZ. Počet pracovníků je dán jejich personálními a kvalifikačními možnostmi a cena za dílo je obvykle sjednána smluvně.

Toto riziko je však z velké míry eliminováno faktem, že dodavatelské firmy vykonávající nejrizikovější radiační činnosti, jsou držitelem povolení k nakládání s IZ a mají vypracován svůj vlastní program zajištění jakosti.

V obou uvedených případech byla prokázána odůvodněnost čerpání dávky při provádění radiačních činností. V prvním případě bylo důvodem plnění licenčních podmínek pro provoz jaderně energetického zařízení a v druhém případě bylo primárním důvodem opatření radiační ochrany, k zabránění čerpání dávek radiačních pracovníků. Jak se ukázalo, tak v obou případech došlo nejen k uspořené čerpaných dávek, ale také k významnému kladnému ekonomickému efektu.

Při akci dodatečných kontrol svarů hlavního cirkulačního potrubí bylo dosaženo vynikajícího výsledku zlepšením organizace práce a vypuštěním zbytečných činností. Bylo tak prokázáno, že tímto způsobem lze provádět opatření radiační ochrany.

Při akci, „dekontaminace navíjedla KNI“, se ukázalo, že díky preventivnímu opatření RO lze ušetřit mnoho finančních prostředků sekundárním jevem, zkrácení odstávky, a tím, de facto, dojde k prodloužení doby provozu a výroby bloku. Tento přínos, je jedna ze základních podmínek optimalizace, sloužících k odůvodnění činností vedoucích k ozáření.

9. Hodnocení

Vzhledem k uvedeným skutečnostem je přínos výpočtu nákladů na radiační ochranu metodou cost benefit analýzy, pro provozovatele velmi významného zdroje v naší republice, přínosem. Tato analýza je primárně určena k provádění podpory rozhodovacího procesu, zda učinit dodatečná opatření radiační ochrany, či nikoliv. Jaderná elektrárna Temelín dosahuje v tomto směru od začátku provozu velmi dobrých výsledků a jak je patrné z uvedených grafů, i vysokou úroveň zajištění RO. Navíc se ukazuje, že i při zdánlivě vysokých investicích, je tato dobrá úroveň, celkově ekonomicky výhodná. Vzhledem k tomu, že tento systém již existuje a je funkční, může být stejně výhodně využit i v jiném sektoru, než energetickém. Hlavně tam, kde je nutno

budovat dodatečné technické, nebo stavební bariéry, případně při projektování a budování nových pracovišť s ionizujícím zářením, ale je využitelná i v běžném provozu.

10. Závěr

Cost benefit analýza je dobrým a účinným ekonomickým nástrojem pro optimalizaci radiační ochrany, na pracovištích se zdroji ionizujícího záření. Pomocí této metody lze optimalizaci provádět i prokazovat. Jak bylo dokázáno, bere do úvahy všechny významné ekonomické i společenské faktory, které jsou stanoveny a doporučeny českou i zahraniční legislativou. Především je schopna prokázat, že všechny expozice jsou udržovány tak nízké, jak je rozumně dosažitelné. Svým základem je koncepcí, která je využitelná ve všech oborech jak státního, tak soukromého sektoru, i ve všech sférách lidské činnosti.

Cíle práce byly splněny a výpočet analýzy na konkrétním případě z pracoviště JE ukázal, že výsledky potvrzují dlouholeté praktické zkušenosti na tomto pracovišti a je možno je začlenit do systému optimalizace. CB analýza a její rozšířené formy, může pomoci k dosažení zásadových a plynulých rozhodnutí a může se stát zásadním faktorem při ochraně před škodlivými účinky ionizujícího záření. Svým charakterem se postavila do protikladu k systému minimalizace dávek, a to především začleněním kolektivních efektivních dávek do rozhodovacího procesu. V praktickém provozu to znamená, že preferuje KED, jako základní složku pro výpočet efektivity vynaložených nákladů. Nicméně jednoduchou matematickou modifikací této „hrubé“ analýzy, lze zohlednit distribuci individuálních dávek uvnitř konkrétní, dílčí skupiny, čímž zároveň dokáže působit selektivně na jejich snižování tam, kde je to účelné. Také ukázala svůj význam v tom, že její pomocí lze provádět optimalizaci i v těch případech, kde se legislativa pohybuje v oblastech „může“, a ne v oblastech „musí“. Tento význam však, podle mne, tkví v ověření si správného směru z pohledu zvyšování úrovně RO.

Tady hledám i potvrzení hypotézy, že vstup ekonomiky do tohoto odvětví není na škodu, ale přínosem. Jak jsme ukázali, může být provedení CB analýzy přínosné i v oblasti zvýšení ekonomické efektivity pracovních postupů a organizace činností.

Prokázat, že zvyšování investic do ochranných opatření nevede vždy ke snížení rizika poškození ionizujícím zářením, se mi zcela nepodařilo a ani jsem to v tomto smyslu neočekával. Každé zvýšení investic, i nepatrné, může vést ke snížení ozáření, nebo ke snížení rizika ozáření. Ukázal jsem pouze, že od určitého okamžiku nemusí vést takové investice k měřitelným a odůvodnitelným výsledkům. Často bývá „soft“ investice do organizačního opatření účinnější, než investice do „hardware“. Také případná velká míra operativního rozhodování, (i když správného), nelze označit za jednoznačný přínos, protože účelem tvorby systému je fakt, že nesmí být snadno ovlivnitelný lidským faktorem a lze z něho dlouhodobě čerpat informace, které povedou ke konzistentním a systémovým rozhodnutím v budoucnu. Okamžité zastavení prací zabrání zvýšenému ozáření pracovníků, ale teprve až je situace podrobena zpětnovazební analýze a její výsledky jsou zahrnuty do systému, můžeme hovořit o zvýšení úrovně radiační bezpečnosti.

V této práci bylo zpracováno velké množství dat a materiálu přímo z provozu JE. Vzhledem k ochraně osobních údajů byla řada z nich odstraněna, a proto některé tabulky mohou působit jako neúplné.

Použitá literatura


- [1] Coates R., Experience on the application of the ALARP principle, Journal of Radiological Protection, Vol.10. No 1, p.39-42, IOP Publishing Ltd. 1990
- [2] Dunster H.J., Collective dose: kill or cure?, Journal of Radiological Protection, Vol. 20. No. 1. p.3-4, March 2000.
- [3] Ewing D.J.F., Campbell J.F., Tolerability of risk, safety assessment principles Nuclear Energy, Vol. 33. Iss. 2, p.85-92. April 1994.
- [4] Harbison S.A., Quantitative Objectives and ALARA, zpráva, In radiation protection optimization "Achievements and opportunities", Luxembourg 1993.
- [5] Klener V. a kol., Principy a praxe radiační ochrany, SÚJB, Praha 2000.
- [6] Koláček P., Optimalizace radiační ochrany v jaderné elektrárně, doktorská dizertační práce, Brno listopad 2001
- [7] Křivánek R., Studijní projekt výukového programu principu ALARA v podmínkách provozu VVER, Diplomová práce FS VUT, Brno 1994.
- [8] Lindell B., Editorial On collective dose, Journal of Radiological Protection, Vol.20. No. 1. p.1-2, March 2000.
- [9] Mezinárodní agentura pro atomovou energii (*IAEA*), bezpečnostní zpráva, Optimalizace radiační ochrany při řízení profesního ozáření, Vídeň (2002)
- [10] Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu (*ICRP*), Analýza nákladů a výnosů v optimalizaci radiologické ochrany, publikace 37, Pergamon Press, Oxford a New York (1983).
- [11] Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu (*ICRP*), Doporučení Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu, publikace 26, Pergamon Press, Oxford a New York (1977).
- [12] Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu (*ICRP*), Optimalizace a rozhodování v radiologické ochraně, publikace 55, Pergamon Press, Oxford a New York (1988).
- [13] Moon J.H. a kol., An Integrated Framework for Effective Reduction of Occupational Radiation Exposure in a Nuclear Power Plant, Annals of Nuclear Energy, Vol. 25. Iss. 17, p.1429-40. Nov. 1998.
- [14] Oudiz, A., Croft, J. R., Fleishman, A. B., Lochard, J., Lombard, J., Webb, G. A.M.: What is ALARA? CEPN Report No. 100, Report to the CEC, September 1986, Oxford 1986.
- [15] Předprovozní bezpečnostní zpráva, Energoprojekt a.s, listopad 1995, Praha.
- [16] Recommendations of the ICRP, zpráva ICRP publication 60, ICRP Oxford 1990.

- [17] Rozhodnutí představenstva 6/95, Strategie bezpečnosti ČEZ a.s., pro oblast jaderných aktivit, Praha 1995
- [18] Stokell P.J., Croft J.R., Lochard J., Lombard J., EUR 13796, Alara: From theory towards practice, Luxembourg 1991.
- [19] Vokálek J. a kol., ČEZ, a. s., ČEZ_ME_0431r02, Povolení vstupu do KP ETE, (2007)
- [20] Vyhláška 307 SÚJB ze dne 13.června 2002, o radiační ochraně, v platném znění, sbírka zákonů České republiky.
- [21] Základní pravidla bezpečnosti v radiační ochraně (překlad Zprávy IAEA, Wien 1982). Zpráva. Praha, ČSKAE 1982.
- [22] Zákon č.18 ze dne 24.ledna 1997, o mírovém využití jaderné energie a ionizujícího záření, (atomový zákon), a o změně a doplnění některých zákonů v platném znění, sbírka zákonů České republiky

Příloha č.1

Tabulka č.9 - Příklad možného výstupu ze systému SEOD podle předem zadaných požadavků. Podobný, rozsáhlejší typ výstupu je využíván pro zjištění distribuce IED pracovníků při konkrétních činnostech v závislosti například na radiační situaci, délce pobytu, určených OOPP apod.

R_PRIKAZ	OBJEKT	ZARIZENI	CINNOST	HP10 [mSv]	RaS	OOPP	C_VSTUP	C_VYSTUP	CISLO_FD	PRIJMENI
123240101	2	99	2	0,188	HP50,4;AS,MDA	Rukavice textil.	9.2.2004 08:17	9.2.2004 08:51		
123060201	5	73	33	0,030	HP50,MDA;AS,MDA	Nic	9.2.2004 20:16	9.2.2004 22:27		
122980201	5	61	33	0,031	HP50,60;HP00,650;AS,MDA	Rukavice textil.	9.2.2004 15:37	9.2.2004 20:15		
104480301	5	10	1	0,055	HP50,32;AS,MDA	Rukavice tex.; Rukavice gum.; TYVEK; návleky; respirátor	10.2.2004 06:08	10.2.2004 17:19		
104520201	5	8	1	0,519	HP50,50;HP00,130;AS,25	Rukavice tex.; Rukavice gum.; prst. dozimetr; návleky; respirátor	11.2.2004 18:14	12.2.2004 04:58		
104570301	5	1	1	0,112	HP50,70;AS,22;AS,15	Rukavice tex.; Rukavice gum.; návleky; respirátor	14.2.2004 10:44	14.2.2004 17:01		
128080002	11	12	54	0,131	HP50,5;HP00,420;AS,200;AS,MDA	Rukavice tex.	14.2.2004 09:23	14.2.2004 17:07		
104570401	5	1	1	0,021	HP50,70;AS,22;AS,15	Rukavice tex.; Rukavice gum.; návleky; respirátor	14.2.2004 18:36	15.2.2004 04:50		
108460201	4	62	6	0,069	HP50,1400;HP00,3050;AS,MDA	Rukavice tex.; Rukavice gum.; doplň. dozimetr	17.2.2004 08:26	17.2.2004 09:36		
128770302	5	9	1	0,123	HP50,1;HP00,4;AS,20 HP50,65;AS,1	Rukavice gum.; návleky; TYVEK, respirátor	17.2.2004 06:41	17.2.2004 17:11		

	Evidenční č.: TE/DEKO/23 - 00/05	Technologický postup pro opakované odstranění aktivních částic ze zařízení pro vyjímání čidel neutronového toku	Počet stran: 100
	Revize 0 k připomínkování		Strana č.: 79 Revize č.: 0 Účinnost: 11.7. 2005

Příloha č.2 – Formulář předpracovní schůzky ALARA

Předpracovní schůzka ALARA (pre job training)		
Číslo: 002/05	Datum:	Provedl:
Věc: Odstranění vysoceaktivních částic (CRUD) ze zařízení pro vyjímání čidel neutronového toku – etapa E3		
Účastníci: vedoucí práce (VP) - pracovní skupina - pracovníci odd. 7523 -		
<p>Na výše uvedenou činnost je vystaven P-příkaz č. 30007556 02</p> <p>a R-příkaz č. 30000302 Činnost je prováděna dle technologického postupu – ev.č. TE/DEKO/20 - 00/04 rev1, konkrétně se jedná o provedení etapy E3.</p> <p>Radiační rizika:</p> <p>1) Uvolnění vysoceaktivních částic ze zařízení pro navíjení KNI při provádění jeho dekontaminace vnitřních částí případně při ostatních manipulacích s možným rizikem kontaminace pracovníků, pracovního prostředí a technologického zařízení <u>včetně rizika možné vnitřní kontaminace pracovníků.</u></p> <p>2) Vnější ozáření</p> <p>Nařízená opatření k zajištění RO v podmínkách zvýšeného radiačního rizika při provádění dekontaminace a odstranění vysoceaktivních částic ze zařízení pro navíjení KNI :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Povinností vedoucího práce je zajistit v součinnosti se směnovým mistrem radiační kontroly seznámení všech pracovníků podílejících se na realizaci činnosti s dokumenty uvedenými výše a provést konkrétní poučení pracovníků před zahájením prací ➤ Pracovníci jsou vybaveni prostředky osobní dozimetrické kontroly filmovým dozimetrem, elektronickým personálním dozimetrem, případně dle požadavku doplňkovým termoluminiscenčním dozimetrem a prstýnkovým dozimetrem. Požadované doplňkové dozimetry jsou předepsány v R-příkazu. Na činnost (etapa E3) je výše uvedeným technologickým postupem plánována IED ve výši 2 mSv a celkový KDE ve výši 6 mSv (pro Hp(10)). V případě nutnosti je možné hodnoty IED a KDE zvýšit – schvaluje měnový mistr RO a přítomný technický dozor dodavatele se zvláštní odbornou způsobilostí ➤ Dle radiační situace a nařízení pracovníka radiační kontroly provozu jsou pracovníci vybaveni doplňkovými, případně speciálními OOPP v rozsahu, ochranná kombinéza, celoobličejový štít nebo maska, návleky, gumové rukavice (radiační), bavlněné rukavice, respirátor – seznam je uveden na R-příkazu. Pracovníci jsou povinni používat OOPP a pohybovat se v těchto OOPP pouze v prostorách s velmi zvýšeným radiačním rizikem ➤ Při činnostech bude trvale přítomen pracovník odd. RO provozu, který může v případě potřeby rozhodnout o úpravě či doplnění nastavených podmínek pro zajištění RO 		

- Všichni pracovníci musí dbát na správné používání předepsaných OOPP, zvláště pak v případě používání celobličejevých štítů, obličejových masek nebo polomasek. (ochrana dýchacího ústrojí)
- Na příkaz pracovníků radiační kontroly provozu zřídít sanitární uzal
- Pokud je to možné, provedou pracovníci veškeré přípravné práce mimo prostor se zvýšeným radiačním rizikem
- Při přerušení práce jsou pracovníci povinni přejít na radiačně bezpečné místo, nezdržovat se v místě práce. Toto radiačně bezpečné místo určí před zahájením práce pracovník radiační kontroly provozu
- Vedoucí práce je povinen optimalizovat počet pracovníků pohybujících se v prostředí se zvýšeným radiačním rizikem nebo kontaminací tak, aby celková doba pobytu a tím pádem i obdržená dávka byla co možná nejnižší
- Je nutné zabránit možnému úniku částic mimo prostor opěrného kroužku
- Pracovníci jsou povinni sledovat průběžně čerpání IED na elektronických dozimetrech v průběhu pracovní činnosti
- V případě signalizace nastavené úrovně některého z pracovníků, tento pracovník neprodleně opustí pracoviště a signalizaci nahlásí vedoucímu práce a pracovníkovi radiační kontroly provozu
- Případné čerpání vyšší hodnoty IED než uvedené v R-příkazu v daném případě rozhodne směnový mistr RO (vystaví revizi R-příkazu se změněnou hodnotou povolené IED) se souhlasem osoby se zvláštní odbornou způsobilostí (dodavatel). Dohlížející osoba garantuje, že nebude překročena roční IED 20 mSv
- Po ukončení prací provést úklid pracovního prostoru a provést likvidaci všech vzniklých odpadů. Veškeré odpady likvidovat jako radiační odpady
- Po ukončení prací provést likvidaci sanitárního uzlu
- Po ukončení činnosti absolvují pracovníci kontrolní měření vnitřní kontaminace na zařízení „FASTSCAN“
- Po ukončení práce provede pracovník radiační kontroly provozu měření radiační situace před uzavřením R-příkazu a případně nařídí dekontaminaci pracoviště, zařízení a pracovního nářadí
- V případě potřeby mohou být další specifické požadavky a opatření k zajištění RO operativně nařízeny v R-příkazu popřípadě v PZRB (je obsahem R-příkazu typu zvláštní).

Na základě poznatků z průběhu předchozích činností na zařízení dne 13.1.a 14.1. věnovat zvýšenou pozornost těmto oblastem:

- přilepit rukavice lepicí páskou k rukávům kombinézy
- výstupy ze sanitárního uzlu
 - 1. STÁHNI RUKOU **V RUKAVICI** NÁVLEK Z JEDNÉ NOHY
 - 2. BOTOU **BEZ NÁVLEKU** ŠLÁPNI DO VANIČKY A STŮJ

- 3. **STEJNOU RUKOU** STÁHNI NÁVLEK Z DRUHÉ NOHY
- 4. DRUHOU BOTOU ŠLÁPNI DO VANIČKY A STŮJ
- 5. ODHOĎ NÁVLEKY DO PYTLE
- 6. **TEPRVE TEĎ** STÁHNI A ODHOĎ RUKAVICE
- 7. **OSUŠ BOTY** O HADR PŘED VANIČKOU
- Ochranné kombinézy sundávat u vnitřního sanitárního uzlu v opěrném kroužku
- respirátory sundávat jako poslední, až po svléknutí kombinézy

Za realizaci všech opatření RO je odpovědný příslušný vedoucí práce.

Vedoucí práce a členové pracovní skupiny a byli prokazatelně seznámeni s obsahem technologického postupu . TE/DEKO/20 - 00/04 rev1 a s obsahem R-příkazu typu ZV (s PZRB) č. 30000302 a s riziky vyplývajícími z činností dle výše uvedeného technologického postupu.

Dne :

.....
jména a podpisy zúčastněných osob

.....
pracovník útvaru 7521 ,7523

Příloha č.3 - Technologický postup na odstranění vysokoaktivních částic



LLDECO.CZ a.s., Dolní Valy 1436/22, 695 01 Hodonín

Oblast: Technika
 Úroveň: III - postup
 Evidenční číslo: TE/DEKO/23 - 03/06
 Archivní číslo: TE/DEKO/23 - 03/06
 Kód utajení: -
 Počet stran: 12
 Revize č.: 3 – schválená verze
 Účinnost: 15.11.2006

**Technologický postup pro opakované odstranění
 aktivních částic ze zařízení pro vyjímání čidel
 neutronového toku**

	Jméno	Datum	Podpis
Autor:	Ing.Jiří Dostál		
Spolupracoval:	Ing.Radek Trtílek Ivan Tichý, MBA		
Ověřili:	odd. V502050300 - Odpady a dekontaminace – Radek Vinkler		
	odd. V512020100 - Příprava TSA – Ing.Jan Barát		
	odd. V502020300 - RO provozu - Pavel Foltýn		
	odd. V502020100 - Řízení RO v ETE - Jaroslav Hak		
Schválil:	Ing.Radek Trtílek		
Distribuční místo:			
Přílohy			
č.	Název, označení		
1.			
2.			

ÚČEL

Účelem postupu je příprava a realizace odstranění a manipulace vysoceaktivních částic (VAČ) ze zařízení pro vyjímání KNI (navíjecí část, dále jen ZVKNI).

Cílem realizace práce je dosažení technickými prostředky ALLDECO co nejnižšího stupně zamoření vnitřního prostoru ZVKNI vysoceaktivními částicemi při navrženém rozsahu demontáže ZVKNI; cíl zahrnuje:

- bezpečné zachycení a odstranění VAČ z ZVKNI
- vložení VAČ do skladovací patrony
- umístění skladovací patrony do skladu pevných aktivních předmětů v obj. 801/03.

Předpokladem pro splnění uvedeného cíle je provedení důkladného monitoringu (radiačního a vizuálního) popsaného v etapě 1 (kap. 5), na základě jeho výsledků provedení rozvahy o shodě předpokladů pro etapu 2 tohoto postupu (kap. 6), a v případě přiměřené shody následné provedení prací a jejich vyhodnocení.

Tento technologický postup a v něm popsané činnosti vycházejí ze zkušeností získaných z předchozích prací na ZVKNI prováděných dle TP TE/DEKO/23-02/06.

ZKRATKY A DEFINICE

EPD	Elektronický osobní dozimetr
ETE	ČEZ a.s., elektrárna Temelín
EGS	ČEZ Energoservis
VAČ	Vysoceaktivní částice
PED	Příkon dávkového ekvivalentu
RAO	Radioaktivní odpady
RaS	Radiační situace
OK BOT	Opěrný kroužek BOT
T/L	tamponování lihem dle TE/DEKO/01/07
ZVKNI	Zařízení pro vyjímání čidel neutronového toku

VÝCHOZÍ PODKLADY A PŘEDPOKLADY

PODKLADY

- TP TE/DEKO/23-02/06
- schválená cenová kalkulace (revidovaný návrh pro 3. akci) ze dne 27.2.2006
- výkresová dokumentace
- výkresy č. 3080.02.00.000 SB, list 1 a list 2
- vlastní fotodokumentace z předchozích činností
- průběžná e-mailová komunikace s ETE

PŘEDPOKLADY

- je vyjmut čep na straně ovládací páky (zajišťuje EGS)
- ZVKNI je umístěno uvnitř opěrného kroužku BOT v 137a
- podlaha uvnitř OK BOT je pokryta PE folií (zajišťuje EGS při přípravě pracoviště)

- v pracovním prostoru OK BOT z přední strany ZVKNI (při pohledu od vstupu do OK BOT) je postavena pracovní plošina ve výšce cca 80 cm, která není pevně spojená se ZVKNI – umožňuje snadnou manipulaci jeřábem (zajišťuje ČEZ-ETE)
- stínící stěny z Radishieldu jsou k dispozici pro ALLDECO
- zaváděcí zařízení ZVKNI je volné (není zde zaseknuta část KNI)
- VAČ jsou tvořeny odlámanými a odprýskanými korozními částicemi z povrchové vrstvy čidel vzniklými při navíjení čidla na cívku (otěrem a ohybem) a drobnými úlomky zkřehlých částí čidel
- VAČ se budou dostávat do vznosu pouze nuceným prouděním (při odsávání) a bez proudění se budou gravitačně usazovat ve vnitřním prostoru ZVKNI
- je k dispozici pracovní prostor v 137a včetně osvětlení pracoviště, napájení 230 a 400 V/50 Hz
- je k dispozici funkční jeřáb v 137a včetně vázacích prostředků vhodné délky a odpovídající nosnosti
- oddělení RO provozu zajistí operativní měření na Fastscanu po ukončení E1 i mimo pracovní dobu

ZÁKLADNÍ ČLENĚNÍ POSTUPU PRACÍ

Základní členění akce na etapy:

Etapa 1 monitorování RaS a fyzické přístupnosti, pořízení obrazové dokumentace výchozího stavu

Etapa 2 zhodnocení shody předpokladů tohoto technologického postupu s realitou; vlastní vyjmutí VAČ a jejich umístění do skladu; vyhodnocení provedených prací formou technické zprávy. V případě významných rozdílů reality od předpokladů zpracování revize tohoto TP respektující skutečný stav.

Etapa 1 – monitorování navíjecího zařízení

MATERIÁL A POMŮCKY

- měřidla dle 5.5.1
- teleskopické tyče
- průmyslová kamera (snímač)
- TV monitor s videorekordérem včetně potřebných kabelových propojení
- vysavače opatřené HEPA filtry
- vysavač s regulací výkonu
- propojovací hadice a nástavce pro vysavače zajištěné proti náhodnému rozpojení
- prodlužovací kabely pro elektrické napájení
- dostatek PE fólií
- standardní pracovní vybavení včetně drobného ručního nářadí
- ochranné pomůcky a prostředky dle 5.5.1
- pomůcky pro manipulaci a skladování odpadů dle 5.5.2

NÁROČNOST

Předpoklad časové náročnosti E1:

jeden den - ranní směna

Personální náročnost:

- vedoucí práce
- jeřábník
- dva pracovníci dekontaminace z nichž alespoň jeden má vazačskou kvalifikaci
- technický dozor ALLDECO s přímou odpovědností za zajištění RO (podle & 27 Vyhl. 307/2002 Sb.)

VLASTNÍ POSTUP

PŘÍPRAVA PRÁCE

- seznámení pracovníků ALLDECO s organizací, postupem a riziky práce, seznámení provede zpracovatel postupu – technický dozor ALLDECO s přímou odpovědností za zajištění RO předpracovní schůzka ALARA pro oblast radiační ochrany (zajišťuje ČEZ-ETE)
- převzetí a označení pracoviště dle Me336 a SD 0026
- navezení pomůcek
- vytvoření sanitárního uzlu a jeho vybavení dle 5.5.1
- zřízení sběrného místa na odpady a jeho vybavení dle 5.5.2
- oživení vizuální záznamové techniky a měřidel

MONITORING SPODKU ZVKNI A JEHO DEKONTAMINACE

- orientační proměření PED a RaS v pracovním prostoru a na zařízení prostředky ALLDECO

- zdvih ZVKNI do výše cca 50 cm se současným měřením změny PED v pracovním prostoru pod ZVKNI
- prohlídka spodku zařízení kamerou na teleskopické tyči pro zjištění vizuálního stavu dosedacích ploch a zaváděcího otvoru
- detailní proměření PED na spodku ZVKNI v bodech:
 - kontaktní PED na povrchu překlápěcího kotouče ve vysypávacím otvoru
 - kontaktní PED na povrchu otvoru zaváděcího zařízení
 - pořízení filmového záznamu prostředky ALLDECO
- dekontaminace spodních přístupných ploch odsáváním a následným otěrem T/L

MONITORING VNITŘNÍHO PROSTORU

- připojení ZVKNI k elektrickému napájení (osvětlení vnitřního prostoru ZVKNI)
- pro monitoring bude využit otvor po čepu cívky (ø170 mm, délka cca 600 mm)
- vizuální kontrola a proměření PED vnitřní části:
 - proměření PED v prostorové síti pomocí čidla upevněného k teleskopické tyči v ose čepu, ve vertikální ose ZVKNI, ve vertikální ose překlápěcího kotouče a ve vertikální ose zaváděcího zařízení
 - vizuální kontrola s videozáznamem, zvláštní pozornost bude věnována prostoru rovnacích kladiček zaváděcího zařízení
- při vyjímání monitorovací techniky z otvoru po čepu bude vyjímána část kontinuálně odsávána a otírána lihem
- dekontaminace otvoru po čepu pomocí tamponu na teleskopické tyči s použitím lihu
- provedení stěru As a jeho vyhodnocení v otvoru po čepu (prostředky ALLDECO, upřesnění RaS pro potřeby dekontaminace)
- závěrečné operace:
 - zaslepení otvoru po čepu PE fólií
 - odpojení ZVKNI od elektrického napájení
 - demontáž manipulační a monitorovací techniky
 - dekontaminace manipulační a monitorovací techniky
 - úklid pracoviště, dekontaminace použitého vybavení
 - závěrečně proměření RaS na pracovišti

OPATŘENÍ V PŘÍPADĚ TECHNOLOGICKÉ PORUCHY

Jsou uvažovány tyto možné technologické poruchy:

- zaseknutí jeřábu se zavěšeným ZVKNI
 - přerušení práce
 - zabezpečení pracoviště
 - informování pracovníka radiační ochrany a směnového mistra BAPP pro urychlené zjištění a odstranění poruchy
- zaseknutí monitorovací techniky uvnitř ZVKNI
 - přerušení práce
 - informování manažera akce ZVKNI na straně ETE
 - dohodnutí dalšího postupu.

ZÁZNAMY

- denní záznam do deníku ALLDECO o prováděných činnostech minimálně v tomto rozsahu (záznamy povede technický dozor nebo vedoucí práce ALLDECO):
 - a) datum, jméno vedoucího práce, počet a jména pracovníků
 - b) časová náročnost prováděných činností
 - c) detailní postup práce s uvedením časových, organizačních a technických údajů
 - d) výsledky monitorování ZVKNI dle tohoto postupu
 - e) záznamy o monitorování parametrů radiační bezpečnosti (EDP, PED na pracovišti – viz kap. 5.5.1)
- fotodokumentace
- dle závažnosti a možností filmová dokumentace vnitřních prostorů ZVKNI

BEZPEČNOSTNÍ OPATŘENÍ

RADIAČNÍ BEZPEČNOST

Výchozí předpoklady:

- všechny práce na pracovišti v 137a související s manipulací se ZVKNI a při pracích spojených se zásahem do ZVKNI jsou vykonávány pod operativním dohledem pracovníka RO provozu ETE. Práce jsou vykonávány dle R-příkazu typu ZV a dle zpracovaného PZRO, které je nedílnou součástí R-příkazu.
- všechny práce na pracovišti v 137a související s vlastním monitorováním (práce při manipulaci se ZVKNI a při pracích spojených se zásahem do ZVKNI) jsou vykonávány pod dohledem pracovníka ALLDECO s přímou odpovědností za zajištění RO (podle & 27 Vyhl. 307/2002 Sb.)
- pracovníci jsou prokazatelně poučeni a seznámeni:
 - s cíli práce
 - s organizací a postupem práce
 - s riziky práce spojené s manipulací s ZVKNI, zásahy do ZVKNI a manipulací s odpady
 - s bezpečnostními opatřeními
- jsou k dispozici měřidla:
 - přístroje pro měření As, PED, Av (AER) v držení odd. RO provozu ETE
 - přístroje pro měření plošné kontaminace beta + gama (FHT 111M, RP 114 – prostředky ALLDECO)
 - přístroje pro měření PED (RDS 200 s externí gama sondou, FH 40 – prostředky ALLDECO)
 - vybavení pracovníků prostředky ODK: standardní FD, EPD, doplňkový náramkový TLD dozimetr
 - mimo základní ochranné pomůcky jsou k dispozici tyto pomůcky:
 - ochranné oděvy Tyvek nebo jejich ekvivalent (Potex - CH)
 - polomasky Silner
 - rukavice se zvýšenou radiační odolností (modré)
 - v případě potřeby jsou k dispozici dýchací přístroje a maska Provizor s nucenou ventilací ProFlow 2 (prostředky ALLDECO)
- jsou k dispozici stínící betonové bloky a rámy pro Radishield

ORGANIZAČNÍ OPATŘENÍ K ZAJIŠTĚNÍ RADIAČNÍ BEZPEČNOSTI V PRŮBĚHU PRÁCE

- vysavač pro odsávání je umístěn tak, že proud vystupujícího vzduchu nezasahuje pracovníky (např. za zástěnou z PVC fólie)
- určení pracovníků pro vstup do pracovního prostoru (prostor uvnitř opěrného kroužku BOT)
- průběžné sledování a vyhodnocování RaS (prostředky ALLDECO – externí gama sonda připevněná k teleskopické tyči a měření PED v pracovním a manipulačním prostoru)
- průběžné sledování a vyhodnocování RaS pracovníky odd. RO provozu – vyžádá si vedoucí práce před zahájením činností
- stanovení ochranných pomůcek pro vstup do pracovního prostoru – dle R-příkazu
- stanovení doby práce v prostoru s omezeným pobytem včetně doby případného střídání pracovníků – dle R-příkazu
- budou minimalizovány ruční operace ve vnitřních prostorech ZVKNI – v maximální možné míře budou používány technické prostředky (teleskopické tyče, dálkově ovládané kleště)
- náramkový TLD dozimetr použije pracovník při manipulacích rukama v prostoru otvoru po čepu, prostoru otvorů ve spodní části ZVKNI, při dekontaminaci monitorovací techniky a manipulacích s použitými dekontaminačními prostředky
- pro zabránění kontaminace náramkového TLD dozimetru, bude tento překryt rukávem ochranného oděvu.
- zvláštní pozornost a dohled bude zajištěn při manipulaci s výměnou PE fólie na podlaze pod ZVKNI (kontrola kontaminace okolí, skládání fólie směrem dovnitř, pomalé pohyby)
- po dobu rizikových operací bude podle pokynů pracovníka RO provozu zajištěno SMPO vypnutí VZT systému místnosti
- po dobu manipulací bude zabráněno přístupu neoprávněných osob do místnosti, nebo do blízkosti pracoviště (ohrazení pracoviště páskou) – zodpovídá VP

KRITÉRIA PRO RAS V PRŮBĚHU A NA KONCI PRÁCE

V průběhu práce:

- PED v pracovním prostoru SK BOT - nestanoveno
- PED v prostoru pro ostatní práce mimo SK BOT pod 0,1 mSv/h
- As v prostoru uvnitř SK BOT pod 100 Bq/cm² – nevztahuje se na aktivní částice. Při zjištění výskytu těchto částic se provedou opatření neprodleně, bez zbytečného odkladu.
- As mimo SK BOT na pracovišti pod 10 Bq/cm² – nevztahuje se na aktivní částice. Při zjištění výskytu těchto částic se provedou opatření neprodleně, bez zbytečného odkladu.

Na konci práce (E1):

- PED bez stanovení mezní hodnoty s ověřením, zda neobsahuje aktivní částici
- As v prostoru uvnitř SK BOT pod 3 Bq/cm²
- As mimo SK BOT na pracovišti pod 3 Bq/cm²

KRITÉRIA PRO ZÁTĚŽ PERSONÁLU V PRŮBĚHU E1

- IED max. pro pracovníka 2 mSv
- KED pro skupinu 4 pracovníků 6 mSv
- ekvivalentní dávka na ruce (prstýnkový TLD) pro jednotlivce 20 mSv/den, 50 mSv/E1

KRITÉRIA PRO NÁHLÉM ZHORŠENÍ RAS

V prostoru uvnitř SK BOT se za náhlé zhoršení RaS považuje zjištění trojnásobku předchozí naměřené hodnoty, nebo Av (AER) větší než 2 kBq/m³.

Po ukončení prací E1 absolvují pracovníci operativní měření na Fastscanu.

OPATŘENÍ PŘI NÁHLÉM ZHORŠENÍ RAS

- zastavení práce
- posouzení a zhodnocení situace
- stanovení dalšího postupu
- v případě podezření na výskyt VAČ pracovníkem ALLDECO mimo vnitřní prostor ZVKNI přivolání pracovníka radiační kontroly provozu ETE pro vyhledání částice za účelem jejího následného odstranění

ODPADY

Organizační opatření k zajištění manipulací s odpady:

- uvnitř OK BOT (popřípadě vně – dle prostorových možností) je zřízen a označen sběrný uzal odpadů ohrazený stínícími bloky. Tento uzal je určen pro sběr hadrů použitých při dekontaminaci spodku ZVKNI, monitorovací techniky a případném stěru VAČ. Na použité OOPP bude sloužit sběrný uzal v sanitárním uzlu před vchodem do pracovního prostoru.

- se vzniklým odpadem je nakládáno v souladu s SD011rev 00 – Nakládání s odpady v KP a SP ETE
- pokud to bude vyžadovat radiační situace budou odpady manipulovány do sběrného uzlu pomocí teleskopických tyčí a dálkově ovládaných kleští
- pokud budou při E1 kontaminovány vnitřní povrchy vysavače resp. jejich části nebo spojovací materiál nad kontaktní PED vyšší než 0,1 mSv/hod, bude tento skladován na TFP ve stínících kontejnerech v místnosti C460, označen a následně použit pro provozní dekontaminaci nebo zneškodněn jako RAO (posoudí vedoucí pracovní ALLDECO). Transport těchto kontaminovaných zařízení z 137a na TFP bude proveden s využitím 200l manipulačních stínících obalů (za tímto účelem bude na TFP připraven 1 ks)
- po ukončení E1 nebo bude-li to vyžadovat situace, budou odpady převezeny na TFP

ETAPA 2 – REALIZACE VLASTNÍHO ODSTRANĚNÍ VAČ A JEJICH BEZPEČNÉ ULOŽENÍ DO SKLADOVACÍ PATRONY

CÍL ETAPY 2

Cílem E2 je za použití technických prostředků ALLDECO dosažení co nejnižšího stupně zamoření přístupného vnitřního prostoru ZVKNI vysoceaktivními částicemi při schváleném rozsahu demontáže ZVKNI tj. při sejmutí stínícího víka. Zamoření ostatních nedostupných prostorů (zvláště prostor za bronzovým vodícím pouzdrem rovnacích kladiček) **může přetrvávat**. Navržený postup a rozsah dekontaminace vychází z výsledků monitoringu v E1 a zkušeností z předchozí akce.

MATERIÁL A POMŮCKY

viz materiál a pomůcky uvedené v kapitole 5.1 rozšířené o:

- upravený stíněný cyklónový odlučovač se stojanem
- 2 ks dálkově ovládaných mechanických kleští
- 2 ks závěsných čepů pro stínící víko
- pro operativní potřebu dostínění (např. pro stojan s pytlím na odpad) mobilní betonové stínící bloky
- do OK BOT je zavezen transportní kontejner (bez tlumičů pádu) s vloženou skladovací patronou

NÁROČNOST

Předpoklad časové náročnosti E2:

první den – ranní a odpolední směna
druhý den – ranní směna

Personální náročnost:

- vedoucí práce
- jeřábník
- 2 pracovníci dekontaminace z nichž alespoň jeden má vazačskou kvalifikaci

- technický dozor ALLDECO s přímou odpovědností za zajištění RO (podle & 27 Vyhl. 307/2002 Sb.)

VLASTNÍ POSTUP ODSTRANĚNÍ VAČ

PŘÍPRAVA PRÁCE

- seznámení pracovníků ALLDECO s organizací, postupem a riziky práce, seznámení provede zpracovatel postupu (technický dozor ALLDECO)
- absolvování předpracovní schůzky ALARA pro oblast radiační ochrany (zajišťuje ČEZ-ETE)
- otevření R-příkazu (typu ZV)
- vytyčení radiačně bezpečného místa pro pobyt pracovníků
- převzetí pracoviště, kontrola jeho stavu po předchozí E1 a případné uvedení pracoviště do souladu dle Me336 a SD 0026 (respektive 27.08 sd)
- navezení pomůcek
- kontrola stavu sanitárního uzlu a jeho případné dovybavení dle 6.7.1
- zřízení sběrného místa na odpady a jeho vybavení dle 6.7.2
- sestavení a odzkoušení vysavače s připojeným cyklonovým odlučovačem
- oživení vizuální záznamové techniky

SEJMUTÍ STÍNÍČÍHO VÍKA A ODSTRANĚNÍ VAČ Z JEHO VNITŘNÍHO POVRCHU

- povolení záslepných šroubů M64, jejich vyjmutí a instalace závěsných čepů
- povolení a odstranění šroubů M20 na dělicí rovině ZVKNI
- zdvih stínícího víka ve vertikální ose a jeho přemístění nad volnou plochu v pracovním prostoru
- otření spodních ploch dělicí roviny a ochranného skla stínícího víka metodou T/L
- změření PED; As spodní plochy pomocí otěrů, vyhodnocení.
- transport stínícího víka mimo pracovní prostor v OK BOT a jeho uložení na předem připravené místo tak, aby nedošlo k poškození ochranného skla – podložení víka pouze v místě ocelové příruby, pryžové podložky **nesmí zasahovat** pod sklo (poznámka: po ukončení E2 bude stínící víko usazeno zpět – přesný postup a časový plán po dohodě se SYS)

ODSTRANĚNÍ VAČ Z DOSTUPNÝCH VNITŘNÍCH PROSTORŮ ZVKNI

- proměření RAS v pracovním prostoru OK BOT po sejmutí stínícího víka, stanovení míst, odkud budou pracovníci vykonávat jednotlivé úkony
- instalace externí gama sondy do prostoru - odpovídajícího přibližně výšce hrudi pracovníka stojícího na plošině - pro monitoring změn radiačního pole při odstraňování VAČ
- detailní prohlídka vnitřních prostorů ZVKNI po sejmutí stínícího víka – zvláštní pozornost bude věnována situaci u rovnacích kladiček. Prohlídka bude provedena pomocí kamery připevněné k teleskopické tyči, pracovník ovládající tyč bude stát tak, aby byl mimo odkrytý vnitřní prostor.
- připojení samostatné cyklony k vysavači a sací hubici. Propojení bude provedeno hadicí odpovídajícího průměru se zpevňující spirálou, spoje budou zajištěny proti rozpojení lepící páskou. Cyklona bude vložena přímo do skladovací patrony v transportním kontejneru, hadicové propoje budou přitlačeny horním šoupátkem kontejneru k jeho

stěně. Pro případ uvíznutí VAČ v hadici bude hadice dle možností odstíněna pruhy Radishield (3 vrstvy jsou ekvivalentní 1cm olova)

- první krok odsávání VAČ: cílem bude odsátí VAČ s nejvyšším PED (úlomků čidel KNI) z prostoru rovnacích kladiček. Sací hubice bude naváděna dle skutečných prostorových a manipulačních možností pomocí dálkově ovládaných kleští a záběrů z kamery. Nejprve budou odsáty VAČ z bronzového pouzdra, poté budou povysunuty rovnací kladičky a budou odsáty VAČ z míst čepů kladiček.
- po ukončení odsávání budou hadicové propoje u šoupátka kontejneru odříznuty a uvolněním šoupátka propadne cyklona do skladovací patryny.
- v případě, že odsávání nebude úspěšné, bude proveden pokus o uchopení úlomků čidel KNI pomocí dálkově ovládaných kleští. Postup bude určen operativně technickým dozorem ALLDECO a přítomným pracovníkem RO, na základě skutečných prostorových a manipulačních možností a RAS v pracovním prostoru.
- druhý krok odsávání VAČ, bude proveden pouze v případě úspěšného odstranění VAČ z prostoru rovnacích kladiček a jeho provedení bude závislé na skutečné RAS v pracovním prostoru. V tomto kroku budou odsáty VAČ ze zbývajících vnitřních prostorů ZVKNI a z vnějšího povrchu překlápěcího kotouče. Sací hubice bude naváděna dálkově ovládanými kleštěmi. K zachycení VAČ bude použita cyklona, umístěná ve stíněném stojanu. Po ukončení odsávání bude pomocí manipulátoru cyklona přeložena do skladovací patryny v transportním kontejneru.
- v návaznosti na úspěšné odsátí VAČ v obou předcházejících krocích, bude vnitřní prostor ZVKNI dočištěn metodou T/L a to s využitím dálkově ovládaných kleští nebo teleskopických tyčí na nejnižší rozumně dosažitelnou úroveň.
- vyhodnocení PED a As ve vnitřních prostorech ZVKNI
- závěrečné operace:
 - demontáž veškeré manipulační a monitorovací techniky
 - dekontaminace manipulační a monitorovací techniky
 - úklid pracoviště, dekontaminace použitého vybavení
 - závěrečně proměření RaS na pracovišti
 - zrušení a předání pracoviště

Poznámka: vyvezení transportního kontejneru z OK BOT, jeho osazení tlumiči pádu a transport do skladu pevných aktivních předmětů bude proveden dle standardního provozního předpisu.

Opatření v případě technologické poruchy

Jsou uvažovány tyto možné technologické poruchy:

- zaseknutí jeřábu se zavěšeným stínícím víkem
 - přerušeni práce
 - zabezpečení pracoviště
 - informování pracovníka RO provozu a SMPO pro urychlené zjištění a odstranění poruchy
- zaseknutí dekontaminační techniky ve vnitřních prostorech ZVKNI
 - přerušeni práce
 - informování manažera akce ZVKNI na straně ETE
 - dohodnutí dalšího postupu.
- vypadnutí hadicového nástavce nebo hadry z čelistí dálkově ovládaných kleští a jejich zapadnutí do vnitřních prostor ZVKNI
 - přerušeni práce
 - informování pracovníka RO provozu
 - pokus o odstranění tohoto stavu uchopením a vytažením zapadlého předmětu dostupnými technickými prostředky
 - v případě neúspěchu přerušeni práce, informování manažera akce ZVKNI na straně ETE
 - dohodnutí dalšího postupu.

ZÁZNAMY

Viz rozsah záznamů uvedených v kapitole 5.4

BEZPEČNOSTNÍ OPATŘENÍ

RADIAČNÍ BEZPEČNOST

ORGANIZAČNÍ OPATŘENÍ K ZAJIŠTĚNÍ RADIAČNÍ BEZPEČNOSTI V PRŮBĚHU PRÁCE

- vysavač pro odsávání je umístěn tak, že proud vystupujícího vzduchu nezasahuje pracovníky (např. za zástěnou z PVC fólie)
- v průběhu práce bude v pracovním prostoru zapnutá AMS, při signalizaci AMS VP přeruší práci, pracovníci opustí pracovní prostor, VP zavolá pracovníka RO
- na vstupu do pracovního prostoru bude zřízen sanitární uzel, druhý SU bude zřízen na vstupu do prostoru uvnitř OK BOT
- do vnitřního pracovního prostoru budou pracovníci vstupovat pouze v TYVEKu s řádně nasazenou kapucí, lemem navlečeným přes polomasku, gumových rukavicích přilepených lepící páskou k rukávům a s respirační ochranou.
- zvýšená pozornost bude věnována postupu svlékání OOPP - riziko kontaminace pokožky (předloktí, hlava, týl, apod.), před svlékáním OOPP bude provedena dozimetrická kontrola těla

- při výstupu z vnitřního SU do vnějšího bude dodržen postup: svléknout TYVEK, rukavice, návleky, respirační ochranu, do vnějšího SU obléknout čisté návleky
- výstup z vnějšího SU ven a vstup zvenku do vnějšího SU bude prováděn standardním způsobem
- budou určeni pracovníci pro vstup do pracovního prostoru (prostor uvnitř stínícího kroužku BOT a nad ZVKNI při sejmutém víku)
- průběžné sledování a vyhodnocování RaS (prostředky ALLDECO – externí gama sonda připevněná k teleskopické tyči a měření PED v pracovním a manipulačním prostoru)
- průběžné sledování a vyhodnocování RaS pracovníky odd. RO provozu – vyžádá si vedoucí práce před zahájením činností
- stanovení a přidělení ochranných pomůcek pro vstup do pracovního prostoru – dle R-příkazu
- stanovení doby práce v pracovním prostoru včetně doby případného střídání pracovníků – dle R-příkazu
- budou minimalizovány ruční operace ve vnitřních prostorech ZVKNI – v maximální možné míře budou používány technické prostředky (teleskopické tyče, dálkově ovládané kleště)
- náramkové TLD dozimetry použijí všichni pracovníci s potenciálním vstupem do pracovního prostoru a výkonem činností v tomto prostoru a také ti pracovníci, kteří budou provádět následnou dekontaminaci použitých technických prostředků (zvláště pro manipulaci s hadicemi od vysavače apod.)
- po dobu rizikových operací bude podle pokynů pracovníka RO provozu zajištěno SMPO vypnutí VZT systému místnosti
- po dobu manipulací bude zabráněno přístupu neoprávněných osob do místnosti, nebo do blízkosti pracoviště (ohrazení pracoviště páskou) – zodpovídá VP
- kamera a externí gama sonda včetně kabelového vedení bude před vsunutím do vnitřních prostor ZVKNI zabalena do PE rukávu

KRITÉRIA PRO RAS V PRŮBĚHU A NA KONCI PRÁCE

V průběhu práce:

- PED v pracovním prostoru OK BOT - nestanoveno
- PED v prostoru pro ostatní práce mimo OK BOT pod 0,1 mSv/h
- As v prostoru uvnitř OK BOT pod 100 Bq/cm² – nevztahuje se na aktivní částice. Při zjištění výskytu těchto částic se provedou opatření neprodleně, bez zbytečného odkladu.
- As mimo OK BOT na pracovišti pod 10 Bq/cm² – nevztahuje se na aktivní částice. Při zjištění výskytu těchto částic se provedou opatření neprodleně, bez zbytečného odkladu.

Na konci práce (E2):

- PED bez stanovení mezní hodnoty s ověřením, zda neobsahuje aktivní částici
- As v prostoru uvnitř OK BOT pod 3 Bq/cm²
- As mimo OK BOT na pracovišti pod 3 Bq/cm²

KRITÉRIA PRO ZÁTĚŽ PERSONÁLU V PRŮBĚHU E2

- IED max. pro pracovníka 4 mSv

- KED pro skupinu 4 pracovníků 10 mSv
- ekvivalentní dávka na ruce (prstýnkový TLD) pro jednotlivce 20 mSv/den, 50 mSv/E2

KRITÉRIA PRO NÁHLÉ ZHORŠENÍ RAS

V prostoru uvnitř OK BOT se za náhlé zhoršení RaS považuje zjištění trojnásobku předchozí naměřené hodnoty, nebo A_v (AER) větší než 2 kBq/m^3 .

Po ukončení prací E2 absolvují pracovníci operativní měření na Fastscanu a to ještě týž den, nebo ukončí-li činnost po 14 hod., nejbližší následující pracovní den.

OPATŘENÍ PŘI NÁHLÉM ZHORŠENÍ RAS

- zastavení práce
- posouzení a zhodnocení situace
- stanovení dalšího postupu
- v případě podezření na výskyt VAČ pracovníkem ALLDECO mimo vnitřní prostor ZVKNI přivolání pracovníka radiační kontroly provozu ETE pro vyhledání částice za účelem jejího následného odstranění
- Při vzniku podezření na přítomnost VAČ mimo zařízení ZVKNI, přivolá vedoucí práce pracovníka RO provozu ETE, který organizuje nápravná opatření a všichni pracovníci jsou povinni uposlechnout jeho příkazy.

ODPADY

Viz kapitola 5.5.2 s tím, že sběrný uzel ohrazený stínícími bloky bude zřízen vně OK BOT (dle skutečných prostorových možností).

Příloha č.4 - Fotodokumentace

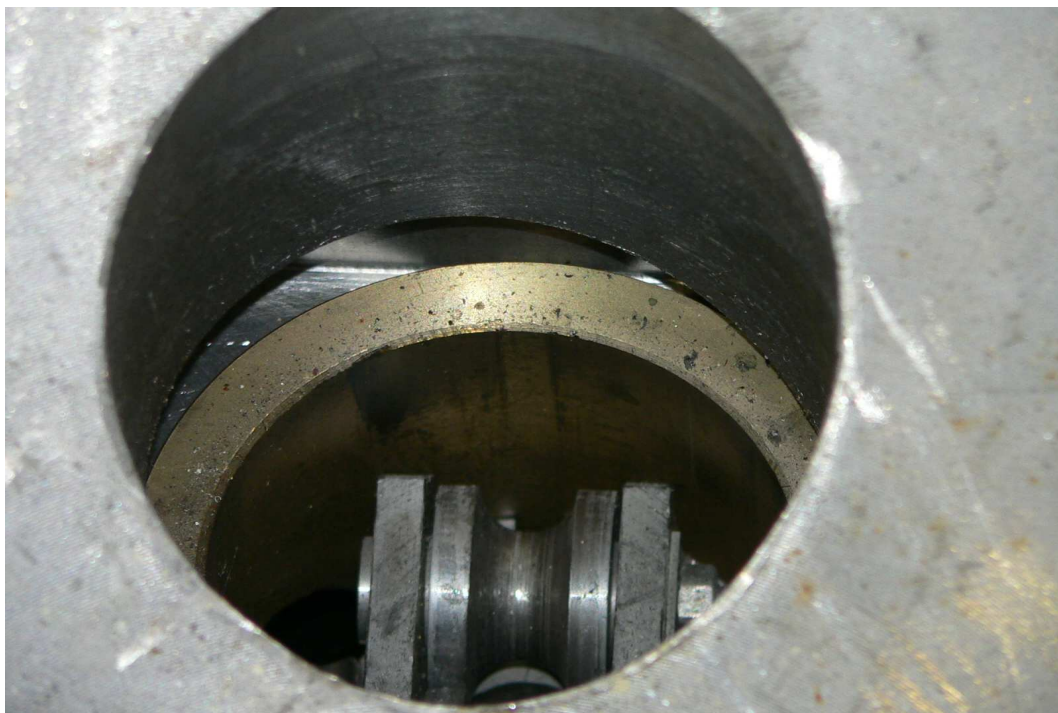
Pohled na zařízení pro navíjení KNI



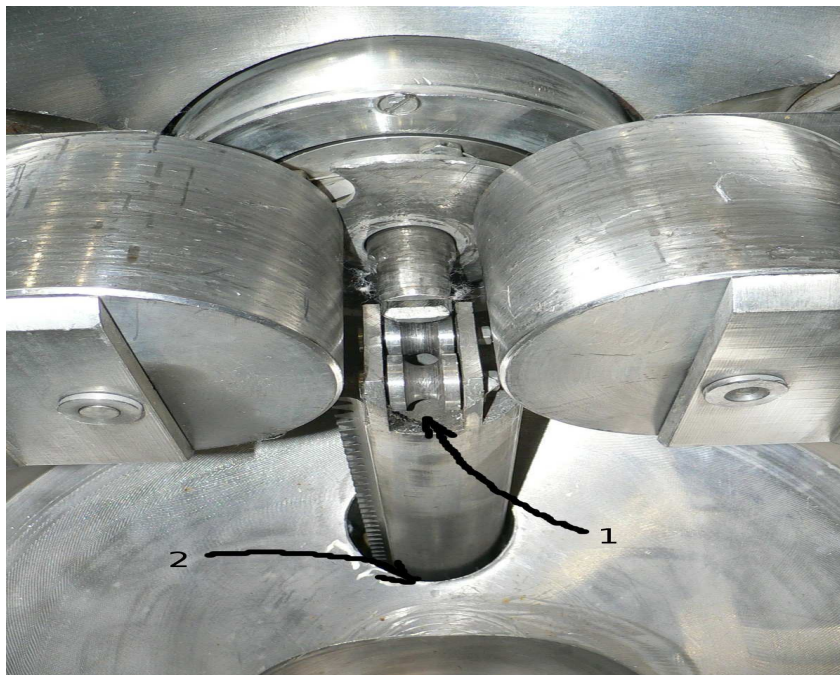
Pohled na vnitřní mechanismus zařízení



Detail vodícího segmentu



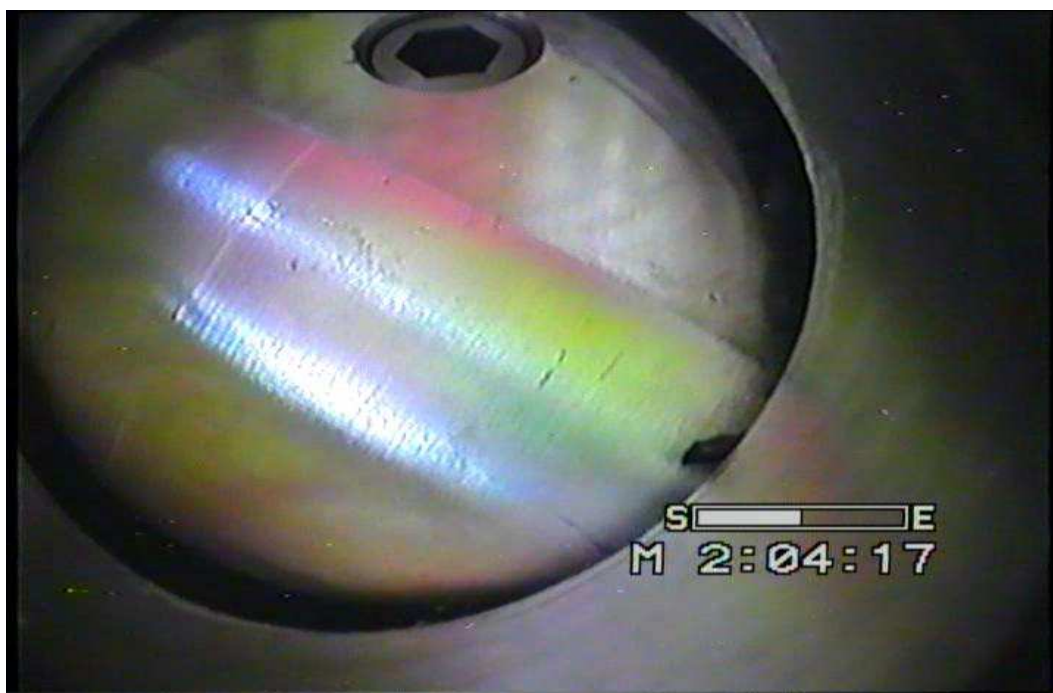
Pohled na vysunuté rovnací „kladičky“



Nalezený úlomek z čidla KNI o PED = 1 Sv/hod. (Zalisovaný do nátěru)



Úlomek čidla zachycený pod lemem vysypávacího kotouče



Prostor vodičího pouzdra rovnacích kladiček, zaplněný úlomky různých velikostí



Úlomky čidla vedle čepů rovnacích kladiček



*Stav po odstranění úlomků z prostoru vodícího pouzdra a rovnacích kladiček.
Obraz je již velmi „zarušen“ vysokým PED*

