

Technická správa

Predprevádzková bezpečnostná správa

Kapitola 11.01 Aplikácia princípu ALARA

Stavba: Dostavba 3. a 4. blok JE Mochovce, stavenisko: Jadrová časť

Construction: 3&4 Unit NPP Mochovce Completion, site: Nuclear Island

Stavebník: Slovenské elektrárne, a.s., Bratislava, 3. a 4. blok JE Mochovce

Constructor: Slovenské elektrárne, a.s., Bratislava, 3&4 Unit NPP Mochovce

		LC					
SE Rev	Date / Dátum	IS	Supervision Outcome / Stav schválenia	Supervised by / Overil		Checked by / Kontroloval	Approved by / Schválil
			Language / Jazyk	S	Safety Class / Bezpečnostná trieda	N	SEC. INDEX / INDEX utajenia
			Submitted to Client to / Predložené odberateľovi na:		Approval / Schválenie	A	Information Only / Len na informáciu
The SE a.s. approval refers to the contract clauses only. All design responsibilities are charged to the Contractor / Schválenie SE a.s. sa vzťahuje iba na zmluvné náležitosti. Za vypracovanie projektu nesie dodávateľ plnú zodpovednosť.							
EPS No / Číslo EPS: PNM34365000		Revision index / Index revízie: 10		Size / Veľkosť	Activity Code / Aktivita	Type / Subtype Typ / Podtyp	Discipline / Profesia
File name / Názov súboru:		SE doc. Code / SE číslo dokumentu: PNM34373964		A4	6.01	RS	Z
 * P N M 3 4 3 7 3 9 6 4 1 0 *				Sheet / List	Of / z		Plant System / Systém elektrárne
				1	84		Component / Komponent

SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952				VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09			
Part name / Označenie časti: PNM3437396410_S_C00_V				Issued on / Vydané dňa: 29.07.2019			
Kód citlivosti ¹⁾ / Sensitivity code ¹⁾	3	Name / Meno	Organization / Organizácia	Dept. / Útvar	Date / Dátum	Signature / Podpis	
Author / Vypracoval:			• VUJE, a.s.	• 0730	• 29.07.2019		
Co-author / Spolupracoval:			• VUJE, a.s.	• 0730	• 29.07.2019		
			•	•	•		
			•	•	•		
			•	•	•		
Checked by / Kontroloval:			• VUJE, a.s.	• 0220	• 31.07.2019		
			•	•	•		
Verified by / Overil:			• VUJE, a.s.	• 0720	• 31.07.2019		
Approved by / Schválil:			• VUJE, a.s.	• 1703	• 31.07.2019		

Tento dokument je vlastníctvom Slovenských elektrární, a.s.. Tento dokument, ako aj informácie z neho, môžu byť použité, kopírované, rozmnožované alebo zverejňované iba so súhlasom Slovenských elektrární, a.s.. Uvedené riešenie je obchodným tajomstvom VUJE, a.s..

This document is property of Slovenské elektrárne, a.s. This document as well as information it contains can only be used, copied, reproduced or published with consent of Slovenské elektrárne, a.s. The solution presented is trade secret of VUJE, a.s.

List of document part

Zoznam častí dokumentu

Por. č. No.	Názov dokumentu Document name	Ev. č. súboru časti dokumentu / File ref. No. of document part	Číslo revízie / Revision No.
1.	• Predprevádzková bezpečnostná správa • Kapitola 11.01 Aplikácia princípu ALARA	• PNM3437396410_S_C00_V	• 10
2.	• Predprevádzková bezpečnostná správa • Kapitola 11.01 Aplikácia princípu ALARA	• PNM3437396410_S_C01_V	• 10
3.	•	•	•
4.	•	•	•
5.	•	•	•
6.	•	•	•
7.	•	•	•
8.	•	•	•
9.	•	•	•
10.	•	•	•
11.	•	•	•

OBSAH

OBSAH	4
ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ	5
POJMY A TERMÍNY	8
ÚVOD	9
11.1.1 Požiadavky legislatívy v oblasti radiačnej ochrany	10
11.1.1.1 Medzinárodné odporúčania a príslušné legislatívne štandardy v oblasti radiačnej ochrany	10
11.1.1.2 Požiadavky národnej legislatívy v oblasti zabezpečenia radiačnej ochrany	12
11.1.2 Koncepcia radiačnej ochrany a požiadavky na jej zabezpečenie	16
11.1.2.1 Základné veličiny radiačnej ochrany	16
11.1.2.2 Základné princípy radiačnej ochrany	18
11.1.2.3 Limity dávok	19
11.1.2.4 Radiačná ochrana pracovníkov	20
11.1.2.5 Radiačná ochrana obyvateľstva	21
11.1.3 Kvantitatívne bezpečnostné ciele pre rádiologický vplyv MO34	23
11.1.4 Aplikácia princípu ALARA na MO34	25
11.1.4.1 Aplikácia princípu ALARA v projekte	27
11.1.4.2 Aplikácia princípu ALARA počas prevádzky	31
11.1.5 Ocenenie dávkovej záťaže pracovníkov za normálnej a abnormálnej prevádzky a v prípade	
projektovej havárie	36
11.1.5.1 Ocenenie dávkovej záťaže pracovníkov za normálnej prevádzky	36
11.1.5.2 Dávková záťaž pri abnormálnej prevádzke	41
11.1.5.3 Dávková záťaž pri projektových haváriách	42
11.1.6 Tabuľková príloha	43
11.1.7 Obrázková príloha	58
LITERATÚRA	79
ZOZNAM TABULIEK	83
ZOZNAM OBRÁZKOV	84

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ

AE	Atómová elektrárň
ALARA	As Low As Reasonable Achievable - tak nízko ako je rozumne dosiahnuteľné s uvážením technických, ekonomických a sociálnych možností
ČR	Česká republika
ČSSR	Československá socialistická republika (bývalé usporiadanie Českej republiky a Slovenskej republiky)
DRK	Dozorňa radiačnej kontroly
E50	Efektívna dávka za dobu života 50 rokov
EMO	Jadrová elektrárň Mochovce
EMO12	Jadrová elektrárň Mochovce 1. a 2. blok
EU	Európska únia
GO	Generálna odstávka
HH SR	Hlavný hygienik SR
I.O.	Primárny okruh
IAEA	Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu (angl. International Atomic Energy Agency)
ICRP	International Commission on Radiological Protection (Medzinárodná komisia pre rádiaologickú ochranu)
IED	Individuálna efektívna dávka
ILO	Medzinárodný úrad práce (angl. World Health Organisation)
ISRK	Informačný systém radiačnej kontroly
IŽ	Ionizujúce žiarenie
JE	Jadrová elektrárň
JZ	Jadrové zariadenie
KED	Kolektívna efektívna dávka
KP	Kontrolované pásmo
KPI	Kľúčové indikátory efektívnosti (efektívnosti programu radiačnej ochrany)
LaP	Limity a Podmienky bezpečnej prevádzky
MAAE	Medzinárodná agentúra pre Atómovú energiu
MaR	Meranie a Regulácia

MO34	Jadrová elektrárň Mochovce 3. a 4. blok
MPK	Maximálna povolená koncentrácia
MZ SR	Ministerstvo zdravotníctva Slovenskej republiky
NR SR	Národná rada Slovenskej republiky
NV SR	Nariadenie vlády Slovenskej republiky
OD	Osobná dozimetria
ODK	Osobná dozimetrická kontrola
OECD	Organizácia pre ekonomickú spoluprácu a rozvoj (angl. Organization for Economic Co-operation and Development)
OPO	Operátor primárneho okruhu
OTK	Odborná technická kontrola
PBS	Predbežná bezpečnostná správa
PG	Parogenerátor
PpBS	Predprevádzková bezpečnostná správa
PÚ	Prevádzkové útvary
PWR	Tlakovodný reaktor (angl. Pressurized Water Reactor)
QA	Zabezpečenie kvality
RAO	Radioaktívny odpad
RKP	Radiačná kontrola prevádzky
RL	Rádioaktívne látky
RN	Rádionuklid
RO	Radiačná ochrana
SE	Slovenské elektrárne, a.s.
SE-EBO	Slovenské elektrárne – Atómové elektrárne Jaslovské Bohunice
SKR	Systém kontroly a riadenia
SR	Slovenská republika
SRK	Systém radiačnej kontroly
TRU	Transurány
ÚJD SR	Úrad jadrového dozoru SR
UNSCEAR	Vedecký výbor Spojených národov pre účinky atómového žiarenia (angl. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation)
ÚP	Úvodný projekt

ÚVZ SR	Úrad verejného zdravotníctva SR
VP	Vykonávací projekt
VRB	Vedúci reaktorového bloku
VUJE	VUJE a.s. Trnava
VVER	Voronežský typ tlakovodného reaktora (vodo-vodný energetický reaktor)
WHO	Svetová zdravotnícka organizácia (angl. World Health Organisation)
ZI	Zmenový inžinier
ZPZ	Návrh zadania pre projekt zmien
ŽP	Životné prostredie

POJMY A TERMÍNY

Medzná dávka je obmedzenie, ktoré sa používa v procese optimalizácie pri plánovanej situácii ožiarenia na obmedzenie alternatív riešenia a ktoré je stanovené ako horná hranica individuálnej osobnej dávky spôsobenej daným zdrojom ionizujúceho žiarenia, [II.8].

Ročná referenčná úroveň výpustí je ukazovateľ alebo kritérium na posudzovanie radiačnej ochrany, ktorého prekročenie alebo nesplnenie spravidla signalizuje podozrenie, že radiačná ochrana nie je optimalizovaná (predtým podľa zákona 355/2007 sa používal termín smerná hodnota).

Efektívna dávka – E je súčtom vážených ekvivalentných dávok HT vo všetkých orgánoch alebo tkanivách tela v dôsledku vnútorného a vonkajšieho ožiarenia vynásobených príslušným tkanivovým váhovým faktorom w_T . Jednotkou efektívnej dávky je Sievert (Sv) [II.8].

Kolektívna efektívna dávka –S sa používa na účely kvantifikácie ožiarenia jednotlivých skupín obyvateľstva; je daná súčtom efektívnych dávok všetkých jednotlivcov v určitej skupine osôb. Jednotkou kolektívnej efektívnej dávky je man.Sievert (man.Sv) [II.8].

Celková **individuálne efektívna dávka** (IED) je súčet efektívnej dávky z externého ožiarenia a úväzku efektívnej dávky z interného ožiarenia po dobu 50 rokov u osôb starších 18 rokov a po dobu 70 rokov u osôb mladších 18 rokov, $IED = H_p(10) + E(50,70)$.

ÚVOD

Táto technická správa je súčasťou PpBS MO34.

Je vypracovaná v súlade s [II.1], [II.5] a [II.6]. Pritom bolo primerane prihliadnuté aj k [II.27].

Správa uvádza informácie o všeobecných požiadavkách v oblasti zabezpečenia radiačnej ochrany s ohľadom na MO34, ktoré sú špecifikované v platnom zákone NR SR č. 87/2018 Z. z. [II.8] a Vyhláske MZ SR 99/2018 o zabezpečení RO Z.z. [II.9]. Sú pritom zohľadnené aj medzinárodné odporúčania MAAE a ICRP s dôrazom na históriu doporučení ICRP 60 [II.11] a ICRP 103 [II.13] o základných štandardoch v oblasti radiačnej ochrany. Sú zhrnuté základné princípy a parametre radiačnej ochrany vrátane používaných veličín a ročných referenčných úrovní a autorizovaných limitov ÚVZ SR.

Sú uvedené a vysvetlené administratívne, organizačné a technické riešenia prijaté vo všetkých etapách životného cyklu MO34 pre aplikáciu princípu ALARA, ktoré sú podrobnejšie vysvetlené v kapitolách [I.23] až [I.25] tejto PpBS.

Na záver je uvedený odhad dávkovej záťaže pracovníkov MO34 pri rôznych prevádzkových podmienkach, založený na údajoch a analýzach referenčnej JE EMO12. Pritom boli použité údaje z ročnej správy o stave radiačnej ochrany za rok 2012 [I.8].

Sú uvedené a vysvetlené technické riešenia implementované do vykonávacieho projektu MO34, ktoré účinne znižujú dávkovú záťaž pracovníkov a vedú k jej rozumne dosiahnuteľnej úrovni (ALARA). Princíp ALARA tu bol prijatý hlavne kvalitatívnym spôsobom, na základe zohľadnenia skúseností s prevádzkou JE toho istého typu VVER – referenčnej EMO12.

Pri vypracovaní tejto kapitoly PpBS boli zohľadnené aj pripomienky ÚJD SR podľa rozhodnutia č. 267/2008. Boli ocenené dávky obdržané personálom s pôsobnosťou na všetkých 4 blokoch JE. Je jasne konštatované, že popri aplikácii princípu ALARA v projekte a v prevádzke, zabezpečenie radiačnej ochrany je primárnou podmienkou pre bezpečnú prevádzku a preto útvár zabezpečujúci radiačnú ochranu je nezávislý od ekonomických a prevádzkových ukazovateľov. Správa poukazuje aj na využitie skúseností a poznatkov z prevádzky referenčnej JE EMO12 v oblasti zabezpečenia radiačnej ochrany.

11.1.1 Požiadavky legislatívy v oblasti radiačnej ochrany

11.1.1.1 Medzinárodné odporúčania a príslušné legislatívne štandardy v oblasti radiačnej ochrany

V období rokov 1989-91 boli na základe rozsiahlych diskusií odborníkov na úrovni Medzinárodnej komisie rádiologickej ochrany (ICRP) spresnené dovtedajšie náhľady na celú problematiku ochrany pred ionizujúcim žiarením. ICRP prijala konečné znenie publikácie „Základné bezpečnostné štandardy (Basic Safety Standards, Publikácia ICRP č.60 vydaná v r.1991 [II.11]), v ktorej odporučila:

- používať niektoré alternatívne dozimetrické veličiny (napr. ekvivalentná dávka), resp. v niektorých prípadoch upraviť ich názov (efektívna dávka), alebo pozmeniť ich hodnoty (tkaninové váhové faktory),
- rozšíriť pojem zdravotného rizika spojeného s prácou, resp. s pobytom v prostredí s IŽ,
- vytvoriť jeden ucelený systém limitovania pre rutinné (plánované činnosti) i havarijnú situáciu,
- nahradiť základné limity ožiarenia (pre pracovníkov a obyvateľstvo) novými hodnotami.

Limity ožiarenia pracovníkov a obyvateľov boli v ICRP 60 zvolené tak, aby v prípade celoživotnej expozície:

- vylúčili možnosť výskytu deterministických poškodení zdravia,
- udržiavali očakávaný výskyt stochastických poškodení na všeobecne akceptovateľnej úrovni.

Za všeobecne akceptovateľné možno pokladať tie podmienky (pracovné i životné) pri ktorých je celoživotné ožiarenie výrazne nižšie než limitné. Ani malé prekročenie limitných hodnôt (celoživotných) nie je zdôvodnené ani akceptovateľné. Akceptovateľná je expozícia mierne pod limitom ale iba v ojedinelých prípadoch.

Limity ožiarenia pracovníkov boli určené s uvažovaním predpokladanej dĺžky pracovnej činnosti medzi 18-65 rokom veku. Vychádzalo sa podľa z predpokladu ICRP [II.11], že ročná úmrtnosť na úrovni 1 prípad na 1000 pracovníkov (10^{-3}) je chápaná ako horná hranica tolerancie. Potom pri úrovni 20 mSv/rok je táto tolerovateľná hranica prekročená okolo 65-teho roku veku pracovníka (s uplatnením multiplikatívneho modelu vzťahu medzi ročnou úmrtnosťou a vekom). Posúdením takejto vekovej distribúcie očakávaných úmrtí, ich integrálnej hodnoty a ďalších charakteristík zdravotnej ujmy ICRP odporučila za základný limit ožiarenia pracovníkov 20 mSv/rok ako priemer piatich za sebou nasledujúcich rokov ožiarenia s podmienkou, aby sa v žiadnom z týchto rokov neprekročila hodnota 50 mSv/rok.

Hlavným dôvodom prečo boli znížené limity ožiarenia pre pracovníkov a pre verejnosť sú nové informácie o pravdepodobnosti úmrtí na rakovinu vyvolanú žiarením u ľudí, ktorí prežili výbuch atómových bômb v Japonsku (okolo 90 000 ľudí). Taktiež bol prijatý nový koncept ujmy s nasledovnými zložkami:

- pravdepodobnosť smrteľnej rakoviny,
- pravdepodobnosť nie smrteľnej rakoviny,
- pravdepodobnosť vážnych dedičných účinkov a skrátená dĺžka života, ak sa vyskytne ujma na zdraví.

Na základe týchto poznatkov bol upravený koeficient radiačného rizika pre stochastické účinky na hodnotu $5 \cdot 10^{-2}/\text{Sv}$ (oproti hodnote $1,65 \cdot 10^{-2}/\text{Sv}$ používanej predtým).

Limit ožiarenia obyvateľov bol určený obdobnou úvahou. ICRP odporučila prijať 1 mSv/rok ako priemer piatich za sebou nasledujúcich rokov ožiarenia, pričom ani v jednom z týchto rokov nemala byť prekročená hodnota 5 mSv.

V r. 1991 vydala ICRP aj svoju publikáciu ICRP-61, ktorá sa zaoberala limitmi ročného príjmu RN pracovníkov, tzv. ALI [II.12].

V marci 2007 bolo prijaté nové odporúčenie ICRP (ICRP103, [II.13]), ktoré nadväzuje na predchádzajúce ICRP 60 z roku 1990 [II.11]. ICRP 103 aplikuje, rozvíja a konsoliduje nové poznatky a trendy z oblasti biofyziky. Upresňuje hodnoty radiačných a tkanivových váhových faktorov na určovanie ekvivalentnej a efektívnej dávky. Zachováva hlavné princípy radiačnej ochrany: zdôvodnenie, optimalizácia a limitovanie ožiarenia. Princípy zdôvodnenia a optimalizácie sa rozpracovávajú pre všetky plánované i havarijné situácie pri činnostiach vedúcich k ožiareniu a činnostiach dôležitých z hľadiska radiačnej ochrany.

Nové odporúčania sa odvíjajú od predchádzajúceho prístupu založeného na tom ako sa v danej situácii postupuje s použitím termínov plánované činnosti a zásahy a smerujú k prístupu založeného na expozičných situáciách. Rozlišujú plánované, havarijné a existujúce expozičné situácie a používajú základné princípy zdôvodnenia a optimalizácie pre všetky situácie. Zachovávajú pritom pre plánované situácie doteraz platné individuálne dávkové limity pre ožiarenie zo všetkých relevantných kontrolovaných zdrojov.

Znova posilňujú princíp optimalizácie ochrany, ktorý by mal byť používaný rovnako vo všetkých expozičných situáciách rešpektujúc pritom limitovanie individuálnych dávok. Limitovanie sa týka dávok nominálnemu (referenčnému) jedincovi to znamená dávkových optimalizačných hraníc pre plánované expozičné situácie (medzné dávky) a referenčné (zásahové) úrovne pre havarijné situácie.

Hlavný predpoklad o lineárnom vzťahu dávka účinok naďalej ostáva základom pre sčítavanie dávok z vonkajších zdrojov a príjmu z rádionuklidov. Je zavedená veličina efektívna dávka, ktorá sa používa v radiačnej ochrane pre účely plánovania a optimalizácie a dôkaz o neprekročení dávkových limitov pre dozorné orgány. Kolektívna efektívna dávka je nástrojom optimalizácie hlavne pre porovnanie technológií a spôsobov ochrany. Sčítavanie veľmi malých individuálnych dávok pre veľmi dlhé časové obdobia je nenáležité a treba sa mu vyhnúť hlavne pri výpočte úmrtí na rakovinu z nevýznamných individuálnych dávok.

Odporúčania pre plánované expozičné situácie sú v zásade nezmenené oproti pokynom v ICRP 60 a následných publikáciách. Pripravenosť na havárie by mala zahŕňať plánovanie na rozvinutie optimalizovaných stratégií ochrany znižujúcich v prípade havárie expozície pod úroveň zvolenej referenčnej úrovne

Nové odporúčania podľa ICRP 103 boli zapracované aj do revízie SS č. 115 [II.14] a boli vydané MAAE v r. 2011 ako Obecné bezpečnostné požiadavky, GSR Part 3 „Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards“ [II.19].

V r.1996 MAAE na základe odporúčaní ICRP-60 a spolupráce s UNSCEAR a ostatnými organizáciami OSN vydala svoju publikáciu „Medzinárodné základné bezpečnostné štandardy pre ochranu pred ionizujúcim žiarením a pre bezpečnosť zdrojov žiarenia“, [II.14] (IAEA Safety Series No 115, alebo aj krátko SS-115). ako aj „Bezpečnostné základy radiačnej ochrany a Bezpečnosť zdrojov žiarenia“, [II.15] (IAEA Safety Series No, 120). Tieto dve publikácie zároveň stanovili aj ciele a zásady pre radiačnú bezpečnosť ako aj požiadavky, ktoré majú byť splnené, aby sa naplnili zásady a dosiahli tieto ciele. Cieľom programu MAAE v oblasti ochrany pracovníkov je podporiť medzinárodne harmonizovaný prístup k optimalizácii radiačnej ochrany pracovníkov prostredníctvom vypracovania a aplikácie smernice pre obmedzenie expozície ožiarenia a pomocou využitia existujúcich techník radiačnej ochrany v pracovnom prostredí.

Odporúčania MAAE (IAEA Guidance) o naplnení požiadaviek medzinárodných základných bezpečnostných štandardov v SS No 115, [II.14], pre ochranu pracovníkov sú realizované ako tri vzájomne prepojené bezpečnostné návody IAEA (Safety Guides): jeden všeobecný návod o vypracovaní programu radiačnej ochrany pracovníkov (RS-G-1.1 [II.16]) a dva detailnejšie návody o monitorovaní a oceňovaní expozície pracovníkov od externých zdrojov žiarenia (RS-G-1.2 [II.17]) a od príjmu rádionuklidov (RS-G-1.3 [II.18]).

Požiadavky na zabezpečenie radiačnej ochrany pracovníkov vrátane princípov a pravidiel radiačnej ochrany sú obsiahnuté v RS-G-1.1 [II.16].

Požiadavky na zabezpečenie RO vo fáze projektovania sú predmetom IAEA Safety Guide No NS-G-1.13 „Radiation Protection Aspects of Design for Nuclear Power Plant“ [II.21]. Pre posudzovanie RO vo fáze projektovania a výstavby JE sú tu zavedené cieľové radiačné dávky projektu ktorými sa optimalizujú a obmedzujú individuálne ako aj kolektívne dávok pracovníkov a obyvateľstva. V realizačnom projekte sa požadujú opatrenia zaisťujúce, že ožiarenie pracovníkov JE pri jej všetkých prevádzkových stavoch bude udržiavané pod schválenými limitmi individuálneho ožiarenia a tak nízko, ako je to rozumne dosiahnuteľné podľa princípu ALARA a rádiologické dopady ľubovoľnej havárie budú zmiernené na čo možno najnižšiu úroveň. V prípade obyvateľstva sú určené individuálne efektívne cieľové dávky pre reprezentatívne osoby obyvateľstva v danej lokalite, ktoré sú časťou medznej dávky pre daný zdroj žiarenia v lokalite.

Požiadavky pre RO vo fáze prevádzky JE sú predmetom dokumentu IAEA Safety Guide No NS-G-2-7 „Radiation Protection and RW management in the operation of NPP“ [II.26]. Je tu definovaný Program RO pracovníkov JE.

11.1.1.2 Požiadavky národnej legislatívy v oblasti zabezpečenia radiačnej ochrany

Podľa zákona NR SR č. 541/2004 Z.z. o mierovom využívaní jadrovej energie (atómový zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov“ [II.1], Zákona NR SR č. 350/2011 Z.z. [II.2], ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 541/2004 Z.z. sa pri využívaní jadrovej energie pre mierové účely musí dosiahnuť taká úroveň ochrany zdravia pred ionizujúcim žiarením, aby riziko ohrozenia života, zdravia, pracovného alebo životného prostredia bolo podľa dostupných znalostí také nízke, aké možno rozumne dosiahnuť berúc pritom do úvahy ekonomické a sociálne faktory, pričom nesmú byť prekročené limity ožiarenia osôb vystavených pôsobeniu ionizujúceho žiarenia.

Zariadenia, ktoré využívajú jadrovú energiu pre mierové účely (jadrové zariadenia) sa musia teda budovať, prevádzkovať i likvidovať tak, aby neboli porušené zásady jadrovej bezpečnosti a radiačnej ochrany. Podmienky výkonu štátnej správy a štátneho dozoru v oblasti jadrovej bezpečnosti pri mierovom využívaní jadrovej energie spadajú do pôsobnosti ÚJD SR.

Všeobecné pravidlá pre radiačnú ochranu pri činnostiach vedúcich k ožiareniu (teda aj pri prevádzke jadrových zariadení a súvisiacich činnostiach) upravuje Zákon NR SR č.87/2018 Z.z. o radiačnej ochrane a o zmene a doplnení niektorých zákonov [II.8] a vyhláška MZ SR č. 99/2018 Z.z. [II.9] o zabezpečení radiačnej ochrany. Radiačnou ochranou sa v zmysle spomínaného zákona rozumie ochrana ľudí a životného prostredia pred ožiarením a pred jeho účinkami vrátane prostriedkov na jej dosiahnutie.

V tomto Zákone NR SR č. 87/2018 Z.z. [II.8] sú formulované úlohy a povinnosti prevádzkovateľa zdrojov ionizujúceho žiarenia a dozorných orgánov pri využívaní týchto zdrojov. Zákon uvádza i postup pri povoľovaní činností vedúcich k ožiareniu a činností dôležitých z hľadiska radiačnej ochrany a uvádzania rádioaktívnych látok a kontaminovaných predmetov do životného prostredia.

Vyššie spomínané odporúčania ICRP boli premietnuté aj do legislatívy SR v r.1994 vydaním zákona NR SR č. 272/1994 Z.z. o ochrane zdravia ľudí v znení neskorších predpisov. V r. 2007 bol tento zákon nahradený Zákonom NR SR č. 355/2007 Z.z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a v r. 2018 v súčasnosti platným Zákonom NR SR č. 87/2018 o radiačnej ochrane [II.8]. Týmto zákonom bola do slovenskej legislatívy prijatá aj Smernica Rady 96/29/Euratom z 13. mája 1996 [II.24], ktorá stanovuje základné

bezpečnostné normy ochrany zdravia pracovníkov a obyvateľstva pred nebezpečenstvami vznikajúcimi v dôsledku ionizujúceho žiarenia.

MO34 ako aj ostatné JE v SR sú podľa Vyhlášky MZ SR 96/2018 Z.z. [II.10] pohotovostnými zložkami radiačnej monitorovacej siete vytvorenými pre tento účel (mobilné a laboratórne skupiny), ktoré sa zapájajú do monitorovania pri radiačnom ohrození v zmysle tejto Vyhlášky. Predmetom Vyhlášky MZ SR 96/2018, „ktorou sa ustanovujú podrobnosti o činnosti radiačnej monitorovacej siete“ sú úlohy a požiadavky na monitorovanie radiačnej situácie v životnom prostredí na účely hodnotenia a usmerňovania ožiarovania obyvateľstva.

Základné bezpečnostné požiadavky na ochranu zdravia pracovníkov a obyvateľov pred ionizujúcim žiarením pri vykonávaní činností vedúcich k ožiareniu sú predmetom zákona 87/2018 [II.8]. Požiadavky na zabezpečenie radiačnej ochrany externých pracovníkov vystavených riziku ionizujúceho ožiarovania počas ich činnosti v kontrolovanom pásme sú uvedené v § 70 tohto zákona č. 87/2018 Z.z. [II.8].

Zákon 87/2018 Z.z. [II.8]. bol vydaný NR SR podľa § 2 ods. 1 písm. e) zákona č. 19 / 2002 ktorým sa ustanovujú podmienky vydávania aproximačných nariadení v rámci harmonizácie legislatívy v SR a EU. Výkon štátnej správy a štátneho dozoru v oblasti ochrany pred žiarením spadá podľa Zákona NR SR č. 87/2018 Z.z do pôsobnosti ÚVZ SR, ktorý je riadený hlavným hygienikom SR.

Činnosti vedúce k ožiareniu podľa § 28 Zákona NR SR, č. 87/2018 Z.z. medzi ktoré patrí aj prevádzka JE a etapy vyradovania, preprava rádioaktívnych žiaričov a nakladanie s RAO je možné vykonávať len na základe povolenia ÚVZ SR.

Takéto povolenie ÚVZ SR je potrebné aj na činnosti dôležité z hľadiska RO, napr. vykonávanie skúšok zdrojov IŽ a poskytovanie služieb osobnej dozimetrie ako aj na uvoľňovanie rádioaktívnych látok a rádioaktívne kontaminovaných predmetov spod administratívnej kontroly.

Ďalšou podmienkou vydania povolenia a vykonávania činností je vymenovanie odborného zástupcu § 30, ods. (10) Zákona NR SR č. 87/2018 Z.z. [II.8]. Žiadateľ k žiadosti priloží okrem iného doklady odborného zástupcu, charakteristiku plánovanej činnosti a dokumentáciu podľa prílohy č.6 tohto Zákona NR SR č. 87/2018 Z.z.

Podrobnosti o povinnostiach odborného zástupcu sú taktiež uvedené v zákone 87/2018, § 42. Musí mať príslušnú odbornú kvalifikáciu, primeranú prax a požadované školenia a skúšky. Jeho úlohou je zabezpečiť sústavný dozor nad radiačnou ochranou a sledovať a hodnotiť plnenie povinností prevádzkovateľa pri zabezpečení radiačnej ochrany. Kompetencie odborného zástupcu v SE EMO sú definované v [I.5] a v [I.13].

Povoľovanie je dôležitý nástroj ÚVZ SR pre dozorovanie a usmerňovanie kvality RO pri činnostiach vedúcich k ožiareniu. Pravidlá a podmienky vydávania povolení ÚVZ SR vrátane úloh a povinností ÚVZ SR ako aj držiteľov povolení v oblasti RO (vrátane povolenia na prevádzku JZ) sú podrobne popísané v § 28 zákona 87/2018 [II.8]. Pre JE prevádzkované v Slovenskej republike si prevádzkovateľ na základe hore uvedených legislatívnych noriem vypracováva pravidlá všeobecnej radiačnej ochrany určujúce záväzné postupy. Povolenia sa vydávajú na základe žiadostí budúceho prevádzkovateľa, ku ktorej sa prikladá dokumentácia špecifikovaná v prílohe č. 6 tohto Zákona: Program zabezpečenia RO, Monitorovací plán, Návrh na vymedzenie KP a ďalších ochranných pásiem, Zhodnotenie predpokladanej dávkovej záťaže pracovníkov a ďalšie dokumenty podľa osobitných požiadaviek ÚJD SR.

Obsah dokumentácie Programu zabezpečenia radiačnej ochrany a Monitorovacieho plánu je predpísaný v prílohe č. 6 (časť 5) Zákona NR SR č. 87/2018 Z.z. Zásady a požiadavky pre vytýčenie ochranných pásiem sú tiež predmetom tohto zákona – viď nižšie v podkapitole 11.1.2.4.

Pre prevádzkovateľa každej JE platia i povinnosti a nariadenia vyplývajúce z povolenia HH SR na činnosti so zdrojmi ionizujúceho žiarenia, vydaného rozhodnutím ÚVZ SR pre konkrétnu JE. V povolení HH sú okrem podmienok prevádzkovania danej JE uvedené aj ročné referenčné úrovne pre ročné bilančné výpuste, ktoré sa pre prevádzkovateľa stávajú záväznými (ročné referenčné úrovne výpustí schválené ÚVZ SR) - viď podrobnejšie podkapitolu 11.1.2.5.

Medzi základné povinnosti držiteľa povolenia na prevádzku JZ podľa tohto zákona [II.8] patrí:

- dodržiavanie podmienok na vykonávanie činnosti vedúcej k ožiareniu uvedené v povolení a postupov v súlade s programom zabezpečenia RO a ostatnou dokumentáciou priloženou k žiadosti o vydanie povolenia,
- dodržiavanie základných princípov radiačnej ochrany a požiadaviek na zabezpečenie radiačnej ochrany pracovníkov a obyvateľov pri činnostiach vedúcich k ožiareniu a požiadaviek na vykonanie zásahu, definovaných v Zákone NR SR č. 87/2018 Z.z. [II.8],
- vytvoriť v rozsahu zodpovedajúcom závažnosti vykonávanej činnosti technické a organizačné podmienky na zabezpečenie kvality radiačnej ochrany,
- zabezpečiť sústavný dozor nad dodržiavaním požiadaviek na zabezpečenie radiačnej ochrany,
- oznámiť bezodkladne orgánu verejného zdravotníctva, ktorý povolenie vydal, každé prekročenie limitov ožiarenia a každú radiačnú nehodu alebo radiačnú haváriu,
- plniť povinnosti podľa § 144 ods. (4) zákona [II.8] pri núdzovej situácii (viď ďalej).

Sú tu vymenované aj ďalšie povinnosti súvisiace so zabezpečením všeobecných požiadaviek RO.

Povinnosti držiteľa povolenia pri núdzových situáciách ožiarenia sú predmetom § 144 Zákona NR SR č. 87/2018 Z.z.: Pri radiačnej nehode, alebo radiačnej havárii je prevádzkovateľ povinný napr. oznámiť bezodkladne vznik núdzovej situácie ožiarenia príslušnému orgánu radiačnej ochrany, varovať zamestnancov a obyvateľstvo v oblasti ohrozenia, vykonať predbežné zistenie okolností, posúdiť následky núdzovej situácie ožiarenia a poskytnúť pomoc pri odozve, vykonať opatrenia na zamedzenie ďalšieho rozvoja radiačnej udalosti, na minimalizovanie a na odstránenie jej následkov (§ 144, ods. 4, písm. e)) ako aj vykonať ďalšie predpísané úkony vrátane oznámenia tejto udalosti na ÚVZ (§ 144, ods. 4, písm. k)).

Pri radiačnej nehode alebo radiačnej havárii okrem povinností ustanovených v havarijnom pláne je prevádzkovateľ povinný postupovať podľa § 144, ods. 4, napr.:

- vykonať neodkladne opatrenia zamedzujúce ďalšie zhoršovanie mimoriadnej udalosti, varovať zamestnancov a obyvateľstvo v oblasti ohrozenia a podieľať sa na činnosti radiačnej monitorovacej siete,
- vyšetriť príčiny radiačnej nehody alebo radiačnej havárie a prijať opatrenia na zamedzenie jej opakovania,
- predložiť správu o radiačnej nehode alebo radiačnej havárii príslušnému orgánu verejného zdravotníctva.

Pri radiačných haváriách návrhy na neodkladné ochranné opatrenia orgánom príslušným na úseku civilnej ochrany podáva príslušný úrad verejného zdravotníctva, napr.: ukrytie, ukončenie ukrytia, evakuáciu, ukončenie evakuácie príp. ďalšie opatrenia. Podrobnejšie sú opatrenia v prípade havárie JZ popísané v Kapitole 12 tejto PpBS „Havarijná pripravenosť“ [I.14].

ÚVZ SR vykonáva aj posudkovú činnosť podľa § 32 Zákona 87/2018 Z.z.. ÚVZ SR pri posudzovaní opatrení a návrhov s možným dopadom na verejné zdravie v súvislosti s osobitnými predpismi SR v oblasti RO (Zákon č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon) a Zákon NR SR č. 24/2006 Z.z. o posudzovaní vplyvov na ŽP a o zmene a doplnení niektorých zákonov) rozhoduje o návrhoch, napr.:

- na etapy uvádzania jadrového zariadenia do prevádzky,
- na stavebné a technologické zmeny významné z hľadiska radiačnej ochrany počas výstavby jadrového zariadenia, počas uvádzania jadrového zariadenia do prevádzky, počas prevádzky jadrového zariadenia a počas vyradovania jadrového zariadenia z prevádzky,
- na zrušenie pracoviska, na ktorom sa vykonávali činnosti vedúce k ožiareniu s otvorenými rádioaktívnymi žiaričmi alebo zdrojmi ionizujúceho žiarenia, pri ktorých činnosti vznikajú rádioaktívne látky, na ktoré vydal povolenie úrad verejného zdravotníctva.
- návrhu na výnimočné ožiarenie pri činnosti vedúcej k ožiareniu.

Žiadateľ k žiadosti o vydanie rozhodnutia ÚVZ SR príkladá dokumentáciu v súlade s prílohou č. 6 Zákona NR SR č. 87/2018 Z.z.

11.1.2 Konceptia radiačnej ochrany a požiadavky na jej zabezpečenie

11.1.2.1 Základné veličiny radiačnej ochrany

V radiačnej ochrane sa používajú dva typy veličín, ochranné a operačné veličiny.

Ochranné veličiny sa používajú pre stanovenie limitov ožiarenia, čím sa zabezpečí, že pravdepodobnosť výskytu stochastických účinkov je na akceptovateľnej úrovni a zároveň sa zabráni výskytu deterministických účinkov v orgánoch a tkanivách. Vychádza sa pri tom z lineárnej bezprahovej hypotézy, ktorá predpokladá, že ujma v dôsledku ožiarenia je priamo úmerná obdržanej dávke a zároveň neexistuje prah alebo dávka, pod ktorou nemôže dôjsť k ujme. Základnými veličinami sú *ekvivalentná dávka v tkanive alebo orgáne* a *efektívna dávka v celom tele* a sú definované na základe *absorbovanej dávky v orgáne alebo v tkanive spôsobenej daným druhom žiarenia*.

Absorbovaná dávka v tkanive/orgáne T spôsobená žiarením R, D_{TR} - vyjadrená ako pomer celkovej energie pohltenej v tkanive/orgáne T od žiarenia R a jeho hmotnosti, pričom hmotnosť tkaniva, alebo orgánu sa pohybuje od 10 g (ovária) až nad 70 kg (celé telo). Jednotkou absorbovanej dávky je Gray (Gy) s rozmerom [J/kg].

Ekvivalentná dávka v tkanive/orgáne T, H_T - vyjadrená ako vážený priemer absorbovanej dávky v tkanive/orgáne T spôsobenej rôznymi druhmi žiarenia, t.j.

$$H_T = \sum_R w_R D_{TR},$$

pričom hodnoty radiačných váhových faktorov w_R uvádza Tabuľka 11.1 - 1. Jednotkou ekvivalentnej dávky je Sievert (Sv).

Tabuľka 11.1 - 1 Radiačné váhové faktory

Typ/druh žiarenia	Radiačný váhový faktor, w_R	
	Zákon NR SR č. 87/2018 [II.8]	ICRP 103 [II.13]
Fotóny	1	1
Elektróny, mióny	1	1
Protóny	2	2
Častice alfa, ťažké jadrá, štiepne fragmenty	20	20
Neutróny, v závislosti od energie:	$< 1 \text{ MeV: } w_R = 2.5 + 18.2 \exp[-\ln E]^2/6$ $1 \text{ MeV} - 50 \text{ MeV: } w_R = 5.0 + 17.0 \exp[-\ln 2 E]^2/6$ $> 50 \text{ MeV: } w_R = 2.5 + 3.25 \exp[-\ln 0.04 E]^2/6$	$< 1 \text{ MeV: } w_R = 2.5 + 18.2 \exp[-\ln E]^2/6$ $1 \text{ MeV} - 50 \text{ MeV: } w_R = 5.0 + 17.0 \exp[-\ln 2 E]^2/6$ $> 50 \text{ MeV: } w_R = 2.5 + 3.25 \exp[-\ln 0.04 E]^2/6$

Efektívna dávka v celom tele E - vyjadrená ako vážený priemer ekvivalentných dávok v jednotlivých tkanivách/orgánoch, t.j.:

$$E = \sum_T w_T H_T = \sum_T w_T \sum_R w_R D_{TR},$$

pričom hodnoty tkanivových váhových faktorov w_R sú uvedené v Tabuľka 11.1 - 2.

Jednotkou efektívnej dávky je Sievert (Sv).

Tabuľka 11.1 - 2 Tkanivové váhové faktory

Tkanivo/orgán	Tkanivový váhový faktor, w_T	
	Zákon NR SR č. 87/2018 [II.8]	ICRP 103 [II.13]
Gonády	0,08	0,08
Červená kostná dreň	0,12	0,12
Hrubé črevo	0,12	0,12
Plúca	0,12	0,12
Žalúdok	0,12	0,12
Močový mechúr	0,04	0,04
Mliečna žľaza (prsia)	0,12	0,12
Pečeň	0,04	0,04
Pažerák	0,04	0,04
Štítna žľaza	0,04	0,04
Koža	0,01	0,01
Povrchy kostí	0,01	0,01
Slinné žľazy	0,01	0,01
Ostatné orgány a tkanivá	0,12 ^a	0,12

Poznámka:

^a - w_T pre ostatné tkanivá (0,12) sa vzťahuje na aritmetický priemer stredných dávok v 13 orgánoch a tkanivách oboch pohlaví;

Vzhľadom na to, že ochranné veličiny nie sú prakticky merateľné, v daných podmienkach ožiarenia sú pre ich konzervatívny odhad zavedené a používané *operačné veličiny*. Pre ocenenie vonkajšieho a vnútorného ožiarenia sa používajú rozdielne druhy operačných veličín:

Osobný dávkový ekvivalent $H_p(d)$ – sa používa pre ocenenie dávky z externého zdroja žiarenia. Je definovaný ako ekvivalentná dávka v mäkkom tkanive podľa ICRP v hĺbke, d , pod stanoveným bodom na povrchu tela. Hĺbka 10 mm sa používa pre ocenenie efektívnej dávky v celom tele, hĺbka 0.07 mm pre ocenenie ekvivalentnej dávky v koži a hĺbka 3 mm pre ocenenie ekvivalentnej dávky pre oči.

Úväzok ekvivalentnej dávky v tkanive/orgáne a úväzok efektívnej dávky pre celé telo sa používajú pre ocenenie dávky z ožiarenia spôsobeného vnútorným zdrojom. Vyjadrujú celkovú očakávanú dávku za dané obdobie (pre dospelých sa odporúča obdobie 50 rokov a pre dojčatá a deti 70 rokov). Úväzok efektívnej dávky sa určuje na základe koeficientov inhalácie a ingescie nasledovne:

$$E(50) = \sum_j e_{j\text{ inh}}(50) I_{j\text{ inh}} + \sum_j e_{j\text{ ing}}(50) I_{j\text{ ing}},$$

kde $I_{j\text{ inh}}$ a $I_{j\text{ ing}}$ predstavujú aktivitu rádionuklidu j prijatého inhaláciou a ingesciou.

Operačné veličiny umožňujú overiť a preukázať splnenie dávkových limitov a medzných dávok na základe vyhodnotenia **celkovej individuálnej efektívnej dávky**:

$$E = H_p(10) + E(50,70),$$

kde $H_p(10)$ predstavuje efektívnu dávku v celom tele z externého ožiarenia a $E(50, 70)$ je úväzok efektívnej dávky v dôsledku interného ožiarenia, pričom pre osoby staršie ako 18 rokov sa uvažuje obdobie 50 rokov od príjmu rádionuklidov a pre osoby mladšie ako 18 rokov sa uvažuje obdobie 70 rokov od príjmu rádionuklidov.

Kolektívna efektívna dávka zohľadňuje ožiarenie všetkých jednotlivcov skupiny za dané časové obdobie a na danom pracovisku so zdrojmi žiarenia. Používa sa hlavne ako nástroj optimalizácie dávok pri plánovaní činností vedúcich k ožiareniu a na hodnotenie programu radiačnej ochrany. Jednotkou je man.Sv .

Definície uvedených veličín sú uvedené v [II.13], časť 4 a v [II.8]. Individuálna efektívna dávka a kolektívna efektívna dávka sú ďalej označené IED a KED.

11.1.2.2 Základné princípy radiačnej ochrany

Radiačná ochrana je založená na nasledovných všeobecných princípoch: zdôvodnenie činnosti, optimalizácia RO a limitovanie individuálnych dávok.

Princíp zdôvodnenia činnosti, podľa ktorého „každé rozhodnutie vedúce k zmene danej radiačnej situácie má priniesť viac úžitku ako škody“ [II.13]. To znamená, že keď činnosť zahŕňa zmenu úrovne radiačného ožiarenia alebo potenciálneho rizika ožiarenia, v procese prijímania rozhodnutia musia byť zohľadnené aj ujmy v dôsledku ožiarenia vrátane rizika, ceny a prínosu.

Pri aplikácii princípu zdôvodnenia možno uplatniť dva prístupy v závislosti od možnosti priamej kontroly nad zdrojom žiarenia, ako je tomu v prípade zavádzania nových činností, pre ktoré môže byť radiačná ochrana plánovaná vopred, alebo v prípade zmeny ciest expozície v prípade existujúceho alebo havarijného ožiarenia. Prvý prípad uplatňovania princípu zdôvodnenia vyžaduje, že plánovanú činnosť vedúcu k ožiareniu možno vykonať iba vtedy ak zdravotná ujma, ktorú môže táto činnosť spôsobiť je vyvážená prínosom pre osobu alebo spoločnosť. V druhom prípade sa princíp zdôvodnenia uplatňuje prijatím opatrení zabráňujúcich ďalšiemu ožiareniu.

Princíp optimalizácie ochrany, podľa ktorého „pravdepodobnosť ožiarenia, počet ožiarených jednotlivcov a úroveň individuálnych dávok ožiarenia má byť udržiavaná tak nízko ako je možné rozumne dosiahnuť (princíp ALARA) pri zvážení ekonomických a spoločenských hľadísk“ [II.13]. Úroveň radiačnej ochrany sa považuje za racionálne dosiahnuteľnú (ALARA) ak náklady na ďalšie dostupné alternatívne opatrenia sú vyššie ako prínos z opatrenia, ak realizácia nevyžaduje osobitné spoločenské požiadavky alebo podmienky.

Pri aplikácii princípu optimalizácie sa môžu uplatňovať dva rozdielne prístupy: kvantitatívny a kvalitatívny.

Podstatou kvantitatívneho prístupu je analyzovanie a porovnávanie finančných nákladov spojených s očakávanou zdravotnou ujmom, spôsobenou obdržanou kolektívnou efektívnou dávkou. Kvalitatívny prístup uplatňovania princípu ALARA spočíva v tom, že k danému problému radiačnej ochrany sa pristupuje metódou výberu kvalitatívne lepšieho riešenia, spôsobom úsudku a kvalifikovaného odhadu. Výsledkom je kvalitatívne zlepšenie radiačnej ochrany bez presného porovnávania nákladov.

Princíp optimalizácie radiačnej ochrany sa nemusí preukazovať ak individuálna efektívna dávka za rok je nižšia ako 1 mSv pre pracovníkov a zároveň nižšia ako 10 μ Sv pre obyvateľstvo na danú činnosť. Nepreukazuje sa ani v prípadoch ak spôsob zaistenia RO zodpovedá štandardom pre dané činnosti alebo jednotlivé zdroje IŽ, ktoré boli schválené úradom.

Princíp limitovania individuálnej dávky, podľa ktorého „celková individuálna dávka pri plánovanej expozícii nesmie prekročiť limity stanovené dozorným orgánom“ [II.13]. Limity efektívnej dávky pre celé telo zabezpečujú elimináciu vzniku deterministických účinkov v orgánoch a tkanivách. Napriek tomu sú dve tkanivá, ktoré nemusia byť dostatočne chránené limitom efektívnej dávky, hlavne v prípade vonkajšieho ožiarenia. Sú to očné šošovky, ktoré významne neprispievajú k efektívnej dávke a koža, ktorá môže byť ožiarená lokálne. Pre tieto tkanivá sú ustanovené limity ekvivalentnej dávky.

Definície uvedených princípov sú uvedené aj v [II.8] a v [II.13], časť 5.

Splnenie základných princípov RO je na MO34 zabezpečené pomocou základných prevádzkových predpisov radiačnej ochrany, napr. [I.5] ako aj ďalších prevádzkových predpisov uvedených v dokumente „Program zabezpečenia kvality RO“ [I.12].

11.1.2.3 Limity dávok

Limity dávok pre pracovníkov a obyvateľov podľa [II.8] sú uvedené v Tabuľka 11.1 - 3. Limity dávok sú definované zvlášť pre tehotné ženy a dojčiace matky. Uvedené limity efektívnej dávky sa vzťahujú na súčet dávky z externého ožiarenia a úväzku efektívnej dávky za obdobie 50 rokov z interného ožiarenia v dôsledku príjmu rádionuklidov za 1 rok. Limity sa vzťahujú pre plánované ožiarenie.

Tabuľka 11.1 - 3 Odporúčané limity dávok plánovaného ožiarenia ([II.8])

Dávka	Limit [mSv/rok]			
	Pracovník	Obyvateľ	Praktikanti/študenti vo veku 16 – 18 rokov	Praktikanti/študenti starší ako 18 rokov
Efektívna dávka	20	1	6	20
Ekvivalentná dávka	20*	15	15*	20*

Dávka	Limit [mSv/rok]			
	Pracovník	Obyvatel'	Praktikanti/študenti vo veku 16 – 18 rokov	Praktikanti/študenti starší ako 18 rokov
pre očné šošovku				
Ekvivalentná dávka pre kožu (priemerná dávka na plochu ľubovoľného 1 cm ² bez ohľadu na veľkosť ožiarenej plochy kože)	500	50	150	500
Ekvivalentná dávka v končatinách	500	-	150	500

* Pozn.: V [II.19] odporúča používať:

- pre ožiarenie pracovníkov a praktikantov/študentov starších ako 18 rokov limitnú hodnotu ekvivalentnej dávky pre očné šošovku 20 mSv/rok v priemere za 5 po sebe nasledujúcich rokov (100 mSv za 5 rokov) a zároveň 50 mSv v jednom kalendárnom roku,
 - pre ožiarenie pracovníkov a praktikantov/študentov vo veku 16 až 18 rokov limitnú hodnotu ekvivalentnej dávky pre očné šošovku 20 mSv/rok.
- Prítom sa vychádza z predpokladu, že ak je dodržaná efektívna dávka pre celé telo 20 mSv/rok, potom je splnená aj ekvivalentná dávka 20 mSv/rok pre očné šošovku.

Limit ožiarenia tehotných žien sa ustanovuje tak, aby od času, keď tehotná žena oznámi tehotenstvo, až do konca tehotenstva súčet efektívnych dávok z vonkajšieho a vnútorného ožiarenia plodu neprekročil 1 mSv. Ak žena, ktorá pracuje v KP pracoviska s otvorenými rádioaktívnymi žiaričmi, oznámi prevádzkovateľovi, že dojčí dieťa, prevádzkovateľ ju bezodkladne vyradí z práce v KP a úpravou podmienok jej práce obmedzí ožiarenie dojčat'a z príjmu rádionuklidov z materského mlieka.

Pre interné ožiarenie pre pracovníkov sú stanovené ročné limity príjmu (ALI) založené na úväzku efektívnej dávky 20 mSv. Limity ročného príjmu RN pracovníkmi sú uvedené v prílohe č.1 zákona 87/2018 Z.z. (Tab. 11) [II.8] a to nepriamo vo forme príslušných konverzných faktorov pre inhaláciu a ingesciu (h_{inh} , h_{ing}).

V špeciálnych, dostatočne zdôvodnených prípadoch ÚVZ SR môže povoliť aj výnimočné ožiarenie, ktoré nesmie prekročiť dvojnásobok limitov ožiarenia. Povolenie sa vydáva iba na požadovanú a časovo obmedzenú činnosť viazanú na dané pracovisko a môže ho podstúpiť iba dobrovoľný pracovník a len s povolením pre kategóriu A.

Limit pre obyvateľstvo v [II.8] sa ustanovuje oproti hodnote udávanej v ICRP [II.13] prísnejšie, 1 mSv/rok (bez podmienok). Limity ožiarenia ustanovené v [II.8] pre obyvateľov v okolí pracoviska so zdrojmi ionizujúceho žiarenia vzťahujú na priemerné ožiarenie reprezentatívnej osoby z obyvateľstva vypočítané pre všetky cesty ožiarenia zo všetkých zdrojov ionizujúceho žiarenia a pre všetky činnosti vedúce k ožiareniu, ktoré prichádzajú do úvahy. „Reprezentatívne osoby“ sú definované ako referenčné osoby v zóne s maximálnou dávkovou záťažou zo všetkých expozičných ciest (nezávisle na tom či je zóna v súčasnosti obývaná, alebo nie).

11.1.2.4 Radiačná ochrana pracovníkov

Požiadavky na radiačnú ochranu pracovníkov sú predmetom Zákona NR SR č. 87/2018 [II.8].

Pre všetky činnosti vedúce k ožiareniu, pri ktorých je možné očakávať efektívne dávky pre celé telo vyššie ako 1 mSv alebo ekvivalentné dávky pre očné šošovky, kožu, ruky a nohy ako 1/10 príslušných limitov podľa Tabuľka 11.1 - 3, musia byť prijaté osobitné opatrenia ako predbežné ocenenie typu a úrovne ožiarovania, klasifikácia pracovníkov, klasifikácia pracovných priestorov, osobné monitorovanie pracovníkov, monitorovanie pracovného prostredia a zdravotný dohľad.

Klasifikácia pracovných priestorov a požiadavky na ich vymedzenie sú definované v [II.8], § 59 až 62 a v [II.13], časť 5:

- **kontrolované pásmo** sa vymedzuje tam, kde efektívna dávka pre celé telo môže prekročiť 6 mSv/rok alebo kde ekvivalentná dávka pre očné šošovky, kožu, ruky a nohy môže prekročiť 3/10 limitov podľa Tabuľka 11.1 - 3, a sú to priestory pracoviska s kontrolovaným vstupom, podliehajúce osobitným požiadavkám na účely zabezpečenia radiačnej ochrany a zamedzenia šírenia rádioaktívnej kontaminácie,
- **sledované pásmo** sa vymedzuje tam, kde efektívna dávka pre celé telo môže prekročiť 1 mSv/rok alebo kde ekvivalentná dávka pre očné šošovky, kožu, ruky a nohy môže prekročiť 1/10 limitov podľa Tabuľka 11.1 - 3, a sú to priestory pracoviska, ktoré podliehajú primeranému sledovaniu z dôvodu ochrany pred ionizujúcim žiarením,
- **pásmo s obmedzeným prístupom** sa vymedzuje v rámci kontrolovaného pásma tam, kde príkon dávky môže prekročiť hodnotu 5 mSv/h.

Kategorizácia pracovníkov a príslušné požiadavky sú definované v [II.8], § 57. Pracovníci vystavení riziku ožiarovania sú rozdelení na pracovníkov:

- **kategória A**, ktorých efektívna z pracovnej činnosti môže za kalendárny rok prekročiť 6 mSv alebo ekvivalentná dávka pre očné šošovky, kožu, ruky a nohy môže prekročiť 3/10 limitu podľa Tabuľka 11.1 - 3,
- **kategória B**, ktorých efektívna z pracovnej činnosti môže za kalendárny rok prekročiť 1 mSv alebo ekvivalentná dávka pre očné šošovky, kožu, ruky a nohy môže prekročiť 1/10 limitu podľa Tabuľka 11.1 - 3.

Požiadavky na **informovanie a školenie pracovníkov** sú uvedené v [II.8], § 41.

Požiadavky na **monitorovanie pracoviska a osobné monitorovanie** sú uvedené v [II.8], § 64, § 65 a § 67.

Požiadavky na **zdravotnú starostlivosť o pracovníkov** sú definované v [II.8], § 71 až 75.

Je zabezpečovaná príslušným lekárom a riadi sa princípmi ochrany zdravia pri práci. Pod zdravotným dohľadom musia byť všetci pracovníci kategórie A. Zdravotná spôsobilosť sa preukazuje výsledkami lekárskeho prehliadok: vstupná, periodická, mimoriadna (v prípade podozrenia, že došlo k prekročeniu limitov) a výstupná. Ak došlo k prekročeniu limitov ožiarovania, ďalšie ožiarovanie pri práci sa môže uskutočniť len za podmienok určených príslušným lekárom pri mimoriadnej preventívnej prehliadke.

Opatrenia pre zabezpečenie týchto požiadaviek v projekte a prevádzke MO34 sú popísané v kap. 11.03 a 11.05 tejto PpBS.

11.1.2.5 Radiačná ochrana obyvateľstva

Požiadavky na zabezpečenie radiačnej ochrany obyvateľstva sú predmetom 13. časti [II.8], § 141 až 143.

Vyžaduje sa čo najrealistickejší odhad dávok celej populácie a referenčných skupín obyvateľstva na všetkých miestach ovplyvnenej lokality s ohľadom na relevantné expozičné cesty. Odhady dávok

z externého žiarenia, príjmu rádionuklidov a dávok identifikovaných referenčných skupín v určenej frekvencii (ÚVZ SR) sa musia zaznamenávať a uchovávať (§ 36 a 67 v [I.8]). Efektívne dávky obyvateľov v dôsledku plyných a kvapalných výpustí z JE sa určujú výpočtovými modelmi schválenými ÚVZ SR. Ich podrobnejší popis je v kap. 7.1 tejto PpBS [I.16].

Radiačná ochrana obyvateľstva a životného prostredia sa musí udržiavať na optimálnej úrovni a trvale sa musí kontrolovať účinnosť technických zariadení určených na je zabezpečenie. Pre tento účel sa musia používať vhodné prístroje, pričom sa musia dodržiavať požiadavky na bezpečnú prevádzku zdrojov IŽ (napr. JZ) a osobitne overovať správnosť meraní vrátane kalibrácie a overovania meradiel.

Vypúšťanie rádioaktívnych látok z pracoviska so zdrojmi žiarenia je možné iba vtedy ak u reprezentatívnej osoby z obyvateľstva nebude prekročená ročná efektívna dávka $50 \mu\text{Sv/rok}$ – [II.8], § 91.. Z JZ možno vypúšťať rádioaktívne látky ak je zabezpečené, že efektívna dávka pre reprezentatívne osoby z obyvateľstva v danej lokalite neprekročí hodnotu $250 \mu\text{Sv/rok}$. Táto hodnota sa považuje za medznú dávku na projektovanie a výstavbu JZ v danej lokalite. Ak je v jednej lokalite viacej JZ, ktoré ovplyvňujú dávky obyvateľov pre tie isté reprezentatívne osoby, vzťahuje sa táto hodnota na celkové ožiarenie zo všetkých JZ v lokalite.

Ročné referenčné úrovne výpustí slúžia pre obmedzenie ožiarenia obyvateľstva a optimalizáciu úrovni výpustí pre dané JZ. Sú určené pre jednotlivé priamo merateľné parametre výpustí (skupiny RN) na základe výpočtového modelu schváleného príslušným dozorným orgánom (ÚVZ SR).

Pre plyné výpuste do atmosféry (cez ventilačný komín):

- dlhodobé RN v aerosólovej forme (s dobou polpremeny dlhšou ako 8 dní),
- jód (^{131}I) v plynnej aj aerosólovej forme,
- zmes rádioaktívnych vzácných plynov.

Pre kvapalné výpuste do hydrosféry (do rieky Hron):

- trícium,
- ostatné rádionuklidy (okrem trícia).

Tieto limity výpustí sú stanovené v povolení ÚVZ SR ako ročné referenčné úrovne pre ročné rádioaktívne výpuste do ŽP pre dané JZ [I.15]. Tieto ročné referenčné úrovne sú prekročiteľné, indikujú však optimalizáciu radiačnej ochrany na JE. Sú kontrolované a dokumentované prevádzkovateľom v rámci Monitorovacieho plánu schváleného ÚVZ SR.

Okrem dodržania ročných referenčných úrovni ročných bilančných výpustí rádioaktívnych látok sa ich optimálna úroveň udržiava aj pomocou **autorizovaných referenčných úrovni** ÚVZ SR (vyšetrovacie a zásahové úrovne). Tieto referenčné úrovne slúžia hlavne pre operatívnu kontrolu a riadenie uvoľňovania rádioaktívnych látok vypúšťaných cez ventilačný komín a kanál odpadových vôd. Ak niektorý parameter, pre ktorý je stanovená ročná referenčná úroveň prekročil päťnásobok denného priemeru odvodeného z príslušnej ročnej referenčnej úrovne (delené 365), neodkladne sa vyšetrojú príčiny a vykonávajú príslušné nápravné opatrenia vrátane odstavenia reaktora [I.17], [I.18].

11.1.3 Kvantitatívne bezpečnostné ciele pre rádiologický vplyv MO34

Pre minimalizáciu rádiologického vplyvu MO34 na ŽP, obyvateľstvo a pracovníkov boli vo VP stanovené kvantitatívne bezpečnostné ciele. Sú definované pre obyvateľstvo a pracovníkov pre normálnu a abnormálnu prevádzku a pre obyvateľstvo počas maximálnej projektovej havárie ako aj pre nadprojektové havárie.

Hodnoty kvantitatívnych bezpečnostných cieľov pre obyvateľstvo pre všetky podmienky JE sú zhrnuté v Tabuľka 11.1 - 4 .

Tabuľka 11.1 - 4 Rádiologické bezpečnostné ciele

Podmienky JE	Rádiologický bezpečnostný cieľ	Autorizované limity
Normálna a Abnormálna prevádzka	Efektívna dávka z dvoch blokov MO34 < 0.125 mSv / rok za hranicou ochranného pásma	Efektívna dávka zo 4 blokov < 0.25 mSv/rok za hranicou ochranného pásma (medzná dávka) [II.8]
Projektová havária (Kategória DBC-3a)	Efektívna dávka < 1 mSv / rok za hranicou ochranného pásma	Efektívna dávka < 50 mSv/rok za hranicou ochranného pásma Dávka v štítnej žľaze < 250 mSv/rok za hranicou ochranného pásma [II.28], [I.28]
Projektová havária (Kategória DBC-3b)	Efektívna dávka < 5 mSv / rok za hranicou ochranného pásma	Efektívna dávka < 50 mSv/rok za hranicou ochranného pásma Dávka v štítnej žľaze < 250 mSv/rok za hranicou ochranného pásma [II.28], [I.28]
Nadprojektová havária – Vybrané nadprojektové havárie	Efektívna dávka < 5 mSv/ rok za hranicou ochranného pásma	Efektívna dávka < 50 mSv/rok za hranicou ochranného pásma Dávka v štítnej žľaze < 250 mSv/rok za hranicou ochranného pásma [II.28], [I.28]
Nadprojektová havária – Ťažké havárie	Efektívna dávka < 50 mSv/ 7 dní za hranicou ochranného pásma pre neodkladné opatrenia Efektívna dávka < 30 mSv/ 30 dní za hranicou ochranného pásma pre následné opatrenia Efektívna dávka < 100 mSv/ 50 rokov za hranicou ochranného pásma pre dlhodobé opatrenia	Pre ťažké havárie sú stanovené iba zásahové úrovne

Kvantitatívne bezpečnostné ciele pracovníkov elektrárne zodpovedajú limitom ožiarenia zamestnancov a sú rovnaké ako autorizované limity, t.j. pre ročnú efektívnu dávku 100 mSv/r, pre ekvivalentnú dávku v očnej šošovke 20 mSv/rok, pre ekvivalentnú dávku v koži 500 mSv/rok (priemerná dávka na ploche 1 cm² najviac

ožiarenej kože bez ohľadu na veľkosť plochy ožiarenej kože), pre ekvivalentnú dávku v horných končatinách od prstov až po predlaktie a v nohách od chodidiel až po členky je 500 mSv .

Autorizované limity vo forme kumulovaných efektívnych dávok a ekvivalentných dávok na orgány alebo tkanivá ľudského tela pre výnimočné ožiarenie (nehody a radiačné havárie) sa stanovujú osobitne.

Podrobnejšie sú definované a popísané v kapitolách [I.26] a [I.27] PBS.

Podľa [II.8] musí byť radiačná ochrana pracovníkov udržiavaná na optimálnej úrovni v súlade s princípom ALARA. Pre tento účel sa používajú referenčné úrovne kolektívnych a individuálnych efektívnych dávok. Tieto referenčné úrovne stanovuje výbor ALARA a sú každý rok aktualizované s ohľadom na rozsah plánovaných činností ako aj na základe výsledkov hodnotenia efektívnosti radiačnej ochrany. Pre operatívnu kontrolu plnenia schválených referenčných úrovní a dodržiavania princípu ALARA sa používajú indikátory ALARA a kľúčové indikátory efektívnosti programu radiačnej ochrany KPI. Používanie KPI vrátane referenčných úrovní je detailnejšie popísané v kap. 11.05 [I.25] tejto PpBS.

11.1.4 Aplikácia princípu ALARA na MO34

V projekte dostavby MO34 sa zabezpečenie radiačnej ochrany považuje za základnú podmienku bezpečnej prevádzky a preto útvár zodpovedný za zabezpečenie radiačnej ochrany počas celého životného cyklu MO34 (projekt, stavba, prevádzka a vyradovanie) musí byť nezávislý od ekonomických a prevádzkových ukazovateľov. To je v súlade s prijatou kultúrou bezpečnosti, kde bezpečnosť je nadradená nad výrobou.

Rozsah, zodpovednosti a postupy zabezpečenia radiačnej ochrany sú popísané v [I.5]. Optimalizácia radiačnej ochrany je riešená v dokumentoch [I.29] a [I.32], kde sú popísané prijaté kritéria a metodiky pre uplatňovanie princípu ALARA.

Všetky dokumenty zaisťujúce ALARA na MO34 rešpektujú odporúčania MAAE v oblasti RO, ktoré sú založené na platných pravidlách a štandardoch RO stanovených expertmi ICRP, Svetovej zdravotníckej organizácie WHO, Medzinárodného úradu práce ILO, Organizácie pre ekonomickú spoluprácu a rozvoj OECD [II.14].

Hlavné ciele ALARA sa dosahujú nasledovnými opatreniami:

- redukciou zdrojového člena s využitím indikátorov ALARA,
- minimalizáciou tvorby RAO s využitím náležitých metód nakladania a spracovania RAO,
- redukciou dávkovej záťaže na základe plánovania ožiarenia a sledovania jeho trendov v priebehu plánovaných prác,
- prijatím systému školení v oblasti ALARA,
- uplatnením skúseností z predošlých činností,
- zdôvodnením ochranných opatrení a limitov dávok pri havarijných situáciách.

Optimalizácia radiačnej ochrany sa uplatňuje hlavne v nasledovných oblastiach:

- optimalizácia dávkovej záťaže pracovníkov pracujúcich v kontrolovanom pásme,
- minimalizácia produkcie kvapalných a pevných rádioaktívnych odpadov,
- minimalizácia kvapalných a pevných výpustí do hydrosféry a atmosféry, pre zníženie dávkovej záťaže obyvateľstva s ohľadom na relevantné ekonomické a spoločenské faktory.

Uplatnenie optimalizácie vo vyššie uvedených oblastiach sa považuje za základný cieľ vo všetkých etapách životného cyklu, od projektu až po vyradovanie.

Princíp ALARA bol aplikovaný už vo fáze projektovania, vo všetkých technických riešeniach vedúcich k redukcii dávkovej záťaže pracovníkov v kontrolovanom pásme, produkcii kvapalných a pevných rádioaktívnych odpadov a kvapalných a plyných výpustí do hydrosféry a atmosféry.

Vo vykonávacom projekte bol uplatnený kvalitatívny prístup založený na využití získaných skúseností z prevádzkovania referenčnej JE EMO12 v súlade s [II.21].

Optimalizácia radiačnej ochrany na EMO12 je dlhodobou preukazovaná výsledkami monitorovania osobných dávok. Ročná správa o stave radiačnej ochrany za rok 2014 [I.8] potvrdzuje, že kolektívna dávka pracovníkov EMO12 je na veľmi dobrej a optimálnej úrovni. Údaje uvedené v [I.8] sú zosumarizované v kap. 11.1.5.

Požiadavky na radiačnú ochranu sú integrálnou a základnou súčasťou Programu zabezpečenia kvality na EMO12. Program zabezpečenia kvality na EMO12 je formulovaný tak, že získané skúsenosti v oblasti optimalizácie radiačnej ochrany sú automaticky premietnuté od Programov zabezpečenia kvality MO34.

Napr. v oblasti radiačnej kontroly bol pôvodný realizačný projekt EMO12 doplnený a vylepšený bezpečnostnými opatreniami OP11 s cieľom splniť požiadavky zmien legislatívy ako aj medzinárodných odporúčaní v oblasti jadrovej energetiky ([I.7], [I.30]). Bezpečnostné opatrenia OP11 zahŕňajú nasledovné aspekty radiačnej kontroly:

- osobná dozimetria pre havarijné monitorovanie (OP-11/1),
- on-line gama-spektrometria primárneho okruhu (OP-11/2),
- meranie ^{16}N na ostrej pare (OP-11/3),
- meranie objemovej aktivity technickej vody dôležitej za chladičmi HSCHZ (OP-11/4),
- meranie výpustí z ventilačného komína (OP-11/5)
- meranie kvapalných výpustí (OP-11/6),
- havarijné merania výpustí vo ventilačnom komíne (OP-11/8),
- havarijné dozimetrické systémy (OP-11/9),
- havarijné monitorovanie v hermetickej zóne (OP-11/9b),
- monitorovanie kontaminácie na výstupe z kontrolovaného pásma z hygienickej slučky (OP-11/9d).

Tieto vylepšenia sú zohľadnené aj vo VP MO34, PS3.12 systém radiačnej kontrol. Navyše boli zohľadnené ďalšie skúsenosti z EMO12 ako optimalizácia chemického režimu chladiča primárneho okruhu, pridanie prenosných skladacích tieniacich stien gama a neutrónového žiarenia v miestach priestrelov gama a neutrónového žiarenia v blízkosti primárneho okruhu.

Boli zohľadnené tiež skúsenosti z ďalších JE: EBO34, JE Dukovany a JE Paks.

Ďalšie úsilie v oblasti optimalizácie radiačnej ochrany bude vynaložené v etapách prevádzky a vyradovania JE a týka sa hlavne prevádzkových postupov, pracovných inštrukcií a regulácie pohybu zamestnancov v radiačne najviac ohrozených priestoroch.

Na optimalizáciu dávkovej záťaže pracovníkov je prijatý súbor opatrení zahŕňajúci najjednoduchšie organizačné opatrenia (ochrana vzdialenosťou od zdroja žiarenia a redukcia doby pobytu) až po najkomplexnejšie sofistikované metódy (ochranné prostriedky, prídavné tienenie) a sú vždy určované pomocou príslušných analýz nákladov a prínosov.

Intervencie v prípade nehody (havárie) sa obvyčajne nemôžu realizovať pri zdrojoch žiarenia, ale musia byť aplikované v okolí a obvyčajne znamenajú isté obmedzenia slobody pre jednotlivcov. Protiopatrenia vytvárajúce program zásahu majú vždy určité nevýhody. Musia však byť zdôvodnené tým, že prinášajú viac úžitku než škody. Ich forma, rozsah a trvanie majú byť optimalizované tak, aby čistý prínos bol maximálny.

Skúsenosti získané na referenčnej JE EMO12 boli zohľadnené aj v etape prevádzky hlavne aktualizáciou programov a postupov spúšťania a prevádzkových predpisov overených dlhodobou praxou na referenčnej JE EMO12

V kapitole nižšie je popísaný prehľad opatrení prijatých v MO34 v etape projektovania a prevádzky. Ich podrobnejší popis je v [I.23] až [I.25] tejto PpBS.

Okrem iných argumentov je všeobecne známe aj to, že JE typu VVER-213 patria z hľadiska KED pracovníkov medzi najlepšie JE na svete - viď porovnanie priemernej KED na 1 reaktor typu PWR

v jednotlivých krajinách (Obrázok 11.1 - 13 a Obrázok 11.1 - 14) podľa [III.1]. Reaktory v SR (ročný priemer na 1 reaktor 0.17 man.Sv) sa v roku 2012 umiestnili na 5. mieste z 27 hodnotených krajín (ročný priemer pre všetky reaktory bol 0.61 man.Sv), ČR je pritom na 4.mieste s hodnotou ročnej KED 0.12 man.Sv.

Podľa publikácie ISOE [III.2] boli v roku 2013 ročné priemerné KED na 1 reaktor v SR podobne priaznivé. SR (priemer 0.13 man.Sv) sa v rebríčku ISOE umiestnila na 2. mieste za ČR (0.12 man.Sv) pri ročnej priemernej hodnote za hodnotené PWR (zo 14 hodnotených krajín) 0.58 man.Sv.

11.1.4.1 Aplikácia princípu ALARA v projekte

V tejto kapitole sú popísané niektoré opatrenia prijaté v projekte pre optimalizáciu dávkovej záťaže pracovníkov.

Projekt MO34 je založený na ruskom type JE VVER 430-213, ktorý sa vyznačuje dobrým riešením v oblasti tienenia hlavných zdrojov ionizujúceho žiarenia, výberu materiálov, rozmiestnenia technologických systémov a priestorov pre činnosť personálu. Výsledkom je nízka dávková záťaž, ktorá je dlhodobo preukazovaná dosahovanými nízkymi dávkami pracovníkov v podmienkach referenčnej JE EMO12 ako aj EBO34 a EDU, ktoré sú toho istého typu.

Dávkové úväzky personálu sú obmedzované hlavne používaním diaľkového ovládania zariadení (vzdialenosť) a obmedzovaním dĺžky pobytu v priestoroch s vyššími príkonmi efektívnej dávky od rádioaktívnych zdrojov a v priestoroch s rizikom príjmu rádioizotopov do organizmu inhaláciou, alebo ingesciou (doba expozície). Čas potrebný na vykonanie určených pracovných úloh v technologických miestnostiach primárnej časti je skracovaný vhodným riešením pri tých zariadeniach, ktoré vyžadujú periodickú obsluhu, údržbu, výmenu súčiastok a pod. Týka sa to hlavne zariadení, ktoré slúžia na výmenu paliva a výmenu filtračných náplní.

V prípadoch, kde je nutné vykonať opravu alebo údržbu aktívneho zariadenia, je možné odstaviť príslušný technologický uzol, pretože zariadenia tohto typu sú prevažne zaradené do dvoch alebo troch samostatných technologických liniek. Počas doby odstavenia preberá funkciu druhá linka a u zvlášť dôležitých systémov je ešte v rezerve tretia linka. Zariadenie, na ktorom sa vykonáva údržba sa pred začiatkom prác prepláchne, vydrenážuje, dekontaminuje, urobí sa dozimetrická kontrola a podľa výsledkov sa určí ďalší pracovný postup.

Vhodné hygienické pracovné podmienky sa zaisťujú odstránením zbytočných zdrojov žiarenia v pracovnom priestore (redukcia zdrojov), dekontamináciou vonkajších povrchov, intenzívnou činnosťou vzduchotechnického systému a používaním vhodných pracovných pomôcok a ochranných prostriedkov.

Podstatné zmeny boli implementované tak, že boli zohľadnené bezpečnostné opatrenia OP11 popísané v [I.7] a [I.30]. Ich popis je aj v kap. [I.23] až [I.25] tejto PpBS.

Ďalej v tejto kapitole sú uvedené aj projektové opatrenia pre minimalizáciu produkcie rádioaktívnych odpadov a výpustí do ŽP.

11.1.4.1.1 Projektové opatrenia pre redukciiu dávkovej záťaže pracovníkov

Prístupnosť k technologickým zariadeniam

Prístupnosť k technologickým zariadeniam je obmedzená uplatnením nasledovných opatrení:

- Objekty, v ktorých sa nachádzajú technologické zariadenia obsahujúce zdroje ionizujúceho žiarenia (hlavný výrobný blok, budova aktívnych pomocných prevádzok) sú navrhnuté tak, aby bola zaistená dostatočná ochrana personálu pri bežných pracovných operáciách (tienenie + prístupnosť – skrátenie doby expozície).
- Pri návrhu strojne technologického a stavebného riešenia bola dosiahnutá taká úroveň prístupnosti k zariadeniam, aby bola umožnená ľahká a bezpečná obsluha a údržba ako aj potrebné revízie a opravy (doba expozície).
- Potrubia obsahujúce rádioaktívne médiá sú vedené zvláštnymi aktívnymi potrubnými chodbami (tienenie stenou a vzdialenosťou).
- Veľké zdroje (nádže, filtre) sú umiestnené v samostatných tienených kobkách, alebo pokiaľ sú umiestnené v jednej miestnosti spolu s ďalšími zariadeniami sú oddelené tieniacimi stenami.
- Jednotlivé technologické uzly sú oddelené tak, aby pri údržbárskych prácach na jednom systéme neboli pracovníci zbytočne ožarovaní od zdrojov okolitých systémov (tienenie).
- Ovládanie armatúr na aktívnych potrubných trasách je riešené diaľkovo a s ohľadom na ich funkciu pri rôznych prevádzkových režimoch (ochrana vzdialenosťou).
- Ovládacie prvky zariadení sú umiestnené v obsluhovaných priestoroch, kde je najnižšia úroveň príkonu efektívnej dávky (doba expozície).
- Zariadenie je umiestňované s ohľadom na dobrý prístup k tým častiam, ktoré vyžadujú pravidelnú údržbu, aby sa skrátil čas potrebný na tieto práce a tým aj doba pobytu pracovníkov v priestoroch s vyššou úrovňou dávky
- Do poloobsluhovaných priestorov sú umiestnené zariadenia, ktoré nevyžadujú stálu alebo dlhodobú prítomnosť obsluhy (doba expozície).
- Zariadenia, ktoré predstavujú také zdroje ionizujúceho žiarenia, pri ktorých by mohlo dôjsť k neprípustným dávkovým úvazkom, sú umiestnené do neobsluhovaných priestorov. Vstup do týchto miestností podlieha zvláštnemu režimu pre zaistenie bezpečnosti a hygieny práce (doba expozície).
- Zariadenia primárnej časti jadrovej elektrárne, ktoré obsahujú rádioaktívne médiá sú navrhnuté tak, aby nároky na údržbu boli čo najmenšie a tak nedochádzalo ku zbytočnému ožarovaniu pracovníkov (doba expozície).
- Upchávky a tesnenia všetkých častí systémov, ktoré pracujú s rádioaktívnymi kvapalinami sú zvolené s ohľadom na parametre a chemické zloženie média, tak, aby sa zabránilo nežiaducim únikom do pracovného prostredia (prevencia výskytu zdrojov).
- Technologické zariadenia u ktorých v prípade poruchy nie je možné vylúčiť riziko úniku rádioaktívnej kvapaliny, sú umiestnené do kobiek a do miestností vybavených tak, aby bolo možné tieto úniky zachytiť a odviesť do systému pre spracovanie rádioaktívnych odpadov. Tieto miestnosti sú napojené na systém špeciálnej kanalizácie, podlahy a steny do výšky možného zalatia sú opláštené plechom z nehrdzavejúcej ocele, prahy sú zvýšené alebo je vstup do kobiek z vyššieho poschodia (lokalizácia zdroja).

Výber materiálu a povrchová úprava technologických zariadení

Nerezová oceľ použitá na výrobu komponentov primárneho okruhu a ďalších príslušných zariadení, ktoré prichádzajú do kontaktu s chladivom primárneho okruhu je vyberaný dodávateľom s ohľadom na parametre prevádzkových médií a podľa požiadaviek udržiavania potrebnej kvality komponentov I.O.. Pri výbere týchto materiálov sa obzvlášť sleduje obsah kobaltu v oceliach, ktorý je zdrojom tvorby izotopu ^{60}Co v chladive a materiáloch I.O. Obsah kobaltu v týchto oceliach podľa BNS II.3.3./2011 [II.22] (prevzaté z GOST) musí

byť na úrovni menej ako 0.05%. Navyše kontrolou prímiesí v použitej oceli je súčasne obmedzovaná aj rýchlosť tvorby korózných produktov.

Podľa PpBS EMO12 bola vykonávaná analýza vplyvu ^{60}Co aj pri výrobe trubiek parogenerátora EMO12. Teplovýmenné plochy trubiek parogenerátora predstavujú najväčšiu časť vnútorných povrchov I.O. čím najviac ovplyvňujú objemovú ako aj deponovanú aktivitu korózných a aktivačných produktov I.O. [I.1], [I.2], [I.3]. Účinnosť takéhoto prístupu bola potvrdená aj v praxi na blokoch EMO12, ako aj JE V2, kde kolektívne efektívne dávky personálu v dôsledku nízkeho výskytu ^{60}Co dosahujú niekoľko krát nižšie hodnoty ako napr. na JE V1 [I.1] (PG na JE V1 neboli vyrobené v bývalej ČSSR).

Parogenerátory pre 3. a 4. blok MO34 boli vyrobené vo Vítkoviciach v období rokov 1987 až 1990 podľa tých istých postupov ako v prípade EMO12 [I.10].

Parogenerátor je podľa Výnosu č. 5 ČSKA/1979 (ktorý platil v čase ich výroby) vybraným zariadením a jeho primárna časť je zaradená do bezpečnostnej triedy 1, sekundárna časť do bezpečnostnej triedy 2 tohto výnosu. V čase jeho výroby pre neho platila Vyhláška č. 76/1989 Sb. ČÚBP pre zabezpečenie bezpečnosti technických zariadení v jadrovej energetike [TPE-PG rev04].

Vlastnosti základných a prídavných materiálov každej tavby použitých pre výrobu novo dodávaných komponentov sú dokladované inšpekčným certifikátom podľa EN10204 [II.23]:

- 1) inšpekčný certifikát 3.2 – pre dodávky komponentov bezpečnostnej triedy BT1 a BT2 tlakové rozhranie primárneho a sekundárneho okruhu,
- 2) inšpekčný certifikát 3.1 – pre dodávky netlakových dielov vnútornej stavby PG,
- 3) inšpekčný certifikát 2.2 – pre dodávky dorazového krúžku veka primárneho okruhu, meracie tyčinky svorníkov prírubových spojov PG a nosné konštrukcie depozitu korózných vzoriek [TPE, PG- rev 2]

Na základe uvedeného možno v prípade MO34 konštatovať, že úroveň plošnej aktivity korózných a aktivačných produktov deponovaných na vnútorných povrchoch I.O. bude rovnako nízka ako na EMO12. V dôsledku toho možno v prípade MO34 očakávať dávkovú záťaž pracovníkov v dôsledku depozície korózných produktov na vnútorných povrchoch komponentov I.O. na rovnako nízkej úrovni ako v prípade referenčnej JE EMO12.

Tento príklad je ukážkou brilantnej aplikácie zásad optimalizácie ALARA už pri projektovaní a výbere materiálov a výrobe komponentov I.O..

Povrchová úprava materiálov (leštenie, žihanie) obmedzuje koróziu, predlžuje životnosť zariadení a umožňuje efektívnu dekontamináciu. Menej ušľachtilé materiály sú chránené odolným náterovým systémom a používajú sa iba pre pomocné konštrukcie a zariadenia, ktoré neprichádzajú do kontaktu s primárnym chladivom.

Prevádzkové aspekty

Pre obmedzovanie dávkovej radiačnej záťaže personálu počas prevádzky sú nasledujúce všeobecné zásady prevádzkovania zariadení:

- Na prípravu roztokov, ktoré sa používajú v primárnej časti sa používa veľmi kvalitná demineralizovaná voda alebo čistý kondenzát. Tým sa znižuje množstvo nečistôt a korózných produktov, ktoré by mohli byť aktivované (prevencia výskytu zdrojov – ďalej len prevencia).

- Všetky systémy zaistujú ich odstavenie, vydrenážovanie, premytie a v prípade potreby aj dekontamináciu. Zariadenia a potrubné trasy majú minimum miest s možnosťou usadzovania nečistôt, ktoré navyše je možné ľahko vyčistiť (prevencia).
- Aby sa obmedzila korózia primárneho okruhu, je dávkovaním chemikálií udržiavané pH na hodnote priaznivej pre použitie konštrukčných materiálov (prevencia).
- Úniky kontaminovaných médií sú obmedzované použitím vhodných typov spojov, tesnení a upchávok (prevencia).
- Všetky významné zdroje ionizujúceho žiarenia sú odtienené tak, aby v miestach obsluhy boli príkony efektívnej dávky na čo najnižšej možnej úrovni.
- Systém výmeny paliva je navrhnutý a realizovaný tak, že skracuje čas potrebný pre tieto operácie.
- Výmena ionexových náplní filtrov sa uskutočňuje podľa VP vyplavovaním do nádrží systému na spracovávanie rádioaktívnych odpadov, ktoré vyžaduje minimálnu nutnosť prítomnosti obsluhy v mieste zdrojov žiarenia.
- Pre uľahčenie dekontaminácie sú pre povrchy podláh a stien zvolené neporézne a ľahko umývateľné materiály.

11.1.4.1.2 Projektové opatrenia pre minimalizáciu tvorby rádioaktívnych odpadov

Minimalizácia tvorby rádioaktívnych odpadov je zohľadnená už pri návrhu technologických zariadení a plánovaní činností vykonávaných v kontrolovanom pásme. Minimalizácia tvorby rádioaktívnych látok sa dosahuje hlavne dodržiavaním nasledovných základných zásad:

- a) vhodnou voľbou materiálov odolných voči korózii,
- b) výberom zariadení s maximálnou možnou životnosťou, zariadenia sú konštruované tak, aby v prípade poruchy bolo možné ľahko ich nahradiť a pri ich prevádzke je produkované minimum sekundárnych odpadov,
- c) výberom zariadení s minimálnou potrebou údržby a maximálnym možným intervalom údržby,
- d) používaním materiálov s kvalitným povrchom, ktorý umožňuje ich ľahkú dekontamináciu,
- e) voľbou progresívnych dekontaminačných metód, ktoré znižujú spotrebu dekontaminačných roztokov,
- f) používaním materiálov, ktoré je možné spracovať pri dosiahnutí najmenšieho objemu RAO pre ich uloženie alebo ich je možné znovu použiť, používaním bezúnikových zariadení,
- g) dbaním na správne oddelenie aktívnych a neaktívnych systémov, neaktívne systémy sú riešené tak, že nedochádza k nátokom neaktívneho média do špeciálnej kanalizácie,
- h) navrhovaním technologických potrubných systémov, nádrží a zariadení je uplatňované drenážovanie do systému, ktorý umožní návrat média do technologického procesu,
- i) zabezpečením monitorovania procesu tvorby, spracovania a skladovania RAO.

Podrobnejšie informácie o projektových a prevádzkových opatreniach pre minimalizáciu tvorby rádioaktívnych látok ako aj o nakladaní s rádioaktívnym odpadom sú uvedené v [I.31], [I.34].

11.1.4.1.3 Projektové opatrenia pre minimalizáciu vypúšťania rádioaktívnych látok do životného prostredia

Minimalizácia výpustí plyných a kvapalných látok do životného prostredia je zabezpečená hlavne technologickými systémami pre ich spracovanie pred ich vypúšťaním (čistiace stanice plynov a odpadových vôd). Tieto systémy zabezpečujú kontrolu nad zdrojmi žiarenia a ich odtienenie, dostatočnú úroveň separácie rádioaktívnych látok z vypúšťaných médií a zníženie úrovne aktivity jej prirodzeným rozpadom počas spracovania médií pred ich vypúšťaním (hlavne pre rádionuklidy s krátkou dobou polpremeny).

Kontrola správnej funkčnosti týchto systémov je sledovaná technologickou radiačnou kontrolou príslušných médií.

Minimalizácia plyných a kvapalných výpustí je zabezpečená aj v prevádzke dodržaním príslušných referenčných hodnôt (vyšetrovací a zásahová úroveň) odvodených od ročných referenčných úrovní. Neprekročenie týchto referenčných úrovní je sledované on-line na základe prevádzkovej radiačnej kontroly výpustí. Podrobnejšie informácie sú uvedené v [I.11], [I.33], [I.34].

11.1.4.2 Aplikácia princípu ALARA počas prevádzky

11.1.4.2.1 Štruktúra a zodpovednosti pri uplatňovaní princípu ALARA

Uplatňovanie princípu ALARA je zabezpečené organizačnou štruktúrou definujúcou kompetencie a zodpovednosti jednotlivých pracovníkov ako aj systémom administratívnych opatrení, definovaných príslušnými prevádzkovými predpismi a ďalšou prevádzkovou dokumentáciou.

Princíp ALARA je metódou radiačnej ochrany. Z toho vyplýva, že prevádzková štruktúra a zodpovednosti pri jeho uplatňovaní sú implementované do štruktúry organizácie radiačnej ochrany a tvoria súčasť príslušných QA predpisov.

Keďže princíp ALARA môžeme považovať za jeden z prvkov, ktorý okrem úrovne radiačnej ochrany ovplyvňuje kultúru a bezpečnosť prevádzky jadrovej elektrárne, je jeho dodržiavanie záväzné pre všetkých pracovníkov EMO. Z toho vyplýva, že požiadavky na jeho uplatňovanie a tomu prislúchajúce právomoci a zodpovednosti sú adekvátne zohľadnené na všetkých stupňoch riadenia EMO.

Osvedčeným prvkom organizačnej štruktúry je činnosť Pracovného výboru ALARA, ktorého ustanovenie napomáha efektívnemu uplatňovaniu princípu ALARA. Pracovný výbor ALARA má nasledovné zodpovednosti a právomoci:

- odsúhlasovanie prác rizikových z hľadiska radiačnej ochrany,
- posudzovanie a analyzovanie udalostí, pri ktorých došlo, resp. môže dôjsť k dosiahnutiu alebo prekročeniu limitných hodnôt dávkového príkonu,
- vydávanie doporučení pre vedenie podniku, týkajúce sa otázok radiačnej ochrany,
- aplikovanie skúseností a nových postupov v oblasti ALARA.

Pracovný výbor ALARA pôsobí v nasledujúcom zložení:

- vedúci útvaru radiačnej ochrany,
- vedúci oddelenia (skupiny) RKP a OD,
- špecialista ALARA,
- a prizvaní odborníci (ak je to potrebné).

Na jednotlivé zasadnutia Pracovného výboru ALARA sú vedúcim útvaru radiačnej ochrany spravidla pozývaní aj ďalší pracovníci dotknutých útvarov a to podľa charakteru prerokovávanej problematiky (napr. vedúci útvaru, na ktorom sa plánuje realizácia radiačne rizikových prác podľa schvaľovaného programu prác), prípadne aj externí odborníci. Zasadnutia pracovného výboru ALARA sú pravidelné, a to vždy vtedy, keď si to situácia vyžaduje, najmenej však jedenkrát za polrok.

Ostatné zodpovednosti týkajúce sa uplatňovania princípu ALARA sú nasledovné:

Riaditeľ - zodpovedá za vyhlásenie stratégie ALARA v EMO12

Vedúci odborov - zodpovedajú za aplikáciu princípov ALARA na svojich odborov, aplikáciu a dodržiavanie predpisov radiačnej ochrany s hlavným dôrazom na uplatňovanie princípov ALARA, zabezpečenie technických a organizačných opatrení na dodržiavanie pravidiel a požiadaviek radiačnej ochrany

Vedúci útvaru radiačnej ochrany - zodpovedá za systematické zavedenie princípu ALARA v zodpovedajúcich oblastiach a činnostiach EMO12, podávanie pravidelných správ o výsledkoch aplikácie ALARA vedeniu EMO12, zapracovanie skúseností z iných elektrární do programu radiačnej ochrany, rozpracovanie požiadaviek dozorných orgánov z hľadiska radiačnej ochrany do predpisov zabezpečenia kvality, stanovenie podmienok výkonu prác a vydávanie povolení pre výkon činnosti v kontrolovanom pásme v súlade s princípom ALARA, vyšetrovanie príčin mimoriadnych a neplánovaných expozícií

Špecialista ALARA - zodpovedá za vypracovanie podkladov pre rokovanie Pracovného výboru ALARA, vypracovanie, vedenie a aktualizovanie databázy všetkých činností a oblastí v rámci uplatňovania princípu ALARA v EMO12, zhodnotenie návrhov a včasné realizovanie spätnej väzby, sledovanie realizácie jednotlivých opatrení a ich porovnanie so stanovenými cieľmi, sledovanie trendov expozície pracovníkov

Vedúci skupiny RKP a OD - zodpovedá za posudzovanie činností pri uplatňovaní princípu ALARA, aktualizovanie predpisov a dopĺňovanie databázy z hľadiska radiačnej ochrany.

Ostatní vedúci pracovníci - zodpovedajú za zabezpečenie organizačných a technických opatrení na minimalizáciu ožiarenia pracovníkov v súlade s princípom ALARA a z toho vyplývajúcich činností súvisiacich s realizáciou programu radiačnej ochrany a uplatňovaním princípu ALARA.

Všetci pracovníci - zodpovedajú za dodržiavanie prvkov radiačnej ochrany a uplatňovanie princípu ALARA v rámci svojej pracovnej náplne v súlade s uplatňovanými princípmi kultúry bezpečnosti.

Medzi hlavné činnosti útvaru radiačnej ochrany patrí:

- Vykonávanie činnosti radiačnej ochrany a priame riadenie a dozor pri výkone prác so zdrojmi ionizujúceho žiarenia tak, aby dávky pracovníkov boli menšie ako limitné a v zhode s princípmi ALARA vrátane určenia potrebných osobných ochranných pomôcok, nakladania s rádioaktívnymi odpadmi a transportu rádioaktívnych materiálov.
- Monitorovanie rádioaktivity v pracovnom prostredí, technológii, v areáli a okolí závodu. Sledovanie stavu technologických bariér, monitorovanie a kontrola výpustí rádioaktívnych látok zo závodu tak, aby boli v zhode s princípmi ALARA, preukazovanie ich dopadov v okolitom životnom prostredí, uvoľňovanie rádioaktívnych látok do životného prostredia.

11.1.4.2.2 Prevádzkové opatrenia pre minimalizáciu dávkovej záťaže pracovníkov

Plánovanie a dohľad na pracovnými činnosťami

Pracovné postupy pre jednotlivé operácie pri ktorých sa manipuluje s rádioaktívnymi žiaričmi, alebo ktoré sa vykonávajú v kontrolovanom pásme, musia byť preverené a schválené pracovným výborom ALARA a špecialistami RO. Práce, pri ktorých je riziko ožiarenia alebo kontaminácie, musia byť vykonávané pod dohľadom špecialistov strediska radiačnej ochrany a vyhodnotené z hľadiska rádiologického rizika.

Na základe skúseností z prevádzky a ďalších informácií, musia byť pracovné postupy v pravidelných intervaloch aktualizované.

Dôležitou súčasťou prevádzkových opatrení ALARA je overovacie mapovanie skutočnej radiačnej situácie v okolí významných zdrojov žiarenia v rámci spúšťania blokov. Týmto sa overuje či sa v rámci realizácie

projektu podarilo stavebne odtieniť všetky významné zdroje. Doterajšie skúsenosti sú dobré, nájdené priestrely radiácie bolo možné riešiť dodatočným odtienením vytvorením tieniacich stien, ktoré boli realizované formou skladačky z olovených tehál (blokov) pre tienenie gama žiarenia a z tvaroviek Neutronstop-u (typ C3) pre tienenie proti neutrónovému žiareniu - podrobnejšie viď kap. 11.3 tejto PpBS [I.23].

Pri vykonávaní činností s významne zvýšenými úrovňami ožiarenia, alebo kontaminácie, alebo ak realizácia prác môže byť zložitá je dôsledné naplánovanie prác jednou z najdôležitejších prostriedkov optimalizácie radiačnej ochrany týchto prác. Na základe skúseností z referenčnej EMO12 sú ešte pred spustením MO34 vykonané individuálne rozbery ALARA pre všetky práce, ktoré prichádzajú do úvahy z hľadiska zvýšenej radiačnej expozície. Ide hlavne o nasledovné činnosti:

- Prehliadky, opravy (zaslepovanie trubiek na parogenerátore),
- Všetky práce, ktoré súvisia s výmenou paliva a ostatné práce na otvorenej tlakovej nádobe reaktora,
- Vnútorne prehliadky aktívnych zariadení a následne práce na nich,
- Všetky manipulácie s rádioaktívnym materiálom, ako je hlavne vyhorené jadrové palivo, rádioaktívne odpady, vzorky rádioaktívnych médií.

Všetky nové druhy činností vedúcich k ožiareniu sa musia pred svojim prvým zavedením do praxe, alebo prvým povolením odôvodniť. Odôvodnenia existujúcich druhov činností vedúcich k ožiareniu sa musia prehodnotiť, keď sa získajú nové a významné poznatky o ich pôsobení alebo následkoch. Všetky prevádzkové predpisy, programy a technologické postupy, týkajúce sa prác v prostredí s ionizujúcim žiarením musia byť schválené útvarom radiačnej ochrany. V prevádzkových predpisoch a technologických postupoch pre radiačne rizikové práce musia byť rozpracované opatrenia pre zaistenie radiačnej ochrany, možné nehodové a havarijné situácie a ich riešenie. Vykonanie nových prác, spojených s radiačným rizikom bez súhlasu oddelenia radiačnej ochrany nie je povolené. Samotné hodnotenie optimalizácie radiačnej ochrany robia členovia pracovného výboru ALARA. Jeho úlohou je hodnotenie a schvaľovanie zoznamu činností rizikových z hľadiska radiačnej ochrany, posudzovanie a analyzovanie udalostí pri ktorých boli resp. môžu byť dosiahnuté alebo prekročené limitné hodnoty dávkového príkonu, vydávanie odporúčaní pre vedenie podniku, týkajúce sa otázok radiačnej ochrany, aplikovanie nových postupov v oblasti ALARA, pri zvážení jednotlivých špecifik prevádzky. O každom prvku je vedený "List hodnotenia v SE-EMO ALARA" a ak je výsledok hodnotenia taký, že princíp ALARA treba uplatniť, spracuje sa "List aplikácie ALARA v SE-EMO", ktorý konkrétne určí v akej dokumentácii má byť princíp ALARA zavedený.

Tieto činnosti sú vykonávané v súlade s Pravidlom PR/8228 „Princípy aplikácie ALARA“.

Plánovanie a dohľad nad osobnými dávkami pracovníkov

Osobné dávky sú regulované tým, že do kontrolovaného pásma môžu vstupovať len osoby s povolením vstupu. Pre povolenie vstupu do KP a pridelenie dozimetra musia pracovníci splniť tieto požiadavky:

- Predložiť potvrdenie o zdravotnej spôsobilosti pre prácu v prostredí s ionizujúcim žiarením,
- Úspešne absolvovať skúšku z pravidiel radiačnej ochrany,
- Predložiť záznamy o predchádzajúcich dávkach,
- Absolvovať meranie vnútornej kontaminácie.

Splnenie uvedených podmienok sa opakovane preukazuje v predpísaných intervaloch.

Podmienky pre povolenie vykonávania prác v KP sú definované v dokumente „Povoľovanie a výkon prác na R- príkaz“. R–príkaz je dokument pre vykonanie práce v podmienkach zvýšeného radiačného rizika, v ktorom sú určené miesto, čas a podmienky práce, nutné opatrenia a prostriedky pre zaistenie radiačnej ochrany, zloženie pracovnej skupiny a uvedené mená osôb zodpovedných za dodržiavanie pravidiel radiačnej ochrany.

V elektrárni je vypracovaný zoznam obsluhovaných, neobsluhovaných a poloobsluhovaných miestností. Krátkodobé práce na zariadení, alebo kontrolu zariadenia v poloobsluhovaných priestoroch môžu pracovníci robiť bez príkazu "R", pokiaľ počas práce neobdržia efektívnu dávku väčšiu ako 0,2 mSv alebo ak povrchová kontaminácia prostredia nie je väčšia ako 0,3 Bq/cm². Inak sa musí práca vykonať na R–príkaz.

Prechod hygienickou slučkou je popísaný v predpise OPR/8224 „Prechod cez hygienickú slučku, vstup do KP a výstup z KP“. Práci v KP musia byť vykonávané s použitím predpísaných osobných ochranných prostriedkov, ktoré pre konkrétnu prácu určuje útvar radiačnej kontroly. Zásady používania osobných ochranných pomôcok pri práci v KP sú rozpracované OPR/8226 „Zásady používania OOPP pri práci v kontrolovanom pásme“.

Osoby vystupujúce z KP musia byť premerané na povrchovú kontamináciu v súlade s predpisom OTP/8431.9d „Monitorovanie kontaminácie pracovníkov na PCM-2“. Vynášanie (vyvážanie) akýchkoľvek predmetov z kontrolovaného pásma mimo hygienickú slučku je povolené iba po zmeraní povrchovej kontaminácie, dávkového príkonu s písomným povolením, ktoré vydáva služba radiačnej kontroly. Podrobne je postup popísaný v predpise OPR/8227 „Postup pri vývoze predmetov z KP a areálu EMO“.

Limity ožiarenia osôb sú aplikované v celom rozsahu v súlade so zákonom NR SR č. 87/2018 Z.z. [II.8]. V EMO12 je prijatý systém limitovania osobných dávok pre profesionálnych pracovníkov kategórie A v kontrolovanom pásme pre normálnu prevádzku i pre radiačné havárie.

Vyšetrovacie úrovne pre vonkajšie a vnútorné ožiarenie počas prevádzky sú definované v 0 ME/8201 „Monitorovanie externej expozície pracovníkov“ a v 0 ME/8205 „Monitorovanie vnútornej rádioaktívnej kontaminácie pracovníkov“.

Povolené a referenčné úrovne dávok pri havarijných situáciách sú podrobne uvedené v dokumente EMO-NA-172.00-06 „Monitorovanie pri havarijných situáciách“. Uplatňujú sa pritom požiadavky Zákona NR SR č. 87/2018 Z.z.

Kontrola uplatňovania princípu ALARA

Kontroly uplatňovania princípu ALARA sa vykonávajú pravidelne, najmenej raz za tri roky a vždy vtedy, keď si to vyžaduje situácia, spravidla keď dôjde k dosiahnutiu a prekročeniu limitných hodnôt radiačnej ochrany v danej oblasti, prekročeniu plánovaných úrovní radiačnej ochrany alebo pri nepriaznivých trendoch vývoja situácie v oblasti radiačnej ochrany. O vykonaní kontroly v takomto prípade rozhodne pracovný výbor ALARA.

Uplatňovanie princípu ALARA sa kontroluje formou:

1. interného auditu, zloženého z pracovníkov radiačnej ochrany a riadenia kvality,
2. externého auditu podľa platných predpisov v oblasti objednávaní a vykonávaní externých auditov.

Správy a informácie sa posielajú hygienickým orgánom buď podľa legislatívnych požiadaviek, alebo podľa požiadaviek hygienickými orgánmi uvedených v rozhodnutí o povolení prevádzky reaktorov a v iných rozhodnutiach. Správy príslušným dozorným orgánom sa posielajú v zhode s metodickým návodom SE/1/MNA-161.01 „Styk s dozornými orgánmi v oblasti jadrovej bezpečnosti a radiačnej ochrany“.

11.1.5 Ocenenie dávkovej záťaže pracovníkov za normálnej a abnormálnej prevádzky a v prípade projektovej havárie

11.1.5.1 Ocenenie dávkovej záťaže pracovníkov za normálnej prevádzky

Normálna prevádzka zahŕňa všetky prevádzkové režimy, v rámci ktorých sú dodržané všetky LaP.

Zahŕňa činnosti na pracoviskách so zdrojmi ionizujúceho žiarenia vykonávané v súlade s vypracovanou a schválenou dokumentáciou bez výskytu radiačných udalostí. Sú pritom dodržané všetky podmienky stanovené dozornými orgánmi a platnými legislatívnymi normami a predpismi zabezpečovania kvality v SE-EMO. Z hľadiska zabezpečenia RO sa môžu vyskytnúť aj neštandardné radiačné udalosti alebo radiačné nehody, ktoré sú dôsledkom porušenia prevádzkových predpisov alebo požiadaviek na zabezpečenie radiačnej ochrany. Tieto stavy sú hodnotené útvarom RO ako odchýlky od štandardného stavu určeného požiadavkami programu RO na pracoviskách v prostredí s IŽ.

Úlohou programu radiačnej ochrany a priebežného hodnotenia dávok personálu je zaistiť, aby všetky plánované práce i riešenie bežných prevádzkových udalostí bolo zabezpečené s čo najnižšími IED v rámci platných limitov a referenčných úrovní ožiarenia jednotlivých pracovníkov, optimálnymi počtami pracovníkov a v konečnom dôsledku s čo najnižšími KED, optimalizovanými podľa vyššie popísaného princípu ALARA. Hodnotenie neštandardných stavov sa vykonáva na základe kľúčových indikátorov efektívnosti programu radiačnej ochrany.

Pre odhad dávok prijatých pracovníkmi MO34 počas normálnej prevádzky boli zohľadnené údaje a analýzy z referenčnej JE EMO12. Vzhľadom na podobnosť projektových ako aj prevádzkových aspektov možno očakávať, že radiačná situácia na MO34 bude na rovnakej úrovni ako v prípade EMO12.

Súčasťou dlhodobej kontroly ožiarenia pracovníkov na referenčnej EMO12 (zabezpečuje ju útvar osobnej dozimetrickej kontroly), je aj sledovanie štatistickej distribúcie ročnej kolektívnej efektívnej dávky pracovníkov vrátane ich profesionálneho zaradenia ako aj ďalších parametrov. Pritom boli zohľadnené údaje z ročnej správy o stave radiačnej ochrany za rok 2014 [I.8], pretože v čase vypracovania tejto PpBS boli posledným kompletným súborom ročných údajov. Okrem toho sú uvedené tiež ročné kolektívne efektívne dávky (Obrázok 11.1 - 11) a maximálne individuálne efektívne dávky (Obrázok 11.1 - 12) za roky 1998 – 2014, ktoré poukazujú na trend príslušných ročných údajov.

Údaje v prvom rade ukazujú, že kolektívna efektívna dávka a jej štatistické rozdelenie významne ovplyvňujú podmienky plánovaných a neplánovaných prác počas odstávok. Rozdiely sú ovplyvnené hlavne:

- typom odstávky (RGO, TGO),
- počtom a skúsenosťami pracovníkov,
- celkovou dĺžkou odstávky,
- stavom a radiačnou situáciou (dávkový príkon) na slučkách hlavných cirkulačných potrubí,
- rozsahom realizovaných dávkovo náročných opravárenských a údržbárskych prác v blízkosti primárneho okruhu a reaktora v rámci odstávky.

Zhrnutie vplyvov na uvedené údaje je nižšie.

1. Plánované a neplánované práce v priebehu odstávok

V roku 2014 sa uskutočnili odstávky bloku TGO1/14 (29.3.2014 – 19.4.2014) a SGO2/14 (20.09.2014 – 28.10.2014) s výkonom prác v prostredí s IŽ. Najväčší počet exponovaných pracovníkov bol zaznamenaný

počas odstávok - v mesiaci apríl 229 a v mesiaci október 404 exponovaných pracovníkov (Tabuľka 11.1 - 12). Záznamová úroveň pri monitorovaní individuálnych efektívnych dávok je 0,1 mSv.

Najvýznamnejšou mierou 89% sa na rozdelení ročnej KED podieľali práce počas TGO1/14 a SGO2/14 (viď. Obrázok 11.1 - 10). Podiel KED prác v KP v roku 2014 vykonaných mimo odstávok blokov vrástol zo 7% v roku 2010, 11% v roku 2011, 17% v 2012, 8% v 2013, na 11% a predstavuje 33,930 man.mSv. Príspevok z neutrónového ožiarenia k ročnej KED klesol z 9,96% v roku 2012 na 3,23% v 2014 a predstavoval 10,039 man.mSv. Podľa Obrázok 11.1 - 4 najväčší podiel na ročnej KED na 1. a 2.bloku mali práce pracovníkov na reaktore, ostatných súvisiacich systémoch a iných zariadeniach v HVB.

Rozdelenie čerpania KED v jednotlivých kalendárnych mesiacoch v roku 2014 v kontrolovanom pásme EMO12 pri stabilizovanom počte sledovaných vlastných pracovníkov ako aj dodávateľov je uvedené v Tabuľka 11.1 - 12 , Tabuľka 11.1 - 13 a Tabuľka 11.1 - 14 .

2. Počet pracovníkov v kontrolovanom pásme

Za účelom zníženia radiačných dávok zamestnancov je potrebné preskúmať nevyhnutnosť ich pobytu vo vybraných zónach JZ s vysokou úrovňou príkonu dávky, povrchovej kontaminácie alebo rádioaktívnej koncentrácie. Z tohto dôvodu je súčasťou hodnotenia efektívnosti programu radiačnej ochrany aj počet pracovníkov vstupujúcich do KP, pretože aj tento parameter môže mať významný vplyv na konečné KED. Mesačný prehľad počtu pracovníkov vstupujúcich do KP v 2014 je v Tabuľka 11.1 - 12 . Vidno, že maximálny počet vstupov bol zaznamenaný v mesiacoch apríl a október, zodpovedajúcich odstávkovému obdobiu. Zároveň vidno, že v tomto období boli dosiahnuté aj najvyššie hodnoty priemernej dávky na jedného pracovníka, čo svedčí o charaktere vykonávaných prác.

Najväčší počet pracovníkov dodávateľských organizácií pracujúcich v KP bol zaznamenaný v októbri 2014 (viď Tabuľka 11.1 - 14 - 755 pracovníkov) a v priebehu mimoodstávkového monitorovacieho obdobia klesol v priemere počet vstupov do KP na 374 dodávateľských pracovníkov.

Preto je nevyhnutné pri plánovaní prác hlavne počas odstávok zohľadniť aj nevyhnutný počet pracovníkov zúčastňujúcich sa na plánovaných prácach. Hodnotenie je súčasťou ročných správ o stave RO [I.8].

3. Typ prác v kontrolovanom pásme

KED pracovníkov EMO12 v roku 2014 bola 127,377 man.mSv obdobne pre dodávateľské organizácie to bolo 183,697 man.mSv. Celková KED za rok 2014 dosiahla 311,074 man.mSv. Bola to hodnota veľmi blízka hodnote z roku 2012 (285,928 man.mSv), kedy bola dosiahnutá najnižšia KED v histórii prevádzky EMO12. To zároveň poukazuje na dlhodobý klesajúci trend KED a dobré skúsenosti v oblasti plánovania a optimalizácie RO. Pre porovnanie, doteraz najvyššia hodnota KED 759,43 man.mSv bola dosiahnutá v roku 2005 (Obrázok 11.1 - 11).

Porovnanie ročných KED, maximálnych dávok IED, KED profesijných skupín, počtu monitorovaných pracovníkov a ich priemerných dávok v KP EMO, vlastných pracovníkov a pracovníkov dodávateľských organizácií za jednotlivé roky sú zobrazené na Obrázok 11.1 - 1 až Obrázok 11.1 - 12.

Rozbor KED, priemerné hodnoty efektívnej dávky (IED) pracovníkov EMO a dodávateľských organizácií obdržaných v EMO12 v roku 2014 sú uvedené v Tabuľka 11.1 - 5 až Tabuľka 11.1 - 9 , a v Tabuľka 11.1 - 14 .

Ročná KED (127,377 man.mSv) pracovníkov EMO je podľa Tabuľka 11.1 - 9 rozdelená hlavne medzi profesijné skupiny I - opravy (údržba), F - kontrola akosti, A - primárny okruh, D – chémia a zastúpenie

ostatných profesijných skupín v KED je menej významné (viď aj Obrázok 11.1 - 3 , Obrázok 11.1 - 7 a Obrázok 11.1 - 8). Najväčšou mierou sa na ročnom KED podieľali pracovníci zúčastňujúci sa prác na zariadeniach JE v období GO, z hľadiska profesijných činností to bola jednoznačne skupina údržbárskych prác (I).

Hodnoty ročných KED za obdobie 5 rokov (2006-2014) sa pohybovali v rozsahu cca od 0.30 do 0.50 man.Sv, s vyššími hodnotami v rokoch s väčším rozsahom plánovaných GO.

Z tabuliek a obrázkov je vidieť, že hodnotená kolektívna dávková záťaž pracovníkov v roku 2014 bola na akceptovateľnej veľmi nízkej úrovni. Pri výkone prác nedošlo k prekročeniu limitov efektívnej dávky pre pracovníkov pracujúcich v prostredí s ionizujúcim žiarením. Práce počas odstávok tvorili najvyšší podiel KED pracovníkov (zamestnanci JE ako aj dodávateľské organizácie).

Pri hodnotení efektívnej dávky (IED) vlastných pracovníkov obdržanej v KP EMO v roku 2014 boli analyzované údaje uvedené v Obrázok 11.1 - 9 . Priemerné hodnoty donesenej efektívnej dávky pracovníkov EMO12 sú uvedené v Tabuľka 11.1 - 15 .

Priemerné IED merateľne exponovaných pracovníkov boli rovnaké ako v roku 2013 a dosiahli úroveň 0,252 mSv. U monitorovaných pracovníkov poklesla priemerná ročná IED z 0,189 mSv (v 2013) na 0,157 mSv. Počet merateľne exponovaných pracovníkov v priebehu monitorovacieho obdobia s výnimkou odstávok bol mesačne v priemere 12 pracovníkov.

V roku 2014 bol zaznamenaný 1 prípad vnútornej kontaminácie trícium, ^{54}Mn a ^{58}Co s úvazkom efektívnej dávky $E50 = 4.7 \mu\text{Sv}$, čo predstavuje rádiologicky zanedbateľnú hodnotu. Najvyššia individuálna efektívna dávka v roku 2014 dosiahla nízku hodnotu 4.044 mSv, ktorá tiež poukazuje na to, že používané OOPP sú dostatočne efektívne a k vnútornej kontaminácii pracovníkov dochádza iba ojedinele.

V Tabuľka 11.1 - 16 sú uvedené kľúčové indikátory efektívnosti programu radiačnej ochrany (ktorý je definovaný v [I.25]) za roky 2002 - 2014. V roku 2014 nebolo zaznamenané žiadne porušenie pravidiel RO a bolo zaznamenaných 52 odchýlok od programu RO a 18 prípadov klasifikovaných ako „skoro udalosť/udalosť bez následkov“, ktoré nemali významný vplyv na IED a KED. Nevyskytla sa ani jedna radiačná udalosť a ani jedna radiačná nehoda.

Vyšetovanie príčin jednotlivých neštandardných stavov je podkladom pre prijímanie príslušných nápravných opatrení a v konečnom dôsledku vedie k zvyšovaniu úrovne radiačnej ochrany.

Dlhodobu nízku IED a klesajúci trend KED poukazujú, že dávkovú záťaž sa darí udržiavať dlhodobo na optimálne nízkej úrovni. Podobne prehľad počtu odchýlok od programu RO (Obrázok 11.1 - 17) a porušení pravidiel RO (Obrázok 11.1 - 18) má klesajúci trend a poukazuje na pozitívnu skúsenosť v oblasti zvyšovania úrovne zabezpečenia radiačnej ochrany. Práce boli vykonávané v súlade s vypracovanou a schválenou dokumentáciou a bez výskytu radiačných udalostí.

V správe o stave RO za 2014 [I.8] sa konštatuje, že plnenie požiadaviek programu radiačnej ochrany v SE-EMO požiadaviek stanovených v platných rozhodnutiach MZ SR je možné vzhľadom na hore uvedené hodnotiť ako veľmi dobré.

Hodnotenie čerpania KED pre jednotlivé bloky EMO12 počas normálnej prevádzky a GO

Ďalej je uvedené hodnotenie čerpania KED na jednotlivých blokoch EMO12 počas normálnej prevádzky a GO za posledných 10 rokov prevádzky (2005 - 2014). Analyzované údaje boli prevzaté z ročných správ o stave radiačnej ochrany [1.8].

Prehľad čerpanej KED na jednotlivých blokoch EMO12 počas GO a bežnej prevádzky (mimo GO) obsahuje Tabuľka 11.1 - 17. Prehľad histórie čerpania KED graficky prezentuje Obrázok 11.1 - 1, Obrázok 11.1 - 11 a Obrázok 11.1 - 21. Príklady priebehu čerpania KED počas jednotlivých dní GO sú na Obrázok 11.1 - 19 a Obrázok 11.1 - 20.

Z týchto údajov vyplýva, že dlhodobý najvýznamnejší podiel na čerpaní ročnej KED majú práce vykonávané počas GO. Za obdobie 2005 - 2014 bola čerpaná celková KED 3.944 man.Sv, z čoho 3.410 man.Sv (86%) bolo vyčerpaných počas GO a 0.534 man.Sv (14%) bolo vyčerpaných počas bežnej prevádzky (mimo GO). Najviac kritickými činnosťami z hľadiska čerpania KED počas GO sú dlhodobé opravárenské a údržbárske práce a práce na I.O.

Významnejší podiel na čerpaní ročnej KED majú pracovníci dodávateľov v porovnaní s pracovníkmi EMO, pretože najväčší počet pracovníkov dodávateľov sa zúčastňuje na prácach v rámci GO. Z údajov v Tabuľka 11.1 - 18 vyplýva, že za obdobie 2005 - 2014 bola pracovníkmi EMO vyčerpaná KED 1.202 man.Sv (30%) a pracovníkmi dodávateľov 2.741 man.Sv (70%).

Maximálna ročná KED v histórii prevádzky EMO12 bola dosiahnutá v roku 2005 (759.434 man.mSv), čo predstavuje takmer dvojnásobok priemernej ročnej KED za obdobie 2005 - 2014 (394 man.mSv). Príčinou boli predovšetkým práce počas GO na 1. bloku. Od roku 2005 mala ročná KED klesajúci trend s nárastom v roku 2009 (tiež hlavne v dôsledku prác počas GO na 1. bloku). Od roku 2009 má ročná KED klesajúcu tendenciu. Minimálna ročná KED bola dosiahnutá v roku 2012 (285.928 man.mSv) a predstavovala 72% priemernej ročnej KED za obdobie 2005 - 2014. V súčasnosti sa hodnota ročnej KED udržiava približne na tejto úrovni (v roku 2014 bola 311.074 man.mSv).

Pri porovnávaní KED počas GO na jednotlivých blokoch podľa Tabuľka 11.1 - 17 a Obrázok 11.1 - 21 vidno, že priemerná hodnota a štandardná odchýlka KED počas GO za obdobie 2005 - 2014 na 1. bloku bola 208 man.mSv $\pm$ 71% a na 2. bloku 133 man.mSv $\pm$ 44%. Avšak vzhľadom na rozptyl údajov **rozdiel medzi KED počas GO na 1. a 2. bloku nie je štatisticky významný** (obojstranný štatistický t-test na hladine významnosti $\alpha=5\%$). Navyše rozdiely medzi KED počas GO na 1. a 2. bloku sa dlhodobý znižujú, v roku 2014 bola dosiahnutá vyššia KED počas GO na 2. bloku (168.963 man.mSv) v porovnaní s 1. blokom (96.563 man.mSv).

Pri posudzovaní a porovnávaní jednotlivých GO je potrebné vziať do úvahy predovšetkým druh a rozsah vykonávaných prác ako aj zariadenia, na ktorých sa bude pracovať. S tým súvisí aj radiačná situácia (úroveň príkonu dávky) v miestach predpokladaného výkonu prác a pohybu pracovníkov (kritické sú práce hlavne v blízkosti hlavných cirkulačných potrubí a ďalších komponentov I.O.). Vyššia úroveň príkonu dávky pri rovnakej dobe zotrvania vedie k vyšším IED jednotlivých pracovníkov a tým aj k vyššej KED. V správe o stave RO za 2014 [1.8] sú prezentované výsledky periodického monitorovania príkonu dávky vo vybraných bodoch I.O. (54 štandardných kontrolných bodov) od roku 1999 - Obrázok 11.1 - 22. Tieto údaje ukazujú, že úroveň príkonu dávky I.O. bola do roku 2012 v priemere vyššia na 1. bloku. V roku 2013 boli oba bloky na približne rovnakej úrovni a v roku 2014 boli namerané hodnoty príkonu dávky v priemere vyššie na 2. bloku. To môže byť príčina mierne vyššej KED počas GO na 1. bloku v predchádzajúcom období pri približne rovnakej dobe trvania GO a rovnakom počte zúčastnených pracovníkov. Najvyššie hodnoty príkonu dávky

boli namerané práve v roku 2005 na 1. bloku, kedy bola zároveň dosiahnutá najvyššia KED v histórii prevádzky EMO12.

Ďalším významným faktorom ovplyvňujúcim KED počas GO je doba trvania samotnej GO, ktorá súvisí s rozsahom plánovaných prác. Z údajov v Tabuľka 11.1 - 17 a grafu na Obrázok 11.1 - 23 vidno, že hodnota čerpanej KED na jednotlivých blokoch v priebehu GO je proporcionálna dĺžke trvania príslušnej GO. Korelácia medzi týmito dvomi parametrami je štatisticky významná (hodnota Pearsonovho korelačného koeficientu je 0.997 pre 1. blok a 0.966 pre 2. blok). V Tabuľka 11.1 - 17 sú uvedené aj hodnoty KED počas jednotlivých GO normované na dobu trvania GO [man.mSv/deň]. Vidno, že rozptyl týchto údajov je výrazne nižší v porovnaní s rozptylom KED. Štandardná odchýlka týchto údajov je 17% pre 1. blok a 13% pre 2. blok. Dĺžka trvania jednotlivých odstávok je relatívne ustálená a v priemere trvá okolo 32 dní na 1. aj 2. bloku. Najdlhšia GO na 1. bloku bola v roku 2005 a trvala cca 68 dní, čo predstavuje viac ako dvojnásobok priemernej dĺžky odstávky. Aj to bola jedna z príčin čerpania najvyššej KED v histórii prevádzky EMO12 v roku 2005. Najdlhšia GO na 2. bloku bola v roku 2006 s trvaním cca 61 dní. V tomto roku bola dosiahnutá najvyššia KED na 2. bloku počas GO.

Ďalším významným faktorom, ktorý môže ovplyvňovať KED počas GO je počet pracovníkov zúčastňujúcich sa na prácach v rámci GO. Vplyv počtu pracovníkov na KED bol hodnotený podľa údajov z vyhodnotenia osobnej dozimetrie za tie kalendárne mesiace, počas ktorých prebiehala GO - Tabuľka 11.1 - 19. Pre príslušné kalendárne mesiace je uvedený počet monitorovaných pracovníkov (počet pracovníkov vstupujúcich do KP), počet merateľne exponovaných pracovníkov (počet pracovníkov s vyhodnotenou IED > 0.1 mSv) a KED za kalendárny mesiac. Z týchto údajov vidno, že počet pracovníkov pracujúcich v KP počas GO je relatívne ustálený a v priemere je okolo 1100 - 1200 na 1. aj na 2. bloku. Na KED má významný vplyv počet merateľne exponovaných pracovníkov, ktorý súvisí s charakterom vykonávaných prác. Z Obrázok 11.1 - 24 vidno, že KED v kalendárnom mesiaci, v ktorom prebiehala GO, je proporcionálna počtu merateľne exponovaných pracovníkov v danom kalendárnom mesiaci. Korelácia medzi týmito údajmi je štatisticky významná (Pearsonov korelačný koeficient 0.655 pre 1. blok a 0.873 pre 2. blok).

Z Obrázok 11.1 - 15, Obrázok 11.1 - 16 a Obrázok 11.1 - 21 vidno, že ročná KED má v súčasnosti klesajúci charakter, čo je dosiahnuté hlavne skúsenosťami a dobrou praxou v oblasti plánovania prác a optimalizácie radiačnej ochrany hlavne počas GO. Cieľová KED je ocenená vopred pre všetky plánované práce v závislosti od dĺžky ich trvania, počtu zúčastnených pracovníkov a radiačnej situácie v mieste plánovaného výkonu prác. V EMO majú vypracovanú databázu štandardných prác, ktoré sa vykonávajú opakovane a u ktorých je plánovaná KED potvrdená aj reálne čerpanými KED podľa vyhodnotenia osobnej dozimetrie. Všetky nové a neštandardné práce, ktoré ešte neboli vykonávané, podliehajú procesu optimalizácie RO a hodnotenia očakávanej KED. Cieľová plánovaná KED pre GO je potom súčtom KED za jednotlivé plánované činnosti. Cieľové KED pre jednotlivé GO sú obvykle plánované s 10% toleranciou. Príklad cieľových a reálne čerpaných KED počas GO uvádza Tabuľka 11.1 - 20.

Ku klesajúcemu trendu KED prispeli aj skúsenosti s riadením chemických režimov chladiwa I.O., čo vedie k zníženiu obsahu aktivačných a korózných produktov a tým aj k zníženiu úrovne príkonu dávky v priestore hlavných cirkulačných potrubí.

Na základe uvedeného hodnotenia možno konštatovať, že KED na referenčnej JE EMO12 sa darí udržiavať na optimálnej úrovni s očakávaným priaznivým trendom. Od roku 2011 sú KED čerpané počas GO na jednotlivých blokoch na približne rovnakej úrovni a ročná KED na dvojblok EMO12 je na úrovni okolo 0.3 man.Sv. Vzhľadom k tomu, že radiačnú ochranu v JE MO34 bude zabezpečovať ten istý spoločný útvar

radiačnej ochrany ako na EMO12, do prevádzky MO34 budú implementované postupy, skúsenosti a poznatky v oblasti plánovania prác a optimalizácie radiačnej ochrany, získané v prevádzke EMO12. Na základe toho možno očakávať, že KED v prípade MO34 budú podobne priaznivé ako v prípade referenčnej JE EMO12.

Porovnanie s inými JE

Príslušné údaje o KED na EMO12 a iných JE v susedných krajinách a vo svete sú uvedené napr. v [I.8], alebo [III.1] a [III.2]. Z porovnania vyplýva, že ročné kolektívne dávky na EMO12 boli aj v roku 2013 okolo 4.5 krát pod úrovňou priemernej hodnoty ISOE pre JE typu PWR (0.13 na EMO12 oproti 0.58 manSv) [III.2]. V roku 2012 boli tieto čísla pre ročné KED na EMO12 podobne priaznivé, kde príslušné údaje boli 0.17 a 0.55 man.Sv na reaktor [III.2]. Optimalizácia týchto parametrov na EMO12 je určitou výzvou pre vylepšenie organizácie údržbárskych prác v dobe odstávok. V správe [I.8] sú uvedené aj priebehy priemerných príkonov dávok na slučkách hlavných cirkulačných potrubí, ktoré na EMO12 na rozdiel od EDU ešte stále mierne narastajú ako dôsledok kratšej doby prevádzky EMO12 v porovnaní s EDU. Od roku 2012 vidno náznak klesajúceho trendu týchto údajov.

Takéto hodnotenie referenčnej JE zároveň znamená, že koncepčné a projektové aspekty aplikácie ALARA na JE spolu so skúsenosťami prevzatými z prevádzky referenčnej EMO12 a implementovanými do VP MO34 a realizačnej dokumentácie MO34 cez PP vytvárajú všetky predpoklady, že dávková záťaž pracovníkov bude aj v prevádzke MO34 na optimalizovanej (ALARA) a prijateľne nízkej úrovni.

Po uvedení MO34 do prevádzky bude časť personálu pracovať na všetkých štyroch blokoch JE. V dôsledku toho môžu byť títo pracovníci exponovaní od viacerých zdrojov. Na druhej strane pracovná doba individuálneho pracovníka a tým aj doba jeho expozície v kontrolovanom pásme sa nemení. Okrem toho individuálny pracovník je exponovaný iba od zdrojov žiarenia v mieste, v ktorom sa práve nachádza. Očakáva sa zanedbateľný vplyv dávok obdržaných pracovníkmi s pôsobnosťou na všetkých štyroch blokoch počas prevádzky MO34, pod úrovňou príslušných dávkových limitov a schválených referenčných úrovní.

Rádiologické dôsledky prevádzky pre obyvateľstvo za normálnych podmienok sú hodnotené v [I.16].

Na základe toho možno konštatovať, že dávky obdržané pracovníkmi ako aj dávky obyvateľstva neprekročia limity určené legislatívou ani kvantitatívne bezpečnostné ciele JE MO34.

11.1.5.2 Dávková záťaž pri abnormálnej prevádzke

Abnormálna prevádzka je prevádzkový stav odchyľujúci sa od normálnej prevádzky, ktorého výskyt sa predpokladá najmenej raz za životnosť zariadenia, pričom s ohľadom na zodpovedajúce projektové opatrenia nespôsobí významné poškodenie komponentov dôležitých pre jadrovú bezpečnosť ani nepovedie k havarijným podmienkam [I.16].

Podmienky abnormálnej prevádzky by nemali viesť ani k neočakávanému ožiareniu pracovníkov, pretože všetky zdroje IŽ sú v zásade pod kontrolou a nedochádza ani k nepovolenému rozptylu rádioaktívnych látok do pracovného prostredia. Preto možno predpokladať, že pri dodržaní všetkých pravidiel zabezpečenia radiačnej ochrany bude dávková záťaž pracovníkov na rovnakej úrovni ako v prípade normálnej prevádzky.

Rádiologické dôsledky abnormálnej prevádzky na obyvateľstvo sú hodnotené v [I.16]. Na základe týchto výsledkov možno konštatovať, že dávková záťaž jednotlivcov z obyvateľstva neprekročí rádiologický limit stanovený v [II.8] ani projektové rádiologické ciele stanovené v [I.27].

11.1.5.3 Dávková záťaž pri projektových haváriách

Dávková záťaž pracovníkov pre projektové havárie nebola predmetom špeciálnych výpočtov a analýz. V týchto prípadoch zdroj IŽ v pracovnom prostredí nie je úplne pod kontrolou a môže nastať radiačná situácia a podmienky ožiarovania, ktoré budú mať za následok neočakávané jednorazové ožiarovanie pracovníkov, avšak nie na takej úrovni aby boli presiahnuté príslušné autorizované limity IED pre pracovníkov podľa [II.8].

V ďalšom priebehu havárie usmerňovanie dávkovej záťaže pracovníkov riadi osobne vedúci útvaru RO tak, aby nedošlo k prekročeniu interných a autorizovaných dávkových limitov. Postupuje sa podľa pravidiel RO pre prípad radiačnej nehody v súlade s [II.8] a platnými prevádzkovými predpismi v oblasti RO pre takýto prípad [I.6]. Pri dodržaní všetkých pravidiel a zásad zabezpečenia RO môže byť dávková záťaž na zvýšenej úrovni (oproti normálnej prevádzke), avšak pod platnými limitmi IED (< 20 mSv/rok). Tu treba vziať do úvahy, že prípadné potenciálne rozptýlenie rádioaktívnych látok do pracovného prostredia, alebo ovplyvnených technologických zariadení môže viesť aj po príslušnej dekontaminácii k reziduálnym zdrojom žiarenia a tým aj k mierne zvýšeným IED a KED pracovníkov, avšak pod platnými limitmi IED.

Rádiologické dôsledky projektovej havárie na obyvateľstvo sú hodnotené v [I.19] a v [I.20]. V [I.19] sú analyzované zdrojové členy a rádiologické následky pre úniky rádioaktivity do okolia JZ pri podmienkach vybraných maximálnych obáľkových projektových havárií. V [I.20] sú analyzované úniky rádioaktivity zo systémov alebo komponentov, ktoré vedú k udalostiam, ktorých dôsledkom môžu byť (veľkosť zdrojového člena) taktiež ďalšie obáľkové scenáre projektových havárií. Na základe individuálnych efektívnych dávok pre obyvateľstvo vyplývajúcich z týchto správ možno konštatovať, že dávková záťaž je pod príslušnými autorizovanými limitnými hodnotami ÚJD SR a ÚVZ SR pre takéto havárie.

11.1.6 Tabuľková príloha**Tabuľka 11.1 - 5 Hodnotenie dávkovej záťaže vlastných pracovníkov EMO12 v KP v roku 2014**

Typ dávky	Efektívna dávka	Jednotka
Kolektívna	127,377	man.mSv
Maximálna mesačná IED v 10/2014	2,818	mSv
Maximálna ročná IED	4,044	mSv

Tabuľka 11.1 - 6 Hodnotenie dávkovej záťaže dodávateľských pracovníkov v EMO12 v KP v roku 2014

Typ dávky	Efektívna dávka	Jednotka
Kolektívna	183,697	man.mSv
Maximálna mesačná IED v 04/2014	2,587	mSv
Maximálna ročná IED	3,021	mSv

Tabuľka 11.1 - 7 Údaje o KED pre dodávateľské firmy v r. 2014 v KP EMO12

Názov firmy	KED (manmmSv)	KED versus kód práce (manmSv)
SE Bratislava	59,928	24,763 typ 12 revízie DFK, OTK, skúšky, testy
		10,577 typ 17 obhliadky, pochôdzky
		5,786 typ 05 montáž, demontáž, roztesňovanie
SE EBO	50,918	28,413 typ 05 montáž, demontáž, roztesňovanie
		7,231 typ 01 transport
		6,298 typ 18 Iné práce
Termotechna	21,646	17,276 typ 10 izolačné a tesniace práce
		2,789 typ 05 montáž, demontáž, roztesňovanie
AMEC	16,517	12,938 typ 02 dekontaminácia, príprava povrchov k DFK
		1,512 typ 08 práce s RaO
PPA Energo	13,613	7,444 typ 06 práce MaR, elektro
		4,464 typ 04 práce brúsenie, rezanie
Chemcomex	11,145	5,471 typ 03 zvarovanie
		5,379 typ 04 práce brúsenie, rezanie
Xervon	10,062	8,341 typ 07 lešenárske práce
		1,043 typ 10 izolačné a tesniace práce
Energoclima	8,393	4,504 typ 05 montáž, demontáž, roztesňovanie
		2,127 typ 03 zvarovanie
Energovýzkum	7,886	4,879 typ 06 práce MaR, elektro
		2,924 typ 05 montáž, demontáž, roztesňovanie
ISS Facility	6,484	5,252 typ 09 čistiace práce

Tabuľka 11.1 - 8 Rozdelenie KED podľa pracovných činností v roku 2014 v KP EMO12 - dodávateľa

P.č.	Kód práce	Názov práce	KED (manmSv)	max E (mSv)
1	05	Montáž, demontáž, roztesňovanie	50,845	0,636
2	12	Revízie DFK, OTK, skúšky, testy	28,497	0,410
3	06	Práce elektro, MaR	24,903	0,308
4	18	Iné práce	22,667	0,405
5	02	Dekontaminácia, prípravné práce povrchov k DFK, OTK	18,931	0,484
6	10	Izolačné práce	18,625	0,329
7	17	Obhliadky, pochôdzky, inšpekcie	17,885	0,260
8	04	Brúsenie, rezanie	16,758	0,212
9	03	Zváranie	14,404	0,196
10	01	Transport	11,531	0,469

Tabuľka 11.1 - 9 Rozdelenie KED v roku 2014 podľa jednotlivých profesných skupín v KP EMO12 – pracovníci EMO

Profesná skupina	KED		Počet pracovníkov		
	[manmSv]	%	Σ	<0.1 [mSv]	>=0.1 [mSv]
I opravy	60,34	47,41	229	139	90
F kontrola akosti	23,30	18,31	66	29	37
A primárny okruh	16,60	13,04	55	15	40
D chémia	12,94	10,17	48	28	20
C SKR	6,18	4,86	83	76	7
E radiačná ochrana	4,00	3,14	43	31	12
G technické útvary	3,76	2,95	177	164	13

**Tabuľka 11.1 - 10 Rozdelenie profesných skupín a ich označenie pre účely hodnotenia
individuálnych a kolektívnych dávok pracovníkov v EMO12**

A- primárny okruh :	1- obsluha, zmenový personál
	2- operatívna údržba
	3- TTC, palivové hospodárstvo
	4- likvidácia RAO
B- elektro :	1- obsluha, zmenový personál
	2- operatívna údržba, nezmenoví
	3- pracovníci špecialisti
C-SKR :	1- obsluha, zmenový personál
	2- operatívna údržba, nezmenoví prac.
D- chémia :	1- obsluha, zmenový personál
	2- laboratóriá, nezmenoví pracovníci
	3- dekontaminácia
E- radiačná ochrana :	1- obsluha, zmenový personál
	2- špecialisti, denní pracovníci
F- kontrola akosti:	1- OTK, revízni technici, jadrová bezpečnosť
	2- defektoskopia
G- technické útvary: (PÚ, 500, ved.hosp.prac., ZI, VRB, OPO)	
H- ostatní	
I- údržba a opravy:	1- technici realizácie
	2- realizácia - prevádzkoví zámočníci
	3- realizácia - zvárači
	4- realizácia - stavebná údržba
	5- realizácia - elektro
	6- realizácia - oddelenie strojných dielní
	7- príprava
L - Ochrana, akoboje, hasiči	

Tabuľka 11.1 - 11 Rozdelenie KED podľa pracovných činností v roku 2014 v KP EMO12 - pracovníci EMO

P.č.	Kód práce	Názov práce	KED (manmSv)	max E (mSv)
1	05	Montáž, demontáž, roztesňovanie,	65,000	0,539
2	17	Obhliadky, pochôdzky, inšpekcie dozorných orgánov	34,019	0,132
3	18	Iné práce	29,291	0,405
4	12	Revízie DFK, OTK skúšky a testy	28,272	0,370
5	01	Transport	24,194	0,630
6	06	Práce MaR a Elektro	20,886	0,308
7	02	Dekontaminácia, prípravné práce povrchov k DFK,OTK	15,341	0,622
8	03	Zváranie	6,230	0,239
9	07	Lešenárske práce	4,138	0,078
10	08	Práce s RaO	3,422	0,131

Tabuľka 11.1 - 12 Prehľad údajov o kolektívnej dávkovej záťaži, maximálnych a priemerných dávkach a počte pracovníkov so zdrojmi žiarenia v EMO12 v roku 2014 (zamestnanci + dodávatelia)

Mesiac	SE EMO					
	Počet monitorovaných	Počet merateľne exponovaných	Kolektívna dávka (z extern. žiarenia a E50) (man.mSv)	Priemerná dávka Na monitorovaného (mSv)	Priemerná dávka na merateľne exponovaného (mSv)	Maximálna individuálna dávka (mSv)
Január	683	4	0,504	0,001	0,126	0,157
Február	709	8	0,995	0,001	0,124	0,147
Marec	822	33	7,754	0,009	0,235	0,688
Apríl	1043	229	105,149	0,101	0,459	1,352
Máj	675	11	4,935	0,007	0,449	1,553
Jún	675	10	2,972	0,004	0,297	0,611
Júl	702	4	0,789	0,001	0,197	0,248
August	848	4	0,969	0,001	0,242	0,331
September	848	0	0	0	0	0
Október	1347	404	182,320	0,135	0,451	2,818
November	868	17	2,106	0,002	0,124	0,146
December	752	8	2,581	0,003	0,323	0,655

Tabuľka 11.1 - 13 Prehľad o kolektívnej dávkovej záťaži, maximálnych a priemerných dávkach a počte pracovníkov zamestnancov EMO12 v roku 2014

Mesiac	SE EMO — zamestnanci					
	Počet monitorovaných	Počet merateľne exponovaných	Kolektívna dávka (z extern. žiarenia a E50) (manmSv)	Priemerná dávka Na monitorovaného (mSv)	Priemerná dávka na merateľne exponovaného (mSv)	Maximálna individuálna dávka (mSv)
Január	456	2	0,274	0,001	0,137	0,157
Február	468	8	0,995	0,002	0,124	0,147
Marec	488	20	5,392	0,011	0,27	0,688
Apríl	463	56	45,35	0,098	0,810	1,352
Máj	430	4	0,468	0,001	0,117	0,139
Jún	425	4	0,580	0,001	0,145	0,262
Júl	457	1	0,106	0,000	0,106	0,106
August	490	0	0	0	0	0
September	490	0	0	0	0	0
Október	592	177	71,019	0,120	0,401	2,818
November	486	9	1,086	0,002	0,121	0,146
December	467	5	2,107	0,005	0,421	0,655

Tabuľka 11.1 - 14 Prehľad o kolektívnej dávkovej záťaži, maximálnych a priemerných dávkach a počte zmluvných pracovníkov v EMO12 v roku 2014

Mesiac	SE EMO — dodávateľa					
	Počet monitorovaných	Počet merateľne exponovaných	Kolektívna dávka (z extern. žiarenia a E50) (manmSv)	Priemerná dávka na monitorovaného (mSv)	Priemerná dávka na merateľne exponovaného (mSv)	Maximálna individuálna dávka (mSv)
Január	227	2	0,230	0,001	0,115	0,115
Február	241	0	0	0	0	0
Marec	334	13	2,362	0,007	0,182	0,512
Apríl	580	173	59,799	0,103	0,346	1,299
Máj	245	7	4,467	0,018	0,638	1,553
Jún	250	6	2,392	0,010	0,399	0,611
Júl	245	3	0,683	0	0	0,248
August	358	4	0,969	0,003	0,242	0,331
September	358	0	0	0	0	0
Október	755	227	111,301	0,147	0,490	2,587
November	382	8	1,02	0,003	0,128	0,146
December	285	3	0,474	0,002	0,158	0,158

Tabuľka 11.1 - 15 Prehľad o prinesenej kolektívnej dávkovej záťaži, maximálnych a priemerných dávkach a počte pracovníkov EMO12 v roku 2014

Mesiac	Donesené dávky – pracovníci SE-EMO					
	Počet monitorovaných	Počet merateľne exponovaných	Kolektívna dávka (z extern. žiarenia a E50) (manmSv)	Priemerná dávka Na monitorovaného (mSv)	Priemerná dávka na merateľne exponovaného (mSv)	Maximálna individuálna dávka (mSv)
Január	458	2	0,274	0,001	0,137	0,157
Február	471	8	0,995	0,002	0,124	0,147
Marec	490	23	5,749	0,011	0,250	0,688
Apríl	566	163	51,756	0,091	0,378	1,933
Máj	451	43	13,057	0,029	0,304	1,315
Jún	467	64	21,735	0,046	0,340	0,872
Júl	461	1	0,106	0	0,106	0,106
August	492	0	0	0	0	0
September	492	3	0,339		0,113	0,113
Október	593	176	71,019	0,120	0,404	2,818
November	487	9	1,086	0,002	0,121	0,146
December	468	15	4,291	0,009	0,286	0,655

Tabuľka 11.1 - 16 Indikátory efektívnosti Programu radiačnej ochrany SE-EMO za obdobie 2002 - 2014

P. Č.	INDIKÁTOR	KUMULATÍV 2002	KUMULATÍV 2003	KUMULATÍV 2004	KUMULATÍV 2005	KUMULATÍV 2006	KUMULATÍV 2007	KUMULATÍV 2008	KUMULATÍV 2009	KUMULATÍV 2010	KUMULATÍV 2011	KUMULATÍV 2012	KUMULATÍV 2013	KUMULATÍV 2014
1.	Porušenie pravidiel radiačnej ochrany													
	- celkový počet hlásení	5	6	8	14	9	5	8	3	5	5	9	8	0
	- z toho - SE-EMO	5	5	7	8	4	3	7	2	3	4	6	7	0
	- dodávateľa	0	1	1	6	5	2	1	1	2	1	3	1	0
	- celkový počet pracovníkov	6	20	13	23	14	5	11	3	5	6	11	11	0
	- z toho - SE-EMO	6	18	12	17	6	3	8	2	3	5	8	10	0
	- dodávateľa	0	2	1	6	8	2	3	1	2	1	3	1	0
2.	Odchýlka													
	Celkový počet hlásení o Odchýlke	1051	1611	978	1267	867	480	331	545	333	424**	376**	359**	548**
	z toho - klasifikovaných ako odchýlka	320	259	180	192	122	120	91	170	95	75	66	50	52
	- neklasifikovaných ako odchýlka	731	1352	798	1075	745	360	240	375	238	349**	310**	309**	496**
	- neplánované externé ožiarenie vyššie do 1 mSv nad plánované ožiarenie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- vnútorná kont. pracovníka pod 1/10 ALI	0	0	0	0	0	0	4	5*+2	2	2	5***	2	1
	- neočakávaná kontaminácia plôch miestností a zariadení, resp. únik ra-kvapaliny s následkom povrchovej kontaminácie do 300 Bq/cm ²	5	0	3	5	2	4	3	5	4	13	4	10	14
	- povrchová kontaminácia pracovníka	309	241	148	177	107	92	67	152	83	43	52	25	26
	z toho PCM-2	292	210	136	165	102	82	61	148	82	42	46	25	24
	RZB 04-04	15	29	11	11	5	10	6	4	1	1	6	0	2
	RP 114	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- neočakávaná kontaminácia miestnosti, resp. únik ra-média s následkom 10 násobného prekročenie MPK prekročenia objemovej aktivity (Ae., Vz.pl., jód, ³ H)	5	10	6	9	6	8	4	8	4	14	5	12	7
	- pridelenie dávky pre poškodený alebo stratený dozimeter	1	3	16	1	2	9	2	3	2	3	5	1	1
	- odchýlky nezariadené do PRO (sledované od 3.Q.2003)		1	7	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0
	-iné spolu - hlásenia				1	5	0	51	50	37	184**	142	234	439
	klasifikované ako odchýlka (sledované od 2008)							11	0	0	0	0	0	3
	neklasifikované ako odchýlka (sledované od 2008)							40	50	37	184**	142	234	436
3.	Skoroudalosť/udalosť bez následkov UZ3 (sledované od 2.Q.2003, evidované út.v.B0140)		2	0	1	14	19	12	19	17	34	17	36	18
4.	Radiačná udalosť													
	- neplánované externé ožiarenie o viac ako 1mSv nad plánované ožiarenie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- vnútorné ožiarenie nad 1/10 ALI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- neočakávaná kontaminácia plôch miestností a zariadení, resp. únik ra-kvapaliny s následkom povrchovej kontaminácie nad 300 Bq/cm ²	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- únik rádioaktívneho média, mimo zariadenia a priestory, ktoré sú určené na ich zadržiavanie, spôsobeným stratou kontroly nad zdrojom žiarenia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- prekročenie dennej hodnoty plynných výpustí o viac ako 20% LaP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- strata kontroly nad zdrojom žiarenia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- neočakávaná kontaminácia miestnosti, resp. únik ra-média s následkom 100 násobného prekročenie MPK prekročenia objemovej aktivity (aerosóly, vzácne plyny, jód, trícium)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.	Radiačná nehoda													0
	- externé alebo interné ožiarenie pracovníkov nad ročný limit ožiarenia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- prekročenie LaP pre RO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- únik ra-média, mimo zariadenia a priestory, ktoré sú určené na ich zadržiavanie, spôsobeným stratou kontroly nad zdrojom žiarenia s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

P. Č.	INDIKÁTOR	KUMULATÍV 2002	KUMULATÍV 2003	KUMULATÍV 2004	KUMULATÍV 2005	KUMULATÍV 2006	KUMULATÍV 2007	KUMULATÍV 2008	KUMULATÍV 2009	KUMULATÍV 2010	KUMULATÍV 2011	KUMULATÍV 2012	KUMULATÍV 2013	KUMULATÍV 2014
	následným prekročením LaP pre RO													

*plánovaná kontaminácia tríciov

** nárast z dôvodu rozšírenia počtu typov sledovaných alarmov na jednotlivých bariérach od roku 2011

*** plánovaná kontaminácia 4x EPS, 1x tríciov

Tabuľka 11.1 - 17 Prehľad čerpania KED na EMO12 počas GO a bežnej prevádzky v období 2005 - 2014

Rok	GO - 1. blok EMO12					GO - 2. blok EMO12					1. + 2. blok EMO12	
	Označ. GO	Trvanie	Počet dní	KED počas GO [man.mSv]	Priemerná KED na deň počas GO na 1.bloku [man.mSv/deň]	Označ. GO	Trvanie	Počet dní	KED počas GO [man.mSv]	Priemerná KED na deň počas GO na 2.bloku [man.mSv/deň]	KED -EMO12 počas bežnej prevádzky (mimo GO) [man.mSv]	Celková KED - EMO12 [man.mSv]
2005	1GO6	9.4.2005-16.6.2005	68	559.661	8.23	2GO5	8.10.2005 - 11.11.2005	34	151.157	4.45	48.62	759.434
2006	1GO7	16.4.2006-16.5.2006	30	179.565	5.99	2GO6	13.9.2006 - 13.11.2006	61	245.856	4.03	43.49	468.909
2007	1GO8	1.4.2007-3.5.2007	32	191.702	5.99	2GO7	15.9.2007 - 9.10.2007	24	96.257	4.01	30.61	318.565
2008	1GO9	1.4.2008-29.4.2008	28	172.462	6.16	2GO8	30.9.2008 - 23.10.2008	23	83.031	3.61	53.11	308.603
2009	1G10	12.4.2009-2.6.2009	51	375.705	7.37	2GO9	25.9.2009 - 21.10.2009	26	89.483	3.44	28.11	493.302
2010	TGO1/10	30.4.2010-23.5.2010	23	127.465	5.54	RGO2/10	30.9.2010 - 14.11.2010	45	210.696	4.68	50.27	388.430
2011	TGO1/11	23.4.2011-14.5.2011	21	120.657	5.75	TGO2/11	15.10.2011 - 3.10.2011	22	114.286	5.19	56.70	291.643
2012	TGO1/12	14.4.2012 - 6.5.2012	22	112.620	5.12	TGO2/12	20.10.2012 - 13.11.2012	24	85.415	3.56	87.89	285.928
2013	SGO1/13	6.4.2013 - 29.4.2013	23	141.349	6.15	TGO2/13	26.10.2013 - 14.11.2013	19	87.130	4.59	89.37	317.852
2014	TGO1/14	29.3.2014 - 19.4.2014	21	96.563	4.60	SGO2/14	20.9.2014 - 28.10.2014	38	168.936	4.45	45.55	311.074
Aritmetický priemer				208	6.1	Aritmetický priemer				133	4.2	
Štandardná odchýlka				71 %	17 %	Štandardná odchýlka				44 %	13 %	

Poznámky:

KED počas GO bola určená podľa záznamov elektronickej personálnej dozimetrie.

Celková ročná KED bola určená podľa vyhodnotenia filmovej dozimetrie.

Doba trvania GO bola určená podľa dátumu začiatku a konca GO.

Tabuľka 11.1 - 18 Prehľad čerpania KED pracovníkov EMO12 a dodávateľov v období 2005 - 2014

Rok	KED pracovníkov EMO [man.mSv]	KED dodávateľov [man.mSv]	KED všetkých pracovníkov [man.mSv]
2005	283.817	475.617	759.434
2006	28.662	440.247	468.909
2007	32.597	286.001	318.598
2008	26.538	282.065	308.603
2009	174.192	319.112	493.304
2010	152.522	235.903	388.425
2011	124.884	166.759	291.643
2012	108.578	177.35	285.928
2013	143.235	174.617	317.852
2014	127.377	183.697	311.074

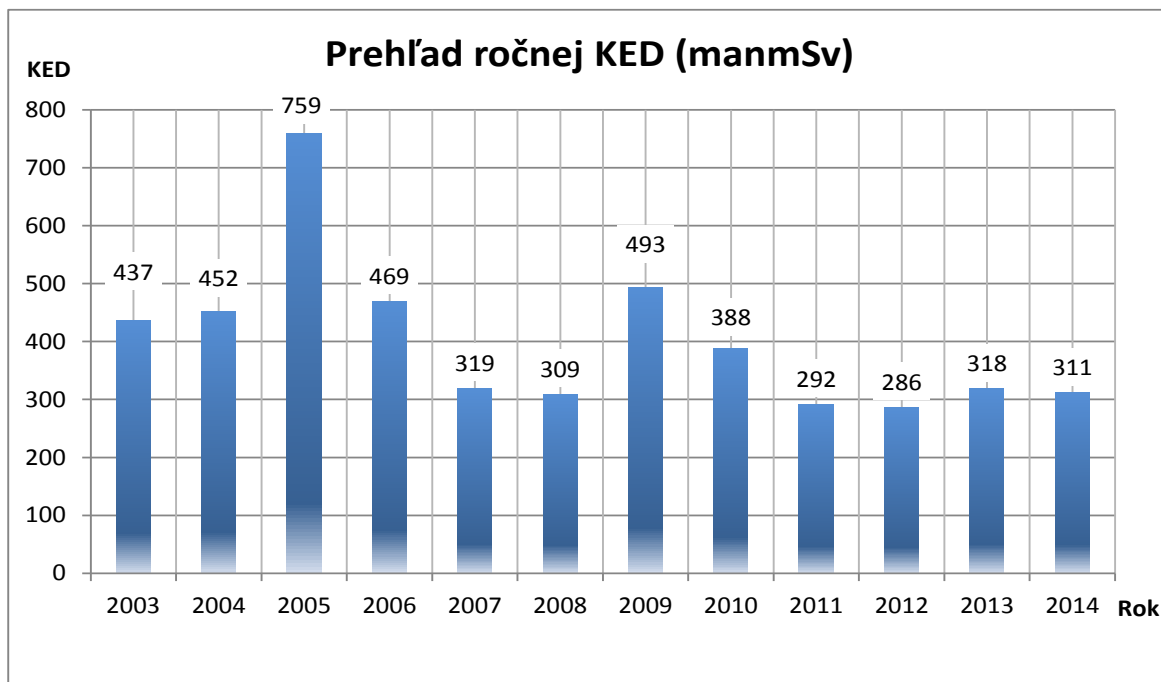
Tabuľka 11.1 - 19 Prehľad počtu monitorovaných a merateľne exponovaných pracovníkov a ich KED za kalendárne mesiace, počas ktorých prebiehala GO, za obdobie 2005 - 2014

1. blok EMO12						2. blok EMO12					
Kal. mesiac	Počet monit. pracovníkov	Počet merateľne expon. pracovníkov	KED [man.mSv]	Priemerná IED na monit. pracovníka [mSv]	Priemerná IED na merateľne expon. pracovníka [mSv]	Kal. mesiac	Počet monit. pracovníkov	Počet merateľne expon. pracovníkov	KED [man.mSv]	Priemerná IED na monit. pracovníka [mSv]	Priemerná IED na merateľne expon. pracovníka [mSv]
05/2005	1133	400	365.208	0.32	0.91	10/2005	1098	263	139.17	0.13	0.53
04/2006	1128	346	201.819	0.18	0.58	10/2006	1048	335	178.133	0.17	0.53
04/2007	1156	346	212.786	0.18	0.61	09/2007	1102	273	95.372	0.09	0.35
04/2008	1108	344	192.005	0.17	0.56	10/2008	1107	260	83.088	0.08	0.32
05/2009	1155	412	197.66	0.17	0.48	10/2009	1070	192	56.779	0.05	0.30
05/2010	1192	309	134.112	0.11	0.43	10/2010	1206	416	196.581	0.16	0.47
05/2011	1124	321	132.356	0.12	0.41	10/2011	1139	353	127.939	0.11	0.36
04/2012	1175	360	137.692	0.12	0.38	10/2012	1247	283	100.342	0.08	0.35
04/2013	1169	382	182.707	0.16	0.48	10/2013	1193	324	109.45	0.09	0.34
04/2014	1043	229	105.149	0.10	0.46	10/2014	1347	404	182.323	0.14	0.45

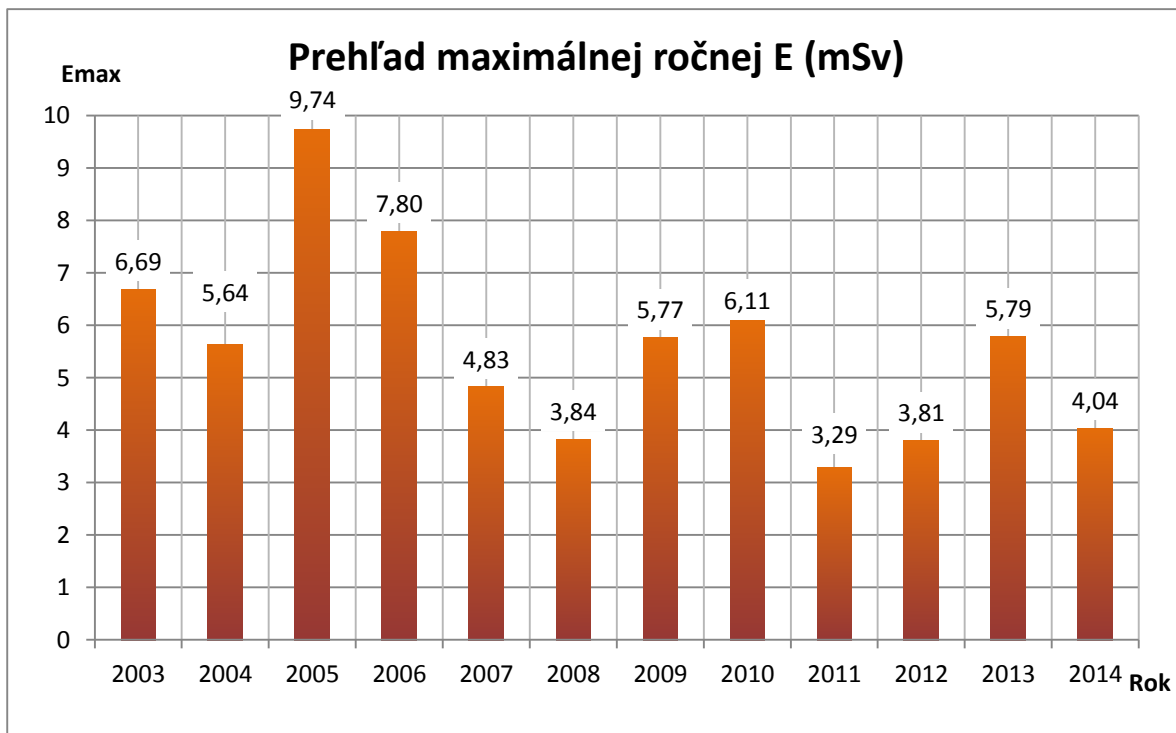
Tabuľka 11.1 - 20 Príklad cieľových a reálne čerpaných KED pre GO na 2.bloku EMO12 v roku 2014 (SGO2/14), cieľová KED pre SGO2/14 bola 178 man.mSv ± 10%

	<i>cieľová KED</i>	<i>skutočnosť</i>
štandardné práce	90	116,111
neštandardné práce		
vyberanie reťazcov ožarovacích kanálov šachty Re,	3	0,785
NDT kontroly TNRe zvonka,	15	11,663
čistenie TNRe, kanálov HRK,	7	1,366
čistenie cloniek,	7	2,503
čistenie šachty č.2,	1	5,311
oprava nátrubku pohonu HRK,	12	13,889
čistenie káps PG,	21	6,262
kontrola heterogénnych zvarov SHN PG,	6	1,977
ťažké havárie IPR301/1, odtlakovanie I.O.,	4	2,043
ťažké havárie IPR301/3, rušič vakuá	2	1,064
ťažké havárie IPR301/4 núdzový zdroj chladiva,	5	5,580
ťažké havárie IPR301/7 dlhodobý odvod tepla z HZ,	5	0,382
spolu neštandardné práce	88	52,825
spolu štandardné a neštandardné práce	178	168,936

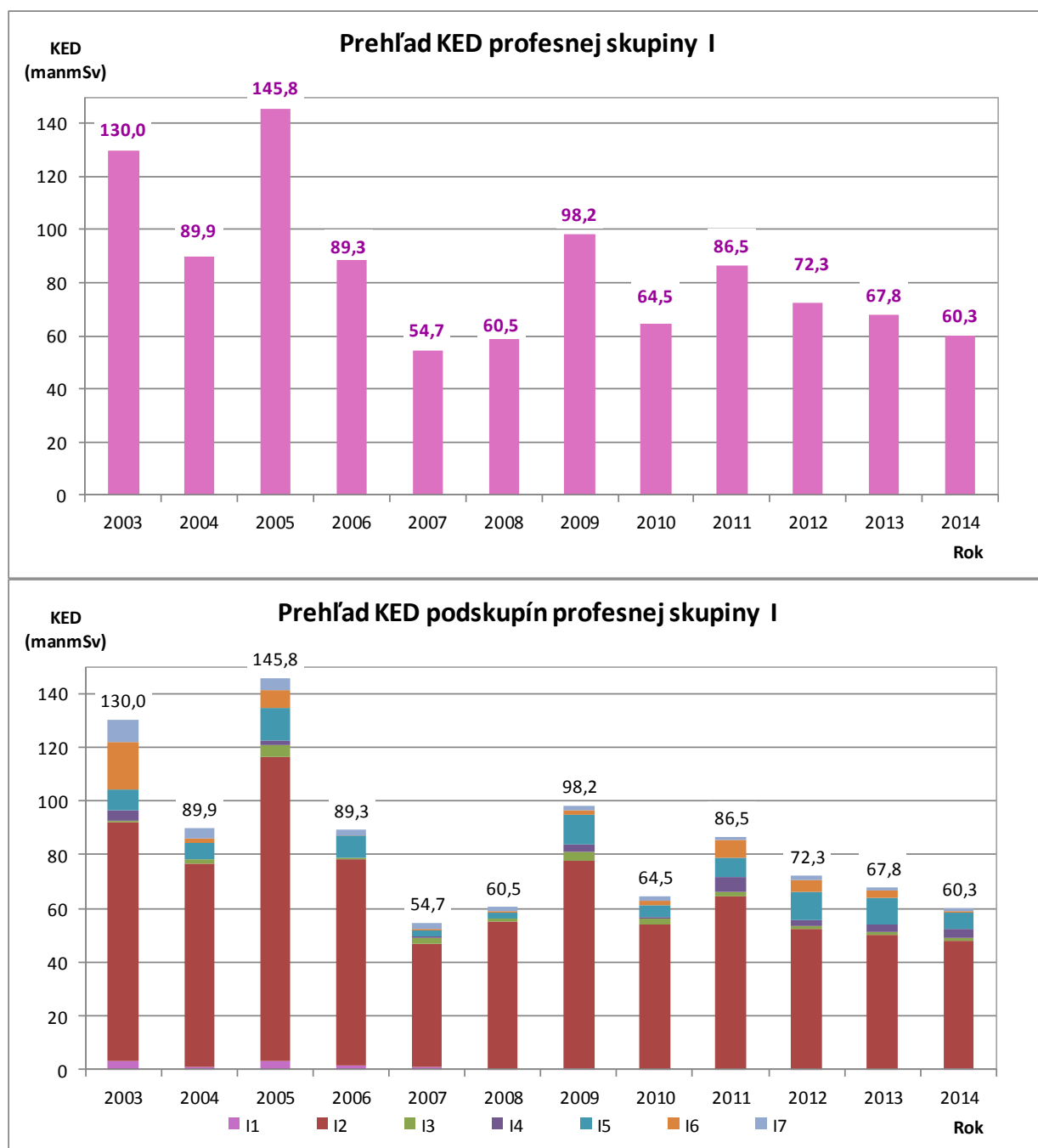
11.1.7 Obrázková príloha



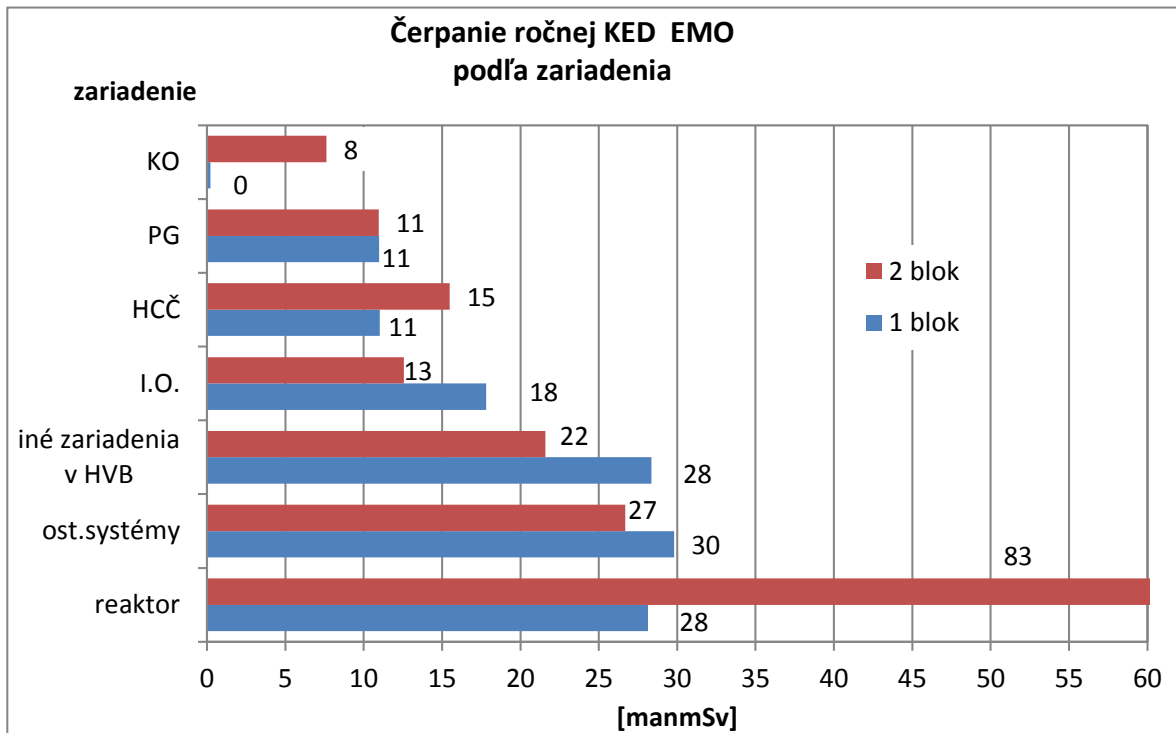
Obrázok 11.1 - 1 Prehľad ročných KED v EMO12 za 2003 - 2014



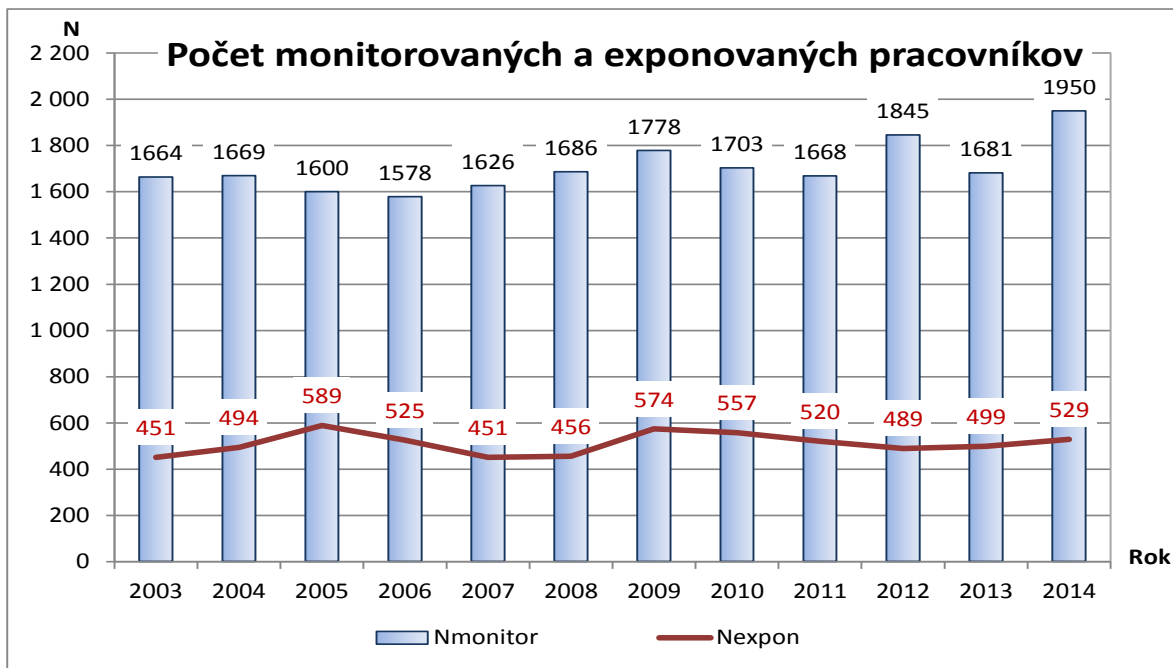
Obrázok 11.1 - 2 Prehľad maximálnej ročnej IED v EMO12 za 2003 - 2014



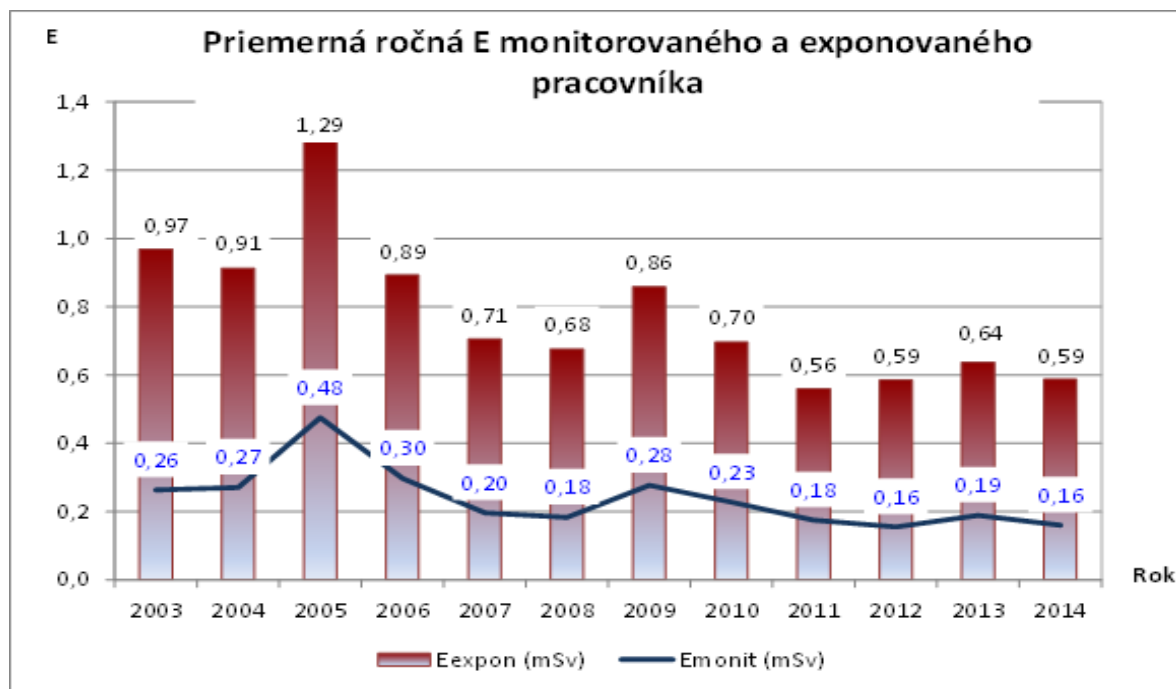
Obrázok 11.1 - 3 Prehľad ročných KED profesnej skupiny údržby I (údržba) a rozdelenie KED pracovníkov údržby v rámci profesnej skupiny údržby I za rok 2014 (označenie jednotlivých pracovných skupín uvádza Tabuľka 11.1 - 10)



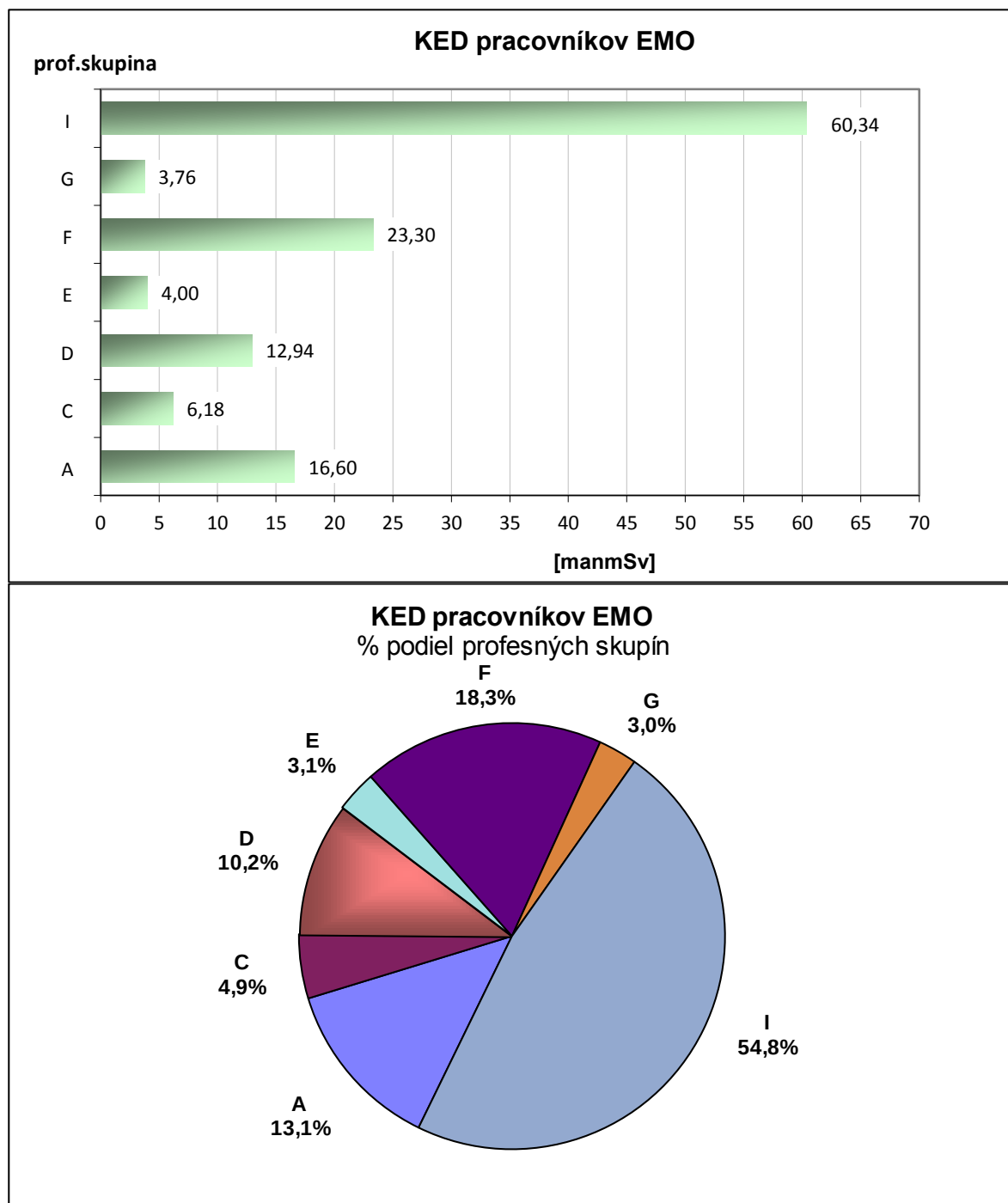
Obrázok 11.1 - 4 Čerpanie ročnej KED blokov EMO12 za rok 2014 podľa zariadení v KP EMO



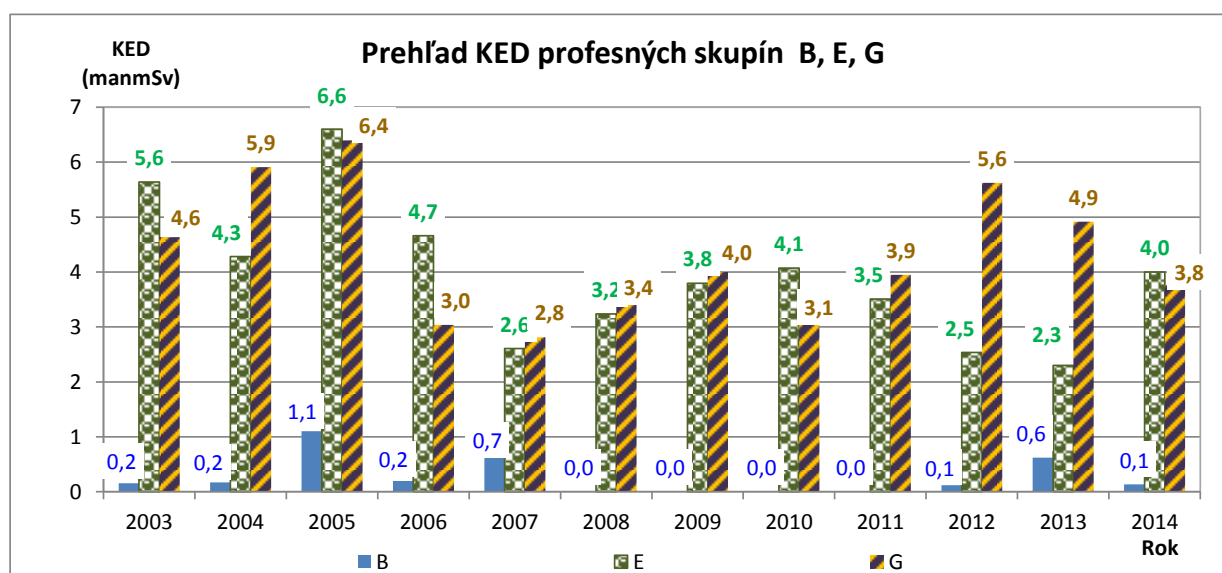
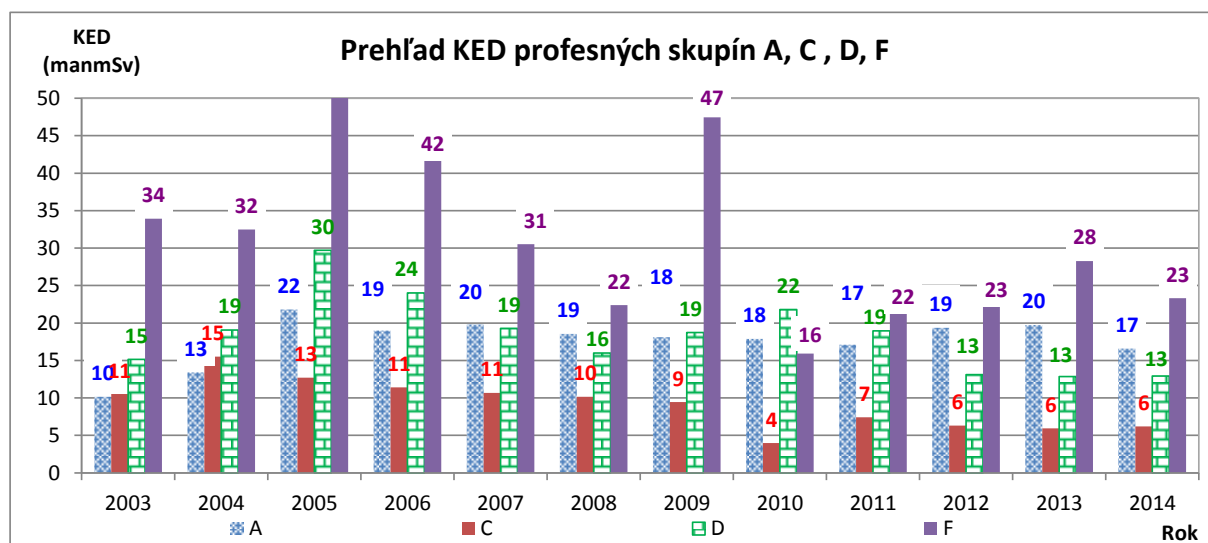
Obrázok 11.1 - 5 Počet monitorovaných a merateľne exponovaných pracovníkov za rok 2014 (pracovníci EMO a dodávatelia)



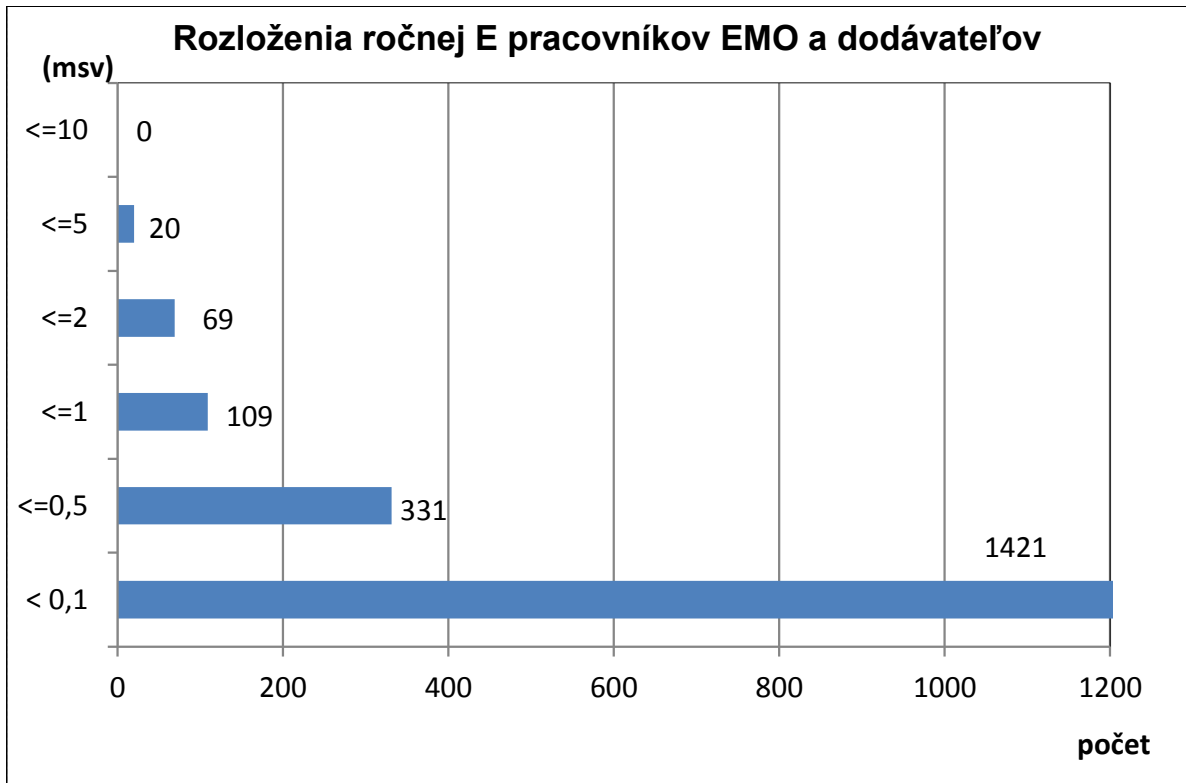
Obrázok 11.1 - 6 Priemerná ročná IED monitorovaného a exponovaného pracovníka EMO12 za rok 2014



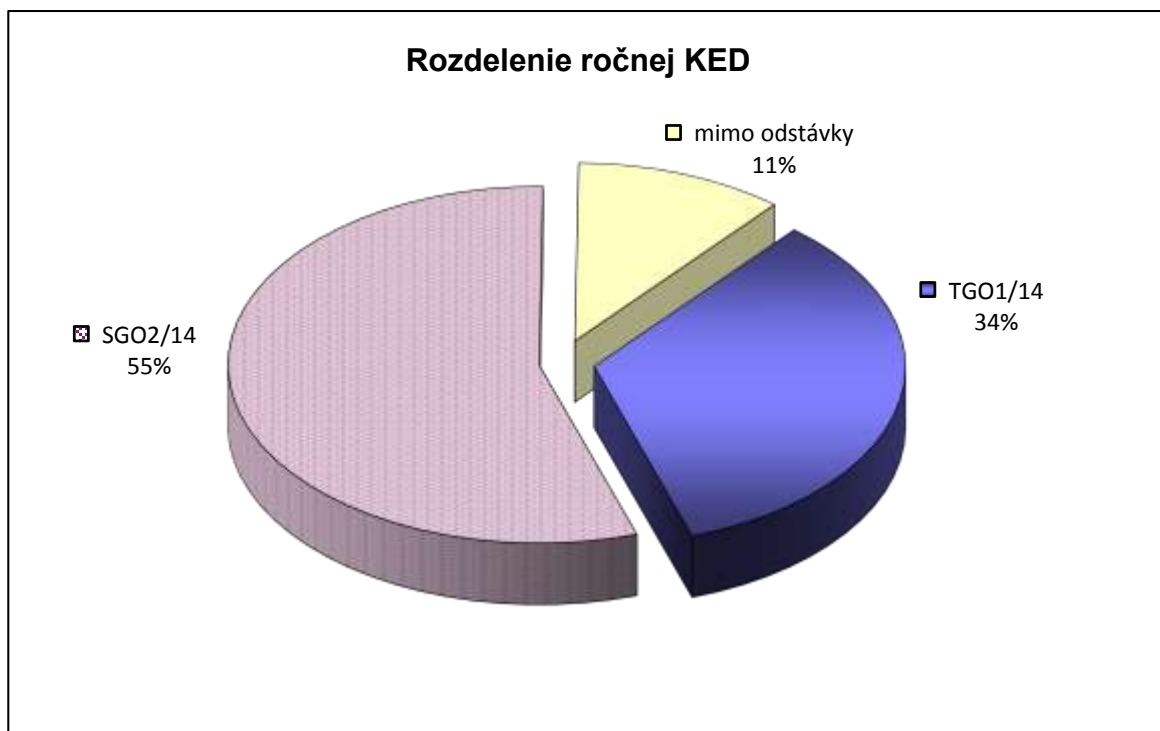
Obrázok 11.1 - 7 KED podľa profesných skupín v KP EMO12 v roku 2014 (označenie jednotlivých profesijných skupín uvádza Tabuľka 11.1 - 10)



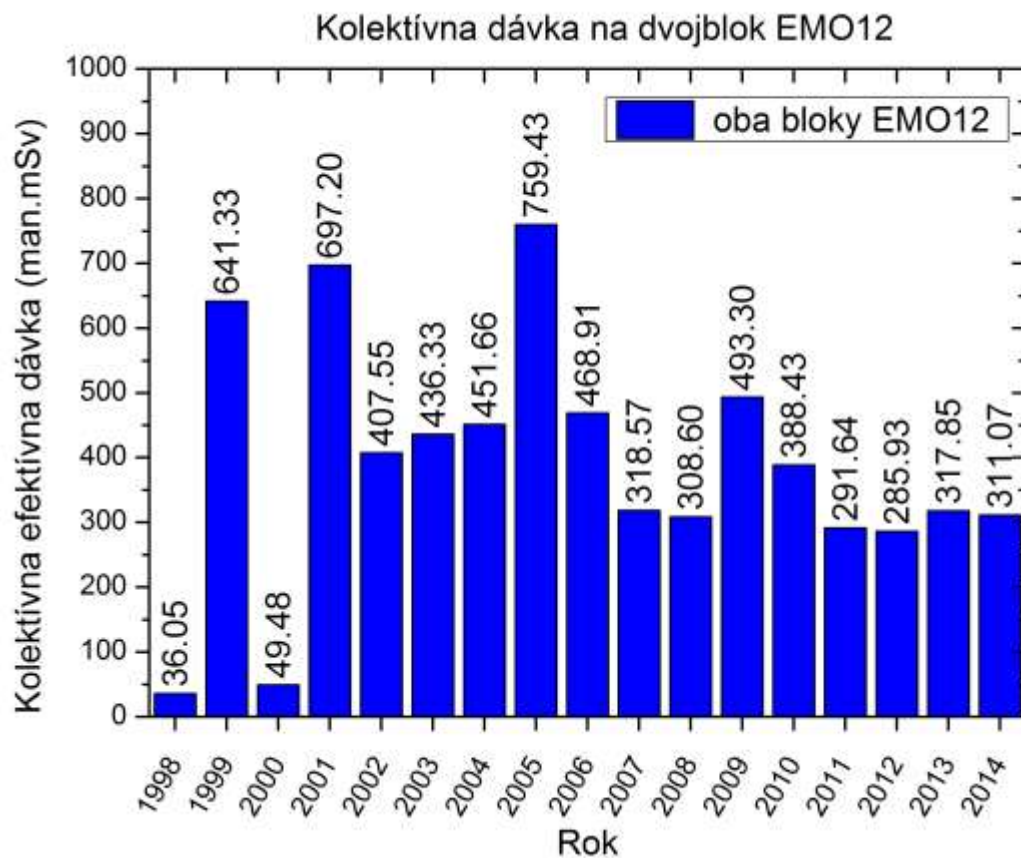
Obrázok 11.1 - 8 Prehľad KED pracovníkov EMO12 podľa profesných skupín (označenie jednotlivých skupín je uvedené v Tabuľka 11.1 - 10)



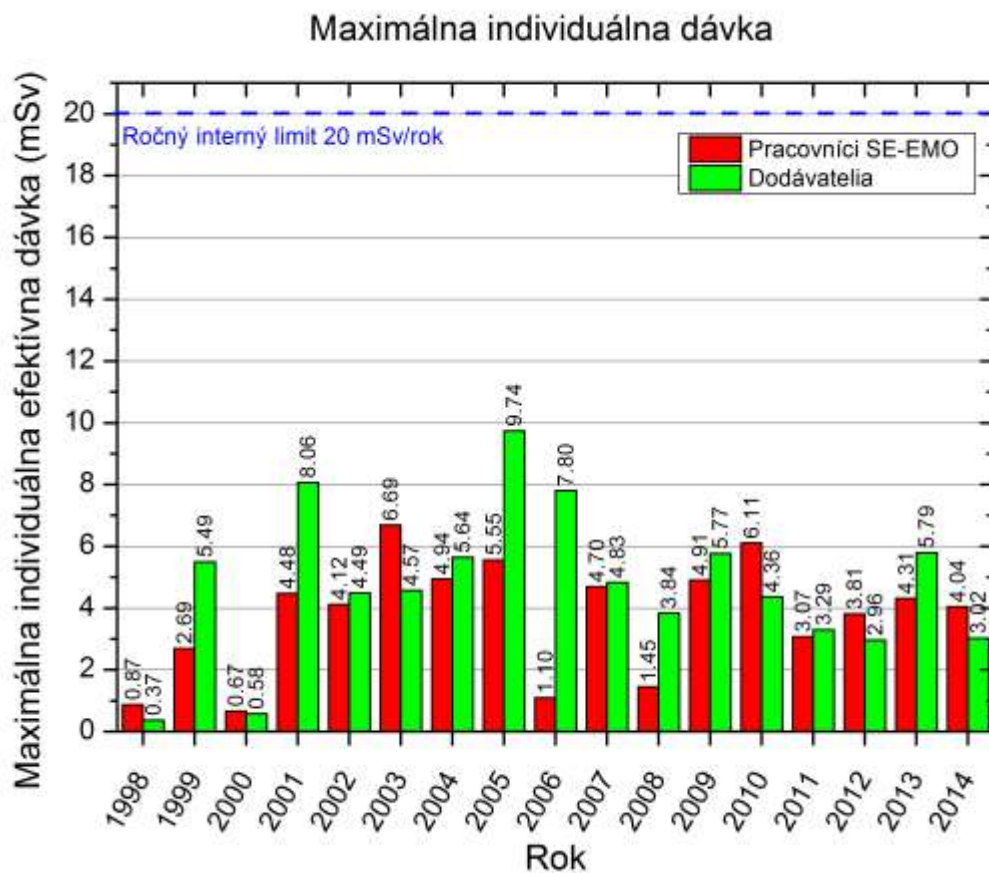
Obrázok 11.1 - 9 Počet pracovníkov s ročnou individuálnou efektívnou dávkou v danej dávkovej skupine [mSv] v roku 2014



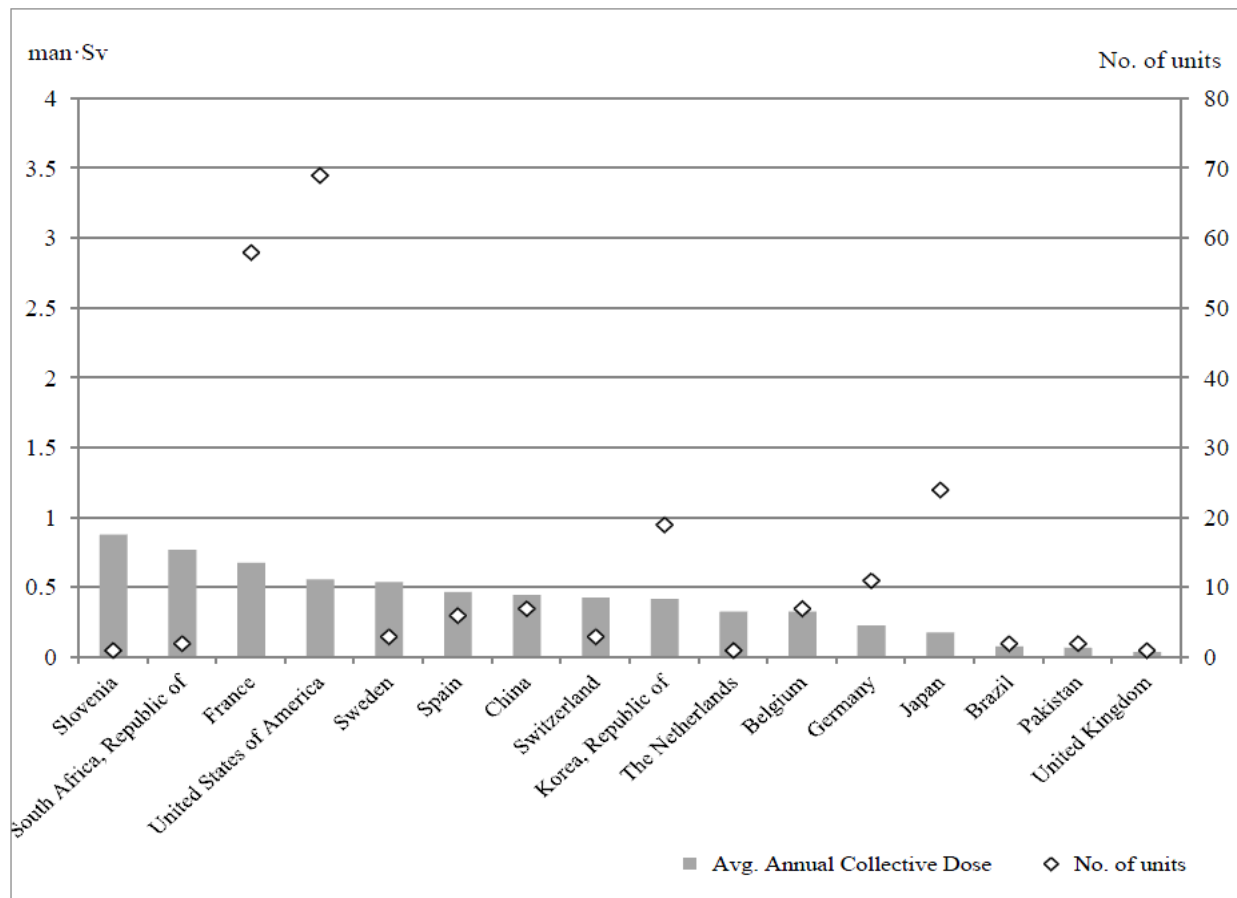
Obrázok 11.1 - 10 Rozdelenie čerpania KED v roku 2014 (TGO1/14 – Generálna odstávka 1. bloku 29.3.2014 – 19.4.2014, SGO2/14 - Generálna odstávka 2. bloku 20.09.2014 – 28.10.2014)



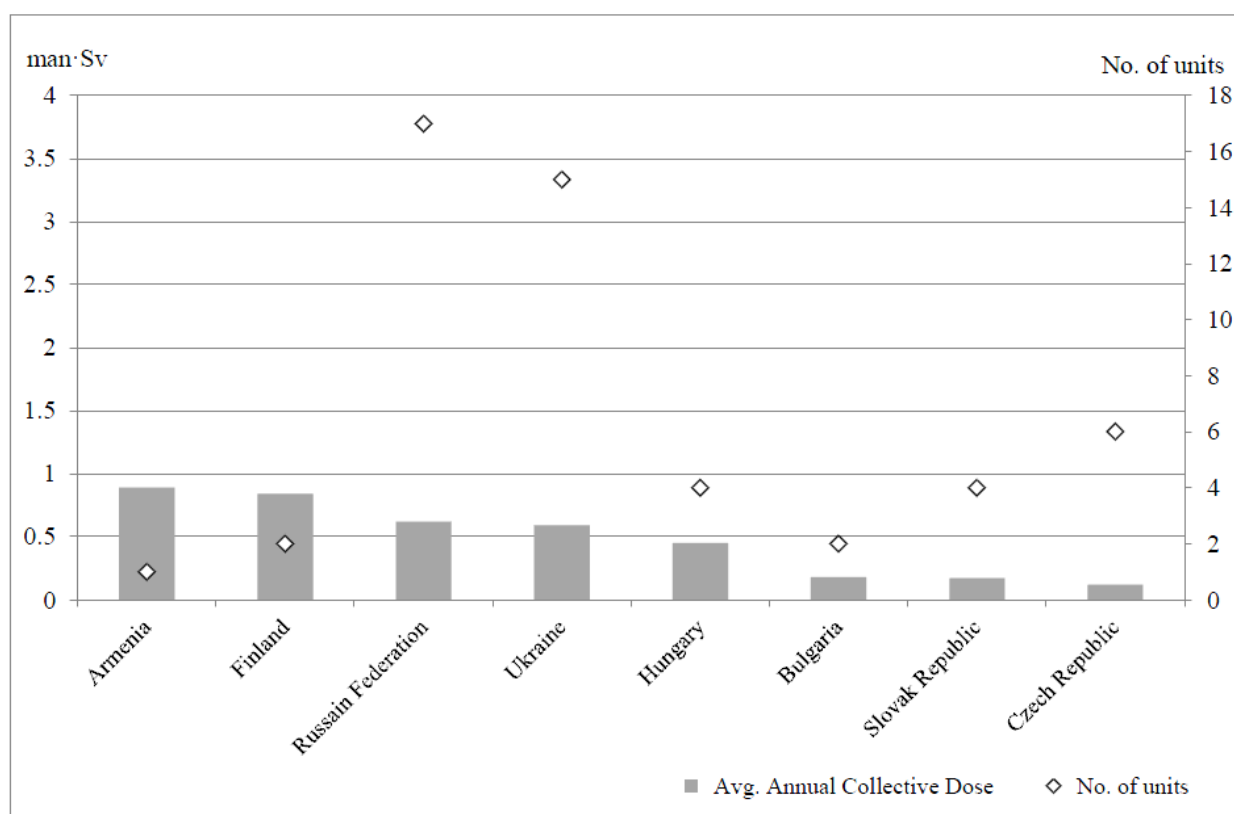
Obrázok 11.1 - 11 KED na dvojblok EMO12 (pracovníci EMO12 vrátane dodávateľov) za 1998 - 2014



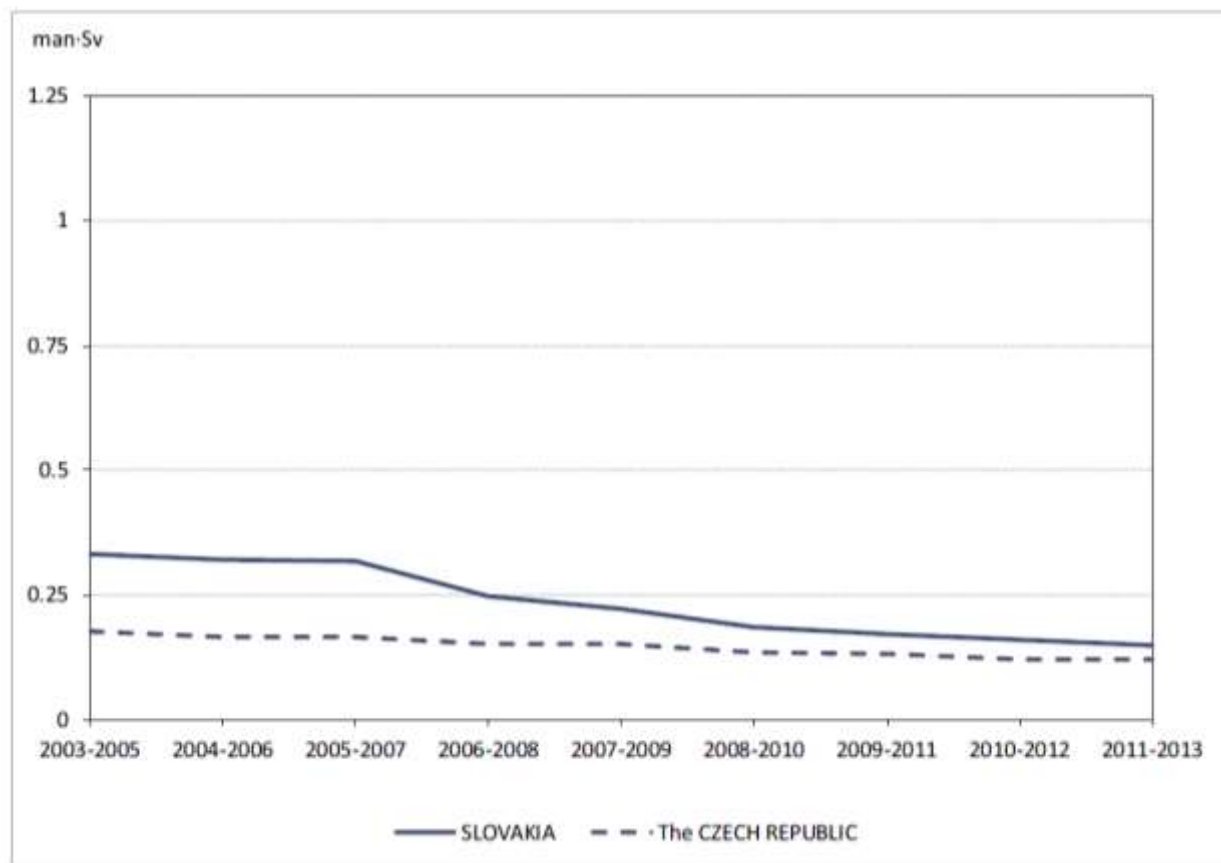
Obrázok 11.1 - 12 Maximálna individuálna dávka v EMO12



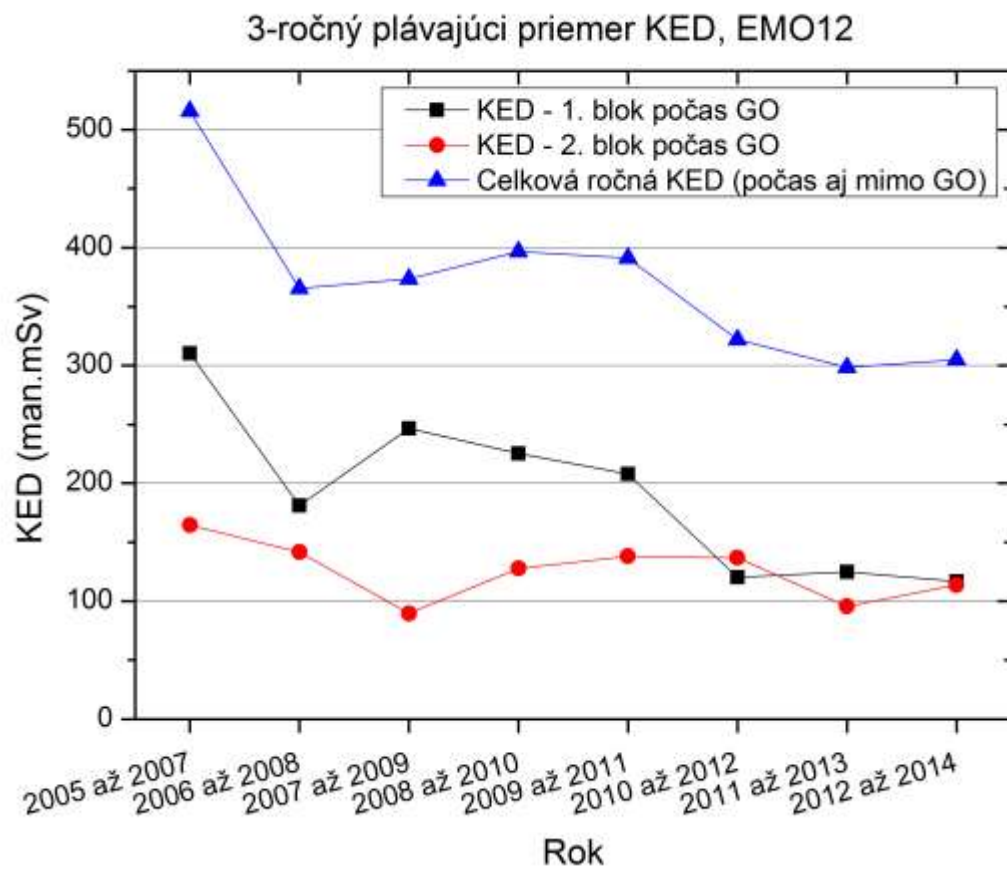
Obrázok 11.1 - 13 Hodnoty priemernej KED na 1 reaktor (PWR) v roku 2012 v jednotlivých krajinách sveta podľa publikácie ISOE [III.1]



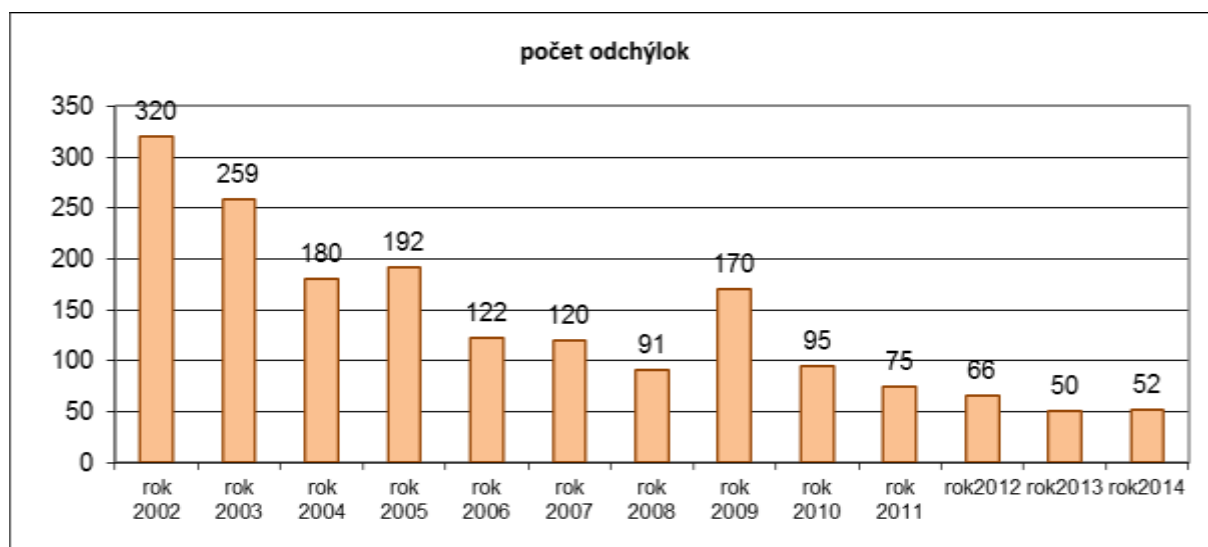
Obrázok 11.1 - 14 Hodnoty priemernej KED na 1 reaktor (VVER) v roku 2012 v jednotlivých krajinách sveta podľa publikácie ISOE [III.1]



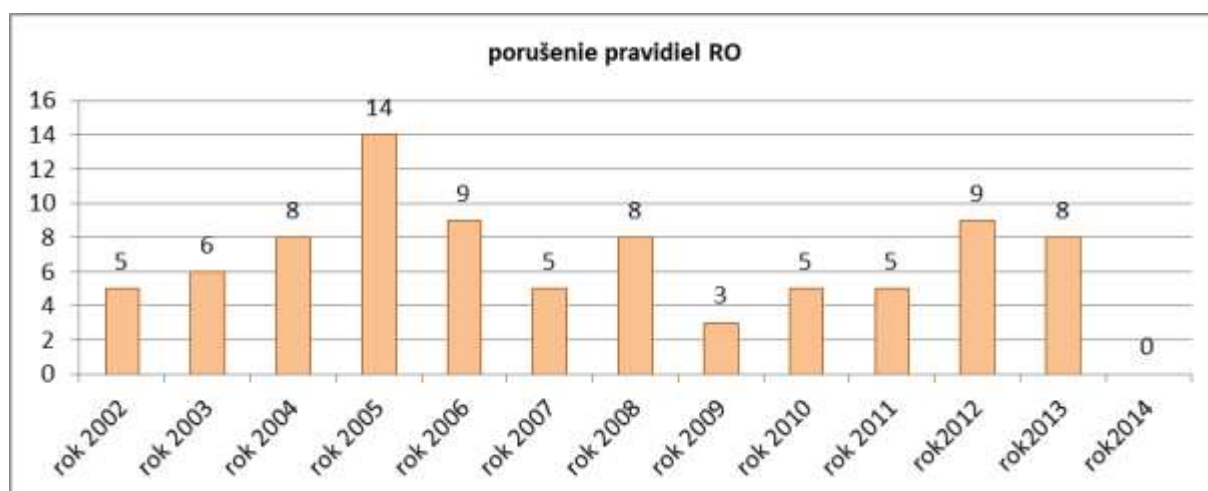
Obrázok 11.1 - 15 Trend priemernej KED na 1 reaktor (VVER) - plávajúci priemer za 3 roky v Slovenskej republike a Českej republike podľa publikácie ISOE [III.2]



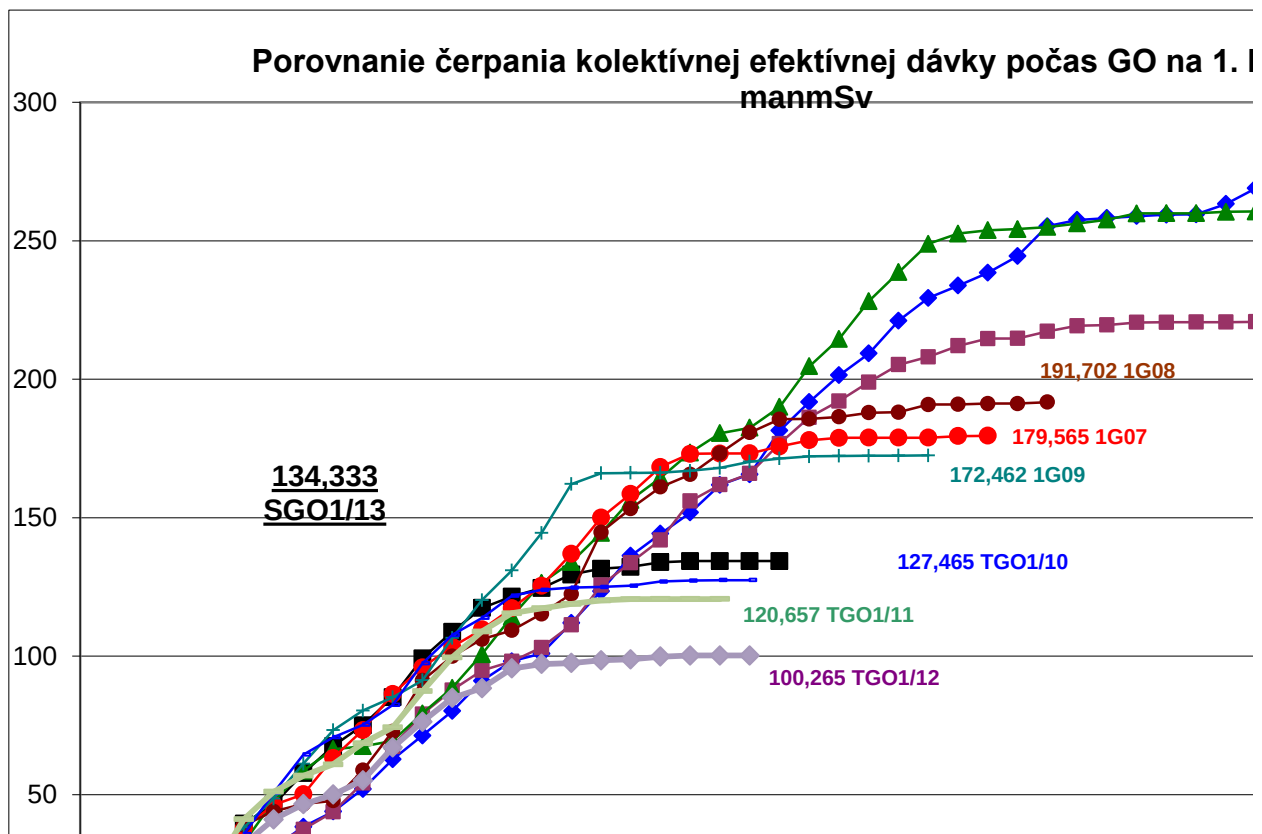
Obrázok 11.1 - 16 Trend priemernej KED - plávajúci priemer za 3 roky v EMO12



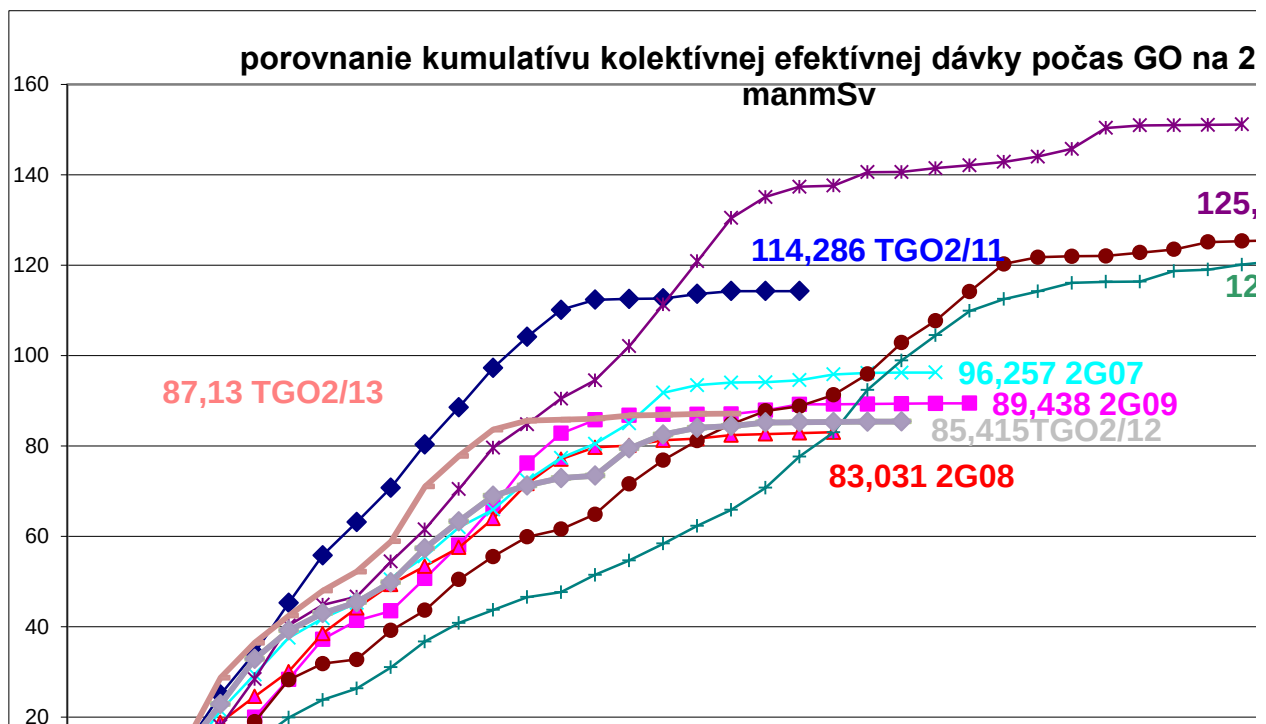
Obrázok 11.1 - 17 Prehľad počtu odchýliek od programu radiačnej ochrany za obdobie 2002 – 2014



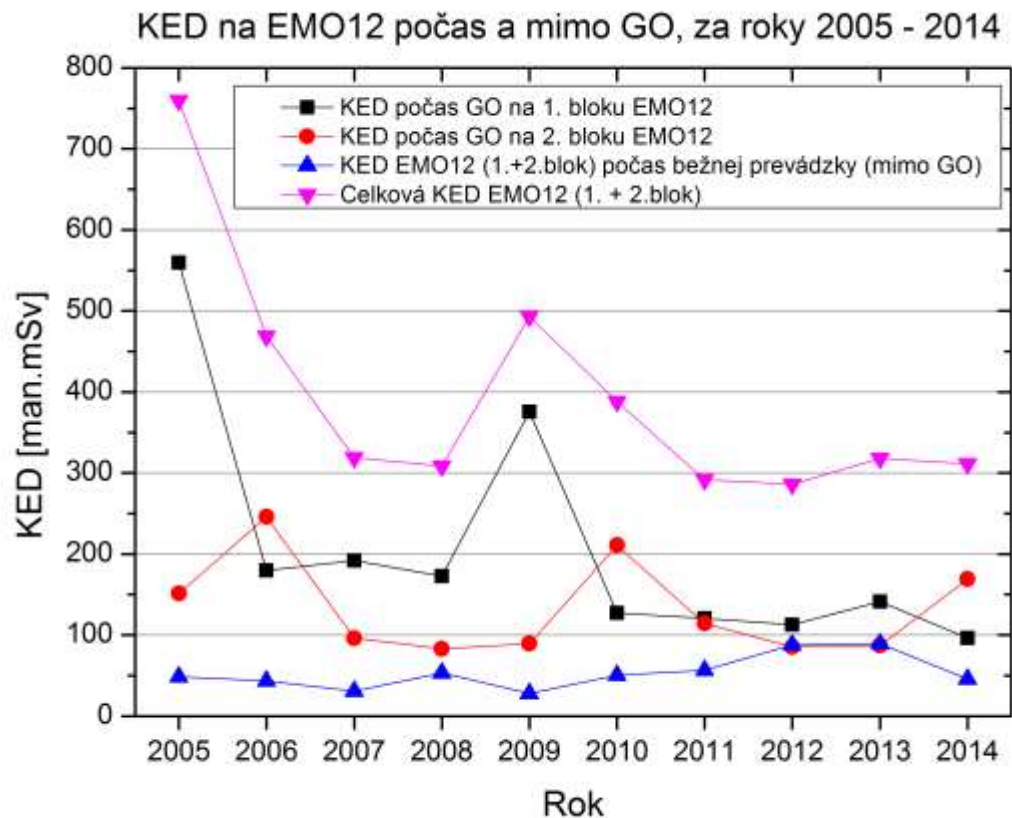
Obrázok 11.1 - 18 Prehľad počtu porušení pravidiel radiačnej ochrany za obdobie 2002 – 2014



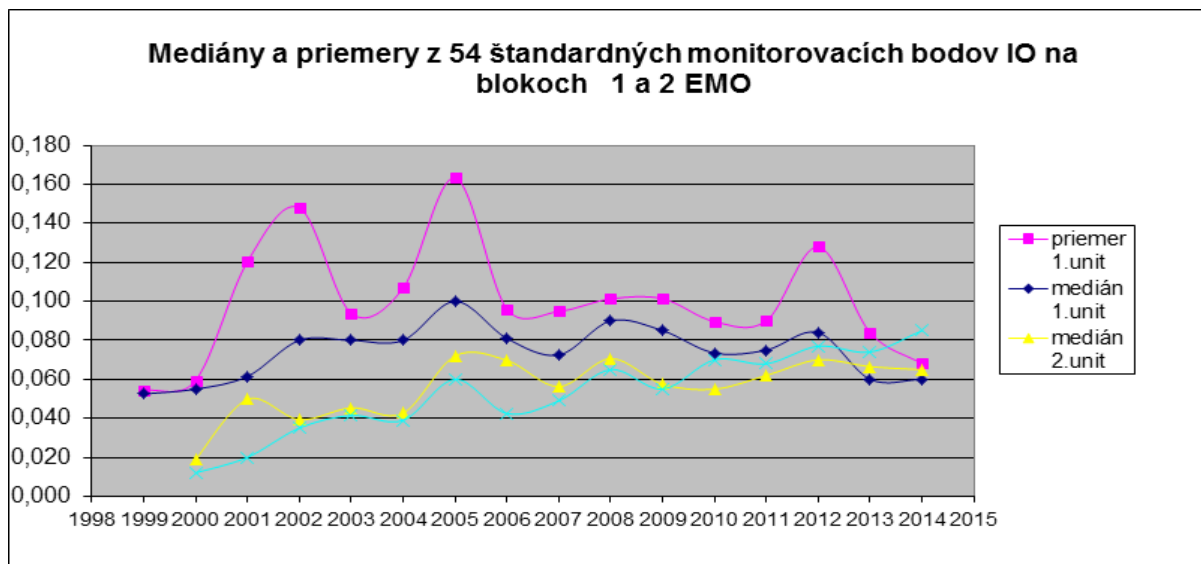
Obrázok 11.1 - 19 Prehľad čerpania KED na 1.bloku EMO12 počas jednotlivých dní GO



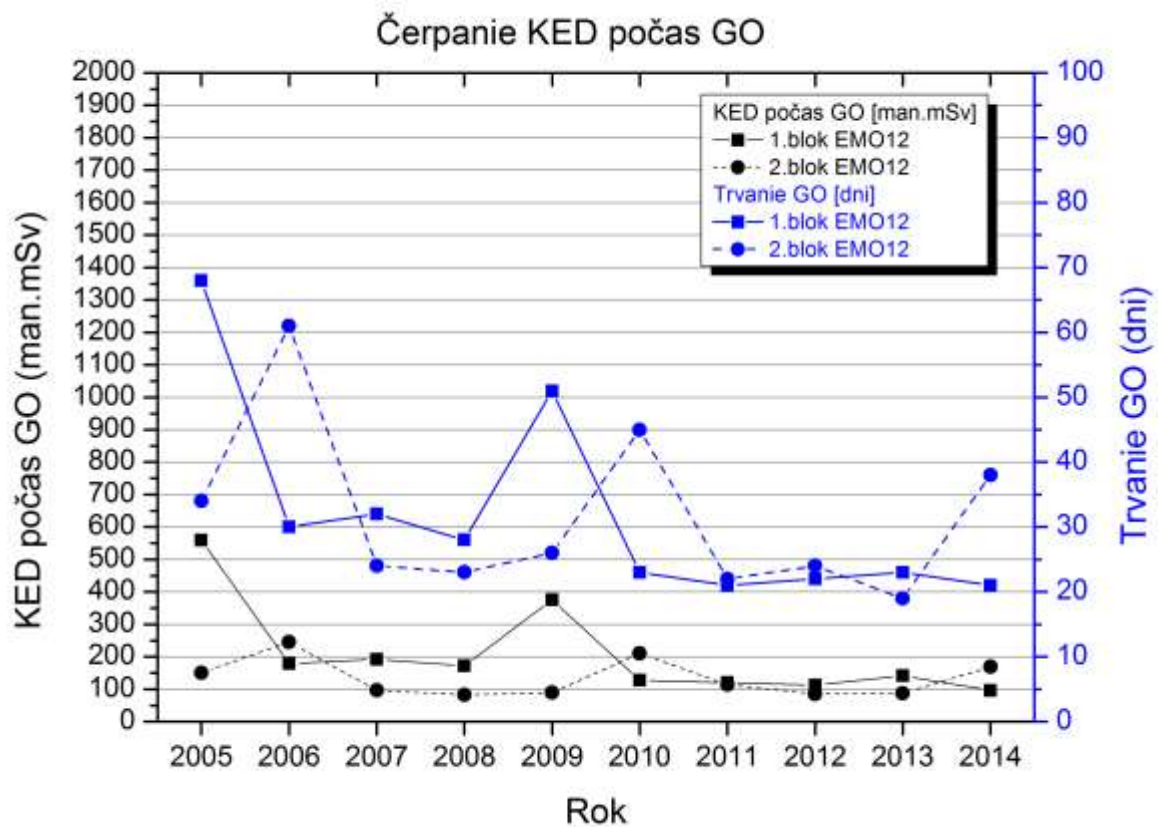
Obrázok 11.1 - 20 Prehľad čerpania KED na 2.bloku EMO12 počas jednotlivých dní GO



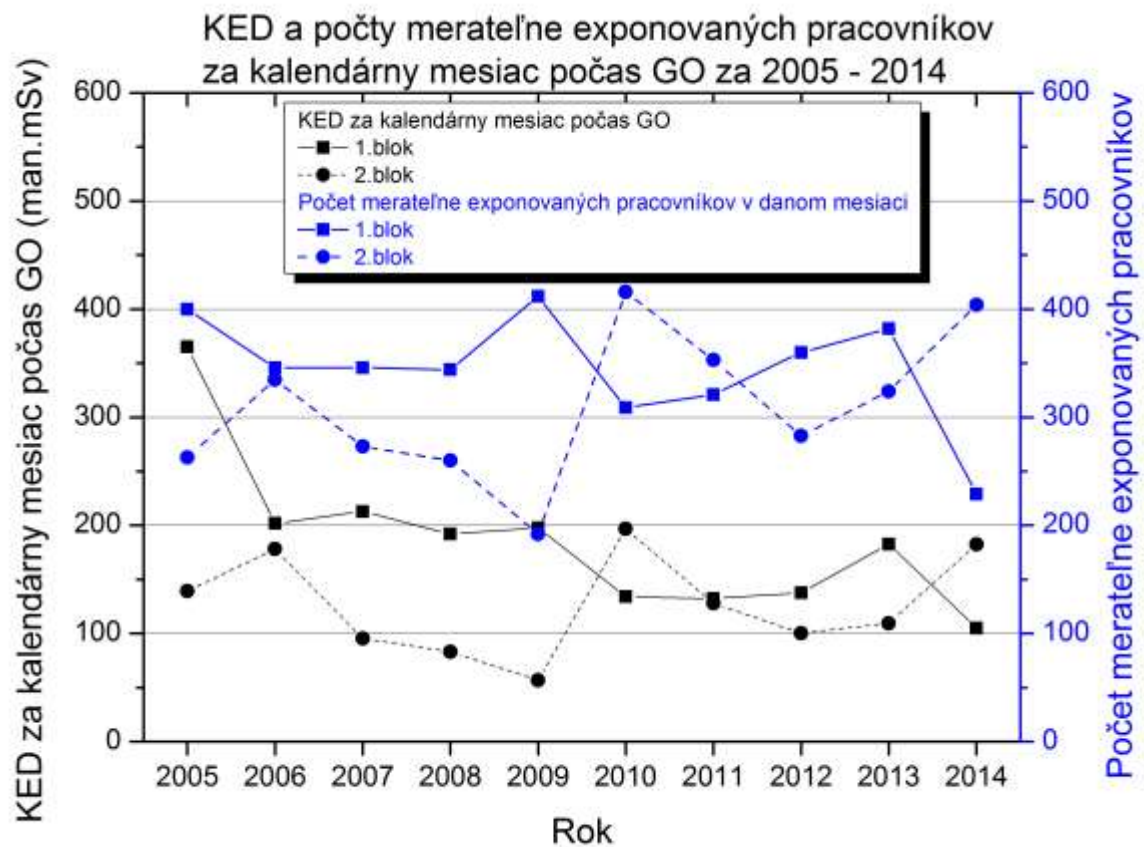
Obrázok 11.1 - 21 Prehľad čerpania celkovej KED, KED na jednotlivých blokoch EMO12 počas GO a KED počas bežnej prevádzky EMO12 za obdobie 2005 – 2014



Obrázok 11.1 - 22 Priemerné hodnoty príkonu dávky podľa periodických meraní vo vybraných kontrolných bodoch hlavného cirkulačného potrubia na 1. a 2.bloku EMO12 za obdobie 1999 - 2014



Obrázok 11.1 - 23 Prehľad čerpania KED na jednotlivých blokoch EMO12 počas GO a doby trvania GO za obdobie 2005 – 2014



Obrázok 11.1 - 24 Prehľad čerpania KED a počtov merateľne exponovaných pracovníkov za kalendárny mesiac počas GO na jednotlivých blokoch EMO12 za obdobie 2005 – 2014

LITERATÚRA

I Zdrojové dokumenty, ktoré sú vlastníctvom SE, a.s.

- [I.1] Predprevádzková bezpečnostná správa pre JE EMO (1. a 2. blok). Škoda JS Plzeň
- [I.2] J.Hep, V.Valenta: Vliv obsahu Co ve vnitřních částech TN a trubkách PG na dávkové příkony v okolí I.O VVER 440. Interní sdělení ŠKODA Plzeň, 1974.
- [I.3] J.Hep, V.Valenta: Několik poznámek k obsahu Co v ocelích reaktoru a primáru VVER 1000. Zpráva ŠKODA Plzeň, Ae 4827/Dok, 1980.
- [I.4] Návrh systémového riešenia uplatnenia princípu ALARA v SE - EMO o.z., štúdia, EMO, december 1995
- [I.5] SE/NA-172.01-01 Radiačná ochrana, EMO
- [I.6] EMO/NA-172.00-06 Monitorovanie pri havarijných situáciách
- [I.7] Zboray, L, Slahučka D., Zoznam navrhovaných zmien a požiadaviek pre podrobné koncepcie bezpečnosti, Inžiniersko projektové práce pre dostavbu MO34, DMO/021/0101/T/F3/S (S021000101T_F3), 2007
- [I.8] Správy o stave radiačnej ochrany za roky 2005 - 2014, SE a.s. AE Mochovce (schválil RNDr. Milan Zrubec)
- [I.9] Morávek, J., Ševečka, Š., Kapišovský, V., Rehák, R., Šach, J.: „Koncepcia riešenia Systému radiačných kontrol“. Správa DOSMO ev.č. DMO/022/3001/T/F0/S, 2007
- [I.10] Technické podmienky parogenerátoru PGV-213 pro výrobu nově dodávaných component, ŠKODA JS a.s., Vítkovice power engineering, PNM34088472
- [I.11] Kapitola 13 Vplyv prevádzky MO34 na životné prostredie, PpBS MO34, PNM34361765
- [I.12] Program zabezpečenia kvality radiačnej ochrany, PNM34361200
- [I.13] EMO/NA-162.00-01 Pravidlá všeobecnej radiačnej ochrany, EMO
- [I.14] Kapitola 12 PpBS MO34 „Havarijná pripravenosť“, PNM34361762,
- [I.15] Rozhodnutie ÚVZ SR č. OOZPŽ/6773/2011 z 20.10.2011
- [I.16] Kapitola 07.01 Bezpečnosť normálnej prevádzky, PpBS MO34, PNM34361100
- [I.17] 3LP/1001 – Limity a podmienky bezpečnej prevádzky, PNM34741001
- [I.18] 4LP/1001 – Limity a podmienky bezpečnej prevádzky, PNM34791001
- [I.19] Kapitola 07.02.01.12 Analýza radiačných následkov obálkových projektových havárií, PpBS MO34, PNM34361115
- [I.20] Kapitola 07.02.01.13 Úniky rádioaktivity z podsystémov alebo komponentov, PpBS MO34, PNM34361116

- [I.21] Kapitola 07.02.01 Deterministické analýzy bezpečnosti projektových havárií a vybraných nadprojektových havárií, PpBS MO34, PNM34361103
- [I.22] Krajčovič M., WP 01.2 - Radiačné ciele pre projekt dostavby MO34, Ev.č. S012000502T_F0
- [I.23] Kapitola 11.03 Projektové charakteristiky radiačnej ochrany, Predprevádzková bezpečnostná správa MO34, PNM34373966
- [I.24] Kapitola 11.04 Monitorovanie radiačných charakteristík, Predprevádzková bezpečnostná správa MO34, PNM34373967
- [I.25] Kapitola 11.05 Program radiačnej ochrany, Predprevádzková bezpečnostná správa MO34, PNM34373968
- [I.26] Kapitola 05.01 Všeobecné ciele, princípy a požiadavky na projekt JE MO34, Predprevádzková bezpečnostná správa MO34, PNM34361019
- [I.27] Kapitola 05.02 Splnenie projektových požiadaviek, koncepcií, kritérií a cieľov, Predprevádzková bezpečnostná správa MO34, PNM34361020
- [I.28] Stanovisko ÚVZ SR č. OOPZ/8155/2006 Stanovenie smerných hodnôt a limitov ožiarenia obyvateľstva
- [I.29] SE/NA-172.01-02 – Optimalizácia radiačnej ochrany, Návod EMO
- [I.30] Koncepcia riešenia Systému radiačných kontrol, S022003001T-F0
- [I.31] Kapitola 14 Opis nakladania s rádioaktívnymi odpadmi, Predprevádzková bezpečnostná správa MO34, PNM34361771
- [I.32] PR/8228 Princípy aplikácie ALARA, Pravidlá EMO
- [I.33] Kapitola 06.07.04.03 Systémy spracovania plyných výpustí, Predprevádzková bezpečnostná správa MO34, PNM34361092
- [I.34] Kapitola 06.11 Nakladanie s rádioaktívnymi odpadmi, Predprevádzková bezpečnostná správa MO34, PNM34361097

II Všeobecne dosiahnuteľné dokumenty (normy, zákony, vyhlášky, ..)

- [II.1] Zákon NR SR č.541/2004 Z.z o mierovom využívaní jadrovej energie (atómový zákon).
- [II.2] Zákon NR SR č.350/2011 Z.z. ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 541/2004 Z. z. o mierovom využívaní jadrovej energie (atómový zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov
- [II.3] Vyhláška ÚJD SR č. 58/2006 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o rozsahu, obsahu a spôsobe vyhotovenia dokumentácie jadrových zariadení potrebnej k jednotlivým rozhodnutiam
- [II.4] Vyhláška ÚJD č. 31/2012 Z.z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška ÚJD SR č. 58/2006 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o rozsahu, obsahu a spôsobe vyhotovenia dokumentácie jadrových zariadení potrebnej k jednotlivým rozhodnutiam
- [II.5] Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, BNS I.1.2/2008, ÚJD SR, Bratislava, 2008. ISBN 978-80-88806-73-8

- [II.6] Format and Content of the Safety Analyses Report for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-4.1, Viedeň, 2004
- [II.7] Vyhláška ÚJD SR č 430/2011 Z.z. o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť
- [II.8] Zákon NR SR č.87/2018 Z.z. o radiačnej ochrane a o zmene niektorých zákonov z 13. marca 2018
- [II.9] Vyhláška MZ SR č. 99/2018 Z.z. o zabezpečení radiačnej ochrany
- [II.10] Vyhláška MZ SR č. 96/2018 Z.z.. ktorou sa ustanovujú podrobnosti o činnosti radiačnej monitorovacej siete
- [II.11] ICRP, 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication No 60, Ann. ICRP 21 (1-3), 1991
- [II.12] ICRP, Annual limits on intakes of RN by workers based on the 1990 Recommendations, ICRP Publication No 61, Ann. ICRP 21(4), 1991
- [II.13] ICRP, 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication No 103, Ann. ICRP 37 (2-4), 2007
- [II.14] International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. Safety Series No 115, IAEA, Vienna, 1996
- [II.15] Radiation protection and the safety of radiation sources, Safety Series No 120, IAEA, Vienna, 1996
- [II.16] Occupational Radiation Protection, Safety Guide, IAEA Safety Standard Series, No RS-G-1.1, IAEA, Vienna, 1999
- [II.17] Assessment of Occupational Exposure Due to Intakes of Radionuclides, Safety Guide, IAEA Safety Standard Series, No RS-G-1.2, IAEA, Vienna, 1999
- [II.18] Assessment of Occupational Exposure Due to External Sources of Radiation, Safety Guide, IAEA Safety Standard Series, No RS-G-1.3, IAEA, Vienna, 1999
- [II.19] Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, General Safety Requirements, GSR Part 3 (Iterim edition) , IAEA, Vienna, Nov. 2011
- [II.20] Analysis of differences in fuel safety criteria for WWER and western PWR nuclear power plants, IAEA-TECDOC-1381, IAEA, Vienna, 2003. ISBN 92-0-112903-3
- [II.21] Radiation protection Aspects of Design for Nuclear Power Plant, IAEA Safety Guide No NS-G-1.13, Vienna, 2005
- [II.22] BNS II.3.3/2011, Hutnícke výrobky a náhradné diely pre jadrové zariadenia. Požiadavky, Bezpečnostný návod ÚJD SR, Bratislava, 2011, ISBN 978-80-88806-84-4
- [II.23] STN EN 10204, Kovové výrobky. Druhy dokumentov kontroly, 2005
- [II.24] Smernica Rady 96/29/Euratom z 13. mája 1996, ktorá stanovuje základné bezpečnostné normy ochrany zdravia pracovníkov a obyvateľstva pred nebezpečenstvami vznikajúcimi v dôsledku ionizujúceho žiarenia.
- [II.25] Zákon NR SR č. 142/2000 Z.z. o metrológii a o zmene a doplnení niektorých zákonov

- [II.26] Radiation Protection and Radioactive Waste Management in the Operation of Nuclear Power Plants, IAEA Safety Guide No. NS-G-2.7, IAEA, Vienna, 2002, ISBN 92-0-119202-9
- [II.27] Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, BNS I.1.2/2014, ÚJD SR, Bratislava, 2014. ISBN 978-80-88806-99-8
- [II.28] Požiadavky na deterministické analýzy bezpečnosti, BNS I.11.1/2013, ÚJD SR, Bratislava, 2013. ISBN 978-80-88806-98-1

III Zdrojové dokumenty, ktoré sú spravidla vytvorené VUJE, a.s. (a nie sú v I. a II. skupine)

- [III.1] Occupational Exposures at NPPs, Twenty second Annual Report of the ISOE Programme, 2012, Publication of NEA, OECD 2014
- [III.2] ISOE Information sheet, European dosimetric results for 2013, ISOE European TC- Infosheet No58 (2015).

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 11.1 - 1	Radiačné váhové faktory	16
Tabuľka 11.1 - 2	Tkanivové váhové faktory	17
Tabuľka 11.1 - 3	Odporúčané limity dávok plánovaného ožiarenia ([II.8])	19
Tabuľka 11.1 - 4	Rádiologické bezpečnostné ciele	23
Tabuľka 11.1 - 5	Hodnotenie dávkovej záťaže vlastných pracovníkov EMO12 v KP v roku 2014	43
Tabuľka 11.1 - 6	Hodnotenie dávkovej záťaže dodávateľských pracovníkov v EMO12 v KP v roku 2014 ...	43
Tabuľka 11.1 - 7	Údaje o KED pre dodávateľské firmy v r. 2014 v KP EMO12	44
Tabuľka 11.1 - 8	Rozdelenie KED podľa pracovných činností v roku 2014 v KP EMO12 - dodávatelia...	45
Tabuľka 11.1 - 9	Rozdelenie KED v roku 2014 podľa jednotlivých profesných skupín v KP EMO12 – pracovníci EMO	45
Tabuľka 11.1 - 10	Rozdelenie profesných skupín a ich označenie pre účely hodnotenia individuálnych a kolektívnych dávok pracovníkov v EMO12	46
Tabuľka 11.1 - 11	Rozdelenie KED podľa pracovných činností v roku 2014 v KP EMO12 - pracovníci EMO	47
Tabuľka 11.1 - 12	Prehľad údajov o kolektívnej dávkovej záťaži, maximálnych a priemerných dávkach a počte pracovníkov so zdrojmi žiarenia v EMO12 v roku 2014 (zamestnanci + dodávatelia)	48
Tabuľka 11.1 - 13	Prehľad o kolektívnej dávkovej záťaži, maximálnych a priemerných dávkach a počte pracovníkov zamestnancov EMO12 v roku 2014	49
Tabuľka 11.1 - 14	Prehľad o kolektívnej dávkovej záťaži, maximálnych a priemerných dávkach a počte zmluvných pracovníkov v EMO12 v roku 2014	50
Tabuľka 11.1 - 15	Prehľad o prinesenej kolektívnej dávkovej záťaži, maximálnych a priemerných dávkach a počte pracovníkov EMO12 v roku 2014	51
Tabuľka 11.1 - 16	Indikátory efektívnosti Programu radiačnej ochrany SE-EMO za obdobie 2002 - 2014	52
Tabuľka 11.1 - 17	Prehľad čerpania KED na EMO12 počas GO a bežnej prevádzky v období 2005 - 2014	54
Tabuľka 11.1 - 18	Prehľad čerpania KED pracovníkov EMO12 a dodávateľov v období 2005 - 2014.....	55
Tabuľka 11.1 - 19	Prehľad počtu monitorovaných a merateľne exponovaných pracovníkov a ich KED za kalendárne mesiace, počas ktorých prebiehala GO, za obdobie 2005 - 2014	56
Tabuľka 11.1 - 20	Príklad cieľových a reálne čerpaných KED pre GO na 2.bloku EMO12 v roku 2014 (SGO2/14), cieľová KED pre SGO2/14 bola 178 man.mSv ± 10%	57

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 11.1 - 1	Prehľad ročných KED v EMO12 za 2003 - 2014.....	58
Obrázok 11.1 - 2	Prehľad maximálnej ročnej IED v EMO12 za 2003 - 2014.....	59
Obrázok 11.1 - 3	Prehľad ročných KED profesnej skupiny údržby I (údržba) a rozdelenie KED pracovníkov údržby v rámci profesnej skupiny údržby I za rok 2014 (označenie jednotlivých pracovných skupín uvádza Tabuľka 11.1 - 10).....	60
Obrázok 11.1 - 4	Čerpanie ročnej KED blokov EMO12 za rok 2014 podľa zariadení v KP EMO	61
Obrázok 11.1 - 5	Počet monitorovaných a merateľne exponovaných pracovníkov za rok 2014 (pracovníci EMO a dodávatelia)	62
Obrázok 11.1 - 6	Priemerná ročná IED monitorovaného a exponovaného pracovníka EMO12 za rok 2014	63
Obrázok 11.1 - 7	KED podľa profesných skupín v KP EMO12 v roku 2014 (označenie jednotlivých profesijných skupín uvádza Tabuľka 11.1 - 10).....	64
Obrázok 11.1 - 8	Prehľad KED pracovníkov EMO12 podľa profesných skupín (označenie jednotlivých skupín je uvedené v Tabuľka 11.1 - 10)	65
Obrázok 11.1 - 9	Počet pracovníkov s ročnou individuálnou efektívnou dávkou v danej dávkovej skupine [mSv] v roku 2014	66
Obrázok 11.1 - 10	Rozdelenie čerpania KED v roku 2014 (TGO1/14 – Generálna odstávka 1. bloku 29.3.2014 – 19.4.2014, SGO2/14 - Generálna odstávka 2. bloku 20.09.2014 – 28.10.2014).....	67
Obrázok 11.1 - 11	KED na dvojblok EMO12 (pracovníci EMO12 vrátane dodávateľov) za 1998 - 2014...68	
Obrázok 11.1 - 12	Maximálna individuálna dávka v EMO12.....	69
Obrázok 11.1 - 13	Hodnoty priemernej KED na 1 reaktor (PWR) v roku 2012 v jednotlivých krajinách sveta podľa publikácie ISOE [III.1].....	70
Obrázok 11.1 - 14	Hodnoty priemernej KED na 1 reaktor (VVER) v roku 2012 v jednotlivých krajinách sveta podľa publikácie ISOE [III.1].....	71
Obrázok 11.1 - 15	Trend priemernej KED na 1 reaktor (VVER) - plávajúci priemer za 3 roky v Slovenskej republike a Českej republike podľa publikácie ISOE [III.2]	72
Obrázok 11.1 - 16	Trend priemernej KED - plávajúci priemer za 3 roky v EMO12.....	73
Obrázok 11.1 - 17	Prehľad počtu odchýliek od programu radiačnej ochrany za obdobie 2002 – 2014	74
Obrázok 11.1 - 18	Prehľad počtu porušení pravidiel radiačnej ochrany za obdobie 2002 – 2014	74
Obrázok 11.1 - 19	Prehľad čerpania KED na 1.bloku EMO12 počas jednotlivých dní GO.....	75
Obrázok 11.1 - 20	Prehľad čerpania KED na 2.bloku EMO12 počas jednotlivých dní GO.....	75
Obrázok 11.1 - 21	Prehľad čerpania celkovej KED, KED na jednotlivých blokoch EMO12 počas GO a KED počas bežnej prevádzky EMO12 za obdobie 2005 – 2014.....	76
Obrázok 11.1 - 22	Priemerné hodnoty príkonu dávky podľa periodických meraní vo vybraných kontrolných bodoch hlavného cirkulačného potrubia na 1. a 2.bloku EMO12 za obdobie 1999 - 2014.....	76
Obrázok 11.1 - 23	Prehľad čerpania KED na jednotlivých blokoch EMO12 počas GO a doby trvania GO za obdobie 2005 – 2014.....	77
Obrázok 11.1 - 24	Prehľad čerpania KED a počtov merateľne exponovaných pracovníkov za kalendárny mesiac počas GO na jednotlivých blokoch EMO12 za obdobie 2005 – 2014	78