

GR 19:06

---

# Eftirlit með geislaálagi starfsmanna sem vinna við jónandi geislun

Leiðbeiningar fyrir notendur

---

Október 2019  
Geislavarnir ríkisins  
Rauðarárstíg 10  
105 Reykjavík  
sími. 440 8200 netfang: [gr@gr.is](mailto:gr@gr.is)  
[www.geislavarnir.is](http://www.geislavarnir.is)  
ISBN 978-9935-9255-7-2



**GEISLAVARNIR RÍKISINS**  
ICELANDIC RADIATION SAFETY AUTHORITY

## Efnisyfirlit

Efnisyfirlit .....	2
Hlutverk Geislavarna ríkisins.....	3
Markmið eftirlitsins og háþörf geislunar.....	5
Flokkun starfsmanna og vinnusvæða .....	6
Geislastarfsmenn .....	6
Vinnusvæði .....	6
Tilteknar vinnuáðstæður og starfsemi.....	9
Einstaklingsbundið eftirliti er nauðsynlegt við eftirfarandi áðstæður:.....	9
Einstaklingsbundið eftirlit er ekki nauðsynlegt við þessar áðstæður: .....	10
Notkun TLD - geislaáæla .....	11
Notkun TLD - hringa (fyrir fingur).....	13
Viðauki 1. Útsendar leiðbeiningar með nýjum áælum og niðurstöðum áælinga. ....	14
Viðauki 2. Grunnstærðir og áælieiningar geislavarna .....	18

## Hlutverk Geislavarna ríkisins

Samkvæmt 13. grein laga [nr. 44/2002](#) um geislavarnir skal við starfsemi þar sem jónandi geislun er notuð, hafa viðeigandi eftirlit með geislaálagi starfsmanna og annarra er starfseminni tengjast. Í 14. grein sömu laga og í VI. kafla reglugerðar [nr. 1290/2015](#) um háþörk geislunar starfsmanna og almennings vegna starfsemi þar sem notuð er jónandi geislun, er fjallað ítarlega um fyrirkomulag og framkvæmd slíks eftirlits og hlutverk Geislavarna ríkisins (GR). Eftirlitið er eitt af lögbundnum verkefnum GR og eru gögn um geislaálag allra starfsmanna geymd hjá stofnuninni í samræmi við ákvæði ofangreindra laga og reglugerðar.

Eftirlitið byggist á því að hver starfsmaður sem eftirlitið beinist að ber einstaklings geislaálagi sem mælir þá geislun sem viðkomandi starfsmaður verður fyrir vegna vinnu sinnar við geislatæki og/eða geislavirk efni. Eftirlitið nær ekki til mats á magni geislunar vegna geislavirkra efna sem berast inn í líkamann.



**Mynd 1.** TLD-geislaálagi

Eftirlit GR með geislaálagi starfsmanna byggir á notkun TLD – geislaálagi, sjá myndir 1 og 2. Þessi tegund geislaálagi tók við af mælifilum og filmuhylkjum um mitt árið 2012.



**Mynd 2.** TLD-geislaálagi (opið efst), TLD-mæliplata (t.v.), innþökkuð og áletruð mæliplata (neðst t.h.)

TLD er skammstöfun fyrir „Thermo Luminescence Dosimetry“ sem er vel þekkt mælitækni og m.a. mikið notuð við eftirlit með geislaálagi starfsmanna. Á íslensku er „Thermo Luminescence“ þýtt sem vermiljómun. TL kristallarnir sem notaðir eru í TLD-mælingum hafa þann eiginleika að senda frá sér ljós (ljóma) þegar þeir eru hitaðir upp. Magn þessarar ljómunar er í hlutfalli við magn þeirrar geislunar sem þeir hafa orðið fyrir. Upphitun og mat á ljómun eru framkvæmd í sérstökum TLD - aflestrarbúnaði, þar sem þeir eru einnig „núllaðir“ með frekari hitun eftir aflestur og þannig 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.

Til þess að meta geislaálag starfsmanna við mismunandi aðstæður, styðst stofnunin einnig við TLD-augngeislaæla (mynd 3), rafnáelur (mynd 4), TLD-hringi (mynd 5), og mæla til þess að meta nifteindageislun (mynd 6).



**Mynd 3.** TLD – geislaælihyliki fyrir augu



**Mynd 4.** Rafrænn geislaæli – rafnáela



**Mynd 5.** TLD–geislaælihringur



**Mynd 6.** Nifteindamælihyliki

## Markmið eftirlitsins og hámarks geislunar

Markmiðið með eftirlitinu er einkum tvíþætt. Í fyrsta lagi að staðfesta að geislunin sé ætíð eins lítil og unnt er með skynsamlegu tilliti til aðstæðna og í öðru lagi að tryggja að öll starfsemi með geislatæki og geislavirk efni fari fram með þeim hætti að geislaálag starfsmanna sé ætíð innan við þau mörk sem Alþjóðageislavarnaráðið (ICRP) hefur sett. Samkvæmt leiðbeiningum ICRP í riti nr. 103 sem út kom árið 2007 skal fylgjast með geislaálagi allra starfsmanna sem verða fyrir geislun við störf sín, nema ljóst sé að geislaálagið sé innan þeirra marka sem gilda fyrir almenning.

Í töflu 1 í reglugerð [nr. 1290/2015](#), kemur fram hver eru hámarks geislaálags fyrir geislustarfsmenn, en geislaálag á allan líkamann má ekki verða meira en sem svarar 20 mSv/ári. Samkvæmt 5. gr. geta GR við sérstakar aðstæður heimilað að geislaálag starfsmanna verði allt að 50 mSv fyrir einstakt ár, en má aldrei verða meira en 100 mSv á 5 ára tímabili. Hámark geislaálags starfsmanna fyrir útlími og húð er 500 mSv og 20 mSv fyrir augastein.

Samkvæmt 11. gr. skulu vinnuaðstæður barnshafandi kvenna 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 skyggningu, æðaþræðingar og inngrípsrannsóknir 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 TLD-geislaætlum 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, 150 mSv fyrir útlími og húð og 15 mSv fyrir augastein. Fyrir almenning eru þessi gildi 1 mSv, 50 mSv og 15 mSv á ári.

Í viðauka 2 eru upplýsingar um grunnstærðir og mælieiningar sem notuð eru vegna geislavarna.

## Flokkun starfsmanna og vinnusvæða

### Geislastarfsmenn

Samkvæmt 12. og 13. grein reglugerðar nr. 1290/2015, skal ábyrgðarmaður með starfsemi sjá til þess að starfsmenn séu flokkaðir m.t.t. þess geislaálags sem vinnan er líkleg að hafa í för með sér. Starfsmenn sem vegna vinnu sinnar geta orðið fyrir geislun umfram háþösk geislunar fyrir almenning eru skilgreindir sem **geislastarfsmenn**. Þeir eru síðan flokkaðir eftir því hve mikilli geislun þeir verða fyrir við vinnu sína árlega.

- **geislastarfsmenn í flokki A** eru þeir starfsmenn sem vinnu á lokuðum svæðum
- **geislastarfsmenn í flokki B** eru þeir starfsmenn sem vinna á eftirlitssvæðum.

Á sumum vinnustöðum þar sem unnið er með jónandi geislun eru aðstæður þannig að ólíklegt er að geislaálag starfsmanna sé umfram þau mörk sem gilda fyrir almenning (1 mSv/ári). Starfsmenn við slíkar aðstæður, teljast ekki vera geislastarfsmenn og þarf því ekki að hafa eftirlit með geislaálagi þeirra.

### Vinnusvæði

Samkvæmt 14. gr. reglugerðarinnar er ábyrgðarmanni skylt að skipta svæðum á vinnustað þar sem unnið er með jónandi geislun í almenn svæði, eftirlitssvæði og lokuð svæði.

Skilgreina skal vinnusvæði sem **Lokuð svæði** þar sem:

- líklegt er að starfsmenn geta orðið fyrir jónandi geislun sem leiðir til hærra árlegs geislaálags en 6 mSv eða hærra árlegs hlutgeislaálags en 15 mSv á augastein og 150 mSv á húð og útlími.
- unnið er með geislavirk efni sem geta dreifst og mengað önnur svæði.

Samkvæmt 15. gr. reglugerðarinnar skulu lokuð svæði afmörkuð og aðgangur að þeim skal vera takmarkaður við þá starfsmenn sem fengið hafa viðeigandi starfsþjálfun og fræðslu. Auk viðeigandi varúðarmerkingar vegna geislunar þar sem fram kemur tegund geislunar eða geislagjafi. Þá skulu einnig vera til staðar ítarlegar verklagsreglur og leiðbeiningar um starfsemina.

Skilgreina skal vinnusvæði sem **Eftirlitssvæði** þar sem:

- líklegt er að starfsmenn geta orðið fyrir meiri geislun en nemur hámarki geislaálags eða hlutgeislaálags almennings skv. 4. gr., en er þó undir þeim mörkum sem gilda um lokuð svæði.

Á eftirlitssvæði skulu vera merkingar sem gefa til kynna að viðkomandi svæði er eftirlitssvæði, tegund geislagjafa og til staðar skulu vera viðeigandi vinnureglur og leiðbeiningar.

**Almenn svæði** eru þau svæði á vinnustað sem ekki eru skilgreind sem lokuð svæði eða eftirlitssvæði. Þar eiga starfsmenn ekki að geta orðið fyrir meiri geislun en sem svarar hámarki geislaálags fyrir almenning (1 mSv/ári).

Samkvæmt 18. gr. reglugerðarinnar skal eftirlit með geislaálagi starfsmanna í flokki A byggjast á einstaklingsbundnum mælingum (þ.e. með einstaklingsgeislaæli), en eftirlit með geislaálagi starfsmanna í flokki B, skal a.m.k. nægja til þess að staðfesta að þeir séu rétt flokkaðir.

Aðstæður eru oft þannig á vinnustöðum þar sem notuð er jónandi geislun að skýr afmörkun vinnusvæða er hvorki möguleg né hagkvæm, þannig að erfitt er að aðskilja vinnusvæði sem ætti að flokka að hluta sem lokuð svæði og að hluta sem eftirlitssvæði.. Við slíkar aðstæður þarf að meta sérstaklega með hvaða starfsmönnum er haft einstaklingsbundið eftirlit.

Meta verður þörf hvers starfsmanns miðað við starfsumhverfi hans og þá reynslu sem fyrri mælingar hafa leitt í ljós. Það eru stundum mjög óskýr mörk á milli starfsmanna á sama vinnustað sem vinna mikið með geislatæki og/eða geislavirk efni og þeirra sem koma lítið að slíkri vinnu eða sem eru þannig staðsettir við vinnu sína að geislaálag þeirra er mjög lítið eða hverfandi. Því er oft erfitt að meta fyrirfram hvaða starfsmenn á vinnustað eins og röntgendeild eigi að bera einstaklingsgeislaálag. Taka verður tillit til margra þátta sem snúa að starfsemi, vinnuaðstöðu og vinnubrögðum. Um er að ræða atriði eins og um hvers konar geislauppsprettu er að ræða, hve lengi viðkomandi vinnur við geislauppsprettu, hvaða skermunarfyrirkomulag er á staðnum, um hvaða fjarlægðir er að ræða og hvaða möguleikar eru á óhappi með geislalind eða geislatæki.

Það er skylda ábyrgðarmanna á hverjum stað að ákveða í ljósi aðstæðna og með aðkomu Geislavarna ríkisins ef þurfa þykir, hvaða starfsmenn þurfa að bera einstaklings geislaálag við vinnu sína. Þá þarf hann einnig að tryggja að starfsmenn hafi aðgang að niðurstöðum slíkra mælinga.



## Tilteknar vinnuaðstæður og starfsemi

### Einstaklingsbundið eftirliti er nauðsynlegt við eftirfarandi aðstæður:

1. Starfsmenn sem vinna við læknisfræðilega geislun, þ.e. framkvæma eða koma að framkvæmd röntgenrannsókna að minnsta kosti tvisvar í viku. Hér er t.d. um að ræða starfsmenn á röntgen- eða myndgreiningardeildum og hjarta- og æðaþræðingastofum. Einnig starfsmenn á speglunar-, skurð- og röntgenstofum þar sem notuð eru föst röntgentæki. Undanþegnir eru starfsmenn sem starfa skemur en í þrjá mánuði og starfa eingöngu á eftirlitssvæðum. Einnig eru undanþegnir starfsmenn sem eingöngu vinna með beinþéttnimælibúnað.
2. Starfsmenn sem vinna við uppsetningar, viðgerðir og viðhald á röntgentækjum og öðrum geislunarbúnaði.
3. Kírópraktorar (hnykkjar) eða starfsmenn hjá þeim sem aðstoða við eða framkvæma röntgenrannsóknir að minnsta kosti tvisvar í viku þó ekki færri en einn starfsmaður fyrir hvert röntgentæki óháð notkun. Undanþegnir eru starfsmenn sem starfa skemur en í þrjá mánuði og starfa eingöngu á eftirlitssvæðum.
4. Dýralæknar og aðrir starfsmenn við dýralækningar, sem aðstoða við eða framkvæma röntgenrannsóknir að minnsta kosti tvisvar í viku þó ekki færri en einn starfsmaður fyrir hvert röntgentæki óháð notkun. Undanþegnir eru starfsmenn sem starfa skemur en í þrjá mánuði.
5. Starfsmenn sem vinna við geislalækningar og framkvæma eða aðstoða við framkvæmd geislunar á sjúklinga. Einnig starfsmenn sem vinna við framkvæmd gæðaeftirlits og eftirlitsmælingar með geislalækningabúnaði.
6. Starfsmenn sem vinna með opnar geislalindir til sjúkdómsgreiningar, rannsókna og við geislalækningar,
  - a. ef styrkur þeirra gammageislandi efna sem meðhöndluð eru í hvert sinni er meiri en 100 MBq
  - b. ef styrkur þeirra beta-geislandi efna, með meira en 300keV orku, sem meðhöndluð eru í hvert sinn er meiri en 10MBq

Undanþegirnir eru starfsmenn sem vinna eingöngu með geislavirk efni sem gefa frá sér orkulitla betageislun eins og trítíum (H-3), kolefni 14 (C-14) og brennistein (S-35).

7. Starfsmenn sem vinna við röntgenbúnað við efnisprófanir í iðnaði (e. Non Destructive Testing, NDT), hvort sem unnið er í opinni eða lokaðri röntgenaðstöðu.
8. Starfsmenn sem vinna við röntgenbúnað til efnagreiningar (diffraction, fluorescence) eða sambærilegan búnað, þar sem frumgeisli röntgenlampa er aðgengilegur við notkun (óskermað tæki).
9. Starfsmenn sem vinna við uppsetningar, viðgerðir og viðhald á búnaði sem inniheldur sterkar geislalindir eða geislalindir með háan geislunarstyrk.
10. Starfsmenn sem vinna með gamma- og/eða nifteindageislalindir, s.s. við borholurannsóknir.
11. Við aðra starfsemi með geislalindir þar sem einstaklingsbundið eftirlit er skilyrt í leyfi til notkunar eða samkvæmt öðrum gögnum.

**Einstaklingsbundið eftirlit er ekki nauðsynlegt við þessar aðstæður:**

1. Röntgenmyndgerð þar sem starfsmaður er ávallt í aðskildu stjórnherbergi sem er vel skermað og hefur hvorki verið skilgreint sem lokað svæði né sem eftirlitssvæði.
2. Við röntgenmyndgerð í tannlækningum, þ.e. við notkun á almennum tannröntgenbúnaði.
3. Vinna við skermaðan röntgenbúnað sem notaður er við skoðun á pósti, farangri, notkun í efnagreiningarbúnað eða við framleiðslustýringar, þar sem ekki er mögulegur beinn aðgangur að frumgeisla tækisins.
4. Vinna á svæðum nálægt vel vörðum geislalindum þar sem ekki er hægt að setja líkamann eða einhvern hluta líkamans í frumgeisla eða verða fyrir frumgeislun á annan hátt. Hér er t.d. um að ræða vinnu nálægt hæðarmælum í iðnaði.
5. Vinna með beta-geislandi efni sem hafa lægri orku en 300 keV.

## Notkun TLD - geislaálag

Geislaálagsmælingar með TLD-geislaálagum er hagkvæm leið til eftirlits með geislaálagi starfsmanna sem verða fyrir ytri geislun við störf sín. Því ættu starfmenn sem vinna við jónandi geislun að bera slíkan geislaálag nema ljóst sé að geislaálag þeirra vegna ytri geislunar er vel innan þeirra marka sem tiltekin eru fyrir lokuð svæði, þ.e. 6 mSv.

### Leiðbeiningar um notkun

Ný TLD-mæliplata er lögð þannig í hylkið að nafn notandans sjáist í glugga á framhlið (sjá mynd 7).

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



**Mynd 7.** Geislaálagihylki og mæliplata

Merki um geislun sem TLD-geislaálagir geymir, getur dofnað lítillga 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 GR innan 15 daga. Mæliplötur sem berst seinna en 6 mánuðum frá útsendingu gefa ekki nákvæmar upplýsingar um geislun starfsmanna.

Mæliplötur sem ekki hafa borist innan 9 mánaða frá útsendingu verður litið á sem týndar og kostnaður vegna þeirra innheimtur hjá notanda. Vinsamlegast farið varlega með TLD-hylkin og munið að TLD-mæliplöturnar þola ekki þvott í þvottavél.

Hreinsa má TLD-hylkið sjálft og mæliplötuna með sápu og vatni og spritta ef nauðsyn krefur. Endursendið til GR TLD-mælihylki með mæliplötu sem lendir í þvottavélinni.

Einstaklingsgeisla mæli skal bera framan á líkama í mittis-  
eða brjósthæð (sjá mynd 8). Við vinnu á ísótóparannsókn-  
arstofum ætti að bera TLD-geisla mælir í brjósthæð, 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 TLD-geisla mælirinn undir svuntuna.



**Mynd 8.** Staðsetning  
geisla mælihyllkis

## Notkun TLD-hringa (fyrir fingur)

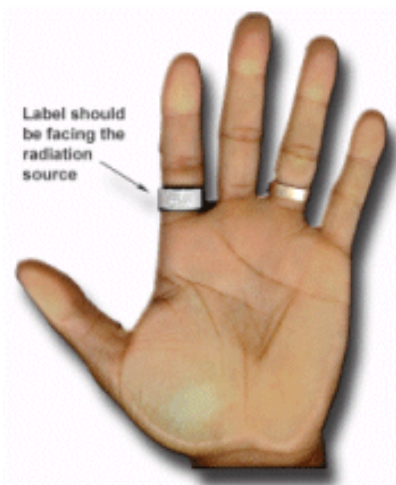
TLD-hringir eru sérstakir geislaálagar fyrir starfsmenn sem vinna við aðstæður þar sem mikil geislun getur komið á hendur vegna starfa með geislaálag efni (opnar geislaálagir) eða röntgengeislun (s.s. við skyggirannsóknir).

Geislaálagir ríkisins kaupa TLD-hringa frá fyrirtækinu [Landauer-Europe Ltd.](http://www.landauer.co.uk) í Bretlandi og dreifa þeim til starfsmanna sem þurfa á þeim að halda (sjá mynd 9). Hringarnir eru merktir með nafni starfsmanns og tímabil notkunar. Þegar unnið er með geislaálag efni (opnar álagir) skal alltaf vera með hanska og hringinn undir hanskanum.



**Mynd 9.** TLD-hringur

Hringurinn er alltaf borinn á vísifingri ríkjandi handar. (Sjá mynd 10).



Mælitímabil er 1 mánuður og sér stofnunin um að senda nýja mæla til notenda og notaða hringi tilbaka til Landauer sem sér um aflestur þeirra. Upplýsingar um geislaálag á hendur starfsmanna er sent til ábyrgðarmanns á viðkomandi stað og síðan skráð í gagngrunn stofnunarinnar um geislaálag starfsmanna sem vinna við jónandi geislun.

**Mynd 10.** Merking á TLD-hring snýr alltaf inn að lófa.

## Viðauki 1. Útsendar leiðbeiningar með nýjum TLD-geislamælum og niðurstöðum mælinga.

### 1. Leiðbeiningar sem fylgja nýjum TLD-geislamælum við byrjun tímabils.

#### LEIÐBEININGAR

##### TLD-SKIPTI

Starfsmenn sem vinna við jónandi geislun bera TLD-geislamæla til þess að hægt sé að fylgjast með þeirri geislun sem þeir verða fyrir við vinnu sína. Í byrjun hvers 3ja mánaða tímabils senda Geislavarnir ríkisins (GR) nýjar TLD-mæliplötur og **nafnalista** til notenda, þar sem fram kemur nafn, fæðingardagur og starfsheiti hvers notanda, ásamt einkvæmu númeri mæliplötunnar. Hver mæliplata er innpökkuð í **plastumbúðir sem ekki má opna**. Á þessum umbúðum er einnig áprentað nafn notanda og upplýsingar um mælitímabilid. Notendur eiga að skipta um mæliplötu í TLD-hylkjum sínum fyrsta virka dag tímabilsins og eins fljótt og hægt er skal senda notaðar mæliplötur til GR. Notaðar mæliplötur eru sendar til Dönsku geislavarnastofnunarinnar (SIS) upp úr miðjum mánuðinum og því nauðsynlegt að þær berist stofnuninni fyrir þann tíma. Það tryggir að niðurstöður úr mati á geislaálagi berist fyrir næstu mánaðamót á eftir. Annars getur liðið einn mánuður í viðbót áður en niðurstöður liggja fyrir.

##### NÖFN, KENNITÖLUR OG STARFSHEITI

Athugið að nöfn, fæðingardagur, fæðingarmánuður og starfsheiti séu rétt á **nafnalistanum** og tilkynnið allar breytingar með tölvupósti til: [tld@gr.is](mailto:tld@gr.is) (einnig má hringja í síma 4408200 eða senda listann með breytingum í myndsendi í síma: 552 8202 eða í pósti til stofnunarinnar). *Fyrir nýja starfsmenn þarf að tilkynna nafn, kennitölu, starfsheiti og vinnustað.* Nýir starfsmenn fá TLD-hylki um leið og tilkynning um þá berst.



##### TLD-HYLKI OG MÆLIPLÖTUR

Setjið mæliplötuna þannig í hylkið að nafn notanda sé sjáanlegt í glugga hylkisins. Allar mæliplötur koma innpakkðar til notenda með áprentuðu nafni. *Alls ekki má taka umbúðir utan af mæliplötunum.*

##### NOTKUN TLD-HYLKIS

Bera skal TLD-mælihylkið á brjósti eða í mittisstað. Þegar starfsmenn þurfa að nota blýgúmmisvuntur við störf sín, skulu þeir ávallt bera mælihylkið undir svuntunni. Þeir starfsmenn sem vilja fá mælingu á geislun m.t.t. háls, höfuðs eða útlíma geta pantað slíka mælingu hjá stofnuninni. Notaðar eru TLD-flögur í sérstökum hylkjum við slíkar mælingar.

##### KOSTNAÐUR

Í byrjun hvers tímabils verður ábyrgðarmanni notkunar á hverjum stað sendur reikningur fyrir þann fjölda TLD-geislamælihylkja sem skráður er í notkun, í samræmi við gjaldskrá stofnunarinnar (sjá [www.geislavarnir.is](http://www.geislavarnir.is)), einnig fyrir þau hylki sem kunna að hafa glatast við notkun á tímabilinum á undan, þar sem það á við.

## 1. Leiðbeiningar sem fylgja mæliniðurstöðum í lok tímabils.



GEISLAVARNIR RÍKISINS

ICELANDIC RADIATION SAFETY AUTHORITY

### TLD GEISLAMÆLAR - LEIÐBEININGAR

#### TLD-SKIPTI

Starfsmenn sem vinna við jónandi geislun bera TLD-geislamæla til þess að hægt sé að fylgjast með þeirri geislun sem þeir verða fyrir við vinnu sína. Í byrjun hvers 3ja mánaða tímabils senda Geislavarnir ríkisins (GR) nýjar TLD-mæliplötur og **nafnalista** til notanda, þar sem fram kemur nafn, fæðingardagur og starfsheiti hvers notanda, ásamt einkvæmu númeri mæliplötunnar. **Hver mæliplata er innpökkuð í plastumbúðir sem ekki má opna.** Á þessum umbúðum er einnig áprentað nafn notanda og upplýsingar um mælitímabilið. Notendur eiga að skipta um mæliplötu í TLD-hylkjum sínum fyrsta **virka dag tímabilsins og eins fljótt og hægt er skal senda notaðar mæliplötur til GR.** Notaðar mæliplötur eru sendar til Dönsku geislavarnastofnunarinnar (SIS) upp úr miðjum mánuðinum og því nauðsynlegt að þær berist stofnuninni fyrir þann tíma. Það tryggir að niðurstöður úr mati á geislaálagi berist fyrir næstu mánaðamót á eftir. Annars getur liðið allt að 3 mánuður í viðbót áður en niðurstöður liggja fyrir.

#### NÖFN, KENNITÖLUR OG STARFSHEITI

Athugið að nöfn, fæðingardagur, fæðingarmánuður og starfsheiti séu rétt á **nafnalistanum** og tilkynnið allar breytingar með tölvupósti til: [tld@gr.is](mailto:tld@gr.is) (einnig má hringja í síma 4408200). **Fyrir nýja starfsmenn þarf að tilkynna nafn, kennitölu, starfsheiti og vinnustað.** Nýir starfsmenn fá TLD-hylki um leið og tilkynning um þá berst.

#### TLD-HYLKI OG MÆLIPLÖTUR

Setjið mæliplötuna þannig í hylkið að nafn notanda sé sjáanlegt í glugga hylkisins. Allar mæliplötur koma innpakkaðar til notanda með áprentuðu nafni. **Alls ekki má taka umbúðir utan af mæliplötunum.**

#### NOTKUN TLD-HYLKIS

Bera skal TLD-mælihylkið á brjósti eða í mittisstað. Þegar starfsmenn þurfa að nota blýgúmmísvuntur við störf sín, skulu þeir ávallt bera mælihylkið **undir** svuntunni. Þeir starfsmenn sem vilja fá mælingu á geislun m.t.t. háls, höfuðs eða útlíma geta pantað slíka mælingu hjá stofnuninni. Notaðar eru TLD-flögur í sérstökum hylkjum við slíkar mælingar.



## MAT Á STÆRD GEISLAÁLAGS

**Mæliniðurstöður** verða sendar ábyrgðarmanni og/eða tengiliði vinnustaðarins um leið og þær berast frá SIS. Um getur verið að ræða eina af tveimur mælistærðum fyrir geislaálag, Hp(10) og Hp(007). TLD-mælihylki eru kvörðuð til að meta geislaálag einstaklinga annars vegar út frá geislun í 10 mm dýpi í vef, og hins vegar til að meta geislaálag á húð, miðað við geislun í 0,07 mm dýpi.

Samkvæmt reglum Alþjóða geislavarnaráðsins (ICRP Publication 103, frá 2007), eru efri mörk þeirrar geislunar sem starfsfólk má verða fyrir við starf sitt 20 mSv á ári að meðaltali yfir 5 ára tímabil, en þó aldrei hærra en 50 mSv á einu ári, miðað við geislun á allan líkamann. Efri mörk geislunar á útlími eina eru 500 mSv árlega og á augu 20 mSv árlega. Þess skal gætt á hverjum vinnustað að halda geislaálagi starfsfólks eins lágu og framast er unnt. Sem dæmi má nefna að meðalgeislaálag á tímabili á röntgendeild liggur undir 0,1 mSv.

## NIÐURSTÖÐUR TIL TENGILIÐS

Allar niðurstöður eru senda rafrænt til ábyrgðarmanna og/eða tengiliðs á hverjum stað. Í niðurstöðunum kemur fram í 3ja dálk (sjá mynd) fyrir hvaða mælitímabil og ár niðurstöðurnar eru. Þannig er **T1** fyrir tímabilið janúar til loka mars, **T2** er fyrir apríl til loka júní, **T3** er fyrir júlí til loka september og **T4** er fyrir október til loka desember.

### MÆLINIÐURSTÖÐUR EFTIRLITS GEISLAÁLAGS STARFSFÓLKS

Nafn	Fd / mín	Tímabil	Hp10	Hp007	Athug.
	07 / 03	T1 - 2017	0,0	0,0	
	30 / 05	T1 - 2017	0,0	0,0	
	06 / 11	T1 - 2017	0,0	0,0	

## ATHUGASEMDIR Í NIÐURSTÖÐUM

Í mæliniðurstöðum á geislaálagi starfsmanna sem vinna við jónandi geislun, geta komið fram eftirfarandi athugasemdir er varða ástand geislaálagis þegar hann barst stofnuninni til aflesturs, aflesturinn sjálfan eða niðurstöður hans:

- **ATH1** - Mæliplötu skilað of seint, eftir tvö mælitímabil eða lengur. Niðurstöður geta þar af leiðandi haft stærri óvissu.
- **ATH2** - Mæliplata ber þess merki að hafa orðið fyrir harkalegri meðhöndlun jafnvel skemmst, sem gæti leitt til aukinnar óvissu í niðurstöðum.
- **ATH3** - Umbúðir mæliplötunnar hafa verið opnaðar eða fjarlægðar og getur það leitt til þess að platan hefur skemmst. Niðurstöður geta þar af leiðandi haft stærri óvissu.
- **ATH4** - Mæliplatan reynist skemmd við aflestur og gefur engar niðurstöður.
- **ATH5** - Aflestur mæliplötu bendir til þess að platan hafi snúið öfugt í mælihylkinu á mælitímabilinu eða hluta þess, sem eykur óvissu í niðurstöðum.
- **ATHG** - Of langt er um liðað frá því notkunartímabili lauk, meira en 12 mánuðir. Niðurstöðurnar eru ekki marktækar og verða ekki skráðar í gagnagrunn um geislaálag starfsmanna.
- **Vantar** – Mæliplata barst ekki til GR áður en mæliplötur tímabilsins voru sendar til aflestrar. Verður send til aflestrar með mæliplötum yfirstandandi tímabils ef hún skilar sér til GR.



## KOSTNAÐUR

Í byrjun hvers tímabils verður ábyrgðarmanni notkunar á hverjum stað sendur reikningur fyrir þann fjölda TLD-geislaælihylkja sem skráðar eru í notkun, í samræmi við gildandi gjaldskrá stofnunarinnar (sjá vefsetur [www.gr.is](http://www.gr.is)).

### **Mæliplötur sem ekki skila sér**

Geislaæliplötur sem ekki berast stofnuninni eftir 2 notkunartímabil verða skráðar týndar eða glataðar og mun stofnunin innheimta hjá viðkomandi fyrirtæki/stofnun kostnaðargjald sbr. gildandi gjaldskrá (sjá [www.gr.is](http://www.gr.is)). Gjaldið verður ekki endurgreitt þó að mælarnir komi fram síðar.

## Viðauki 2. Grunnstærðir og mælieiningar geislavarna

Alþjóðleg hugtök í geislavörnum hafa einkum verið mótuð af alþjóðlegri nefnd vísindamanna, Alþjóðageislavarnaráðinu, 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 <sub>T</sub>	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),  $1 R = 2,58 \cdot 10^{-4} C / kg$

### **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,  $1 Ci = 3,7 \cdot 10^{10} Bq$

### **Geislaskammtur (*absorbed dose, tissue dose*)**

Geislaskammtur jónandi geislunar í efni er:

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

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

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

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

SI-eining: grei (gray), Gy

Eldri eining: rad,  $1 rad = 0,01 Gy$

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

### **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  $1 \text{ rem} = 0,01 \text{ Sv}$

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 *geislaskammts*jafngildi)

Eldri eining: rem  $1 \text{ rem} = 0,01 \text{ Sv}$

### **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  $\tau$  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 geislaálagunar 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<sub>E</sub>*

Algengur misskilningur er að skilgreina megi 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).