
Geislaálag starfsfólks sem vinnur við jónandi geislun á Íslandi. Yfirlit fyrir árið 2012

*Occupational Radiation Exposure in Iceland.
Overview for 2012.*

Guðlaugur Einarsson, sérfræðingur

Október 2014
Geislavarnir ríkisins
Rauðarástíg 10
150 Reykjavík
sími: 4408200 fax: 5528202
www.geislavarnir.is
netfang: gr@gr.is

ISBN- 978-9935-9117-6-6



GEISLAVARNIR RÍKISINS

ICELANDIC RADIATION SAFETY AUTHORITY

**Geislaálag starfsfólks sem
vinnur við jónandi geislun á Íslandi
Yfirlit fyrir árið 2012**

Efnisyfirlit

EFNISYFIRLIT.....	2
SAMANTEKT.....	3
ENGLISH SUMMARY	4
BAKGRUNNUR.....	5
FRAMKVÆMD	6
NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA	10
HEIMILDIR	19
VIÐAUKI 1. DÆMI UM ÁRSNIÐURSTÖÐUR DEILDA	23
VIÐAUKI 2. GRUNNSTÆRÐIR OG MÆLIEININGAR GEISLAVARNA	24
VIÐAUKI 3. TÖFLUR UM MEÐAL-OG HEILDARGEISLAÁLAG 1998-2011	28

Samantekt

Kynnt er árleg samantekt Geislavarna ríkisins (GR) á niðurstöðum um geislaálag starfsfólks sem vann við jónandi geislun á árinu 2012. Samtals báru 466 einstaklingar geislaálag frá GR á síðasta ári og starfa þeir hjá 73 fyrirtækjum og stofnunum. Um 85% þeirra vinna við störf tengd heilbrigðisþjónustunni og um 68% starfa við læknisfræðilega myndgreiningu. Á miðju árinu var gerð sú breyting á framkvæmd eftirlitsins að hætt var að nota geislaálag og hafin notkun á TLD-geislaálagi, þá voru mælitímabilin lengd úr 2 mánuðum í 3 mánuði.

Af þessum 466 einstaklingum skiluðu 22 (4,7%) engum geislaálagi á árinu og eru niðurstöður ársins því miðaðar við þá 444 einstaklinga sem skiluðu einum eða fleirum mælum. Geislun mældist hjá 146 (33%) einstaklingum sem er aukning frá fyrra ári (92). Meðalgeislaálag var 0,23 mSv ef miðað er við alla sem báru geislaálag, en ef eingöngu er miðað við þá starfsmenn sem geislun mældist hjá er meðalgeislaálagið 0,72 mSv. Þá voru 26 einstaklingar með geislaálag á bilinu 0,5 – 1 mSv og 28 einstaklingar voru með geislaálag á bilinu 1 – 4 mSv og 2 með geislaálag yfir 6 mSv. Hæsta geislaálag starfsmanns var 6,7 mSv og starfar hann við hjartapræðingar. Þannig voru um 93% allra starfsmanna ekki með mælanlegt geislaálag eða með geislaálag undir 1 mSv, sem er 1/20 af hámarks leyfilegu árlegu geislaálagi samkvæmt reglugerð [nr. 627/2003](#) um hámarks geislunar starfsmanna og almennings vegna starfsemi þar sem notuð er jónandi geislun. Hópgeislaálag var 0,110 mannSv, sem er töluvert hærra en á síðasta ári (0,073 mannSv) og aðeins lægra en meðaltal síðustu 10 ára (0,111 mannSv).

Þá eru einnig birtar niðurstöður á mati á geislaálagi flugáhafna á Íslandi. Niðurstöðurnar eru að þessu sinni fyrir tvo flugrekendur og eru fyrir árin 2010 til 2012. Fjöldi starfsmanna með mælanlega geislun á árinu 2012 er 1720. Meðalgeislaálag þeirra var 1,65 mSv og hópgeislaálag var 2,84 mannSv. Hæðsta geislaálag var 4,5 mSv. Flugliðar eru langfjölmennasti hópur geislastarfsmanna og með mun hærra meðalgeislaálag en aðrir hópar geislastarfsmanna á Íslandi.

English summary

This report presents the Icelandic Radiation Safety Authority's (IRSA) annual results of the individual monitoring service for occupationally exposed persons for 2012. The report is distributed to all departments and facilities where workers have carried personal dosimeters from IRSA in 2012.

A total of 466 workers carried a personal film dosimeter in 2012 at 73 different workplaces. About 85% of them work in the healthcare sector or healthcare related activities and 68% are involved with diagnostic radiology. After the 3d measuring period in July, the service stopped using dosimetry films and started using TLD-badges for all its customers and the duration of each measuring period was extended to 3 months. Of the 466 workers, about 33 % (146) received a dose above the recording level. The average effective dose (estimated by $H_p(10)$) was 0,23 mSv for all workers and 0,72 mSv for the workers that received a dose above the recording level. There were 26 workers with doses between 0,5 – 1 mSv and 28 workers with doses between 1 – 4 mSv. The highest dose was 6,7 mSv for a worker in Interventional Cardiology. Of the 146 workers with recorded doses, 22% received doses above 1 mSv and 93% of all monitored workers received a dose below 1 mSv or no dose at all. The annual collective effective dose was 0,110 manSv, which is higher than last year (2011) 0,073 manSv and slightly lower than the average of 0,111 manSv for the last 10 years.

Also reported are the occupational doses for flight crews. These are based on reports for two air carriers for the year 2012. The number of workers are 1720 and the average effective dose was 1,65 mSv. No worker was above 6,0 mSv, the highest dose being 4,5 mSv. The annual collective dose was 2,8 manSv. Flight crew personal are the group of occupationally exposed workers that have the highest average dose and number of workers receiving doses above 1 mSv in Iceland.

Bakgrunnur

Geislavarnir ríkisins (GR) starfa samkvæmt lögum [nr. 44/2002](#) um geislavarnir, með síðari breytingum og er reglubundið eftirlit með geislaálagi starfsmanna sem vinna við jónandi geislun eitt af þeim lögbundnu og mikilvægu verkefnum sem stofnunin annast. Í reglugerð [nr. 627/2003](#), töflu 1, kemur fram hver eru hámark geislaálags fyrir starfsmenn, en geislaálag á allan líkamann má ekki verða meira en sem svarar 20 mSv/ári að meðaltali, þannig að fyrir 5 ára tímabil fari það ekki yfir 100 mSv og aldrei meira en 50 mSv fyrir einstakt ár. Fyrir hendur og húð er hámarkið 500 mSv/ári og 150 mSv fyrir linsu augans. Í yfirlýsingu Alþjóðageislavarnaráðsins (ICRP), um áhrif geislunar á vefi líkamans (e. Statement on Tissue Reactions) sem gefin var úr í apríl 2011, kemur fram hámark á augu skuli framvegis vera 20 mSv/ári [1]. Fyrir barnshafandi konur skulu vinnuaðstæður vera þannig að mjög ólíklegt sé að geislaálag fósturs verði meira en 1 mSv frá þeim tíma sem þungun er tilkynnt vinnuveitanda og til loka meðgöngu.

Þess skal gætt á hverjum vinnustað að halda geislaálagi starfsfólks eins litlu og unnt er með skynsamlegu tilliti til aðstæðna. Sem dæmi má nefna, að meðalgeislaálag starfsmanna á röntgendeildum liggur undir 0,1 mSv/ári. Þó gerist það að þeir sem vinna við skyggingu verði fyrir geislun er nemur 0,5 - 1,0 mSv eða meira á ári. Geislaálag yfir 10 mSv á ári er mjög sjaldgæft, en kemur þó fyrir. Neðri mörk geislaálags sem mælist með geislaælifilum og TLD-geislaælum er um 0,1 mSv. Geislaálag neðan þessara marka er því ekki skráð.

Fyrir nemendur og lærlinga sem eru á aldrinum 16 – 18 ára er hámark geislaálagsins 6 mSv/ári að meðaltali, 150 mSv fyrir útlími og húð og 50 mSv fyrir linsu augans. Fyrir almenning eru þessi gildi 1 mSv, 50 mSv og 15 mSv á ári.

Markmið eftirlitsins er að afla upplýsinga um geislaálag þeirra einstaklinga sem starfa við jónandi geislun í samræmi við ákvæði 5. gr. laga [nr. 44/2002](#) og staðfesta að vinnuaðstæður séu þannig að geislaálag starfsmanna sé innan leyfilegra marka. Einnig veitir eftirlitið mikilvægar upplýsingar um þá

staði og starfsaðstæður þar sem geislaálag starfsmanna er hátt og nýtist þannig við reglubundið eftirlit á þeim stöðum.

Hjá stofnuninni eru geymdar upplýsingar um geislaálag þeirra starfsmanna sem unnið hafa við jónandi geislun á Íslandi bæði innlendra sem erlendra. Samkvæmt lögum um geislavarnir er skylt að varðveita gögn um geislaálag starfsmanna allan þann tíma sem einstaklingur starfar við jónandi geislun og allt þar til hann verður 75 ára eða hefði orðið það, en undir engum kringumstæðum skemur en í 30 ár. Hjá GR eru varðveittar geislaálagsmælingar sem notaðar hafa verið frá upphafi þessara mælinga á Íslandi eða síðan um 1963. Í rafrænum gagnagrunni eru til mæliniðurstöður frá 1989.

Gagnagrunnskerfið sem notað er við skráningu og geymslu upplýsinga um geislaálag starfsmanna uppfyllir kröfur sem gerðar eru um slíka skráningu af m.a. UNSCEAR [2] og ESB [3].

Framkvæmd

[Danska geislavarnastofnunin](#) (Statens Institut for Strålebeskyttelse, SIS) hefur í gegnum tíðina veitt Geislavörnum ríkisins mikilvæga aðstoð við framkvæmd á eftirliti með geislaálagi starfsmanna. Til skamms tíma varðandi innkaup á geislaálagsmælingum og kvörðunarfildum og frá miðju ári 2012 kaupir stofnunin svokallaða TLD geislaálagsmælingar frá SIS. TLD geislaálagsmælingarnir komu að fullu í stað geislaálagsmælinganna frá og með 1. júlí 2012. Síðustu geislaálagsmælingurnar voru metnar í desember 2012. Samhliða þessari breytingu var mælitímabilum fækkað úr 6 í 4 á ári (3 mánuðir í stað 2ja).

Frá geislaálagsmælingu í TLD-hylki

Framleiðandi geislaálagsmælinga [Eastman Kodak Company](#), tilkynnti um mitt ár 2011 að framleiðslu á geislaálagsmælingum yrði hætt á árinu 2012 og því hófst stofnunin strax handa við að finna heppilega lausn fyrir Ísland. Niðurstaðan varð sú að hagkvæmast væri að halda áfram farsælu samstarfi við SIS og fá frá þeim þá þjónustu sem þarf vegna eftirlitsins. SIS mun þannig sjá

Geislavörnum fyrir TLD-hylkjum, TLD-mæliplötum og annast kvörðun þeirra og aflestur.

Hvað er TLD?

TLD er skammstöfun fyrir enska heitið „*Thermo Luminescence Dosimetry*“ sem er vel þekkt mælitækni vegna jónandi geislunar og er m.a. mikið notuð við eftirlit með geislaálagi starfsmanna og mat á geislaálagi sjúklinga vegna röntgenrannsókna, ísótóparannsókna og geislameðferðar. Orðasambandið „Thermo Luminescence (TL)“ er þýtt á íslensku sem vermiljómun. TL kristallar sem notaðir eru í TLD-mælitækninni hafa þann eiginleika að senda frá sér ljós eða ljómun þegar þeir eru hitaðir upp. Magn þessarar ljómunar er í hlutfalli við magn þeirrar geislunar sem þeir hafa orðið fyrir. Upphitun þeirra, mæling og mat á ljómuninni er framkvæmd í sérstökum TLD-aflestrarbúnaði, þar sem þeir eru einnig „núllaðir“ með frekari hitun eftir aflestur og gerðir klárir fyrir nýja notkun. Eftir að TL-kristallar hafa verið hitaðir og núllaðir bera þeir ekki með sér neinar upplýsingar um þá geislun sem þeir höfðu áður orðið fyrir.

TLD-mælihylki og TLD-mæliplata

TLD-mælihylkin eru sérstök plasthylki sem innihalda útskiptanlegar TLD-mæliplötu. Það er mæliplatan sem inniheldur TLD-kristallana og sem send er til notenda í pósti fyrir byrjun hvers mælitímabils. Hana skal síðan senda til baka til Geislavarna að notkun lokinni. Á mynd 1, sést TLD-hylkið (efst) og TLD-mæliplatan er pökkuð inn í merktar umbúðir með strikamerki.



Mynd 1. TLD-mælihylki og TLD-mæliplata

TLD-mæliplatan er pökkuð inn í sérstakar lokaðar plastumbúðir sem merktar eru með nafni notanda, fæðingardegi, mælitímabilið sem nota á hana og einkvæmu auðkennisnúmeri. **Umbúðirnar á ekki að opna** heldur á að setja plötuna í umbúðunum í hylkið þannig að nafn notanda sé læsilegt í gegnum opið á framhlið hylkisins. Aðrir mega ekki nota mæliplötuna, nema um sé að ræða hópgeisla-mælir, þar sem gert er ráð fyrir því að margir starfsmenn geti borið sama geisla-mælirinn til skiptis.

TLD-mæliplatan inniheldur 4 TLD-kristalla (efnissamsetning: LiF:Mg,Cu;P) sem staðsettir eru þannig í plasthylkinu að þeir lenda annað hvort undir opnum glugga eða undir mismunandi þykku plasti.



Þessi samsetning TLD kristalla og mælihylkis hefur verið rannsakað ítarlega af mörgum aðilum og hefur reynst vel [4]. Með viðeigandi kvörðun fást upplýsingar um bæði geislaálag miðað við 10 mm dýpi í vefjum líkamans, Hp(10) og miðað við 7 mm dýpi, Hp(07), sem er húðgeislaálag. Í framtíðinni má búast við að hægt verði að nota þetti hylki til þess að meta geislaálag á linsu augan Hp(3), þegar búið er að staðla kvörðunaraðferðir.

Gagnagrunnur um geislaálag starfsmanna

Hver einstaklingur sem fær geisla-mælir er skráður í geislaálagsgagnagrunn (e. *dose register*) stofnunarinnar samkvæmt kennitölu, ásamt upplýsingum um vinnustað og uppsprettu geislunar á þeim stað. Þannig fær hver starfsmaður svokallaðan „starfskóða“ í samræmi við þessar upplýsingar. Sem dæmi má nefna að starfsmenn á Ísótópadeild Landspítalans við Hringbraut eru með starfskóðan 22 (sjá niðurstöðutöflur 1 og 2) en starfsmenn á öðrum ísótópadeildum eru með starfskóðan 21. Munurinn liggur í því að á Ísótópadeildinni er unnið með mun meira magn en á öðrum stöðum þar sem ísótóparannsóknir fara fram. Þá eru starfsmenn á rannsóknarstofum sem vinna með opnar geislalindir með starfskóðann 25, en þar er magn þessara efna mun minna. Sjá einnig leiðbeiningar Geislavarna ríkisins um flokkun rannsóknarstofa (GR04:02) [5].

Eitt fyrirtæki á Íslandi notar einnig geislaælihyliki til þess að meta geislaálag starfsmanna vegna vinnu við orkuháa nifteindageislun. Geislavarnir ríkisins hafa frá því í byrjun árs 2008 keypt þessa þjónustu frá fyrirtækinu [Landauer Inc.](#) í Englandi. Nifteindamælihyliki eru borin af starfsmönnum í 3 mánuði í senn.

Sú geislun sem lesin er af geislaælum og nifteindahylkjum og skráð er í gagnagrunninn, er **geislaálag** (e. *effective dose* (E)) [6]. Litið er svo á að geislunin sé jöfn á allan búkinn. Í gagnagrunninum er geislaálag skráð í 0,1 mSv þrepum (e. *reporting level*) [3] og geislaálag undir 0,05 mSv er skráð sem núll. Ef einstaklingur fær >1 mSv á einu einstöku mælitímabili þá er það skoðað nánar (e. *investigation level*) [3] í samstarfi við ábyrgðarmann og/eða starfsmanninn sjálfan á viðkomandi vinnustað.

Mikilvægt er að geislaælum sé skilað til aflestrar, strax eftir 3ja mánaða notkun. Hægt er með nægilegri nákvæmni að meta geislaæla sem koma einu mælitímabili of seint inn til aflestar, en óvissa í niðurstöðum eykst með lengri tíma.

Notkun geislaæla fyrir starfsmenn er ekki takmörkuð af hálfu stofnunarinnar. Þeir sem starfa með jónandi geislun geta fengið slíka mæla, sé þess óskað af ábyrgðarmanni á viðkomandi stað. Á hverju ári er innheimt sérstakt gjald fyrir hvern notanda og er miðað við fjölda geislaæla í samræmi við gildandi gjaldskrá sem gefin er út af Velferðarráðuneytinu [7]. Með tilkomu TLD-geislaæla er nú einnig innheimt gjald fyrir mæla sem skemmast eða týnast í meðförum notenda og er miðað við mæla sem hafa ekki borist stofnuninni innan 6 mánuða frá lokum mælitímabilsins sem þeir voru gefnir út fyrir.

Stofnunin hefur gefið út sérstakt rit með leiðbeiningum um skilgreiningar og afmörkun vinnusvæða og flokkun starfsmanna í geislastarfsmenn í flokki A og B, í samræmi við reglugerð um hámarksgeislunar starfsmanna og almenninga vegna starfsemi þar sem notuð er jónandi geislun [8]. Þar er að finna annars vegar leiðbeinandi listi um þær vinnuaðstæður þar sem einstaklingsbundið eftirlit er nauðsynlegt og hins vegar þær vinnuaðstæður þar sem þess er ekki krafist.

Niðurstöður

Í geislaálagsgagnagrunni stofnunarinnar eru nú upplýsingar um geislaálag fyrir tæplega 2300 einstaklinga sem starfað hafa við jónandi geislun frá árinu 1989. Á árinu 2012 báru 466 starfsmenn geislamæla (geislamælifilmur á fyrri hluta ársins og TLD-geislamæla á seinni hluta ársins) frá stofnuninni og starfa þeir hjá 73 fyrirtækjum og stofnunum.

Af þessum 466 einstaklingum skiluðu 22 (4,7%) engum geislamælum á árinu og eru niðurstöður ársins því miðaðar við þá 444 einstaklinga sem skiluðu einum eða fleirum geislamælum. Stærstur hluti þeirra eða um 85% vinna störf sem tengjast heilbrigðisþjónustunni og 65% starfa við notkun jónandi geislunar í læknisfræðilegri myndgreiningu. Starfsmenn við notkun tannröntgentækja eru 7,9 % og starfsmenn við dýralækningar eru um 7,7%. Um 7,9 % unnu við geislameðferð og tæplega 11% unnu með geislavirk efni á rannsóknarstofum og sjúkrahúsum.

Á árinu 2012 voru sendar út til notenda 1221 geislamælifilma fyrir 3 mælitímabil (janúar til júní) og 784 TLD-geislamælar fyrir 2 mælitímabil (júlí til desember). Um 9% af útsendum filmum skiluðu sér ekki til framköllunar og mats á geislaálagi af ýmsum ástæðum. Þá hafði um síðustu áramót (1. janúar 2014) um 8% af útsendum TLD-mæliplötum fyrir þessi tvo mælitímabil ekki skilað sér tilbaka. Þegar reiknað er út hópgeislaálag (mannSv) (6) er hugsanlegt geislaálag á óendurheimtum geislamælum áætlað inn í niðurstöðurnar.

Í Töflu 1 er sýnt meðal- og hópgeislaálag fyrir alla hópa starfsmanna flokkað eftir tegund starfa (þ.e. eftir starfskóða) (tölur fyrir 2011 eru í sviga til samanburðar). Fram kemur að meðalársgeislaálag allra starfsmanna er 0,25 mSv, en ef eingöngu er litið til þeirra starfsmanna sem eru með mælanlega geislun er meðalársgeislaálag þeirra 0,69 mSv. Til samanburðar má geta þess að samsvarandi meðalgeislaálag í Danmörku árið 2010 var 0,11 mSv og 0,63 mSv (9). Í Noregi árið 2010 var það 0,4 mSv og 2,84 mSv, en þar verður að taka með í reikninginn að þar eru geislamælar bornir fyrir utan blýsvuntu, þar

sem það á við og raunverulegt geislaálag er því um 10-40% af þessum tölum (um 0,1 og 0,71 mSv) (10).

Einnig kemur fram í Töflu 1 að samanlagt hópgeislaálag er 0,110 mannSv, en þá á eftir að leggja við áætlað geislaálag vegna geislaálag sem ekki skiluðu sér (10 mSv) og vegna geislaálag sem bærust of seint til framköllunar eða aflestrar (10 mSv). Samtals verður hópgeislaálagið því 0,130 mannSv.

Í Töflu 1 kemur einnig fram að hæsta meðalársgeislaálag starfsmanna, er hjá starfsmönnum við hjartaþræðingar (1 vinnustaður) 1,52 mSv. Þar á eftir eru starfsmenn við færanleg röntgentæki í iðnaði (3 vinnustaðir) með 0,41 mSv. Ef eingöngu er litið á meðalársgeislaálag þeirra einstaklinga sem voru með mælanlega geislun eru það sem fyrr starfsmenn við hjartaþræðingar sem eru hæstir með 1,58 mSv (27 starfsmenn), á meðan starfsmenn við almenna röntgengreiningu eru næstir með 0,59 mSv (91 starfsmaður). Hæsta geislaálag starfsmanns er 6,7 mSv fyrir allt árið og er um að ræða starfsmann við hjartaþræðingar.

Í **Töflu 2** sést dreifing geislaálags í stærðarflokkum og er flokkað eftir tegund starfa. Í heild eru 444 notendur geislaálag og TLD geislaálag og þar af eru 298 (67%) ekki með mælanlegt geislaálag ($E=0$). Samtals eru 59 starfsmenn með geislaálag á bilinu 0,1 – 0,4 mSv, 41 eru með geislaálag á bilinu 0,4 til 0,9 mSv og 28 starfsmenn með geislaálag á bilinu 1 – 4,9 mSv. Þá eru tveir starfsmenn með geislun hærri en 5 mSv. Enginn starfsmaður var með 10 mSv eða meira. Þá eru 94,2% starfsmanna með geislaálag sem er undir 1 mSv (1/20 af leyfilegu hámarksgeislaálagi) eða ekkert geislaálag.

Tafla 1. Meðal- og hópgeislaálag fyrir 2012, flokkun eftir tegund starfa (2011 í sviga) (E = geislaálag).
Accumulated annual average doses and collective doses for 2012 (2011) grouped according to designated activity codes.

Starfs- kóði (Activity code)	Fjöldi starfs- manna (No. of workers)	Fjöldi starfsmanna með E = 0 (No. workers with E=0)	Hlutfall starfsmanna með E > 0 (Workers with E>0) (%)	Meðal- ársgeislaálag (Average annual dose) (mSv)	Meðalársgeisla- álag f. starfsm. með E > 0 (Average annual dose f. workers with E>0) (mSv)		Heildarárs- geislaálag (Total effective dose) (mSv)
Almenn röntgengreining (Diagnostic imaging)	195	110	44 (27)	0,25 (0,09)	0,59 (0,32)	50,3 (17,9)	
Hjartapræðingar (Cardiology)	28	1	96 (77)	1,52 (0,97)	1,58 (1,27)	42,3 (29,1)	
Brjóstamyndatökur (Mammography)	5	4	20 (0)	0,02 (0,0)	0,10 (0,0)	0,1 (0,0)	
Röntgengreining á skurðstofum (Surgery)	20	10	50 (24)	0,21 (0,04)	0,36 (0,15)	3,8 (0,9)	
Röntgengreining hjá tannlæknum (Dentistry)	35	33	3 (0)	0,00 (0,0)	0,10 (0,0)	0,1 (0,0)	
Röntgengr. hjá dýralæknum (Veterinary)	34	32	3 (0)	0,00 (0,0)	0,10 (0,0)	0,1 (0,0)	
Geislalækningar (Radiation Therapy)	35	32	9 (7)	0,02 (0,01)	0,20 (0,20)	0,6 (0,4)	
Rannsóknarstofa tegund C (Labt. level C)	0	0	0 (0)	0,00 (0,0)	0,00 (0,0)	0,0 (0,0)	
Rannsóknarstofur tegund B (Labt. level B)	6	3	50 (33)	0,01 (0,36)	0,40 (1,07)	6,1 (3,2)	
Rannsóknarstofur-opnar lindir (in vitro res.)	18	15	17 (0)	0,02 (0,0)	0,10 (0,0)	0,3 (0,0)	
Færanleg tæki (iðnaðarröntgen) (NDTmobile)	7	5	29 (33)	0,20 (0,22)	0,70 (0,65)	1,4 (1,3)	
Hreyfanlegar lokaðar lindir (Mobile sealed s.)	25	21	16 (0)	0,01 (0,0)	0,40 (0,0)	1,9 (0,0)	
"X-ray diffraction" tæki (Diffraction eq.)	8	3	63 (0)	0,30 (0,0)	0,58 (0,0)	2,9 (0,0)	
Öryggi og eftirlit (Safety and inspection)	28	27	4 (0)	0,00 (0,0)	0,10 (0,0)	0,1 (0,0)	
Læknisfræðileg myndgreining (Medical Imaging)	317	192	39 (26)	0,15 (0,17)	0,77 (0,38)	96,7 (47,9)	
Geislalækningar (Radiation Therapy)	35	32	9 (7)	0,00 (0,06)	0,20 (0,33)	0,6 (0,4)	
Opnar geislalindir í lækningum (Unsealed sources in medicine)	24	18	25 (11)	0,10 (0,33)	0,25 (1,84)	6,4 (3,2)	
Efnisrannsóknir/öryggi (NDT / Safety)	68	56	18 (3)	0,04 (0,02)	0,50 (0,30)	6,3 (1,3)	
Samtals (Total)	444	295	33 (20)	0,23 (0,15)	0,72 (0,43)	110 (52,8)	

Tafla 2. Dreifing geislaálags árið 2012 flokkun eftir tegund starfa. Distribution of doses according to size and activity codes (same as in table 1)

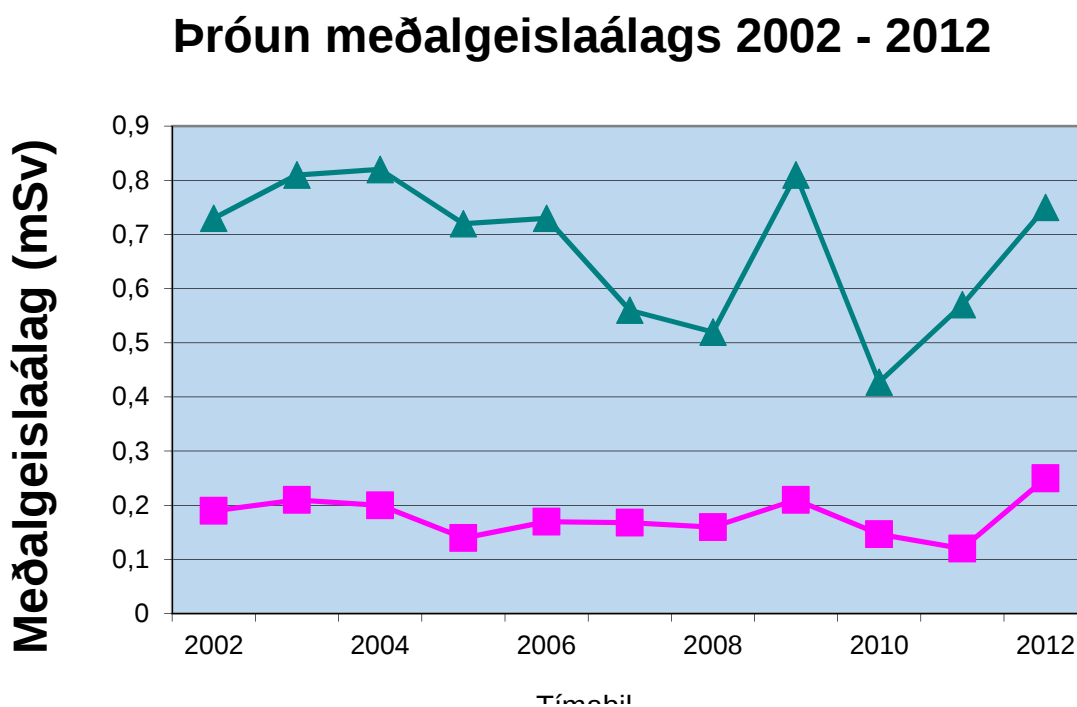
Fjöldi starfsmanna / ársgeislaálag í stærðarflokkum														
Starfs- kóði	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5- 0,6	0,7- 0,9	1,0- 1,9	2,0- 2,9	3,0- 3,9	4,0- 4,9	5,0- 6,9*	7,0- 9,9	Heild. fjöldi >10,0
Almenn röntgengreining	1	110	17	15	14	14	7	9	3	2	3	1		195
Hjartapræðingar	2	1	2	1	1	1	3	4	8	3	3	1		28
Brjóstamyndatökur	3	4	1											5
Röntgengr. á skurðstofum	4	10	3	1	2	2		1	1					20
Röntgengr. hjá tannlæknum	5	34	1											35
Röntgengr. hjá dýralæknum	6	33	1											34
Geislalækningar	10	32	2		1									35
Rannsóknastofa tegund C	21	0												0
Rannsóknastofa tegund B	22	3						2	1					6
Rannsóknastofur (opnar lind.)	25	15	3											18
Færanleg tæki (iðnaðarrtg.)	32	5			1			1						7
Hreyfanlegar lokaðar lindir	42	21	3					1						25
"X-ray diffraction" tæki	55	3			3		2							8
Öryggi og eftirlit	82	27	1											28
Læknisfræðileg myndgreining		192	25	17	17	17	10	14	12	5	6	2	0	317
Geislalækningar		32	2											35
Opnar geislalindir í lækningum		18	3					2	1					24
Efnisrannsóknir, "x-ray diffr."		56	4		4			2	2					62
Samtals	298	34	17	17	17	22	10	16	16	6	6	2		444

* 6,7 mSv

Umræða

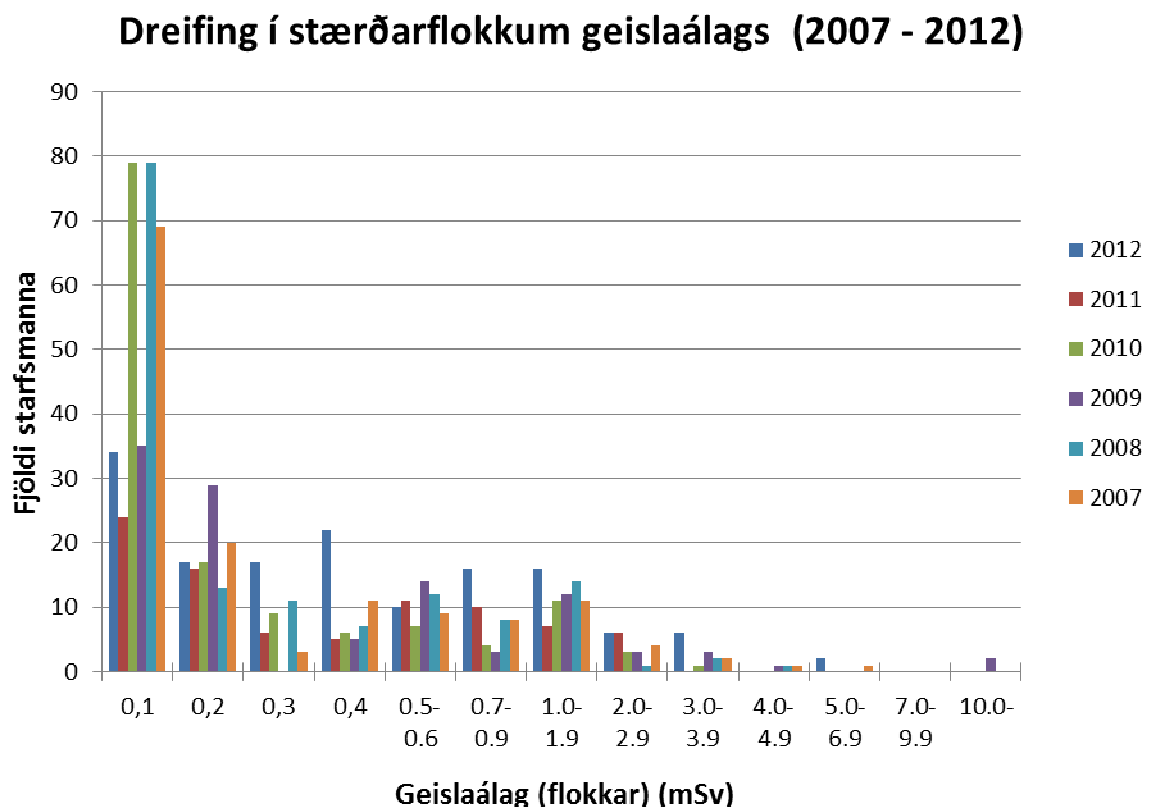
Samkvæmt niðurstöðum í töflu 1, kemur fram umtalsverð breyting frá fyrra ári, hvað varðar bæði fjölda starfsmanna sem eru með mælanlega geislun á milli árána 2011 (20%) og 2012 (33%), sem og hærri meðalgeislaálag og meðalgeislaálag starfsmanna sem eru með mælanlega geislun. Þá hefur hópgeislaálagi tvöfaldast á milli ára.

Þróun meðalgeislaálags starfsmanna er sýnt á Mynd 2 frá árinu 2002. Annars vegar er um að ræða meðalgeislaálag miðað við alla sem báru filmur (neðri línán) og hins vegar miðað eingöngu við þá starfsmenn sem voru með mælanlega geislun á hverjum tíma ($E > 0$) (efri línán).



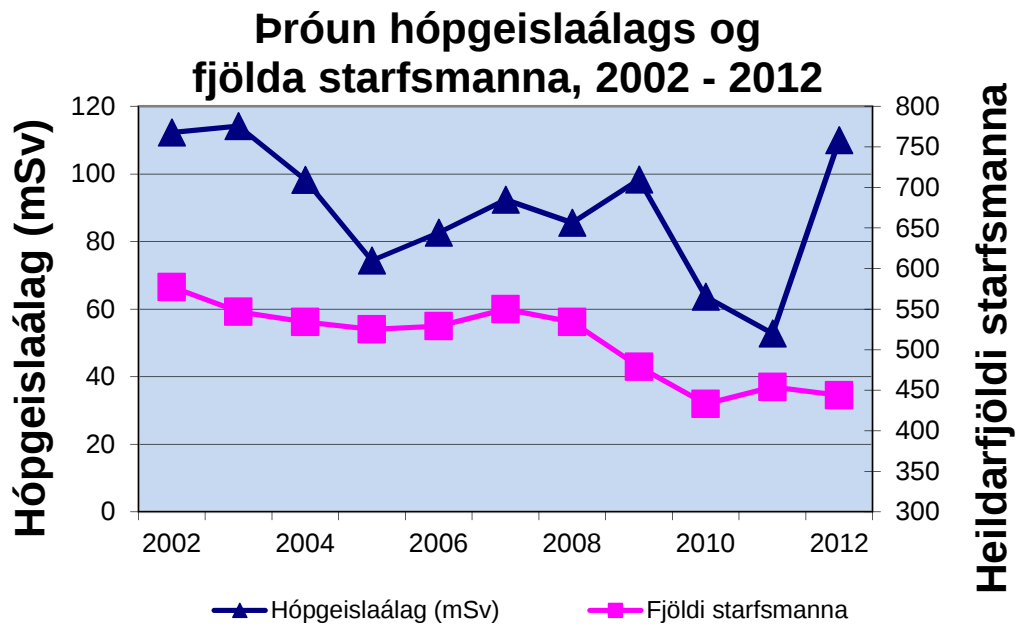
Mynd 2. Þróun meðalgeislaálags 2002-2012. Annual effective dose for the past 10 years, for all monitored workers (lower line) and workers with $E > 0$ (upper line).

Á mynd 3 er sýnd dreifing í geislaálagi starfsmanna í einstaka geislaálagsflokkum fyrir 6 ár (2007 til 2012) og er áberandi að fjöldinn hefur aukist í nokkrum flokkum. Við frekari skoðun á þessum gögnum kemur í ljós að þetta er aukning á síðustu tímabilum ársins 2012, þegar TLD-geislaálagarnir voru komnir í notkun. Þannig jókst hlutfall þeirra starfsmanna sem var með mælanlega geislun á hverju tímabili úr 13% fyrir geislaálagarnir í 32% þau tímabil sem TLD álagarnir voru notaðir.



Mynd 3. Dreifing geislaálags í stærðarflokka fyrir árin 2007 til 2012. *Distribution of dose in categories for the past 6 years.*

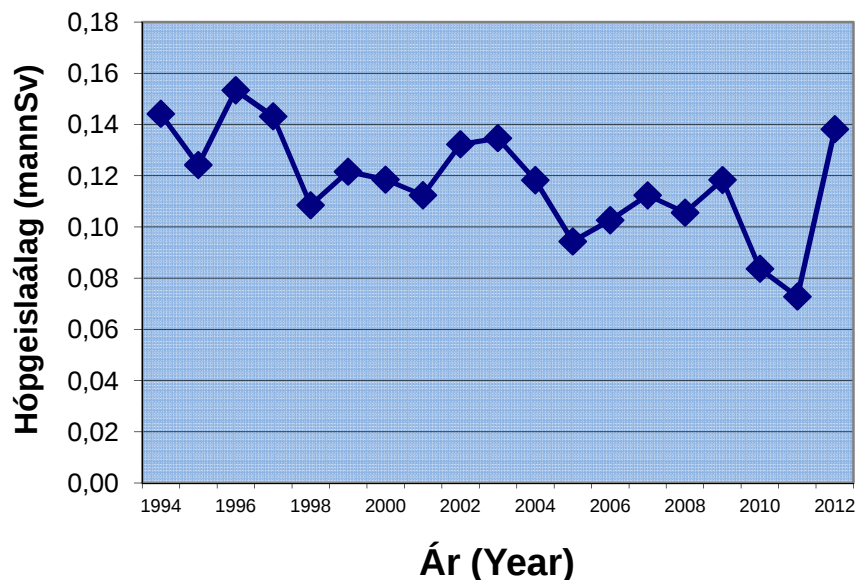
Á Mynd 4 er sýnd þróun heildarársgeislaálags (allir geislaskammtar lagðir saman) fyrir sama tímabil, ásamt fjölda einstaklinga hverju sinni. Miklar sveiflur í meðalgeislaálagi á milli ára stafa fyrst og fremst af miklum áhrifum af háu geislaálagi einstakra starfsmanna.



Mynd 4. Þróun heildarársgeislaálags og fjöldi starfsmanna með geislaálagi á árunum 2002-2012. Total Effective Dose and the number of workers monitored in 2002-2012

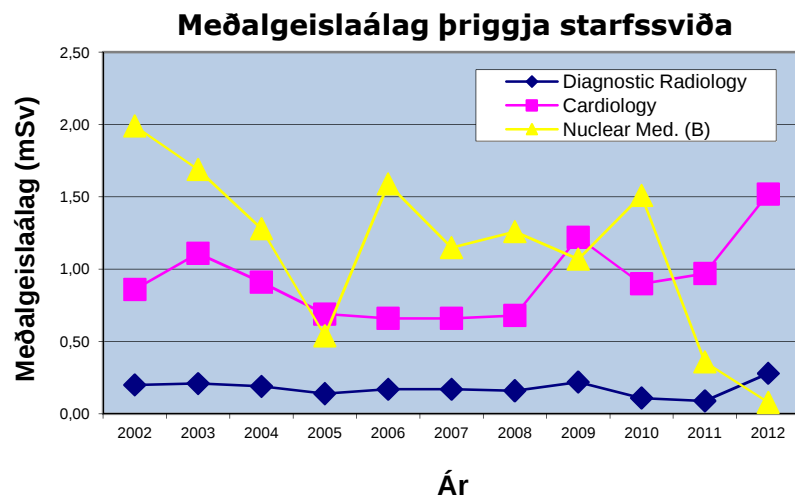
Ástæðan fyrir þessari breytingu á milli ára, liggur að einhverju leyti í þeirri staðreynd TLD-geislaálagarnir eru í eðli sínu næmari fyrir geislun en geislaálagið sem voru í notkun áður. Tvöföldun í hópgeislaálagi á einu ári virðist við fyrstu sýn vera mikil breyting, en hér er fyrst og fremst um að ræða aukingu í lægri geislaskömmtum rétt fyrir ofan greiningarmörkin 0,1 mSv og upp fyrir 1 mSv. Ekki er hægt að sjá aukningu í efri hluta skalans og eru mjög háir geislaskammtar áfram sjaldséðir. Þessi meiri næmni TLD geislaálaganna kemur einnig fram í því að starfsmenn á vinnustöðum þar sem t.d. er unnið með einföld tannröntgentæki eða lokuð röntgentæki við efnagreiningu, eru að fá mældu geislaskammta á bilinu 0,1 til 0,2 mSv eða rétt yfir greiningarmörk mæla, í stað 0,0 mSv. Eins og fram kemur hér að framan eru TLD mæliplötturnar fluttar frá SIS í Danmörku (í flugi) og dreift til notenda hér innanlands. Þær fara síðan sömu leið til baka. Þær verða því fyrir náttúrulegri geislun alla leiðina og annarri tilfallandi geislun sem taka verður tilliti til þegar geislaálag starfsmanna er metið. Þannig eru alltaf sendir sérstakir TLD geislaálagar með öllum sendingum til og frá SIS og sú geislun sem fram kemur á þeim er dregin frá mælanlegri geislun á mæliplötunum við aflestur.

Á Mynd 5 er sýnd þróun hópgeislaálags (e. *collective effective dose* (CED)) fyrir lengra tímabil (1994-2012) (mannSv er skilgreind mælieining fyrir hópgeislaálag, sjá [viðauka 2](#)) og er þá búið að bæta við áætluðu geislaálagi vegna týndra geislaálag, mæla sem bærust of seint til aflesturs og geislunar undir greiningarmörkum mælanna.



Mynd 5. Þróun hópgeislaálags síðustu 18 ár. *Trend in CED (corrected for lost and late dosimeters and for doses below detection limit) over the last 18 years .*

Á Mynd 6 er sýnd þróun í meðalgeislaálagi fyrir nokkur starfssvið á tímabilinu 2001-2012 og starfsmenn sem eru með mælanlega geislun. Meðageislaálag starfsmanna á rannsóknarstofum í flokki B (Kjarnrannsóknir) hefur lækkað tölvuvert undanfarin 2 ár sem tengist a.ö.l. fækkun staða og starfsmanna í þessum flokki. Þá kemur einnig fram að enginn starfsmaður er í flokki C og er það af sömu orsökum. Áberandi aukning er hins vegar í meðalgeislaálagi starfsmanni við hjartapræðingar, sem skýrist af því að fleiri starfsmenn eru með mælanlega geislun eftir að skipt var í TLD mæla.



Mynd 6. Þróun meðalgeislaálags á þremur starfssviðum síðustu 10 ár. *Trend in average Effective Dose for selected worker categories and workers with $E>0$, over the last 10 years.*

Geislaálag flugáhafna

Inngangur

Í 13. grein laga nr. 44/2002 um geislavarnir segir: "Við starfsemi sem hefur í för með sér aukna náttúrulega jónandi geislun skal gripið til viðeigandi aðgerða til þess að verja starfsfólk gegn slíkri geislun". Í reglugerð nr. 627/2003 um hámarksgeislunar starfsmanna og almennings vegna starfsemi þar sem notuð er jónandi geislun, eru nánari ákvæði um þau hámarksgeislunar sem starfsmenn sem vinna við jónandi geislun mega verða fyrir. Fylgst skal með geislaálagi á starfsmenn sem geta orðið fyrir meiri geislun en svarar til 1 mSv á ári, þar á meðal vegna aukinnar náttúrulegrar geislunar sem fylgir starfi.

Geislavarnir ríkisins og Flugmálastjórn vinna saman að útfærslu eftirlits með geislaálagi flugáhafna í millilandaflugi á grundvelli ofangreindra ákvæða og á grundvelli norrænar yfirlýsingar um þetta efni [11]. Ekki er þörf á einstaklingsbundnum mælingum til þess að meta geislaálag hvers og eins, heldur er stuðst við reiknilíkan og hugbúnað sem áætla geislaálagið út frá flugleiðum, flughæð, flugtíma og fleiri þáttum. Reglugerð vegna framkvæmdarinnar er ennþá í smíðum en gert er ráð fyrir því að allir flugrekendur hérlandis skipuleggi vinnu flugliða og flugleiðir með það að markmiði að geislaálag flugliða haldist undir 6 mSv á ári og fari ekki yfir 1 mSv hjá konum eftir að þær tilkynna að þær séu barnshafandi.

Einnig er gert ráð fyrir að flugrekendur sjái til þess að upplýsingum um geislaálag flugáhafna í millilandaflugi sé safnað og niðurstöður tilkynntar Geislavörnum ríkisins árlega. Flugliðar í millilandaflugi eiga einnig að fá upplýsingar um eigið geislaálag árlega.

Niðurstöður og umræða

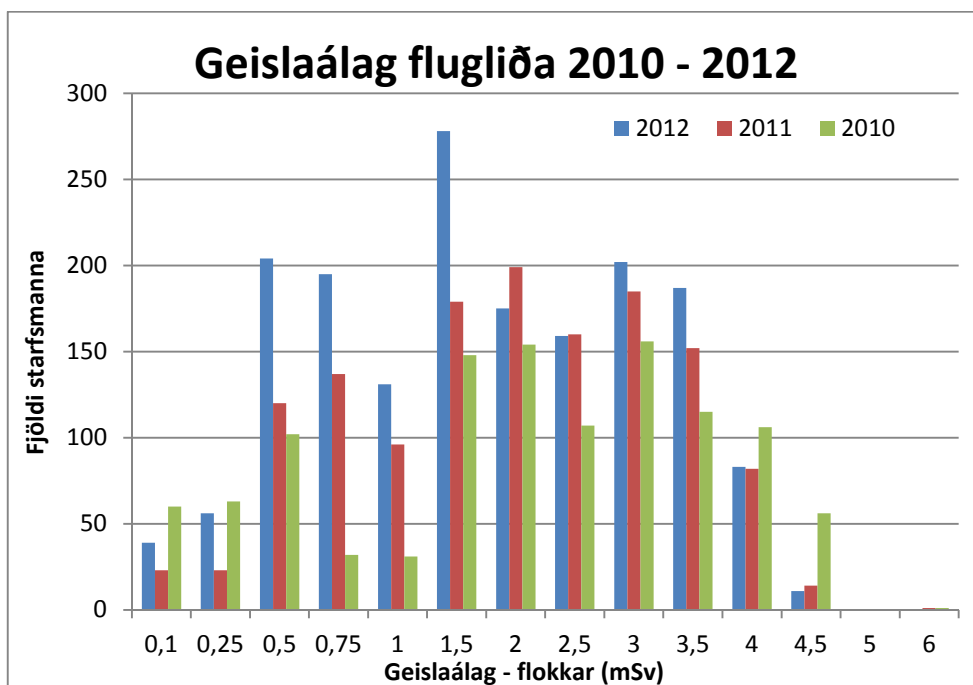
Þrátt fyrir að reglugerðin hafi ekki verið sett hefur stofnuninni borist upplýsingar um geislaálag flugáhafna á Íslandi fyrir árin 2008-2012 frá einum flugrekanda (Icelandair), en á þessu ári barst stofnuninni einnig

upplýsingar frá Air Atlanta fyrir árin 2010 til 2012 og eru þær birtar hér, sjá töflu 3.

Tafla 3. Geislaálag flugáhafna 2008 - 2012. Occupational doses for flight crews in 2008 to 2012.

Ár	Fjöldi flugrek-enda	Fjöldi áhafnar-meðlima	Fjöldi einstaklinga / geislaálag í stærðarflokkum (mSv)						Hóp-geislaálag (mannSv)	Meðal-geislaálag (mSv)
			< 1	1<2	2<3	3<4	4<5	5<6		
2008	1	1084	230	279	233	257	85	0	2,33	2,15
2009	1	892	208	228	180	188	88	0	1,9	2,13
2010	2	1131	288	302	263	221	56	1	2,24	1,98
2011	2	1371	339	378	345	234	14	1	2,52	1,84
2012	2	1720	625	453	361	270	11	0	2,84	1,65

Í Töflu 3 sést að flugliðar eru stærsti einstaki hópur geislastarfsmanna og um leið sá hópur sem verður fyrir mestri geislun á Íslandi. Hópgeislaálag fyrir þennan hóp er mjög svipað á milli ára, og meðalgeislaálagið fer lækkandi með upplýsingum um fleiri áhafnar-meðlimi. Sjá nánari dreifingu flugliða í flokka geislaálags í mynd 7.



Mynd 7. Dreifing geislaálags flugliða 2010-2012. Trend in Average Effective Dose for aircrew personal 2010-2012.

Nær allir flugliðar voru með geislaálag undir 5 mSv og engin fór yfir 6 mSv. Meðalgeislaálag flugáhafna er hærra en hjá öðrum geislastarfsmönnum hérlandis, en er mjög sambærilegt við meðalgeislaálag flugáhafna í Danmörku sem var 1,8 mSv árið 2009 og 1,9 mSv árið 2010 [9].

Heimildir

1. International Commission on Radiological Protection, [Statement on Tissue Reactions](#), Approved by the Commission 21.04.2011. ICRP 2011
2. UNSCEAR, 1982, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, *Ionizing Radiation: Sources and Biological Effects. 1982 Report to the General Assembly*, UN Publication. Sales No. E.82IX.8 06300P (New York: UN). (<http://www.unscear.org/>)
3. European Commission. Technical Recommendations for Monitoring Individuals Occupationally Exposed to External Radiation. [Radiation Protection no. 160](#). Directorate-General for Energy and Transport. Nuclear Energy, Unit H.4 – Radiation Protection 2009. (http://ec.europa.eu/energy/nuclear/index_en.htm)
4. Gilvin P.J. et al. *Type testing of a new TLD for the UK Health Protection Agency. Radiation Protection Dosimetry (2008), Vol. 128*, No. 1, pp. 36–42
5. Geislavarnir ríkisins, GR 04:02. Leiðbeiningar um flokkun rannsóknarstofa þar sem unnið er með opnar geislalindir. [Geislavarnir ríkisins 2004](#). (<http://www.gr.is/vidskiptavinir/leidbeiningar/>)
6. International Commission on Radiological Protection, *The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication 103*, Pergamon Press, Oxford (2007). (www.icrp.org)
7. [Gjaldskrá Geislavarna ríkisins fyrir árið 2012](#). (<http://www.geislavarnir.is/vidskiptavinir/gjaldskra>)
8. Geislavarnir ríkisins, GR04:09. Leiðbeiningar um eftirlit með geislaálagi starfsmanna sem vinnur við jónandi geislun. Flokkun starfsmanna og vinnusvæða. [Geislavarnir ríkisins, 2004](#). (<http://www.gr.is/vidskiptavinir/leidbeiningar/>)
9. Sundhedsstyrelsen, Statens Institut for Strålehygiejne, Dosisovervågning av stråleudsatte arbeidstagere, [Resultater for 2010](#) Septembari 2010. (www.sst.dk)
10. Statens Strålevern, Persondosemetritjensta ved Statens strålevern, Årsrapport 2010. [Rapport 2011:11](#). (www.nrpa.no)
11. Sameiginlega afstaða norrænna geislavarna-og flugmálastjórna um framkvæmd eftirlits með geislaálagi flugáhafna. (http://www.gr.is/media/fraedsluefni/Sameiginleg_tulkun_08.pdf)

Viðauki 1. Leiðbeiningar um notkun TLD geisla mæla

Ný TLD-mæliplata er lögð þannig í hylkið að nafn notandans sjáist í glugga á framhlið.

Mælitímabilið er þrír mánuðir og fyrir byrjun hvers tímabils senda Geislavarnir ríkisins nýja mæliplötu, þannig að hægt sé að skipta um í byrjun þess tímabils.



Upplýsingar um geislun á TLD geisla mælum dofna lítillega með tímanum og því mikilvægt að þeir séu ekki notaðir lengur en gert er ráð fyrir. Í byrjun hvers tímabils skal mæliplötum fyrra tímabils safnað saman og þær sendar tímanlega, þannig að þær berist til Geislavarna ríkisins innan 15 daga. Mæliplötur sem berst seinna en 6 mánuðum útsendingu gefa ekki eins nákvæma upplýsingar um geislun starfsmanns. Mæliplötur sem ekki hafa borist innan 9 mánaða frá útsendingu verður litið á sem týndar og kostnaður vegna þeirra innheimtur hjá notenda. Vinsamlegast farið varlega með TLD-hylkin og munið að TLD-mæliplöturnar þola ekki þvott frekar en filmurnar gerðu. Látið GR vita ef TLD-mælihylki lendir í þvottavélinni. Hreinsa má TLD-hylkið sjálft með sápu og vatni og spritta ef nauðsyn krefur.



Einstaklingsgeisla mæli skal bera framan á líkama í mittis- eða brjóst hæð. Við vinnu á ísótóparannsóknarstofum ætti að bera mæli í brjóst hæð, þar sem meiri líkur eru á að efri hluti líkamans verði fyrir geislun við vinnu með geislavirk efni. Þegar notuð er blýsvunta á að setja filmuhylkið undir svuntuna.

Viðauki 2. Grunnstærðir og mælieiningar geislavarna

Alþjóðleg hugtök í geislavörnum hafa einkum verið mótuð af alþjóðlegri nefnd vísindamanna, Alþjóða geislavarnaráðinu, ICRP (International Commission on Radiological Protection). Árið 1991 gaf ráðið út nýjar meginleiðbeiningar um geislavarnir í ritinu ICRP-60 og var þar heitum ýmissa stærða breytt, heiti mælieininga breyttust hins vegar ekki. Flest lönd og öll alþjóðasamtök nota nú SI-einingar við stærðir tengdar geislavörnum. Eldri einingar eru þó víða enn notaðar (t.d. í Bandaríkjunum) og þær er að finna í mörgum ritum og töflum.

Í eftirfarandi samantekt eru nokkrar grunnstærðir geislavarna tilgreindar og mælieiningar þeirra. Ensk (alþjóðleg) heiti á stærðum og mælieiningum eru gefin, bæði þau nýju og gömlu. Jafnframt er gefin einföld skilgreining eða skýring á viðkomandi stærð. Fæst íslensku heitanna hafa unnið sér sess í tungunni og verður því tíminn að skera úr um hversu vel þau reynast.

Stærð	Mælieining			
	Heiti	Tákn	Tákn	Íslenskt heiti (alþjóðlegt í sviga) SI grunn-einingar
Virkni, geislavirkni (<i>activity</i>)	A	Bq	bekerel (becquerel)	1 / s
Raffræðilegur geislaskammtur (<i>exposure</i>)	X	(R)	(röntgen)	C / kg
Geislaskammtur (<i>absorbed dose, tissue dose</i>)	D	Gy	grei (gray)	J / kg
Hlutálag, hlutgeislaálag (<i>equivalent dose</i>)	H _T	Sv	sívert (sievert)	J / kg
Geislaálag (<i>effective dose</i>)	E	Sv	sívert (sievert)	J / kg
Geislabyrði (<i>committed effective dose</i>)	E(τ)	Sv	sívert (sievert)	J / kg
Eðlisbyrði, eðlisgeislabyrði (<i>dose coefficient</i>)	e(τ)	Sv / Bq		J / kg · s
Hópálag, hópgeislaálag (<i>collective effective dose</i>)	S	manSv	mannsívert (mansievert)	J / kg

Hér koma nánari skilgreiningar á ofangreindum stærðum. Ensk (alþjóðleg) heiti eru gefin í sviga. Þar eru einnig gefin eldri heiti stærða og eininga, sem enn eru í notkun sums staðar, t.d. í Bandaríkjunum. Einingin „röntgen“ er ekki hluti hins alþjóðlega einingakerfis (SI), $1 \text{ R} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ C / kg}$

Virgni, geislavirgni (*activity*)

Virgni kjarntegundar er:

$$\text{Meðalfjöldi kjarnbreytinga á tímaeiningu, } A = \frac{dN}{dt}$$

SI-eining: bekerel (becquerel), Bq

Eldri eining: kúrí (curie), Ci, $1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$

Geislaskammtur (*absorbed dose, tissue dose*)

Geislaskammtur jónandi geislunar í efni er:

$$\text{Meðalorkuaukning efnis á massaeiningu vegna jónandi geislunar, } D = \frac{d\bar{\epsilon}}{dm}$$

Geislaskammtur jónandi geislunar í tilteknum vef eða líffæri (auðkennt er með T) er:

Heildarorkuaukning vefs (eða líffæris) vegna jónandi geislunar, deilt með massa

$$\text{vefsins, } D_T = \frac{\epsilon_T}{m_T}$$

SI-eining: grei (gray), Gy

Eldri eining: rad, $1 \text{ rad} = 0,01 \text{ Gy}$

(Stundum er einingin „cGy“ notuð. Í reynd er þá verið að halda í gömlu eininguna „rad“ því $1 \text{ cGy} = 1 \text{ rad}$)

Raffræðilegur geislaskammtur (*exposure*)

Raffræðilegur geislaskammtur er:

Sá skammtur röntgen- eða gammageisla sem leiðir til myndunar einingarskammts af jónum af hvoru formerki fyrir sig (+ og -) í massaeiningu af lofti.

Þessari mælistærð hefur ekki verið gefin sérstök eining í SI-kerfinu. Reynt hefur verið að láta mælistærðina *geislaskammt* koma í stað *raffræðilegs geislaskammts*. Stærðirnar meta mismunandi áhrif jónunar á massaeiningu:

Geislaskammtur: Meðalorkuaukning á massaeiningu

Raffræðilegur geislaskammtur: Magn jónunar í massaeiningu

Mælistærðin *raffræðilegur geislaskammtur* er engu að síður enn mikið notuð, enda lýsir hún beint því sem mörg mælitæki mæla.

Eining í gamla kerfinu: röntgen, R $1 \text{ R} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ C / kg}$

Hlutálag, hlutgeislaálag (*equivalent dose*)

Hlutálag geislunar í ákveðnum vef (eða líffæri), auðkenndum með tákni T , er:

Geislaskammtur líffæris T margfaldaður með vægisstuðli viðkomandi geislunar,

$$H_T = w_R \cdot D_T$$

Vægisstuðull geislunar, w_R , miðast við líffræðilega virkni hennar. Þessi stuðull er 1 fyrir fótónur og rafeindir (beta-geislun), en 20 fyrir alfa-geislun.

SI-eining: sívert (sievert), Sv

Eldra heiti á ensku: *dose equivalent*

Eldri eining: rem 1 rem = 0,01 Sv

Áður var vægisstuðull „Q“ notaður í stað „ w_R “. Töluleg gildi voru þau sömu.

Geislaálag (*effective dose*)

Geislaálag gefur beint mat á áhættu einstaklings vegna jónandi geislunar í lágum skömmtum. Geislaálag er reiknað sem:

Vegið meðaltal hlutgeislaálags líffæra líkamans, þar sem hvert líffæri hefur vægisstuðul í samræmi við hlut þess í heildaráhættu líkamans, $E = \sum_T w_T \cdot H_T$

Eldra heiti á ensku og tákn: *Effective dose equivalent, H_E*

SI-eining: sívert (sievert), Sv (sama og fyrir geislaskammtsjafngildi)

Eldri eining: rem 1 rem = 0,01 Sv

Geislabyrði (*committed effective dose*)

Geislavirkt efni sem berst inn í líkama getur valdið geislaálagi löngu eftir inntökuna.

Geislabyrði er:

Heildargeislaálag af völdum allrar geislunar á gefnu tímabili τ frá geislavirku efni sem berst inn í líkamann.

$$E(\tau) = \int_0^{\tau} E(t) dt$$

Almennt er miðað við 50 ára tímabil fyrir starfsfólk sem vinnur við geislavirk efni. Geislabyrði er þá táknuð $E(50)$. Fyrir aðra er almennt miðað við geislaálag til 70 ára aldurs. Geislabyrði af völdum geislavirks efnis er háð því með hvaða hætti það berst inn í líkamann (um öndunar- eða meltingarveg). Það getur einnig verið háð efnafræðilegum eiginleikum þess efnasambands sem geislavirka efnið er bundið í. Sé viðmiðunartímabil ekki tilgreint, þá hefur venjulega verið miðað við 50 ár.

Geislabyrði hefur einnig verið nefnd: *Eftirfylgjandi geislaálag*

Eldra heiti á ensku og tákn: *Committed effective dose equivalent, $H_{E,50}$*

SI-eining: sívert (sievert), Sv (sama og fyrir *geislaálag*)

Eðlisbyrði, eðlisgeislabyrði (*dose coefficient* eða *committed effective dose per unit intake*)

Eðlisbyrði af völdum kjarntegundar í tilteknu efnasambandi er:

Geislabyrði af völdum einingarskammts af kjarntegund, sem berst með tilteknum hætti inn í líkamann

$$e(\tau) = \frac{E(\tau)}{A}$$

(Hér táknar A virkni kjarntegundarinnar)

SI-eining: sívert/bekerel, Sv/Bq

Hópálag, hópgeislaálag (*collective effective dose*)

Hópálag er mat á heildaráhættu hóps af völdum geislunar. Hópálag er:

Meðalgeislaálag einstaklinga í hópi margfaldað með fjölda þeirra $S = \bar{E} \cdot N$

Með svipuðum hætti má skilgreina *hópbyrði* (meðalgeislabyrði í hópi margfaldað með fjölda í honum). Venjulega þarf einnig að tiltaka viðmiðunarhóp og sé um hópbyrði að ræða, þá þarf að tiltaka tímabilið. Einstaklingarnir í hópnum þurfa ekki að vera uppi á sama tíma. Við mat á umhverfisáhrifum geislaamengunar er oft miðað við hópbyrði í tíu þúsund ár. Oft er ekki gerður greinarmunur á hvort um hópálag eða hópbyrði er að ræða, sérstaklega ef reiknað er með báðum þáttum.

Eining: mannsívert (manSv)

Eldra heiti á ensku: *Collective effective dose equivalent, S_E*

Algengur misskilningur er að skilgreina megí hópálag sem summu geislaálags einstaklinganna í hópnum. Geislaálag er eðlislæg (á ensku *intrinsic*) stærð eins og hiti, þrýstingur og eðlismassi. Merkingarlaust er að reikna samtölu eðlislægra stærða fyrir hóp (t.d. að finna heildarhita ákveðins hóps einstaklinga). Meðalgildi eðlislægra stærða eru hins vegar vel skilgreind (samanber meðalhiti).

Viðauki 3. Töflur um meðal- og heildargeislaálag 1998 – 2011

Tafla 1. Meðal- og hópgeislaálag fyrir 2011, flokkun eftir tegund starfa.
Accumulated annual average doses and collective doses for 2011 grouped according to designated activity codes.

Starfs- kóði (Activity code)	Fjöldi starfs- manna (No. of workers)	Fjöldi starfsmanna með E = 0 (No. workers with E=0)	Hlutfall starfsmanna með E > 0 (Workers with E>0) (%)	Meðal- ársgeislaálag (Average annual dose) (mSv)	Meðalársgeisla- álag f. starfsm. með E > 0 (Average annual dose f. workers with E>0) (mSv)	Heildarárs- geislaálag (Total effective dose) (mSv)
Almenn röntgengreining (Diagnostic imaging)	1	205	149	0,09	0,32	17,9
Hjartapræðingar (Cardiology)	2	30	7	0,97	1,27	29,1
Brjóstamyndatökur (Mammography)	3	4	4	0,00	0	0
Röntgengreining á skurðstofum (Surgery)	4	25	19	0,04	0,15	0,9
Röntgengreining hjá tannlæknum (Dentistry)	5	34	34	0	0	0
Röntgengreining hjá dýralæknum (Veterinary)	6	35	35	0	0	0
Geislalækningar (Radiation Therapy)	10	29	27	0,01	0,2	0,4
Rannsóknarstofa tegund C (Labt. level C)	21	1	1	0	0	0
Rannsóknarstofur tegund B (Labt. level B)	22	9	6	0,36	1,07	3,2
Rannsóknarstofur – opnar lindir (in vitro res.)	25	17	17	0	0	0
Færanleg tæki (iðnaðarröntgen) (NDT mobile)	32	6	4	0,22	0,65	1,3
Hreyfanlegar lokaðar lindir (Mobile sealed s.)	42	28	28	0	0	0
"X-ray diffraction" tæki (Diffraction eq.)	55	6	6	0	0	0
Öryggi og eftirlit (Safety and inspection)	82	25	25	0,0	0	0
Læknisfræðileg myndgreining (Medical Imaging)	333	248	26	0,17	0,38	47,9
Geislalækningar (Radiation Therapy)	29	27	7	0,06	0,33	0,4
Opnar geislalindir í lækningum (Unsealed sources in medicine)	27	24	11	0,33	1,84	3,2
Efnisrannsóknir / öryggi (NDT and safety)	65	63	3	0,02	0,3	1,3
Samtals (Total)	454	362	20	0,15	0,43	52,8

Ath. E stendur fyrir geislaálag í þessari töflu.

Tafla 1. Meðal- og hóppeislaálag fyrir 2010, flokkun eftir tegund starfa.
Accumulated annual average doses and collective doses for 2010 grouped according to designated activity codes.

Starfs- kóði (Activity code)	Fjöldi starfs- manna (No. of workers)	Fjöldi starfsmanna með E = 0 (No. workers with E=0)	Hlutfall starfsmanna með E > 0 (Workers with E>0) (%)	Meðal- ársgeislaálag (Average annual dose) (mSv)	Meðalársgeisla- álag f. starfsm. með E > 0 (Average annual dose f. workers with E>0) (mSv)	Heildarárs- geislaálag (Total effective dose) (mSv)
Almenn röntgengreining (Diagnostic imaging)	197	101	49	0,11	0,23	22,13
Hjartapræðingar (Cardiology)	31	4	87	0,90	1,04	27,99
Brjóstamyndatökur (Mammography)	4	3	25	0,01	0,02	0,02
Röntgengreining á skurðstofum (Surgery)	15	8	47	0,08	0,18	1,27
Röntgengreining hjá tannlæknum (Dentistry)	36	36	0	0	0	0
Röntgengreining hjá dýrlæknum (Veterinary)	30	26	13	0,01	0,06	0,23
Geislalækningar (Radiation Therapy)	26	21	19	0,06	0,33	1,64
Rannsóknarstofa tegund C (Labt. level C)	4	3	25	0,03	0,11	0,11
Rannsóknarstofa tegund B (Labt. level B)	6	2	67	1,51	2,27	9,08
Rannsóknarstofa tegund D (Labt. level D)	18	18	0	0	0	0
Færanleg tæki (iðnaðarröntgen) (NDT mobile)	6	3	50	0,12	0,25	0,74
Hreyfanlegar lokaðar lindir (Mobile sealed s.)	29	29	0	0	0	0
"X-ray diffraction" tæki (Diffraction eq.)	5	5	0	0	0	0
Öryggi og eftirlit (Safety and inspection)	26	24	8	0,02	0,45	0,45
Læknisfræðileg myndgreining (Medical Imaging)						
Geislalækningar (Radiation Therapy)	313	178	43	0,17	0,38	51,64
Opnar geislalindir í lækningum (Unsealed sources in medicine)	26	21	19	0,06	0,33	1,64
Efnisrannsóknir / öryggi (NDT and safety)	28	23	18	0,33	1,84	9,19
	66	62	6	0,02	0,3	3,69
Samtals (Total)	433	284	34	0,15	0,43	66,66

Ath. E stendur fyrir geislaálag í þessari töflu.

Tafla 1. Meðal- og hópgeislaálag fyrir 2009, flokkun eftir tegund starfa.
Accumulated annual average doses and collective doses for 2009 grouped according to designated activity codes.

Starfs- kóði (Activity code)	Fjöldi starfs- manna (No. of workers)	Fjöldi starfsmanna með E = 0 (No. workers with E=0)	Hlutfall starfsmanna með E > 0 (Workers with E>0) (%)	Meðal- ársgeislaálag (Average annual dose) (mSv)	Meðalársgeisla- álag f. starfsm. með E > 0 (Average annual dose f. workers with E>0) (mSv)		Heildarárs- geislaálag (Total effective dose) (mSv)
Almenn röntgengreining (Diagnostic imaging)	1	209	131	36,8	0,22	0,60	46,26
Hjartabráðingar (Cardiology)	2	31	6	80,7	1,22	1,52	37,90
Brjóstamyndatökur (Mammography)	3	12	11	8,3	0,01	0,10	0,10
Röntgengreining á skurðstofum (Surgery)	4	15	11	26,7	0,03	0,10	0,40
Röntgengreining hjá tannlæknum (Dentistry)	5	39	39	0,0	0,00	0,00	0,00
Röntgengreining hjá dýralæknum (Veterinary)	6	35	35	0,0	0,00	0,00	0,00
Geislalækningar (Radiation Therapy)	10	32	27	15,6	0,04	0,28	1,40
Rannsóknarstofa tegund C (Labt. level C)	21	4	2	50,0	0,45	0,90	1,80
Rannsóknarstofa tegund B (Labt. level B)	22	8	4	50,0	1,07	2,15	8,60
Rannsóknarstofa tegund D (Labt. level D)	25	18	18	0,0	0,00	0,00	0
Færanleg tæki (iðnaðarröntgen) (NDT mobile)	32	5	3	40,0	0,20	0,50	1,00
Hreyfanlegar lokaðar lindir (Mobile sealed s.)	42	40	39	2,5	0,02	0,90	0,90
"X-ray diffraction" tæki (Diffraction eq.)	55	4	4	0,0	0,00	0,00	0
Öryggi og eftirlit (Safety and inspection)	82	27	27	0,0	0,00	0,00	0
Læknisfræðileg myndgreining (Medical Imaging)							
Geislalækningar (Radiation Therapy)	341	234	31,4	0,25	0,79	84,66	
Opnar geislalindir í lækningum (Unsealed sources in medicine)	32	27	15,6	0,04	0,28	1,40	
Efnisrannsóknir / öryggi (NDT and safety)	30	24	20,0	0,35	1,73	10,40	
	76	73	4,0	0,02	0,60	1,9	
Samtals (Total)	479	358	25,3	0,21	0,81	98,36	

Δth E standur fyrir geislaálag í haccari táflu

Tafla 1. Meðal- og hópgeislaálag fyrir 2008, flokkun eftir tegund starfa.
Accumulated annual average doses and collective doses for 2008 grouped according to designated activity codes.

Starfs- kóði (Activity code)	Fjöldi starfs- manna (No. of workers)	Fjöldi starfsmanna með E = 0 (No. workers with E=0)	Hlutfall starfsmanna með E > 0 (Workers with E>0) (%)	Meðalársgeisla- álag f. starfsm. með E > 0 (Average annual dose f. workers with E>0) (mSv)			Heildarárs- geislaálag (Total effective dose) (mSv)
				Meðal- ársgeislaálag (Average annual dose) (mSv)	Meðal- geislaálag (Average annual dose f. workers with E>0) (mSv)	Heildar- geislaálag (Total effective dose) (mSv)	
Almenn röntgengreining (Diagnostic imaging)	1	229	126	45,0	0,16	0,36	37,43
Hjartaþræðingar (Cardiology)	2	32	4	87,5	0,68	0,78	21,88
Brjóstamyndatökur (Mammography)	3	14	9	35,7	0,02	0,05	0,26
Röntgengreining á skurðstofum (Surgery)	4	26	16	38,5	0,13	0,33	3,27
Röntgengreining hjá tannlæknum (Dentistry)	5	46	45	2,2	0,00	0,12	0,12
Röntgengreining hjá dýralæknum (Veterinary)	6	32	31	3,1	0,00	0,05	0,5
Geislalækningar (Radiation Therapy)	10	31	29	6,5	0,02	0,26	0,52
Rannsóknarstofa tegund C (Labt. level C)	21	8	4	50,0	1,24	2,48	9,91
Rannsóknarstofa tegund B (Labt. level B)	22	6	3	66,7	1,26	1,89	7,58
Rannsóknarstofa tegund D (Labt. level D)	25	21	21	0,0	0,00	0,00	0
Færanleg tæki (iðnaðarröntgen) (NDT mobile)	32	7	4	42,9	0,31	0,72	2,16
Hreyfanlegar lokaðar lindir (Mobile sealed s.)	42	55	49	10,9	0,04	0,40	2,40
"X-ray diffraction" tæki (Diffraction eq.)	55	6	6	0,0	0,00	0,00	0
Öryggi og eftirlit (Safety and inspection)	82	21	21	0,0	0,00	0,00	0
Læknisfræðileg myndgreining (Medical Imaging)		379	231	39,1	0,17	0,43	63,02
Geislalækningar (Radiation Therapy)		31	29	6,5	0,02	0,26	0,52
Opnar geislalindir í lækningum (Unsealed sources in medicine)		35	27	22,9	0,50	2,19	17,49
Efnisrannsóknir / öryggi (NDT and safety)		89	80	10,1	0,05	0,51	4,56
Samtals (Total)		534	367	31,3	0,16	0,51	85,59

Ath. E stendur fyrir geislaálag í þessari töflu.

Tafla 1. Meðal- og hópgeislaálag fyrir 2007, flokkun eftir tegund starfa.
Accumulated annual average doses and collective doses for 2007 grouped according to designated activity codes.

Starfs- kóði (Activity code)	Fjöldi starfs- manna (No. of workers)	Fjöldi starfsmanna með E = 0 (No. workers with E=0)	Hlutfall starfsmanna með E > 0 (Workers with E>0) (%)	Meðal- ársgeislaálag (Average annual dose) (mSv)	Meðalársgeisla- álag f. starfsm. með E > 0 (Average annual dose f. workers with E>0) (mSv)	Heildarárs- geislaálag (Total effective dose) (mSv)
Almenn röntgengreining (<i>Diagnostic imaging</i>)	243	144	40,7	0,17	0,41	40,35
Hjartabráðingar (<i>Cardiology</i>)	30	6	80,0	0,66	0,83	19,92
Brjóstamyndatökur (<i>Mammography</i>)	11	9	18,2	0,02	0,13	0,27
Röntgengreining á skurðstofum (<i>Surgery</i>)	29	16	44,8	0,28	0,62	8,1
Röntgengreining hjá tannlæknum (<i>Dentistry</i>)	43	42	2,3	0,00	0,01	0,01
Röntgengreining hjá dýralæknum (<i>Vetenary</i>)	27	27	0,0	0,00	0,0	0
Geislalækningar (<i>Radiation Therapy</i>)	29	22	24,1	0,07	0,28	1,97
Rannsóknarstofa tegund B (<i>Labt. level B</i>)	7	2	71,4	0,77	1,07	5,36
Rannsóknarstofa tegund C (<i>Labt. level C</i>)	10	4	60,0	1,15	1,91	11,46
Rannsóknarstofa tegund D (<i>Labt. level D</i>)	28	27	3,6	0,00	0,01	0,01
Færanleg tæki (iðnaðarröntgen) (<i>NDT mobile</i>)	7	4	42,9	0,11	0,26	0,77
Hreyfanlegar lokaðar lindir (<i>Mobile sealed s.</i>)	60	57	5,0	0,07	1,3	3,9
"X-ray diffraction" tæki (<i>Diffraction eq.</i>)	7	7	0,0	0,00	0,0	0
Öryggi og eftirlit (<i>Safety and inspection</i>)	19	17	10,5	0,01	0,13	0,25
Læknisfræðileg myndgreining (Medical Imaging)	383	244	36,29	0,179	0,49	68,65
Geislalækningar (<i>Radiation Therapy</i>)	29	22	24,14	0,068	0,28	1,97
Opnar geislalindir í lækningum (Unsealed sources in medicine)	45	33	26,67	0,374	1,4	16,83
Efnisrannsóknir / öryggi (<i>NDT and safety</i>)	93	85	8,60	0,053	0,61	4,92
Samtals (<i>Total</i>)	550	384	30,18	0,168	0,56	92,37

Ath. E stendur fyrir geislaálag í þessari töflu.

Meðal- og heildarársgeislaálag fyrir 2006, flokkun eftir tegund starfa.

Accumulated annual average doses for 2006, grouped according to designated activity codes.

Starfs- kóði (Activity code)	Fjöldi starfs- manna (No. of workers)	Fjöldi starfsmanna með E = 0 (No. workers with E=0)	Hlutfall starfsmanna með E > 0 (Workers with E>0) (%)	Meðal- ársgeislaálag (Average annual dose) (mSv)	Meðalársgeisla- álag f. starfsm. með E > 0 (Average annual dose f. workers with E>0) (mSv)	Heildarárs- geislaálag (Total effective dose) (mSv)
Almenn röntgengreining (Diagnostic imaging)	1	261	194	25,7	0,17	44,86
Hjartapræðingar (Cardiology)	2	30	9	70,0	0,66	19,69
Brjóstamyndatökur (Mammography)	3	12	9	25,0	0,04	0,54
Röntgengreining á skurðstofum (Surgery)	4	10	5	50,0	0,09	0,90
Röntgengreining hjá tannlæknum (Dentistry)	5	46	46	0,0	0,00	0,00
Röntgengreining hjá dýralæknum (Veterinary)	6	21	21	0,0	0,00	0,00
Geislalækningar (Radiation Therapy)	10	26	23	11,5	0,05	1,40
Rannsóknarstofa tegund B (Labt. level B)	22	7	2	71,4	1,59	11,13
Rannsóknarstofa tegund C (Labt. level C)	21	6	2	66,7	0,38	2,30
Rannsóknarstofa tegund D (Labt. level D)	25	28	28	0,0	0,00	0,00
Færanleg tæki (iðnaðarröntgen) (NDT mobile)	32	14	13	7,1	0,04	0,60
Hreyfanlegar lokaðar lindir (Mobile sealed s.)	42	57	53	7,0	0,02	1,20
"X-ray diffraction" tæki (Diffraction eq.)	55	4	4	0,0	0,00	0,00
Öryggi og eftirlit (Safety and inspection)	82	7	7	0,0	0,00	0,00
Læknisfræðileg myndgreining (Medical Imaging)		380	284	25,3	0,17	65,99
Geislalækningar (Radiation Therapy)		26	23	11,5	0,05	1,40
Opnar geislalindir í lækningum (Unsealed sources in medicine)		41	32	21,9	0,33	13,44
Efnisrannsóknir (NDT and safety)		82	77	6,1	0,02	1,80
Samtals (Total)		529	416	21,4	0,16	82,63

Meðal- og heildarársgeislaálag fyrir 2005, flokkun eftir tegund starfa.

Accumulated annual average doses and collective doses for 2005, grouped according to designated activity codes.

Starfs- kóði (Activity code)	Fjöldi starfs- manna (No. of workers)	Fjöldi starfsmanna með E = 0 (No. workers with E=0)	Hlutfall starfsmanna með E > 0 (Workers with E>0) (%)	Meðal- ársgeislaála- g (Average annual dose) (mSv)	Meðalársgeisla- álag f. starfsm. með E > 0 (Average annual dose f. workers with E>0) (mSv)	Heildarárs- geislaálag (Total effective dose) (mSv)
Almenn röntgengreining (Diagnostic imaging)	1	261	201	23,0	0,630	37,76
Hjartapræðingar (Cardiology)	2	31	12	61,3	1,120	21,32
Brjóstamyndatökur (Mammography)	3	14	11	21,4	0,140	0,43
Röntgengreining á skurðstofum (Surgery)	4	19	16	15,8	0,130	0,40
Röntgengreining hjá tannlæknum (Dentistry)	5	48	47	2,1	0,600	0,60
Röntgengreining hjá dýralæknum (Veterinary)	6	20	20	0,00	0,000	0,00
Geislalækningar (Radiation Therapy)	10	25	23	8,00	1,060	2,13
Rannsóknarstofa tegund B (Labt. level B)	22	3	2	33,3	0,300	0,30
Rannsóknarstofa tegund C (Labt. level C)	21	11	6	45,5	1,180	5,91
Rannsóknarstofa tegund D (Labt. level D)	25	35	33	5,7	0,200	0,40
Færanleg tæki (íðnaðarröntgen) (NDT mobile)	32	15	14	6,7	1,100	1,10
Hreyfanlegar lokaðar lindir (Mobile sealed s.)	42	31	25	19,5	0,670	4,00
"X-ray diffraction" tæki (Diffraction eq.)	55	3	3	0,00	0,000	0,00
Öryggi og eftirlit (Safety and inspection)	82	8	8	0,00	0,000	0,00
Læknisfræðileg myndgreining (Medical Imaging)	393	307	21,9	0,154	0,700	60,51
Geislalækningar (Radiation Therapy)	25	23	8,00	0,085	1,060	2,13
Opnar geislalindir í lækningum (Unsealed sources in medicine)	49	41	16,3	0,135	0,830	6,61
Efnisrannsóknir (NDT and safety)	57	50	12,3	0,089	0,730	5,10
Samtals (Total)	524	421	19,7	0,142	0,720	74,35

Meðal- og heildarársgeislaálag fyrir 2004, flokkun eftir tegund starfa

Starfs- kóði	Fjöldi starfsm.	Fjöldi starfsm. með E = 0	Hlutfall (%) starfsmanna með E > 0	Meðal- ársgeislaálag (mSv)	Meðalársgeislaálag f. starfsmenn með E > 0 (mSv)	Heildarárs- geislaálag (mSv)
Almenn röntgengreining	1	281	195	30,60	0,19	54,18
Hjartabráðingar	2	27	12	55,56	0,91	24,57
Brjóstamyndatökur	3	12	9	25,00	0,04	0,52
Röntgengreining á skurðstofum	4	23	21	8,70	0,01	0,20
Röntgengreining hjá tannlæknum	5	36	36	0,00	0,00	0,00
Röntgengreining hjá dýralæknum	6	20	20	0,00	0,00	0,00
Geislalækningar	10	24	22	8,33	0,01	0,30
Rannsóknarstofa tegund B	22	10	2	80,00	1,28	12,79
Rannsóknarstofa tegund C	21	3	2	33,33	0,10	0,30
Rannsóknarstofa tegund D	25	42	42	0,00	0,00	0,00
Færanleg tæki (iðnaðarftg.)	32	14	13	7,14	0,24	3,40
Hreyfanlegar lokaðar lindir	42	32	30	6,25	0,07	2,10
"X-ray diffraction" tæki	55	2	2	0,00	0,00	0,00
Öryggi og eftirlit	82	9	9	0,00	0,00	0,00
Læknisfræðileg myndgreining		399	293	26,57	0,20	79,47
Geislalækningar		23	21	8,70	0,01	0,30
Opnar geislalindir í lækningum		57	48	16,36	0,23	13,09
Efnisrannsóknir		57	54	5,26	0,10	5,50
Samtals		536	416	22,43	0,18	98,36

Meðal- og heildarársgeislaálag fyrir 2003, flokkun eftir tegund starfa.

Starfs- kóði	Fjöldi starfsm.	Fjöldi starfsm. með E = 0	Hlutfall (%) starfsmanna með E > 0	Meðal- ársgeislaálag (mSv)	Meðalárs- geislaálag f. starfsmenn með E > 0 (mSv)	Heildar- ársgeislaálag (mSv)
Almenn röntgengreining	1	288	194	32,64	0,21	61,88
Hjartapræðingar	2	29	9	68,97	1,11	32,22
Brjóstamyndatökur	3	9	4	55,56	0,10	0,94
Röntgengr. á skurðstofum	4	33	31	6,06	0,01	0,40
Röntgengr. hjá tannlæknum	5	43	43	0,00	0,00	0,00
Röntgengr. hjá dýralæknum	6	11	11	0,00	0,00	0,00
Geislalækningar	10	24	22	8,33	0,01	0,20
Rannsóknarstofa tegund C	21	3	0	100,00	0,30	0,90
Rannsóknarstofa tegund B	22	8	1	87,50	1,69	13,50
Rannsóknarstofa tegund D	25	57	56	1,75	0,01	0,30
Færanleg tæki (iðnaðarrtg.)	32	15	12	20,00	0,23	3,43
Hreyfanlegar lokaðar lindir	42	19	15	21,05	0,02	0,40
"X-ray diffraction" tæki	55	2	2	0,00	0,00	0,00
Öryggi og eftirlit	82	6	6	0,00	0,00	0,00
Læknisfræðileg myndgreining		413	292	29,30	0,23	95,44
Geislalækningar		24	22	8,33	0,01	0,20
Opnar geislalindir í lækningum		68	57	16,18	0,22	14,70
Efnisrannsóknir		42	35	16,67	0,09	3,83
Samtals		547	406	25,78	0,21	114,17

Ath. E stendur fyrir geislaálag í þessari og næstu töflum

Meðal- og heildarársgeislaálag fyrir 2002

Starfs- kóði	Fjöldi starfsm.	Fjöldi starfsm. með E = 0	Hlutfall (%) starfsmanna með E > 0	Meðal- ársgeislaálag (mSv)	Meðalárs- geislaálag f. starfsmenn með E > 0 (mSv)	Heildar- ársgeislaálag (mSv)
Almenn röntgengreining	294	194	34,0	0,20	0,60	60,4
Hjartapræðingar	31	14	54,8	0,86	1,58	26,7
Brjóstamyndatökur	9	5	44,5	0,21	0,47	1,8
Röntgengr. á skurðstofum	35	34	3,0	0,01	0,20	0,2
Röntgengr. hjá tannlæknum	37	36	3,0	0,00	0,10	0,1
Röntgengr. hjá dýralæknum	11	11	0,0	0,00	0,00	0,0
Geislalækningar	23	18	21,8	0,04	0,16	0,8
Rannsóknarstofa tegund C	2	0	0,0	1,45	1,45	2,9
Rannsóknarstofa tegund B	8	1	87,5	1,99	2,27	159
Rannsóknarstofa tegund D	74	62	16,0	0,02	0,14	1,6
Föst tæki (röntgen)	3	3	0,0	0,00	0,00	0,0
Færanleg tæki (iðnaðarrtg.)	16	13	18,7	0,11	0,56	1,7
Hreyfanlegar lokaðar lindir	18	17	5,5	0,01	0,20	0,2
"X-ray diffraction" tæki	2	2	0,0	0,00	0,00	0,0
Öryggi og eftirlit	14	14	0,0	0,00	0,00	0,0
Læknisfræðileg myndgreining	417	294	29,50	0,21	0,78	89,2
Geislalækningar	23	18	21,74	0,03	,45	0,8
Opnar geislalindir í lækningum	84	63	25,00	0,24	1,16	20,4
Efnisrannsóknir	53	49	7,55	0,04	0,45	1,9
Samtals	577	424	26,52	0,19	0,73	112,3

Meðal- og heildarársgeislaálag fyrir 2001

Starfs- kóði	Fjöldi starfsm.	Fjöldi starfsm. með E = 0	Hlutfall (%) starfsmanna með E > 0	Meðal- ársgeislaálag (mSv)	Meðalárs- geislaálag f. starfsmenn með E > 0 (mSv)	Heildar- ársgeislaálag (mSv)
Almenn röntgengreining	1	304	213	0,14	0,47	42,8
Hjartapræðingar	2	23	11	1,07	2,06	24,7
Brjóstamyndatökur	3	9	3	0,27	0,40	2,4
Röntgengr. á skurðstofum	4	45	35	0,06	0,26	2,6
Röntgengr. hjá tannlæknum	5	37	36	0,00	0,10	0,1
Röntgengr. hjá dýralæknum	6	9	9	0,00	0,00	0,0
Geislalækningar	10	24	22	0,04	0,45	0,9
Rannsóknarstofa tegund C	21	3	1	0,30	0,45	0,9
Rannsóknarstofa tegund B	22	9	1	1,51	1,70	13,6
Rannsóknarstofa tegund D	25	92	88	0,02	0,45	1,8
Föst tæki (röntgen)	31	2	2	0,00	0,00	0,0
Færanleg tæki (iðnaðarrtg.)	32	8	6	0,27	1,10	2,2
Hreyfanlegar lokaðar lindir	42	18	17	0,02	0,20	0,4
"X-ray diffraction" tæki	55	2	2	0,00	0,00	0,0
Öryggi og eftirlit	82	8	8	0,00	0,00	0,0
Læknisfræðileg myndgreining		427	307	0,17	0,59	72,6
Geislalækningar		24	22	0,04	0,45	0,9
Opnar geislalindir í lækningum		104	90	0,16	1,16	16,3
Efnirannsóknir		38	35	0,07	0,45	2,6
Samtals		593	454	0,16	0,65	92,4

Meðal- og heildarársgeislaálag fyrir 2000

Starfs- kóði	Fjöldi starfsm.	Fjöldi starfsm. með E = 0	Hlutfall (%) starfsmanna með E > 0	Meðal- ársgeislaálag (mSv)	Meðalárs- geislaálag f. starfsmenn með E > 0 (mSv)	Heildar- ársgeislaálag (mSv)
Almenn röntgengreining	1	292	210	0,14	0,51	41,2
Hjartapræðingar	2	23	11	0,47	0,91	10,9
Brjóstamyndatökur	3	9	5	0,30	0,69	2,7
Röntgengr. á skurðstofum	4	44	36	0,46	2,25	20,4
Röntgengr. hjá tannlæknum	5	43	43	0,00	0,00	0,0
Röntgengr. hjá dýralæknum	6	11	11	0,00	0,00	0,0
Geislalækningar	10	20	18	0,14	1,35	2,7
Rannsóknarstofa tegund C	21	2	0	0,40	0,40	0,8
Rannsóknarstofa tegund B	22	8	1	1,58	1,80	12,6
Rannsóknarstofa tegund D	25	94	91	0,05	1,70	5,1
Föst tæki (röntgen)	31	8	6	0,20	0,80	1,6
Færanleg tæki (íónaðartg.)	32	2	2	0,03	0,00	0,0
Hreyfanlegar lokaðar lindir	42	19	18	0,00	0,50	0,5
"X-ray diffraction" tæki	55	2	2	0,00	0,00	0,0
Öryggi og efirlit	82	6	6	0,00	0,00	0,0
Læknisfræðileg myndgreining		422	316	0,18	0,71	75,2
Geislalækningar		20	18	0,14	1,35	2,7
Opnar geislalindir í lækningum		104	92	0,18	1,54	18,5
Efnisrannsóknir		37	34	0,06	0,70	2,1
Samtals		583	460	0,17	0,80	98,5

Meðal- og heildarársgeislaálag fyrir 1999

Starfs- kóði	Fjöldi starfsm.	Fjöldi starfsm. með E = 0	Hlutfall (%) starfsmanna með E > 0	Meðal- ársgeislaálag (mSv)	Meðalárs- geislaálag f. starfsmenn með E > 0 (mSv)	Heildar- ársgeislaálag (mSv)
Almenn röntgengreining	277	199	28	0,15	0,54	42,1
Hjartaþræðingar	21	11	48	1,50	3,14	31,4
Brjóstamyndatökur	8	6	25	0,10	0,40	0,8
Röntgengr. á skurðstofum	52	45	13	0,09	0,67	4,7
Röntgengr. hjá tannlæknum	40	40	0	0,00	0,00	0,0
Röntgengr. hjá dýralæknum	10	10	0	0,00	0,00	0,0
Geislalækningar	18	16	11	0,15	1,35	2,7
Rannsóknarstofa tegund C	80	80	0	0,40	0,00	0,0
Rannsóknarstofa tegund B	8	3	63	2,23	3,56	17,8
Rannsóknarstofa tegund D	0	0		0,00	0,00	0,0
Föst tæki (röntgen)	0	0		0,00	0,00	0,0
Færanleg tæki (íðnaðarrtg.)	19	16	16	0,11	0,67	2,0
Hreyfanlegar lokaðar lindir	0	0		0,00	0,00	0,0
"X-ray diffraction" tæki	12	11	8	0,01	0,10	0,1
Öryggi og eftirlit	0	0		0,00	0,00	0,0
Læknisfræðileg myndgreining	408	311	24	0,19	0,81	79,0
Geislalækningar	18	16	11	0,15	1,35	2,7
Opnar geislalindir í lækningum	88	83	6	0,20	3,56	17,8
Efnisrannsóknir	31	27	13	0,07	0,42	2,1
Samtals	545	437	20	0,19	0,94	101,6

Meðal- og heildarársgeislaálag fyrir 1998

	Starfs- kóði	Fjöldi starfsm.	Fjöldi starfsm. með E = 0	Hlutfall (%) starfsmanna með E > 0	Meðal- ársgeislaálag (mSv)	Meðalárs- geislaálag f.	
						með E > 0 (mSv)	Heildar- ársgeislaálag (mSv)
Almenn röntgengreining	1	287	207	28	0,15	0,56	44,4
Hjartaþræðingar	2	20	11	45	1,14	2,52	22,7
Brjóstamyndatökur	3	12	7	42	0,14	0,34	1,7
Röntgengr. á skurðstofum	4	49	46	6	0,03	0,50	1,5
Röntgengr. hjá tannlæknum	5	38	38	0	0,00	0,00	0,0
Röntgengr. hjá dýralæknum	6	13	13	0	0,00	0,00	0,0
Geislalækningar	10	21	20	5	0,12	2,60	2,6
Rannsóknarstofa tegund C	21	86	86	0	0,00	0,00	0,0
Rannsóknarstofa tegund B	22	9	2	78	1,28	1,64	11,5
Rannsóknarstofa tegund D	25	0	0		0,00	0,00	0,0
Föst tæki (röntgen)	31	0	0		0,00	0,00	0,0
Færanleg tæki (íónaðarrtg.)	32	30	28	7	0,14	2,05	4,1
Hreyfanlegar lokaðar lindir	42	0	0		0,00	0,00	0,0
"X-ray diffraction" tæki	55	12	12	0	0,00	0,00	0,0
Öryggi og eftirlit	82	0	0		0,00	0,00	0,0
Læknisfræðileg myndgreining		419	322	23	0,17	0,72	70,3
Geislalækningar		21	20	5	0,12	2,60	2,6
Opnar geislalindir í lækningum		95	88	7	0,12	1,64	11,5
Efnisrannsóknir		42	40	5	0,10	2,05	4,1
Samtals		577	470	19	0,15	0,83	88,5