

RADIAČNÁ OCHRANA LETECKÉHO PERSONÁLU PRI EXPOZÍCII KOZMICKÝM ŽIARENÍM

Autori: Magdaléna Vičanová¹⁾, Igor Pinter²⁾, Aurélia Líšková³⁾

Pracovisko: ¹⁾Regionálny úrad verejného zdravotníctva Bratislava, hl. m.

²⁾Inter – P ekoservis, Bratislava

³⁾Slovenská zdravotnícka univerzita Bratislava

ÚVOD

Technický rozvoj civilného letectva, nadzvukové lety a cesty do vesmíru spolu s narastajúcimi vedomosťami o kozmickom žiarení a radiačnej ochrane motivovali v r. 1991 Medzinárodnú komisiu pre rádiologickú ochranu brať do úvahy biologické efekty variujúceho slnečného žiarenia a relatívne konštantného galaktického žiarenia k vydaniu dokumentu č. 60. V tomto dokumente boli zahrnuté poznatky a odporúčania o vplyve kozmického žiarenia na letecký personál a stanovilo sa, že expozícia kozmickým žiarením posádky počas letu prúdovým lietadlom môže byť započítaná ako pracovná expozícia. Na základe týchto poznatkov v r. 1992 The European Radiation Dosimetry Group (EURADOS) v spolupráci s generálnymi direktoriátmi XI a XII EÚ podnikli vytvorenie pracovnej skupiny WG 5 na sledovanie expozície kozmickým žiarením leteckého personálu, ktorá v r. 1996 publikovala správu s názvom „Exposure of air crew to cosmic radiation“, ktorá obsahovala výsledky práce množstva vedcov z EÚ, USA a Kanady. V tom istom roku vydala Medzinárodná atómová agentúra vo Viedni International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for Safety Radiation Sources v ktorej boli zakomponované odporúčania na ochranu leteckého personálu a členské štáty EÚ sa zaviazali ich prijať do svojich národných legislatív do r. 2000. Tak Slovenská republika v tom období ako prístupový štát EÚ po prvý krát prijala odporúčania na ochranu členov leteckých posádok z expozície kozmickým žiarením, ktoré boli zakotvené v zákone NR SR č. 470/2000 Z.z. – novela zákona č. 272/1994 o ochrane zdravia ľudí a vo Vyhláske MZ SR č. 12/2001 Z. z. o požiadavkách na zabezpečenie radiačnej ochrany. V súčasnosti je radiačná ochrana leteckého personálu zakotvená v Nariadení vlády SR č. 345/2006 Z. z. o základných bezpečnostných požiadavkách na ochranu zdravia pracovníkov a obyvateľov pred ionizujúcim žiarením. V § 32 uvedeného nariadenia sa hovorí, že hodnotenie ožiarovania pracovníkov leteckého personálu, ktorý lieta vo výške vyššej ako 8 km sa zabezpečuje využívaním počítačových programov. Pri výpočte sa zohľadňuje letová výška, zemepisná šírka, čas letu a aktuálna intenzita kozmického žiarenia na letovej hladine. Zároveň raz ročne sa vykoná priame meranie dozimetrických veličín na jednotlivých letových trasách.

METÓDY A VÝSLEDKY

V súlade s platnou legislatívou sme sa v rámci projektu MZ SR 2005/42-SZU-20 „Sledovanie radiačnej záťaže leteckého personálu a biomonitorovanie zdravotného rizika z kombinovanej expozície ionizujúcemu žiareniu a stresujúcim faktorom“ zamerali na zníženie a optimalizáciu radiačnej záťaže leteckého personálu. Stanoviť radiačnú záťaž leteckého personálu z kozmického žiarenia pomocou výpočtových programov ako aj priamym meraním na palubách lietadiel je veľmi náročná úloha. Kozmické žiarenie samo o sebe predstavuje zmes rôznych typov ionizujúceho žiarenia a jeho intenzita je veľmi závislá od mnohých faktorov ako sú slnečná aktivita, zemepisná poloha lietadla, výška a doba trvania letu.

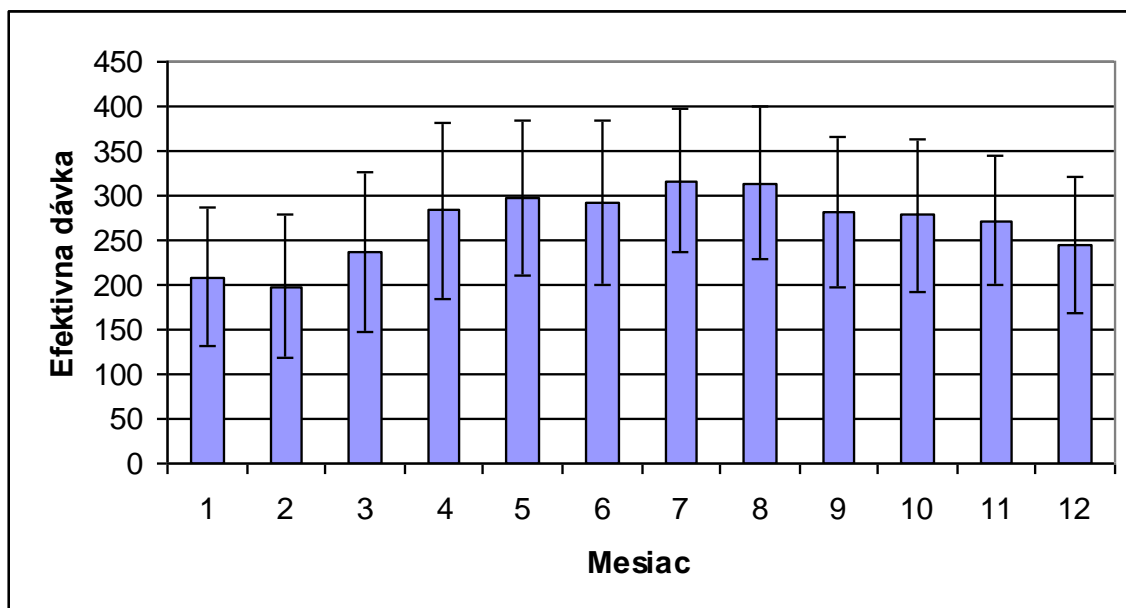
Na stanovenie odhadu radiačnej záťaže leteckého personálu sme používali program EPCARD (European Program Package for the Calculation of Aviation Route Doses) vyvinutý National Research Center for Environmental Health – Institut of Radiation Protection (Neuherberg, Nemecko) a program CARI 6 vyvinutý FAA's Civil Aerospace Medical Institute (USA). Oba programy sú uznávané Joint Aviation Authorities.

Vzhľadom k tomu, že sa jedná o spracovanie veľkého množstva údajov (vyhodnocujeme radiačnú záťaž každého jedného pilota pri všetkých letoch v sledovanom mesiaci) vytvorili sme program, ktorý nám umožňuje časovo zefektívniť prácu (vid'. Tab č.1.) a umožňuje sledovať leteckému personálu každý let.

Tab.1 Hodnoty agregátneho výstupu radiačnej záťaže pilota č.126

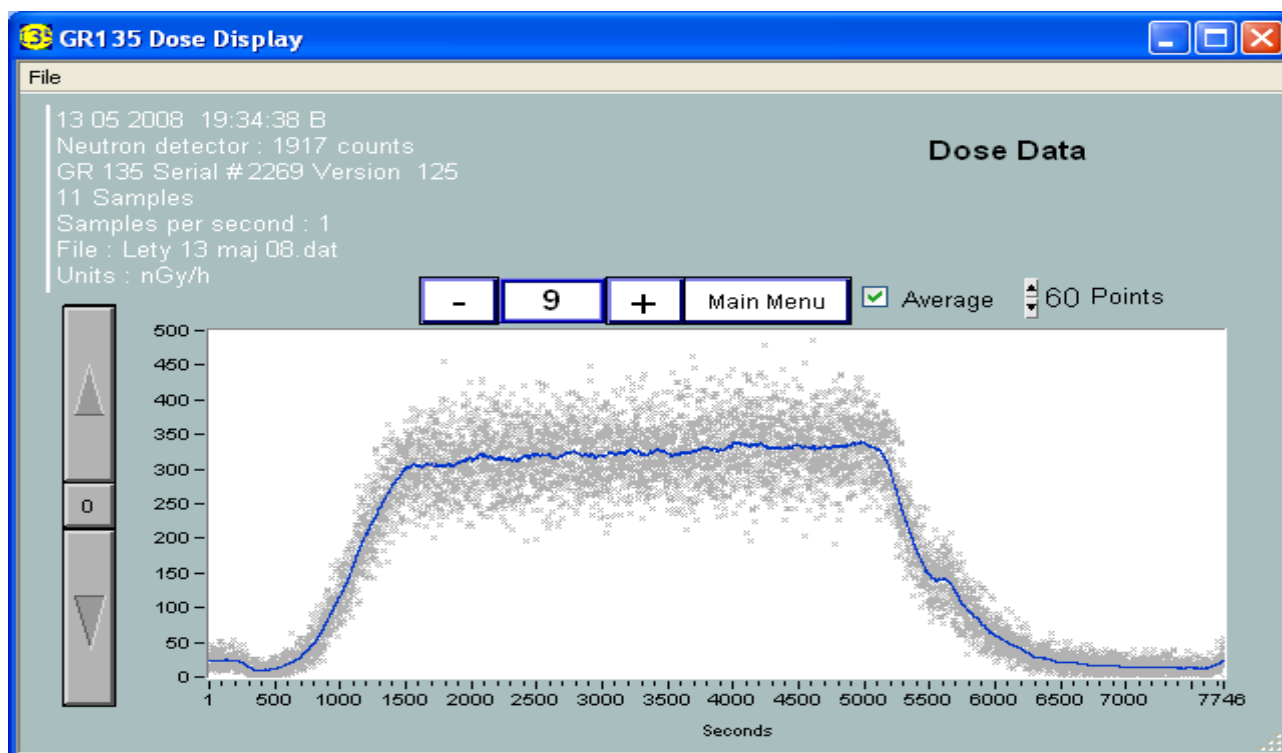
Day	date	dose [μ Sv]		filename
		EPCARD	CARI	
1	1.1.2007			pilot_126_computed2.xls
2	2.1.2007			
3	3.1.2007	21,00	19,14	
4	4.1.2007			
5	5.1.2007			
6	6.1.2007			
7	7.1.2007			
8	8.1.2007			
9	9.1.2007			
10	10.1.2007	13,00	11,58	
11	11.1.2007	23,00	20,66	
12	12.1.2007	2,00	1,28	
13	13.1.2007			
14	14.1.2007			
15	15.1.2007			
16	16.1.2007			
17	17.1.2007			
18	18.1.2007	17,00	15,14	
19	19.1.2007			
20	20.1.2007	33,00	31,10	
21	21.1.2007			
22	22.1.2007			
23	23.1.2007			
24	24.1.2007			
25	25.1.2007			
26	26.1.2007			
27	27.1.2007	51,00	46,20	
28	28.1.2007			
29	29.1.2007	19,00	16,42	
30	30.1.2007			
31	31.1.2007			
total [μSv]		179,00	161,52	

Zároveň sme vytvorili databázu profesionálnej expozície kozmickým žiarením leteckého personálu, v ktorej sú stanovené mesačné expozície jednotlivých pilotov. Databáza nám okrem toho umožňuje stanoviť aj ďalšie veličiny radiačnej ochrany napr. celoročnú expozíciu pracovníka, päťročnú expozíciu, kolektívnu radiačnú záťaž atď.) Zároveň môžeme v databáze uskutočniť štatistické výpočty (napr. priemerné hodnoty, STD, minimálnu hodnotu, maximálnu hodnotu atď.) a analýzu dát (napr. histogram, kumulatívny graf atď.). Kvôli ochrane osobných údajov sa výsledky spracovávajú podľa identifikačných kódov leteckej spoločnosti. Na obrázku č. 1 môžeme vidieť priemerné mesačné efektívne dávky členov leteckej posádky (cca 170 pilotov) spoločnosti Sky Europe v r. 2007. Radiačná záťaž je stanovená pomocou programu EPCARD.

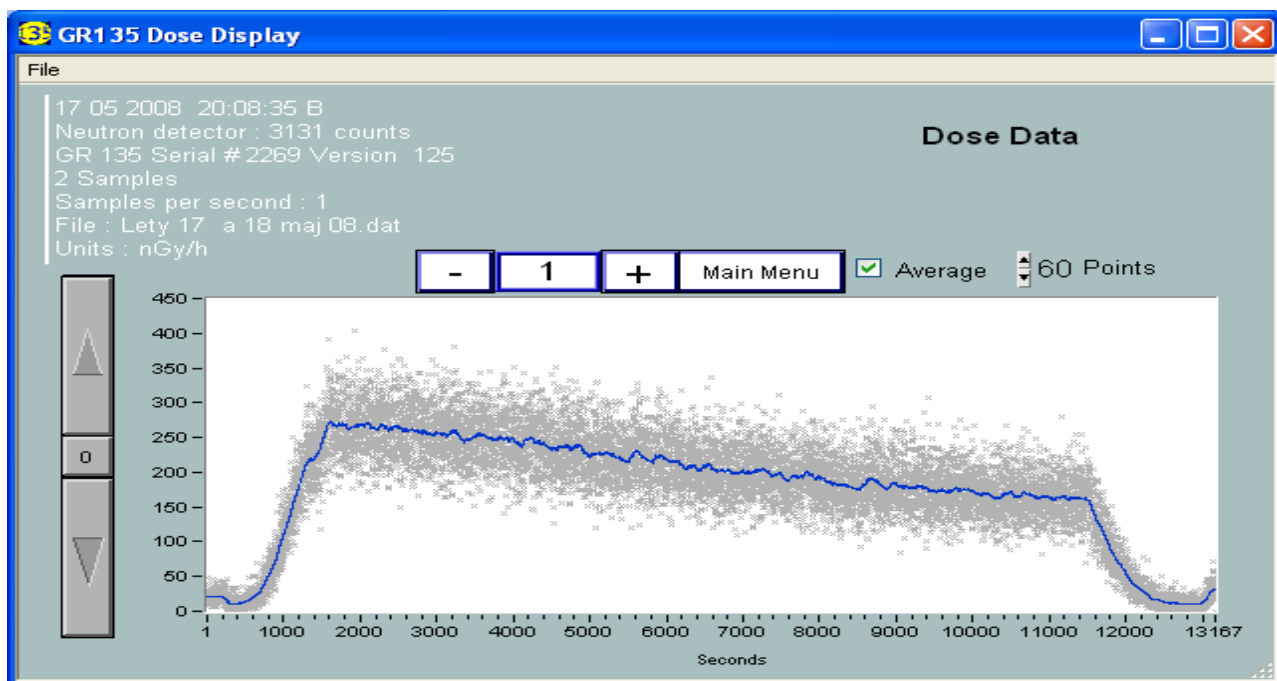


Obr. č. 1 Priemerné mesačné efektívne dávky [μSv] v r. 2007

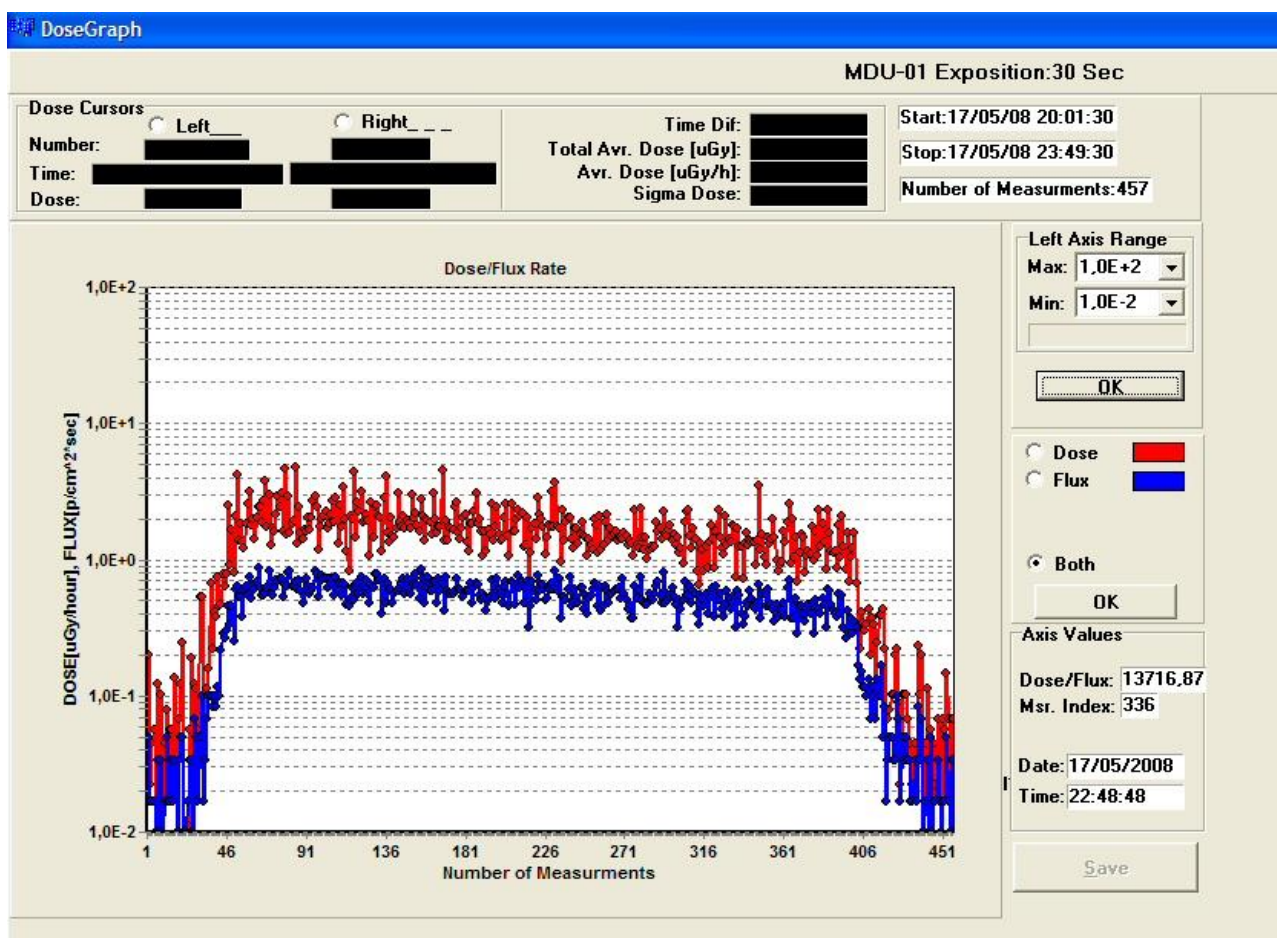
Na monitorovanie dozimetrických veličín na palubách lietadiel používame prístroje Liulin 6 a Exploranium GR135. Na nasledovných obrázkoch môžeme vidieť grafické výstupy z oboch prístrojov pri niektorých uskutočnených letoch.



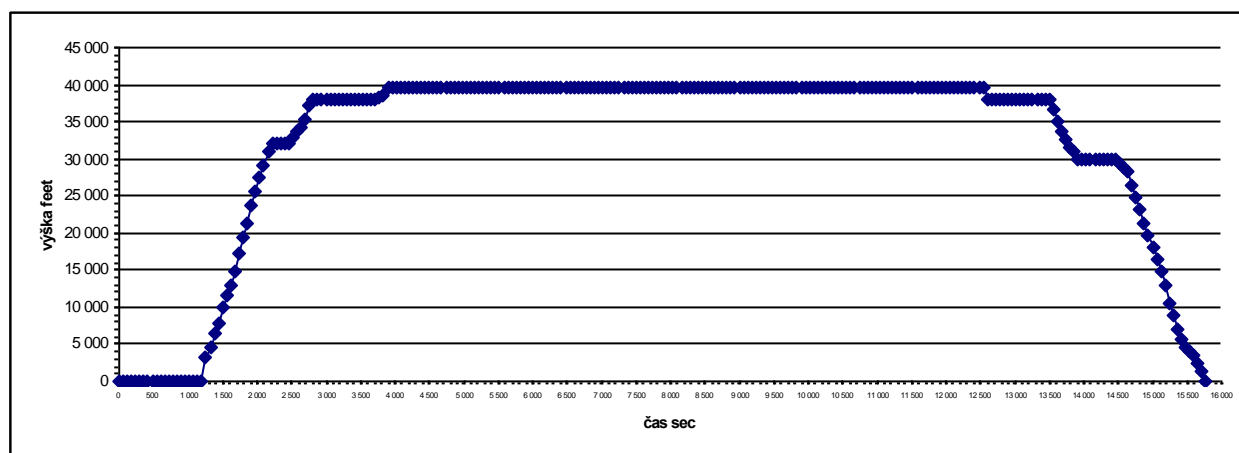
Obr. č. 2 Grafický výstup z prístroja Exploranium pri lete Bratislava - Londýn



Obr. č. 3 Grafický výstup z prístroja Exploranium pri lete Bratislava – Hurgada



Obr. č. 4 Grafický výstup z prístroja Liulin pri lete Bratislava - Hurgada



Obr. č. 5 Znárodnenie letových hladín [feet] let Bratislava - Hurgada

Tab. č. 2 Namerané dozimetrické veličiny pri vybraných letoch.

Let	Čas odletu	Čas priletu	Dĺžka letu	H*1[nSv]	H*2[nSv]
BTS – FCO	12:52 13.05	14:12 13.05	1 h 20 min	200	1 747
BTS – LTN	17:40 13.05	19:45 13.05	2 h 05 min	410	4 208
BTS – MAN	12:37 14.05	14:50 14.05	2 h 13 min	500	4 382
BTS – KSC	09:03 15.05	09:33 15.05	0 h 30 min	25	283
KSC - DUB	10:20 15.05	13:20 15.05	3 h 00 min	780	7 025
BTS - BHX	12:00 16.05	14:10 16.05	2 h 10 min	470	3 824
BTS – HRG	20:10 17.05	23:45 17.05	3 h 35 min	640	5 231
HRG - BTS	01:10 18.05	05:15 18.05	4 h 05 min	730	5 869
BTS - ORY	06:38 26.05	08:50 26.05	2 h 18 min	460	3 460
BTS - ORK	09:45 27.05	12:22 27.05	2 h 37 min	710	6 123
ORK - BTS	13:30 27.05	16:00 27.05	2 h 30 min	690	5 771

BTS, FCO, atď - IATA kódy letísk (BTS – Bratislava, FCO – Rím, LTN – Londýn, MAN - Manchester, KSC – Košice, DUB – Dublin, BHX – Birmingham, HRG – Hurgada, ORY – Paríž, VIE – Viedeň, ORK – Cork)
 Čas odletu GMT +2

H*1 - smerový dávkový ekvivalent gama žiarenia (meradlo Exploranium 135)

H*2 - smerový dávkový ekvivalent neutrónov a nabitých častíc (meradlo Liulin)

DISKUSIA A ZÁVERY

Z jednotlivých grafických výstupov používaných prístrojov je vidieť, že meraný príkon smerového dávkového ekvivalentu ako aj intenzita kozmického žiarenia je závislá nielen od letovej hladiny ale aj od zemepisnej polohy. Smerom k magnetickým pólom Zeme intenzita kozmického žiarenia narastá a smerom k rovníku klesá. Je to spôsobené geomagnetickým poľom Zeme, ktoré nás svojou existenciou ochraňuje od expozície kozmickým žiarením.

Experimentálne merania a odhady radiačnej záťaže leteckého personálu z expozície kozmickým žiarením sa uskutočnili v období zníženej slnečnej aktivity. Celoročná efektívna dávka

pilotov, ktorí majú odpracovaných v r. 2007 minimálne 11 mesiacov prekračuje hodnotu 1 mSv. Hodnota celoročnej efektívnej dávky 1 mSv predstavuje smernú hodnotu, t.j. kritérium, ktorého prekročenie vyžaduje vykonanie primeraného opatrenia na zabezpečenie radiačnej ochrany). Priemerná celoročná efektívna dávka člena leteckého personálu z expozície kozmickým žiarením je 2,5 mSv a maximálna celoročná efektívna dávka, ktorú sme v r.2007 zistili je 4 mSv. Predpokladáme, že v období zvýšenej slnečnej aktivity môže byť celoročné efektívne dávky vyššie.

LITERATÚRA

- [1] Cosmic Radiation Exposure of Aircraft Crew, Compilation of Measured and Calculated Data, Final Report of EURADOS WG 5, to the Group of Experts established under Article 31 of the Euratom treaty, ISBN 92-894-8448-9.
- [2] European Commission Radiation Protection 85. Exposure of Air crew to Cosmic, Radiation. A report of EURADOS working group 11 EURADOS Report 1996-01. Editors: I.R. McAulay, D.T. Bartlett, G. Dietze, H.G. Menzel, K. Schnuer and U.J. Schrewe. ISBN 92-827-7994-7.
- [3] European Commission Radiation Protection 88. Recommendations for the implementation of Title VII of the European Basic Safety Standards Directive (BSS) concerning significant increase in exposure due to natural radiation sources. (1996) ISBN 92-827-5336-0.
- [4] International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for Safety Radiation Sources, International Atomic Energy Agency, Vienna, 1996, ISBN 0074-1892.