

REGLUGERÐ

um varnir gegn álagi vegna tilbúinnar ljósgeislunar á vinnustöðum.

I. KAFLI

Gildissvið og markmið.

1. gr.

Gildissvið.

Reglugerð þessi gildir um hvers konar starfsemi þar sem starfsmenn eiga á hættu eða kunna að eiga á hættu að verða fyrir álagi vegna tilbúinnar ljósgeislunar við störf sín og lög nr. 46/1980, um aðbúnað, hollustuhætti og öryggi á vinnustöðum, með síðari breytingum, gilda um, sbr. þó strangari ákvæði í sérlögum eða sérreglum.

2. gr.

Markmið.

Markmið reglugerðar þessarar er að tryggja öryggi og vernda heilsu starfsmanna sem eiga á hættu eða kunna að eiga á hættu að verða fyrir álagi vegna tilbúinnar ljósgeislunar við störf sín.

3. gr.

Orðskýringar.

Í reglugerð þessari er merking eftirfarandi hugtaka sem hér segir:

- a. *Ljósgeislun*: Rafsegulgeislun á bylgjulengdarsviðinu milli 100 nm og 1 mm. Tíðnirófi ljósgeislunar er skipt í útfjólubláa geislun, sýnilega geislun og innrauða geislun:
 - a. *Útfjólublá geislun*: Ljósgeislun á bylgjulengdarsviðinu milli 100 og 400 nm. Útfjólubláa sviðinu er skipt í UVA (315-400 nm), UVB (280-315 nm) og UVC (100-280 nm).
 - b. *Sýnileg geislun*: Ljósgeislun á bylgjulengdarsviðinu milli 380 og 780 nm.
 - c. *Innrauð geislun*: Ljósgeislun á bylgjulengdarsviðinu milli 780 nm og 1 mm. Innrauða sviðinu er skipt í IRA (780-1.400 nm), IRB (1.400-3.000 nm) og IRC (3.000 nm – 1 mm).
- b. *Leysir (ljósmögnun með örvaðri geislun)*: Hvers konar búnaður sem unnt er að láta mynda eða magna rafsegulgeislun á bylgjulengd ljósgeislunar, einkum með stýrðri, örvaðri geislun.
- c. *Leysigeislun*: Ljósgeislun frá leysi.
- d. *Ósamfasa geislun*: Öll ljósgeislun önnur en leysigeislun.
- e. *Viðmiðunarmörk fyrir álag vegna ljósgeislunar*: Mörk álags vegna ljósgeislunar sem grundvallast á staðfestum áhrifum á heilsu og á líffræðilegum athugunum. Séu þessi mörk virt tryggir það að starfsmenn, sem komast í snertingu við ljósgeislun frá tilbúnum ljósgeislunargjöfum, eru varðir fyrir öllum þekktum, skaðlegum áhrifum á heilsu.
- f. *Ágeislunarstyrkur (E) eða aflþéttni*: Geislunarafl á flatareiningu tilgreint í vöttum á fermetra ($W m^{-2}$).
- g. *Geislunarálag (H)*: Tegrið fyrir ágeislunarstyrk sem fall af tíma, tilgreint í júlum á fermetra ($J m^{-2}$).
- h. *Geislunarljómi (L)*: Geislunarafl eða aflafköst á rúmhornseiningu á flatareiningu, tilgreint í vöttum á fermetra á steradíana ($W m^{-2} sr^{-1}$).
- i. *Umfang álags*: Samanlagt álag vegna ágeislunarstyrks, geislunarálags og geislunarljóma sem starfsmaður verður fyrir.

II. KAFLI

Skyldur atvinnurekanda.

4. gr.

Áhættumat.

Þegar líkur eru á að starfsemi hafi í för með sér áhættu vegna tilbúinnar ljósgeislunar skal atvinnurekandi meta, og mæla ef þörf krefur, hve miklu álagi vegna ljósgeislunar starfsmenn verða fyrir, sbr. 65. gr. a laga nr. 46/1980, um aðbúnað, hollustuhætti og öryggi á vinnustöðum, með síðari

breytingum, þannig að unnt sé að greina og grípa til þeirra ráðstafana sem gera þarf til að takmarka álag vegna geislunar við gildandi viðmiðunarmörk skv. I. eða II. viðauka við reglugerð þessa.

Aðferðirnar sem beitt er við mat, mælingar og/eða útreikninga skv. 1. mgr. skulu samrýmast stöðlum Alþjóðaraftækniráðsins (IEC) og gildandi stöðlum Staðlaráðs Íslands, þar á meðal ÍS EN 60825-Hluti 1: Flokkun búnaðar og kröfur að því er varðar leysigeislun, ÍST EN 12464-1:2002, Ljós og lýsing - Lýsing á vinnustöðum, 1. hluti: Vinnustaðir innanhúss, og ÍST EN 12464-2:2007, Ljós og lýsing - Lýsing á vinnustöðum, 2. hluti: Vinnustaðir utanhúss, sem og tilmælum Alþjóðaljósráðsins (CIE) og tilmælum og stöðlum Staðlasamtaka Evrópu (CEN) að því er varðar ósamfasa geislun. Þegar um er að ræða álag vegna ljósgeislunar sem fellur ekki undir þessa staðla eða tilmæli, og þangað til viðeigandi staðlar eða tilmæli liggja fyrir, skal mat, mælingar og/eða útreikningar framkvæmdir í samræmi við gildandi viðmiðunarreglur sem byggjast á vísindalegum grunni. Við matið er, hvort sem um er að ræða álag vegna ljósgeislunar eða leysigeislunar, heimilt að taka tillit til gagna sem framleiðendur búnaðarins láta í té, sé búnaðurinn í samræmi við gildandi lög og reglugerðir.

Mat, mælingar og/eða útreikningar skv. 1. mgr. skulu skipulagðir og framkvæmdir með hæfilegu millibili af þar til hæfum aðilum, sbr. einnig 66. gr. a laga nr. 46/1980, um aðbúnað, hollustu-hætti og öryggi á vinnustöðum, með síðari breytingum. Atvinnurekandi skal varðveita á viðeigandi formi gögn sem fengin eru úr mati, mælingum og/eða útreikningum á álagi vegna ljósgeislunar svo þau geti komið að gagni síðar.

Áhættumat skv. 1. mgr. skal byggjast á öllum tiltækum upplýsingum. Einkum skal taka tillit til:

- a. hve mikið álag er vegna ljósgeislunar, bylgjulengdarsviðs og hve lengi álag frá tilbúnum ljósgeislunargjöfum varir,
- b. viðmiðunarmarkna og viðbragðsmarkna skv. I. eða II. viðauka reglugerðar þessarar,
- c. allra áhrifa er varða heilsu og öryggi starfsmanna í sérstökum áhættuhópum,
- d. allra hugsanlegra áhrifa á heilsu og öryggi starfsmanna sem stafa af víxlverkun á vinnustöðum milli ljósgeislunar og efna sem hafa áhrif á ljósofnæmi,
- e. allra óbeinna áhrifa, svo sem tímabundinnar blindu, sprengingar eða bruna,
- f. hvort fyrir hendi sé búnaður sem hannaður er til að draga úr álagi vegna tilbúinnar ljósgeislunar og gæti komið í stað fyrri búnaðar,
- g. viðeigandi upplýsinga sem fengist hafa í tengslum við heilsufarsskoðanir, sbr. III. kafla reglugerðar þessarar, eftir því sem kostur er, þ.m.t. upplýsinga sem hafa verið birtar,
- h. álags vegna tilbúinnar ljósgeislunar frá fleiri en einum ljósgeislunargjafa,
- i. flokkunar fyrir leysi samkvæmt viðeigandi staðli Alþjóðaraftækniráðsins og annarrar sambærilegrar flokkunar í tengslum við tilbúna ljósgeislunargjafa sem eru líklegir til að valda sambærilegum skaða og leysir í flokki 3B eða 4,
- j. upplýsinga sem framleiðandi ljósgeislunargjafa og tengds búnaðar, sem ætlaður er til vinnu, veitir í samræmi við gildandi lög og reglugerðir.

Atvinnurekandi skal endurskoða reglulega áhættumat samkvæmt ákvæði þessu einkum ef orðið hafa verulegar breytingar í tengslum við ljósgeislun eða ef niðurstöður heilsufarsskoðana starfsmanna, sbr. III. kafla reglugerðar þessarar, sýna að slíkt sé nauðsynlegt. Þegar atvinnurekandi telur ekki líkur á að starfsemi hafi í för með sér áhættu vegna ljósgeislunar skal hann færa rök fyrir því í almennu áhættumati fyrirtækis eða stofnunar.

5. gr.

Áætlun um heilsuvernd.

Atvinnurekandi skal gera og fylgja eftir áætlun um heilsuvernd, þar á meðal áætlun um forvarnir, þar sem tekið er tillit til tækniframfara og tiltækra ráðstafana sem eru til þess fallnar að koma í veg fyrir áhættu af álagi vegna tilbúinnar ljósgeislunar við upptök hennar. Þegar ekki er tæknilega unnt að koma í veg fyrir áhættu af álagi vegna tilbúinnar ljósgeislunar skal dregið úr henni eins og kostur er eða henni haldið í lágmarki.

Ef áhættumat skv. 4. gr. reglugerðar þessarar fyrir starfsmenn sem verða fyrir ljósgeislun frá tilbúnum ljósgeislunargjöfum, gefur til kynna að álag vegna ljósgeislunar kunni að fara yfir viðmiðunarmörk skv. I. eða II. viðauka, skal atvinnurekandi fylgja aðgerðaáætlun, sem tekur til tæknilegra

ráðstafana og/eða skipulagslegra ráðstafana sem ætlað er að koma í veg fyrir að álag vegna ljósgeislunar fari yfir viðmiðunarmörk. Einkum skal taka tillit til:

- a. annarra starfsaðferða sem draga úr áhættu vegna ljósgeislunar,
- b. þess að valinn sé viðeigandi búnaður til vinnu sem sendir frá sér minni ljósgeislun með tilliti til verksins sem á að vinna,
- c. tæknilegra ráðstafana til að draga úr útsendri ljósgeislun og notkunar samlæsinga, hlífa eða sambærilegs öryggisbúnaðar ef nauðsyn krefur,
- d. viðeigandi viðhaldsáætlana fyrir vinnutæki, vinnustaði og vinnustöðvakerfi,
- e. hönnunar og uppbyggingar vinnustaða og vinnustöðva,
- f. takmörkunar á þeim tíma sem álag vegna tilbúinnar ljósgeislunar stendur yfir og þess hve mikið það er,
- g. þess hvort viðeigandi persónuhlífar standa til boða og
- h. leiðbeininga frá framleiðendum búnaðarins sé hann í samræmi við gildandi lög og reglugerðir.

Ef álag vegna ljósgeislunar frá tilbúnum ljósgeislunargjafa fer yfir viðmiðunarmörk skv. I. eða II. viðauka við reglugerð þessa, skal það koma fram með viðeigandi merkingum á vinnustöðum, sbr. reglur nr. 707/1995, um öryggis- og heilbrigðismerki á vinnustöðum. Afmarka skal viðkomandi svæði og takmarka aðgang að þeim sé það tæknilega mögulegt og hætta er á að álag vegna tilbúinnar ljósgeislunar fari yfir viðmiðunarmörk.

Starfsmenn skulu ekki verða fyrir álagi vegna tilbúinnar ljósgeislunar sem er yfir viðmiðunarmörkum. Fari álag yfir viðmiðunarmörk, þrátt fyrir þær ráðstafanir sem atvinnurekandi gerir til að koma í veg fyrir slíkt álag, skal hann tafarlaust gera ráðstafanir til að álag vegna tilbúinnar ljósgeislunar fari undir viðmiðunarmörkin. Fari álag vegna tilbúinnar ljósgeislunar yfir viðmiðunarmörk skv. I. eða II. viðauka við reglugerð þessa skal atvinnurekandi jafnframt breyta áætlun um heilsuvernd skv. 1. mgr. til að koma í veg fyrir að slíkt endurtaki sig og tilgreina í áætluninni ástæðu þess að álag vegna tilbúinnar ljósgeislunar fór yfir mörkin. Við endurskoðun áætlunar um heilsuvernd skal einkum taka tillit til forvarna skv. 2. mgr.

Atvinnurekandi skal laga ráðstafanir samkvæmt ákvæði þessu sérstaklega að þörfum starfsmanna sem eru í sérstökum áhættuhópum hvað varðar álag vegna tilbúinnar ljósgeislunar.

6. gr.

Þjálfun starfsmanna og upplýsingar til þeirra.

Atvinnurekandi skal tryggja að starfsmenn hans, sem við störf sín eiga á hættu að verða fyrir álagi vegna tilbúinnar ljósgeislunar, eða fulltrúar þeirra fái allar nauðsynlegar upplýsingar sem og nægilega og viðeigandi þjálfun sem byggist á áhættumati skv. 4. gr. reglugerðar þessarar, einkum varðandi:

- a. ráðstafanir sem gerðar eru til að draga úr áhættu af álagi vegna tilbúinnar ljósgeislunar,
- b. viðmiðunarmörk fyrir álag vegna ljósgeislunar og hugsanlega áhættu tengda því,
- c. niðurstöður mats, mælinga og/eða útreikninga á umfangi álags vegna tilbúinnar ljósgeislunar skv. 4. gr. reglugerðar þessarar, ásamt skýringu á merkingu þeirra og hugsanlegri áhættu,
- d. hvernig greina skuli áhrif á heilsu af völdum álags vegna ljósgeislunar og hvernig skuli tilkynna um þau,
- e. við hvaða aðstæður starfsmenn eiga rétt á heilsufarsskoðunum skv. III. kafla reglugerðar þessarar,
- f. öruggar starfsvenjur til að halda álagi vegna ljósgeislunar í lágmarki og
- g. rétta notkun á viðeigandi persónuhlífum.

7. gr.

Samráð við starfsmenn.

Atvinnurekandi skal hafa samráð við starfsmenn og/eða fulltrúa þeirra um þau málefni sem reglugerð þessi tekur til, sbr. II. kafla laga nr. 46/1980, um aðbúnað, hollustuhætti og öryggi á

vinnustöðum, með síðari breytingum, og gildandi reglugerð um skipulag og framkvæmd vinnuverndarstarfs á vinnustöðum.

III. KAFLI Heilsufarsskoðanir.

8. gr.

Framkvæmd heilsufarsskoðana.

Þegar áhættumat skv. 4. gr. reglugerðar þessarar gefur til kynna að heilsu og öryggi starfsmanna sé hættu búin skal atvinnurekandi sjá til þess að umræddum starfsmönnum sé boðin heilsufarsskoðun, sbr. 67. gr. laga nr. 46/1980, um aðbúnað, hollustuhætti og öryggi á vinnustöðum, með síðari breytingum.

Starfsmenn sem kunna að verða fyrir álagi vegna tilbúinnar ljósgeislunar yfir viðmiðunarmörkum skv. I. eða II. viðauka við reglugerð þessa, þrátt fyrir ráðstafanir sem atvinnurekandi gerir til að koma í veg fyrir slíkt álag, skulu, auk heilsufarsskoðunar skv. 1. mgr., jafnframt eiga rétt á lækni-skoðun.

Heilsufarsskoðanir samkvæmt ákvæði þessu skulu vera í höndum heilbrigðisstarfsmanna.

Sá sem annast heilsufarsskoðanir starfsmanna skal varðveita skrá um heilsufar hvers starfsmanns sem gengst undir heilsufarsskoðun, þar á meðal lækni-skoðun þegar það á við, samkvæmt ákvæði þessu og skal skráin uppfærð við hverja skoðun. Í skrá um heilsufar skulu teknar saman niðurstöður úr heilsufarsskoðun. Um frágang og meðferð heilsufarsskrár fer samkvæmt gildandi reglugerð um sjúkraskrár og skýrslugerð varðandi heilbrigðismál. Hlutaðeigandi starfsmaður skal hafa aðgang að skrá um heilsufar sitt óski hann eftir því. Atvinnurekandi skal gera viðeigandi ráðstafanir til að tryggja að læknir, sérfræðingur í atvinnusjúkdómum eða heilbrigðisyfirvöld sem annast eða hafa umsjón með heilsufarsskoðunum hafi aðgang að niðurstöðum áhættumats skv. 4. gr. reglugerðar þessarar ef slíkar niðurstöður kynnu að skipta máli varðandi heilsufarsskoðanir.

Atvinnurekandi skal bera kostnað vegna heilsufarsskoðana starfsmanna, þar á meðal lækni-skoðana, samkvæmt ákvæði þessu.

9. gr.

Niðurstöður heilsufarsskoðana.

Leiði heilsufarsskoðun skv. 8. gr. reglugerðar þessarar í ljós greinanlegan sjúkdóm hjá starfsmanni eða skaðleg áhrif á heilsu hans sem að mati lækni eða sérfræðings í atvinnusjúkdómum eru afleiðingar álags frá tilbúinni ljósgeislun á vinnustað skal starfsmaðurinn eiga rétt á lækni-skoðun.

Þegar farið er yfir viðmiðunarmörk, sbr. 2. mgr. 8. gr. reglugerðar þessarar, eða skaðleg áhrif á heilsu greinast, þ.m.t. sjúkdómar, sbr. 1. mgr., skal sá sem annast skoðunina:

- a. greina viðkomandi starfsmanni frá niðurstöðum sem varða hann sjálfan. Skal starfsmaðurinn einkum fá upplýsingar og leiðbeiningar um hvers konar heilsufarsskoðanir hann skuli gangast undir eftir að álagi vegna ljósgeislunar lýkur og
- b. gefa hlutaðeigandi atvinnurekanda upplýsingar um niðurstöðu heilsufarsskoðunarinnar, að teknu tilliti til þagnarskyldu heilbrigðisstarfsmanna.

Komi upp tilvik skv. 1. mgr. skal atvinnurekandi:

- a. endurskoða áhættumat skv. 4. gr. reglugerðar þessarar,
- b. endurskoða áætlun um heilsuvernd, þar á meðal áætlun um forvarnir, sbr. 5. gr. reglugerðar þessarar,
- c. taka til greina ráðleggingar viðurkenndra þjónustuaðila, sbr. 66. gr. a laga nr. 46/1980, um aðbúnað, hollustuhætti og öryggi á vinnustöðum, með síðari breytingum, þar á meðal þess aðila sem annaðist umrædda heilsufarsskoðun, eða Vinnueftirlits ríkisins við framkvæmd hvers konar nauðsynlegra ráðstafana til að útiloka eða draga úr áhættu, sbr. 5. gr. reglugerðar þessarar, þar á meðal hvort unnt sé að fá viðkomandi starfsmanni annað starf þar sem ekki er hættu á frekara álagi vegna ljósgeislunar og
- d. sjá til þess að heilsufarsskoðanir fari áfram fram og að aðrir starfsmenn sem hafa starfað við sambærilegar aðstæður gangist undir heilsufarsskoðun.

Sá sem annast heilsufarsskoðun skal tilkynna Vinnueftirliti ríkisins um niðurstöðuna þegar um er að ræða atvinnusjúkdóm, atvinnutengdan sjúkdóm eða ef viðkomandi starfsmaður hefur orðið fyrir öðrum skaðlegum áhrifum vegna starfa sinna, sbr. 3. mgr. 79. gr. laga nr. 46/1980, um aðbúnað, hollustuhætti og öryggi á vinnustöðum, með síðari breytingum.

Atvinnurekandi skal bera kostnað vegna læknisskoðana starfsmanna samkvæmt ákvæði þessu.

IV. KAFLI

Ýmis ákvæði.

10. gr.

Eftirlit.

Vinnueftirlit ríkisins hefur eftirlit með framkvæmd reglugerðar þessarar, sbr. 82. gr. laga nr. 46/1980, um aðbúnað, hollustuhætti og öryggi á vinnustöðum, með síðari breytingum.

11. gr.

Kæruheimild.

Heimilt er að kæra ákvarðanir Vinnueftirlits ríkisins sem teknar eru á grundvelli reglugerðar þessarar til velferðarráðuneytis innan þriggja mánaða frá því aðila máls var tilkynnt um ákvörðunina, sbr. 98. gr. laga nr. 46/1980, um aðbúnað, hollustuhætti og öryggi á vinnustöðum, með síðari breytingum.

12. gr.

Viðurlög.

Brot á ákvæðum reglugerðar þessarar geta varðað við ákvæði 99. gr. laga nr. 46/1980, um aðbúnað, hollustuhætti og öryggi á vinnustöðum, með síðari breytingum.

13. gr.

Gildistaka.

Reglugerð þessi er sett samkvæmt heimild í 14. gr., a-, c- og d-lið 38. gr., 65. gr., 65. gr. a, 66. gr., 67. gr. og 79. gr. laga nr. 46/1980, um aðbúnað, hollustuhætti og öryggi á vinnustöðum, með síðari breytingum, að fenginni umsögn stjórnar Vinnueftirlits ríkisins og landlæknis, til innleiðingar á tilskipun nr. 2006/25/EB, um lágmarkskröfur um heilbrigði og öryggi að því er varðar áhættu starfsmanna vegna váhrifa eðlisfræðilegra áhrifavalda (tilbúinnar ljósgeislunar) (nítjándi sértilskipun í skilningi 1. mgr. 16. gr. tilskipunar nr. 89/391/EBE), sem vísað er til í lið 16je, XVIII. viðauka samningsins um Evrópska efnahagsvæðið eins og honum var breytt með ákvörðun sameiginlegu EES-nefndarinnar, nr. 123/2007.

Reglugerð þessi öðlast þegar gildi.

Velferðarráðuneytinu, 7. febrúar 2011.

Guðbjartur Hannesson.

Bjarnheiður Gautadóttir.

I. VIÐAUKI

Ósamfasa ljósgeislun.

Heimilt er að ákvarða viðeigandi, eðlisfræðileg gildi fyrir álag vegna ljósgeislunar með þeim formúlum sem settar eru fram hér á eftir. Formúlurnar sem skal nota ráðast af því sviði geislunar sem gjafinn sendir frá sér og niðurstöðurnar skal bera saman við samsvarandi viðmiðunarmörk fyrir álag vegna ósamfasa ljósgeislunar sem eru tilgreind í töflu 1.1. Fleiri en eitt gildi fyrir álag vegna ljósgeislunar og samsvarandi viðmiðunarmörk fyrir álag vegna ljósgeislunar geta átt við tiltekinn ljósgeislunargjafa.

Staflíðirnir a) til o) vísa til samsvarandi raða í töflu 1.1.

- a)
$$H_{\text{eff}} = \int_0^t \int_{\lambda = 180 \text{ nm}}^{\lambda = 400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda \cdot dt$$
 (H_{eff} á aðeins við á sviðinu 180 til 400 nm)
- b)
$$H_{\text{UVA}} = \int_0^t \int_{\lambda = 315 \text{ nm}}^{\lambda = 400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$$
 (H_{UVA} á aðeins við á sviðinu 315 til 400 nm)
- c), d)
$$L_B = \int_{\lambda = 300 \text{ nm}}^{\lambda = 700 \text{ nm}} L_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$$
 (L_B á aðeins við á sviðinu 300 til 700 nm)
- e), f)
$$E_B = \int_{\lambda = 300 \text{ nm}}^{\lambda = 700 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$$
 (E_B á aðeins við á sviðinu 300 til 700 nm)
- g) til l)
$$L_R = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda}(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot d\lambda$$
 (Sjá töflu 1.1 fyrir viðeigandi gildi fyrir λ_1 og λ_2)
- m), n)
$$E_{\text{IR}} = \int_{\lambda = 780 \text{ nm}}^{\lambda = 3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot d\lambda$$
 (E_{IR} á aðeins við á sviðinu 780 til 3.000 nm)
- o)
$$H_{\text{skin}} = \int_0^t \int_{\lambda = 380 \text{ nm}}^{\lambda = 3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$$
 (H_{skin} á aðeins við á sviðinu 380 til 3.000 nm)

Í þessum viðauka geta eftirfarandi ták og notkun á afmörkuðum gildum, eins og fram kemur í eftirfarandi töflum, komið í stað framangreindra formúlna:

- a)
$$E_{\text{eff}} = \sum_{\lambda = 180 \text{ nm}}^{\lambda = 400 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$
 og $H_{\text{eff}} = E_{\text{eff}} \cdot \Delta t$
- b)
$$E_{\text{UVA}} = \sum_{\lambda = 315 \text{ nm}}^{\lambda = 400 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$$
 og $H_{\text{UVA}} = E_{\text{UVA}} \cdot \Delta t$
- c), d)
$$L_B = \sum_{\lambda = 300 \text{ nm}}^{\lambda = 700 \text{ nm}} L_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$
- e), f)
$$E_B = \sum_{\lambda = 300 \text{ nm}}^{\lambda = 700 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$
- g) til l)
$$L_R = \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda} \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$
 (Sjá töflu 1.1 vegna viðeigandi gilda fyrir λ_1 og λ_2)
- m), n)
$$E_{\text{IR}} = \sum_{\lambda = 780 \text{ nm}}^{\lambda = 3000 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$$
- o)
$$E_{\text{skin}} = \sum_{\lambda = 380 \text{ nm}}^{\lambda = 3000 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$$
 og $H_{\text{skin}} = E_{\text{skin}} \cdot \Delta t$

Athugasemdir:

- $E_{\lambda}(\lambda, t)$, E_{λ} *róflegur ágeislunarstyrkur eða rófleg aflþéttni:* geislunarafl á flatareiningu, tilgreint í vöttum á fermetra á nanómetra [$\text{W m}^{-2} \text{nm}^{-1}$]; gildin fyrir $E_{\lambda}(\lambda, t)$ og E_{λ} eru fengin með mælingum eða frá framleiðanda búnaðarins;
- E_{eff} *virkur ágeislunarstyrkur (UV-svið):* reiknaður ágeislunarstyrkur á útfjólubláa bylgjulengdarsviðinu 180 til 400 nm, litrófsveginn með $S(\lambda)$, tilgreindur í vöttum á fermetra [W m^{-2}];
- H *geislunarálág:* tegrið fyrir ágeislunarstyrkinn sem fall af tíma, tilgreint í júlum á fermetra [J m^{-2}];
- H_{eff} *virkt geislunarálág:* geislunarálág, litrófsvegið með $S(\lambda)$, tilgreint í júlum á fermetra [J m^{-2}];
- E_{UVA} *heildarágeislunarstyrkur (UVA):* reiknaður ágeislunarstyrkur innan UVA-bylgjulengdarsviðsins 315 til 400 nm, tilgreindur í vöttum á fermetra [W m^{-2}];
- H_{UVA} *geislunarálág:* tegrið fyrir tíma og bylgjulengd eða summa ágeislunarstyrks innan UVA-bylgjulengdarinnar 315 til 400 nm, tilgreint í júlum á fermetra [J m^{-2}];
- $S(\lambda)$ *litrófsvægi:* tillit er tekið til þess að áhrif útfjólublárrar geislunar á heilbrigði augna og húðar eru háð bylgjulengd, (tafla 1.2) [án mælividdar];
- $t, \Delta t$ *tími, lengd álags vegna ljósgeislunar:* tilgreint í sekúndum [s];
- λ *bylgjulengd:* tilgreind í nanómetrum [nm];
- $\Delta \lambda$ *bandbreidd:* tilgreind í nanómetrum [nm], bil notuð til útreikninga eða mælinga;
- $L_{\lambda}(\lambda)$, L_{λ} *róflegur geislunarljómi gjafa:* tilgreindur í vöttum á fermetra á steradíana á nanómetra [$\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1} \text{nm}^{-1}$];
- $R(\lambda)$ *róflegt vægi:* tillit er tekið til þess að varmaskaði á auga af völdum sýnilegrar geislunar og IR-A-geislunar er háður bylgjulengdinni (tafla 1.3) [án mælividdar];
- L_R *virkur geislunarljómi (varmaskaði):* reiknaður geislunarljómi, litrófsveginn með $R(\lambda)$, tilgreindur í vöttum á fermetra á steradíana [$\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$];
- $B(\lambda)$ *litrófsvægi:* tillit er tekið til þess að ljósefnavirkur skaði á auga af völdum geislunar frá blárrí ljósgeislun er háður bylgjulengd (tafla 1.3) [án mælividdar];
- L_B *virkur geislunarljómi (blátt ljós):* reiknaður geislunarljómi, litrófsveginn með $B(\lambda)$, tilgreindur í vöttum á fermetra á steradíana [$\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$];
- E_B *virkur ágeislunarstyrkur (blátt ljós):* reiknaður ágeislunarstyrkur, litrófsveginn með $B(\lambda)$, tilgreindur í vöttum á fermetra [W m^{-2}];
- E_{IR} *heildarágeislunarstyrkur (varmaskaði):* reiknaður ágeislunarstyrkur innan innrauða bylgjulengdarsviðsins 780–3.000 nm, tilgreindur í vöttum á fermetra [W m^{-2}];
- E_{skin} *heildarágeislunarstyrkur (sýnileg geislun, IR-A- og IR-B-geislun):* reiknaður ágeislunarstyrkur innan sýnilega og innrauða bylgjulengdarsviðsins 380 nm til 3.000 nm, tilgreindur í vöttum á fermetra [W m^{-2}];
- H_{skin} *geislunarálág:* tegrið fyrir tíma og bylgjulengd eða summa ágeislunarstyrksins innan sýnilega og innrauða bylgjulengdarsviðsins 380–3.000 nm, tilgreint í júlum á fermetra [J m^{-2}];
- α *spannhorn:* hornið sem sýndargjafi spannar, séð frá tilteknum punkti í rúmi, tilgreint í milliradíönnum (mrad). Sýndargjafi er raunverulegur eða óáþreifanlegur hlutur sem myndar minnstu mögulegu mynd á sjónhimnunni.

Tafla 1.1
Viðmiðunarmörk fyrir álag frá ósamfasa ljóseislun.

| L-ykill | Bylgjulengd nm | Viðmiðunarmörk fyrir álag | Einingar | Athugasemd | Líkamshluti | Hæta |
|---------|--|--|--|--|---|---|
| a. | 180–400 (UVA, UVB og UVC) | $H_{\text{eff}} = 30$ 8 klukkustundir á dag | $[J\ m^{-2}]$ | | hornhimna auga slímhúð augans augasteinn húð | ljósglærubólga (photokeratitis) tárubólga (conjunctivitis) dremmyndun (cataractogenesis) hörundsroði (erythema) teygjuvefshignun (elastosis) húðkrabbamein (skin cancer) |
| b. | 315–400 (UVA) | $H_{\text{UVA}} = 10^4$ 8 klukkustundir á dag | $[J\ m^{-2}]$ | | augasteinn | dremmyndun (cataractogenesis) |
| c. | 300–700 (Blátt ljós) <i>sjá 1. aths.</i> | $L_B = \frac{10^4}{t}$ fyrir $t \leq 10.000\ s$ | $L_B: [W\ m^{-2}\ sr^{-1}]$ t: [sekúndur] | fyrir $\alpha \geq 11\ mrad$ | | |
| | | | $[W\ m^{-2}\ sr^{-1}]$ | | | |
| d. | 300–700 (Blátt ljós) <i>sjá 1. aths.</i> | $L_B = 100$ fyrir $t > 10.000\ s$ | $E_B: [W\ m^{-2}]$ t: [sekúndur] | fyrir $\alpha < 11\ mrad$ <i>sjá 2. aths.</i> | sjónhimna augans | ljóssjónubólga (photoretinitis) |
| | | | $[W\ m^{-2}]$ | | | |
| e. | 300–700 (Blátt ljós) <i>sjá 1. aths.</i> | $E_B = \frac{160}{t}$ fyrir $t \leq 10.000\ s$ | $E_B: [W\ m^{-2}]$ t: [sekúndur] | fyrir $\alpha < 11\ mrad$ <i>sjá 2. aths.</i> | sjónhimna augans | ljóssjónubólga (photoretinitis) |
| | | | $[W\ m^{-2}]$ | | | |
| f. | 300–700 (Blátt ljós) <i>sjá 1. aths.</i> | $E_B = 0,01$ fyrir $t > 10.000\ s$ | $[W\ m^{-2}]$ | fyrir $\alpha < 11\ mrad$ <i>sjá 2. aths.</i> | sjónhimna augans | ljóssjónubólga (photoretinitis) |
| | | | $[W\ m^{-2}]$ | | | |

| Lykill | Bylgjulengd nm | Víðmiðunarmörk fyrir álag | Einingar | Athugasemd | Líkamshluti | Hætta |
|--------|--|--|--|--|--------------------------------|---------------------------------|
| g. | 380–1.400 (Sýnileg geislun og IR-A-geislun) | $L_R = \frac{2,8 \cdot 10^7}{C_a}$ fyrir $t > 10$ s | [W m ⁻² sr ⁻¹] | $C_a = 1,7$ fyrir $\alpha \leq 1,7$ mrad $C_a = \alpha$ fyrir $1,7 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_a = 100$ fyrir $\alpha > 100$ mrad $\lambda_1 = 380; \lambda_2 = 1.400$ | sjónhimna augans | bruni á sjónhimnu |
| h. | 380–1.400 (Sýnileg geislun og IR-A-geislun) | $L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_a t^{0,25}}$ fyrir $10 \mu s \leq t \leq 10$ s | $L_R: [W m^{-2} sr^{-1}]$ t: [sekúndur] | | | |
| i. | 380–1.400 (Sýnileg geislun og IR-A-geislun) | $L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_a}$ fyrir $t < 10 \mu s$ | [W m ⁻² sr ⁻¹] | | | |
| j. | 780–1.400 (IR-A-geislun) | $L_R = \frac{6 \cdot 10^6}{C_a}$ fyrir $t > 10$ s | [W m ⁻² sr ⁻¹] | $C_a = 11$ fyrir $\alpha \leq 11$ mrad $C_a = \alpha$ fyrir $11 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_a = 100$ fyrir $\alpha > 100$ mrad (sjónsvið mælingar: 11 mrad) $\lambda_1 = 780; \lambda_2 = 1.400$ | sjónhimna augans | bruni á sjónhimnu |
| k. | 780–1.400 (IR-A-geislun) | $L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_a t^{0,25}}$ fyrir $10 \mu s \leq t \leq 10$ s | $L_R: [W m^{-2} sr^{-1}]$ t: [sekúndur] | | | |
| l. | 780–1.400 (IR-A-geislun) | $L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_a}$ fyrir $t < 10 \mu s$ | [W m ⁻² sr ⁻¹] | | | |
| m. | 780–3.000 (IR-A-geislun og IR-B-geislun) | $E_{IR} = 18.000 t^{-0,75}$ fyrir $t \leq 1.000$ s | E: [W m ⁻²] t: [sekúndur] | | hornhimna augans augasteinn | bruni á hornhimnu dremmyndun |
| n. | 780–3.000 (IR-A-geislun og IR-B-geislun) | $E_{IR} = 100$ fyrir $t > 1.000$ s | [W m ⁻²] | | | |

| L-ykill | Bylgjulengd nm | Viðmiðunarmörk fyrir álag | Einingar | Athugasemd | Líkamshluti | Hættu |
|---------|--|--|------------------------------------|------------|-------------|-------|
| o. | 380–3.000 (Sýnileg geislun, IR-A-geislun og IR-B-geislun) | $H_{skin} = 20.000 t^{0,25}$ fyrir $t < 10$ s | H: [$J m^{-2}$] t: [sekúndur] | | húð | brúni |

1. athugasemd: Bilið 300–700 nm nær yfir hluta UVB-geislunar, alla UVA-geislun og mestan hluta sýnilegrar geislunar; hættan sem tengist þessu er almennt nefnd „blátt ljós“. Strangt til tekið nær blátt ljós þó aðeins u.p.b. yfir bilið 400–490 nm.

2. athugasemd: Fyrir stöðuga sjónbeitingu á mjög smáa gjafa með spennhorn < 11 mrad, má umbreyta L_B í E_B . Þetta á yfirleitt eingingu við um tæki til augnlækninga eða stóðgað auga í svæfingu. Hámarks tíminn, sem augað getur starað, er fundinn með: $t_{max} = 100/E_B$ þar sem E_B er tilgreint í $W m^{-2}$. Vegna hreyfinga augna þegar sjóninni er beitt á eðlilegan hátt fer þetta ekki yfir 100 s.

Tafla 1.2
S (λ) [án mælivíddar], 180–400 nm.

| λ í nm | S (λ) | λ í nm | S (λ) | λ í nm | S (λ) | λ í nm | S (λ) | λ í nm | S (λ) |
|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 180 | 0,0120 | 228 | 0,1737 | 276 | 0,9434 | 324 | 0,000520 | 372 | 0,000086 |
| 181 | 0,0126 | 229 | 0,1819 | 277 | 0,9272 | 325 | 0,000500 | 373 | 0,000083 |
| 182 | 0,0132 | 230 | 0,1900 | 278 | 0,9112 | 326 | 0,000479 | 374 | 0,000080 |
| 183 | 0,0138 | 231 | 0,1995 | 279 | 0,8954 | 327 | 0,000459 | 375 | 0,000077 |
| 184 | 0,0144 | 232 | 0,2089 | 280 | 0,8800 | 328 | 0,000440 | 376 | 0,000074 |
| 185 | 0,0151 | 233 | 0,2188 | 281 | 0,8568 | 329 | 0,000425 | 377 | 0,000072 |
| 186 | 0,0158 | 234 | 0,2292 | 282 | 0,8342 | 330 | 0,000410 | 378 | 0,000069 |
| 187 | 0,0166 | 235 | 0,2400 | 283 | 0,8122 | 331 | 0,000396 | 379 | 0,000066 |
| 188 | 0,0173 | 236 | 0,2510 | 284 | 0,7908 | 332 | 0,000383 | 380 | 0,000064 |
| 189 | 0,0181 | 237 | 0,2624 | 285 | 0,7700 | 333 | 0,000370 | 381 | 0,000062 |
| 190 | 0,0190 | 238 | 0,2744 | 286 | 0,7420 | 334 | 0,000355 | 382 | 0,000059 |
| 191 | 0,0199 | 239 | 0,2869 | 287 | 0,7151 | 335 | 0,000340 | 383 | 0,000057 |
| 192 | 0,0208 | 240 | 0,3000 | 288 | 0,6891 | 336 | 0,000327 | 384 | 0,000055 |
| 193 | 0,0218 | 241 | 0,3111 | 289 | 0,6641 | 337 | 0,000315 | 385 | 0,000053 |
| 194 | 0,0228 | 242 | 0,3227 | 290 | 0,6400 | 338 | 0,000303 | 386 | 0,000051 |
| 195 | 0,0239 | 243 | 0,3347 | 291 | 0,6186 | 339 | 0,000291 | 387 | 0,000049 |
| 196 | 0,0250 | 244 | 0,3471 | 292 | 0,5980 | 340 | 0,000280 | 388 | 0,000047 |
| 197 | 0,0262 | 245 | 0,3600 | 293 | 0,5780 | 341 | 0,000271 | 389 | 0,000046 |
| 198 | 0,0274 | 246 | 0,3730 | 294 | 0,5587 | 342 | 0,000263 | 390 | 0,000044 |
| 199 | 0,0287 | 247 | 0,3865 | 295 | 0,5400 | 343 | 0,000255 | 391 | 0,000042 |
| 200 | 0,0300 | 248 | 0,4005 | 296 | 0,4984 | 344 | 0,000248 | 392 | 0,000041 |
| 201 | 0,0334 | 249 | 0,4150 | 297 | 0,4600 | 345 | 0,000240 | 393 | 0,000039 |
| 202 | 0,0371 | 250 | 0,4300 | 298 | 0,3989 | 346 | 0,000231 | 394 | 0,000037 |
| 203 | 0,0412 | 251 | 0,4465 | 299 | 0,3459 | 347 | 0,000223 | 395 | 0,000036 |
| 204 | 0,0459 | 252 | 0,4637 | 300 | 0,3000 | 348 | 0,000215 | 396 | 0,000035 |
| 205 | 0,0510 | 253 | 0,4815 | 301 | 0,2210 | 349 | 0,000207 | 397 | 0,000033 |
| 206 | 0,0551 | 254 | 0,5000 | 302 | 0,1629 | 350 | 0,000200 | 398 | 0,000032 |
| 207 | 0,0595 | 255 | 0,5200 | 303 | 0,1200 | 351 | 0,000191 | 399 | 0,000031 |
| 208 | 0,0643 | 256 | 0,5437 | 304 | 0,0849 | 352 | 0,000183 | 400 | 0,000030 |
| 209 | 0,0694 | 257 | 0,5685 | 305 | 0,0600 | 353 | 0,000175 | | |
| 210 | 0,0750 | 258 | 0,5945 | 306 | 0,0454 | 354 | 0,000167 | | |
| 211 | 0,0786 | 259 | 0,6216 | 307 | 0,0344 | 355 | 0,000160 | | |
| 212 | 0,0824 | 260 | 0,6500 | 308 | 0,0260 | 356 | 0,000153 | | |
| 213 | 0,0864 | 261 | 0,6792 | 309 | 0,0197 | 357 | 0,000147 | | |
| 214 | 0,0906 | 262 | 0,7098 | 310 | 0,0150 | 358 | 0,000141 | | |
| 215 | 0,0950 | 263 | 0,7417 | 311 | 0,0111 | 359 | 0,000136 | | |
| 216 | 0,0995 | 264 | 0,7751 | 312 | 0,0081 | 360 | 0,000130 | | |
| 217 | 0,1043 | 265 | 0,8100 | 313 | 0,0060 | 361 | 0,000126 | | |
| 218 | 0,1093 | 266 | 0,8449 | 314 | 0,0042 | 362 | 0,000122 | | |
| 219 | 0,1145 | 267 | 0,8812 | 315 | 0,0030 | 363 | 0,000118 | | |
| 220 | 0,1200 | 268 | 0,9192 | 316 | 0,0024 | 364 | 0,000114 | | |
| 221 | 0,1257 | 269 | 0,9587 | 317 | 0,0020 | 365 | 0,000110 | | |
| 222 | 0,1316 | 270 | 1,0000 | 318 | 0,0016 | 366 | 0,000106 | | |
| 223 | 0,1378 | 271 | 0,9919 | 319 | 0,0012 | 367 | 0,000103 | | |
| 224 | 0,1444 | 272 | 0,9838 | 320 | 0,0010 | 368 | 0,000099 | | |
| 225 | 0,1500 | 273 | 0,9758 | 321 | 0,000819 | 369 | 0,000096 | | |
| 226 | 0,1583 | 274 | 0,9679 | 322 | 0,000670 | 370 | 0,000093 | | |
| 227 | 0,1658 | 275 | 0,9600 | 323 | 0,000540 | 371 | 0,000090 | | |

Tafla 1.3
B (λ), R (λ) [án mælivíddar], 380–1.400 nm.

| λ í nm | B (λ) | R (λ) |
|------------------------------|-----------------------------------|--|
| $300 \leq \lambda < 380$ | 0,01 | — |
| 380 | 0,01 | 0,1 |
| 385 | 0,013 | 0,13 |
| 390 | 0,025 | 0,25 |
| 395 | 0,05 | 0,5 |
| 400 | 0,1 | 1 |
| 405 | 0,2 | 2 |
| 410 | 0,4 | 4 |
| 415 | 0,8 | 8 |
| 420 | 0,9 | 9 |
| 425 | 0,95 | 9,5 |
| 430 | 0,98 | 9,8 |
| 435 | 1 | 10 |
| 440 | 1 | 10 |
| 445 | 0,97 | 9,7 |
| 450 | 0,94 | 9,4 |
| 455 | 0,9 | 9 |
| 460 | 0,8 | 8 |
| 465 | 0,7 | 7 |
| 470 | 0,62 | 6,2 |
| 475 | 0,55 | 5,5 |
| 480 | 0,45 | 4,5 |
| 485 | 0,32 | 3,2 |
| 490 | 0,22 | 2,2 |
| 495 | 0,16 | 1,6 |
| 500 | 0,1 | 1 |
| $500 < \lambda \leq 600$ | $10^{0,02 \cdot (450 - \lambda)}$ | 1 |
| $600 < \lambda \leq 700$ | 0,001 | 1 |
| $700 < \lambda \leq 1.050$ | — | $10^{0,002 \cdot (700 - \lambda)}$ |
| $1.050 < \lambda \leq 1.150$ | — | 0,2 |
| $1.150 < \lambda \leq 1.200$ | — | $0,2 \cdot 10^{0,02 \cdot (1150 - \lambda)}$ |
| $1.200 < \lambda \leq 1.400$ | — | 0,02 |

II. VIÐAUKI

Ljósgeislun frá leysi.

Heimilt er að ákvarða viðeigandi, eðlislíffræðileg gildi fyrir álag vegna ljósgeislunar frá leysi með þeim formúlum sem settar eru fram hér á eftir. Formúlurnar sem skal nota ráðast af bylgjulengd og því hversu lengi geislunin varir sem gjafinn sendir frá sér og niðurstöðurnar skulu bornar saman við samsvarandi viðmiðunarmörk fyrir álag vegna ljósgeislunar frá leysi sem eru tilgreind í töflum 2.2–2.4. Fleiri en eitt gildi fyrir álag vegna ljósgeislunar og samsvarandi viðmiðunarmörk fyrir álag vegna ljósgeislunar geta átt við tiltekinn gjafa ljósgeislunar frá leysi.

Reiknistuðlar sem eru notaðir til útreikninga í töflum 2.2–2.4 eru tilgreindir í töflu 2.5 og leiðréttingar fyrir endurtekið álag vegna ljósgeislunar frá leysi eru tilgreindar í töflu 2.6.

$$E = \frac{dP}{dA} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$$

$$H = \int_0^t E(t) \cdot dt \text{ [J m}^{-2}\text{]}$$

Athugasemdir:

| | |
|----------------|---|
| dP | <i>afl</i> : tilgreint í vöttum [W]; |
| dA | <i>yfirborð</i> : tilgreint í fermetrum [m ²]; |
| E (t), E | <i>ágeislunarstyrkur eða aflþéttni</i> : geislunarafli á flatareiningu, almennt tilgreint í vöttum á fermetra [W m ⁻²]. Gildi fyrir E(t), E eru fengin með mælingum eða frá framleiðanda búnaðarins; |
| H | <i>geislunarálag</i> : tegrið fyrir ágeislunarstyrkinn sem fall af tímanum, tilgreint í júlum á fermetra [J m ⁻²]; |
| t | <i>tími, lengd álags vegna ljósgeislunar vegna ljósgeislunar frá leysi</i> : tilgreint í sekúndum [s]; |
| λ | <i>bylgjulengd</i> : tilgreind í nanómetrum [nm]; |
| γ | <i>takmarkað keiluhorn fyrir mælisviðið</i> : tilgreint í milliradíönum [mrad]; |
| γ _m | <i>mælisvið</i> : tilgreint í milliradíönum [mrad]; |
| α | <i>spannhorn gjafa</i> : tilgreint í milliradíönum [mrad]; <i>takmarkað ljósop</i> : hringlaga svæði þar sem ágeislunarstyrkur og geislunarálag mælist í meðallagi; |
| G | <i>tegraður geislunarljómi</i> : tegrið fyrir geislunarljómann í tilgreindan álagstíma, tilgreint sem geislunarorka á flatareiningu á geislandi yfirborði á rúmhornseiningu geislunar, tilgreint í júlum á fermetra á steradíana [J m ⁻² sr ⁻¹]. |

Tafla 2.1
Geislunarhætta.

| Bylgjulengd [nm] λ | Geislunarsvið | Líffæri sem verður fyrir áhrifum | Hætta | Tafla yfir viðmiðunarmörk fyrir álag vegna ljósgeislunar frá leysi |
|-------------------------------|---------------|----------------------------------|------------------------------------|--|
| 180–400 | UV | auga | ljósefnavirkur skaði og varmaskaði | 2.2, 2.3 |
| 180–400 | UV | húð | hörundsroði | 2.4 |
| 400–700 | sýnileg | auga | skaði á sjónhimnu | 2.2 |
| 400–600 | sýnileg | auga | ljósefnavirkur skaði | 2.3 |
| 400–700 | sýnileg | húð | varmaskaði | 2.4 |
| 700–1.400 | IR-A | auga | varmaskaði | 2.2, 2.3 |
| 700–1.400 | IR-A | húð | varmaskaði | 2.4 |
| 1.400–2.600 | IR-B | auga | varmaskaði | 2.2 |
| 2.600–10 ⁶ | IR-C | auga | varmaskaði | 2.2 |
| 1.400–10 ⁶ | IR-B, IR-C | auga | varmaskaði | 2.3 |
| 1.400–10 ⁶ | IR-B, IR-C | húð | varmaskaði | 2.4 |

Tafla 2.2
Viðmiðunarmörk fyrir álag frá leysi á auga – stuttur álagstími < 10 s.

| Bylgjulengd ^f (nm) | Lengd (s) | | | |
|-------------------------------|--------------------------------------|---|---|--|
| | 10 ⁻¹³ -10 ⁻¹¹ | 10 ⁻¹¹ -10 ⁻⁹ | 10 ⁻⁹ -10 ⁻⁷ | 10 ⁻⁷ -1,8·10 ⁻⁵ |
| UVVC | | | H = 30 [J m ⁻²] | 10 ⁻³ -10 ¹ |
| UVB | 180-280 | | H = 40 [J m ⁻²]; eft < 2,6 · 10 ⁻⁹ pá er H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] sjá aths. ^d | |
| | 280-302 | | H = 60 [J m ⁻²]; eft < 1,3 · 10 ⁻⁸ pá er H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] sjá aths. ^d | |
| | 303 | | H = 100 [J m ⁻²]; eft < 1,0 · 10 ⁻⁷ pá er H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] sjá aths. ^d | |
| | 304 | | H = 160 [J m ⁻²]; eft < 6,7 · 10 ⁻⁷ pá er H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] sjá aths. ^d | |
| | 305 | | H = 250 [J m ⁻²]; eft < 4,0 · 10 ⁻⁷ pá er H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] sjá aths. ^d | |
| | 306 | | H = 400 [J m ⁻²]; eft < 2,6 · 10 ⁻⁷ pá er H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] sjá aths. ^d | |
| | 307 | | H = 630 [J m ⁻²]; eft < 1,6 · 10 ⁻⁷ pá er H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] sjá aths. ^d | |
| | 308 | | H = 10 ³ [J m ⁻²]; eft < 1,0 · 10 ⁻³ pá er H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] sjá aths. ^d | |
| | 309 | | H = 1,6 · 10 ³ [J m ⁻²]; eft < 6,7 · 10 ⁻³ pá er H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] sjá aths. ^d | |
| | 310 | | H = 2,5 · 10 ³ [J m ⁻²]; eft < 4,0 · 10 ⁻² pá er H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] sjá aths. ^d | |
| | 311 | | H = 4,0 · 10 ³ [J m ⁻²]; eft < 2,6 · 10 ⁻¹ pá er H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] sjá aths. ^d | |
| | 312 | | H = 6,3 · 10 ³ [J m ⁻²]; eft < 1,6 · 10 ⁰ pá er H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] sjá aths. ^d | |
| | 313 | | H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] | |
| | 314 | | H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] | |
| UVA | | | | |
| Sýnileg og IR-A | 400-700 | H = 1,5 · 10 ⁻⁴ C _E [J m ⁻²] | H = 2,7 · 10 ⁴ t ^{0,75} C _E [J m ⁻²] | H = 5 · 10 ⁻³ C _E [J m ⁻²] H = 18 t ^{0,75} C _E [J m ⁻²] |
| | 700-1.050 | H = 1,5 · 10 ⁻⁴ C _A C _E [J m ⁻²] | H = 2,7 · 10 ⁴ t ^{0,75} C _A C _E [J m ⁻²] | H = 5 · 10 ⁻³ C _A C _E [J m ⁻²] H = 18 · t ^{0,75} C _A C _E [J m ⁻²] |
| | 1.050-1.400 | H = 1,5 · 10 ⁻³ C _C C _E [J m ⁻²] | H = 2,7 · 10 ³ t ^{0,75} C _C C _E [J m ⁻²] | H = 5 · 10 ⁻² C _C C _E [J m ⁻²] H = 90 · t ^{0,75} C _C C _E [J m ⁻²] |
| IR-B og IR-C | 1.400-1.500 | E = 10 ¹² [W m ⁻²] Sjá aths. ^e | | H = 10 ³ [J m ⁻²] H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] |
| | 1.500-1.800 | E = 10 ¹³ [W m ⁻²] Sjá aths. ^e | | H = 10 ⁴ [J m ⁻²] |
| | 1.800-2.600 | E = 10 ¹² [W m ⁻²] Sjá aths. ^e | | H = 10 ³ [J m ⁻²] H = 5,6 · 10 ³ · t ^{0,25} [J m ⁻²] |
| | 2.600-10 ⁶ | E = 10 ¹¹ [W m ⁻²] Sjá aths. ^e | | H = 100 [J m ⁻²] H = 5,6 · 10 ³ · t ^{0,25} [J m ⁻²] |

a Falli bylgjulengd leysisins undir tvönn viðmiðunarmörk gilda strangari mörkin.
 b Ef 1.400 ≤ λ < 10³ nm: þvermál ljósops = 1 mm fyrir t ≤ 0,3 s og 1,5 t^{0,375} mm fyrir 0,3 s < t < 10s, þegar 10⁵ ≤ λ < 10⁶ nm: þvermál ljósops = 11 mm.
 c Vegna skorts á gögnum um þessari pulslengdir mælir Alþjóðaráðið fyrir um varnir gegn ójónandi geislun (ICNIRP) með því að nota 1 ns sem mörk ágeislunarstyrks.
 d Taflan tilgreinir gildi fyrir staka leysipúlsa. Þegar um er að ræða marga leysipúlsa skal leggja saman lengd þeirra púlsa sem eru innan bilansins T_{lim} (tilgreint í töflu 2.6) og setja inn gildi útkomunnar sem t í formúlunni: 5,6 · 10³ · t^{0,25}.

Tafla 2.3
Viðmiðunarmörk fyrir álag frá leysi á auga – langur álagstími ≥ 10 s.

| Bylgjulengd ^a (nm) | Ljósop | Lengd (s) | |
|-------------------------------|---|---|---|
| UVC | | $10^1 - 10^2$ | $10^4 - 3 \cdot 10^4$ |
| | | | $H = 30 [J m^{-2}]$ |
| | | | $H = 40 [J m^{-2}]$ |
| | | | $H = 60 [J m^{-2}]$ |
| | | | $H = 100 [J m^{-2}]$ |
| | | | $H = 160 [J m^{-2}]$ |
| | | | $H = 250 [J m^{-2}]$ |
| | | | $H = 400 [J m^{-2}]$ |
| | | | $H = 630 [J m^{-2}]$ |
| UVB | | | $H = 1,0 \cdot 10^3 [J m^{-2}]$ |
| | | | $H = 1,6 \cdot 10^3 [J m^{-2}]$ |
| | | | $H = 2,5 \cdot 10^3 [J m^{-2}]$ |
| | | | $H = 4,0 \cdot 10^3 [J m^{-2}]$ |
| | | | $H = 6,3 \cdot 10^3 [J m^{-2}]$ |
| UVA | | | $H = 10^4 [J m^{-2}]$ |
| | | | $E = 1 C_B [W m^{-2}]$; ($\gamma = 1,1 t^{0,5} mrad^d$) |
| Synles 400-700 | Ljósfræðilegur skaði ^b á sjónhimnu | $H = 100 C_B [J m^{-2}]$ ($\gamma = 11 mrad^d$) | $E = 1 C_B [W m^{-2}]$ ($\gamma = 110 mrad^d$) |
| | | $ef \alpha < 1,5 mrad$ | $há E = 10 [W m^{-2}]$ |
| | | $ef \alpha > 1,5 mrad$ og $t \leq T_2$ $ef \alpha > 1,5 mrad$ og $t > T_2$ | $há H = 18 C_E t^{0,75} [J m^{-2}]$ $há E = 18 C_E T_2^{-0,25} [W m^{-2}]$ |
| IR-A | Hittaskaði ^b á sjónhimnu | $ef \alpha < 1,5 mrad$ | $há E = 10 C_A C_C [W m^{-2}]$ |
| | | $ef \alpha > 1,5 mrad$ og $t \leq T_2$ $ef \alpha > 1,5 mrad$ og $t > T_2$ | $há H = 18 C_A C_C t^{0,75} [J m^{-2}]$ $há E = 18 C_A C_C T_2^{-0,25} [W m^{-2}]$ (má ekki fara yfir $1.000 W m^{-2}$) |
| IR-B og IR-C | | | $E = 1.000 [W m^{-2}]$ |

a Falli bylgjulengd eða önnur breyta leysis undir tveim viðmiðunarmörk gilda strangari mörkin.
b Fyrir smáa gjafa með spannihorn, sem er 1,5 mrad eða minna, skerðast gildin tvö á E fyrir sýnilega geislun frá 400 nm til 600 nm að varmamörkunum fyrir $10 s \leq t < T_1$ og að ljósefnavirkum mörkum þegar um er að ræða lengri tíma. Fyrir T_1 og T_2 sjá töflu 2.5. Viðmiðunarmörk fyrir ljósefnavirkna skaða á sjónhimnu má einnig tilgreina sem tegríð fyrir geislunartíðmann sem fall $G = 10^6 C_B [J m^{-2} sr^{-1}]$ fyrir $t > 10 s$ að $t = 10.000 s$ og $L = 100 C_B [W m^{-2} sr^{-1}]$ fyrir $t > 10.000 s$. Við mælingar á G og L skal nota γ_m sem svið til að reikna meðaltal. Opinberu mörkin milli sýnilegrar og innrauðrar geislunar eru við 780 nm eins og Alþjóðaljósráðið (CIE) skilgreinir þau. Dálkurinn með heitum bylgjulengdabíla er aðeins til að veita neytandanum betri yfirsýn. (Staðlasamtök Evrópu nota táknitöð L_p)
c Alþjóðarráttækniefnindin og Rafstaðlasamtök Evrópu nota táknitöð L_p .
d Fyrir bylgjulengdina $1.400 - 10^5$ nm; þvermál ljósops = $3,5$ mm; fyrir bylgjulengd $10^5 - 10^6$ nm; þvermál ljósops = 1 mm.
e Við mælingar á álagi vegna ljósgeislunar er γ skilgreint á eftirfarandi hátt: Ef α (spannihorn gjafa) $> \gamma$ (takmarkað keiluhorn, tilgreint í svigum í samsvarandi dálki) skal mælisviðið γ_m hafa gildið γ . (Ef mælisviðið er stærra verður hættan ófimein.)
f Ef $\alpha < \gamma$ verður mælisviðið γ_m að vera nægilega stórt til að ná fylgilega yfir gjafann, en það takmarkast ekki að öðru leyti og má vera stærra en γ .

Tafla 2.4
Víðmiðunarmörk fyrir álag frá leysi á húð.

| Bylgjulengd ^a (nm) | dösoð [J] | Lengd (s) | | | | |
|--|-----------------------|---|------------------------------|---|-------------|--|
| | | $<10^{-9}$ | $10^{-9}-10^{-7}$ | $10^{-7}-10^{-3}$ | 10^1-10^3 | |
| UV (A,B,C) | 180-400 | $E = 3 \cdot 10^{10} [\text{W m}^{-2}]$ | Sömu álagsmörk og fyrir augu | | | |
| Sýmileg geislun og IR-A- geislun | 400-700 | $E = 2 \cdot 10^{11} [\text{W m}^{-2}]$ | H = 200 C _A | H = $1,1 \cdot 10^4 C_A t^{0,25} [\text{J m}^{-2}]$ | | |
| | 700-1.400 | $E = 2 \cdot 10^{11} C_A [\text{W m}^{-2}]$ | [J m ⁻²] | | | |
| IR-B- geislun og IR-C- geislun | 1.400-1.500 | $E = 10^{12} [\text{W m}^{-2}]$ | Sömu álagsmörk og fyrir augu | | | |
| | 1.500-1.800 | $E = 10^{13} [\text{W m}^{-2}]$ | | | | |
| | 1.800-2.600 | $E = 10^{12} [\text{W m}^{-2}]$ | | | | |
| | 2.600-10 ⁶ | $E = 10^{11} [\text{W m}^{-2}]$ | | | | |

a Falli bylgjulengd eða önnur breyta leysis undir tvenn víðmiðunarmörk gilda strangari mörkin.

Tafla 2.5
Leiðréttingarstuðlar og aðrar reiknibreytur sem eru notaðar.

| Breytur samkvæmt ICNIRP | Gilt rófsvið (nm) | Gildi |
|-------------------------|--------------------------------|---|
| C_A | $\lambda < 700$ | $C_A = 1,0$ |
| | 700–1.050 | $C_A = 10^{0,002(\lambda - 700)}$ |
| | 1.050–1.400 | $C_A = 5,0$ |
| C_B | 400–450 | $C_B = 1,0$ |
| | 450–700 | $C_B = 10^{0,02(\lambda - 450)}$ |
| C_C | 700–1.150 | $C_C = 1,0$ |
| | 1.150–1.200 | $C_C = 10^{0,018(\lambda - 1.150)}$ |
| | 1.200–1.400 | $C_C = 8,0$ |
| T_1 | $\lambda < 450$ | $T_1 = 10 \text{ s}$ |
| | 450–500 | $T_1 = 10 \cdot [10^{0,02(\lambda - 450)}] \text{ s}$ |
| | $\lambda > 500$ | $T_1 = 100 \text{ s}$ |
| Breytur samkvæmt ICNIRP | Gildir fyrir líffræðileg áhrif | Gildi |
| α_{\min} | Öll varmaáhrif | $\alpha_{\min} = 1,5 \text{ mrad}$ |
| Breytur samkvæmt ICNIRP | Gilt hornsvið (mrad) | Gildi |
| C_E | $\alpha < \alpha_{\min}$ | $C_E = 1,0$ |
| | $\alpha_{\min} < \alpha < 100$ | $C_E = \alpha/\alpha_{\min}$ |
| | $\alpha > 100$ | $C_E = \alpha^2/(\alpha_{\min} \cdot \alpha_{\max}) \text{ mrad með } \alpha_{\max} = 100 \text{ mrad}$ |
| T_2 | $\alpha < 1,5$ | $T_2 = 10 \text{ s}$ |
| | $1,5 < \alpha < 100$ | $T_2 = 10 \cdot [10^{(\alpha - 1,5)/98,5}] \text{ s}$ |
| | $\alpha > 100$ | $T_2 = 100 \text{ s}$ |
| Breytur samkvæmt ICNIRP | Gildir tímasvið álags (s) | Gildi |
| γ | $t \leq 100$ | $\gamma = 11 \text{ [mrad]}$ |
| | $100 < t < 10^4$ | $\gamma = 1,1 t^{0,5} \text{ [mrad]}$ |
| | $t > 10^4$ | $\gamma = 110 \text{ [mrad]}$ |

Tafla 2.6
Leiðrétting fyrir endurtekið álag.

Beita skal hverri af eftirfarandi þremur almennum reglum fyrir allt endurtekið álag sem stafar frá leysikerfum sem senda frá sér endurtekinn púls eða eru notuð til skönnunar:

1. Álag frá stökum púlssi í röð púlssa skulu ekki fara yfir viðmiðunarmörk fyrir álag við stakan púls af þeirri púls lengd.
2. Álag frá hópi púlssa (eða undirhópi púlssa í röð púlssa) á tímanum t skulu ekki fara yfir viðmiðunarmörk fyrir álag fyrir tímann t .
3. Álag frá stökum púlssi innan hóps púlssa skal ekki fara yfir viðmiðunarmörk fyrir álag fyrir stakan púls margfaldað með uppsöfnuðum varmaleiðréttingarstuðli $C_p = N^{-0,25}$, þar sem N er fjöldi púlssa. Þessi regla gildir aðeins um viðmiðunarmörk til verndar gegn varmaskaða þar sem allir púlssar, sem eru sendir út í skemmri tíma en T_{\min} , eru meðhöndlaðir sem stakur púls.

| Breyta | Gilt rófsvið (nm) | Gildi |
|------------|------------------------------|--|
| T_{\min} | $315 < \lambda \leq 400$ | $T_{\min} = 10^{-9}$ s (= 1 ns) |
| | $400 < \lambda \leq 1.050$ | $T_{\min} = 18 \cdot 10^{-6}$ s (= 18 μ s) |
| | $1.050 < \lambda \leq 1.400$ | $T_{\min} = 50 \cdot 10^{-6}$ s (= 50 μ s) |
| | $1.400 < \lambda \leq 1.500$ | $T_{\min} = 10^{-3}$ s (= 1 ms) |
| | $1.500 < \lambda \leq 1.800$ | $T_{\min} = 10$ s |
| | $1.800 < \lambda \leq 2.600$ | $T_{\min} = 10^{-3}$ s (= 1 ms) |
| | $2.600 < \lambda \leq 10^6$ | $T_{\min} = 10^{-7}$ s (= 100 ns) |