

Geislavarnir ríkisins
Icelandic Radiation Protection Institute

Pósteftirlit
með
tanrröntgentækjum
1991 -1993

Reykjavík, maí 1994

Díana Óskarsdóttir, röntgentæknir
Guðlaugur Einarsson, deildarröntgentæknir
Tord P. Walderhaug, eðlisfræðingur

Efnisyfirlit

1.	Inngangur	2
2.	Framkvæmd eftirlitsins	3
3.	Niðurstöður	5
3.1	Fjöldi röntgenmynda	5
3.2	Tegundir röntgenfilma	6
3.3	Framköllun og framköllunarvökvar	7
3.4	Uppgefnir geislunartímar	7
3.5	Tegundir röntgentækja	8
3.6	Geislaskammtar sjúklinga	11
4.	Umræða	14
5.	Lokaorð	17
	Heimildir	18

1. Inngangur

Geislavarnir ríkisins starfa samkvæmt lögum nr: 117/1985 um geislavarnir og reglugerð nr: 356/1986 um öryggisráðstafanir gegn jónandi geislun. Með stöð í lögum og reglugerð, voru settar reglur um útbúnað og notkun tannröntgentækja er tóku gildi 1.1.1990 (1). Eftirlit stofnunarinnar miðast við þær reglur. Þar sem fengist hafa ítarlegar upplýsingar um tæknilegt ástand tannröntgentækja með eftirliti síðustu ára var árið 1991 ákveðið að breyta framkvæmd eftirlitsins. Ákveðið var að reyna að afla nánari upplýsinga um notkun hvers tækis, ásamt því að fá góðar mælingar á geislaskammti sjúklings við myndatöku.

Eftirfarandi greinargerð byggist á þeim mælingum sem framkvæmdar hafa verið á skráðum tannröntgentækjum árin 1991, 1992 og 1993. Markmiðið var að afla upplýsinga um fjölda rannsókna sem framkvæmdar eru með hverju tæki svo og meta geislaskammta. Út frá þeim upplýsingum er hægt að reikna út geislaálag þjóðarinnar vegna notkunar tannröntgentækja og bera niðurstöðurnar saman við tölur frá öðrum löndum.

Í desember 1993 voru alls 317 hefðbundin tannröntgentæki á skrá hjá stofnuninni, þar af voru 10 kjálkasneiðmynda- og andlitsbeinatæki (Orthopantomografíu-/Chephalostattæki), en einnig eru 9 tæki skráð ótengd, sjá töflu 1.

Tafla 1. Fjöldi tannröntgentækja á skrá.

Tannlæknar	259
Heilsugæslustöðvar	31
Skólatannlækningar í Rvk.	22
Tannlæknadeild Háskóla Íslands	6
Ótengd tæki	9
Samtals:	327

Samhliða pósteftirlitinu var haldið áfram almennu eftirliti. Áhersla var lögð á tæki sem gerðar höfðu verið athugasemdir við, ásamt því að athuga ný röntgentæki og nýjar tannlæknastofur. Einnig var lögð áhersla á almenna fræðslu og leiðbeiningar um geislavarnir vegna notkunar röntgentækja við tannlækningar.

2. Framkvæmd eftirlitsins

Pósteftirlitið hófst vorið 1991, en þá voru mælispjöld (röntgenfilmur með áfestum TLD flögum) send í pósti til tannlækna með tannröntgentæki á skrá og var beðið um að geislað yrði á þau með geislunartíma sem svarar til "bitewing" myndatöku af fullorðnum. Einnig fylgdi spurningalisti þar sem óskað var eftir upplýsingum um eftirfarandi atriði:

1. Fjöldi röntgenmynda af fullorðnum á mánuði og ári.
2. Fjöldi röntgenmynda af börnum á mánuði og ári.
3. Geislunartímar sem notaðir eru á "bitewing" myndir hjá fullorðnum og börnum.
4. Tegundir röntgenfilma sem notaðar eru.
5. Tegundir framköllunarvökva sem notaðir eru.
6. Framköllunaraðferð, þ.e. handframköllun eða vélframköllun.
7. Hversu oft skipt er um framköllunarvökva.

Geislaskammtar voru mældir með TLD - mæliflögum sem staðsettar voru á miðju mælispjaldanna. Þetta eru geislanemar sem oft eru notaðir við ýmsar geislaskammtamælingar vegna jónandi geislunar. Hver TLD flaga er lítill kristall (3 x 3 x 0,9 mm) sem geymir upplýsingar um þá geislun sem hann verður fyrir. Þegar hann er hitaður upp, ljómar hann í réttu hlutfalli við magn geislunarinnar. Magn ljómunarinnar sem kristallinn gefur frá sér er mælt í sérstöku aflestrartæki. TLD flögurnar eru kvarðaðar sérstaklega fyrir tannröntgentæki með því að geislað er á þær með þekktum geislaskammti.

Vegna þess hve mælispjöldin skiluðu sér hægt frá tannlæknum dreifðist fyrsti áfangi á tvö ár (1991/1992). Hverjum tannlækni var send skýrsla um niðurstöður mælinganna ásamt leiðbeiningum um æskilegt geislunarsvið. Mælispjöldin sem notuð voru við eftirlitið eru nokkuð dýr (aðallega vegna TLD mæliflagnanna) og var því gengið eftir því að þeim væri skilað. Af þeim mælispjöldum sem send voru út vegna 224 tannröntgentækja á tímabilinu 1991 - 1992 skiluðu 217 sér til baka, þ.e. ekki fékkst mæling af 7 tækjum. Nokkuð var um að spjöldin týndust þannig að tvísenda þurfti spjöld vegna nokkurra tækja.

Annar áfangi hófst í byrjun árs 1993 en þá í breyttu formi. Sem fyrr var filma með áföstum TLD flögum send til tannlækna. Nú var tannlæknirinn beðinn um að geisla á tvo reiti sem merktir voru inná filmurnar, annar reiturinn var ætlaður fyrir geislun sem svaraði til "bitewing" stillingar á fullorðnum og hinn sem svaraði til "bitewing" stillingar á börnum. Í þessum áfanga voru notaðir samskonar TLD - flögur við mælingar á geislaskömmtum og áður.

Þegar niðurstöður mælinganna lágu fyrir var eftirlitskýrsla send út fyrir hvert röntgentæki. Var þá búið að meta röntgenfilmuna með tilliti til stærðar geislasviðs, línuleika og stöðugleika tækisins. Geislaskammtur sjúklinga var áætlaður frá TLD flögum. Í skýrslunni kom fram hvort stofnunin teldi niðurstöður mælinganna innan viðunandi marka. Af 247 mælifiljum er sendar voru út 1993, hafa 214 skilað sér þegar þetta er ritað, vonast er til að skil verði enn betri.

Stofnunin hefur hingað til gengið út frá ákveðnum viðmiðunargildum hvað varðar geislaskammta sjúklinga miðað við "bitewing" myndatöku. Viðmiðunargildin eru mismunandi fyrir tæki og fara eftir háspennu þeirra (1). Þessi gildi eru aðlöguð frá viðmiðunargildum sem gefin voru út á vegum FDA (Food and Drug Administration) í Bandaríkjunum árið 1985 (2). Í framhaldi af öðrum áfanga hafa verið reiknuð út ný viðmiðunargildi sem miðast við raunverulega notkun héraendis (sjá síðar).

3. Niðurstöður

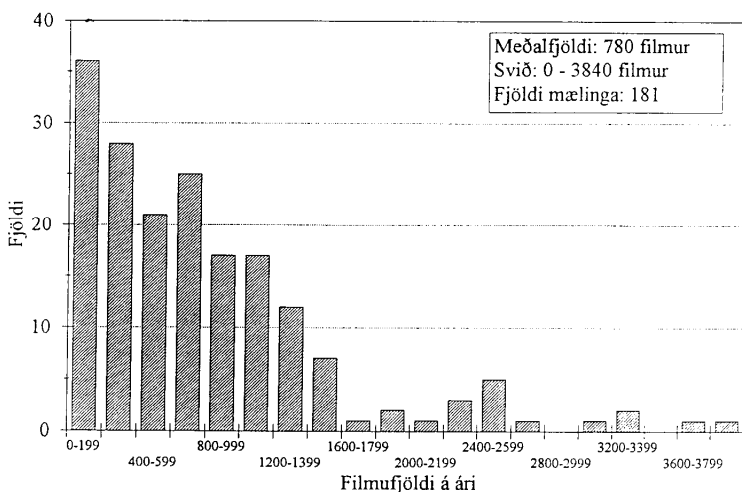
3.1 Fjöldi röntgenmynda

Í spurningalistanum sem sendur var með eftirlitinu 1991/1992 voru tannlæknar beðnir að framkvæma talningu í nokkrar vikur til þess að geta metið mánaðarlegan og árlegan fjölda tannröntgenmynda sem þeir taka. Svör bárust fyrir 181 tæki sem svarar til 59% af skráðum tækjum. Út frá þeim tölum er hægt að áætla heildarfjölda röntgenmynda, sem er mikilvægt í sambandi við útreikning á geislaálagi. Sjá töflu 2.

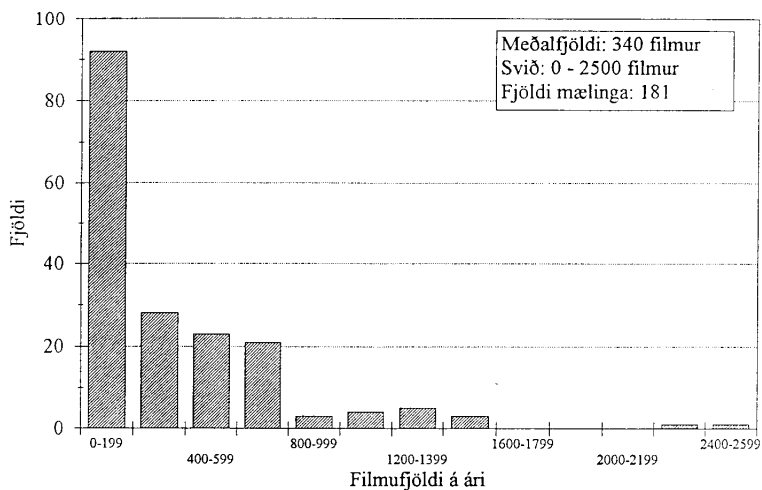
Tafla 2. Fjöldi röntgenmynda á ári.

Fjöldi mynda v/ fullorðinna (181 tæki)	141.229
Fjöldi mynda v/ barna (181 tæki)	61.555
Meðaltalsfjöldi mynda pr. tæki	1.120
Heildarfjöldi mynda miðað við 308 tæki	344.960

Árið 1986 fékk stofnunin þær upplýsingar frá innflytjendum röntgenfilma að um 200.000 filmur hafi verið seldar það árið, en þá voru 240 röntgentæki á skrá. Miðað við áætlaða filmunotkun í dag bendir þetta til þess að um 30% aukning hafi orðið á tímabilinu 1986 - 1993. Á mynd 1 og 2 má sjá nánar hvernig filmunotkunin dreifist á tækin á ári miðað við fullorðna og börn.



Mynd 1. Filmunotkun á hvert tæki, Fullorðnir 1991.



Mynd 2. Filmunotkun á hvert tæki, börn 1991.

3.2 Tegundir röntgenfilma

Spurt var um það hvaða tegund röntgenfilma voru notaðar. Kodak Ultra Speed er notuð í flestum tilfellum, sjá töflu 3.. Athygli vekur hvað Kodak Ekta Speed filman og sambærilegar filmur, sem þurfa helmingi minni geislun en Ultra Speed filman, hafa náð lítilli útbreiðslu miðað við t.d. Svíþjóð, þar sem þær eru notaðar í 30% tilfella (3). Stofnunin hvetur því tannlækna til þess að auka notkun Ekta Speed filma.

Tafla 3. Tegundir röntgenfilma (192 svöruðu)

Kodak	Ultra Speed	171	(89%)
Kodak	Ekta Speed	4	(2%)
Agfa	Dentus + fl.	8	(4%)
Aðrar		9	(5%)

3.3 Framköllun og framköllunarvökvar

Framköllun röntgenfilma er einn mikilvægasti þátturinn í gerð röntgenmynda og því var áhersla lögð á að afla upplýsinga um framköllun. Spurt var um framköllunaraðferðir, hvort notuð væri hand - eða vélframköllun, eða hvort sjálfframkallandi filmur væru notaðar. Af þeim 188 svörum sem bárust um þetta atriði voru 97 (52%) með handframköllun og 91 (48%) með vélframköllun. Í töflu 4 má sjá upplýsingar um endurnýjun á framköllunarvökvum. Sumir skipta um vökva 1 - 2 í viku á meðan aðrir láta líða allt upp í tvo mánuði án þess að endurnýja framköllunarvökvann. Leiðbeiningar um endurnýjun, framköllunartíma og hitastig er hægt að fá hjá umboðsmönnum framleiðanda. Hafa þarf í huga að framköllunarvökvar oxast oft mun hraðar í framköllunarvélum en handframköllun og þarf því að endurnýja framköllunarvökvann örar í þeim.

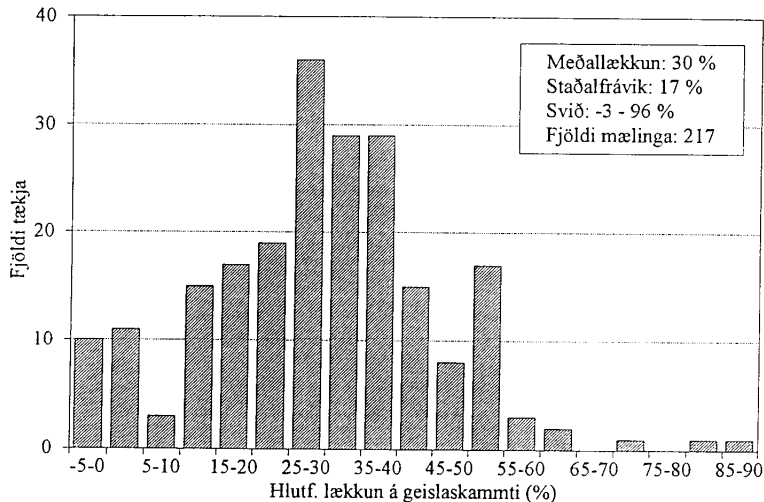
Tafla 4. Endurnýjun framköllunarvökva

fjöldi daga á milli endurnýjunar	fjöldi svara	hlutfall
3 - 7 dagar	40	21 %
8 - 15 dagar	38	20 %
16 - 21 dagar	40	21 %
22 - 30 dagar	60	31 %
31 - 45 dagar	10	5 %
45 - 60 dagar	6	3 %
Samtals:	194	

3.4 Uppgefnir geislunartímar og geislun á börn

Í spurningalistanum með eftirlitinu 1991/92 var spurt um geislunartíma fyrir "bitewing" á fullorðnum og börnum. Sömu tíma átti einnig að skrá á mælifilmuna í eftirlitinu 1993. Það sem áhugaverðast var að skoða í því sambandi er hve mikið geislunartími var lækkaður á milli fullorðinna og barna. Mörg röntgentæki eru þannig úr garði gerð að ekki er valinn sérstakur geislunartími, heldur sérstakar fastar innstillingar sem miðast þá við ákveðnar tennur í börnum eða fullorðnum og/eða ákveðna innstillingu. Notendur slíkra tækja gáfu því ekki upp tíma-

stillingar. Með því að bera saman geislaskammta á börn og fullorðna fyrir hvert tæki, er hægt að sjá hvað stillingum er mikið breytt vegna þessa, (sjá mynd 3 sem miðar við 217 tæki). Gert er ráð fyrir því að tækin séu línuleg í útgangsgæislu, þ.e. að geislun sé hlutfallslega jafnmikil óháð tímastillingu.



Mynd 3. Breyting á geislaskammti, fullorðnir / börn.

Í ljós kemur að nokkur tæki eru með hærri geislun á börn en fullorðna, sem stafar af því að geislunartímum er ekki breytt og/eða að röntgentækin eru óstöðug. Nokkur eru með óbreytta geislun á milli þessara stillinga. Meðallækkunin er 30% og margir lækka mun meira allt að 96%. Það hefur verið mat stofnunarinnar að geislun eigi að minnka um a.m.k. 30% á milli stillinga fyrir fullorðna og börn. Ljóst er að þeir sem ekki lækka geislun / geislunartíma, valda mun herra geislaálagi á yngri sjúklinga en nauðsynlegt er.

3.5 Tegundir röntgentækja

Hvað varðar tegundir röntgentækja þá hafa nýjar tegundir komið á markaðinn um leið og aðrar hafa horfið. Í töflu 5 eru upplýsingar um fjölda tækja, frá einstökum framleiðendum, ásamt dreifingu í árgerðum.

Tafla 5 Tegundir röntgentækja (ekki orthopan/cephalost.)

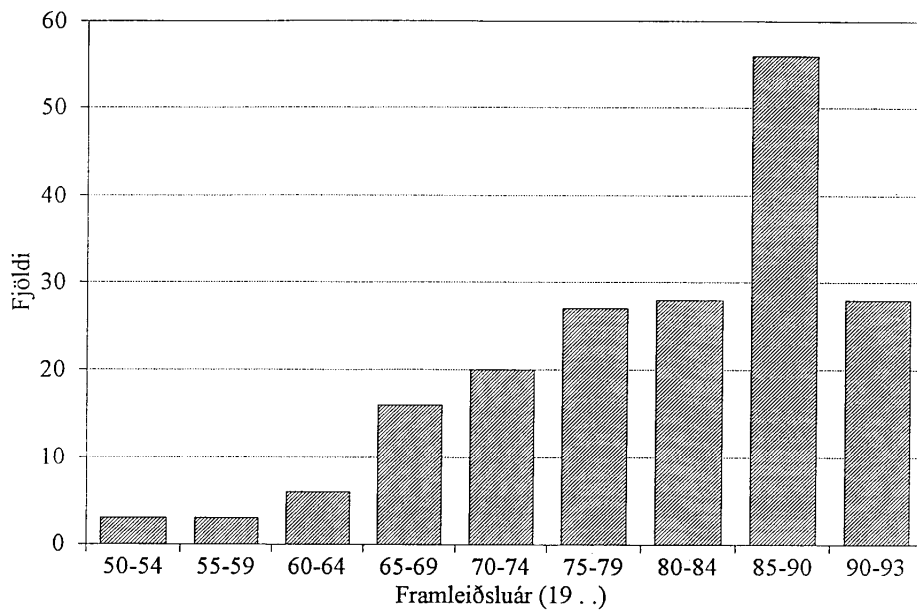
Tegundir	háspenna	árgerðir	fjöldi
Siemens Heliodent	55 / 70	'52 - '93	67
Belmont	65 / 90	'75 - '93	55
Fiad Explor	50 / 60	'70 - '91	41
Trophy	60 / 70	'75 - '90	30
Ritter	50 / 70	'53 - '89	26
Cias	65	'70 - '93	23
Nago	50	'66 - '70	14
Philips	60 / 65	'60 - '90	10
Soredex	60 / 70	'89 - '91	8
Ardet	60	'74 - '88	6
Castellini	50 / 70	'68 - '93	9
Annað			29
Samtals:			317

Í töflu 6 er samanburður á milli ára 1985 og 1993 á dreifingu tækja miðað við háspennu. Tækjum með hámarks háspennu undir 60 kV hefur fækkað mikið frá 1985, enda var innflutningur á slíkum tækjum bannaður frá og með 1.1. 1988. Mest aukning hefur orðið í tækjum sem eru 70 kV.

Tafla 6 Dreifing tækja miðað við háspennu (öll tæki).

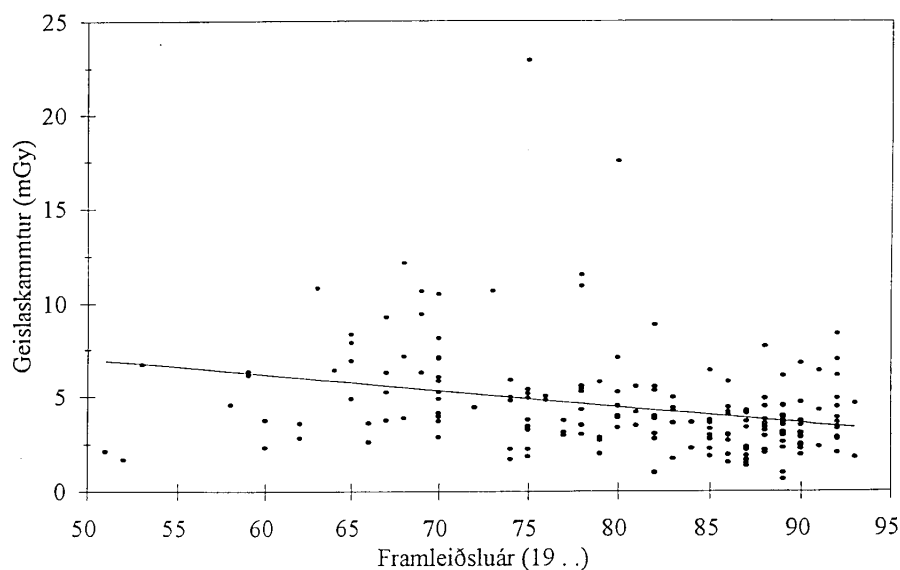
Háspenna (kV)	Fjöldi 1985	Fjöldi 1993
50 - 56	137	108
60	34	31
65	30	63
70	31	103
75 og hærri	8	22
Samtals:	240	327

Á mynd 4 sést betur hvernig aldursdreifing röntgentækjanna er, áberandi er hve mikil aukning varð á tímabilinu 1985 til 1990.



Mynd 4. Dreifing röntgentækja miðað við framleiðsluár.

Á mynd 5, sést dreifing geislaskammta miðað við framleiðsluár tækjanna og má greina fylgni á milli lægri geislaskammta og framleiðsluárs tækja.



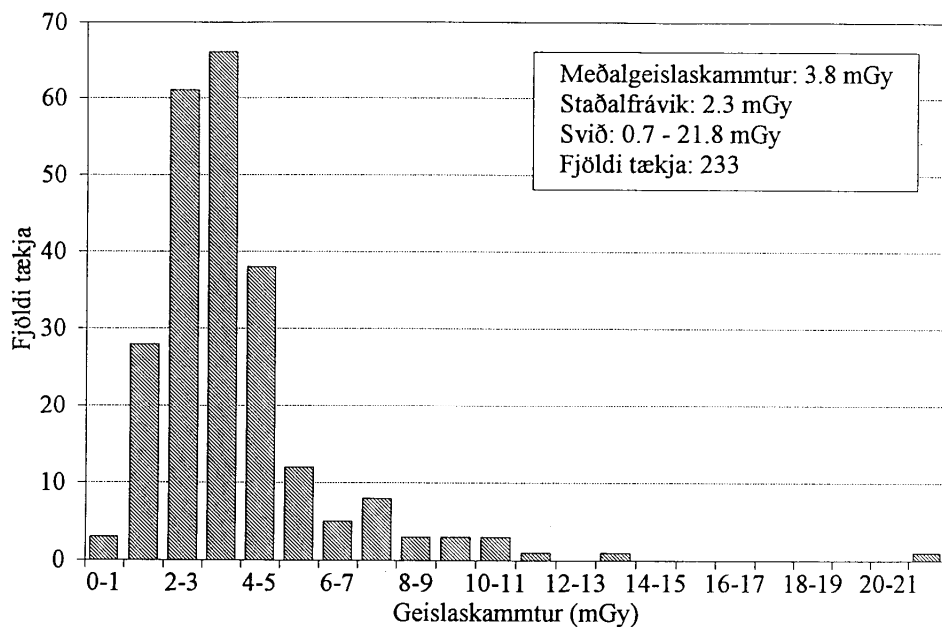
Mynd 5. Geislaskammtar 1993, miðað við framleiðsluár

3.6. Geislaskammtar sjúklunga

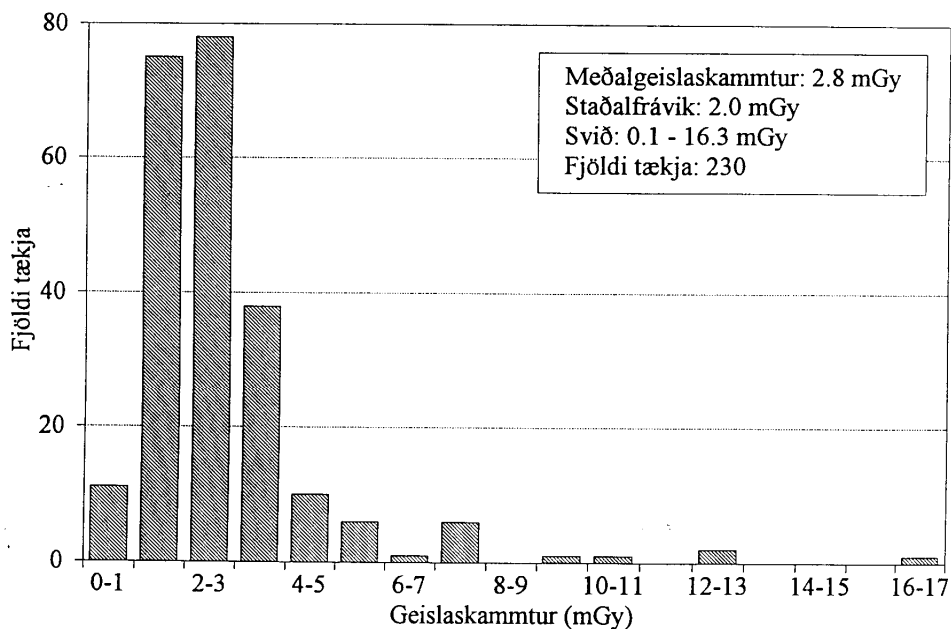
Niðurstöður mælinga á geislaskömmtum sjúklunga á tímabilinu 1991 - 1993 eru birtar á myndum 6 og 7. Þar má sjá dreifingu geislaskammtanna miðað við "bitewing" stillingar fyrir fullorðna og börn. Meðalgeislaskammtur fyrir fullorðna er 3,8 mGy og 2,7 mGy fyrir börn.

Til þess að meta geislaálagið sem fylgir töku röntgenmynda þarf nánari upplýsingar en þær sem geislaskammturinn einn veitir. Þegar geislaskammtur sjúklings ásamt stærð geislasviðs er þekkt er hægt að meta gleyptra orku (4,5,6). Notað er meðaltal geislasviða sem mældust bæði tímabilin. Með tilliti til áætlaðs fjölda röntgenmynda (sbr. 3.1) er hægt að meta árlegt heildarmagn gleyptrar orku, sem er um 124 Joule og svarar það til 0,48 mJ á hvern íbúa.

Hægt er að meta geislaálagið þegar gleyptr orka er þekkt (6,7). Geislaálag íslensku þjóðarinnar vegna töku tannröntgenmynda er samkvæmt þessu um 1,77 manSv eða um 6,8 μ Sv á hvern íbúa. Meðal geislaálag á hverja tannröntgenmynd er um 6 μ Sv fyrir fullorðna og 4 μ Sv fyrir börn. Til samanburðar má geta þess að árlegt geislaálag Íslendinga vegna notkunar röntgentækja til sjúkdómsgreiningar er áætlað um 1000 μ Sv. Hlutdeild hefbundins tannröntgens er því samkvæmt þessu innan við 1%, en þess ber að geta að ekki er tekið tillit til kjálkasneiðmynda og andlitsbeinamynda í þessum útreikningum.



Mynd 6. Dreifing geislaskammta fyrir fullorðna, miðað við "bitewing", 1991-1993.



Mynd 7. Dreifing geislaskammta fyrir börn, miðað við "bitewing", 1991-1993.

Í töflu 7 er að finna samanburð á geislaálagi nokkurra þjóða vegna töku röntgenmynda af tönnum (kjálkasneiðmyndir og andlitsbeinamyndir eru ekki meðtaldar). Í töflunni er einnig dálkur sem sýnir áætlaða notkun filma á hvern íbúa, en fylgni er á milli hennar og geislaálags.

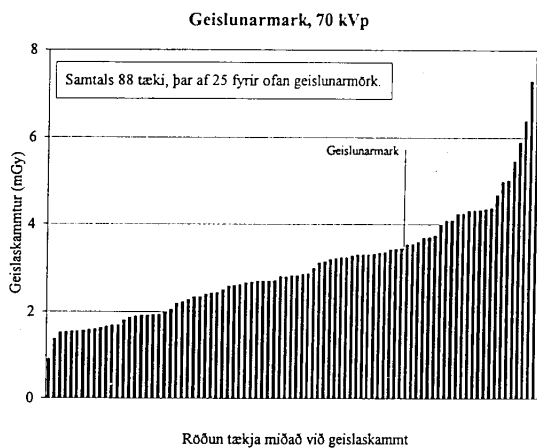
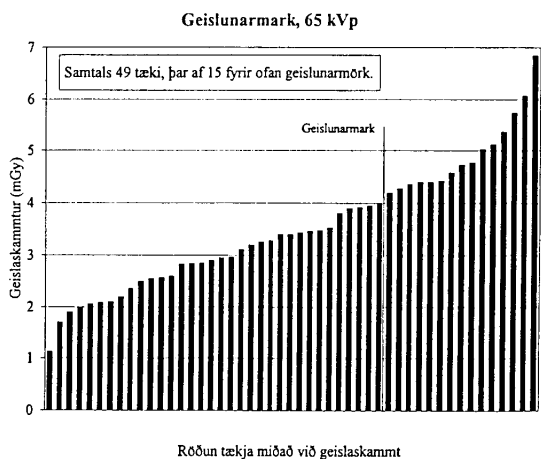
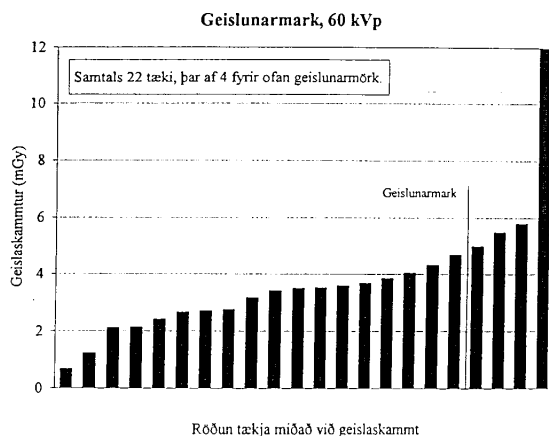
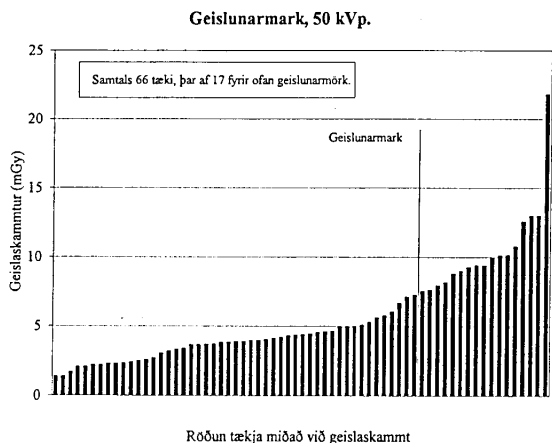
Tafla 7. Samanburður á geislaálagi

	Gleypst orka á íbúa (mJ)	Geislaálag á íbúa (μ Sv)	Fjöldi mynda á íbúa	Fj. tækja á 1000 íbúa	Geislaálag þjóðar (manSv)
Ísland	0.48	6.8	1.6	1.2	1.8
Finnland ₍₇₎	0.13	1.9	0.2	0.8	9
Svíþjóð ₍₇₎	0.66	9.5	1.6	1.5	79
Japan ₍₇₎	0.42	-	0.8	-	-

Tafla 8. Geislunarmörk tannröntgentækja

kV	meðal geisla- skammtur (mGy)	tíðasta gildi (mGy)	geislunar mark (mGy)	eldri geislun- armörk (mGy)
50	5.7	4.7	7.5	5.5
55	4.8	4.1	6.2	4.75
60	4.1	3.5	5.0	4.15
65	3.5	3.1	4.2	3.75
70	3.0	2.8	3.5	3.25

Á myndum 8 til 11 má sjá dreifingu röntgentækja með tilliti til geislaskammta og hversu mörg þeirra eru fyrir ofan geislunarmörk samkvæmt þessu. Eigendur þeirra þurfa að huga vandlega að því hvernig þeir geta náð góðum myndum með minni geislaskammti.



Mynd 8. - 11. Geislunarmörk við mismunandi háspennu. Hver súla sýnir geislaskammt eins tækis.

5. Lokaorð

Grundvallarregla Alþjóðageislavarnaráðsins vegna notkunar jónandi geislunar við sjúkdómsgreiningu er að geislaskömmtum skuli haldið eins lágum og unnt er með skynsamlegu tilliti til aðstæðna svo og að ávinningur sjúklings skuli ætíð vera meiri en áhættan af hennar völdum (ICRP, 1990). Nú hefur verið lagt mat á geislaskammta og geislaálag vegna röntgenmyndatöku hjá tannlæknum hér á landi og er ljóst að geislaálagið er mjög lítið. Í ljósi þessa verður dregið úr tæknilegu eftirliti en aukin áhersla lögð á þá þætti í eftirlitinu er tengjast myndgæðum og greiningargildi. Ávinningur starfseminnar er háður hæfni myndgreiningarkerfisins til að skilja á milli afbrigðilegs og eðlilegs tannvefs og tengist gæðum röntgenmyndanna og greiningargildi þeirra. Mikilvægt er því að myndgreiningarkerfið sé þannig starfrækt að myndgæði og greiningargildi röntgenmynda sé sem best.

Í ljósi þess er það ætlun stofnunarinnar í næsta áfanga pósteftirlits að leggja áherslu á myndgæði við töku hefðbundinna tannröntgenmynda. Með tiltölulega einföldu prófunaráhaldi (fantómi) má afla upplýsinga um myndsvertu, há- og lágkontrast upplausn, og kontrast um leið og mæling fæst á geislun. Þannig er hægt að tengja saman mat á myndgæðum og geislaskömmtum, sem gefur mikilsverðar upplýsingar. Til viðbótar verður lagt mat á geislaálag samfara töku kjálkasneiðmynda og andlitsbeinamynda. Þess er vænst að gott samstarf verði við tannlækna um þennan áfanga sem og hina fyrri.

Heimildir

1. Geislavarnir ríkisins. *Reglur um geislavarnir vegna starfrækslu tannröntgentækja*. Rit GR 1:91. Tók gildi 1.janúar 1992.
2. Evaluation of Radiation Exposure from Diagnostic Radiology Examinations, *Technique / Exposure Guides for the Dental Bitewing Projection*. U.S. Department of Health and Human Services. HHS Publication no. (FDA) 85-8245, August 1985.
3. Blomgren, P.G., Bergman K., *Kontroll av Strålskydd m.m. inom tandvården* (KAST). SSI-rapport 86-18. Statens Strålskyddsinstitut, Sverige.
4. Alm Carlsson G., Persliden J., *Energy imparted to water slabs by photons in the energy range 5 - 300keV. Calculation using a Monte Carlo photon transport model*. Phys. Med. Biol., Vol.29, No.9, 1075-1088, 1984.
5. Alm Carlsson G., Carlsson C A., Persliden J., *Energy imparted to the patient in diagnostic radiology: calculation of conversion factors for determining the energy imparted from measurements of the air collision kerma integrated over beam area*. Phys. Med. Biol., Vol.29, No.11, 1329-1341, 1984.
6. Alm Carlsson G., Carlsson C A., *Relations between effective dose equivalent and mean absorbed dose (energy imparted) to patients in diagnostic radiology*. Phys. Med. Biol., Vol.31, No. 8, 911-921, 1986.
7. Ritva Havukainen, *Survey of Dental Radiographic Equipment and Radiation Doses in Finland*. Acta Radiologica 29, 1989 .
8. ICRP, Annals of the ICRP, *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP Publication 26, 1977.
9. ICRP, Annals of the ICRP, *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP Publication 60, 1990.