

Myrkurgæði á Íslandi

Greinargerð starfshóps um myrkurgæði og ljósmengun
ásamt tillögum um úrbætur og frekari athugun



Október 2013

Mörður Árnason
Snævarr Guðmundsson
Andrés Ingi Jónsson
Hermann Sveinbjörnsson
Inga Sigrún Atladóttir
Íris Bjargmundsdóttir



UMHVERFIS- OG
AUÐLINDARÁÐUNEYTIÐ

Umhverfis- og auðlindaráðuneytið: Myrkurgæði á Íslandi

Október 2013

Útgefandi: Umhverfis- og auðlindaráðuneytið

Skuggasundi 1, 150 Reykjavík

Sími: 545 8600

Netfang: postur@uar.is

Veffang: umhverfisraduneyti.is

Umbrot: Umhverfis- og auðlindaráðuneytið

Forsíðumynd frá Þingvöllum: Snævarr Guðmundsson

© 2013 Umhverfis- og auðlindaráðuneytið

ISBN 978-9935-9143-1-6

Efnisyfirlit

Formáli	5
1 Inngangur og tillögur	6
Tillögur um aðgerðir og úrbætur	9
2 Myrkurgæði – hvað er það?	12
3 LjósMengun	15
4 Heilsa, dýr og gróður	21
5 Þróun myrkurgæða á Íslandi	29
Stjórnuhiminn yfir Bergshúsi 1911 og 2013	32
6 Mæling myrkurgæða	36
Aðferðir til að meta áhrif raflýsingar	36
CIE-kerfið – svæðum skipt eftir eðlilegri ljósvist	39
7 Myrkurgæði á höfuðborgarsvæðinu	41
8 Regluverk erlendis og aðgerðir stjórnvalda	45
Ályktun Evrópuráðsþingsins	47
9 Íslenskar reglur um ljósvist og myrkurgæði	49
10 Ljósvistarskipulag	56
11 Myrkurstörf á Íslandi – stiklur	59
12 Sveitarfélög, myrkurgæði og ljósvist	70
13 Ferðaþjónusta og myrkurgæði	75
14 Orkubúskapur – orkusparnaður	77
15 Ljós gjafar og myrkurgæði	79
16 Flóðlýsing	84
17 Gróðurhús og ljósmengun	91
18 Myrkurstaðir heima og heiman	96
Þingvellir – myrkurgarður?	98
19 Bækur og vefsetur	101
20 Viðauki: Birgir Sigurðsson 1995, Þorsteinn Sæmundsson 1997	104

Boðorðin tíu um myrkurgæði

Ljós er gott. Það skal slökkva eða deyfa þegar þess er ekki þörf.

Upplýstu sjálfan þig og náunga þinn um myrkurgæði og ljósmengun.

Heiðra skaltu náttmyrkrið.

Þú skalt ekki sóa orku.

Þú skalt ekki oflýsa – meira er ekki alltaf betra.

Þú skalt ekki lýsa hús náunga þíns.

Velja skaltu lampa með lágu glýjugildi.

Velja skaltu lampa með lágu uppljósi.

Halda skaltu hátíðlega Stund jarðar á ári hverju.

Venjast skaltu myrkrinu. Það er þér hollt.

Úr erindi Rósu Daggar Þorsteinsdóttur í Norræna húsinu í október 2012 m.s.br.

Formáli

Hinn 6. mars 2012 skipaði umhverfisráðherra, Svandís Svavarsdóttir, fimm manna starfshóp til að taka saman upplýsingar um ljósmengun og kanna jafnframt möguleg markmið um myrkgæði. Var starfshópnum falið að skila niðurstöðum athugunar sinnar í skýrsluformi. Að auki skyldi hópurinn gangast fyrir málþingi þar sem niðurstöður yrðu kynntar og kallað eftir athugasemdum almennings og hagsmunaaðila. Starfshópnum var falið að gera tillögur um hugsanleg ákvæði í lögum, reglugerðum og samþykktum sem tækju til ljósmengunar og myrkgæða, og kanna jafnframt möguleika á samstarfi stofnana, fyrirtækja og einstaklinga um að hrinda af stað vitundarvakningu í þessum efnunum.

Í starfshópnum voru skipuð þau Mörður Árnason, alþingismaður, formaður; Andrés Ingi Jónsson, aðstoðarmaður umhverfisráðherra; Inga Sigrún Atladóttir, bæjarfulltrúi, Vogum á Vatnsleysuströnd; Íris Bjargmundsdóttir, lögfræðingur í umhverfisráðuneytinu; og Snævarr Guðmundsson, landfræðingur. Jafnframt starfaði Hermann Sveinbjörnsson, sérfræðingur í umhverfisráðuneytinu, með starfshópnum, einkum við undirbúning funda, gagnaöflun og vinnslu lokaskýrslu.

Bergþóra Njála Guðmundsdóttir, upplýsingafulltrúi ráðuneytisins, aðstoðaði við uppsetningu, útlit og annan frágang greinargerðarinnar.

Starfshópurinn hélt níu fundi á starfstíma sínum og ræddi við fjölmarga úr hópi fag- og fræðimanna á þeim sviðum sem efnið snertir, fulltrúa stofnana og starfsmenn fyrirtækja, bæði á formlegum nefndarfundum, í heimsóknum, símtölum og með tölvuskeytum. Er þeim hér með þökkun samvinna, áhugi og hvatning.

Vinnu við þessa greinargerð lauk að mestu síðla júní 2013 en þá þótti heppilegast að láta útgáfu og kynningu bíða haustsins, svo og málþingi því um myrkgæði og ljósmengun sem starfshópnum var falið að standa fyrir í erindisbréfi ráðherra.

Starfshópurinn væntir þess að greinargerðin gefi nokkra yfirsýn um myrkgæði og ljósmengun heima og heiman, og bendir sérstaklega á tillögur sínar um næstu skref, annarsvegar úrbætur til að auka myrkgæði og hinsvegar ábendingar um rannsóknir og athuganir sem mjög skortir héraendis.

1 Inngangur og tillögur

Myrkur og kuldi var hlutskipti Íslendinga öldum saman. Það þurfti ljós og ljósmeti til að þrauka af veturinn og ganga til nauðsynlegra verka. Myrkrið var oft ógnvekjandi og hamlaði för til sjós og lands. Bætt lýsing og ný tækni – með gasi og síðan rafmagni – voru verulegur þáttur í framfarastökki síðustu alda. Mikil lýsing hefur til skamms tíma þótt bera vott um betri lífskjör og lífsgæði, á heimilum, vinnustöðum og í byggðarumhverfi til sjávar og sveita. Sú hugmynd hefur verið Íslendingum framandi að myrkur gæti haft gildi í sjálfu sér fyrir lífsgæði manna, og væri jafnvel nauðsynlegt fyrir þá og aðrar skepnur, hvað þá að í myrkrinu kynnu að felast efnisleg verðmæti.

Sömu sögu er að segja frá flestum þróuðum ríkjum, hvað sem hnattstöðu og aðstæðum líður – en nú eru breyttir tímar. Fjöldi fólks hefur aldrei kynnst náttúrulegu ljósumhverfi, sérstaklega þeir sem hafa alið allan sinn aldur í einhverri af stórborgum heimsins. Talið er að rúmlega tveir þriðju hlutar mannkyns búi við aðstæður þar sem lýsing að nóttu er meiri en 10% umfram náttúrulegt myrkur. Jafnframt hafa sjónir manna beinst að þeim gæðum sem tapast við skerðingu eðlilegs myrkurs.

Við rýrnun myrkgæða fer almenningur á mis við að njóta fegurðar næturhiminsins, sem var sjálfsagður hluti tilveru á jarðarkringlunni þar til fyrir rúmri hálfri öld. Hreint drykkjarvatn, ómengað loft og varnir við hljóðmengun teljast nú til mannréttinda, og víða um heim er þess krafist að líf án óþarfrar ljósmengunar verði talið hluti grundvallarmannréttinda af umhverfistagi.

Íhugun um þessi efni er ný af nálíni hérlendis og varla fyrr en um miðjan tíunda áratug síðustu aldar sem fyrst verður vart umræðu um myrkgæði og ljósmengun. Víða í grannlöndum hafa þessi mál verið rædd ítarlega og rannsökuð, ekki síst í Bretlandi og Danmörku. Þar koma við sögu stjarnvísindamenn og áhugamenn aðrir um næturhimininn en einnig áhugamenn um orkusparnað, dýraverndarsamtök, náttúru- og umhverfisverndarmenn, áhrifamenn í ferðaþjónustu, og kjörnir fulltrúar og starfsmenn í stjórnsýslu sem vilja vinna í þágu umbjóðenda sinna. Það er mikilvægt fyrir Íslendinga að fylgjast með og kynna sér áhrif laga og reglna sem sett hafa verið á þessu sviði og framgang ýmissa verkefna sem því tengjast.

Í greinargerðinni er leitast við að greina afleiðingar ljósmengunar, og kanna þar með hvað felst í myrkgæðum. Sárálítið efni er til á íslensku um þessi efni, og heimildir á víð og dreif, þær sem þó eru til. Starfshópurinn hefur því fyrst og fremst leitast við að afla yfirsýnar um stöðu mála hérlendis og um þróun erlendis. Hann setur fram tillögur um næstu skref en bendir einnig á brýn rannsóknar- og athugunarefni í tengslum við myrkgæði og ljósmengun. Markmið með þessu verki er að það geti nýst um hríð sem upplýsingabanki og leiðbeiningargagn og hjálpað til við næstu skref á þessu sviði.

Lýsing greinargerðarinnar

Í greinargerðinni eru 19 kaflar um einstök atriði eða athugunarefni. Kaflarnir eru mismunandi að framsetningu og stíl, og hefur ekki verið gerð sérstök tilraun til samhæfingar að því leyti. Við frágang þeirra er miðað við að hægt sé að kynna sér hvern og einn kafla sem slíkan, án þess að lesandinn

þurfi að hafa lesið áður aðra hluta greinargerðarinnar. Röð kafla og tölusetning er því fyrst og fremst hugsuð til þæginda en er ekki liður í samfelldri byggingu eða stigveldi í heildarverkinu. Þessi aðferð hefur þann galla að stundum koma fyrir sömu efnisatriði eða svipuð frá kafla til kafla, en reynt er að bæta úr með vísunum milli kaflanna.

Efni hvers kafla er í stuttu máli sem hér segir:

Í lok þessa **inngangskafla (1.)** setur nefndin fram **tillögur** sínar og ábendingar.

Í **2. kafla**, um **myrkurgæði**, er lýst kostum myrkurs fyrir mennina og taldir þeir sérstöku hópar héraðs sem einkum hafa hag af góðu myrkri: Stjórnufræðingar, áhugamenn aðrir um næturhimininn, skólafólk og ferðamenn.

Í **3. kafla**, um **ljósmengun**, er síðan fjallað um spillt myrkurgæði af mannavöldum, skilgreiningu ljósmengunar og flokkun, og sýndar myndir sem teknar eru úr geimnum af næturlýsingu á Íslandi og í Evrópu. Þá er fjallað um hæfileika og takmarkanir mannsaugans og vanda stjörnuskoðenda við síhrakandi myrkurgæði.

Í **4. kafla** er fjallað um áhrif myrkurgæða á **heilsu** manna, og á **dýr** og **gróður**. Vísað er til erlendra athugana á þessu sviði, sagt frá íslenskum rannsóknum um heilsu og myrkur og litið til aðstæðna héraðs í tengslum við áhrif á dýr og gróður, þar sem rannsóknir liggja nánast engar fyrir.

Í **5. kafla** eru tíndar til vísbendingar um **þróun** myrkurgæða á Íslandi frá því um miðbik 20. aldar. Þar er líka skyggst út um þakgluggann á Bergshúsi við Skólavörðustíg í Reykjavík og sýndur næturhiminn Ofvitans árin 1911 og 2013.

Mæling myrkurgæða er viðfangsefni **6. kafla**. Sagt er frá ýmsum mælingaraðferðum en einkum hinkrað við tvær af þeim auðveldustu, talningu stjarnanna í Óríonsmerkinu og mælingu birtustigs í myrkrinu milli stjarna. Einnig er hér sýnd svæðaflokkun IDA-samtakanna um eðlilega lýsingu eftir gerð byggðar.

Myrkur á höfuðborgarsvæðinu er sýnt í **7. kafla** þar sem segir frá nýlegum myrkurmælingum í Reykjavík og grannbyggðum með birtustigsáferðinni.

Í **8. kafla** er litast um í **lögum og regluverki erlendis** og athugað hvar önnur ríki eru á vegi stödd við reglur og aðgerðir um myrkurgæði. Þar segir meðal annars frá nýrri reglugerð í Frakklandi um takmörkun útilýsingar, og rakin er ályktun Evrópuráðsþingsins 2010 um hljóð- og ljósmengun.

Í **9. kafla** er gefið yfirlit um ljósvist og myrkurgæði í **íslensku regluverki**. Þar koma einkum við sögu nýlegar byggingar- og skipulagsreglugerðir en einnig er fjallað um reglur á sviði götu- og veglýsingar og utanhússlýsingar vinnustaða. Þá er rætt um lýsingu sem þátt í mati á umhverfisáhrifum.

LjósvistarSKIPULAG í einstökum byggðarlögum er kynnt í **10. kafla**. Þessi skipulagsþáttur er alkunnur annarstaðar á Norðurlöndum og m.a. í Bretlandi. Héraðs kynni nú að vera að kvikna áhugi meðal sveitarstjórnarmanna á slíku verkfæri til að stjórna ljósvist, tryggja næga lýsingu og jafnframt æskileg myrkurgæði.

Í **11. kafla** um **viðbrögð á Íslandi** við ljósmengun er rakin umræða um þetta efni hérlendis síðustu tvo áratugi og starf sem hingað til hefur verið unnið í þágu myrkurgæða.

Sá kafli tengist **12. kafla** þar sem segir frá samræðum við **sveitarstjórnarmenn** um ljósmengun sem viðfangsefni við stjórnun og rekstur á sveitarstjórnarstiginu.

Myrkurtengdri **ferðapjónustu** eru gerð skil í **13. kafla** og meðal annars hugað að viðhorfum erlendra ferðamanna.

Í **14. kafla** er rætt um ljósvist og **orkubúskap** og athugað hvernig hægt er að meta sparnað við að hætta óþarfri lýsingu.

Í **15. kafla** er fjallað um ýmsar gerðir af **ljósgjöfum, lömpum og perum** og þær flokkaðar eftir hentugleikum og áhrifum á myrkurgæði.

Leiðbeiningar um **flóðlýsingu mannvirkja** og náttúrufyrirbæra má finna í **16. kafla**. Þar eru gefin dæmi um velheppnaða lýsingu og lýsingu sem skerðir myrkurgæði að óþörfu.

Í **17. kafla** er til umræðu næturlýsing í gróðurhúsum, sem er sérstakt úrvinnsluefni hérlendis, og fjallað um ráð til að draga úr neikvæðum áhrifum hennar á myrkurgæði, sérstaklega aukna notkun skuggatjalda. Sagt er frá áformum um stórt ylræktarver í Svínahrauni og myrkurvanda sem af því gæti hlotist.

Um **myrkurstaði** – myrkurgarða, -svæði og -byggðir – er fjallað í **18. kafla**, rakin flokkun þeirra í reglum alþjóðlegu myrkursamtakanna IDA og lýst áhuga á að Þingvallabjórðgarður verði viðurkenndur myrkurstaður. Í því sambandi er birt kort af myrkurgæðum á Þingvöllum og nágrenni, unnið með sömu aðferðum og höfuðborgarkortið í 7. kafla.

Að lokum er í **19. kafla** getið nokkurra þeirra **rita og vefsetra** sem mestu skipta við umfjöllun um myrkurgæði og ljósmengun.

Kafli 20 er viðauki við greinargerðina. Þar er birt erindi **Þorsteins Sæmundssonar** um ljósmengun frá 1997, sem ennþá er grundvallarheimild um ljósmengun við Íslenskar aðstæður, og blaðagrein eftir **Birgi Sigurðsson** frá 1995 þar sem í fyrsta sinn er gerð skýr grein fyrir myrkurgæðum og ljósmengun í almannaritum hérlendis.

Heimildir eru tilgreindar innan hvers kafla fyrir sig. Slóðir sem þar eru gefnar voru allar reyndar í maí og júní 2013.

Myrkurgæði – ljósmengun

Starfshópurinn þakkar þeim fjölmörgu sem veittu góðfúslega aðstoð meðan á störfum hans stóð, biður menn að hafa það sem sannara reynist þegar missagt er í þessum fræðum, og óskar þess að greinargerðin efli alla umhugsun og viðleitni til bættrar ljósvistar og myrkurgæða á Íslandi.

Við sem skipum starfshópinn höfum kosið að líta á viðfangsefnið sem *myrkurgæði* sem ekki megi spilla með *ljósmengun*. Þessi gæði varðveita landsmenn best með því að vanda sig við *ljósvist*

landsins, héraðanna, byggðanna og hverfanna. Með þessu orðavali leggjum við áherslu á að hér er ekki – a.m.k. ekki einungis! – á ferð enn eitt vandamálið sem þarf að leysa með lagagreinum, regluverki og fjárveitingum – heldur hluti af raunverulegum lífsgæðum almennings og samfélags, sem eðlilegt er að varðveita og efla. Fáum stendur það nær en Íslendingum sem öðrum fremur þekkja hina nóttlausu voraldarveröld en vita einnig að margt býr í vetrarmyrkrinu, og hafa nú loksins tekið upp á því að selja norðurljósinn.

Tillögur um aðgerðir og úrbætur til að bæta myrkurgæði og hamla ljósmengun

Aðgerðir

Starfshópurinn gerir í ljósi könnunar sinnar þessar tillögur um aðgerðir í löggjöf, stjórnsýslu, skólastarfi og á vettvangi félagasamtaka til að bæta myrkurgæði á Íslandi og hamla ljósmengun:

- Ákvæði verði sett í skipulagslög og mannvirkjalög þar sem skilgreind verði „ljósvist“ og gerðar lágmarkskröfur um hana eftir aðstæðum. Slík ákvæði verði útfærð með ákvæðum um eftirlit og eftirfylgni í skipulagsáætlunum sveitarfélaga, aðal-, deili- og hverfisSKIPULAGI. Ákvæðum í nýrri skipulagsreglugerð og nýrri byggingarreglugerð um ljósmengun og lýsingu utandyra verði fylgt eftir með skilgreindum viðmiðum. (Sbr. 9. kafla.)
- Íhugað verði hvar ákvæði um myrkurgæði verði skilvirkust annarstaðar í lögum, svo sem lögum um mengunarvarnir, um náttúruvernd og um umhverfisáhrif. (Sbr. 8. og 9. kafla.)
- Efnt verði til tilraunaverkefnis, svo sem með samvinnu umhverfis- og auðlindaráðuneytisins, Skipulagsstofnunar og Sambands íslenskra sveitarfélaga, þar sem frumdrættir ljósvistarSKIPULAGS verði mótaðir fyrir 3–4 sveitarfélög og með því reynt á fjölbreytilegar aðstæður héraðsins. (Sbr. 10. kafla.)
- Myrkurmælingar verði gerðar í öllum helstu byggðakjörnum þannig að samanburður fáiast milli byggða og sveitarfélaga. Stjórnutalning (Órionstalning) er aðferð sem hentar vel áhugamönnum (á vegum sveitarstjórna, í skólum, frá samtökum í ferðaþjónustu, frá almennum félagasamtökum og áhugahópum), t.d. með aðstoð leiðbeiningarbæklings. Starf af þessu tagi gæti farið fram á tveimur-þremur vetrum enda væri ákveðnum aðilum, tilteknum samstarfshópi eða samtökum (Ljóstæknifélaginu? Landvernd?) falin yfirumsjón, og fengju þeir aðilar fjármuni til verkefnisins.
- Á helstu þéttbýlis- og ljóssastöðum (svo sem á Akureyri og nágrenni, á Ísafirði og nágrenni, á Suðurlandsundirlöndinu) verði birtustig mælt með sömu aðferðum og gert hefur verið á höfuðborgarsvæðinu og Þingvallasvæðinu, til að fá góðan innlendan og alþjóðlegan samanburð. (Sbr. 6., 7. og 18. kafla.)
- Komið verði upp samræmdum reglum og leiðbeiningum á vegum sveitarfélaga og Vegagerðarinnar um hönnun og rekstur götulýsingar með tilliti til öryggis og myrkurgæða (ljósgjafa, hönnun og hæð lampa, lýsingartíma o.fl.).
- Leitað verði samkomulags við garðyrkjumenn um reglur þar sem gert yrði ráð fyrir ljósmengunarvörnum á öll ný gróðurhús yfir tiltekinni stærð og sett viðmið um lýsingu frá

gróðurhúsum að næturlagi (birtumagn eða hlutfall heildarlýsingar). Um leið verði komið á fót stoðkerfi með þátttöku ríkis og sveitarfélaga þannig að næstu 10–15 ár skapist hvati til að koma upp slíkum vörnum í gróðurhúsum án teljandi áhrifa á afurðaverð. (Sbr. 17. kafla.)

- Stjórnvöld athugi um möguleika á alþjóðlegri vottun fyrir eitt eða fleiri myrkursvæði hér á landi samkvæmt kröfum IDS (IDS Places). Til greina koma einstök sveitarfélög, þjóðgarðar (einkum Þingvellir) eða önnur náttúrusvæði.
- Jafnframt verði komið á fót samstarfsráði, svo sem með samvinnu umhverfis- og auðlindaráðuneytisins, stjórnskoðunarfélaganna, Ljóstæknifélagsins og fulltrúa ferðaþjónustunnar, sem gefi út viðurkenningu um myrkurvæn sveitarfélög, myrkurgarða eða stærri svæði. Við slíkt starf mætti móta matsreglur með því að byggja á skilyrðum IDA og Kanadamanna og laga að íslenskum aðstæðum. (Sbr. 18. kafla.)
- Sveitarfélög komi upp tilteknum myrkursvæðum þar sem náttúrulegar aðstæður eru myrkurvænar, tryggt að ljósmengun sé haldið í skefjum og útbúin aðstaða til útivistar við skoðun næturhiminsins. (Sbr. 18. kafla.)
- Gefinn verði út góður leiðbeiningarbæklingur (á pappír og neti) fyrir fagstéttir og almenning um lýsingu utandyra, sbr. m.a. bæklinga frá Skotlandi (2007) og Noregi (2012). Mannvirkjastofnun og/eða Umhverfisstofnun verði falin slík útgáfa í samvinnu við Ljóstæknifélagið og Samband ísl. sveitarfélaga. Sérstaklega verði fjallað um heppilegar aðferðir við flóðlýsingu mannvirkja og náttúruyrirbæra. Þess verði gætt að bæklingurinn geti nýst sem kennsluefni fyrir framhalds- og háskóla með námsbrautir sem tengjast lýsingu, arkitektúr og skipulagi.

Norska ritið: *Lys på stedet. Utendørsbelysning i byer og tettsteder. Veileder*. Miljøverndepartementet, 2012 (slóð: www.regjeringen.no/en/dep/md/dok/veiledninger/2012/lys-pa-stedet.html?id=675013).

Skoska ritið: *Controlling light pollution and reducing lighting energy consumption. Guidance note*. Smarter Scotland / Scottish Executive, 2007 (slóð: www.scotland.gov.uk/Resource/Doc/170172/0047520.pdf). Sjá enn fremur ýmsa bæklinga IDA: www.darksky.org/outdoorlighting; www.darksky.org/education/99-quick-reference-materials.

- Stund jarðar, laugardag seint í apríl, þegar hvatt er til þess að allir slökkvi eða deyi ljós, verði nýtt til að vekja athygli á myrkurgæðum og ljósmengun jafnframt loftslagsbreytingum sem eru megintilfni viðburðarins. Ýmis félagsamtök sameinist um þetta verkefni með aðstoð umhverfis- og auðlindaráðuneytisins. (Sbr. 11. kafla.)
- Sveitarfélög nærri lundabyggðum og öðrum viðkvæmum fuglasvæðum hvetji til sérstakrar aðgæslu við lýsingu síðla sumars og á haustin þegar ungar verða fleygir. (Sbr. 4. kafla.)

Athugun, rannsóknir

Í ljósi reynslu sinnar af upplýsingaöflun og gagnasöfnun við störf sín vekur starfshópurinn athygli á að rannsóknir, könnun og athugun skortir á þessum sviðum í tengslum við myrkurgæði, ljósmengun og ljósvist:

- Könnun um hugsanlegan orkusparnað fyrir rafmagnskaupendur af öllu tagi samfara ýmsum myrkurgæðaaðgerðum. Sérstaka könnun um það hvort taxtar orkufyrirtækja hér á landi feli í

sér hvata til orkusóunar og ljósmengunar. Þar verði meðal annars athugaðir taxtar til gróðurhúsa, svo sem munur kvöld- og morguntaxta. (Sbr. 14. og 17. kafla.)

- Athugun fræðimanna og fulltrúa sem flestra haghafa um helstu kosti við tímaval fyrir Ísland (sólartími/staðartími) þar sem meðal annars yrði kannað hvaða skipan mundi draga mest úr ljósmengun. (Sbr. 4. kafla.)
- Heilsufræðilegar rannsóknir um áhrif myrkurs og ljósmengunar miðað við sérstöðu Íslands. (Sbr. 4. kafla.)
- Könnun um aðdráttarafl myrkurs og norðurljósa fyrir erlenda ferðamenn, hverjir séu möguleikar þessarar tegundar ferðaþjónustu, hvað standi helst í vegi fyrir viðgangi hennar og hvernig megi koma í veg fyrir vonbrigði hjá gestum í þessu sambandi. (Sbr. 13. kafla.)
- Rannsóknir um áhrif lýsingar á hegðun farfugla og á fiska í ám og vötnum nærri byggð. (Sbr. 4. kafla.)

2 Myrkurgæði – hvað er það?

Strax og rökkva tekur á heiðríku kvöldi birtast stjörnurnar. Fyrst hinar skærustu en síðan sífellt fleiri eftir því sem myrkrið eykst. Við góðar aðstæður í næturmyrkrinu er himinninn þakinn misbjörtum stjörnum, og í fullri myrkuraðlögun sjást 1500–2000 stjörnur. Vetrarbrautin er þá sem mjólkurlituð dauf skýjaslæða á myrkum bakgrunni og innan marka hennar svartir þokublettir, sem eru dimm geimský. Slík skilyrði eru dæmigerð við ómenguð náttúruleg myrkurgæði. Þau fyrirfinnast enn víða hérlendis, jafnvel við sjávarmál. Aðstæður sem þessar einkenna alla sögu jarðar og lífs í milljarða ára, allt fram á 20. öld. Þá var tækni okkar komin á það stig að gæði náttúrulegs myrkurs tóku að rýrna.

Lífið hefur þróast á jörðinni við skilyrði þar sem þar sem ljós og myrkur eru ein af frumforsendum. Þetta er snar þáttur í hlutskipti mannkyns sem hefur vaxið fram við sífellda hrynjandi ljóss og myrkurs, dags og nætur, sumars og vetrar. Maðurinn er einkum dagsvera sem notar nóttina til hvíldar. Þó eru augu hans þeirrar náttúru að þau geta lagað sig að nær algeru myrkri. Myrkrið er mannum mikilvægt – sem andstæða dags og ljóss, en einnig sem gæði í sjálfu sér, sérstök vídd í mannlegri tilveru.

Fullkomið myrkur er sjaldgæft á vegferð okkar, því að nóttin hefur allajafna eigin ljósgjafa, tungl og stjörnur. Skin næturinnar er eitt af náttúruundrum veraldarinnar, og því hefur mannkynið tengst með margvíslegum hætti. Næturhiminninn er uppspretta trúarbragða og heimsmyndar, hluti af menningarheimi okkar og ólítill þáttur í sjálfsmynd mannsins og þroska sem tegundar frá upphafi til okkar daga. Tímatal, ratvísi, stjörnuspeki, stjörnufræði og geimvísindi, hugleiðingar um annað líf en á jörðu – allt er þetta óhugsandi án næturhiminsins – og ekki síður spurnir um það sem ár var alda, um hinstu rök, önnur tilverustig. Stjörnuhiminninn er ein af hinum óbreytanlegu staðreyndum tilverunnar og þó um leið á sífelldri hreyfingu – aldrei eins frá nóttu til nætur, frá stað til staðar.

Tungl, stjörnur, norðurljós og önnur þau fyrirbrigði geimsins sem aðeins sjást að nóttu þegar sólin er fjarri mynda sinn hluta af umhverfi okkar á jörðunni og teljast til helstu náttúruyrirbæra. Það sama má á sinn hátt einnig segja um myrkrið sjálft, sem við ákveðin veðurskilyrði ræður ríkjum eitt saman. Það ætti því að vera sjálfsagður þáttur náttúruverndar að tryggja sem verða má að myrkurgæði, náttúrulegt myrkur, séu virt sem mikilvægur umhverfisþáttur, og að menn og dýr geti notið næturhiminsins.

Hverjir njóta næturhiminsins?

Nóttin er eini glugginn sem almennir jarðarbúar geta notað til þess að rýna út í geiminn. Þá skiptir engu hvort um er að ræða stjörnufræðinga, stjörnuáhugamenn, ferðalanga í norðurljósaskoðun, námsfólk að læra um himingeiminn, fróðleiksfúsan almenning sem vill bera kennsl á plánetur og stjörnumerki eða ástfangin pör í kompaní við allífið. Áhugi og aðstæður þeirra sem njóta næturhiminsins eru á ýmsa lund. Hér verður gerð grein fyrir nokkrum hópum sem hafa sérstakan hag af myrkurgæðum.

Vísindamenn

Rannsóknarverkefni stjörnufræðinga spanna allt rófið frá tunglinu yfir í tilurð alheimsins. Eldri skoðanir og tilgátur eru skoraðar á hólum og heimsmyndin fægð til. Í Stjarnvísindafélagi Íslands, fagfélagi stjarnvísindamanna, er félagafjöldi um 40. Starfandi stjörnufræðingar sækja gögn sín til útlanda og nota til þess meðal annars Norræna stjörnusjónaukann á eyjunni La Palma, einni af Kanaríeyjum, eða aðra sjónauka. Í flestum rannsóknarverkefnum er nauðsynlegt að nota stærstu sjónauka heimsins eða gervitungl. Rannsóknir þar sem beinlínis verður að afla gagna á Íslandi snúa að norðurljósunum og jónhvolfinu. Þær eru óháðar ljósmengun. Á síðustu árum hafa verið gerðar mælingar á svonefndum breytistjörnum en þeim má sinna með litlum sjónaukum þegar vel viðrar til stjörnuathugana. Ljósmengun getur spillt þeim mælingum.

Áhugamenn

Áhugi almennings á norðurljósa- og stjörnuskoðun hefur aukist á síðustu áratugum. Gerist það samhliða nýjum uppgötvunum, aukinni þekkingu á alheiminum og betri aðgangi að upplýsingum. Á þéttbýlissvæðum hefur stjörnuáhugafólk allajafna fá tækifæri til þess að rýna í stjarnfyrirbæri vegna ljósmengunar. Sífelldregur úr gæðum myrkurs þannig að daufar stjörnur og vetrarbrautin tapa fljótt í samkeppninni. Hér á landi dofna norðurljósin og sjást jafnvel ekki innan borgar. Fyrir vikið þarf að fara út fyrir borgarmörk til þess að njóta stjarna og norðurljósa. Þarf að sækja sífelld lengra því að ljóshjúpurinn rís svo hátt að hann sést langt út fyrir borgina.

Nokkur félög stjörnuáhugamanna eru starfrækt á Íslandi. Stjörnuskoðunarfélag Seltjarnarness er elst þeirra, stofnað 1976, og fjölmennast. Í því voru um 340 félagar í árslok 2012. Höfuðstöðvar félagsins eru á Seltjarnarnesi en það er engu að síður ætlað öllum landsmönnum. Önnur félög eru Stjörnu-Oddi á Akureyri, stofnað 2010, Stjörnuskoðunarfélag Bifrastar og Stjörnufræðifélag Vestmanneyja sem bæði voru stofnuð 2012. Auk félagsmanna í þessum samtökum eru stjörnuáhugamenn í öllum landshlutum. Stjörnuáhugamenn leita uppi fjölbreytileg stjarnfyrirbæri til fróðleiks og skemmtunar. Í vöxt fer að menn reyni fyrir sér við að taka ljósmyndir af stjarnfyrirbærum.

Skólafólk

Í flestum grunnskólum er stjörnufræði kynnt sem hluti af náttúrufræði. Í Aðalnámskrá grunnskóla er efnið tengt jarðvísindum, og eiga nemendur meðal annars að „skoða tungl og stjörnur með berum augum og í gegnum sjónauka“. Reynt er að láta nemendur öðlast skilning á alheiminum sem samþættu kerfi. Í 3.–4. bekk er kennd bókin *Komdu og skoðuðu himingeiminn* eftir Sólrúnu Harðardóttur ásamt fjölbreyttu efni á vefnum um jörð, sól, tungl, reikistjörnur, stjörnumerki o.fl. Í kennsluleiðbeiningum með þessu námsefni segir m.a.:

Það ætti að hvetja börnin til að skoða stjörnurnar. Í svartasta skammdeginu má sjá stjörnur á skólatíma. Þegar stjörnurnar eru skoðaðar munar miklu að vera með kík. Sumar stjörnur og stjörnumerki er auðvelt að þekkja.

Í raunvísindabókunum *Auðvitað* eftir Helga Grímsson er meðal margs fjallað um ýmsa náttúrulega krafta, jörð, sól og stjörnur. Þær bækur eru ætlaðar 5.–7. bekk. Á unglingsstigi er kennd bók *Sól, tungl og stjörnur* sem Þorsteinn Vilhjálmsson íslenskaði, um sólina, sólkerfið og sólstjörnur almennt.

Eins og fram kemur í námskrá á skoðun næturhimins að vera þáttur í náminu á öllum stigum grunnskólans. Reynslan virðist þó sú að oft er illfrámkvæmanlegt að fara með nemendur í slíka skoðun, ekki síst vegna óheppilegra aðstæðna við skólann, þar á meðal raflýsingar. Ýmsir hópar hjálpa til við að ýta undir þessa fræðslu, svo sem áhugafólk í stjörnuskoðunarfélögum og skátar. Stjörnuskoðunarfélag Seltjarnarness hefur boðið fram krafta sína til þessa, og einnig boðið almenningi til stjörnuskoðunar endurgjaldslaut.

Í stjörnuveri (*planetarium*) er hægt að æfa nemendur við athugun næturhiminsins. Hérlandis er starfrækt slíkt ver í samvinnu við skólana og er þar miðlað þekkingu um stjörnuhimininn til nemenda á öllum aldri.

Stjörnufræði er einnig kennd á raun- og náttúruvísindabrautum og í Háskóla Íslands. Íslensk bók er kennd í framhaldsskólum en erlent kennsluefni í HÍ. Ýmis námsverkefni eru unnin í útikennslu, meðal annars stjörnuskoðun. Við námið þarf að fara með nemendur út fyrir byggðina til þess að fá nægilega gott myrkur.

Ferðamenn

Ferðamenn eru einnig njótendur næturhimins, og eru myrkurgæði því eitt af hagsmunamálum einnar mikilvægustu atvinnugreinar okkar, ferðaþjónustunnar, sjá 13. kafla.

Heimildir

Um næturhimininn, þroska mannkyns og hinstu rök sjá m.a.: Þorsteinn Vilhjálmsson. *Heimsmýnd á hverfanda hveli I*, Mál og menning, Rv. 1986, 44–91 (Stjarnvísi í öndverðu); Gísli Sigurðsson. „Goðsögur Snorra-Eddu. Lýsing á raunheimi með aðferðum sjónhverfingarinnar.“ *Rannsóknir í félagsvísindum X*. Félagsvísindastofnun Háskóla Íslands 2009, 851–861 (slóð: www.stjornuframfradid.is/media/ymsar-stjornuframfradimyndir/Star_Myths_Icelandic.pdf).

Stjörnufræði í skólum: *Adalnámskrá grunnskóla – Náttúrufræði og umhverfismennt. Jarðvísindi*. 2007 (slóð: www.menntamalaraduneyti.is/utgefing-efni/namskrar/adalnamskra-grunnskola/); Sólrún Harðardóttir. *Komdu og skoðu himingeiminn*. Námsgagnastofnun, Rv. 2002 (kennsluleiðbeiningar: vefir.nams.is/komdu/himingeiminn/kennsluhug_him/himin_klb.pdf); Helgi Grímsson. *Auðvitað 1*. Eðlis-, efna- og jarðfræði. Ngst., Rv. 2001, 2. útg. 2009; Sami. *Auðvitað 2*. Eðlis-, efna- og jarðfræði. Ngst., Rv. 2001; Dean Hurd o.fl. *Sól, tungl og stjörnur*. Þorsteinn Vilhjálmsson þýddi og staðfærði. Ngst., Rv. 2001 (kennsluleiðb. og ýmis gögn í fylgiriti), 2. útg. 2002; Vilhelm Sigmundsson. *Nútíma stjörnufræði*. Rv. 2006, 2. útg. 2010.

Vefsetur Stjarnvísindafélags Íslands: <http://raunvis.hi.is/~einar/SI/felag.html>; Stjörnuskoðunarfélags Seltjarnarness: www.astro.is/; Stjörnu-Odda-félagsins: www.ma.is/is/frettir/stjornuskodunarfelag-ma; Stjörnuskoðunarfélags Bifrastar: www.facebook.com/stjornubifrost; Stjörnufræðifélags Vestmannaeyja: www.heimaslod.is/index.php/Stjornuframfradifelag_Vestmannaeyja; Stjörnuversins: <http://natturumyndir.com/>.

3 Ljósmengun

Manngerðri lýsingu fylgja óheppileg hliðaráhrif sem helst er að kenna óþarfri eða of mikilli lýsingu. Þessi fylgifiskur er nefndur *ljósmengun* (e. *light pollution*, d. *lysforurening*, fr. *pollution lumineuse*). Ljósmengun breytir ljósmagni utandyra umfram náttúrulegar birtusveiflur, þ. e. dægursveifluna og árstíðabundna birtuhringrás. Rýrnun myrkgæða er nú orðið hnattrænt viðfangsefni sem öll rafvædd samfélög þurfa að glíma við í einhverjum mæli. Þessi gerð umhverfismengunar er fremur ný af nálinni og hefur læðst yfir borgir og byggðarlög í takti við þjóðhagslega velsæld.

Ljósmengun myndast við raflýsingu þegar birta dreifist umfram það sem óskað er. Skýrist það af því hvernig ljós brotnar og endurkastast í lofthjúpnun. Víðtæk mynd ljósmengunar er birtuhjúpur sem er mest áberandi yfir þéttbýli svo sjá má langt að. Flestir sem fara út fyrir Reykjavík að kvöldlagi eða nóttu þegar dimmt er kannast við bjarmann sem liggur yfir borgarsvæðinu. Raflýsing sem nýtist ekki beinlínis á drjúgan þátt í ljósmengun.

Útiraflýsing kemur frá þremur meginljósgjöfum:

- a) götulýsingu,
- b) fyrirtækjum, stofnunum og athafnasvæðum, t.d. íþróttavöllum og iðnaðarsvæðum,
- c) heimilum.

Heildaráhrifin ráðast ekki eingöngu af ljósgjafa og styrkleika hans heldur líka endurkasti flata. Mest ber á þessu í þéttbýli og byggðarkjörnum. Þar er um að ræða útilýsingu sem er beint í rangar áttir, staðsett ranglega, óskermuð, óþarflega sterk eða alveg óþörf, og óumbeðin sem oft leiðir til óþæginda á einhvern hátt.

Alþjóðasamtök um vernd næturhiminsins (IDA) skilgreina ljósmengun sem óæskileg áhrif af lýsingu, þar með talið ljóshjúpi, glýju, ósamþykkttri nágrannalýsingu, auglýsingaskiltum eða ljósaóreiðu. Lýsingin veldur umframbirtu í allar áttir eða glýju (glampa) í sjónlínu að ljósgjafa eða nærri honum. Heildrænt myndast ljóshjúpur sem samtímis er bein vísbending um orkusóun. Samtök og hreyfingar sem vinna gegn ljósmengun leggja allajafna áherslu á að amast ekki við útilýsingu í sjálfu sér heldur hvetja til skynsamlegrar notkunar ljósgjafa og gera kröfur um opinbert eftirlit með því hvert lýsingu er beint.

Á vefsetri IDA eru taldir fjórar uppsprettur ljósmengunar frá útilýsingu sem allar eru þess eðlis að ekki drægi úr skyggni eða sýnileika sem lýsingunni er ætlað að veita þótt stemmt væri stigu við þessum ágöllum á lýsingunni. Orka mundi hinsvegar sparast og þar af leiðandi fjármunir. Ágallarnir eru:

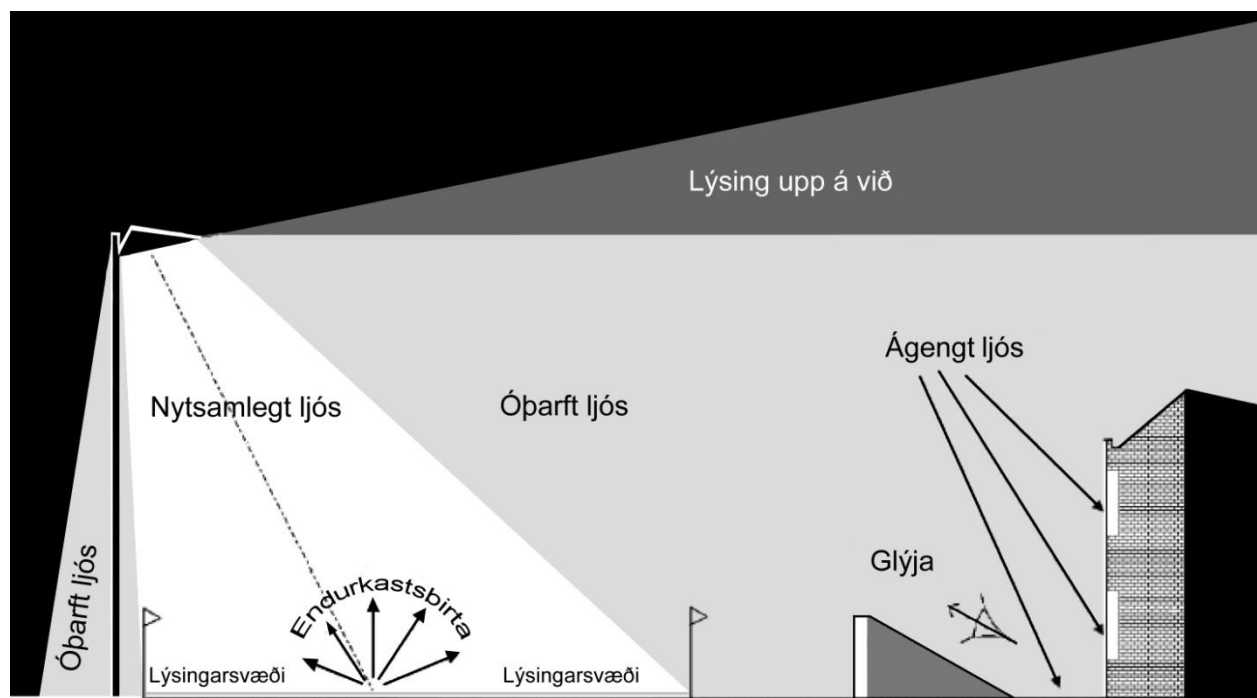
1. *Lýsing upp á við.* Víða eru veggir húsa lýstir upp en ljósgjafarnir svo illa stilltir að ljóskeilan stefnir beint til lofts. Nýtist þá aðeins hluti hennar en afgangurinn fer upp í næturhimininn engum til gagns. Þetta er ein meginástæða ljóshjúps yfir borgum, afleiðing óskipulegrar lýsingar og hrein orkusóun.

2. *Ágeng lýsing*. Lýsing sem dreifist þangað sem hennar er ekki óskað. Dæmi um þetta er birta sem dreifist frá götu- eða fyrirtækjalýsingu inn í híbýli, t.d. svefnherbergi. Sem sagt lýsing út fyrir tilætluð mörk.

3. *Glýja* er skilgreind sem skynjun af lýsandi fleti eða ljósgjafa umfram það sem augu geta aðlagast. Þetta veldur truflun, óþægindum eða óskýrleika í sjón.

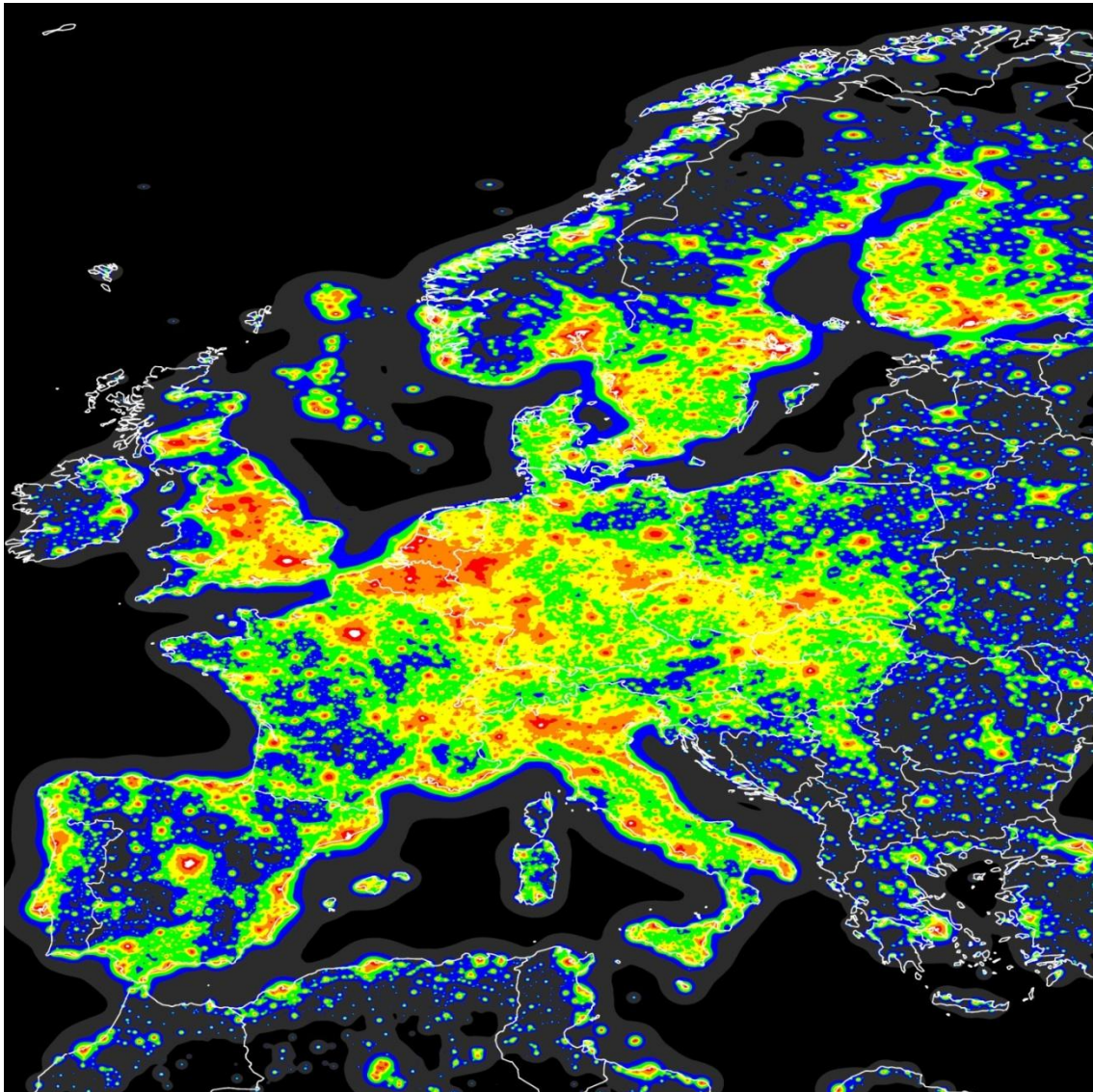
4. *Oflýsing* er þegar lýsing fer yfir þarfamörk. Oflýsing er að sjálfsögðu ónauðsynleg en er stundum afleiðing þeirrar ímyndar að „meira sé betra“ eða sprettur af athyglispörf.

Ensku heitin eru: *urban sky glow – light trespass – glare – clutter*. Á frönsku: *luminescence du ciel nocturne urbain – lumière intrusive – éblouissement – suréclairage*.



Dreifing ljóss út fyrir svæðið sem lýsa átti. Skermun er takmörkuð og dreifist ljósið því langt út fyrir eiginlegt lýsingarsvæði. Á myndinni sjást vel þau fjögur ljósmengunaratriði sem þarf að hafa í huga við varðveislu myrkurgæða án þess að skerða lýsingu svæðisins sem lýsa skal, nefnilega 1. lýsing upp á við, 2. glýja, 3. ágengt lýsing og 4. oflýsing, sem er sambland af hinum fyrri þáttum. (Teikning úr bæklingi ILE: Guidance notes for the reduction of obtrusive light, 2005.)

Árið 2001 var birt fyrsta kortið sem sýnir hnattræna útbreiðslu ljósmengunar. Það byggðist á gervitunglagögnum sem safnað var yfir næturhlið jarðar þegar við blöstu upplýst svæði. Heimskortið sýnir hvað áhrif lýsingar voru orðin víðfeðm, og ekki eingöngu bundin við iðnríkin eins og þá var almennt talið. Þegar kortið var borið saman við mannfjöldadreifingu varð niðurstaðan að nær 70% mannkyns búa við næturhimin sem er upplýstari en sem nemur 10% umfram náttúrulegt myrkur. Nær öll ríki heims búa við ljósmengun en um 97% Bandaríkjamanna og 96% íbúa Evrópusambandsins búa undir viðvarandi ljóshjúpi á næturhimni, misbjörtum þó.



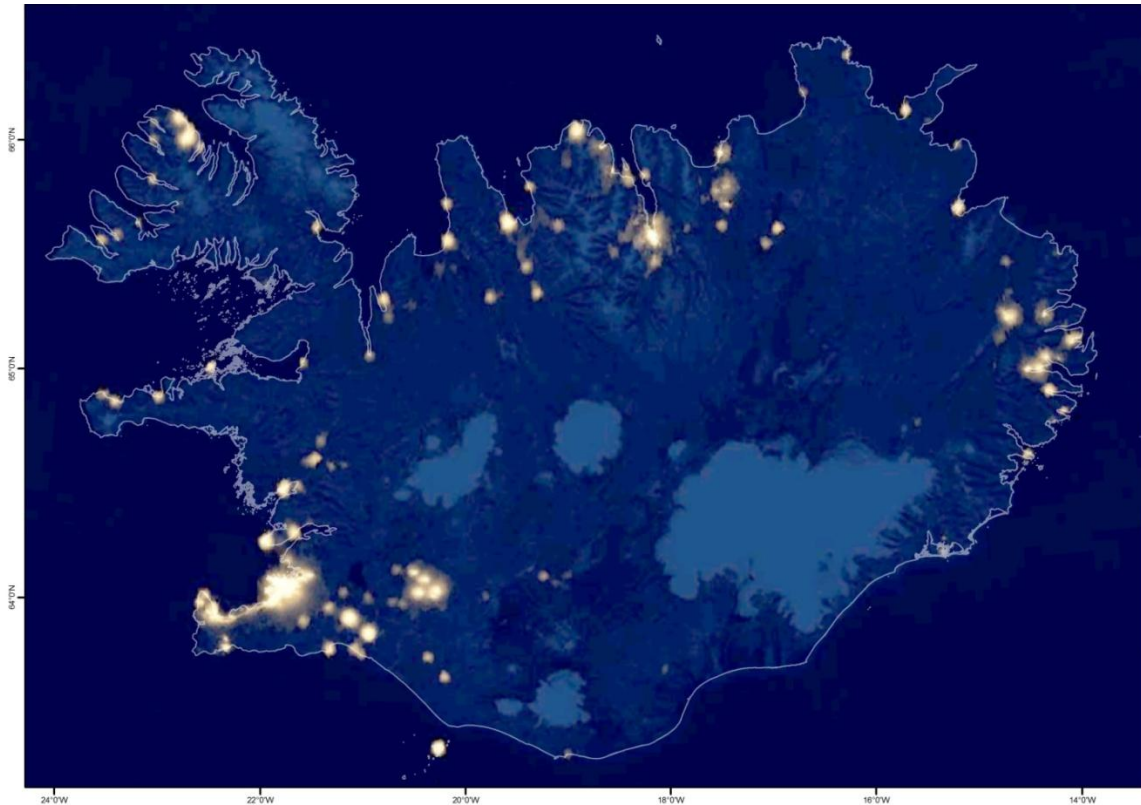
Nótt í Evrópu. Tölvumynd sett saman eftir gervitunglagögnum og sýnir dreifingu raflýsingar í Evrópu 1996–97. Næturhiminninn sést best á svörtum svæðum, en síðan vex ljósmengun frá gráu yfir í blátt, ljósblátt, himinblátt, gult, gullið, appelsínugult og rautt þar sem hún er mest. Í álfunni finnast varla búsetusvæði þar sem náttúrulegt myrkur hefur ekki rýrnað talsvert af mannavöldum. Íbúar þéttbýlla svæða búa við himin þar sem ljósmengun hefur rýrt myrkurgæði verulega þannig að sumstaðar sjást einungis björtustu stjörnur. – Ef Reykjavík sæist á þessu korti hefði borgin gullinn lit. (Mynd: SG. Myrkurkort, bls. 37; Cinzano, Falchi og Elvidge. The First World Atlas, bls. 693, sjá 6. kafla.)

Ljósmengun getur orðið afar mikil í stórborgum. Í Hong Kong (7 milljónir íbúa) er himinninn 100 sinnum bjartari að meðaltali en náttúrulegt myrkur í þeim heimshluta. Sumstaðar í borginni er hann 500-falt bjartari. Á heiðskírri nóttu sjást einungis nokkrar stjörnur gegnum bjarmann frá borgarlýsingunni. Til samanburðar má nefna að allajafna sjást um 1500–2000 stjörnur frá óbyggðu svæði við sjávarmál.

Ætla mætti að myrkrið tapaðist einungis í þéttbýlissvæðum en raunin er sú að raflýsing dreifist langt út fyrir byggðir. Því er vafasamt að segja það einkamál sérhvers sveitarfélags hvernig lýsingu

er háttað. Ljósmengun er útbreitt vandamál af tveim ástæðum: a) Lítið bæjarfélag getur lýst upp og haft áhrif á mörg hundruð ferkílómetra svæði; b) Heildarbjarminn hverfur ekki þótt einn og einn íbúi minnki lýsinguna.

Ljóshjúpur Reykjavíkur sést úr tuga kílómetra fjarlægð. Nær borginni eykst bjarminn og litblærinn verður gulleitur. Það sést best undir skýjuðum himni. Útreikningar sýna að frá Hellisheiði, um 35 km frá miðborginni, er bjarmi í 45° hæð ofan borgar að minnsta kosti um 27% umfram birtu himins við náttúrulegt myrkur. Frá skíðasvæðinu í Bláfjöllum er umframlýsingin komin í 70%.



Ísland að næturlagi. Samsett gervihnattamynd frá apríl og október 2012, útlínur markaðar á myndina. Miðbik landsins er dimmt en lýsing á þéttbýlissvæðum augljós. Mest er lýsingin á suðvesturhorninu. Athygli vekur að lýsing Reykjanesbrautar er mælanleg frá gervitunglum, og lýsingin er samfelld frá byggðunum og flugstöðinni á skaganum norðvestanverðum til þéttbýlisins á höfuðborgarsvæðinu. Akureyri og bæirnir á Mið-Austurland eru einnig áberandi. Ljósstyrkur frá gróðurhúsabyggðunum á Suðurlandi er meiri en frá lýsingu á Helli og Hvolsvelli, og gróðurhús í Þingeyjarþingi virðast gefa frá sér meira ljós upp í himininn en byggðin á Húsavík. Frá einstökum virkjunum er einnig talsvert ljós. Á hálendinu mitt á milli Mýrdalsjökuls og Hofsjökuls sjást ljós frá virkjununum við Sigöldu og Hrauneyjar. (Mynd: NASA – Visible Earth – Blue Marble.)

Raflýsing og stjörnuskoðun

Af hverju er raflýsing óheppileg þegar menn horfa á stjörnur og norðurljós? Hér koma meðal annars við sögu eiginleikar mannsaugans og það að áhrif bjarmans á skerpu milli stjarna og bakgrunns þeirra, myrkursins, hraðminnka af endurkastinu.

Augu geta aðlagast myrkri. Þau nema ótrúlega vítt birtusvið. Frá daufasta ljósi sem sjá má undir fullri myrkuraðlögun til dagsbirtunnar er bilið 10-milljón-falt. Augu safna ljósi með linsu, sjáöldur stýra ljósopi og sjónhimna í botni augans nemur mynd. Skynfrumur, svonefndar keilur og stafir, þekja sjónhimnuna. Keilur sitja í miðju augnbotnsins og þurfa mikla birtu til að áreitast. Þær eru þrennskónar og nema liti í þremur bylgjusviðum (bláu, kringum 450 nanómetra bylgjulengd, grænu, kringum 550 nm, og rauðu, kringum 580 nm) sem gerir okkur kleift að sjá alla regnbogans liti. Jafnframt senda þær frá sér mjög skarpa mynd til heilans. Stafirnir sitja utan miðsvæðisins. Þeir hafa hámarksnæmi nálægt 507 nm, ekki litnæmi (sjá nánast svarthvít) og sjá ekki skarpa mynd en eru á hinn bóginn mjög næmir fyrir hreyfingu. Sérhæfing skynfrumnanna þýðir að hámarksnæmi færir frá 550 nm í dagsbirtu í 507 nm í myrkri. Hér ræður ekki tilviljun heldur hefur þessi eiginleiki þróast í lífverum til þess að gera greinarmun á degi og nóttu og stjórna efnahvörfum.

Sjónpurpuri myndast í stöfunum og gerir sjónina næmari í myrkri, en það gerist hægt. Það er skýringin á myrkuraðlögun augans sem getur tekið allt að 45 mínútur. Ekki þarf nema lítinn glampa í augu til þess að skemma aðlögunina. Við síbjarma næst hún aldrei. Af því má sjá hvað bjarmi og glampar hafa slæm áhrif á myrkuraðlögun. Kaldhæðni náttúrunnar kemur svo fram í því að sá sem aldrei yfirgefur ljóshjúpin til þess að skoða næturhimininn ber ekki skynbragð á hvað hefur tapast.



Raflýsing á höfuðborgarsvæðinu. Myndirnar sýna götulýsingu við Suðurströnd (t.v.) og Nesveg (t.h.) á Seltjarnarnesi. Myndirnar eru teknar í þoku og sést stefna ljósgeislanna því óvenjuvel. Myndin frá Suðurströnd er tekin með örlítið þrengra ljósopi en myndin frá Nesvegi en er samt mun bjartari. Götulýsing af þessu tagi leggur verulega til ljóshjúpsins yfir höfuðborginni. Eins og sjá má er lýsingin ekki stefnuvirk heldur dreifist um allt nágrenni ljósgjafans. Afmarkaðir geislar koma ekki fram og lýsingunni fylgir mikil glýja. Götulýsingin á Nesvegi virðist betur ígrunduð en á Suðurströnd og af myndinni má ætla að stefna ljósgeislanna beinist sæmilega niður á við. Á báðum myndunum kemur fram að ofan við ljósastaurana er himinninn mjög spilltur af ljósi, engum til gagns. (Ljósm. Þórir Már Jónsson, 19. mars 2006. Fleiri myndir á: http://myndir.astro.is/main.php?g2_itemId=371).

Stjarnvísindi er sú fræðigrein sem helst á undir högg að sækja. Ekki þarf aðeins að kljást við oflýsingu á hinum sýnilega hluta rafsegulsviðsins heldur rýrnar sífellt gagnsemi sem stjarnvísindamenn hafa af útvarpsbylgjum. Útvarpsstöðvar kaupa sig inn á tíðnisvið sem hentar útvarpsstjörnufræði og stöðugt þrengir að þeim glugga út í alheiminn. Hýdroxýl (OH) var fyrsta sameindin sem uppgötvaðist úti í geimnum. Litrófslínur hennar liggja á útvarpsbylgjusviðinu. Nú ógnar ný kynslóð gervitungla rannsóknnum á þessari sameind.

Vegna þess hversu víðtæk lýsing er orðin í mannabyggðum er stjörnufræðingum jafnframt mikill vandi á höndum þegar velja skal stað fyrir stjörnuathugunarstöðvar. Nú hafa allar helstu rannsóknarstöðvar verið fluttar burtu frá byggðum þar sem ljósmengun hamlar mælingum daufra fyrirbæra. Lítið þarf til. Rýrni gæði náttmyrkurs um 10% minnkar skilvirkni 4 metra sjónauka um 12%. Rýrnun um 20% minnkar skilvirkni um 22%. Þessar tölur um rýrnandi gæði myrkurs eru sambærilegar þeim sem nú mælast í Reykjavík.

Um heiminn hafa að undanfögnu myndast ýmis samtök sem berjast gegn ljósmengun, einkum á Vesturlöndum. Helst þeirra eru Alþjóðasamtök um vernd næturhiminsins (e. International Dark-Sky Association, IDA) sem hafa starfað í aldarfjórðung, stofnuð 1988. Þau hafa aðsetur í Bandaríkjunum en starfa að auki í 58 undirdeildum í fylkjum Bandaríkjanna og um 20 ríkjum öðrum. Samtökin hafa góða vefsíðu með gnótt upplýsinga og heimilda.

Heimildir

Snævarr Guðmundsson. Myrkurkort af höfuðborgarsvæðinu. BS-ritgerð við HÍ (endursk.). 2011 (slóð: www.natturumyndir.com/pdf/ljosmengunreykjavik.pdf), einkum kafla 2.1. og rit sem þar er vitnað til.

Um eðli mannsaugans og skilvirkni sjónauka í myrkri: David L. Crawford. „Light pollution, an environmental problem for astronomy and for mankind.“ Í: Pierantonio Cinzano (ritstj.). *Measuring and modelling light Pollution*. 2000. Memorie della Società Astronomica Italiana 71, bls. 11–40, hér 14, 22 o.áfr. (slóð: adsabs.harvard.edu/full/2000MmSAI...71...11C). Um næmi skynfrumna: Jan Hollan. What is light pollution and how do we quantify it? 2006–2009, bls. 6–7. Slóð: amper.ped.muni.cz/light/lp_what_is.pdf. Um athugunarstöðvar: Chris R. Benn og Sara L. Ellison. Brightness of the night sky over La Palma. *New Astronomy Reviews* 42 (1998), bls. 503–507 (slóð: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1387647398000621).

Vefsetur IDA: www.darksky.org/.

Um fjóra þætti ljósmengunar sjá t.d.: www.darksky.org/assets/documents/PG1-light-pollution-bw.pdf, bls. 2.

4 Heilsa, dýr og gróður

Áhrif ljósmengunar á heilsu manna

Áhrif ljóss á heilsu manna eru ótvíræð en lítt rannsökuð. Maðurinn er dagdýr og er eiginlegt að bregðast jákvætt við ljósi. Birta er honum nauðsynleg til flestra verka, vekur öryggi og eykur vellíðan í góðu hófi.

Of skært ljós meiðir augun og dregur úr hæfni til verka og athafna. Byggingarlist og byggðahönnun í Suðurlöndum miðast ekki síst við að búa til skuggarými þar sem skjól fæst fyrir sterku sólskini. Sólgleraugu göngum við með í svipuðu skyni.

Mikil ljósbrigði geta valdið óþægindum og streitu, og skært ljós eða ljós á hreyfingu, blikkandi o.s.frv., heldur tíðum fyrir mönnum vöku eða spillir svefni. Þegar við leggjumst til hvílu er slökkt eða höfð dauf ljós.

Maður sem skyndilega verður fyrir skærum glampa getur blindast augnablik, og stundum helst blindan nokkra hríð. Allir kannast við þá umferðarreglu að lækka ljósin þegar ökumenn mætast á vegi. Almennt eru miklar ljósbreytingar við akveg taldar óheppilegar.

Þótt snöggar ljósbreytingar séu mannum óþægilegar hafa augu okkar þá eiginleika að geta lagað sig talsvert að ljósi, og ekki síður að rökkri, jafnvel að myrkri sem í upphafi virðist vera algert. Vöðvar í augunum stjórna ljósmagni sem að berst með því að draga saman ljósopið í birtu og stækka þau í dimmu. Mannskepnan er að þessu leyti löguð að vöku og verkum þótt birtu njóti lítt eða nánast ekki.

Birta er talinn einn þátta í dægursveiflu mannsins eins og flestra annarra lífvera. Talið er að hormónið melatónín leiki aðalhlutverk í gangvirki „lífklukkunnar“ hjá spendýrum, en framleiðsla þess í líkamanum ræðst einkum af birtustigi, og er það oft kallað *myrkurhormón*. Melatónínið samstillir dægursveiflur ýmissa líkamspátta og býr líkamann undir svefn. Það myndast í heila-könglinum þegar rökkvar, framleiðslan er í hámarki um miðja nótt en úr henni dregur þegar birtir. Röskun „innri“ og „ytri“ klukku getur því valdið ýmsum vanda. Björg Þorleifsdóttir lífeðlisfræðingur hefur undanfarin ár kannað gang lífsklukkunnar við íslenskar aðstæður:

Ef gangur lífsklukkunnar ... hliðrast, þegar misræmi verður milli innri lífsklukku og ytri klukku (staðartíma), leiðir það til þess að þeim líkamsferlum sem eru háðir lífsklukkunni annaðhvort seinkar eða er flýtt, og meginvirkni lendir þá á röngum tíma sólarhringsins. Slíkt er þekkt hjá einstaklingum sem ekki ná að nema upplýsingar um dagstímann, t.d. hjá sumu blindu fólki. Með raflýsingu og framþróun tækninnar er mannum einnig kleift að raska eðlilegum gangi lífsklukkunnar. Þannig veldur mikil birta að kvöldi því að innri klukku seinkar en ljós snemma á morgnana flýtir henni. Á síðustu hundruð árum hefur háttatíma Vesturlandabúa seinkað vegna aukinnar raflýsingar á heimilum og í umhverfi og afleiðingin er sú að svefntíminn hefur styst um rúman klukkutíma. Vaktavinnufólk sem vinnur á sífbreytilegum birtutíma þarf að kljást við fyrrgreint misræmi og margir þekkja það einnig af eigin raun í skamman tíma, þegar flogið er yfir mörg tímabelti. (Lífsklukkan, umhverfi og líðan.)

Í niðurstöðum nokkurra nýlegra rannsókna erlendis felast vísbendingar um tengsl næturljóss og krabbameins, einkum brjóst- og blöðruhálskrabba þar sem hormón koma við sögu. Einnig eru uppi tilgátur um að síaukin tíðni offitu og sykursýki á Vesturlöndum kunni að tengjast ónógu myrkri að nóttu í daglegu lífi.

Staðartími – sólartími

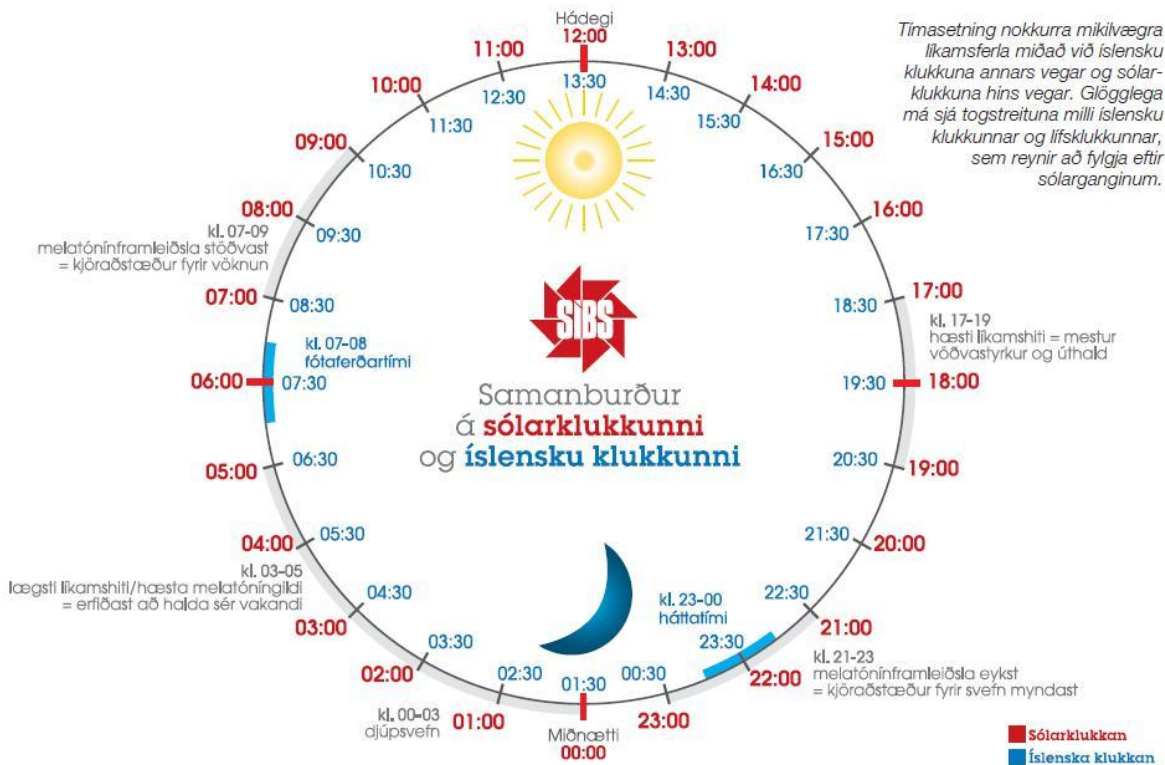
Miðað var við sólartíma á Íslandi til ársins 1907 þegar landinu var skipaður staður í kerfi alþjóðlegra tímabelta og ákveðinn íslenskur meðaltími (miðtími), sameiginlegur fyrir allt landið, einni stundu á eftir Greenwich-miðtímanum. Frá 1917 til 1919, árið 1921 og aftur frá 1939 til 1967 var hafður sérstakur sumartími og klukkunni flýtt um klukkustund þannig að á sumrin var klukkan það sama á Íslandi og í Bretlandi. Árið 1968 var sumartíminn síðan færður á allt árið þannig að íslenskur tími er sá sami og Greenwich-tími. Hér er enginn munur sumar og vetrar en í Evrópuríkjum og í Norður-Ameríku er klukkunni flýtt á sumrin.

Tillögur hafa komið fram um að breyta þessari tímaskipan og ganga þær sín í hvora átt. Vilhjálmur Egilsson o.fl. fluttu þingsályktunartillögu á alþingi 1994 og nokkrum sinnum síðar um að taka á ný upp sérstakan sumartíma með því að flýta klukkunni um klukkustund til viðbótar á sumrin, og yrði tímamunur þá hinn sami að vetri og sumri milli Íslands og grannlandanna. Í þingsályktunartillögu Guðmundar Steingrímssonar o.fl. frá 2010 er aftur á móti lagt til að klukkunni verði seinkað um klukkustund frá því sem nú er og væri þá aftur kominn „íslenski miðtíminn“ frá 1907.

Margvísleg rök eru færð fyrir báðum tillögum. Meðal raka Vilhjálms eru aukinn orkusparnaður þar sem birta entist á sumrin lengra fram á daginn. Rök Guðmundar eru meðal annars heilsufræðileg. Myrkum morgnum fækki með seinkun en líkamsklukkan fari mjög eftir gangi sólar, sem einkum komi niður á ungmennum eins og tímanum er nú komið fyrir á Íslandi. Um tillögur af þessu tagi hefur Þorsteinn Sæmundsson stjórnufræðingur fjallað í þremur greinum.

Björg Þorleifsdóttir hefur ásamt öðrum vísindamönnum leitt að því rök að misræmi milli staðarklukku og lífklukku valdi Íslendingum heilsufarsvanda, svefntruflunum og aukinni hættu á skammdegisþunglyndi. Sé sú tilgáta rétt að röskun af þessum völdum dragi úr framleiðslu melatóníns bætast við ýmsir sjúkdómar sem því tengjast.

Af samanburði á staðarklukku og sólartíma/lífsklukku má sjá að ef á Íslandi væri miðað við sólar-klukku væri algengur fótaferðartími í Reykjavík um 5.30 til 6.30, í stað 7–8 nú, en háttatími 21.30 til 22.30 í stað 23–24 nú.



Sólar- og staðarklukkan í Reykjavík. Mynd úr grein Bjargar Þorleifsdóttur í tímariti SÍBS.

Breyting á staðarklukkunni í hitt horfið, t.d. með því að flýta klukkunni á sumrin, mundi þá skapa enn meiri mismun og röskun milli staðarklukkunnar og lífsklukkunnar, og því hafa neikvæð áhrif á þá heilsufarsþætti sem þessu tengjast.

Ekki hefur verið athugað um áhrif staðartímavals á myrkurgæði á Íslandi svo kunnugt sé. Munur dags og nætur eftir árstíma er slíkur að í því efni kæmu varla til álita nema nokkrir mánuðir að hausti og vori. Sé staðarklukkan nálægt sólar-klukkunni ætti að jafnaði að draga úr þörf fyrir raflýsingu og þar með drægi úr ljósmengun í heild. Á móti kemur að mest ber á ljósmengun að kvöldi og fyrri hluta nætur, og væri að því leyti heppilegt að fækka myrkurstundum á þeim tímum mannlífsins þótt þeim fjölgaði að morgni.

Heimildir

Um myrkur í mannlífinu m.a.: Stefán Ingi Valdimarsson og Þorsteinn Vilhjálmsson. Af hverju er myrkur? Vísindavefurinn. 11.8. 2000 (slóð: visindavefur.is/?id=778); TP. „Af hverju eru augun í fólki oft rauð á ljósmyndum?“ Vísindavefurinn. 13.5. 2000 (slóð: visindavefur.is/?id=414).

Um melatónín, sólarclukku og staðarklukku: Björg Þorleifsdóttir. „Melatónín – áhrif á dægursveifur og svefn.“ *Heilbrigðismál* 3. tbl. 1998, og grein á Doktor.is. 8.12. 2000 (slóð: doktor.is/index.php/component/k2/item/978-melat%C3%B3n%C3%ADn-%C3%A1hrif-%C3%A1-d%C3%A6gursveifur-og-svefn.html); tölvuskeyti frá BÞ 21.8. 2012 (MÁ); BÞ. *Lífsklukkan, umhverfi og líðan*. SíBS-blaðið febrúar 2013, 6-7 (slóð: www.sibs.is/allar-greinar/item/98-1%C3%ADfsklukkan-umhverfi-og-1%C3%AD%C3%B0an); um erlendar rannsóknir, krabbamein o.fl. sjá t.d.: *Light Pollution and Human Health*, bæklingur frá IDA, 2009 (slóð: www.darksky.org/assets/documents/ida_human-health_brochure.pdf); Don't be afraid of the Dark: The surprising Link Between Light Pollution and Cancer. Vefsetrinu Good (slóð: www.good.is/posts/don-t-be-afraid-of-the-dark-the-surprising-link-between-light-pollution-and-cancer/).

Um staðartíma og sólartíma: Þorsteinn Sæmundsson. Um tímareikning á Íslandi. Grein á vefsetri Almanaks Háskóla Íslands (slóð: almanak.hi.is/klukkan.html); ÞS. Ný tillaga um sumartíma. Grein á vefsetri Almanaks Háskóla Íslands. 12.4. 2006 (slóð: almanak.hi.is/sumartim.html); ÞS. Tillaga um seinkun klukkunnar. Grein á vefsetri Almanaks Háskóla Íslands. 20.12. 2010 (slóð: almanak.hi.is/seinkun.html). Tillaga Vilhjálms, 435. mál á 117. lgb. 1993–94, þskj. 647 (slóð: www.althingi.is/altext/117/s/0647.html); Tillaga Guðmundar, 379. mál á 139. lgb. 2010–11, þskj. 497 (slóð: www.althingi.is/altext/139/s/0497.html).

Áhrif ljósmengunar á dýr og gróður

Víða erlendis er hvað mestur skaði við ljósmengun talinn felast í áhrifum hennar á dýralíf. Hérlendis háttar þannig til að slík áhrif eru líklega tiltölulega lítil. Landið er stórt en fámennt, og þótt ljósnotkun sé veruleg í byggð er byggðin ekki mikil að umfangi í landinu. Mannvirki utan byggða eru ekki víðfeðm, helst í tengslum við virkjanir og samgöngur, og ekki upplýst að marki. Rannsóknir skortir þó nánast með öllu á þessu sviði. Að líkindum er brýnast að athuga áhrif manngerðs ljóss á atferli vatnafiska annarsvegar og hinsvegar fugla, sem eru langviðamesti hópur hryggdýra á landi, sérstaklega farfugla.

Áhyggjur erlendis

Í erlendum ritum, skýrslum og gögnum um myrkuræði og ljósmengun eru hafðar uppi margskonar áhyggjur af áhrifum manngerðs ljóss á vistkerfi og dýralíf utan þéttbýlis og á náttúrusvæðum. Eitt kunnustu dæma eru sækjaldbökurnar, sem stefnusetja sig eftir sjónrænum viðmiðum og eru berskjaldaðar gagnvart ljósmengun. Talið er að öllum tegundum skjaldbakna stafi nú ógn af breytingum og lýsingu á ströndum.

Almennt má segja að á hryggdýr hafi ljósmengun svipuð áhrif og á menn. Skyndilegt skært ljós getur blindað einstakling augnablik og kallað fram örvæntingarviðbrögð, samanber dýr í bílljósum á vegi, og langvarandi skerðing eðlilegs næturmyrkurs veldur taugaálagi og streitu.

Manngert ljós í dreifbýli og utan byggða getur haft ýmis áhrif á dýralíf, einkum með því að lengja dagsljósið sem er mikilvægur áhrifaþáttur um atferli. Sérlega viðkvæmar er þær tegundir skordýra og spendýra sem teljast til nætur- eða rökkurdýra. Fuglar í næturhvíld og sérstaklega á eggjum eru líka viðkvæmir. Ljósmengun getur haft almenn áhrif á dagsveiflu fjölmargra tegunda.

Ýmis skordýr dragast að ljósi. Næturlýsing hefur áhrif á fjölda þeirra og tegundasamsetningu. Skæð ljósmengun getur jafnvel haft þau áhrif að sumar næturtegundir hætti flugi þar sem þær skynja

nóttina sem dag, en dagtegundir breyti atferli sínu og laðist að manngerðu ljósi. Breytingar meðal skordýra af þessum sökum geta síðan endurspeglast ofar í fæðukeðjunni. Til dæmis hefur ákveðnum leðurblökutegundum fjölgað nærri byggð í Bretlandi vegna meira næturúrvals skordýra í manngerðu ljósi, einkum veglýsingu.

Mannert ljós getur komið fuglategundum úr jafnvægi með ýmsum hætti. Mökun stjórnast meðal annars af ljósmagni, og ljósmengun getur haft óheppileg áhrif á allan þann feril. Næturtegundir eru viðkvæmastar fyrir stöðugri ljósmengun. Þá getur sterkt ljós eða stakt, svo sem á mastri eða vita, ruglað fugla í ríminu, sérstaklega þegar ekki nýtur tunglskins. Slík ljós geta breytt og spillt flugleiðum farfugla. Í nokkrum borgum Norður-Ameríku, svo sem New York og Toronto, eru ljós á skýjakljúfum nú slökkt eða deyfð á fartíma helstu fuglategunda til að draga úr fugladauða.

Aðstæður á Íslandi

Líkast til hefur mannert ljós minni áhrif á norðurslóðum en sunnar þar sem árstíðabundnar birtusveiflur eru minni. Vegna hnattstöðu og lítils byggðaumfangs er ólíklegt að þau áhrif sé veruleg á fugla. Farfuglarnir koma á vorin þegar orðið er bjart nánast allan sólarhringinn þannig að mannert ljós ætti ekki að hafa veruleg áhrif á atferli þeirra, að minnsta kosti framan af sumri. Fuglar í byggð laga sig að lífsháttum mannsins, en telja má víst að þar hafi síaukin lýsing talsverð áhrif á þróun stofna og samspil tegunda.

Á Íslandi er bjart þann tíma ársins sem lífverur eru hvað virkastar. Á veturna þegar dimmt er og búast mætti við að lýsing hefði mest áhrif eru margar lífverur óvirkar vegna kulda eða hafa yfirgefið landið (farfuglar). Vert er þó að hafa í huga að á norðlægum slóðum er algengt að birtusveiflurnar nýtist lífverum til að stjórna ákveðnum ferlum, svo sem þroska, fari, æxlun og dvala. eru þær því viðkvæmar fyrir öllum ónáttúrulegum birtubreytingum. Breytingar á birtu geta einnig raskað jafnvægi milli bráðar og afræningja.

Rannsóknir liggja engar fyrir um áhrif manngerðs ljóss á vistkerfi á Íslandi.

Fyrsta flug lundans

Landsþekkt er hinsvegar dæmi um skaðleg áhrif manngerðs ljóss á fugla, nefnilega fyrsta flug lundans nærri byggð. Unginn (*pysja, kofa, pési, lundungi* ...) skríður úr holu sinni síðsumars og hefur sig til flugs í fyrsta sinn í myrkri að kvöldi eða nóttu, líkast til með stefnu á stjörnurnar. Venjulega lendir fuglinn á sjónum en þar sem byggðarljós skína skært flýgur hann beint í átt að ljósunum. Í byggðinni missir hann hafsýnar og nær ekki flugi á ný, drepst úr hungri eða verður að bráð köttum og öðrum afræningjum nema þar sem mannfólkið aumkvar sig yfir hann, samanber pysjunætur barna í Eyjum. Engin sérstök skýring hefur fundist á þessu næturflugi önnur en aðdráttarafli ljóssins í fyrsta flugi ungfuglsins, en líklegt er að nóttin verði fyrir valinu til fyrstu flugæfingarinnar til að forðast afræningja.

Ráð við ungadeauða af þessum sökum gæti verið að menn gæti sérstaklega að lýsingu og ljósagangi á þeim tíma sem þetta flug er þreytt – eina til tvær vikur í ágústlok og stundum septemberbyrjun. Í

Vestmannaeyjum hafa starfsmenn Náttúrustofu Suðurlands beint þeim tilmælum til bæjaryfirvalda að hlífa íbúum Heimakletts við flóðlýsingu þegar kvöldar á þessum árstíma.



Pysjum sleppt í Klaufinni. Unginn flýgur í átt að ljósi, og eru afdrif hans nálægt byggð skýrt íslenskt dæmi um óheppileg áhrif manngerðs ljóss á dýralíf. Börnin í Eyjum hlaupa hinsvegar undir bagga með fuglinum. (Ljósm. Sigurgeir Jónasson, 18. ágúst 1988.)

Ekki fer miklum sögum hérlendis af villu og rugli farfugla í geislum vita eða mastursljósum, en engar kannanir um þetta liggja fyrir.

Skordýr

Alþekkt er að mörg skordýr laðast að ljósi, og veldur manngert ljós margskonar breytingum á atferli þeirra. Rannsóknir hérlendis eru fábreyttar á þessu sviði, og telja má að ljósmengun sé ekki alvarlegur vandi fyrir stofna skordýra vegna hnattstöðu. Rétt er þó að benda á að skordýr eru mikilvægur hluti lífríkisins á Íslandi, bæði sem slík og sem hluti fæðukeðjunnar, einkum í ám og vötnum.

Fiskar

Lýsing hefur einnig áhrif á fiska. Styrkur ljóss dvínar hratt með auknu dýpi og þarf því helst að hyggja að fiski sem lifir í grunnu vatni við byggð. Ljóslofa stýrir tímasetningu kynþroska og hrygningar hjá fiskum á norðurslóðum og sjógöngutíma lax, sjóbirtings og sjóbleikju. Ljós er talsvert notað í fiskeldi, svo sem lax- og bleikjueldi, til að hvetja vöxt og koma í veg fyrir ótímabæran kynþroska. Talið er að stöðugt ljós, án styrkbreytingar milli dags og nætur, geti valdið streitu hjá sumum tegundum fiska og þannig haft áhrif á heilsu þeirra.

Rannsóknir um áhrif ljóss á villta fiskistofna hafa engar verið hérlendis sem heimildarmenn starfs- hópsins vita af, en fjölmargar um áhrif ljóss og ljóslofa á eldisfiska, heima og erlendis.

Í umsögnum Veiðimálastofnunar um framkvæmdir við ár og stöðuvötn í þéttbýli hefur verið varað við áhrifum manngerðs ljóss á fiskistofna sem lifa eða fara nærri byggð, og lagt til að lýsingu sé mjög stillt í hof við vötn og ár. Nýlegt dæmi um slíkar tillögur má finna í umsögn stofnunarinnar frá 2010 um göngustíg í Úlfarsárdal þar sem varað var við áhrifum lýsingar á lífverur í ánni og við hana, og lagt til að lýsingu yrði stillt í hof og höfð á lágum staurum. Árið 2008 gerði stofnunin athugasemdir við deiliskipulag Úlfarsárdals, og var einkum varað við flóðlýsingu á íþróttavöllum sem gert var ráð fyrir við árbakkana. Í umsögn stofnunarinnar um þverun Elliðaárósa með göngu- og hjólastíg segir einnig að þar þurfi að „takmarka og stýra lýsingu sem ætluð er vegfarendum þannig að hún beinist ekki að eða ofan í ósinn. Annars gæti lýsingin haft áhrif á gönguhegðun laxins, sérstaklega þegar komið er fram á haust.“

Við Úlfarsá (Korpu) er ljós haft á háum staurum við göngustíginn meðfram ánni og var ekkert skeytt um athugasemdir Veiðimálastofnunar um flóðlýsingu við ána. Við hönnun stígsins yfir Elliðaárósa var hinsvegar tekið sérstakt tillit til athugasemda um lýsingu.

Friðþjófur Árnason líffræðingur hjá Veiðimálastofnun segir að stundum sé tekið tillit til varnaðarorða af þessu tagi í umsögnum stofnunarinnar en oft sé misbrestur á því. Framkvæmendum sé að sjálfsögðu annt um öryggi og vellíðan vegfarenda og hugi þá síður að neikvæðum áhrifum lýsingar á lífverur í umhverfinu, en þess verði líka vart að vilji til að framfylgja ákveðnum reglum í þessu sambandi sé meiri í orði en borði án þess að rök mæli gegn aðgæslu við lýsingu.

Í samtali við Helga Thorarensen prófessor á Hólum kom fram að hann telur að í fæstum tilvikum sem hér hafa komið upp sé styrkur manngerðs ljóss svo mikill að ljósið hafi ótvíræð neikvæð áhrif á

fiskana. Hinsvegar sé erfitt að benda á tiltekin viðmiðunarmörk fyrir ljósstyrk, og hljóti þau að ráðast af aðstæðum.

Gróður

Vel kunn eru áhrif manngerðs ljóss á gróður, og má sjá þau daglega í mismunandi vexti limgerðis eftir fjarlægð frá ljósastaurum. Þekkt er hér á landi að tré undir ljósastaurum kali frekar en önnur sem eru fjær ljósinu og virðist ljósið þá veikja vetrarvarnir plöntunnar. Þá getur breytt ljósmagn flýtt vexti og blómgun sumra tegunda og seinkað öðrum, án tillits til annarra náttúruþátta, svo sem hita og samstillingar við skordýr sem skipta máli við frjóvgun. Ákveðið manngert ljós, einkum frá lágþrýstum natrínlömpum (LPS), getur einnig ruglað feril ljóstillífunar. Á Íslandi gætir þessara áhrifa varla nema í byggð, í görðum og við vegi, og hafa ekki verið talin alvarleg. Rannsóknir hafa þó engar verið gerðar um þetta hérlendis.

Heimildir

Um áhrif á dýr almennt m.a.: Rich, Catherine, og Travis Longcore. *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*. Island Press 2005/6; *Lighting in the Countryside: Towards Good Practice*. Department for Communities and Local Government. London 1997 (slóð: webarchive.nationalarchives.gov.uk/20120919132719/http://www.communities.gov.uk/documents/planningandbuilding/pdf/158352.pdf), kafli 3.3; *Artificial Light in the environment*. The Royal Commission on Environmental Pollution. London 2009 (slóð: www.officialdocuments.gov.uk/document/other/9780108508547/9780108508547.pdf), kafli 4; um skordýr, fugla: *Artificial Light in the environment* 4.10, og slóðir tiltekna þar; Kelly Brenner. *City Lights and Urban Wildlife*. 2010, rit og slóðir nefnd þar (slóð: sustainablecitiescollective.com/kelly-brenner/13410/city-lights-and-urban-wildlife#comments).

Um íslenskar aðstæður: Tölvuskeyti frá Friðþjófi Árnasyni, Veiðimálastofnun, 12.3., 12.4., 11.5. og 28.8. 2012, og frá Helga Thorarensen, Hólaskóla, 17.8. 2012; samtöl við Einar Þorleifsson og Erp Snæ Hansen 24.8. 2012, og við Erling Ólafsson 28.8. 2012 (MÁ); Umsögn Veiðimálastofnunar um lagningu göngustígs meðfram Úlfarsá, 24. febrúar 2010; um deiliskipulag Úlfarsárdals, 14. maí 2008; um þverun Elliðaárósa, 29. mars 2011; tölvuskeyti frá Friðþjófi Árnasyni 28. ágúst 2012; samtöl við Ólaf Stefánsson verkefnastjóra hjá Reykjavíkurborg 31. ágúst 2012 (MÁ). Um pysjuna: Samtal við Erp Snæ Hansen fuglafræðing á Náttúrustofu Suðurlands 24. ágúst 2012 (MÁ).

Um gróður: *Lighting in the Countryside*, kafli 3.3; Rich og Longcore: *Ecological Consequences ...*, kafli IV (sjá að ofan); samtöl við garðyrkjumenn.

5 Þróun myrkurgæða á Íslandi

Myrkurgæðum í byggð og kringum byggðir hefur hrakað verulega síðustu áratugi á Íslandi. Af þessu hefur almenningur og kjörnir fulltrúar hans þó furðulitlar áhyggjur. Líklega er skýringanna að einhverju leyti að leita í því hversu elskir Íslendingar hafa verið að ljósinu um margar myrkar aldir. Þá kann að valda nokkru að myrkur og næturhiminn hafa spillst smám saman, jafnt og þétt árum og áratugum saman, en ekki í svo miklum stökkum að eftir sé tekið og staldrað við.

Margt bendir til þess að myrkurgæðum hafi hrakað svo á höfuðborgarsvæðinu að næturhiminn megi telja verulega skertan mestan hluta vetrar miðað við stöðuna fyrir nokkrum áratugum. Um aðrar byggðir má að breyttu breytanda segja sömu sögu. Má ef til vill jafna ástandinu til þess að fjallahringurinn umhverfis höfuðborgarbyggðirnar væri hulinn móðu flesta daga þannig að aðeins sæist í hæstu fjöll og nálægustu hæðir. Við slíka skerðingu lífsgæða yrði seint unað á Íslandi. Ekki er heldur ástæða til að halda árum í báti þegar kemur að vernd myrkurgæða.

Reykvíkingar og aðrir þéttbýlisbúar á miðjum aldri muna margir eftir heiðum stjörnuhimni úr æsku og sakna nú þeirrar sjónar. Birgir Sigurðsson rithöfundur (f. 1937) segir að þegar hann var barn hafi

fleiri stjörnur [sést] yfir Reykjavík en núna. Þær tindruðu skært á haust- og vetrarkvöldum í djúpum og dularfullum geimi. Á slíkum kvöldum stóðum við stundum úti, börnin á Laugaveginum, og biðum eftir stjörnuhrapi. Þá var hægt að óska sér. Þeir sem voru harðastir í þessu stjörnulottói náðu þremur, fjórum óskum á kvöldi.

Norðurljósín yfir borginni voru líka mun skarpari og litauðugri en nú og vetrarbrautin eins og fínofið hialín yfir öllu saman. Þessi litla borg var yfirskyggð himneskri nálægð og næstum sjálfgefið að finna að alheimurinn er heimkynni okkar og stjörnurnar í sömu fjölskyldu og við.

Torvelt er að finna beinar heimildir um þessa þróun. Ekki hafa farið fram neinar reglubundnar mælingar á birtustigi á höfuðborgarsvæðinu eða annarstaðar sem hægt væri að miða við. Ljóst er þó að á síðustu áratugum hefur lýsing og ljósmagn aukist verulega hér á landi. Á þeirri leið má sjá meðal annars þessi kennileiti:

Fólksfjölgun og útpensla þéttbýlis, einkum á suðvestursvæðinu

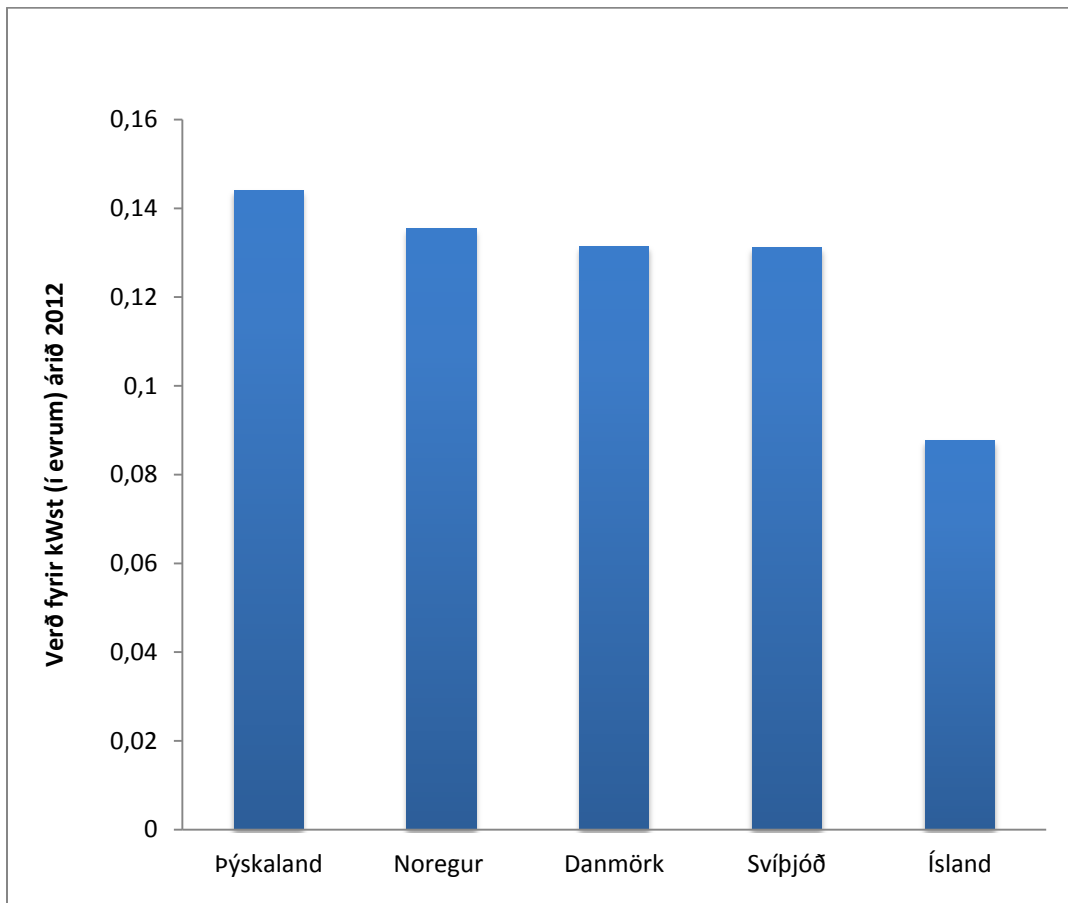
Á síðustu sex áratugum (1950–2010) hefur íbúafjöldi landsins meira en tvöfaldast (úr 144 í 318 þús., um 220% aukning) og á höfuðborgarsvæðinu um það bil þrefaldast (úr 67 í 201 þús., um 300% aukning). Gera má fyrir verulegri fylgni við aukið ljósmagn.

Mikil efling raforku- og dreifikerfis

Almenn raforkunotkun hefur á síðustu sex áratugum (1950–2010) rúmlega 15-faldast, farið úr 193,4 GWst í 3.044 GWst (stóriðja ekki meðtalin). Ekki liggur fyrir hve mikill hluti raforkunnar fer til lýsingar. Í grannlöndum er það hlutfall yfirleitt um það bil fimmtungur. Telja má líklegt að ekki hafi dregið umtalsvert úr hlutfalli raforku til lýsingar á þessum tíma á Íslandi.

Lágt rafmagnsverð

Íslendingar búa við lágt rafmagnsverð miðað við grannlöndin. Á súluritinu sést rafmagnsverð til heimila í nokkrum ríkjum Norður-Evrópu árið 2011:



Lágt orkuverð til heimila á Íslandi – en förum við illa með rafmagnið? Verð á kWst í Noregi 0,136 €, í Þýskalandi 0,144 €, í Svíþjóð 0,131 €, í Danmörku líka 0,131 €, á Íslandi 0,088 €. (Heimild: Eurostat.)

Meðaltal í ESB-ríkjum telst vera 0,134 evra, og lætur nærri að íslensk heimili borgi fyrir rafmagnseininguna um 65% þess sem almennt er í Evrópu. Þetta er að sjálfsögðu jákvætt fyrir heimilisbókhaldið. Utan kaldra svæða leiðir lágt rafmagnsverð hinsvegar til þess að hvati til orkusparnaðar er minni en í grannlöndunum, og skynsemi er síður gætt við raflýsingu.

Fjölgun ökutækja

Á síðustu sex áratugum (1950–2010) hefur fjöldi skráðra bifreiða 22-faldast (úr um 11 þús. í 245 þús.). Fjöldi fólksbíla á hverja 1000 íbúa hefur aukist úr 41,8 í 643,8, sem er rúmlega 15-földun. Ætla má að þessar tölur segi einnig til um þróun ljósmagns af bílljósum á nóttu, en einnig þarf að hafa í huga sterkari þerur og miklar samgöngubætur með stækkun vegakerfisins.

Fleiri og stærri auglýsingaskilti

Lýsing frá auglýsingaskiltum ýmiskonar í byggð hefur aukist verulega á undanförunum áratugum. Um þetta er erfitt að afla talnagagna en vísbendingu má sjá á því að árin 2000–2011 var fjöldi samþykktara leyfisumsókna fyrir skilti og auglýsingatöflur hjá byggingarfulltrúanum í Reykjavík samtals 376 (2000: 31 umsókn, 2001: 27 ums., 2002: 23 ums., 2003: 39 ums., 2004: 31 ums., 2005: 46 ums., 2006: 35 ums., 2007: 69 ums., 2008: 28 ums., 2009: 28 ums., 2010: 11 ums., 2011: 8 ums.). Í þessum tölum koma ekki fram skilti sem tekin hafa verið niður, en samkvæmt þeim er að meðaltali sett upp 31 nýtt auglýsingaskilti á ári í Reykjavík þessi tólf ár, flest þeirra lýst með einhverjum hætti.

Síaukin lýsing gatna og vega

Lýsing gatna í þéttbýli hefur aukist hröðum skrefum frá því um miðja síðustu öld. Samkvæmt heimildum frá höfuðborgarsvæðinu má ætla að götulýsing hafi aukist verulega umfram mannfjölda frá um 1960 til um 1990 en hægar eftir það. Lýsing á þjóðvegum utan þéttbýlis hófst um og uppúr 1980, og munar mest um lýsingu Reykjanesbrautar milli Hafnarfjarðar og flugstöðvarinnar árið 1996.

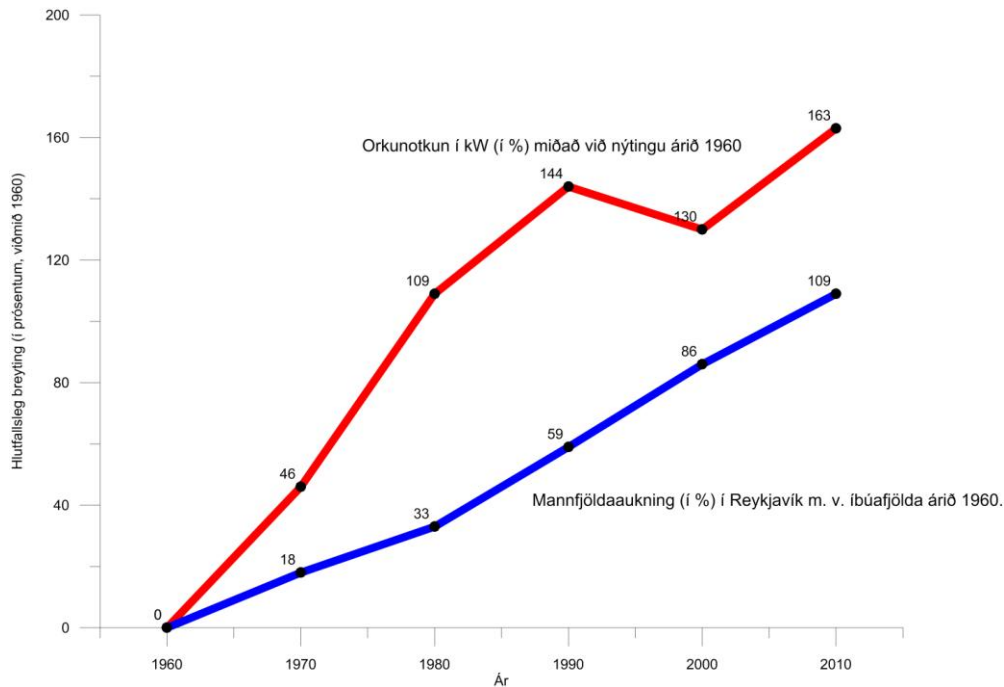
ár	kW	íbúar	kW/1000 íbúa
2010*	6796	169.400	40,1
2000	5274	150.400	35,1
1990	4779	128.500	37,2
1980**	3434	108.100	31,8
1970	2136	96.000	22,2
1960	1225	80.800	15,2

Mannfjöldatölur eru jafnaðar, grófreiknaðar fyrstu árin.

* Akranes ekki meðreiknað, bættist við veitusvæðið 2001.

** Orkutölur frá 1979.

Taflan sýnir uppsett afl til götulýsingar á veitusvæði OR/Rafmagnsveitu Reykjavíkur 1960–2010 (Rv. og grannbæir nema Hafnarfjörður og Garðabær vestan Hraunholtslækjar), íbúatölu á svæðinu og afl á íbúa. Hröð aukning er greinileg frá 1960 til 1990 og má ætla að þróun birtumagns hafi verið svipuð. Eftir það hægir hlutfallslega á, og afl á íbúa dregst saman milli 1990 og 2000. Hagræðing, tæknibreytingar og breytt byggðaðróun kunna að ráða þar nokkru.



Þróun orkunotkunar við götúlýsingu (rauða línan) og mannfjölda (bláa línan) frá 1960, samkvæmt tölunum í töflunni. Lýsingin eykst hraðar en fólkinu fjölgar.

Aukin umsvif gróðurhúsaræktunar með lýsingu

Lýsing með lömpum í rökkri og dimmu í gróðurhúsum hófst fyrst hérlendis um 1990. Raforkunotkun í greininni, að langmestu leyti til lýsingar, hefur síðan aukist að meðaltali um rúm 13% á ári. Árið 1990 nam raforkunotkun í garðyrkju og ylraekt rúmum 5 GWst. Árið 2000 nam notkunin tæpum 30 GWst, árið 2005 51,7 GWst og árið 2012 rúmum 76 GWst. Íslensk gróðurhús eru allajafna ekki myrkvuð með skuggatjöldum og geta spillt verulega myrkurgæðum á heimaslóðum sínum og nærsveitum, svo sem menn þekkja t.d. í uppsveitum Árnassýslu, svo sem á Flúðum (sjá 17. kafla).

Heimildir

Birgir Sigurðsson. „Endurheimt stjarnanna.“ *DV* 13.11. 1995, bls. 15. Um mælingar á birtustigi: Samtal við Þorstein Sæmundsson stjórnfræðing 8. maí 2013.

Upplýsingar í liðum a-f: Lýsing og ljósmagn. Heimildir um þróun: Svar Upplýsingaþjónustu Alþingis við fyrirspurn Marðar Árnasonar, 4. og 9. október 2012. Hlutfall raforku til lýsingar erlendis: Upplýsingar frá Guðjóni L. Sigurðssyni í ágúst 2013. Um gatna- og veglýsingu einkum ársskýrslur Rafmagnsveitu Reykjavíkur og OR, mannfjöldaskrár Hagstofunnar (hagstofan.is/). Um skiptingu íbúa í Garðabæ milli veitusvæða: Guðjón Erling Friðriksson bæjarritari og Hilmar Ingólfsson fyrrv. bæjarfulltrúi 12.9. 2013. Um gróðurhús: Samtal við Bjarna Jónsson framkvæmdastjóra Sambands garðyrkjubænda 16.5. 2013; *Garðyrkjan og raforkan*, dreifiblað sambandsins frá apríl 2012, bls. 2.

Stjörnuhiminn yfir Bergshúsi 20. október 1911

Í *Ofvitanum* eftir Þórberg Þórðarson segir frá því að söguhetjan skoðar stjörnur út um þakgluggann í Bergshúsi í Reykjavík, á horni Skólavörðustígs og Bergstaðastrætis, 20. dag októbermánaðar árið 1911. Hann á von á heimsókn:

Pilsaþytur í sálinni, ljúfur andblær í stráum. Fram úr tindrandi stjörnuþýðinni stígur falleg stúlka, há vexti, dökkt hár, brún augu, horfir eins og hún þrái eitthvað sem hún hefur aldrei getað fengið.

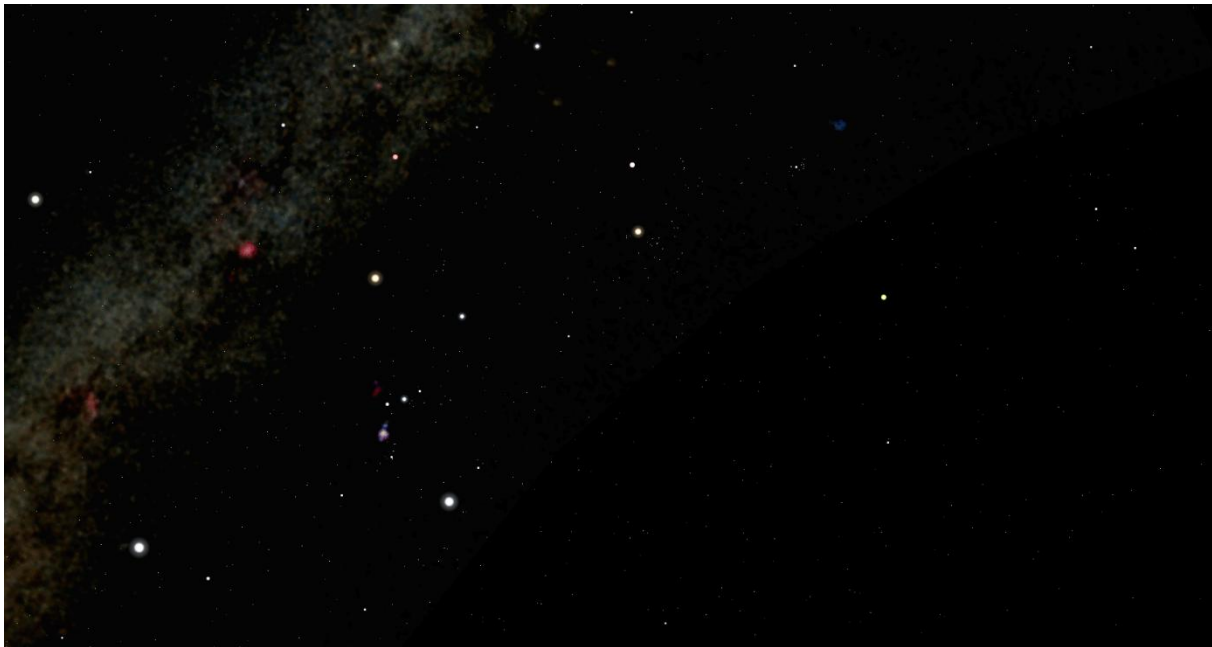
Hann ætlar að sýna Elskunni sinni stjörnurnar út um gluggann í Bergshúsi á kvöldin þá um veturinn, og þá einkum Síríus sem sést ekki „fyr en lengra líður út á, því hún er svo sunnarlega á hvelfingunni“.

Auk Sírfusar talar Ofvitinn um Sjöstjörnuna og stjörnurnar Hamal og Sheratan í Hrútsmerki.

Þórbergur lýsir húsakynnum í Bergshúsi og stjörnu-glugganum sem var ofan við brattan stiga,

einrúðugluggi, sem hægt var að opna og loka eftir vild. Og þegar maður stóð á pallskörinni gat maður teygð höfuðið upp um gluggaopið og séð í þrjár áttir. Þessi gluggi var stjörnuturn minn í fjóra vetur.

Ljóst er að glugginn sneri til suðvesturs og þaðan gat Ofvitinn horft til þriggja átta. Stjörnuhiminninn síðla októbers 1911 var býsna fagur. Að kvöldi 20. dags mánaðarins sást reikistjarnan Satúrnus suðaustan við Hamal og Sheratan en Mars í grennd við Regnstirnið í Nautinu. Ekki fjarri því er Sjöstirnið.



Yfir Bergshúsi 1911. Eitthvað líkt þessu hefur stjörnuhiminninn litið út þegar Ofvitinn skimaði út um þakgluggann sinn haustið 1911. Myndin sýnir stjörnur sem eru sjáanlegar síðla nætur í október. Daufustu stjörnur á myndinni hafa birtustigið 5,5 en öruggt má ætla að svo daufar stjörnur hafi verið sjáanlegar í frumbersku rafvæðingar.

Hamal og Sheratan eru björtustu stjörnur Hrútsmerkisins. Sjöstirnið er þyrping bláhvíttra stjarna í Nautsmerkinu. Nafnið gefur fyrirheit um sjö stjörnur en einungis sex sjást innan byggða þegar horft er með berum augum. Við gott náttmyrkur utan byggðarlýsingar er hægt að greina meira en tíu stjörnur í þyrpingunni og miklu fleiri ef notaður er lítill handkíkir. Að kvöldi 20. októbers 1911 sátu Hamal og Sheratan á miðjum suðausturhimni auk Sjöstirnisins sem er nokkru austar og sunnar.

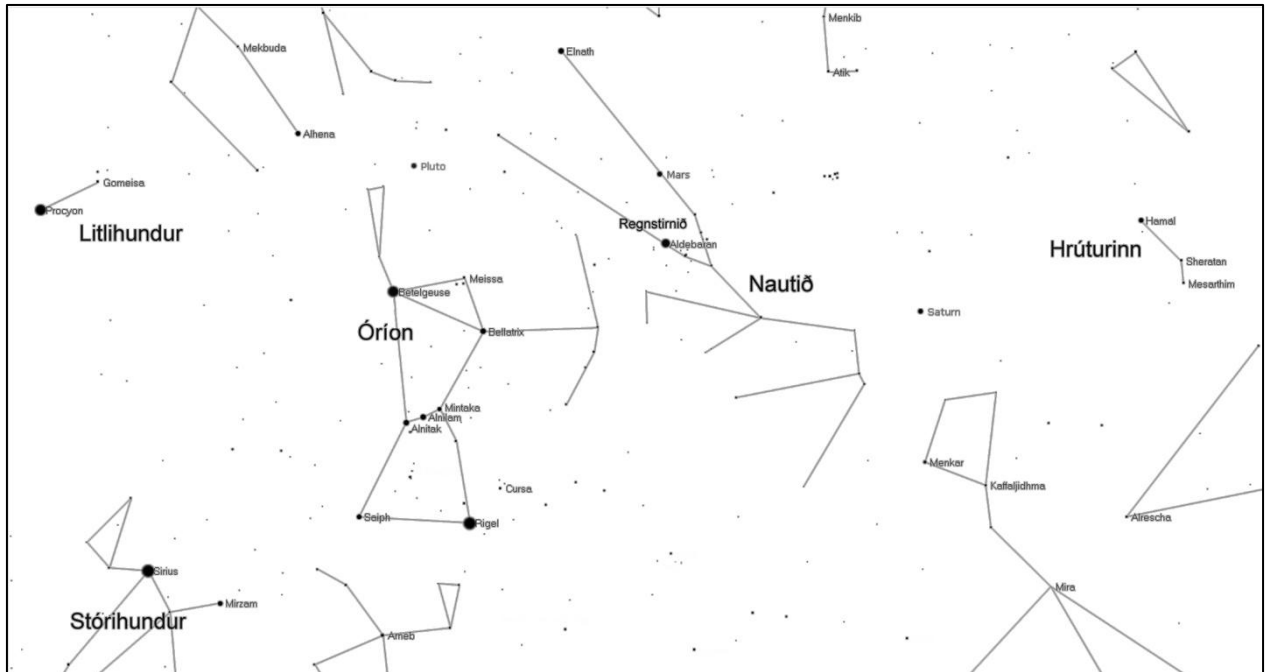
Hin bláhvíta Sírius, í merkinu Stórahundi, var þá ekki stigin á loft. Sírius er bjartasta fastastjarnan séð frá jörðu. Stjarnan er sunnarlega á íslenskum næturhimni og er því algengt að hún tindri vegna tíbrár. Sírius sést ekki fyrr en klukkan er langt gengin í þrjú að morgni í október. Fyrst í desemberlok birtist stjarnan á himni um tíuleytið að kvöldi. Ef til vill benda hugleiðingar Ofvitans um Sírius til þess að hann óski félagskapar við Elskuna langt fram eftir vetri – eða langt fram eftir nóttu?

Á stjörnumyndunum sést stjörnuhiminninn yfir Reykjavík eins og hann var 20. október 1911 og á okkar tímum, rúmri öld síðar. Í Reykjavík bjuggu um 11.600 manns um áramótin 1910–11. Olíu- luktir höfðu verið notaðar í bænum allt frá árinu 1876 þegar sett voru upp sjö ljósker í Kvosinni, en 1. september 1910, haustið áður en Elskan kom í Bergshús, var kveikt á gaslýsingu á götum Reykjavíkur í fyrsta sinn. Við gasvæðinguna fjölgaði verulega ljósastaurum í bænum, og urðu þeir yfir tvö hundruð, en lýsingin var kostnaðarsöm og spöruð eftir megni. Ekki var til dæmis kveikt á götuljósum við tunglfullingu og lýsing höfð minni ef snjór var yfir. Rafalar voru á stöku stað en raflýsing varð ekki almenn fyrr en með Elliðaárvirkjun 1921. Himinn hefur því varla verið afar uppljómaður að kvöldi haustið 1911, jafnvel þar sem byggðin var þétt eins og við Skólavörðustíg neðanverðan. Að líkindum hefur verið nógu dimmt til að vetrarbrautarslæðan sæist vel með berum augum og að minnsta kosti stjörnur af birtustigi 5,5 og jafnvel enn daufari. Stjörnur bjartari en nemur birtustigi 5,5 eru tæplega 2900 talsins. Að minnsta kosti tæpur helmingur þeirra, um 1440 stjörnur, ætti að hafa sést frá Reykjavík á þessum tíma, sennilega miklu fleiri.



Yfir sama stað 2013. Stjörnuhiminn nútímans frá miðbæ Reykjavíkur í október 2013. Daufustu stjörnur hafa birtustigið 4.

Nú búa um 200 þúsund manns í Reykjavík og nágrenni. Þegar næturhiminn yfir borginni á okkar dögum er borinn saman við tíma Ofvitans kemur í ljós birtustigsbreyting sem gerir himininn 18-falt rýrari að gæðum. Það er nóg til þess aðeins sjást stjörnur bjartari en nemur birtustigi 4,0 (miðað við meðaltal yfir borgina). Sjást nú einungis ríflega 250–300 stjörnur eða nálægt 20 % þeirra sem sjá mátti frá Reykjavík fyrir um 100 árum.



Heiti helstu stjarna á Ofvitamyndunum, þar á meðal þeirra sem koma við sögu í Bergshúsi.

Heimildir

Þórbergur Þórðarson. *Ofvitinn*. Mál og menning, Rv. 1964, 214 o.áfr. (1. útg. 1940–41); sbr.: Guðjón Friðriksson. „Bergshús ... Hús orlaganna og orkuver andans.“ *Þjóðviljinn* 9. febrúar, bls. 14–15. Stjörnustaða: Bright Star Catalogue (2011). NASA HEASARC Data Archive (slóð: <http://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/archive.html>). Mannfjöldatölur á vef Hagstofu Íslands: hagstofa.is/. Um gas og rafmagn: Klemens Jónsson. *Saga Reykjavíkur* II. Rv. 1929, bls. 216; samtal við Stefán Pálsson sagnfræðing 20.6. 2013; Jakob Trausti Arnarsson. Auðmagn rafmagnsins: Frímenn B. Arngrímsson og baráttan fyrir rafvæðingu Reykjavíkur. BA-ritgerð við Hugvísindadeild Háskóla Íslands. 2012 (sjá á: skemman.is/). Snævarr Guðmundsson. Myrkurkort af höfuðborgarsvæðinu. Kortlagning ljósmengunar yfir Reykjavík og nágrenni. BS-ritgerð við HÍ (endursk.). Maí 2011 (slóð: www.natturumyndir.com/pdf/ljosmengunreykjavik.pdf). Myndir og kort: Snævarr Guðmundsson.

6 Mæling myrkurgæða

Aðferðir til að meta áhrif raflýsingar

Manngert ljós sem sleppur út í lofthjúpin dregur úr náttúrulegu myrkri eða gerir himin bjartari. Hægt er að meta hve mikil áhrifin eru með því að mæla styrk ljómans og bera síðan saman við náttúrulegt myrkur á sama svæði. Aðferðir til þess að meta áhrif raflýsingar á næturhimininn eru nokkrar og misflóknar. Einfaldar mæliaðferðir sem allir geta notað eru annarsvegar að telja stjörnur með tilteknum hætti, og hinsvegar að mæla birtustig himins. Hér verður sagt frá þessum aðferðum og nokkrum í viðbót, heldur viðameiri og flóknari.

Stjörnutalning

Fjöldi stjarna sem sjást á himni ræðst beint af því hversu mikið raflýsing rýrir myrkurgæði. Þá staðreynd hafa alþjóðleg samtök um bætt myrkurgæði, Globe at Night, nýtt til þess að fylgjast með þróun mála á jörðinni. Aðferðin er sárá einföld og felst í því að athugendur telja hversu margar stjörnur sjást í stjörnumerkinu Óríón. Hver sem er getur tekið þátt í verkefninu og borið niðurstöður sínar saman við athuganir þúsunda annarra víðsvegar að í gagnabanka samtakanna á netinu.

Einfaldleiki stjörnutalningar er mikill kostur en hafa skal hugfast að marktæk mæling næst einungis í meðaltali fjölda athugenda. Er mikilvægt að einstaklingarnir sem telja stjörnur frá tilteknum stað séu að minnsta kosti þrír, og því meiri sem breiddin er í aldri, þeim mun betra. Vegna þess að betur sjá augu en auga er nauðsynlegt að skipuleggja slíka talningu fyrirfram og best að talsverður hópur áhugamanna eða nemenda taki þátt í verkefninu. Að slíkri skipulagningu geta stjörnuskoðunarfélög komið og haldið utan um verkefnið. Þekking sem hver þáttakandi þarf er einungis að átta sig á Óríónsmerkinu sem er tiltölulega einfalt.

Svona á að telja

Óríón er auðþekkt stjörnumerki sem sést á suðurhimni á kvöldin seinni hluta vetrar. Misbjartar stjörnur þar nýtast til þess að gefa hugmynd um hversu dimmur himinn er á athugunarstað. Nauðsynlegt er að skrá upplýsingarnar og koma þeim á framfæri svo að þær nýtist. Skrá þarf stað og stund, fjölda stjarna sem sjást, og athugasemdir. Svona skal fara að:

1. Finna hnattstöðu. Landfræðilega lengd og breidd má finna með GPS-handtæki eða t. d. kortasjá Landmælinga Íslands (slóð: atlas.lmi.is/kortasja/). Þysjaðu inn í kortið þar sem þú ætlar að gera athuganir þínar. Ýttu á flipann „Fá hnit“ og smelltu á athugunarstaðinn. Þá birtast hnitin. Hægt er að afrita hnitin í ritvinnsluskjal.
2. Læra að þekkja stjörnumerkið Óríón. Hér má sjá hvaða stjörnur mynda það (vefsetur Globe at night): www.globeatnight.org/learn_findorion.html. Notaðu hjálparkort (www.globeatnight.org/learn_orionsky.html) til þess að meta hvað margar stjörnur sjást við mismunandi skilyrði. Tvísmelltu á Ísland á hnattkortinu (t.v.) til þess fá stjörnumerkið rétt

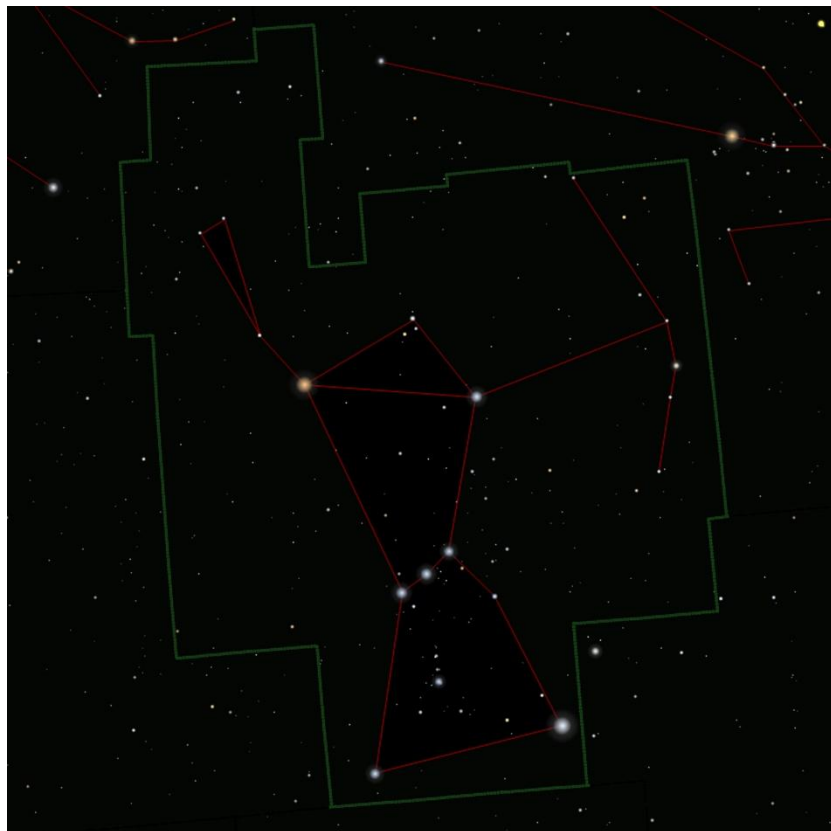
fram á hægri kortinu. Á borðanum undir hægri kortinu er sýnt hvaða stjörnur ættu að sjást við misgóðar aðstæður.

3. Næst er að velja athugunartíma og þegar tækifærið gefst er bara að klæðast eftir aðstæðum og fara út með kortið og ritföng til þess að skrá athuganirnar:

a. Skráðu tíma, dagsetningu og athugunarstað (lengd og breidd). Skráðu sem athugasemdir önnur auðkenni, t.d. götuheiti og hvort nálæg ljósker hafa áhrif á athuganirnar. Reyndu að sjá til þess að engin ljós skíni í augu svo að þau nái að laga sig að myrkrinu. Skráðu einnig aldur þinn. Yngra fólk sér betur en eldra og þar með fleiri stjörnur á himninum.

b. Leitaðu að stjörnumerkinu Óríon. Berðu saman við kortið og teldu stjörnurnar sem þú sérð í stjörnumerkinu. Merktu það á kortið. Eftir því sem fleiri stjörnur sjást, þeim mun betri eru myrurgæðin.

Þetta er allt sem þarf. Um er að ræða verkefni sem skólar víðsvegar um landið gætu tekið upp með nemendum sínum. Með því móti fengist mæling á ríkjandi ástandi í byggðarlögum og héruðum, og mætti þá nýta gögnin öll saman til þess að meta myrurgæði í íslenskum byggðarlögum, og meta stöðu hvers byggðarlags.



Óríon er eitt auðþekktasta kennileiti stjörnuhiminsins. Í miðju stjörnumerkinu eru Fjósakonurnar þrjár og mynda „belti Óríons“. Stjörnumerkið er áberandi á kvöldhimni seinni hlutar vetrar. Stjörnurnar á myndinni eiga að sjást þegar skilyrði eru með besta móti og engin ljósmengun til staðar. Þegar taldar eru stjörnur í Óríon er fundinn fjöldi sýnilegra stjarna innan grænu markalínunnar. (SG útbjó myndir og kort í kaflanum í Sky 6 Professional.)

Mæling birtustigs

Þessi aðferð lýsir því hvaða áhrif raflýsing hefur á myrkrið á milli stjarnanna – á bakgrunn þeirra. Sérhæfðum ljósmæli er beint í hvirfilpunkt og mæling gefur upp hversu upplýstur himinninn er þar. Ef mælitækið er nákvæmt má síðan bera niðurstöðurnar saman við aðrar mælingar víðsvegar um landið eða heiminn. Samband er á milli þess hversu daufar stjörnur sjást með berum augum og birtu bakgrunns, og því gefur mæling með þessari aðferð upp hvað margar stjörnur eru sjáanlegar frá mælistað. Aðferðin krefst vísindalegrar þekkingar á viðfangsefni og útreikningum.

Fyrir þann sem vill meta ástandið í heimasveit sinni eru þessar aðferðir einfaldastar (ásamt Bortle-skoðun, sjá að neðan). Fyrri aðferðin, stjörnutalningin, gefur góða vísbendingu en hin síðari er nægilega nákvæm fyrir almennar þarfir og einnig fljótverk. Birtustigsmælingin var notuð til þess að kortleggja ljóshjúp höfuðborgarsvæðisins árið 2010 og birtust niðurstöðurnar í BS-ritgerð Snævars Guðmundssonar landfræðings ári síðar (sjá 7. kafla). Snævarr mældi einnig birtustig á Þingvallasvæðinu með þessari aðferð veturinn 2012 (sjá 18. kafla).

Aðrar aðferðir

Aðrar aðferðir sem hafa verið notaðar til að meta ljósmengun og myrkgæði:

Bortle-kvarðinn. Einföld aðferð af svipuðum toga og Óríons-talningin er að leita að daufustu stjörnu sem sést og bera saman við Bortle-kvarðann svonefnda, eða litkóðað kort yfir myrkgæði. Eins og við talninguna er ekki beitt öðrum tækjum en mannsauganu en þessi aðferð krefst þó heldur meiri þekkingar á stjörnuhimninum.

Ljósmæling með stafrænni myndavél. Þetta er einnig nákvæm aðferð en nokkuð flókin og hægverk, og ekki margir sem beita henni. Hún krefst sérhæfðar þekkingar á ljósmyndun, myndflögum og stjörnufræði. Grundvöllur samanburðar við aðrar athuganir er að notuð hafi verið sama aðferðafræði og sömu myndflögur.

Punktmæling á bakgrunnsbirtu himins. Mjög nákvæm aðferð en sérhæfð. Gerð með stjörnusjónauka og CCD-myndflögu. Punkta má mæla um alla himinhvelfinguna og meta áhrif raflýsingar á völdum bylgjulengdum með ljóssíum. Samanburðarhæft alstaðar en krefst víðtækrar sérþekkingar.

Mæling birtumagns frá ljósgjafa – skilgreining ljóma. Áhrif lýsingar ráðast ekki síður af yfirborðs-endurkasti af vegum, gangstígum og öðrum upplýstum flötum, sem er mikill áhrifavaldur við ljósmengun. Endurkastið, ljóminn, er mælanlegur og gefur upplýsingar um framlag til ljósmengunar. Mælingin gefur hinsvegar ekki beinar upplýsingar um myrkgæði, því að þau ráðast af heildaráhrifum allra ljósgjafa.

OSP-mæling. OSP er ensk skammstöfun um „ástand lýsingar utanhúss“ (outdoor site-lighting performance). Mæld er dreifing ljóss frá viðfangi, t.d. húsi eða svæði. Metinn er *ljóshjúpur* (sky glow), *ágeng lýsing* (light trespass) og *glýja* (discomfort glare). Þessir þættir eru óháðir hver öðrum og mælanlegir hver fyrir sig.

Endurkastsmæling af gervihnattamyndum. Þessi aðferð gerir kleift að meta samtímamynd af stórum svæðum. Gögnin eru nákvæm en til þarf sérhæfða þekkingu. Aðferðin hefur verið notuð til þess að meta dreifingu ljósmengunar á heimsmælikvarða.

Heimildir

Um Órónstalningu: Vefsetur Globe at Night: www.globeatnight.org/analyze.html. Um mælingu birtustigs: Snævarr Guðmundsson. Myrkurkort af höfuðborgarsvæðinu. BS-ritgerð við HÍ (endursk.). 2011 (slóð: www.natturumyndir.com/pdf/ljosmengunreykjavik.pdf); Fréttatilkynning um mælingar á vegum Hong Kong-háskólans: Measuring the night sky brightness to understand the problem of light pollution in Hong Kong. 11.6. 2009. Slóð: www.hku.hk/press/news_detail_5980.html. Upplýsingar um fjölda stjarna eftir birtustigum: Bright Star Catalogue (2013). NASA HEASARC Data Archive. Slóð: <http://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/archive.html>. Bortle-kvarðinn, slóð: en.wikipedia.org/wiki/Bortle_Dark-Sky_Scale. Um ljósmælingu með stafrænni myndavél og punktmælingu bakgrunnsbirtu: Faver, Giancarlo, Alessandro Federici, Alejandra Recio Blanco og Ruggero Stagni. „Measurements of light pollution of Padua.“ Í: Pierantonio Cinzano (ritstj.). *Measuring and modelling light Pollution*. 2000. *Memorie della Società Astronomica Italiana* 71 (2000), bls. 223–230. Um skilgreiningu ljóma: *Umhverfisáhrif lýsingar í dreifbýli*. Greinargerð um áhrif lýsingar og matsaðferðir. Höf. Haraldur Sigþórsson o.fl. Verkfræðistofan Efla, Háskólinn í Reykjavík, Rv. 2009; Hilmar Jónsson (2003). „Götulýsing og ljósmengun.“ *Ljós mars 2003*, bls 6–7, 10. Um OSP-mælingar: *Umhverfisáhrif lýsingar í dreifbýli* (sjá að ofan). Um endurkastsmælingar: Cinzano, Pierantonio, Fabio Falchi og Christopher D. Elvidge. „The first World Atlas of the artificial night sky brightness.“ *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 328 (2011), bls. 689–707 (slóð: www.lightpollution.it/cinzano/download/0108052.pdf).

CIE-kerfið – svæðum skipt eftir eðlilegri ljósvist

CIE (fr. Commission Internationale de l'Éclairage) eru alþjóðleg samtök og umræðuvettvangur um ljós og lýsingu á grundvelli vísinda, tækni og lista. Samtökin samanstanda af um 55 þjóðarnefndum eða opinberum stofnunum með aukaáðild og að auki hafa fjölmörg fyrirtæki á ljóstækisviði stuðningsaðild. Sérfræðingar á vegum CIE sinna margvíslegum verkefnum og rannsóknum tengdum lýsingu og þróa alþjóðlega staðla. CIE hefur meðal annars formleg tengsl við Alþjóðasamband stjarnfræðinga (IAU). Samtökin eru víðfeðm og skiptast í sjö deildir eftir verk- og rannsóknar-sviðum: 1. Sjón og litir, 2. Ljós- og geislaáhrif, 3. Umhverfi innanhúss og ljósaönnun, 4. Lýsing og ljósatákn fyrir samgöngur, 5. Lýsing utandyra, 6. Ljósáhrif og ljósefnafræði, 7. Almennir þættir lýsingar.

Samtökin telja að flokkun svæða sé mikilvægur rammi til þess að byggja á þegar kemur að reglugerðum um ljósmengun. Grunnhugmyndin er sú að sé ekki hægt að stöðva eða fyrirbyggja ljósmengun megi stýra henni þannig að hún skaði ekki öll svæði jafnt. Svæðaskiptingin miðast við mannlegar athafnir, lífríki og önnur umhverfissjónarmið. Svæðaskipting getur nýst við að halda umhverfismengun í skefjum ef hún er notuð sem einskonar rammi fyrir regluverk sem sett er um lýsingu.

Bresk stofnun um lýsingarhönnun, ILE (The Institution of Lighting Engineers) hefur gefið út traustan upplýsingabækling um fyrirkomulag lýsingar með það fyrir augum að takmarka ljósmengun og ágenga lýsingu. Í honum eru gefin mæligildi fyrir ákveðin tilvik, en lögð áhersla á að þau séu til leiðbeiningar og að við lýsingarhönnun þurfi að veita og meta aðstæður hverju sinni. Lýsingarhönnun geti verið flókið viðfangsefni þar sem finna þarf málamiðlun milli ýmiskonar markmiða eftir huglægum forsendum. Hvatt er eindregið til þess að lýsing sé íhuguð vel áður en farið er af stað í verkin og spurt í upphafi hve mikil lýsing sé nauðsynleg. Þannig megi bæði spara fé og forðast óþægindi.

Flokkur	Lýsing	Bjarmi (%)	Ágengni (lúx)		Ljósstyrkur (kcd)		Húsljómi (fyrir)
			fyrir	eftir	fyrir	eftir	
E1	Svæði þar sem náttúrulegt myrkur er æskilegt. Þjóðgarðar og önnur einstök náttúrusvæði, byggð þar sem íbúar hafa óskað sérstakra myrkurgæða. Vegir almennt ólýstir.	0	2	1	2,5	0	0
E2	Lítt upplýst svæði. Dreifbýlisbyggð, íbúðar-svæði í úthverfum bæja og borga. Vegir lýstir samkvæmt reglum um veglýsingu að heimilum.	2,5	5	1	7,5	0,5	5
E3	Meðal-upplýst svæði. Íbúðarhverfi í bæjum og borgum. Vegir lýstir samkvæmt reglum um öryggi í umferð.	5	10	2	10	0,5	10
E4	Mikið upplýst svæði. Bæjar- og borgarkjarnar með íbúðum, verslunum, veitingarekstri og ýmissi þjónustu. Talsvert kvöld- og næturlíf.	15	25	5	25	1	25

Svæðisflokkar samkvæmt kerfi CIE og hönnunarleiðbeiningum ILE. Í fyrstu dálkunum er flokkun og lýsing hvers flokks. Tölur um bjarma gefa til kynna við hvaða prósentu skal takmarka lýsingu upp á við. Ágengni (e. light trespass) er ályktun um hámarksljóma í gegnum glugga, mæld í lúxum á miðju flötu gleri. Setja má tímamörk og stjórna ljóságengni. Merkingarnar „fyrir“ og „eftir“ vísa á lýsingareiningar við slík mörk. Ef þau eru ekki skilgreind leggja ILE-menn til að þau verði sett við kl. 23. Ljósstyrkur, í kandelum, cd, (hér kíló-kandelum) er mældur utan við svæðið sem lýsa skal, í átt að ljósgjafa. Húsljómi (í cd/m²) er skilgreindur til þess að forðast oflýsingu.

Fyrir almenna útilýsingu mætti setja því mörk hversu mikla lýsingu er leyfilegt að nota, út frá aðstæðum á svæðinu, meðal annars því hvernig háttar til um ljósflæði og ljóma. Sú staða getur komið upp að aðstæður kalli á enn nákvæmari skilgreiningu en CIE setur hér fram, með kröfu um sérstaka ljósaönnun eða óskum um sem minnstar breytingar á myrkurgæðum. Ekki fylgja neinar skilgreiningar né kröfur um hvernig skuli ná fram þessum markmiðum, svo sem með skermun, takmörkunum á ljósstyrk o.s.frv.

Hvernig félli höfuðborg Íslands og nágrenni inn í flokkun sem þessa? Þingvellir mundu óumdeilt flokkast í E1 sem á að taka til þjóðgarða og annarra svæða sem njóta verndunar. Leiðir á milli Þingvalla og höfuðborgarsvæðisins, nyrðri og syðri, flokkast líklega sem E2, ásamt Suðurlandsvegi um Hellisheiði og Krýsuvíkurleið. Flokkar E3 og E4 eiga báðir við þéttbýli en gefa til kynna mismikla lýsingarþörf.

Ekki hefur verið gerð úttekt á hvort lýsing á þessu þéttbýlasta svæði landsins er í samræmi við CIE-flokkunina. Nokkur svæði í Reykjavík eru blanda íbúðarbyggðar og athafnasvæða með ljósfreka starfsemi og afþreyingu. Í öðrum er nánast hrein íbúðarbyggð. Víða eru græn svæði í grennd við íbúðahverfi. Slík svæði þyrftu nánari skilgreiningu en þá sem hér hefur verið lýst.

Heimildir

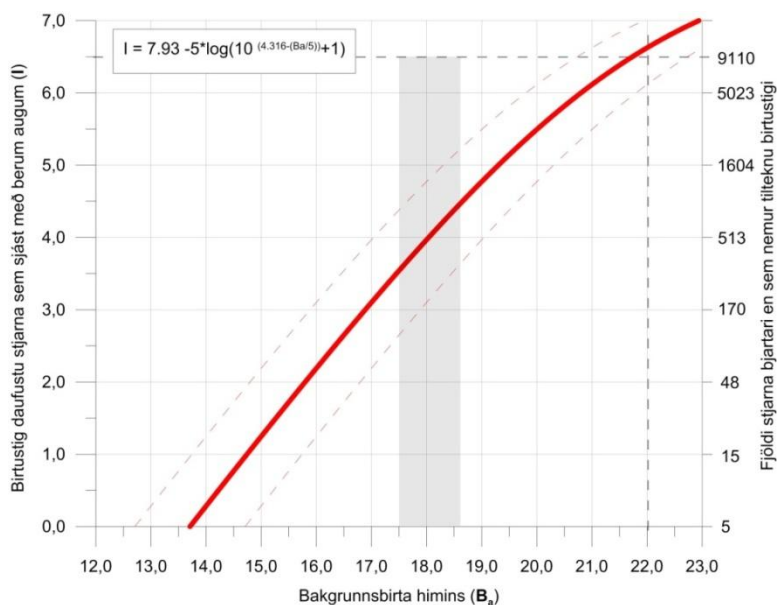
Vefsetur CIE: www.cie.co.at/. Um lýsingarflokkana sjá t.d.: www.smsiinc.com/pdfs/security-lighting-guide.pdf (bls. 4); www.lrc.rpi.edu/programs/NLPIP/lightinganswers/lightpollution/environmentalZones.asp. Bæklingur ILE: *Guidance notes for the reduction of obtrusive light*. 2005 (slóð: www.britastro.org/dark-skies/pdfs/ile.pdf).

7 Myrkurgæði á höfuðborgarsvæðinu

Þar sem ljósmengunar gætir mest á höfuðborgarsvæðinu hafa myrkurgæði rýrnað 15–20-falt samanborið við náttúrulegt myrkur á Íslandi og einungis sjást 10% stjarna sem sýnilegar væru í náttúrulegu myrkri. Þetta er meðal niðurstaðna úr fyrstu myrkurmælingum á höfuðborgarsvæðinu frá 2010, sem Snævarr Guðmundsson gerði í tengslum við BS-ritgerð sína í landafræði við Háskóla Íslands.

Ljósþjúpurinn var kortlagður með mælingum á birtustigi himins (sbr. 6. kafla). Rannsóknin fór fram á þann hátt að bjarmi himins í lóðréttu stefnu (hvírfilpunkt) var mældur með SQM-ljósæli frá fjölmörgum stöðum í Reykjavík, Kópavogi, Garðabæ og Hafnarfirði. Notað var slembiúrtak og varð bilið milli valinna mælipunkta nálægt einum kílómetra að meðaltali. Nákvæmni mælinga nægði til þess að lýsa ástandi ljósmengunar og bera saman bæjarhluta eða sveitarfélög.

Í ritgerðinni er kynnt til sögunnar svokölluð jafna Carlins, sem lýsir tengslum milli sýndarbirtu stjarna og bakgrunnsins, þ. e. myrkursins á milli stjarnanna. Eftir henni má meta hversu margar stjörnur séu sýnilegar miðað við það breytilega myrkur sem ríkir á milli svæða. Ljósælin er gefur gildi í birtustigi á flatareiningu (bst/bogasek²) og er algengast að nema gildi frá 16 til 22. Hærri tala þýðir meira myrkur. Til glöggvunar má nefna að þegar fyrstu stjörnur birtast á himni er birtustig himins á milli 13 og 14. Þar sem myrkrið er óspillt, við sjávarmál eða láglandi hér á landi, er birtustig nærri 21. Á hálendi Íslands ætti birtustig víða að vera enn hærra, og myrkur meira, enda ræður hæð yfir sjávarmáli einnig hversu dimmt verður.

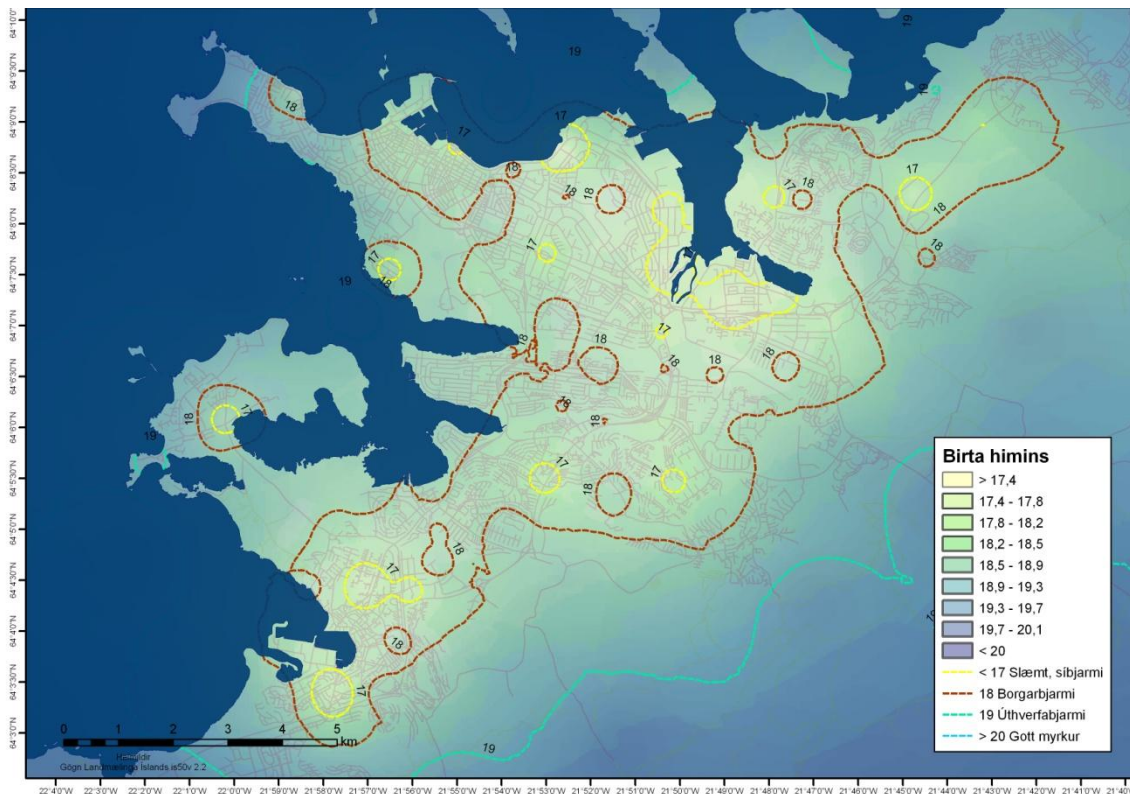


Línurit sem sýnir hvað margar stjörnur sjást eftir því hversu myrkur himinn er (jafna Carlins). Birtustig himins er lesið af láréttum ás en birtustig daufustu stjarna sem sjást á vinstri lóðás. Á hægri lóðás er sýndur fjöldi stjarna bjartari en nemur tilteknu birtustigi. Dæmi: Sé bakgrunnsbirta næturhiminsins 20 bst/bogasek² mundu að meðaltali sjást stjörnur bjartari en af birtustigi 5,5. Nærri 2900 stjörnur eru bjartari en dreifast yfir alla himinhvelfinguna. Nærri helmingur þeirra, eða um 1400 stjörnur, væri sýnilegur frá tilteknum athugunarstað.

Gráa súlan á línuritinu sýnir myrkurgæði í þéttbýli höfuðborgarsvæðisins árið 2010. Bjarmi himins er á bilinu 17,5–18,6 bst/bogasek². Stjörnur sem sjást eru bjartari en nemur birtustigi 4,5 þar sem skilyrði eru best en bjartari en 3,5 þar sem verra ástand ríkir. Nálægt 900 stjörnur eru bjartari en nemur birtustigi 4,5 en 290 bjartari en nemur birtustigi 3,5. Má því ætla að um 450 stjörnur séu sjáanlegar þar sem best gerist en um 145 þar sem ástandið er verst. Línuritið sýnir að myrkurgæði á höfuðborgarsvæðinu hafa látið undan síga samhliða aukinni hagsæld, stækkun byggða og rafvæðingu samfélagsins.

Bent skal á að línuritið má samnýta með öðrum aðferðum til myrkurmælinga, þ. e. talningu stjarna í Óríon og samanburði við Bortle-kvarðann, til að gefa vísbendingu um myrkurgæði. Það er gert á þann hátt að talinn fjöldi stjarna eða daufasta stjarna sem sést gefur upp hvert birtustigi himins er.

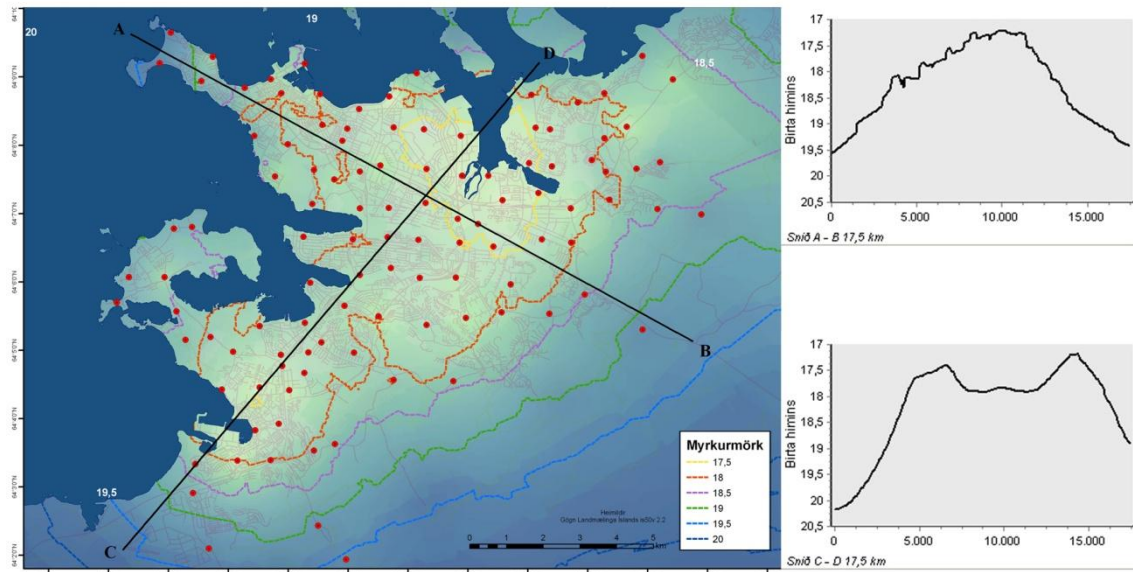
Myrkurkort af höfuðborgarsvæðinu í ritgerðinni byggist á mælingum höfundar. Af því má lesa að meirihluti borgarbúa býr við að geta einungis vænst þess að sjá tæplega 250 stjörnur (himinn bjartari en 18 bst/bogasek²). Í þessum borgarhlutum hefur lýsing rýrt gæðin 15–20-falt samanborið við náttúrulegt myrkur á Íslandi og einungis 10% stjarna sjást. Mestur er bjarmi himins á sérstökum athafnasvæðum eða yfir opnum umferðaræðum (gular brotálínur), > 17,4 bst/bogasek². Innan þeirra svæða sjást vart stjörnur daufari en af birtustigi 3,5 eða nærri 150 talsins.



Myrkurkort af höfuðborgarsvæðinu. Kortið sýnir birtu næturhimins í hvirfilpunkti. Brotálínur hafa til einföldunar verið dregnar fyrir myrkurmörk heilla birtustiga.

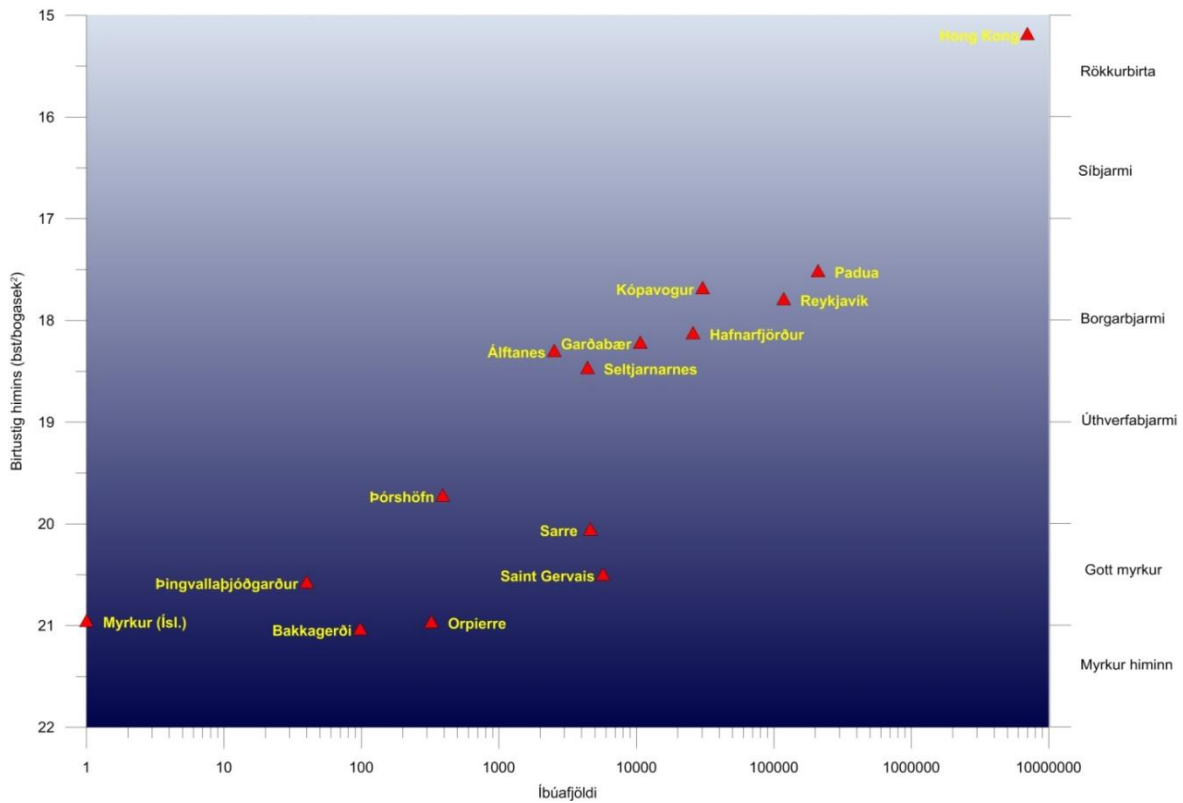
Á næstu mynd sjást tvö snið gegnum höfuðborgarsvæðið. Snið A–B lýsir vexti bjarmans frá Gróttu og um 17,5 km leið austur fyrir Rauðhóla. Snið C–D, einnig 17,5 km, liggur um Hafnarfjörð, Garðabæ og

Kópavog yfir í Elliðavog í Reykjavík. Tveir toppar eru áberandi, í Hafnarfirði og við Elliðavog. Jafn bjarmi er í gegnum Garðabæ og íbúðahverfi Kópavogs en ætíð bjartari en 18,0 bst/bogasek². Sterk tenging toppanna við athafnasvæði er augljós í sniðunum.



Snið eftir Seltjarnarnesi og milli Hafnarfjarðar og Elliðavoga og mælipunktur á svæðinu. Við hlið kortsins er birtumagn eftir sniðum, A-B uppi og C-D niðri.

Tengsl ljósmengunar og íbúafjölda koma fram á næstu mynd. Fámenn byggðarlög (< 1000 íbúar) búa við dimmari himin en bæir og borgir. Þau sitja neðarlega til vinstri á myndinni auk þriggja Alpaþorpa. Um miðbikið eru sveitarfélög á höfuðborgarsvæðinu, mun fjölmennari. Efstar til vinstri eru tvær erlendar borgir þar sem bjarminn hefur verið mældur með sambærilegum aðferðum. Í Hong Kong búa 7 milljónir manna en um 270 þúsund í Padua á Ítalíu. – Hér á landi á enn eftir að mæla flestar byggðir og fá þar með yfirsýn um ástandið í ýmsum gerðum byggðarlaga. Síðan er hægt að gera samanburð innbyrðis og við byggðir erlendis. Tengslin sem myndin sýnir milli ljósmengunar og íbúafjölda gera kleift að spá fyrir um hve mikil ljósmengun er frá misstórum bæjum.



Tengsl ljósmengunar og íbúafjölda. Auk íslensku staðanna eru hér Hong Kong, ítalska borgin Padua og Alpaborgin Saint-Gervais-les-Bains (rétt við Mont Blanc Frakklandsmegin), Orpierre (sunnarlega í frönsku Ölpunum) og Sarre (í Aosta-dalnum, Ítalíu). Padúa er ekki mikið ofar á myndinni en Reykjavík þótt íbúar séu þar þrefalt fleiri, sem bendir til að myrkurgæði séu þar almennt meiri en í borginni við Sundin. Alpaborgin hafa vinninginn í samanburði við íslensku byggðirnar en þá verður að gæta að því að loft er tærara og myrkurgæði meiri eftir því sem ofar dregur. Myrkurpunkturinn neðst til vinstri á lóðrétta ásnum sýnir meðaltalsgildi myrkurs á Íslandi þar sem ljósmengunar gætir ekki.

Heimildir

Snævarr Guðmundsson. Myrkurkort af höfuðborgarsvæðinu. BS-ritgerð við HÍ (endursk.). 2011 (slóð: www.natturumyndir.com/pdf/ljosmengunreykjavik.pdf), einkum 5. kafli. Myndefni allt úr ritgerðinni eða endurunnið þaðan.

8 Regluverk erlendis og aðgerðir stjórnvalda

Ljósmengun og myrkurgæði hafa verið alláberandi málefni í nokkrum ríkjum, svo sem á Ítalíu, Englandi, í Kanada og Noregi. Ítalir hafa gengið einna lengst í þessum efnum og hafa verið duglegir að setja héraðslög um ljóstækni og ljósmengun. Fyrstu lög in af því tagi voru sett í Langbarðalandi (Lombardíu) árið 2000 og þykja mjög ítarleg.

Löggjöf og leiðbeiningar um myrkurgæði

Í norrænni löggjöf er ekki að finna mörg lagaákvæði sem fjalla um lýsingu eða ljósmengun sérstaklega. Þó er lýsing oft tiltekin sem ein af nokkrum mengunaruppsprettum, ekki síst ásamt hljóði og lykt. Í norsku mengunarlögunum og finnsku umhverfislögunum eru slík almenn ákvæði. Í dönsku náttúruverndarlögunum er ekki að finna nein slík ákvæði en þar eru á hinn bóginn ákvæði þar sem bönnuð er uppsetning ljósaskilta á opnu landi. Í nokkrum ríkjum hafa verið settar reglur um ljósmengun, og tengjast þær oft svæðum með stjórnskodunarstöðvum. Þannig háttar meðal annars til í Síle og á Spáni (svæðisbundin löggjöf um Kanaríeyjar).

Í **norskri** mengunarlöggjöf (Forurensningsloven) fellur ljós undir skilgreiningu á mengun (3. tl. 6. gr.). Í lögunum er einnig að finna heimild fyrir stjórnvöld til að setja reglur þar sem fram koma viðmiðunarmörk um lýsingu og ráðstafanir sem hægt er að grípa til ef farið er yfir þau mörk (2. tl. 9. gr.).

Í **finnsku** umhverfisverndarlögunum (Ympäristönsuojelulaki / Miljöskyddslag) er ljós nefnt sem möguleg uppspretta umhverfismengunar af mannavöldum, ásamt efnum, orku, hljóði, titringi, geislun, hita og lykt (1. tl. 3. gr.).

Í **dönsku** náttúruverndarlögunum (Naturbeskyttelsesloven) er lagt bann við því að á opnu landi séu sett upp ljósaskilti í auglýsinga- og áróðursskyni (21. gr.).

Í umhverfisverndarlögum **Bretlands** (Environmental Protection Act) frá árinu 1990 er að finna ákvæði (section 79) þar sem lögákvæðin skerðing hagsmuna vegna ljóss eru sett í sama flokk og skerðing hagsmuna vegna hljóðs eða lyktar. Í lögunum nær ákvæðið yfir ljós af mannavöldum sem á uppruna sinn frá byggðu landsvæði og getur verið skaðlegt heilsu eða valdið skerðingu hagsmuna. Ákvæði þetta kom inn í lög in árið 2005 (section 102). Slæm lýsing getur valdið glýju eða öðrum óþægindum, t.d. ágeng lýsing inn um svefnherbergisglugga. Framangreind löggjöf nær yfir slík tilvik. Löggjöfinni fylgir einnig langur listi yfir byggingar sem eru undanþegnar ákvæðum laganna. Þar eru meðal annars upptaldir vitar, fangelsi og samgöngumannvirki og -tæki, svo sem flugvellir, hafnir, járnbrautir, sporvagnar og rútumiðstöðvar. Íþróttamannvirki eru ekki undanþegin en lýsing þar er leyfileg hafi ráðstafanir verið gerðar til að draga úr óþægindum frá henni. Óþægileg flóðlýsing frá nágrönnum fellur undir lög in en vafi hefur leikið á hvort götulýsing fellur undir lög in þar sem fram kemur í lagatextanum að um sé að ræða lýsingu frá byggðum landsvæðum. Í Somerset-sýslu í Bretlandi er í staðardagskrá 21 að finna sýn sveitarfélagsins á þróun þess næstu 15 árin, og er eitt af

markmiðunum að draga úr ljósmengun. Í Bretlandi hafa verið settar reglur um ljósmengun í þjóðgörðum, svo sem Exmoor-þjóðgarðinum.

Á Spáni er svæðisbundin löggjöf. Á **Kanaríeyjum** eru í gildi lög sem fjalla um ljósmengun. Í **Katalóníu** eru einnig í gildi lög um umlykjandi lýsingu til verndar næturumhverfi og er þar fjallað um ljósmengun.

Mjög ítarleg lög um ljósmengun voru sett í **Síle** árið 1998, um áhrif frá lýsingu af mannavöldum og um óhóflega lýsingu sem spilli skoðun næturhiminsins, um orkusparnað og um myrkurvernd fyrir dýr og jurtir. Lögin í Síle tengjast fjölda stjörnuskoðunarstöðva í landinu.

Í **Tékklandi** voru árið 2002 sett lög um verndun lofts og er í þeirri löggjöf að finna ákvæði sem koma eiga í veg fyrir ljósmengun.

Í **Slóveníu** voru sett lög til að hamla ljósmengun árið 2007.

Nokkur héruð **Ítalíu** hafa samþykkt lög sem fjalla um ljósmengun. Einnig hafa verið gefnir út á Ítalíu staðlar sem fjalla beint og óbeint um ljósmengun.

Í **Ástralíu** hafa verið gefnar út leiðbeiningar til að hamla truflandi lýsingu utandyra og eru þar sett fram ráðgefandi viðmið um lýsingu þannig að áhrif hennar séu innan þolanlegra marka.

Í **Nýja Sjálandi** hefur sveitarstjórnin í Golden Bay samþykkt viðauka við reglur sem fjalla um útilýsingu. Í viðaukanum er að finna ákvæði þar sem hvatt er til lýsingar sem ekki hefur áhrif á umhverfið.

Í bænum Mississippi Mills í **Kanada** hefur bæjarstjórn sett reglur um útilýsingu og reglur sem hafa það að markmiði að draga úr ljósmengun. Í reglunum er að finna ítarlegar leiðbeiningar um heimilar tegundir útiljósa.

Umhverfisráðherra **Frakklands** setti í ársbyrjun 2013 reglugerð um myrurgæði og tók hún gildi 1. júlí sama ár. Markmið hennar er að draga úr orkunotkun og minnka áhrif manngerðrar lýsingar á næturumhverfið. Reglugerðin tekur til allra annarra bygginga en íbúðarhúsa, og á bæði við um inniljós sem beinast út, og um lýsingu húshliðar að utan – nema öryggislýsingu sem kviknar á við snertingu eða hreyfingu. Í reglunum er meðal annars að finna ákvæði um að inniljós skuli slökkt 1 klukkustund eftir að vinnu er hætt, og að útilýsingu, þar á meðal lýsingu í verslunargluggum, skuli hætt í síðasta lagi kl. 1 eftir miðnætti. Ekki er heimilt að kveikja ljós í verslunargluggum fyrir klukkan 7 á morgnana nema ef störf hefjast fyrr. Ekki er heimilt að kveikja á útilýsingu fyrir sólsetur. Í reglunum er heimild fyrir sýslumenn (préfets) að veita undanþágu frá reglum um útilýsingu og ljós í verslunargluggum daginn fyrir frídaga, á jólnum, þegar yfir standa staðbundin hátíðahöld eða viðburðir, á fjölsóttum ferðamannastöðum eða við menningarhús með stöðuga starfsemi.

Í stöðlum Evrópusambandsins um lýsingu eru lausleg viðmið um ljósmengun.

Ályktun Evrópuráðsþingsins um hljóð- og ljósmengun

Árið 2010 ályktaði þing Evrópuráðsins í Strassborg um hávaða- og ljósmengun (ályktun 1776/2010). Í ályktuninni er lögð áhersla á Starlight-yfirlýsinguna, sem undirrituð var á vettvangi Menningarmálastofnunar Sameinuðu þjóðanna (UNESCO) árið 1992. Í yfirlýsingunni er höfuð-áhersla lögð á verndun næturhiminsins. Vonast þingið í ályktuninni eftir að öll ríki heims grípi til lögleiðingar ráðstafana sem þar er getið. Einnig segir í ályktun Evrópuþingsins að áhrif ljósmengunar á plöntu- og dýralíf sé ein af verstu ógnum við líffræðilega fjölbreytni í þéttbýli, og að ljósmengun geti einnig skaðað alvarlega efnaskipti mannsins.

Fram kemur að orkunotkun sem fylgir óhóflegri ljósnotkun gefi tilefni til að ætla að óhófleg lýsing hafi veruleg óbein umhverfisáhrif, svo sem með mengun tengdri framleiðslu og við orkuflutninga.

Í ályktuninni hvetur þingið öll aðildarríki Evrópuráðsins og önnur ríki til að sameinast um viðbrögð við ljósmengun með því meðal annars að

- móta lagaleg viðmið um lýsingu byggð á umhverfisheilsufræðilegum gögnum, og sjá til þess að eftir þeim sé farið,
- stofna athugunarstöðvar um lýsingu sem taki til alls yfirráðasvæðis Evrópuráðsríkjana,
- móta lýsingarstefnu í öllum sveitarfélögum með því að útbúa áætlanir um verndun umhverfis og næturhimins með þátttöku vísindamanna – sérstaklega stjörnufræðinga – og félagasamtaka, og skilgreina hámarksviðmið lýsingar við ýmsar aðstæður,
- hafa stjórn á ljósleka frá öllum landareignum,
- staðla og einfalda ljósmengunarmælingar sem meðal annars geti aukið vitund almennings um vandann,
- sjá til þess að reglur og staðlar um umhverfisgæði nái einnig til lýsingar,
- fjalla um ljósmengun í skólum og uppfræða almenning.

Hvetur þingið aðildarríki Evrópuráðsins og önnur ríki til að minnka eða jafnvel útrýma ljósmengun á opinberum svæðum með því að nota stefnuvirk lágsóðaljós (LPS-ljós) og hreyfiskynjara ásamt því að hagnýta sem best náttúrulegt ljós. Ennfremur að fjalla um vandamál tengd ljósmengun í áætlunum sem eru gerðar til eflingar rannsóknnum og tæknilegri þróun.

Í kjölfar ályktunarinnar gaf þing Evrópuráðsins út meðmæli (Recommendation 1947) þar sem mælt er með við ráðherraráðið að það sendi aðildarríkjunum beiðni um að taka til endurskoðunar löggjöf sína um ljósmengun. Einnig að skoða hvort rétt væri að gera drög að rammasáttmála um þær aðgerðir sem þarf að fara í til að takast á við ljósmengun. Ráðherraráðið sendi ályktunina til ríkisstjórna aðildarríkja en önnur viðbrögð voru fremur deyfðarleg.

Heimildir

Um löggjöf í ýmsum ríkjum einkum í grg. með ályktun Evrópuráðsins frá 2010 (sjá að neðan) og á vefsetri Exmoor-þjóðgarðsins í Bretlandi: www.exmoor-nationalpark.gov.uk/environment/landscape/dark-skies. Norsku lögin: Lov om vern mot forurensninger og om avfall (Forurensningsloven), LOV-1981-03-13-06 (slóð: www.lovdata.no/all/hl-19810313-006.html). Finnsku lögin: Ympäristönsuojelulaki / Miljöskyddslag 4.2.2000/86 (slóð: www.finlex.fi/sv/laki/ajantasa/2000/20000086). Dönsku lögin: Lov om naturbeskyttelse (Naturbeskyttelsesloven), nr. 933 af 24/09/2009 (slóð: www.naturstyrelsen.dk/Lovstof/Lovomraader/Naturbeskyttelsesloven.htm). Bresku lögin: Environmental Protection Act, 1990 (slóð: www.legislation.gov.uk/ukpga/1990/43/section/79), breytingarlögin: Clean Neighbourhoods and Environment Act (slóð: www.legislation.gov.uk/ukpga/2005/16/section/102). Franska reglugerðin: „Arrêté du 25 janvier 2013 relatif à l'éclairage nocturne des bâ timents non résidentiels afin de limiter les nuisances lumineuses et les consommations d'énergie.“ *Journal officiel de la République française*, 30.1. 2013, bls. 1810 (slóð): www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000027003910&dateTexte=&categorieLien=id). Evrópustaðlar, sjá: *Götu- og veglýsing. Reglur um lýsingu gatna og vega*. Ljóstækni félag Íslands, Rv. 2007, bls. 3.

Ályktun Evrópuráðsins (nr. 1776 (2010) um hljóð- og ljósmengun (Noise and light pollution / La pollution sonore et lumineuse), slóð (e.): assembly.coe.int/Main.asp?link=/Documents/AdoptedText/ta10/ERES1776.htm. Slóð á tillöguna (samþ. óbreytt) með greinargerð: assembly.coe.int/ASP/Doc/XrefViewHTML.asp?FileID=12390&Language=en. Tilmælin: www.assembly.coe.int/Main.asp?link=/Documents/AdoptedText/ta10/EREC1947.htm. Viðbrögð ráðherraráðsins: wcd.coe.int/ViewDoc.jsp?id=1803101&Site=DC.

9 Íslenskar reglur um ljósvist og myrkurgæði

Lítið er fjallað um lýsingu og ljósmengun í íslenskum lögum og reglugerðum. Ekki er að finna nein ákvæði í lögum en á hinn bóginn eru í nýjum byggingar- og skipulagsreglugerðum ákvæði sem gætu átt eftir að hafa talsverð áhrif á stöðu mála. Þar kynni ekki síst að muna um ákvæði skipulagsreglugerðar um lýsingu sem einn af þeim umhverfisþáttum sem taka þarf tillit til við gerð deili-skipulags. Engin viðmið um hámarkslýsingu eða aðrar hömlur á ljósmengun er þó að finna í nýju reglugerðunum eða öðru regluverki sem varðar lýsingu.

Hér verður gerð grein fyrir þessum ákvæðum, fjallað um reglum um lýsingu utanhúss og um lýsingu gatna og vega, og sagt frá tillögu um að lýsing komi til lögskylds mats á umhverfisáhrifum. Sjá einnig 10. kafla um ljósvistarskipulag, 11. kafla um viðbrögð við ljósmengun á Íslandi og 12. kafla um sveitarfélög, m.a. um frumkvæði Borgarbyggðar í ljósmengunarmálum.

Ákvæði í byggingarreglugerð

Í byggingarreglugerð sem sett var árið 1998 (nr. 441/1998), og hefur nú verið leyst af hólmi, er að finna nokkur ákvæði sem tengjast lýsingu. Þau ákvæði tengjast helst kröfum til neyðarlýsingar, sbr. 18. gr., 106. gr., 107. gr., 108. gr., 109. gr., 110. gr., 111. gr. og 114. gr. reglugerðarinnar, kröfum um fullnægjandi lýsingu við bréfastöð, sbr. 80. gr., og í tæknirýmum, sbr. 82. gr. Ennfremur var í 160. gr. reglugerðarinnar að finna almennt ákvæði um neyðarlýsingu og útiljós. Í reglugerðinni var ekki að finna ákvæði sem höfðu það að markmiði að draga úr eða skerma af lýsingu þannig að hún ylli ekki ljósmengun.

Í nýju byggingarreglugerðinni (nr. 112/2012), sem tók gildi hinn 24. janúar 2012, er að finna ákvæði um lýsingu hliðstæð ákvæðum í eldri reglugerð en einnig nokkur nýmæli um ljósmengun og ráðstafanir til þess að draga úr slíkri mengun. Er flest þessi ákvæði að finna í 7., 10. og 12. hluta reglugerðarinnar en einnig er hugtakið ljósmengun skilgreint í reglugerðinni (50. tl. gr. 1.2.1):

Ljósmengun: Þau áhrif á umhverfið sem verða af mikilli og óhóflegri lýsingu í næturmyrkri.

Er þetta fyrsta opinber skilgreining ljósmengunar á Íslandi.

Í 7. hluta reglugerðarinnar er fjallað um útisvæði við mannvirki. Í 7.1.3. gr. er fjallað um lýsingu umferðarleiða útisvæða og gerð krafa um að sú lýsing henti þeirri umferð sem þar er gert ráð fyrir. Í reglugerðinni er einnig að finna ákvæði um lýsingu í tengslum við frágang lóðar og segir um hann í 7.2.4. gr.:

Lýsing á lóðum skal vera þannig að hún valdi hvorki óþarfa ljósmengun, nágrönnum óþægindum né trúfli umferð utan lóðar.

Gilda framangreind ákvæði 7.1.3. gr. og 7.2.4. gr. einnig um lýsingu á opnum svæðum, sbr. 7.2.5. gr. reglugerðarinnar.

Í 10. hluta reglugerðarinnar er fjallað um hollustu, heilsu og umhverfi. Í kafla 10.4, sem fjallar um birtu og lýsingu, segir:

Mannvirki skulu þannig hönnuð og byggð að öll birtuskilyrði og ljósmagn sé í fullu samræmi við þá starfsemi sem fer fram við eða innan mannvirkisins, án þess að óeðlilegur truflandi hiti eða óeðlileg glýjumyndun verði vegna lýsingar. Við mat á eðlilegum birtuskilyrðum ber að taka tillit til þarfa allra aldurshópa.

Í 10.4.2 gr. er að finna ákvæði um kröfur til birtu og lýsingar en þar segir í 1. mgr.:

Við hönnun á útilýsingu skal þess gætt að ekki verði um óþarfa ljósmengun að ræða frá flóðlýsingu mannvirkja. Tryggja skal að útilýsingu sé beint að viðeigandi svæði og nota skal vel skermaða lampa sem varpa ljósinu niður og valda síður glýju og næturbjarma.

Í 2. mgr. 10.4.2. gr. er fjallað um lýsingu vinnustaða og segir þar að lýsing vinnustaða skuli uppfylla að lágmarki kröfur staðla um vinnustaði innandyra og utandyra (ÍST EN 12464-2). Samkvæmt 3. mgr. ber Mannvirkjastofnun að gefa út leiðbeiningar um framkvæmd 10.4.2 gr.

Í 12. hluta reglugerðarinnar er fjallað um öryggi við notkun bygginga og lóða. Í 12.2.1. gr. er fjallað um birtu og lýsingu umferðarleiða, og er þar kveðið á um að birta í umferðarleiðum bygginga og lóða skuli vera nægjanleg til að allir aldurshópar geti athafnað sig óhindrað og af fullu öryggi.

Sum framangreind ákvæði reglugerðarinnar virðast vera sett til að tryggja nægjanlega lýsingu við vissar aðstæður (sbr. 7.1.3. gr. og 12.2.1. gr.). Þó er einnig hægt að túlka ákvæðin á þann veg að leitast skuli við að koma í veg fyrir óhóflega notkun lýsingar, sbr. það orðalag í 7.1.3. gr. að sú lýsing skuli „henta þeirri umferð“ sem gert ráð fyrir og orðalag í 12.2.1. gr. um að birta skuli vera „nægjanleg til að allir aldurshópar geti athafnað sig óhindrað og af fullu öryggi“.

Ákvæði í skipulagsreglugerð

Í skipulagsreglugerð sem sett var árið 1998 (nr. 400/1998), og hefur nú verið leyst af hólmi, er ekki að finna ákvæði sem tengjast lýsingu. Í nýrri skipulagsreglugerð (nr. 90/2013) er fjallað um lýsingu á nokkrum stöðum og lýsing nefnd meðal þess sem setja skal um skilmála í tengslum við gerð deiliskipulags.

Í 5. mgr. 5.3.2.2. gr. er fjallað um lóðir í deiliskipulagi og segir þar að setja skuli um þær skilmála um gróður, lýsingu, landmótun og frágang við lóðarmörk, girðingar, efnisval, aðgengi o.fl.

Í 5.3.2.3. gr. reglugerðarinnar er fjallað um almenningsskými, svo sem götur, gönguleiðir, torg og almenningsgarða, og er lýsing þar einnig nefnd meðal skilmála sem setja skal.

Í 5.3.2.4. gr. reglugerðarinnar segir um upplýsinga- og auglýsingaskilti að þau skuli ekki hafa „truflandi áhrif svo sem vegna stærðar, lýsingar eða ásýndar“.

Lýsing er einnig meðal skilmála sem setja skal samkvæmt 5.3.2.5. gr. reglugerðarinnar. Í 2. mgr. a-liðar segir um samgöngukerfi og umferðarmannvirki að þar skuli setja skilmála „eftir atvikum, svo

sem um landmótun og yfirborðsfrágang, breidd og hæð, efnisnotkun, varnir gagn hávaða, gróður, skilti og lýsingu“.

Í 5.4. gr. er fjallað um umhverfismat deiliskipulags. Í 2. mgr. 5.4.1. gr. segir:

Áætla skal áhrif af landmótun, skógrækt, umferð, hávaða, umfangsmiklum mannvirkjum, svo sem háhýsum og hafnar- og samgöngumannvirkjum, lýsingu t.d. frá gróðurhúsum og ljóskösturum á íþróttasvæðum, mengun og lykt t.d. frá iðnaði og þauleldi, o.fl. eftir atvikum.

Leiðbeiningar um útilýsingu

Mannvirkjastofnun hefur nú gefið út þær leiðbeiningar sem getið er í 3. mgr. 10.4.2. gr. byggingarreglugerðarinnar. Þær hljóða svo:

Lýsing bílastæða, gönguleiða og vinnusvæða utandyra skal vera góð og glýjufrí. Huga skal vel að litavali ljósastæða svo sjónskertir sjái þau betur. Hæð ljósapolla og/eða umferðarpolla þarf að vera að lágmarki í mjaðmarhæð svo sjónskertum og blindum stafi ekki hætta af þeim. Best er að vera með ljósastæði með hlutfallslega stuttu millibili, að hámarki 10 m, þannig að þau vísi leiðina að inngangi bygginga sem hentar sérstaklega vel fyrir sjónskerta. Það kemur sjónskertum einnig vel ef tröppur og skábrautir eru með sterkari lýsingu en almennar gönguleiðir og að inngangar séu mjög vel upplýstir.



Góð lýsing við inngang húss. Úr leiðbeiningablaði Mannvirkjastofnunar samkvæmt ljósmengunargrein í byggingarreglugerð. Myndin komin úr riti dönsku systurstofnunarinnar, Statens bygningsteknisk institut.

Lýsing á götum og vegum

Ekki er fjallað um veglýsingu í vegalögum né reglugerðum sem á þeim byggjast. Ekki er heldur gerð grein fyrir lýsingu í Veghönnunarreglum Vegagerðarinnar. Á hinn bóginn hefur Vegagerðin sett fram reglur um götu- og veglýsingu í samvinnu við aðra helstu veghaldara og fagmenn, þar á meðal Ljóstæknifélagið, og er þar meðal annars tiltekið hvenær eigi að lýsa veg eða veghluta. Þessar reglur og leiðbeiningar miðast við tækniskýrslu frá Staðlaráði Evrópu (CEN) og þrjá Evrópustaðla sem í gildi eru hérlendis. Í þeim eru fyrirmæli um tilhögun lýsingar ef vegi er lýst á annað borð en ekki fjallað um þörf á veglýsingu miðað við tilteknar aðstæður. Íslensku reglurnar er að finna í ritinu *Götu- og veglýsing* frá 2007, og leiðbeiningar um lýsingu utan þéttbýlis í *Veglýsingu utan þéttbýlis* frá 2009.

Samkvæmt þeim skulu lýst öll umferðarsvæði í þéttbýli. Við ákvörðun um gæði lýsingar og gerð er miðað við aðstæður sem metnar eru í sérstaka lýsingarflokka. Þeir byggjast á Evrópustaðli.

Almenna reglan um þjóðvegi utan þéttbýlis er sú að þar sé ekki lýsing nema í sérstökum tilvikum, þegar hlutfallslega mörg umferðaróhöpp verða í dimmu á vegarkafli. Lýsing er þó talin æskileg við fjölfarin vegamót og ýmsar aðrar sérstakar aðstæður.

Lýsing á vegum utan þéttbýlis hófst ekki að ráði fyrr en upp úr 1980. Enn er fyrst og fremst um að ræða ósamfellda lýsingu við sérstakar aðstæður, svo sem við vegamót, gangamunna og bílastæði á víðavangi. Samfelld lýsing nær allajafna ekki langt út fyrir byggð, t.d. á Suðurlandsbraut frá höfuðborginni að hringtorginu austan Norðlingaholts og á Vesturlandsvegi norður fyrir gatnamótin við Þingvallaveg. Svipað er að segja um Akureyri.

Reykjanesbrautin hefur að þessu leyti sérstöðu og er lýst alla leið að Leifsstöð. Lýsing milli Reykjavíkur og Hafnarfjarðar var sett upp um 1987 en milli Hafnarfjarðar og flugstöðvarinnar árið 1996. Lýsingin virðist ekki hafa aukið til muna umferðaröryggi á leiðinni, en síðan hafa sem kunnugt er orðið þar verulegar vegabætur með tvöföldun. Eftir hrun, árið 2011, var það sparnaðarráð tekið að kveikja ekki nema á öðrum hverjum staur á veginum. Þessi mikli samdráttur í lýsingu virðist ekki hafa torvelað umferð né dregið úr umferðaröryggi.

Önnur samfelld veglýsing utan eiginlegs þéttbýlis er helst í Þykkvabæ, við Hellu og milli Ísafjarðar og Bolungarvíkur. Göng öll eru lýst.

Afstaða sérfræðinga Vegagerðarinnar og margra annarra fagmanna til veglýsingar utan þéttbýlis er almennt sú að við venjulegar aðstæður á þokkalega beinum vegi sé sérstök lýsing ekki sérlega heppileg ráðstöfun til að bæta umferðaröryggi. Margar aðrar leiðir séu skilvirkari og ódýrari. Óumdeilt er að lýsing dregur úr óþægindum ökumanna við akstur í myrkri og eykur þeim öryggiskennd. Ekki er þó talið að venjuleg lýsing verði til að bæta sýn ökumanna til vegarins (sjónleiðing) og annarra ökutækja en bæti einkum skynjun hans á veglínunni. Galli er talinn að ökuhraði eykst allajafna með bættri lýsingu. Þá þarf ljósastaura við upplýstan veg, og skapast um leið hætta á því að á þá sé keyrt.

Á góðæristímum fyrir hrun voru uppi verulegar kröfur um lýsingu nokkurra fjölfarinna leiða, einkum á Hringveginum, svo sem Suðurlandsvegur frá höfuðborginni að Hveragerði, Þrengslavegar og Vesturlandsvegur en minna hefur borið á slíkum óskum síðustu ár.

Í áðurnefndum tveimur leiðbeiningarritum ber myrkurgæði eða ljósmengun ekki mjög á góma. Í inngangi ritsins um Götu- og veglýsingu er þó tekið fram að þess þurfi að gæta „að óæskileg dreifing ljóss að næturlagi (ljósmengun) verði sem minnst“ (7), og fram kemur það markmið búnaðar að „takmarka lýsingu upp í næturhimininn“ (27).

Vinnustaðir utanhúss

Eini íslenski staðallinn þar sem gerðar eru umhverfiskröfur til lýsingar er ÍST EN 12464-2, um vinnustaðalýsingu utanhúss. Þar er kveðið sérstaklega á um áhrifasvæði og gert ráð fyrir að kröfur um lýsingu taki tillit til umhverfis og aðstæðna. Þá eru sérstök takmörk sett um ljósmengun eftir umhverfisflokkun áhrifasvæða (E-flokkar CIE). Þar segir að til að standa vörð um gæði nætur-umhverfis sé nauðsynlegt að takmarka ljósmengun sem bæði geti valdið lífeðlisfræðilegum og vistfræðilegum vanda fyrir fólk og umhverfi.

Árið 2009 gaf Ljóstæknifélag Íslands út leiðbeiningar um vinnustaðalýsingu utanhúss, í samstarfi við Vinnueftirlitið. Er samantektin byggð á áðurnefndum staðli og gerð að norskri og þýskri fyrirmynd. Kynnt eru grundvallaratriði lýsingar á vinnustöðum og iðnaðarsvæðum með tilliti til sjónskilyrða og öryggis, og þar á meðal fjallað um „truflandi lýsingu“ (kafla 5.7, bls. 21). Sýndar eru í töflu takmarkanir á ljósanotkun eftir umhverfisflokkum á sama hátt og í staðlinum.

Lög um mat á umhverfisáhrifum

Í lögum um mat á umhverfisáhrifum (106/2000, sjá einnig 105/2006) er ekkert fjallað um lýsingu, myrkurgæði eða ljósmengun. Í Evróputilskipunum sem löggin byggjast á að verulegu leyti er heldur ekki gert ráð fyrir að lýsing komi til mats við framkvæmdir, og slík ákvæði virðist ekki að finna í löggjöf um umhverfismat annarstaðar á Norðurlöndum.

Verkfræðistofan Efla og Háskólinn í Reykjavík gáfu í maí 2009 út greinargerð um *Umhverfisáhrif lýsingar í dreifbýli* og naut verkefnið styrks frá Umhverfis- og orkurannsóknasjóði OR:

Hugmyndin að verkefninu kom upp í framhaldi af umræðu um umhverfisáhrif fyrirhugaðrar veglýsingar á Þrengslavegi sem Orkuveitan tók að sér að framkvæma fyrir sveitarfélagið Ölfus. Skortur á stefnu í veglýsingarmálum og óljóst reglugerðarumhverfi olli því að verkefnið flæktist um í kerfinu. Orkuveitan taldi lýsinguna matsskylda eða að minnsta kosti tilkynningarskylda samkvæmt lögum um mat á umhverfisáhrifum en Skipulagsstofnun gerði aðeins athugasemd við ljóssastaurana og sjónræn áhrif þeirra. Þetta leiddi svo til þess að rannsóknarverkefni um umhverfisáhrif lýsingar var stillt upp í samvinnu við UOOR.

Í ritinu er gerð grein fyrir lýsingarviðmiðum sem notuð eru, metnir helstu þættir umhverfisáhrifa af lýsingu í dreifbýli, og prófaðar aðferðir sem til álita kæmu við formlegt mat. Þá er leitað leiðbeininga og fyrirmæla í íslensku regluverki um framkvæmdir og umhverfismál. Í lokaorðum (25) segja höfundar meðal annars að til séu ýmsar leiðbeiningar og staðlar sem snerta málaflökkinn „en

ákveðnar reglur sem ber að fylgja og eru háðar leyfum og eftirliti eru ekki til“. Þær reglur sem fyrir hendi eru miðist allajafna við lágmarkslýsingu vegna vinnu eða öryggis en taki ekki mið af umhverfispáttum, svo sem ljósmengun, og ekki sé til nein stefna um það hvar lýsing á við og hvar ekki í dreifbýli, svo sem með tilliti til náttúruverndar.

Raktar eru aðferðir sem nota mætti við mat á umhverfisáhrifum lýsingar og lagt til að með frekari rannsóknum og prófunum verði mótuð samræmd aðferð til nota við mismunandi aðstæður hér- lendis. Höfundar hvetja til þess að lýsing verði hluti af lögskyldu umhverfismati framkvæmda og áætlana:

Almennt ætti að setja kröfur um lýsingu í þær reglur og staðla sem gilda um mannvirki bæði í þéttbýli og dreifbýli og vísa í kröfur um takmörkun á ljósmengun með tilliti til þess umhverfis sem þau eru í. Fyrir stærri framkvæmdir ættu áhrif lýsingar að vera þáttur í mati á umhverfisáhrifum framkvæmda og fyrirhuguð lýsing á óbyggðum svæðum í umhverfismati áætlana.

Í frásögn um flóðlýsingaráform við Gullfoss 2003–2004 í þessari greinargerð (sjá 11. kafla) kemur m.a. fram að Skipulagsstofnun taldi slíkar framkvæmdir ekki matskyldar nema flóðlýsingin tengdist „þjónustumiðstöð fyrir ferðamenn á hálendi“.

Á hinn bóginn getur ljósmengun komið við sögu í mati á umhverfisáhrifum vegna ónæðis sem hún veldur nágrönnum sínum. Dæmi um það er umhverfismat frá 2002 vegna stækkunar álversins á Grundartanga. Í matsskýrslu kemur fram að fyrirtækið Norðurál hefur hugað að ljósmengun frá verksmiðjunni, væntanlega vegna fyrri kvartana, og sé þar um að ræða „stefnuvirka ljóskastara þar sem ljósi er stefnt niður eða á það sem lýsa þarf upp“. Í framtíðinni eigi að skipta út búnaði við útilýsingu álversins með þessum hætti. Í áliti frá Skilmannahreppi er lagt til að auki að norðan nýja kerskálans verði hlaðinn jarðvegsgarður „sem gæti nýst til að draga úr áhrifum sterkra ljósgjafa sem notaðir eru til lýsingar utanhúss á svæðinu“. Í úrskurði sínum segir Skipulagsstofnun mikilvægt að fyrirtækið standi við ráðstafanir sem heitið er í matsskýrslunni, m.a. til að draga úr „sjónrænum áhrifum og ljósmengun frá útilýsingu frá álveri t.d. með gerð jarðvegsgarða“.

Enn virðist þó ekki bitið úr nálinni með ljósmengun frá Grundartangasvæðinu. Í bókun meirihluta skipulags- og byggingarnefndar Hvalfjarðarsveitar frá 2011 í tengslum við deiliskipulagsgerð á Grundartanga er lagt til að sveitarstjórnin „taki upp við iðjuverin og Faxaflóahafnir að stuðla að minni ljósmengun á Grundartangasvæðinu með það að markmiði að milda ásynd svæðisins og að minni ljósmengun verði hluti af umhverfisstefnu fyrirtækjanna“.

Heimildir

Byggingarreglugerð nr. 441/1998 (slóð: www.reglugerd.is/interpro/dkm/WebGuard.nsf/key2/441-1998), nr. 112/2012 (slóð: www.reglugerd.is/interpro/dkm/WebGuard.nsf/key2/112-2012). Leiðbeiningar Mannvirkjastofnunar um útilýsingu, útg. 1.1., 13.2. 2013 (slóð: www.mannvirkjastofnun.is/library/Skrar/Byggingarsvid/Leidbeiningarblod/Leidbeiningarblod---112_2012---i-gildi/10.4.2%20Kr%C3%B6fur-1.1.pdf). Skipulagsreglugerð nr. 400/1998 (slóð: www.reglugerd.is/interpro/dkm/WebGuard.nsf/key2/400-1998), nr. 90/2013 (slóð: www.skipulagsstofnun.is/media/pdf-skjol/B_nr_90_2013.pdf).

Um götur og vegi: *Götu- og veglýsing. Reglur um lýsingu gatna og vega*. Ljóstæknifélag Íslands, Rv. 2007 (staðlar bls. 3); *Veglýsing utan þéttbýlis. Leiðbeiningar*. Vegagerðin – VSB-verkfræðistofa, Rv. 2009. Reglurnar voru fyrst gefnar út árið 2004. (slóð: [www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Veglysing_utan_thettbylis/\\$file/Vegl%C3%BDsing%20utan%20%C3%BE%C3%A9ttb%C3%BDlis.p](http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Veglysing_utan_thettbylis/$file/Vegl%C3%BDsing%20utan%20%C3%BE%C3%A9ttb%C3%BDlis.pdf)df.) Sjá enn fremur: *Lýsing þjóðvega utan þéttbýlis. Tilgangur, forsendur og áhrif þjóðvegalyýsingar*. Línuhönnun, Vegagerðin. Höf. Haraldur Sigþórsson, Ingvar Rafn Gunnarsson, Sigurður Örn Jónsson, Þórólfur Nielsen. [Rv.] 2002 (slóð:

[www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Lysing_vega/\\$file/L%C3%BDsingPDF270502.pdf](http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Lysing_vega/$file/L%C3%BDsingPDF270502.pdf)). Um umferðaröryggi á Reykjanesbraut: Auður Þóra Árnadóttir. *Samanburður á ákveðnum köflum á Suðurlandsvegi, Vesturlandsvegi og Reykjanesbraut með tilliti til umferðaröryggis*. Vegagerðin, Rv. 2001; „Lýsing ekki öryggisatriði.“ DV 4.4. 2001, bls 9.

Um vinnustaði: *Vinnustaðalýsing. Lýsing á vinnustöðum utanhúss. Birtuafli*. Ljóstæknifélag Íslands og Vinnueftirlitið, Rv. 2009; staðall um vinnustaðalýsingu utandyra, ÍST EN 12464-2:2007. Staðlaráð Íslands (sbr.: www.stadlar.is/verslun/product.asp?piD=25882&clD=150&rp=search.asp%3Fsn%3D12464%23results&c=133228).

Lög um mat á umhverfisáhrifum nr 106/2000 (slóð: www.althingi.is/lagas/nuna/2000106.html); lög um mat á umhverfisáhrifum áætlana nr. 105/2006 (slóð: www.althingi.is/lagas/nuna/2006105.html). *Umhverfisáhrif lýsingar í dreifbýli. Greinargerð um áhrif lýsingar og matsaðferðir*. Höf. Haraldur Sigbórsson o.fl. Verkfræðistofan Efla, Háskólinn í Reykjavík, Rv. 2009 (tilv. bls. 1, 25). Um ljós á Grundartanga: *Stækkun Norðuráls á Grundartanga*. Framleiðsluaukning í allt að 300.000 tonn á ári. Úrskurður Skipulagsstofnunar um mat á umhverfisáhrifum. 27.5. 2002, bls. 17–28, 50 (slóð: www.skipulagsstofnun.is/media/attachments/Umhverfismat/693/2002010038.PDF); bókun meirihluta skipulags- og byggingarnefndar Hvalfjarðarsveitar 11.7. 2011 (slóð: www.hvalfjardarsveit.is/stjornsysla/fundargerdir/skipulags-og-byggingarnefnd/nr/15183/).

10 Ljósvisstarskipulag

Víða í byggðum grannríkjanna – einkum á Norðurlöndum og á Bretlandi – eru við lýði áætlanir um lýsingu í byggðinni, ýmist sem hluti af heildar-skipulagsáætlun (samsvarandi aðal- og deiliskipulagi) eða sjálfstæðar áætlanir um einstaka byggðarhluta eða svið, svo sem lýsingu gatna. Á ensku heita þetta oftast *lighting plan* eða *lighting master plan*, á skandinavísku málunum *belysningsplan*. Að slíkri áætlun vinna meðal annars skipulagsfræðingar, lýsingarhönnuðir og arkitektar en stjórnsmála-menn móta rammann. Á íslensku mætti kalla slíka áætlun *ljósvisstaráætlun*, *-stefnu* eða *-skipulag*, þar sem í henni felast markmið um æskilega ljósvisst þess svæðis sem undir er með því að marka skipulegan ramma um ljós- og myrkgæði á svæðinu.

Við mótun ljósvisstarskipulags verður að taka tillit til allra þátta sem snerta lýsingu, svo sem til umferðaröryggis, til markmiða um annað öryggi og þægindi fyrir íbúa og gesti í rökkri, til orkusparnaðar, til yfirbragðs og fegurðar einstakra hverfa og byggðarinnar allrar, þar á meðal með kvöldlýsingu merkra mannvirkja eða náttúruyfyrirbæra, til æskilegrar stýringar/aðlöðunar með lýsingu (á aðalgötur eða miðsvæði, göngustíga o.s.frv.), og til æskilegra myrkgæða miðað við staðhætti og starfsemi á hverju svæði.

Í Danmörku, Noregi og Svíþjóð má heita að nú sé til eða í smíðum ljósvisstaráætlun fyrir hvert sveitarfélag. Í Bretlandi verða slíkar áætlanir sífellt fleiri en í fjögurra ára gömlu riti er sérstaklega bent á fyrirmyndir í borgunum Belfast, Coventry, Edinborg, Leeds og Liverpool.

Augljóst er að með þessu verkfæri væri hægt að sameinast um ákveðin markmið við lýsingu í byggðum, hugsa um ljósvisst byggðarinnar í heild og og taka tillit til myrkgæða í skynsamlegu hlutfalli við aðra þætti sem koma við sögu lýsingar.

Hingað til hefur ekkert íslenskt sveitarfélag ráðist í gerð ljósvisstarstefnu af þessu tagi. Um þau mál er til dæmis nánast ekkert fjallað í tillögu um nýtt aðalskipulag í Reykjavík, sem þó er að flestra dómi nútímalegt verk og óvenjuvel unnið. Í nokkrum sveitarfélögum er þó verið að huga að ljósvisstarmálum og munu slíkar hugleiðingar einna lengst komnar á Eyrarbakka.

Vísir að umræðu og athöfnum í þessum efnum á skipulagssviði sveitarfélaga kynni þó að vera fyrirlestur Guðjóns L. Sigurðssonar lýsingarhönnuðar á ráðstefnu Samtaka tæknimanna sveitarfélaga (SATS) síðla árs 2012. Þar kom meðal annars þetta fram um „lýsingarplan“:

Lýsingarplan ætti að vera hluti aðal- og deiliskipulags og í skipulagsáætlun hvers sveitarfélags vegna þess að:

- Það gerir kröfu um ákveðna ljósvisst sem sveitarfélagið skilgreinir og tekur tillit til meðal annars ljósmengunar.
- Það stuðlar að betra öryggi – „Meira ljós er ekki endilega betra.“
- Innleiðing lýsingarflokkunar sem tekur tillit til viðeigandi lýsingar hverju sinni sparar peninga. Röng flokkun eða of mikil lýsing er kostnaðarauki.
- Það gerir lýsinguna að betri „nágranna“ með því að beina henni á rétta staði.

- Það viðheldur þeim „karakter“ sem sveitarfélagið sækist eftir varðandi útlit og frágang lampa og staura.
- Það viðheldur þeim „karakter“ sem sveitarfélagið sækist eftir varðandi litarhitastig lýsingar.
- Það auðveldar ákvarðanatöku og forsendugerð við endurnýjun lýsingar, sérstaklega núna þegar elstu dreifikerfin og staurar eru að komast á aldur.
- Það auðveldar ákvarðanatöku og forsendugerð við endurnýjun lampa vegna banns á sölu og dreifingu kvikasilfurpera árið 2015. Nú er um 50% allra götulýsingarlampa með kvikasilfurperum.
- Það auðveldar ákvarðanatöku vegna fjárhagsáætlunar.
- Það hjálpar íbúum að átta sig á hverjar eru áætlanir sveitarstjórna.



Ljósivist í Stafangri. Skýringarmynd úr tillögu Verkismanna að ljósvistarskipulagi í Austur-Stafangri frá 2012. Miðað er við að ljósvist stuðli að öryggi og vellíðan, segir í texta með myndinni, og laði íbúa og gesti að áhugaverðum stöðum í hverfinu. Þrjú mismunandi svæði þurfa þrennskonar lýsingu, íbúðarsvæði með hlý hvít ljós, ofast á tiltölulega lágum staurum, athafnasvæði sem hefur misháa lýsingu með meiri litbrigðum, og svæði „dular og drauma“ – strönd og bryggjur – með tilbúnu tungli og lágu ljósi úr ólíkum ljósgjöfum. Þar er að hluta hægt að stjórna lýsingunni eftir árstíðum og ýmsum viðburðum.

Heimildir

Artificial Light in the environment. The Royal Commission on Environmental Pollution. London 2009, bls. 12 (Box 3B; slóð: www.official-documents.gov.uk/document/other/9780108508547/9780108508547.pdf). Ýmsar ljósvistarátætlanir í Danmörku, Svíþjóð og Noregi (gúgg: *belysningsplan*), svo sem fyrir miðbæ Óslóar ([www.plan-og-bygningsetaten.oslo.kommune.no/getfile.php/plan-%20og%20bygningsetaten%20\(PBE\)/Internett%20\(PBE\)/Dokumenter/Filer%20utlagte%20saker/2009/Belysningsplan_saksfremstilli ng.pdf](http://www.plan-og-bygningsetaten.oslo.kommune.no/getfile.php/plan-%20og%20bygningsetaten%20(PBE)/Internett%20(PBE)/Dokumenter/Filer%20utlagte%20saker/2009/Belysningsplan_saksfremstilli ng.pdf)), fyrir götulýsingu í Hillerød (www.hillerod.dk/da/ForBorgere/Trafik_Veje/Belysning/Belysningsplan.aspx), fyrir Tranås (www.tranas.se/arkiv/nyhetsarkiv/lyssnapabelysningsplanfortranasstad.5.64b4012013b00c9777a8000188.html). Um sveitarfélög: Samtal við Guðjón 12.6. 2013. Glærur frá fyrirlestri Guðjóns hjá SATS á Grandhótelu í nóvember 2012: www.sats.is/skrar/file/Glaerurhaustfundur2012/SATS%20N%C3%B3vember%202012.pdf).

11 Myrkurstörf á Íslandi – stíklur

Fyrstu skrefin

Ljósmyndun eða myrkurgæði hafa hingað til ekki haldið vöku fyrir Íslendingum, sem sjá má meðal annars af því að orðið *ljósmengun* er aðeins nokkurra áratuga gamalt í málinu en orðið *myrkurgæði* var fyrst notað fyrir tveimur árum í ritgerð um lýsingu á höfuðborgarsvæðinu og síðan tekið upp við vinnu starfshópsins sem sendir frá sér þessa greinargerð. Guðjón L. Sigurðsson, þáverandi formaður Ljóstæknifélagsins, virðist fyrstur hafa notað orðið *ljósvist* opinberlega, í fyrirlestri haustið 2012.

Elsta þekkt ritdæmi um *ljósmengun* er frá árinu 1977, í stjórnarfrumvarpi um umhverfismál sem ekki náði fram að ganga. Gunnar Thoroddsen, þá félagsmálaráðherra, lagði málið fram. Í frumvarpsgreininni er ráðherra gert að setja reglur um loft-, geisla- og ljósmengun, og í athugasemdum er þess getið að slík mengun geti til dæmis orðið af auglýsingaskiltum. Málið komst aldrei á dagskrá þingsins.

Orðið *ljósmengun* kemur fyrst fyrir í íslensku dagblaði árið 1993, í fréttaviðtali Morgunblaðsins við Þorstein Sæmundsson stjarnfræðing vegna tilrauna Rússa við að spegla sólarljós til jarðar. Greinin „Endurheimt stjarnanna“ eftir Birgi Sigurðsson rithöfund er fyrsta ritsmíð um ljósmengun og myrkurgæði í íslensku dagblaði, birtist í nóvember 1995 í DV. Rætt var um ljósmengun við Þorstein Sæmundsson í Útvarpinu í árslok 1996, en fyrsta almenn fréttaumfjöllun um efnið birtist í Morgunblaðinu í febrúar 1997 eftir blaðamanninn Kristján Jónsson.

Í desember sama ár flutti Þorsteinn Sæmundsson fyrirlestur um ljósmengun á fundi hjá Ljóstæknifélaginu. Þar kemur meðal annars fram að hann hafi í ársbyrjun gengið á fund borgarstjórans í Reykjavík ásamt Gunnlaugi Björnssyni stjarnfræðingi. Borgarstjóri, Ingibjörg Sólrún Gísladóttir, tók þeim vel og minntist meðal annars á sífelldar óskir um flóðlýsingu bygginga. Að tilstuðlan borgarstjóra var svo fundað um málið hjá gatnamálastjóra með fulltrúum Borgarskipulags og Rafmagnsveitunnar:

Ýmsar hugmyndir voru þar reifaðar, svo sem að draga úr lýsingu á umráðasvæði Hitaveitunnar á Öskjuhlíð og á Nesjavöllum, að gera öllum skylt að sækja um leyfi til flóðlýsingar, að athuga hvort hægt væri að slökkva ljós á nóttunni á sumum útivistarsvæðum í eigu borgarinnar, og að reyna að vernda eitthvert svæði í nágrenni borgarinnar fyrir ljósmengun. Var Heiðmörk sérstaklega nefnd í því sambandi. Að lokum var þeirri spurningu varpað fram, hvort hugsanlega mætti draga úr götulýsingu þau fáu kvöld, sem heiðskirt væri í Reykjavík. Fundargerðin var send Umhverfismálaráði Reykjavíkur sem sendi frá sér umsögn hinn 12. júní. Umsögnin er ekki löng, en hún hljóðar svo: „Umhverfismálaráð getur tekið undir það sjónarmið að innan borgarlandsins sé ólýst svæði þar sem góð aðstæða er til stjórnskóðunar. Vel kæmi til greina að hluta af Heiðmörk mætti nýta á þennan hátt.“ Þessi fáu orð gefa ekki tilefni til mikillar bjartsýni; þar er aðeins tekið undir hluta af einni þeirra hugmynda sem fram höfðu komið í umræðunum.

Dagur jarðar

Merkileg myrkurtilraun fór fram í Reykjavík og víðar á Suðvesturlandi fimmtudaginn 28. september árið 2006 þegar slökkt var á götuljósum og víða í fyrirtækjum og á heimilum í hálf klukkustund, milli kl. 22 og 22.30. Hugmyndina fékk Andri Snær Magnason rithöfundur í tilefni af alþjóðlegri kvikmyndahátíð sem hófst í Reykjavík þennan dag. Myrkurstundin þótti takast vel og vakti verulega athygli. Snævarr Guðmundsson segir þetta um árangur tilraunarinnar í ritgerð sinni frá 2011:

Tilraunin leiddi í ljós, þvert á viðteknar skoðanir, að götulýsingin væri aðeins hluti af vandanum. Önnur lýsing, síst minni, stafaði frá fyrirtækjum, stofnunum og íbúðarhúsnæði. ... Hlutfallið milli götulýsingar og annarrar lýsingar var ekki athugað við þetta tækifæri. Erlend rannsókn hefur sýnt að áhrif götulýsingar getur verið um 40% af heildarlýsingu bæja ... Staðreyndin er að ljósmengun er flóknara viðfangsefni en svo að kenna megi um einum orsakavaldi.

Árið 2007 var fyrst haldin Stund jarðar að frumkvæði alþjóðlegu náttúruverndarsamtakanna WWF, og er hún helguð baráttu gegn loftslagsbreytingunum. Meðal annars eru ljós slökkt sem verða má. Stund jarðar er allajafna á laugardegi síðla í mars. Á Íslandi var Stund jarðar fyrst haldin svo eftir yrði tekið árið 2011, milli 20 og 22.30 og hefur síðan verið árlegur viðburður – en enn hefur myrkur þessa stund ekki náð svipuðum krafti hérlendis og á kvöldið góða haustið 2006. Vel má hugsa sér að sameina framvegis þennan dag og Stund jarðar vitundarvakningu um loftslagsvá og um myrkur-gæði.



Myrkvun í Reykjavík 28. september 2006, séð í austur frá Útvarpshúsinu í Efstaleiti. Götuljósin hverfa en mikið ber enn á lýsingu frá fyrirtækjum og stofnunum. (Ljósm.: SG.)

Heimildir

„Ljósin slökkt á suðvesturhorninu.“ mbl.is. 29.9. 2006: www.mbl.is/greinasafn/grein/1105544/?item_num=35&dags=2006-09-29; Snævarr Guðmundsson. Myrkurkort af höfuðborgarsvæðinu. BS-ritgerð við HÍ (endursk.). 2011 (slóð: www.natturumyndir.com/pdf/ljosmengunreykjavik.pdf), bls. 17; Earth hour. Wikipedia: en.wikipedia.org/wiki/Earth_Hour. Sjá enn fremur útvarpserindi Þorsteins Sæmundssonar að kvöldi 28.9. 2006: <http://www.internet.is/halo/myrkvun.html>.

Ekkert varð úr myrkuraðgerðum í Heiðmörk, og það var bæjarráð Borgarbyggðar sem setti árið 2000 fyrstu opinberar íslensku reglurnar um ljósmengun. Það gerðist með samþykkt sérstakrar umhverfisstefnu þar sem kveðið er á um varnir við ljósmengun í einni greininni:

Við uppsetningu og endurnýjun götulýsingar verður þess gætt að ljósmengun utan svæðis verði í lágmarki.

Hér á eftir verður stiklað á stóru um nokkur samfélagssvið þar sem unnið hefur verið að bættum myrkurgæðum og hamlað gegn ljósmengun á síðustu áratugum.

Heimildir

Frumvarp til laga um umhverfismál. 291. mál á 99. lgb., útbýtt 18.4. 1978 (slóð: www.althingi.is/dba-bin/ferill.pl?ltg=99&mnr=291); Birgir Sigurðsson. „Endurheimt stjarnanna.“ *DV* 13.11. 1995, bls. 15 (sjá 20.kafli). Fyrri skrif eru þó til um hrakandi næturhimin í höfuðborginni, sjá t.d.: „Dásamlegur stjörnuhiminn“ e. Ingvar Agnarsson, *Mbl.* 14.5. 1985, bls. 66, og „Norðurljósinn braga“ e. Elínu Pálmadóttur, *Mbl.* 20.11. 1994, bls. B8; „Stjörnufræðingar segja ljósmengunina þegar of mikla.“ *Mbl.* 5.2. 1993, bls. 22. Talað var við Þorstein Sæmundsson í fréttatíma Ríkisútvarpsins – hljóðvarps 14.12. 1996. Fréttumfjöllun í *Mbl.* 9.2. 1997, bls. 10–11 (greinin „Með ofbirtu í augum“ og viðtöl við Sigurð Sigurðsson og Þorstein Sæmundsson). Um Borgarbyggð: „Fjölskylduvænt og eftirsótt bæjarfélag.“ *DV* 2.5. 2000, bls. 8; umhverfisstefnuskjalið í endurskoðaðri mynd 2013: www.borgarbyggd.is/Files/Skra_0061033.pdf; Erindi Þorsteins Sæmundssonar, sjá 20. kafli.

Orðfræði með fyrirvara um nákvæmni við leit í niðurstöðum á vef Alþingis, leitarvélinni timarit.is/ og í söfnum Orðabókar Háskólans (lexis.hi.is/). Um orðið *myrkurgæði* í ritgerð sjá: Snævar Guðmundsson. Myrkurkort af höfuðborgarsvæðinu, t.d. 5. kafli (full færsla að neðan). Fyrsta þekkt dæmi um orðið *ljósvist*: Glætur úr fyrirlestri Guðjóns L. Sigurðssonar hjá SATS í nóvember 2012: www.sats.is/skrar/file/Glaeturhaustfundur2012/SATS%20N%C3%B3vember%202012.pdf.

Stjörnuáhugamenn og myrkurgæði

Hérlendis hafa stjarnvísindamenn og aðrir áhugamenn um stjörnuhimininn líklega verið fyrstir að gera sér grein fyrir vandanum sem stafar af oflýsingu og ljósmengun. Stjörnuskoðunarfélag Seltjarnarness var stofnað 1976, og var lengi eina félag áhugamanna um stjörnufræði á landinu. Ekki er ólíklegt að Þorsteinn Sæmundsson stjörnufræðingur, fyrsti formaður þess, hafi kynnt félögum sínum umræðu erlendis um myrkurgæði og ljósmengun en í tiltækum gögnum eru heimildir um afskipti af ljósmengun þó ekki eldri en frá árinu 2000, þegar félagið gefur út einskonar dreifibréf um málið. Höfundur þess er Ágúst H. Bjarnason verkfræðingur og fyrrum samstarfsmaður Þorsteins.

Ljósmengun hefur síðan verið til stöðugar umræðu í félaginu, meðal annars vegna þess að lýsing torveldar stjörnuskoðun úr sjónauka þess á þaki Valhúsaskóla, og árið 2011 gaf félagið í samvinnu við Stjörnufræðivefinn út bæklinginn *Bætt lýsing borgar sig* þar sem fjallað er um sjónmengun og útlýsingu. Höfundur hans er Sverrir Guðmundsson.

Sjónauki var fyrstur settur upp á skólapakinu árið 1975, í aðdraganda félagsstofnunar og hefur tvisvar verið endurnýjaður. Núverandi sjónauki félagsins er sá stærsti á Íslandi, 18 þumlungar í þvermál. Félagið gefur út fréttabréf tvisvar á ári, heldur úti vef á netinu (astro.is/) og heldur námskeið auk stjörnuskoðunarkvölda fyrir féлага og almenning. Stjörnufræðivefurinn (stjornufrædi.is/) er rekinn í tengslum við félagið. Núverandi formaður er Sævar Helgi Bragason.

Vegna aukinnar ljósmengunar á höfuðborgarsvæðinu hafa félagsmenn áformað nokkur undanfarin ár að flytja meginstarfsaðstöðu sína frá Seltjarnarnesi á myrkurvænni stað. Fyrst var horft til Krýsuvíkur og veitti Hafnarfjarðarbær vilyrði fyrir lóð þar árið 2008, en vegna áforma um orkuver á

svæðinu með tilheyrandi ljósagangi dvínaði áhuga félagsmanna á næturhimninum yfir Krýsuvík. Eru nú hafnar viðræður við forsvarsmenn Þjóðgarðsins á Þingvöllum um aðstöðu til stjörnuskoðunar, og þá helst á Hakinu í nánd við fræðslumiðstöð þjóðgarðsins.



Stjörnuturn Stjörnuskoðunarfélags Seltjarnarness á þaki Valhúsaskóla. Þar var fyrst komið fyrir sjónauka árið 1975. (Ljósm. Þórir Már Jónsson, 2005.)

Næturhiminninn

Stjörnuhiminninn er mikilvægur hluti af menningu okkar. Flestar þjóðir eiga sagnir um stjörnumerkin sem sjást á himninum og má þar nefna frásögn í Snorra-Eddu af augum þjasa Jötuns sem við þekkjum sem stjörnur Kastor og Pollux í Tvíburamerkinu. Ótal önnur dæmi um vísanir til fyrirbæra stjörnuhimnins er að finna í menningu og listum.

Vegna óvandaðrar lýsingar fara margir á mis við fræðslu stjörnuhimnins. Að skoða stjörnur vekur upp fjölmargar spurningar hjá fólki á öllum aldri og er tilvilt leið til þess að vekja áhuga hjá börnum á náttúrunni, vísindum og umhverfinu í kringum okkur.



Mynd úr stjörnuskoðun á Þingvöllum. Hætt í vestrætti. Stjörnumerkin Órnarnir og Herann sjást hætt á himni. Ef velt er að sjá mið stjörnu í stjörnuhringnum þá er sá stjörnuhringur sem er stjörnuhringurinn. Veggir frá höfuðborgarsvæðinu nær stjörnuhringnum og vísunir frá stjörnuhringnum eru stjörnuhringurinn og vísunir frá stjörnuhringnum eru stjörnuhringurinn.

Lýsing og öryggi

Meginmarkmiðið með lýsingu utanhúss er að tryggja öryggi vegfarenda og íbúa. Því er mikilvægt að vanda til verka svo lýsingin gagnast vel í þessum tilgangi. Ílla uppsett lýsing veður erfiðleikum fyrir ökumenn og skapar farska öryggiskenn.

Rannsóknir sem gerðar hafa verið á sambandi lýsingar og afbrota benda til þess að mikil lýsing dragi ekki úr afbrotum heldur geti hún veitt afbrotaomögnu skjól við ljú sína. Hér eru nokkur atriði sem miða að því að bæta útlýsingu:

Skærna ljósin af svo lýsingin beinist á þá staði þar sem hún nýtist. Glýja frá illa skermdum ljósum og ljósastráum getur truflað ökumenn. Fólk á efri árum er enn viðkvæmara fyrir birtusveiflum frá gólulýsingu en þeir sem yngri eru. Övarin ljós geta einnig veitt skjól fyrir innbrot og skemmdarverk (sjá mynd hér að neðan).



Ljósástandar við vestrætti á Grandarum í Reykjavík ljúsa alla leið út í næstu götu. Götu frá ljósastráum verður endlaust fyrir ökumenn. Ef vel er að sjá þá gætu í manni í hálum þákka upp við veggir hegra magin. Namn sátt líklega ók af þess sem í öðrum ljósum. Lýsingmynd: Sævar Heið Bergsson

Nota hæfilegan ljóstyrk. Of sterk lýsing myndar skörp skil milli ljóss og skugga sem veður því að erlitt er að sjá út fyrir upplýst svæði.

Nota hreyfiskynjara sem kveikja á ljósum þegar fólk þarf að fara um svæði að kvöldi eða nóttu. Þeir spara orku og hafa fælingarmátt gagnvart innbrotsgjöfum og skemmdarvörum. Samá gildir um timaröfa sem slökkva á ljósum að næturtagi.

Staðan á Íslandi



Lýsing í kringum þjóttvík á næturhimninum. Skirrt er byggð á þingum úr Google Earth kortinu. Mynd: Adam Thor Hurlston

Aðstæður á höfuðborgarsvæðinu og í stórum bæjarfélögum úti á landi valda því að það þarf að fara út fyrir þéttbýlið til þess að komast í dimman himnin. Þeir sem það hafa reynt verða margir fyrir uppjöllum þegar þeir sjá stjörnuhimnin við góðar aðstæður.



Reykjavík borg var mynduð 28. september 2006. Myndin er tekið á meðan myndavélin er á lofti. Þrátt fyrir myndavélin hefur þessi mynd af ljósum sem er að málka ljósi þá þess fyrsta ljósum og stöðnum sem slökku á milli ljósin. Lýsingmynd er tekið við Háskóla. Hún er samsett úr 7 ljósum sem þess um sig er lýstur í 5 sek með ljósaáhrifum 800 asa. Lýsingmynd: Ólafur Órn Órnason



Reykjavík eftir myndun. Birtan um það hat tuffeldast þegar kvætt var á götu ljósum. Hér sýna ljósumljósum eftir höfuðborgarsvæðinu. Þessi 999. Sjón myndavélarstillingar og að ofan. Lýsingmynd: Ólafur Órn Órnason

„Bætt lýsing borgar sig“ heitir ágætur bæklingur um myrkurgæði og ljósmengun með fræðslu, leiðbeiningum og vísun á frekari upplýsingar í stuttu máli. Stjörnuskoðunarfélag Seltjarnarness og Stjörnufræðivefurinn gáfu bæklinginn út í nóvember 2011.



Fegurð næturhiminsins úr stjörnuturninum á Seltjarnarnesi – en ljósmengunin frá borginni er vel greinanleg. (Ljósm. Þórir Már Jónsson, 2006.)

Heimildir

Um félagið: Vefsetrið www.astro.is/; dreifibréfið frá árinu 2000: agust.net/pdf/Ljosmengun.pdf, sjá einnig í netgerð á vefsetri Ágústs H. Bjarnasonar: agust.net/ljosmengun/; bæklingurinn frá 2011: www.stjornufrædi.is/media/stjornuskodun/Baeklingur-um-baetta-utilysingu.pdf). Um Krýsuvík og Hakið: Fréttaviðtöl Ágústs Inga Jónssonar í *Mbl.* 3.5. 2013: „Himintunglin skoðuð af Hakinu.“ – „Stjörnuskoðun góður kostur.“ (Einnig stytt: mbl.is/frettir/innlent/2013/05/03/himintunglin_skodud_af_hakinu/).

Ljóstæknifélagið og myrkurgæði

Verkfræðingar, tæknifræðingar og aðrir fagmenn á sviði lýsingar innanhúss og utan kynnast ljósmengunarvanda í störfum sínum og fylgjast með með umræðu og vinnu erlendis um þessi efni. Einkum hefur Ljóstæknifélag Íslands látið sig varða myrkurgæði með ýmsum hætti síðustu áratugi. Nútímalegri aðferðafræði við lýsingu innanhúss, á vinnustöðum og í almannarými, er í síauknum mæli beitt við lýsingu utandyra þannig að lýsingarmarkmið náist með skilvirkni og án mengunar.

Ljóstæknifélagið er samtök áhugamanna um lýsingu og sjónskilyrði. Það var stofnað árið 1954, og komu frumkvöðlarnir einkum úr hópi rafmagnsverkfræðinga og rafveitumanna. Fyrsti formaður félagsins var Steingrímur Jónsson rafmagnsstjóri Reykjavíkur. Félagið hefur gengist fyrir fundum og ráðstefnum um lýsingarmál, sent frá sér fréttabréf og tímarit, gefið út fræðslurit um lýsingu í samvinnu við ýmsar stofnanir, skipulagt „Dag ljóssins“ ásamt fyrirtækjum og stofnunum, og heldur úti vefsetri með fréttum, upplýsingum og slóðum (ljوسفelag.is/).

Líklegt er að félagsmenn, sem flestir starfa með einhverjum hætti við lýsingu, hafi haft veður af ljósmengunarvandinum strax og hann komst til umræðu í grannlöndunum. Fyrstu umfjöllun um ljósmengun á vegum félagsins er þó ekki að finna fyrr en árið 1997 þegar *Ólafur Björnsson* endursegir í tímariti félagsins, *Ljósi*, umfjöllun um ljósmengun úr dönsku fagriti, og kallast greinin „Mengun myrkranna“. Þar er ljósmengun skýrð og nefnd ráð gegn henni. Í sama tölublaði birtist þýdd grein frá GH-heildverslun þar sem meðal annars er lýst starfi ítalska fyrirtækisins iGuzzini í myrkurgæðamálum. Í desember sama ár gekkst félagið fyrir sérstökum fundi um ljósmengun og voru frummælendur Þorsteinn Sæmundsson stjórnufræðingur, Hilmar Jónsson tæknifræðingur og Skúli H. Norðdahl arkitekt. Umræða um þetta hélt áfram innan félagsins og gætir m.a. í fræðsluritinu „Götu- og veglýsing“ sem fyrst kom út 2004, en árið áður birti Hilmar Jónsson grein í *Ljósi* um götulýsingu og ljósmengun, og birtist þá einnig í tímaritinu smágrein um ljósmengun í sumar- bústaðahverfum, þar sem nafnlaus höfundur hvetur til umræðu og aðgerða vegna oflýsingar við bústaði þar sem ljós séu stundum höfð við mannlaus hús dag og nótt, sumar og vetur. Á Degi ljóssins árið 2010 hélt Daniel Fayen frá iGuzzini í Noregi fyrirlestur á vegum félagsins og fjallaði m.a. um ljósmengun. Árið 2012 helgaði félagið aðalfund sinn myrkurgæðum og ljósmengun. Var þá sýnd bandaríska kvikmyndin *The City Dark* um ljósmengun, stjórnuhimin og sjúkdóma, og Snævarr Guðmundsson sagði frá nýlegri ritgerð sinni um myrkurgæði á höfuðborgarsvæðinu.

Heimildir

Fréttabréf Ljóstæknifélags Íslands 1991–1996; *Ljós. Tímarit um lýsingu*, Rv. 1989–90 (þá *Ljós. Tímarit Ljóstæknifélags Íslands*), 1997, 2000, 2003, 2005–2006; Stiklur úr sögu Ljóstæknifélags Íslands, á vefsetri LÍ (slóð: www.ljوسفelag.is/ur-soegu-ljostaeknifelags-islands); samtal við Guðjón L. Sigurðsson fyrrv. formann LÍ 23.5. 2013. „Mengun myrkranna.“ Grein e. Per Tybjerg Aldrich úr *Lys*, tímariti danskra ljóstæknimanna, í endursögn Ólafs Björnssonar. *Ljós*, október 1997, bls. 4–5, 8–9; „Hvað varð um stjórnum.“ *Ljós*, október 1997, bls. 19. Erindi Þorsteins 1997, sjá 20. kafla (sjá á netinu t.d. á slóðinni: www.althingi.is/pdf/erindi/?lthing=127&dbnr=2162). Hilmar Jónsson. „Götulýsing og ljósmengun.“ *Ljós* mars 2003, 6–7, 10. *Götu- og veglýsing. Reglur um lýsingu gatna og vega*. Rv. 2004. Ljóstæknifélag Íslands, Gatnamálastofa Reykjavíkurborgar, Samband íslenskra sveitarfélaga. Endurútg. 2005, 2007 með viðbótum, 2009.

Veghaldarar og myrkgæði

Opinberir aðilar sem sjá um vegi, Vegagerðin og samgöngustofnanir sveitarfélaganna, þurfa að móta stefnu um lýsingu gatna og vega og framfylgja henni. Við þá stefnumörkun ráða kostnaðar-sjónarmið mestu en þess sér stað í störfum stofnananna og úttektum á þeirra vegum á rúmum áratug eftir aldamótin 2000 að þar er í auknum mæli fylgst með umræðu um ljósmengun og tekið tillit til sjónarmiða um vernd myrkgæða. Þrýstingur frá stjórnámálamönnum og almenningi hefur þó fremur verið á hinn veginn, að lögð er áhersla á sem allra mesta lýsingu í þágu aukins umferðaröryggis en lítið ber á efasemdum um oflýsingu eða kvörtunum um ljósmengun frá götum og vegum.

Framkvæmdir við lýsingu Reykjanesbrautar árið 1996 hafa að líkindum einkum vakið athygli veghaldara á ljósmengun sem óæskilegum fylgifiski lýsingar utanhúss. Uppsetning og rekstur kostar peninga, og lýsingin á Reykjanesbraut vakti kröfur um lýsingu við aðra fjölfarna þjóðvegi, sem Vegagerðin hlaut að bregðast við með ýmiskonar könnunum og rannsóknarvinnu.

Sjá nánar um veglýsingu og gatna í 9. kafla.

Ugla með sógleraugu!

Ítalska fyrirtækið iGuzzini vekur athygli á verndun myrkgæða í tengslum við framleiðsluvörur sínar. Fyrirtækið starfar sem slíkt eða með samstarfsfyrirtækjum um alla Evrópu, og tók þá stefnu um miðjan síðasta áratug að sérhæfa sig í skilvirkum ljósgjöfum sem ekki yllu ljósmengun. Núverandi samstarfsfyrirtæki iGuzzini hérlendis er lýsingarfyrirtækið Rafkaup og má sjá vörur iGuzzini í verslun þess, Ármúla 24, Reykjavík, þar á meðal úrval lampa til útilýsingar. Vefsetur: www.rafkaup.is. – Auglýsingin um ugluna og vetrarbrautina birtist í íslenskum fagritum veturinn 2002–2003, þá á vegum GH-heildverslunar.



Ljós í menntakerfinu

Lýsingarfræði er meðal námsgreina í Tækniskólanum, ætluð þeim „sem vilja auka þekkingu sína á ljósinu og fræðast um samspil hönnunar, lita og ljóss, val á lampabúnaði, notagildi lýsingar, áhrifamátt hennar á upplifun og túlkun skilaboða“. Inntökuskilyrði eru lokapróf í viðeigandi starfsnámi eða stúdentspróf, og er námið talið henta fjölbreytilegum hópi nemenda með reynslu úr iðngreinum, listum og hönnun, verk- og tæknifræði, garðyrkju og landbúnaði.

Lýsingarfræðin er 60 eininga nám og kennt í fjórum önnum. Á tveimur fyrstu önnum fjallar eitt námskeiðanna um „Áhrif lýsingar á manninn“ (2×3 e.). Þar er meðal annars fjallað um ljósmengun í

tengslum við útlýsingu, þó fremur lauslega og án sérstaks kennsluefnis. Þetta mun vera eini vettvangur fræðslu um myrkgæði í íslenska menntakerfinu nú um stundir.

Lýsingarfræðikennslan hófst í Iðnskólanum í Reykjavík, öðrum forvera Tækniskólans, veturinn 2006–7. Lýsingartækni eða ljóstækni var áður kennd við Háskóla Íslands frá 1974 til 1995.

Ljósmengun er ekki viðfangsefni í kennslugreinum Líf- og umhverfisvísindadeildar Háskóla Íslands en skammt er þó síðan þar var skrifuð lokaritgerð á BS-stigi um efnið. Í ritgerðinni er ljósmengun á höfuðborgarsvæðinu kortlögð eftir nákvæmar mælingar á 113 stöðum veturinn 2009–10 (sjá um niðurstöður í 7. kafla).

Heimildir

Námsvísir Tækniskólans. 2012–13, bls. 38, 227–228 (slóð: handbok.tskoli.is/openDoc.aspx?docid=6817); samtöl við kennarana Þórdísi Zoëga og Halldór Steinsen 24. og 25.5. 2013; upplýsingar um lýsingarfræðinámið á vefsetri Tækniskólans (slóð: www.tskoli.is/skolar/taekniakademian/lysingafraedi/); „Nám í ljóstækni.“ *Fréttablaðið* 27. september 2006, bls. 26. Um fyrri námskeið: Vefsetur Ljóstæknifélagsins (liosfelag.is/ – Stiklur úr sögu LÍ). Snævarr Guðmundsson. Myrkgurkort af höfuðborgarsvæðinu. Kortlagning ljósmengunar yfir Reykjavík og nágrenni. BS-ritgerð við HÍ (endursk.). Maí 2011 (slóð: www.natturumyndir.com/pdf/ljosmengunreykjavik.pdf).

Gullfoss – flóðlýsing í náttúrunni

Veturinn 2003–2004 urðu nokkrar umræður um myrkgæði utan byggða í tengslum við áform í Bláskógabyggð um að flóðlýsa Gullfoss. Byggðaráð sveitarfélagsins samþykkti um haustið að stefna að flóðljósum við fossinn að frumkvæði ferðamálasamtaka en að lokum var hætt við, ekki síst vegna efasemda náttúruverndarmanna og andstöðu Umhverfisstofnunar í umsögn um erindi sveitarfélagsins.

Meðal annars héldu Bláskógabyggð og Landvernd sameiginlegan umræðufund um málið á Hótel Borg, og voru framsögumenn þau Oddur Hermannsson landslagsarkitekt, Ari Trausti Guðmundsson jarðfræðingur og alþingismennirnir Margrét Frímannsdóttir og Hjörleifur Guttormsson. Nokkrum dögum síðar ræddu þeir Oddur og Hjörleifur um lýsingaráformin í Kastljósi Sjóvarpsins. Þá var málið rætt lauslega á Alþingi, og greinar um það birtust í dagblöðum.

Hjörleifur Guttormsson beindi því til Skipulagsstofnunar hvort flóðlýsingin væri matsskyld samkvæmt þáverandi lögum um mat á umhverfisáhrifum. Í svari stofnunarinnar kom fram að áformin væru enn of óljós til að hægt væri að segja til um þetta, en þar skipti helst máli hvort framkvæmdirnar féllu undir ákvæði um þjónustumiðstöð fyrir ferðamenn á hálendi. Svo virtist ekki vera. Breytingar sem síðan hafa orðið á lögnum taka ekki til lýsingar, og virðist því ekki þurfa að meta umhverfisáhrif framkvæmdar af þessu tagi að lögum.

Stjórn Landverndar lagðist gegn áformum um flóðlýsingu Gullfoss í sérstakri yfirlýsingu og vildi að mótuð yrði almenn stefna um raflýsingu á náttúrusvæðum áður en ákvörðun væri tekin um einstaka staði. Rök með og á móti áformunum koma ágætlega fram í yfirlýsingunni. Þar er sagt eðlilegt að leita leiða til að lengja ferðamannatímamann og tekið undir ábendingar um að framkvæmdir sem þessar séu að mestu afturkræfar. Hinsvegar telur stjórnin að að líta verði til þess að við kynningu náttúru Íslands meðal ferðafólks sé allajafna fullýrt að þar gæti áhrifa mannsins lítt eða ekki, og

virðist raflýsing náttúruundra í óbyggðum ganga þvert á þá ímynd. Þá sé fé til þjónustu og verndunar á friðlýstum svæðum takmarkað og hætt við að brýnar framkvæmdir tefðust ef byrjað er á raflýsingu. Í þriðja lagi séu

náttúrulegar breytingar á dagsbirtu hluti af eðlilegri umgjörð náttúruundra og raflýsing kynni að spilla þeirri ánægju sem fylgir því að skoða náttúrurundur við mismunandi tilbrigði náttúrlegrar birtu.

Stefna sú um raflýsingu á náttúrusvæðum sem Landvernd auglýsti eftir árið 2004 hefur ekki verið mótuð á vegum opinberra aðila eða hagsmunasamtaka. Nokkur náttúrufyrirbæri hafa verið upplýst á vegum sveitarstjórnar, landeigenda eða hagsmunaaðila við misjafnar undirtektir, svo sem Seljalandsfoss, Foss á Síðu, foss í Bleiksá í Eskifirði og Heimaklettur í Eyjum.

Heimildir

Undirbúa flóðlýsingu Gullfoss. mbl.is 10.12. 2003 (slóð: www.mbl.is/greinasafn/grein/768839/?item_num=13&dags=2003-12-10); Raflýsing á Gullfossi ekki tímabær. Yfirlýsing stjórnar Landverndar 5.3. 2004, (slóð: landvernd.is/Sidur/ID/60, sjá einnig *Morgunblaðið* 8.3. 2004, bls. 8); tölvupóstur frá Hjörleifi Guttormssyni 25.5. 2013 (MÁ); bréf Stefáns Thors f.h. Skipulagsstofnunar til Hj.G. 4.3. 2004; Umræður á Alþingi (Margrét Frimannsdóttir og Siv Friðleifsdóttir) 19.11. 2003 (slóð: www.althingi.is/alttext/130/11/119184956.sgml); Stefán Helgi Valsson ferðamálafræðingur. „Raflýsing Gullfoss og upplifun ferðamanna.“ *Mbl.* 31. mars 2004, bls. 29 (slóð: www.mbl.is/greinasafn/grein/790032/); „Óskað eftir úrskurði um matsskyldu lýsingar.“ Um fundinn á Hótel Borg. *Mbl.* 29.2. 2004, bls. 6.

Ljósmengun á Alþingi

Ljósmengun hefur þrisvar komið til umræðu á Alþingi á undanförunum árum, og í öll skiptin svaraði umhverfisráðherra fyrirspurn Marðar Árnasonar um hvort ráðherrann hygðist beita sér fyrir athugun á ljósMengun á Íslandi og ráðstöfunum gegn ljósMengun.

Ráðherrarnir sem svöruðu voru Siv Friðleifsdóttir, 2004, Sigríður Anna Þórðardóttir, 2006, og Svandís Svavarsdóttir, 2012. Allir upplýstu að engar ljósMengunarrannsóknir eða athuganir hefðu farið fram á opinberum vegum á Íslandi, og ekki væru til nein ákvæði sem þetta vörðuðu í íslenskum lögum og reglum. Svandís sagði þó frá ákvæðum um lýsingu og ljósMengun í byggingarreglugerð sem þá var í smíðum. Fram kom að fyrirspurnir eða kvartanir um ljósMengun til opinberra stofnana snerust einkum um lýsingu frá gróðurhúsum.

Ráðherrarnir töldu allir að hér væri á ferð úrlausnarefni sem þyrfti að sinna fyrr eða síðar. Siv, sem fyrst svaraði, taldi ekki ástæðu til aðhafast sérstaklega en þær Sigríður Anna og Svandís voru mun jákvæðari gagnvart frumkvæði frá stjórnvöldum, athugunum, reglusetningu og aðgerðum. Siv tók þátt í umræðu um síðustu fyrirspurnina og taldi þá mikilvægt að huga að ljósMengun vegna þeirra umhverfisgæða sem fælust í myrkri og næturhimni. Aðrir þingmenn sem til máls tóku voru Björgvin G. Sigurðsson, Álfheiður Ingadóttir, þá formaður Þingvallanefndar, og Þorgerður Katrín Gunnarsdóttir, og töldu allir að hér væri á ferð þörf umræða um mikilsvert efni. Þátttakendur í þessum umræðum komu úr fjórum stjórn mála flokkum, Samfylkingunni, Framsóknarflokknum, Sjálfstæðisflokknum og Vinstri hreyfingunni – grænu framboði.

Starfshópur sá sem nú skilar af sér þessari skýrslu má heita sprottinn úr umræðunni um síðustu fyrirspurnina í janúar 2012 þar sem rætt var um að sérstakur hópur yrði fenginn til einhverskonar yfirlitskönnunar um málið. Þess má geta að í síðustu ræðu sinni 2012 taldi ráðherra að með þessum

umræðum og því starfi í samfélaginu sem þær byggðust á hefði ef til vill skapast vísir að nýrri grein náttúruverndar, nefnilega *myrkurvernd*. Þaðan er svo stutt í hugtakið *myrkurgæði* sem notað hefur verið í vinnu starfshópsins.

Þingmenn kunna að hafa rætt áður um óþægindi af lýsingu í umræðum þótt það komi ekki fram við rafræna orðaleit þar sem notað er leitarorðið *ljósmengun*. Að minnsta kosti minntist Lára Margrét Ragnarsdóttir á hrakandi myrkurgæði í þingræðu um hljóð- og hávaðamengun í febrúar 1997, í tilefni af umræðu undanfarið „um mengun rafljósa í stórborgum“:

Og mig langar til að gerast svolítið persónuleg í þessari framsögu minni því ég sem barn átti þess kost að búa rétt fyrir utan Reykjavík. Þar stóð húsið eitt uppi á hæð og það var um tveggja kílómetra gangur í rútuna í skólann á morgnana og það í hvaða veðri sem var. Ég býst ekki við því að öll börn í Reykjavík mundu láta sig hafa það núna. En eitt af því yndislegasta sem mér fannst þegar ég kom heim á kvöldin var að fara út úr þessari rútu sem var að hökta og inni í henni voru læti og hávaði, fara út úr henni og koma út í náttmyrkrið og horfa á stjörnuþjartan himininn og lesa í stjörnurnar. Það er ekki mikið hægt að gera þetta þar sem ég bý í dag. Og það er þetta sem mér finnst við fara svo mikils á mis við, nútímaheimurinn, þótt tæknin hafi hjálpað okkur mikið og gert líf okkar fjölbreyttara.

Heimildir

Umræður á Alþingi 5.5. 2004 (um fsp. frá 2.3.), 26.4. 2006 (um fsp. frá 27.3.) og 16.1. 2012 (um fsp. frá 18.10. 2011); 20.2. 1997 (um þáttill. Hjörleifs Guttormssonar o.fl. um úttekt á hávaða- og hljóðmengun frá 17.12. 1996). Sjá vefsetur Alþingis, althingi.is/.

Stefna stjórnmalaflokka, starf umhverfissamtaka

Þótt alþingismenn úr flestum stjórnmalaflokkanna hafi lofað myrkurgæði í umræðum á Alþingi hefur aðeins einn þeirra tekið málið upp í stefnu sína. Það er Vinstri hreyfingin – grænt framboð sem í kosningastefnu árið 2009 taldi meðal langtímamarkmiða í umhverfismálum að

draga úr mengun af völdum umferðar bifreiða og annarra vélknúinna tækja, draga úr hávaðamengun og úr óæskilegri ljósmengun utanhúss.

Eitt af markmiðum næstu fimm ára skyldi vera að

gera könnun á umfangi skaðlegrar og truflandi ljósmengunar og móta reglur sem dragi úr slíkri mengun og taki einnig til flóðlýsingar á náttúruyfyrirbærum.

Umhverfis- og náttúruverndarsamtök hafa ekki fjallað að ráði um myrkurgæði hingað til. Samtökin Græna netið urðu fyrst til með fundi í ársbyrjun 2012 um stjörnuhimin og ljósmengun. Hafði hann fyrirsögnina „Hversu verðmætt er myrkrið?“ Framsögumaður var Snævarr Guðmundsson og kynnti nýlega könnun sína um myrkur á höfuðborgarsvæðinu. Fundurinn var haldinn í Gofskálanum á Seltjarnarnesi, og gengu fundarmenn út eftir fundinn, horfðu í næturhimininn og könnuðu ljósmengun frá höfuðborgarsvæðinu, Kjalarnesi, Akranesi og Suðurnesjum.

Heimildir

Græn framtíð, rit vinstri hreyfingarinnar – græns framboðs um sjálfbæra þróun. Rv. 2009, bls. 35–37. Frétt á vefsetri Græna netsins: graenanetid.blog.is/blog/graenanetid/entry/1216795/.

Lýsingarhönnun og byggingarlist

Lýsing hefur um aldir verið einn af áhrifaþáttum í störfum arkitekta, en það er ekki fyrr en á síðari árum að augu íslenskra húsameistara hafa opnast fyrir gildi myrkurgæða, eins og sjá má víða við nýlegar byggingar. Haustið 2012 var lýsing meginefni málþings á vegum Arkitektafélags Íslands í Norræna húsinu. Tvö af fimm erindum á málþinginu snertu myrkurgæði, erindi Rósu Daggar Þorsteinsdóttur um „Myrkurgæði, myrkurkort og myrkurgarða“ og Hildigunnar Sverrisdóttur um „Áhrif lýsingar í þróun borga“. Rósa Dögg hélt einnig fyrirlestur á Norrænu ljóstækniráðstefnunni 2012 í Ósló um myrkurgæði („Quality of darkness“) og íslenskar aðstæður.

Heimildir

Frétt á vefsetri Arkitektafélags Íslands: <http://ai.is/?p=4470>. Slóð á glærur með erindi Rósu Daggar í Norræna húsinu 27.10. 2012: prezi.com/c6y0x8iuqfxx/myrkurgi-myrkurkort-og-myrkurgarar/. Slóð á gærur með fyrirlestri hennar í Ósló: www.dropbox.com/sh/nhs59sov54xsr94/c3o76yVlQ3 (6. að ofan).

LjósMengun gúggluð

Ágæta sögu af aukinni umfjöllun um myrkurgæði og ljósmengun síðustu ár má lesa úr orðaleit á netinu – og verður þó að taka tölum með varúð vegna síaukins afls leitarvéla. Undir 100 vefstaðir fundust með því að glöggva („gúggla“) orðið *ljósmengun* í maí árið 2004, að sögn þingmannsins Marðar Árnasonar í ræðu tæpum tveimur árum síðar, í apríl 2006, en þá segist hann hafa fengið 515 svör í samskonar leit. Nú, níu árum eftir fyrstu leitina, eru vefstaðirnir um 8.600 (15. júní 2013).

Heimild

Ræða Marðar Árnasonar á Alþingi 26.4. 2006 (slóð: www.althingi.is/altext/raeda/132/rad20060426T140151.html).

12 Sveitarfélög, myrkurgæði og ljósvist

Á vegum starfshópsins var rætt við sveitarstjórnarmenn og starfsmenn sveitarfélaga víða um land og auk þess sendur póstur á öll sveitarfélög á landinu þar sem sveitarstjórnarmenn og starfsmenn voru spurðir hvort hugað hefði verið að myrkurgæðum eða ljósmengun í sveitarfélaginu. Í tölvu-pósti var einnig óskað eftir ábendingum eða hugleiðingum um myrkurgæði í tengslum við sveitarstjórnarstigið með það að markmiði að nálgast óformleg gögn eða hugmyndir sem enn væru á umræðustigi.

Hér var fyrst og fremst um forkönnun var að ræða til að sjá hver staðan er á sveitarstjórnarstiginu. Í samtölum við einstaklinga í þessu sambandi var tekið fram að haft yrði sérstaklega samband við þá ef nýta ætti samtöl og upplýsingar með beinum hætti eða tilvitnunum. Þau gögn liggja þó fyrir til frekari greiningar.

Formlegar samþykktir sem fyrirfundust á sveitarstjórnarstiginu endurspegla það sem fram kom í máli margra starfsmanna sveitarfélaga að umræða um ljósmengun og myrkurgæði væri frekar takmörkuð og tilviljunarkennd. Sú umræða sem farið hefur fram virtist fyrst og fremst sprottin af staðbundnum aðstæðum og oft tilkomin af völdum áhugasamra einstaklinga sem hafa komið að stefnumörkun í sveitarfélögunum.

Afstaða sveitarstjórnarmanna og starfsmanna sveitarfélaga sem rætt var við einkenndist talsvert af því að lagaumgjörð og viðmiðunarreglur hefur skort á þessu sviði. Margir töluðu um óöryggi í vinnubrögðum þegar málið kæmi upp en ýmsir viðmælendur lýstu áhuga á viðfangsefninu og höfðu gert sitt besta til að koma umræðu um það innan sveitarfélagsins í réttan farveg. Oft átti umræðan upptök sín hjá almenningi sem kom með ábendingar eða vildi að sveitarfélagið hlutaðist til um úrbætur þar sem lýsing var of mikil eða ekki nægjanleg.

Fram kom að innan sveitarfélaga hafði víða verið rætt um götulýsingu, lýsingu á stígum, lýsingu frá íþróttamannvirkjum, sérstaka lýsingu merkra bygginga eða náttúrufrýrbæra. Margir sveitarstjórnarmenn könnuðust við umræðuna um lýsingu og þá spennu sem getur verið til staðar milli öryggissjónarmiða, kostnaðar og ljósmengunar. Umræðan er lifandi í landslagsarkitektúr en til þess að ná fram almennri vitundarvakningu á sveitarstjórnarstiginu þarf að vekja umhugsun um þá möguleika sem felast í skipulagsvaldinu. Mikið er til af einföldum lausnum eða breytingum á lýsingu sem gefa möguleika á að bæta lífsgæði íbúa á marga vegu (breytt lýsing, stefna lýsingar, flokkun svæða eftir lýsingu, að nýta myrkrið, upplifun). Nokkrir viðmælendur vildu ræða um staðla og þótti mikilvægt að fá þá inn svo hægt sé að vinna á auðveldari hátt að þessum málum.

Niðurstaðan er sú að ekki er mikið hugað að myrkurgæðum í sveitarfélögum á Íslandi. Þó benti áhugi margra sveitarstjórnarmanna á viðfangsefninu til að grundvöllur væri fyrir vitundarvakningu um málið. Hægt er að flokka svör starfsmanna sveitarstjórnarstigsins gróflega niður í þrjá flokka:

1. Tilraunir hafa verið gerðar til að vernda myrkurgæði eða vekja fólk til vitundar um gæði myrkurs.
2. Hugað hefur verið að myrkurgæðum í tengslum við orkusparnað og aukna umhverfisvitund.
3. Myrkurgæði hafa komist á dagskrá við hvatningu frá opinberum aðilum eða sérfræðingum.

Hér verður gerð grein fyrir helstu atriðum sem könnunin leiddi í ljós eftir þessum flokkum.

Verndun myrkurgæða og vitundarvakning

Í byggingarleyfum og í skipulagstillögum er í nokkrum tilfellum að finna vísi að vitundarvakningu í þá átt að vernda myrkurgæði og varðveita þá sérstöðu sem felst í því að vera laus við ljósmengun.

Í umhverfisstefnu **Borgarbyggðar** sem samþykkt á fundi bæjarstjórnar 25. apríl 2000 stendur m.a.: „11. Ljósmengun: Við uppsetningu og endurnýjun götulýsingar verður þess gætt að ljósmengun utan svæðis verði í lágmarki.“ Þetta er fyrsta samþykkt um ljósmengun í sveitarstjórn hérlendis svo vitað sé. Í **Bláskógarbyggð** er í tillögu að breytingu á deiliskipulagi íbúðarsvæðisins Ásborga í landi Ásgarðs ákvæði um að takmarka skuli ljósmengun með því að beina lýsingu niður og einnig er gert ráð fyrir að lýsing meðfram vegi verði ekki hærri en 4 m. Í umhverfisskýrslu um framkvæmdir á **Hólmsheiði** er ljósmengun talin til þeirra umhverfisþátta sem meta á og í **Hnífsdal** skal hugað að ljósmengun við uppbyggingu gamalla húsa. Þar segir: „Umhverfi húsa og á almenningssvæðum skal vera í samræmi við hefðir og arkitektúr þess tíma sem miðað er við í uppbyggingu hverfisins. Þetta á við um girðingar, lýsingu, yfirborðsefni, almenningssvæði.“ Í fundargerð skipulags- og byggingarnefndar í **Hvalfjarðarsveit** leggur nefndin til að sveitarstjórn Hvalfjarðarsveitar veki máls á því við iðjuverin og Faxaflóahafnir að stuðla að minni ljósmengun á **Grundartangarsvæðinu** með það að markmiði að milda ásýnd svæðisins og að minni ljósmengun verði hluti af umhverfisstefnu fyrirtækjanna.

Í **Garðabæ** er byggð í **Urriðaholti** skipulögð út frá sjónarmiðum útivistar og náttúruverndar. Leiðarljós fyrir byggðina er aðlaðandi borgarumhverfi sem skapar umgjörð um lífsgæði og fjölbreytt mannlíf í samspili við einstaka náttúru svæðisins. Í skipulagi svæðisins hafa ýmsar nýjar leiðir verið farnar og hefur vinnan fengið alþjóðlegar viðurkenningar fyrir áherslu á sjálfbærni, lífsgæði og umhverfismál. Einn þáttur þessarar stefnu er að huga að myrkurgæðum með því að vanda götulyfsingu, draga úr ljósmengun og stuðla að vistvænni hönnun bygginga með skipulagi og leiðbeiningum fyrir hönnuði. Í deiliskipulagi fyrir Urriðaholt er meðal annars tekið fram að lýsing húss og lóðar skuli vera „látlaus, óbein og glýjulaus, með afskermuðum lömpum“ og þar er að finna sérstök ákvæði um lýsingu fyrirtækjaskilta og upplýsingaskilta.

Víða utan höfuðborgarsvæðisins hefur farið fram umræða þá sérstöðu landsbyggðarinnar að vera laus við ljósmengun í þeim mæli sem íbúar höfuðborgarsvæðisins búa við. Mikilvægt sé að nýta þá sérstöðu sem felst í því að hafa myrkur þannig að vetrarljós, svo sem tunglskin, endurvarp þess frá snjóbreiðu, norðurljós og stjörnur, séu vel sýnileg. Víða á Íslandi eru kjöraðstæður til að bjóða upp á myrkur. Fyrir ljósmyndara eru myrkurgæði gríðarlega eftirsóknarverð og ferðamenn sækja víða í eyðibygðir og lítið lýst svæði – eingöngu til að njóta næturhiminsins og friðarins sem fylgi myrkurgæðum.

Í **Vestmannaeyjum** hefur nokkur umræða farið fram um ljósmengun í tengslum við hótél sem byggja átti í gamalli malargryfju sem er í fjallinu Hánni í Vestmannaeyjum. Eftir samþykkt bæjarstjórnar var undirskriftum safnað gegn áformum um að reisa hótelið. Telma Magnúsdóttir, ferðamálafræðingur, gerir athugasemdir við mat sem gert hefur verið á sjónrænum áhrifum breytinga vegna tilkomu hótelsins. Telma óttast að ljósmengun frá hótelinu hafi áhrif á varp fugla og búsetu þeirra í fjallinu. Nú hefur verið hætt við hótélbyggingu á þessum stað eftir atkvæðagreiðslu meðal íbúa.

Á **Hornafirði** hefur talsverð umræða farið fram um mikilvægi þess að vernda svæði fyrir ljósmengun og var til dæmis tekið sérstaklega á þeim þætti í deiliskipulagi þjónustusvæðis við Jökulsárlón á Breiðamerkursandi. Þar eru gerðar ráðstafanir til að vernda ásýnd svæðisins og yfirbragð fyrir ljósmengun sem gæti breytt upplifun af svæðinu. Svæðið hefur verið markaðssett út frá þeirri sérstöðu sem felst í myrkurgæðum, svo sem með því að halda flugeldasýningar á ákveðnum tímum þar sem engin ljós eru sýnileg nema flugeldarnir. Sýningarnar eru hannaðar þannig að jökullinn endurkastar ljósi frá flugeldunum og hafa starfsmenn Jökulsárlóns farið um lónið á bátum og skotið upp af ísjökunum. Nokkur þúsund manns hafa sótt sýningarnar sem jafnframt hafa verið sýndar í beinni útsendingu á vefmyndavél Mílu.

Gunnlaugur Rúnar Sigurðsson umhverfis- og skipulagsfulltrúi sagði að sérstaklega hefði verið hugað að myrkurgæðum við lýsingu á stígum í sveitarfélaginu. Með því að huga að lýsingu var lögð áhersla á að fá sem best útsýni meðfram ströndinni og taldi Gunnlaugur að það hefði aukið vinsældir stíganna vegna þess að þar er hægt að horfa á jökullinn úr myrkri. Það skapar að sögn Gunnlaugs sérstaka stemningu sem ferðamenn kunna vel að meta. Þeir líta á myrkrið sem auðlind sem gefi umhverfinu sérstakan blæ. Gunnlaugur taldi að þessi auðlind væri víða vannýtt og þyrfti að huga miklu betur að þessu í tengslum við skipulag.

Magnús Sveinsson bæjarfulltrúi í **Fjallabyggð** sagði svipaða sögu um myrkurgæðamál í Héðinsfirði. Þar hefur verið í umræðunni að raflýsa milli gangamunnanna (600 metra) og þá hafa tekist á sjónarmið þeirra sem vilja lýsa og hinna sem telja dýrmætt að hafa aðgang að heilum eyðifirði sem er svo til laus við alla ljósmengun. Þarna eru að sögn Magnúsar algerar kjöraðstæður til sérstæðrar útiveru, næturmyndatöku og stjörnuskoðunar.

Á Austurlandi hefur frá árinu 2000 verið haldin árlega hátíðin „**Dagar myrkurs**“. Er hún haldin í nóvember. Markmið hátíðarinnar er að stytta skammdegið með áhugaverðum viðburðum sem auðga mannlíf og gleðja heimamenn. Áhersla er lögð á myrkrið og það tengt við þjóðsögur og sagnir af svæðinu. Farið er í Afturgöngur og Faðirvorahlaup, haldið Svartnætti á Skálanesi, Myrkraböll, Draugastundir, og svo má lengi telja. Þessar helgar er slökkt á rafljósum við sundlaugar á Austurlandi og höfð kertaljós þannig að fólk geti komið og slappað betur af eftir amstur vikunnar. Skólarnir á Austurlandi hafa alltaf tekið þátt í hátíðinni með því að tileinka henni námsefnið þessa daga og er þemað hjá börnunum ljós, skuggar, draugar, stjörnur, norðurljós og margt fleira tengt myrkrinu. Á leikskólunum koma börnin með ljós með sér, skoða skugga og rannsaka myrkrið. Með „Dögum myrkurs“ er því lögð áhersla á að upplifa myrkrið á sem fjölbreyttastan hátt og tengja það við gleði, samveru og afslappað andrúmsloft.

Myrkurgæði í tengslum við umhverfisvernd og orkusparnað

Í viðræðum við sveitarstjórnarmenn og starfsmenn sveitarfélaga kom fram að aukin umhverfisvitund sé fyrst og fremst ástæða þess að farið er að huga að myrkurgæðum í sveitarfélögum. Í sveitarfélögum á landsbyggðinni var umræðan almenn og einkum í tengslum við umhverfi, staðhætti og eðlilega gæslu heilbrigðs umhverfis en á þéttbýlli svæðum var meira rætt um myrkurgæði út frá stefnumörkun og umhverfisvernd. Ekkert benti þó til að sveitarfélög á landsbyggðinni stæðu framfarir en þéttbýlli svæði við verndun myrkurgæða en áberandi var að margir viðmælendur töldu litla ljósmengun vera eitt af jákvæðum eiginleikum dreifibýlis, og að gæði myrkurs væru vanmetin forréttindi.

Með samþykkt sinni um ljósmengun árið 2000 varð Borgarbyggð frumkvöðull í þessum efnum og er því áhugavert að vita hvernig samþykktinni hefur verið fylgt eftir og hvaða þróun hefur átt sér stað í þessum efnum í sveitarfélaginu síðan umhverfisstefnan var sett. Rætt var við Björgu Gunnarsdóttur, umhverfis- og landbúnaðarfulltrúa Borgarbyggðar, og Stefán Gíslason, sem var ráðgjafi sveitarfélagsins við gerð umhverfisstefnunnar. Í máli þeirra kom fram að áður en umhverfisstefnan var samþykkt hafi ekki farið fram miklar umræður um ákvæðið um ljósmengun og engar áætlanir gerðar til að fylgja henni eftir. Umhverfisstefnan var síðan lögð til grundvallar við gerð Staðardagskrár 21 sem var samþykkt haustið 2002. Þar er reyndar ekki minnst orði á ljósmengun. Björg Gunnarsdóttir upplýsti að sveitarfélagið hefði dregið úr lýsingu að vori og hausti í samræmi við samþykktina en það hefði líka verið gert í sparnaðarskyni.

Nokkuð mörg sveitarfélög fóru að huga að myrkurgæðum á niðurskurðartímum í kjölfar bankahrunsins 2008. Þátttaka í **grænfánaverkefnum** í grunnskólum og verkefnið „**Leikskólar á grænni grein**“ hafa víða verið hvati og skilað sér í vitundarvakningu meðal íbúa. Einnig nefndu sumir starfsmenn sveitarfélaga að **Staðardagskrá 21** hefði opnað augu almennings og starfsmanna fyrir ljósmengun og orkusparnaði.

Myrkurgæði að frumkvæði sérfræðinga

Í nokkrum sveitarfélögum hafði verið hugað að myrkurgæðum vegna frumkvæðis fyrirtækja. Áður fyrr var lýsingarhönnun aðallega á verksviði rafmagnshönnuða eða rafvirkja og ekki tekið mikið tillit til náttúrulegrar birtu og myrkurs og mikilvægis þessa í lýsingarferlinu. Nú á allra síðustu tímum hefur hinsvegar skapast rými til sérhæfingar með sérstökum lýsingarhönnuðum. Skilningur fer vaxandi á því í þjóðfélaginu að lýsing er mikilvæg og ekki er sama hvernig hún er hönnuð.

Fyrirtækið Verkís hefur sérhæft sig í ljóshönnun og þar sem það hefur starfstöðvar hafa starfsmenn unnið með sveitarstjórnarmönnum við að lífga upp á umhverfið og vekja um leið athygli á mikilvægi lýsingar. Á **Selfossi** var tré lýst upp með rauðu ljósi í tilefni af 80 ára afmæli **Verkís** og afhentu starfsmenn fyrirtækisins fulltrúum Árborgar lampana og lýsinguna til eignar við stutta athöfn. Lýsingin á trénu er rauð, því að sá litur hefur minnst áhrif á nætursjón, veldur minnstri ljósmengun og hefur minnst áhrif á líffræðiferla. Samskonar athöfn fór fram í öðrum starfstöðvum fyrirtækisins, meðal annars á **Akureyri** og **Egilsstöðum**. Á Akureyri var lýsingin tengd við afmæli bæjarins.

Í samtali við starfsmenn Grindavíkur var bent á að **Bláa Lónið** hefði hugað mjög að myrkgæðum í tengslum við uppbyggingu heilsutengdrar ferðapjónustu. Hefur sú vinna og markaðssetning Bláa Lónsins vakið fólk í nágrenninu til vitundar um samspil heilsufars og lýsingar. Edda Gísladóttir markaðsstjóri Bláa Lónsins benti meðal annars á að Bláa Lónið fékk Norrænu lýsingarverðlaunin 2006. Í niðurstöðu dómnefndar segir meðal annars:

Norræn birta einkennist annars vegar af björtum sumarnóttum og hins vegar af dimmum vetrarkvöldum. Dómnefndin metur það svo að afbragðsgott tillit sé tekið til þessara aðstæðna í Bláa lóninu. Lýsingin er hönnuð þannig að birtan innan og utan húss rennur mildlega saman en jafnframt hefur tekist vel að móta eðlileg umskipti á milli lýsingar og náttúrulegrar birtu úti fyrir.

Lýsingin í heilsulindinni spilar með arkitektúr byggingarinnar, lóninu og hraunbreiðunni sem umlykur bygginguna. Samspil lýsingar úti og inni, og er dagsljósið markvisst notað. Í lýsingunni er sérstaklega tekið tillit til áberandi sára á húð fólks með psoriasis sem kemur til meðhöndlunar í heilsulindinni og val á lithitastigi ljósgjafa er valið svo psoriasisblettir verði sem minnst áberandi. Í þá lýsingu eru notaðar kaldbakskautsperur sem eru ekki ósvipaðar flúrperum nema hvað velja má hvaða lithitastig sem er. Er litendurgjöf þeirra er mikil auk þess sem endingartíminn er langur. Þetta er sennilega í fyrsta sinn sem þessi gerð af ljósgjöfum er notuð til almennrar innanhússlýsingar á Norðurlöndum.

Allar lausnir taka jafnt tillit til heilbrigðis og vellíðunar og fagurfræðilegra þátta. Þannig undirstrika hönnuðir heilsulindarinnar að þeir hafa haft stigskipta uppbyggingu í huga sem á ekki hvað sístan þátt í því að færa heilsulindinni glæsilegt yfirbragð sitt.

Í **Grímsnes- og Grafningshreppi** hefur verið hugað að lýsingu í tengslum við hugmyndafræði **Sólheima**. Nýlega var lokið við að reisa viðbyggingu við gamla gróðurhúsið á Sólheimum og verða í húsinu ræktaðir tómatar, gúrkur, paprika, kúrbítur og fleira með lífrænum aðferðum. Afurðirnar eru seldar á Sólheimum og í stórmörkuðum. Í húsinu er sérstaklega hugað að ljósmengun og hefur nú verið ákveðið að koma þar upp myrkvunartjöldum (sjá 17. kafla). Einnig verður fullkomin stýritölva í húsinu til að ná sem mestri hagkvæmni og orkunýtingu.

Þessi dæmi sýna að þó nokkur vakning er í gangi víða um land um myrkgæði og betri ljósvist. Í mörgum tilfellum er greinilegt að bæði er hægt að auka umhverfisgæði og lífsgæði ásamt því að ná fram umtalsverðum sparnaði og hagræðingu með því að draga úr vondri og óþarfa lýsingu. Ljós er gott, en án myrkursins tækjum við ekki eftir því.

Heimildir

Samtöl og netsamskipti við sveitarstjórnarmenn og starfsmenn sveitarfélaga (ISA) sumarið 2012.

13 Ferðapjónusta og myrkurgæði

Myrkurgæði eru farin að skipta verulegu máli í ferðapjónustu, og eru norðurljósinn orðin fastur liður í ferðatilboðum að vetri. Ekki liggja fyrir traustar tölulegar upplýsingar um þennan þátt í ferðapjónustunni og engin athugun hefur verið gerð um vægi norðurljósaferða.

Undanfarin ár hefur verið lagt kapp á að lengja ferðatímann á Íslandi með átaksverkefnum á borð við „Ísland allt árið“ og hefur verulegur árangur náðst. Í könnun meðal ferðapjónustuaðila árið 2011 var spurt hvar sóknarfærin lægju helst í íslenskri þjónustu utan háannar. Flest svör fékk „náttúra, útivist“ eða 40%, en í öðru sæti varð þátturinn „vetur, norðurljós, myrkur“ með rúm 34% svaranna.

Norðurljósinn eru hluti af aðdráttaraflí Íslands að vetri enda sjást þau ekki að staðaldri nema á norðurslóðum og Suðurskautslandinu. Norðurljósaflóð koma í hviðum en ljósfyrirbærin eru þess á milli mun daufari. Þegar mest gengur á sjást þau vel í byggð en annars ekki eða illa.

Margir vilja norðurljós – en reynslan er misjöfn

Norðurljósaskoðunarferðir á vegum ferðaskrifstofa hafa færst mjög í vöxt síðasta áratuginn. Leiðsögumenn taka því viðskiptavini sína út fyrir byggðina til þess að komast í betri skilyrði. Nú er svo komið að hvergi á höfuðborgarsvæðinu er aðstaða til þess að skoða norðurljós né stjörnuhimin án verulegrar ljósmengunar, og þarf að fara sífellt lengra. Myrkur- og norðurljósaferðir verða kostnaðarsamari, og hætt er við að til lengdar skaðist ímynd landsins og borgarsvæðisins meðal ferðafólks og í alþjóðlegri ferðapjónustu.

Lausleg athugun á Ferðamálastofu bendir til að veturinn 2012–13 hafi rúmlega 20 þúsund breskir ferðamenn komið til Íslands í svokallaðar norðurljósaferðir. Norðurljósinn hafa einnig verið notuð sem aðdráttarafl við að fá ferðalanga á meginlandinu, svo sem Þjóðverja, Hollendinga og Frakka, til að ferðast til Íslands að vetrarlagi. Auk Bretanna keyptu nokkrir tugir þúsunda norðurljósaskoðun eftir að til landsins var komið. Giska má á að alls hafi því um 40–50 þúsund ferðamenn farið í sérstakar norðurljósaferðir í vetur leið. Fjöldi þátttakenda sveiflast mjög milli ára en spár og aðstæður voru norðurljósaferðum hagstæðar þennan vetur.

Í könnunum sem Ferðamálastofa hefur gert meðal erlendra ferðamanna er meðal annars spurt hvað þeim hafi fundist minnisstæðast við Íslandsferðina (opin spurning). Margir nefna norðurljósinn – en ekki endilega með jákvæðum hætti heldur segjast hafa orðið fyrir vonbrigðum með að hafa ekki séð nein norðurljós í ferðinni, það eigi ekki að fara af stað í norðurljósaleiðangur þegar líkur á ljósum séu litlar, lítil ánægja felist í óvissuþvælingi í myrkrinu í leit að norðurljósum sem ekki sjást, o.s.frv.

Áhuginn er því mikill en norðurljósinn eru greinilega viðkvæm „vara“ á ferðamarkaðnum. Samkeppni í norðurljósaferðum er veruleg, og benda svör ferðamanna til þess að ekki sé alltaf gætt nægilega að því að hægt sé að standa við þau fyrirheit sem gefin eru með sölu norðurljósaferðar.

Norðurljósastaðir og neikvæð áhrif

Í samtölum við nokkra forsvarsmenn og annað starfsfólk í ferðaþjónustu kom fram að meðal góðra staða til norðurljósaskoðunar við höfuðborgarsvæðið eru **Kaldársel í** nágrenni Hafnarfjarðar, **Kleifarvatn** og **Krýsuvík**. Sömu sögu er að segja um **Pingvelli** þótt upplýst sumarþústaðabyggðin og virkjanalýsing skemmi nokkuð fyrir. Þá er yfirleitt gott myrkur á **Hellisheiði** rétt fyrir utan þjóðveginn en þar lýsir ljóshjúpur höfuðborgarsvæðisins vesturhimininn og ekki er gott að vera of austarlega vegna ljósa í Hveragerði og Árborgarbyggðum. Það sama á við um **Hengilsvæðið** fjarri virkjunum og borholum. Að mati viðmælenda sker enginn einn staður sig úr. Það sem máli skiptir er staða norðurljósakragans, heiðríkja og myrkur himinn.

Neikvæðir þættir voru sérstaklega nefndir lýsing á **Reykjanesbraut**, ljós frá **gróðurhúsum** og ýmis stök ljós á myrkvuðum svæðum, svo sem **ljósvitinn á Sandskeiði**.

Norðurljósaspá Veðurstofunnar

Í samtölunum kom fram að **norðurljósaspá Veðurstofunnar** er mikilvægt innlegg í þennan hluta ferðaþjónustu á Íslandi. Þessi spá var hafin í október 2012 og er einstök á heimsvísu. Fjöldi manns hefur skoðað spána á netinu, og mun fleiri á ensku en íslensku. Norðurljósasíðurnar gefa upplýsingar um virkni norðurljósa, birtustig og skýjahulu. Þar er hægt að skoða norðurljósavirknina nokkra daga fram í tímann en skýjahulan skiptir jafnvel meira máli. Sé spáð léttskýjuðu kvöldi er athugað hvort líkur eru á norðurljósavirkni það kvöld. Á vefsíðunni er einnig textaspá veðurfræðings um hvar er líklegast að sjáist til norðurljósa á landinu.

Heimildir

Um „Ísland allt árið“ sjá á slóðinni: www.ferdamalastofa.is/is/samstarf-og-markadir/markadsmal/island-allt-arid. Könnun í ferðaþjónustunni: *Ísland allt árið. Tækifæri í heilsársferðaþjónustu*. Niðurstöður netkönnunar. Ferðamálastofa o.fl., Rv. 2011, bls. 60 (slóð: www.ferdamalastofa.is/static/files/ferdamalastofa/markadir_samstarf/skyrsla-islandalltarid_agust2011.pdf). Um rannsóknir og athuganir: Tölvuskeyti frá Ólöfu Ýri Atladóttur ferðamálastjóra 4.6. 2013. Norðurljósaspá á vefsetri Veðurstofunnar: www.vedur.is/vedur/spar/nordurljos/; um upphaf spárinnar frétt á Veðurstofuvef: www.vedur.is/um-vi/frettir/nr/2546; og opunarávarp ráðherra: www.umhverfisraduneyti.is/radherra/raeturoggreinarss/nr/2232. Lausleg athugun: Tölvuskeyti frá Oddnýju Þóru Óladóttur rannsóknastjóra á Ferðamálastofu (MÁ) 14.6. 2013. Staðir: Samtöl við fólk í ferðaþjónustu (ISA) sumarið 2012.

14 Orkubúskapur – orkusparnaður

Í umræðu erlendis um myrkurgæði er iðulega bent á að umtalsverður orkusparnaður getur fengist með því að sporna við ljósmengun. Þá er bæði átt við beinan fjárhagslegan ávinning og þau umhverfisáhrif sem fylgja orkuöflun og orkunotkun, ekki síst vegna losunar gróðurhúsalofts. Á Íslandi er orku til lýsingar ekki aflað með bruna jarðefnaeldsneytis og munar því ekki mjög um þennan þátt í losunarbókhaldi. Fróðlegt er hinsvegar að velta fyrir sér hugsanlegum sparnaði samhliða aðgerðum til að auka myrkurgæði með markvissari lýsingu.

Í athugun frá árinu 2009 er áætlað að um 30% orku til næturlýsingar í Bandaríkjum fari til spillis. Þetta næmi um 73 milljónum megavattstunda, og er verðgildi þeirra metið um 6,9 milljarðar dollara. Í athugun frá 2000 er áætlað að um 15% orku til næturlýsingar í Þýskalandi fari til spillis. Þar segir að í borginni Osnabrück, þar sem íbúar eru um 160 þúsund, megi ætla að óþörf útgjöld af þessum sökum hafi árlega numið um 100 þúsund dollurum.

Í Reykjavík er næturlýsing heldur meiri en í Osnabrück, og veldur hnattstaða væntanlega nokkru um það. Árið 2007 nam kostnaður við götulýsingu í höfuðborginni um 245 m.kr. Sé gert ráð fyrir að úr götulýsingu megi að skaðlausu draga um 15% (sbr. Osnabrück) næmi sparnaðurinn um 37 m.kr. Ef 20% væru nær lagi (sbr. Bandaríkin) næmi sparnaðurinn um 49 m.kr. Verðbólga frá des. 2007 til des. 2012 var um 43% og jafngilda upphæðirnar frá 2007 nú um 53–70 m.kr. Orkunotkun við götulýsingu í Reykjavík hefur staðið nokkurn veginn í stað á þessum tíma.

Reykjavík hefur athyglisverða sérstöðu í nýlegum samanburði á vegum Línuhönnunar um fimm borgir á svipuðum breiddargráðum. Orkunotkun við götulýsing á íbúa reyndist langmestur í Reykjavík af þessum borgum, og sama gildir um kostnað á íbúa, þrátt fyrir hagstætt orkuverð hérlendis.

	REYKJAVÍK	CHRISTCHURCH	INVERNESS	TROMSØ	ÞÓRSHÖFN
Íbúafjöldi	115.000	350.000	70.000	65.000	19.300
Flatarmál [km ²]	273	453	–	2.558	158
Logtími [klst.]	4.000	4.250	3.912	3.000	4.000
Fjöldi götuljósastaura	25.022	35.500	14.000	8.000	7.000
Staurafjöldi á 1000 íbúa	218	101	200	123	363
Orkunotkun á ári [kW]	4.330	5.000	–	900	525
Orkunotkun á 1000 íbúa á ári [kW]	38	14	–	14	27
Orkunotkun á km ² [kW]	16	11	–	0,4	3
Kostnaður á ári [MÍSK]	245	327	88,5	–	28
Kostnaður á 1000 íbúa á ári [ÍSK]	2,1 milljónir	930 þúsund	1,3 milljónir	–	1,4 milljónir
Kostnaður á km ² [ÍSK]	900 þúsund	720 þúsund	–	–	180 þúsund

Reykjavík sker sig úr. Tafla Línuhönnunar um kostnað við götulýsingu og helstu kennistærðir fimm svipaðra borga á norður- og suðurslóðum. Tölurnar eru frá árunum fyrir 2007. Í Christchurch á Nýja-Sjálandi (43½° S) búa um 360 þúsund manns, í Inverness í Skotlandi (57½° N) um 58 þús., í Tromsø í Norður-Noregi (69° N) um 69 þús., í Þórshöfn í Færeyjum (62° N) um 13 þús., en í Reykjavík (64° N) um 120 þús.

Heimildir

Um orkunotkun og ljósmengun í Bandaríkjunum, Þýskalandi, Reykjavík: Snævarr Guðmundsson. Myrkurkort af höfuðborgarsvæðinu. BS-ritgerð við HÍ (endursk.). 2011 (slóð: www.natturumyndir.com/pdf/ljosmengunreykjavik.pdf) og rit nefnd þar, sjá einkum bls. 15–16; einnig: *Umhverfisáhrif lýsingar í dreifbýli*. Greinargerð um áhrif lýsingar og matsaðferðir. Höf. Haraldur Sigbórsson o.fl. Verkfræðistofan Efla, Háskólinn í Reykjavík, Rv. 2009; borgatafla: *Bestun götulýsingar á norðurslóðum... með stökki til suðurs*. Rannsóknarverkefni unnið í samstarfi við Rafeikningu og Nýsköpunarsjóð námsmanna. Línuhönnun, 2007.

15 Ljósgjafar og myrkurgæði

Raflýsing auðveldar okkur að sjá til og athafna okkur í myrkri. Tilgangurinn er í senn einfaldur og augljós. Með ríkjandi hugarfari við lýsingu – eða hugsunarleysi – er svo að segja stefnt að því að alstaðar sé ljós, að lýsing breyti nótt í dag. Þetta er óþarfi og raunar afar óheppilegt. Notkun úti-lýsingar er margbreytileg og kemur okkur víðast til góða. Nefna má lýsingu akvega og lýsingu stíga til göngu, hjólreiða og reiðar, lýsingu á iðnaðar- og athafnasvæðum, í undirgöngum, lýsing merkra bygginga og listaverka, lýsing á íþróttavöllum, garðlýsing og lýsing landslags.

Er hægt að lýsa án þess að valda ljósmengun? Svarið er að skynsamleg uppsetning ljósa og notkun þeirra getur fyrirbyggt óþarfa lýsingu eða lágmarkað hana án þess að skerða þá lýsingu sem kröfur eru um. Tækniframfarir og ljósaönnun gera kleift að „lengja“ daginn og sinna ýmsum verkum eftir að náttúrulegri birtu bregður – en ekki er nauðsynlegt að breyta nótt í dag. Fjölbreytileiki er mikill í ljósaframboði og lýsingarhönnuðir eru fundvísir á lausnir, einnig við að draga úr orkunotkun og draga úr ljósmengun.

Hvað þurfum við mikið ljós?

Hversu mikið ljós þurfum við? Það ræðst af kringumstæðum hverju sinni en nefna má að til þess að þekkja andlit í myrkri í 4 m fjarlægð þarf birtu upp á 0,8 lúx, ef um „hvítt“ ljós (hiti +4.000 K°) er að ræða en viðmið hækka ef ljósið er „gult“. Birtueiningin *lúx* (lx) er hlutfallið milli ljósstreymis og flatarins sem upplýstur er (lúmen/m²). Lúx má meðal annars mæla með ljósmæli. Í töflunni eru nokkur dæmi um lýsingu til þess að gefa lesanda hugmynd um birtugildi við aðstæður sem flestir þekkja.

Aðstæður	Birta (lx)
Næturhiminn fjarri mannabyggð, svo sem á hálendinu	< 1
Næturhiminn í sveit	1
Næturhiminn í úthverfabyggð	5
Næturhiminn í borg (miðbæjarstræti)	10
Flóðlýsing á steinvegg (byggingar)	60
Flóðlýsing á knattspyrnuvelli við sjónvarpstöku	1600
Tunglbirta á jafnsléttu við tunglþyllingu	0,1
Sólbirta á jafnsléttu	10 ⁵

Birtugildi við ýmsar aðstæður. Birta, mæld í lúxum, er breytileg en oft nálægt þeim gildum sem hér eru gefin upp.

Rautt er besta næturljósið

Ljóshjúpur yfir borgum myndast að mestu leyti frá ljósi sem endurkastast af loftsvifi, ryki og raka sem fyrir er í lofthjúpunum. Ljósi er beint víðar en að því sem lýsa átti, og endurkastast af björtum flötum, svo sem gangstéttum og götum. Dreifing ljóssins er breytileg milli lita og eykst einnig þegar bylgjulengdir þess styttest. Blátt ljós dreifist meira en gult, sem aftur dreifist meira en rautt. Það er því bláhvíta ljósið sem leggur mest til þess að þjarna slær á himin og stjörnurnar sjást illa eða ekki. Þess vegna er mælt með því að minnka notkun ljósgjafa sem geisla frá sér slíku ljósi. Að auki nota

sumir ljósgjafar meiri orku fyrir sama ljósmagn. Í þessari töflu eru taldar helstu gerðir ljósgjafa og sýnt hvaða liti þeir gefa frá sér:

Ljósgjafi	Litur lýsingar	Notkun
Flúrlampi (<i>e. fluorescent</i>)	Gulhvítt-hvítt	Ýmis útilýsing
Glóðarpera (<i>e. incandescent</i>)	Gulhvítt	
Háþrýst kvikasilfur (<i>e. high pressure mercury</i>)	Bláhvítt	Algengt í götulýsingu
Málm-joðlambi (<i>e. metal halide</i>)	Bláhvítt-hvítt	Hvítari en kvikasilfurslampi, algengt í vinnusölum og í götulýsingu erlendis
Lágþrýst natríum (<i>e. low pressure sodium, LPS</i>)	Gult-rafgult	Auðvelt að sía frá þegar stjörnuhiminninn er skoðaður eða myndaður
Háþrýst natríum (<i>e. high pressure sodium, HPS</i>)	Rafgult-bleikt	Algengt í götulýsingu og gróðurhúsum
Ljóstvistur (<i>e. light emitting diode, LED</i>)	Ýmsir litir	Götulýsing og flóðlýsing bygginga

Helstu ljósgjafar, litur þeirra, notkun.

Ljósstyrkur er breytilegur á milli perutegunda og þær gefa frá sér mismunandi liti. Ljós kvikasilfurperu er blárri en ljós frá peru með háþrýstu natríum. Afleiðingin er sú að hin fyrrnefnda hefur meiri áhrif á gæði myrkurs, ljósmengar meira. Báðar perurnar eru algengar í götulýsingu. Næsta tafla er úr leiðbeiningarriti um ljós og lýsingu frá Mont Mégantic, alþjóðlegum myrkurgarði í Québec-fylki í Kanada.

Perutegund	Mælt með notkun	Ljómi (lm/W)	Orkunotkun (W)							
			15-20	35	50	70	100	150	250	
Flúrlampi	Já ef < 20 W	~60	900-1200							
Glópera/halógen	Já ef < 100 W	~15/~30	100		600	100	150	0	2300	
Háþrýst kvikasilfur	Nei	~40			200	300	400	0	6000	10000
Málm-joðlambi	Nei, en undantekning	~85		160	340	500	800	0	12000	20000
Háþrýst natríum	Já	~100		200	400	600	960	0	16000	24000

Ljómi, orkunotkun og ljóstreymi nokkurra perutegunda. lm = lúmen.

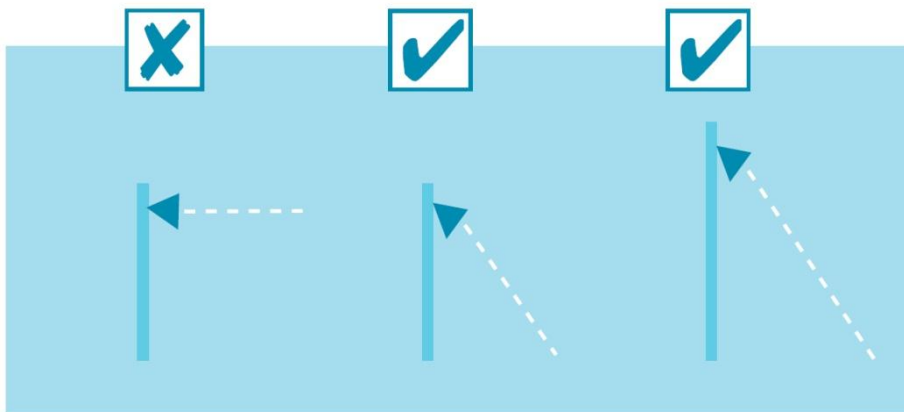
Rétt er að hafa í huga að glóperan er nú að renna sitt skeið sem ljósgjafi um allan heim. Innan EES var endanlega tekið fyrir framleiðslu glóperunnar, innflutning og markaðssetningu haustið 2012 í tengslum við Evróputilskipun um vsthönnun orkuvöru sem innleidd var í íslensk lög árið 2009. Ástæðan er fyrst og fremst mikill orkusparnaður sem fæst með skiptum í sparperur, og þar með samdráttur gróðurhúsalofts. Hvarf glóperunnar kann þó einnig að stuðla að auknum myrkurgæðum þar sem þær perugerðir sem við taka eru margar stefnuvirkari, einkum ljóstvisturinn. Þá eiga kvikasilfurperur að hverfa úr notkun í apríl 2015, en þær hafa einkum verið notaðar við götulýsingu.

Uppsetning ljósa skiptir miklu

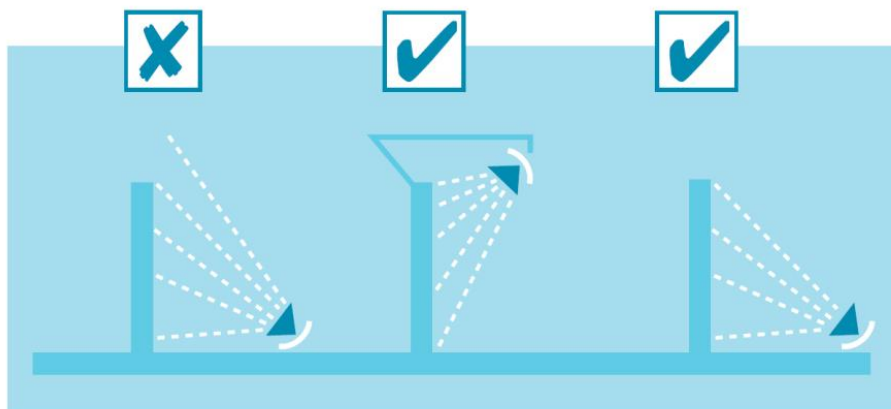
Einnig skiptir máli hvert ljósum er beint. Ef ljósi er beint lóðrétt niður dreifist það á minna svæði en þegar stefna geislans er lárétt. Eftir því sem hornið er gleiðara dreifist ljósgeislinn á stærra svæði. Einkenni góðrar götulýsingar er að ljósstreymi beinist sem mest á það svæði sem lýsa skal, segjum undir horni sem stefni ekki víðar en um 65° frá punkti undir ljósgjafanum (lóðrétt = 0°), án þess að mynda heitan blett undir honum, en á sama tíma séu mörk lýsingar um 75° og geti skarast við næsta ljós.

Skýringarmyndirnar sýna hvernig stefna skuli ljósum til þess að forðast glýju, lýsingu upp á við og dreifingu ljóss umfram þarfamörk (V = svona; X = ekki svona).

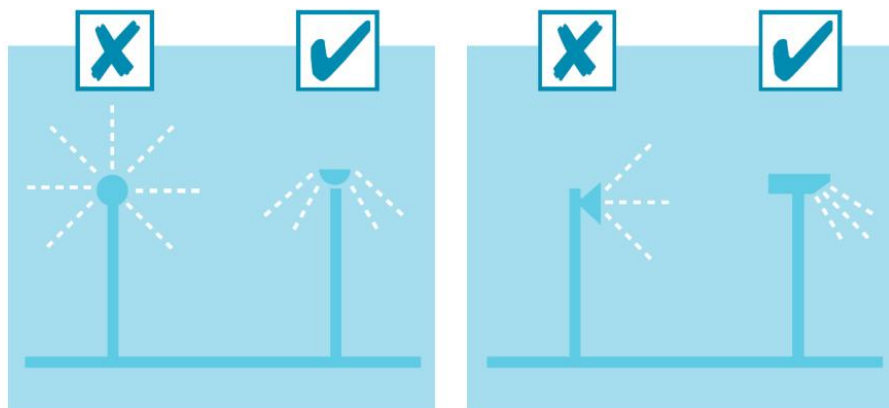
- Til þess að minnka glýju skal ljósgeisli vera undir 70° horni.



- Beinið ljósi niður en ekki upp. Ef ekki er annað hægt en að lýsa upp á flötinn á að koma fyrir ljósþröskuldi sem hindrar að ljós komist lengra.



- Við venjulegar aðstæður á alls ekki að dreifa ljósi upp á við.



Fræðiheiti og skilgreiningar

Nokkur fræðiheiti sem lýsa ljósi og birtu:

Ljós er geislandi orka sem örvar sjónhimnu augans og gerir því kleift að skynja umhverfið. Sýnilegt ljós er á bilinu 380–770 nanómetrar en hæfni manna til að skynja það er misjöfn. Litir eru fjölbreytilegir en almennt er litum skipt svona eftir bylgjulengd:

Litur	Bylgjulengd (nm)
Rautt	> 610 (um það bil)
Appelsínugult	590–610
Gult	570–590
Grænt	500–570
Blátt	440–500
Fjólublátt	< 440

Bylgjulengdir *innrauðs ljóss* eru meiri en 770 nm en mannsaugað nemur ekki svo langar bylgjulengdir. Maðurinn nemur ekki heldur *útfjólublátt* ljós (handan hins fjólubláa), sem hefur styttri bylgjulengdir en 380 nm.

Birta eða skærleiki er huglæg skynjun ljóss. Við skynjum birtu frá mjög dauðu yfir í mjög skært en það er ekki mældur styrkur. Ljósnaemi augna er breytileg eftir birtu. Í mikilli birtu minnkar ljósnaemið en eykst að sama skapi í lítilli birtu.

Ljósstreymi (e. luminous flux) er geislaflæði þess ljóss sem augu skynja. *Lúmen (lm)* er mælieining þess. „Krafturinn“ af ljósstreyminu er á þeim bylgjulengdum sem augað nemur. Alþjóðleg mælieining er *kandela (cd)* eða lúmen á steradian/rúmhorn (lm/sr).

Ljógjafastyrkur (e. luminous intensity) er styrkur ljóssins mældur frá ljóspunkti á heilt horn. Alþjóðleg mælieining er *kandela (cd)*.

Ljómi (e. luminance) er ljógjafastyrkur á flatareiningu sem er varpað í tiltekna stefnu.

Lýsing er ljósstreymi á flatareiningu. Alþjóðleg mælieining er *lúx (lx)*, lúmen á fermetra.

Einnig má meta **útgeislun** (geislaflæði) sem magn á tímaeiningu, þá lúmen á sekúndu (lm/sek).

Heimildir

Hilmar Jónsson. „Gatna og veglýsing.“ *Árbók VFÍ/TFÍ* 2005, bls. 281–289; David L. Crawford. „Light pollution, an environmental problem for astronomy and for mankind.“ Í: Pierantonio Cinzano (ritstj.), *Measuring and modelling light Pollution*. 2000. *Memorie della Società Astronomica Italiana* 71, bls. 11–40 (slóð: adsabs.harvard.edu/full/2000MmSAI..71...11C); Light Pollution. Environmental Protection UK, Brighton 2007 (m.a. myndirnar, slóð: <http://www.torfaen.gov.uk/en/Related-Documents/Pollution-Control/PollutionControl-LightPollution/Light-Pollution-Booklet.pdf>); Peter Reynham og Torunn Saksvikrønning: White Light and Facial Recognition (slóð: mpe.arkitektur.lth.se/fileadmin/miljopsykologi/images/pdf_filer/light_and_colour_litteratur_Raynham_och_Saksvikroenning.pdf); Guðjón L. Sigurðsson. „Útilýsing.“ *Morgunblaðið*, Fasteignablað 19.11.2002 (slóð: www.mbl.is/greinasafn/grein/699187/). Um hvarf glóperunnar: Lög um vishönnun vöru sem notar orku, nr. 42/2009 (slóð: www.althingi.is/altext/stjt/2009.042.html); Reglugerð um gildistöku reglugerðar framkvæmdastjórnarinnar (EB) nr. 244/2009 er varðar vishönnun vöru sem notar orku, nr. 578/2011 (slóð: www.reglugerd.is/interpro/dkm/WebGuard.nsf/key2/578-2011); „Glóperur bannaðar – sparperur taka yfir markaðinn.“ *Neytendablaðið* október 2009, bls. 4–6 (slóð: ns.is/ns/upload/files/neytendabladid/gloperur_bannadar.pdf). Um kvikasilfursperur: tilskipunin 2002/95/EB og ákvörðun framkvæmdastjórnar ESB um viðaukabreytingu, 2010/571/ESB, 4. gr. og liður 4 (d) í viðbæti (slóð: www.utanrikisraduneyti.is/skjalasafn/32010D0571.pdf). Gerðin er hluti EES-samningsins en hefur enn ekki verið innleidd héraendis. Töflur: SG.

16 Flóðlýsing

Undanfarin ár og áratugi hefur færst mjög í vöxt að byggingar, styttur, standmyndir, skilti og önnur mannvirki séu flóðlýst að kvöldi og nóttu þegar dimmt er. Þetta er gert til að prýða borg og bæ, vekja athygli á fagurri og sérkennilegri byggingarlist og skapa sjónlínur í borgarumhverfinu, og að auki í beinu og óbeinu markaðssetningarskyni.

Fyrst voru byggingar hérlendis flóðlýstar á eftirstríðsárunum og þá einungis skamma hríð til hátíðabrigða, til dæmis á jólum. Á sjöunda áratugnum er sums staðar farið að nota flóðlýsingu að jafnaði yfir veturinn, einkum við kirkjur í upphafi, svo sem við Kópavogskirkju nýbyggða 1963, og kross var lýstur á Hallgrímskirkju fokheldri 1970. Knattspyrnufélög byrja að setja upp lýsingu á völlum sínum á þessum áratug, fyrstir Keflvíkingar 1964 með frumstæða lýsingu, en eiginleg flóðljós komu á Keflavíkurvöll, Akranesvöll og Melavöllinn í Reykjavík 1970–71. Líklegt er að aukinn áhugi á flóðljósum á þessum tíma – fyrir olíu- og orkukreppuna á miðjum áttunda áratugnum – tengist aukinni velmeðun, lækkandi rafmagnsverði og auknu rafmagnsöryggi.

Flóðlýsing bygginga og listaverka verður þó varla almenn fyrr en á níunda áratug aldarinnar, og má þar nefna af reykvískum byggingum Landakotskirkju og Viðeyjarstofu 1986, Staðastað á Sóleyjargötu 1, einnig um miðjan níunda áratuginn, aðalbyggingu Háskólans líklega á fyrri hluta áratugarins. Sum upplýst hús sem nú þykja sjálfsagður hluti borgarmyndarinnar stóðu þó myrk fram á næsta áratug, svo sem skólahús MR við Lækjargötu sem fékk flóðlýsingu 1995.

Lýsing af þessu tagi tíðkast um allan heim og er stundum hluti ljósvistarskipulags á vegum sveitarfélagsins (sjá 10. kafla) þar sem sjónum íbúa og gesta er beint að sérkennum byggðarinnar og þeir um leið boðnir velkomnir í þau hverfi eða miðsvæði sem ætluð eru samkomum, skemmtun, verslun og þjónustu ýmiskonar að kvöldi eða nóttu.

Í nýrri byggingarreglugerð er meðal annars fjallað um flóðlýsingu mannvirkja, og þar koma í stuttu máli fram þau meginatriði sem gæta þarf að til að þessi lýsing auki ekki um of á ljósmengun og falli jafnframt sem best að bæjar- og borgarumhverfi:

Við hönnun á útilýsingu skal þess gætt að ekki verði um óþarfa ljósmengun að ræða frá flóðlýsingu mannvirkja. Tryggja skal að útilýsingu sé beint að viðeigandi svæði og nota skal vel skermaða lampa sem varpa ljósinu niður og valda síður glýju og næturbjarma.

Þegar flóðlýsing í byggðum hér á landi er skoðuð með hliðsjón af þessu ákvæði reglugerðarinnar er ljóst að víða er lýsing sem ekki stenst þessar kröfur. Flóðlýsing á talsverðan þátt í myndun ljóshjúps yfir borgum en allt að 50% ljóssins endurkastast upp í loftið. Nú eru oftast notaðar málmhalógenperur (e. metal halide) með mismunandi litarhitastigi, 3.000 eða 4.000 °K. Málmhalógenperur eru til dæmis eingöngu notaðar við flóðlýsingu á leikvöngum þar sem sjónvarpsupptöku er beitt. Notkun ljóstvista við flóðlýsingu hefur einnig færst í vöxt, sérstaklega þegar notaðir eru litir í stað litarhitastigs. Málmhalógenperur hafa góða nýtni eða um 80–90 lúmen/vatt en háþrýstinatríumperur eru í kringum 120 lúmen/vatt.

Á meðfylgjandi myndum eru nokkur dæmi um lýsingu mannvirkja á höfuðborgarsvæðinu. Minnt skal á að hér er ekki fundið að því að byggingar og önnur mannvirki séu lýst upp í myrki heldur spurt hvort öll sú lýsing þjóni markmiðum sínum. Gott er að skoða myndirnar jafnframt í ljósi fjögurra meginágalla við lýsingu utandyra sem bent er á í 3. kafla (bls. 15–16): *Lýsing upp á við – ágeng lýsing – glýja – oflýsing*.

Því er svo við að bæta um flóðlýst mannvirki að hérlendis er mjög misjafnt hversu lengi þau eru flóðlýst, bæði eftir árstíðum og á hverjum sólarhring. Í því sambandi vakna spurningar um það hvort tilganginum kynni allajafna að vera náð með flóðlýsingu fram á kvöld, svo sem til kl. 23 eða miðnættis. Með því móti drægi strax úr oflýsingu að næturlagi, og byggðirnar skiptu ham frá kvöldi til nætur. Þetta er eitt af myrkurgæðaverkefnum sveitarstjórnarmanna og færi best á því að ákvarðanir og leiðbeiningar af þessu tagi væru í ljósvisstaskipulagi (sjá 10. kafla).

Heimildir

Fyrst flóðlýst, sjá t.d. *Morgunblaðið* 6.11. 1949, bls. 8 (Þjóðminjasafnið vegna Reykjavíkursýningar; *Kirkjublaðið* 1. tbl. 1963, bls. 8 (Kópavogskirkja), *Tíminn* 28.10 1970, bls. 1 (Hallgrímskirkja). Lýsing á knattspyrnuvöllum, Keflavík: *Vísir* 1.10. 1964, bls. 2; *Faxi* 1.4. 1970, bls. 3; Akranes: *Þjóðviljinn* 18.2. 1970, bls. 5; Melavöllur: *Þjv.* 23.9. 1971, bls. 8. Um flóðlýstar byggingar í Rv.: *Mbl.* 23.10. 1986, bls. 24 (Landakotskirkja), *Þjv.* 12.10. 1986, bls. 23 (Sóleyjargata 1), *DV* 22.9. 1986, bls. 1 (Viðeyjarstofa), *Mbl.* 4.1. 1995, bls. 8 (MR).

Byggingarreglugerð nr. 112/2012, tilv. úr 10.4.2 gr. (slóð: <http://www.reglugerd.is/interpro/dkm/WebGuard.nsf/key2/112-2012>).



Aðalbygging Háskóla Íslands að nóttu. Nætlýsing Háskólans er dæmi um hús þar sem lýsingin fellur alls ekki að ákvæðum nýrrar byggingarreglugerðar. Efst á anddyrshluta byggingarinnar sést áfallshorn lýsingarinnar og af henni ljóst að geislinn beinist hátt yfir hana. Lengst til hægri sér í Þjóðminjasafnshúsið. Þar er einnig lýst upp á við en gætt betur að geislastefnunni. Ljós-dreifing á flöt er minni en á Háskólanum en birtan hvítari. (Myndir: SG, apríl 2012 nema af Seljalandsfossi í apríl 2009.)



Melaskólinn í Reykjavík er dæmi um ágæta lýsingu sem er beint niður eftir fleti. Lýsingin er hógvæð og lætur línum byggingarinnar athyglina eftir.



Landakotskirkja er lýst að neðan og upp. Ljós spillist upp yfir bygginguna, beinist til himins og tekur þátt í myndun ljóshjúpsins yfir borginni. Lýsingin sýnir ágætlega glæsileika gotnesku steinsteypubyggðarinnar en skilur þó við katólsku kirkjuna í lausu lofti – hvar er jarðtengingin?



Ljósabúnaður Hafnarfjarðarkirkju er dæmi um óheppilega lýsingu neðan frá. Sérstaka athygli vekur lýsing tumkrossins þar sem undir 10% af ljósinu nýtist. Stefna og horn geisla hafa verið merkt inn á myndina til áherslu.



Alþingishúsið og þinghúsgarðurinn. Götuljós varpa birtu á á vegg byggingarinnar en flóðljós beinist af ókunnum sökum að tré í garðinum. Ofan á því er annað flóðljós sem beint er upp á turn Dómkirkjunnar. Götuljósín eru illa skermuð, þ.e. kúlulaga lukt hefur toppskerm en lýsing fer upp yfir 70° horn (sjá 15. kafla). Birta ljósskeranna er mild í samanburði við öflugla lýsingu á trénu. Þeim geisla er þó beint niður á við, sem er jákvætt, öfugt við flóðljósið á Dómkirkjunna sem beinist upp í himininn.



Dómkirkjan í Reykjavík. Enn eitt dæmið um byggingu sem lýst er að neðan og upp. Ljósíð á staurnum sem stendur við Alþingis-
húsið hefur farið langa leið áður en það skellur á turni kirkjunnar. Það hefur dreifst og lýsir því út fyrir turninn á svipaðan hátt og
á turnkross Hafnarfjarðarkirkju. Lýsing kirkjunnar er fremur hógvær og leyfir formum kirkjubyggingarinnar framanverðrar að
njóta sín. Tréð við suðurhlíð kirkjunnar er hinsvegar skjannabjart.



Húsið **nr. 14 við Austurstræti**, séð frá Pósthússtræti við Austurvöll. Ljósastarar beinast á þakskeggið og fellur miðja
ljósgeislans beint undir það. Dreifing til hliðanna á milli geislanna sýnir dreifingu ljóssins. Það má hugsa sem hringlaga dreifingu
umhverfis bjartasta geislann og sést þá að talsvert ljós spillist út fyrir og beinist til himins. Lýsingin miðast við að beina sýn að
klassísku munstri á þakskegginu neðanverðu, sem erfitt er að gera án lýsingar upp á við. Eru til aðrar leiðir myrkurvænni?



Stjórnarráðshúsið. Lýsing að neðan upp á við. Meirihluti ljóssins lýsir fleti en talsvert ljós spillist yfir þakskeggið. Lýsingunni virðist ætlað að stækka húsið sem verða má, en helstu sérkenni þess verða nánast útundan. Þess skal getið að fyrir auganu sýnast húsin hvít í ljósunum þótt filman nemi grænu litbrigðin.



Hús **Menntaskólans í Reykjavík.** Lýsing upp á við. Skær birtan neðan þakskeggs sýnir að ljós dreifist talsvert. Að öðru leyti fellur lýsingin vel að formum skólabyggingarinnar – en hefði ekki mátt ná þeim jafnvel fram með lýsingu ofan frá?



Seljalandsfoss. Flóðlýsing fossa eða annarra náttúrufrýrbæra er að svolitlu leyti hafin hérlandis, en er nokkuð umdeild. Engin heildarstefna er til um slíkan gjörning, hvorki í lögum, reglugerðum eða samþykktum á sveitarstjórnarstigi (sjá 11. kafla). Framkvæmdir sem þessar geta vakið athygli innlendra og erlendra ferðalanga á merkum náttúrufrýrbærum og kunna að leggja sitt til við að lengja ferðamannatímann. Mörgum finnst þessi lýsing þó spilla náttúrunni sem eigi sjálf að fá að tala sínu óheflaða máli hvort heldur er að nóttu eða degi. Upplýstur foss skapar eftirminnilega mynd – en er þetta það sem laðar ferðamenn til landsins og kveikir ættjarðarást í hjörtum okkar? Ísland eða Disneyland?

17 Gróðurhús og ljósmengun

Lýsing í gróðurhúsum hófst ekki að verulegu marki héraendis fyrr en um 1990, og var þá tekin upp heilsársræktun. Gróðurhús hafa því komið við sögu myrkgæða á Íslandi síðustu þrjá áratugi. Veruleg ljósmengun hefur fylgt þessari lýsingu í í helstu gróðurhúsabyggðum. Ekki hefur tíðkast að stemma stigu við ljósi frá gróðurhúsum að neinu ráði, og engar eiginlegar reglur gilda um slíka lýsingu í lögum, reglugerðum eða samþykktum sveitarstjórna. Líklegt má telja að brýn úrlausnarefni á sviði myrkgæða komi upp á næstu árum í tengslum við gróðurhúsálýsingu, ekki síst í tengslum við ferðaþjónustu.

Garðyrkjubú með upplýst gróðurhús á Íslandi eru talsvert á fjórða tuginn, mjög misstór. Flestöll stærstu búin eru rekin á nokkrum stöðum á landinu. Búin í uppsveitum Árnassýslu (á Flúðum, í Reykholti, Laugarási og Miðfellshverfi) nota tæp 78% allrar raforku sem gróðurhúsin kaupa, búin í Hveragerði og nágrenni tæp 10%, búin í Borgarnesi og Stafholtstungum tæp 6%, og búin í Reykjavhverfi tæp 6%.

Grænmetisafurðirnar eru einkum tómatar, gúrkur og paprika en að auki koma afskorin blóm (einkum rósir), pottaplöntur, garð- og skógarplöntur að hluta, sveppir o.fl. Greinin í heild er í sókn og hefur staðið sig vel eftir nýlegar grundvallarbreytingar á markaði með afnámi tolla á innflutning.

Frá um 1990 hefur raforkunotkun í garðyrkju aukist hröðum skrefum, að meðaltali um rúm 13% á ári, og er þar fyrst og fremst um að ræða orku til lýsingar. Notkunin árið 1990 var rúmar 5 GWst, árið 2000 um 30 GWst, og árið 2012 rúmar 76 GWst.

Ljósmengun er áhyggjuefni meðal garðyrkjubænda og nágretta þeirra. Ekki hefur hingað til borið á illvígum deilum eins og þekktar eru um t.d. hljóð- og lyktarmengun („peningalyktin“) frá annarri atvinnustarfsemi, en nefna má kvartanir í Hveragerði og nágrenni árin 2002–2003 þegar lýsing var farin að valda nágrönnum verulegu ónæði. Hér hefur í raun ríkt þolinmæði gagnvart gróðurhúsunum, og tengist sjálfsagt að hluta til góðri ímynd garðyrkju og ylræktar á Íslandi. Einnig má benda á að garðyrkjubúin eru oftast ein helsta atvinnustarfsemin í sveitarfélögum sínum eða byggðarkjörnum og kunna sveitarstjórnir að vera tregar að veita aðhald sem yrði þeim fjárhagslegur baggi ef ekki eru uppi um það sérstakar kröfur úr almennu regluverki eða frá íbúum og öðrum haghöfum.

Sveitarfélögin hafa þó getað sett slíkar reglur í deiliskipulagi sem almennar umhverfiskröfur en ekki notfært sér það svo kunnugt sé (að undanteknu Sveitarfélaginu Ölfusi gagnvart Svínahraunsáformum, sjá að neðan). Staða þeirra til að gera auknar lýsingarkröfur til gróðurhúsabúa, a.m.k. á nýjum svæðum, styrkist með nýsettri skipulagsreglugerð (2. mgr. 5.4.1. gr.) þar sem áhrif lýsingar frá gróðurhúsum eru tiltekin sem einn þeirra áhrifaþátta sem áætlaðir skulu við umhverfismat deiliskipulags.

Annarstaðar í Evrópu er talsverð umræða um ljósmengun frá gróðurhúsum, og í Hollandi eru í gildi opinberar reglur um varnir við ljósmengun með skuggatjöldum. Engar Evrópureglur virðast hafa verið settar um þetta, og er ekki kunnugt um áform í þá átt. Í öðrum samsvarandi tilvikum hafa umhverfisreglur á hinn bóginn verið samræmdar innan sameiginlega markaðarins af samkeppnis-ástandum. Slíkar reglur mundu væntanlega ekki ná til Íslands við núverandi aðstæður þar sem EES-samstarfið tekur ekki til landbúnaðar.

Skuggatjöld

Víða erlendis eru skuggatjöld eða myrkvunartjöld almennt notuð í gróðurhúsum. Tilgangurinn er þrífættur. Í fyrsta lagi stuðla skuggatjöld að orkusparnaði með því að halda ljósi og varma inni í gróðurhúsinu. Með þeim er í öðru lagi hægt að bæta framleiðsluskilyrði með ýmsum hætti, stjórna ljós- og varmaflæði inn á daginn, jafna ljósmagn milli bjarttra daga og þungrbúinna, stýra ljósi og varma á einstökum svæðum í gróðurhúsinu, og hafa stjórn á loftraka. Í þriðja lagi gagnast tjöldin við að hlífa nágrönnum við lýsingu í rökkri og myrkri – þau eru notuð til að koma í veg fyrir ljósmengun eða draga úr henni.

Tjöldin eru í stórum dráttum þrennskonar, úr áli, pólýester og pólýetýlenefnum. Álið speglar best ljós innanhúss og heldur best hita en hleypir ekki í gegn ljósi að utan. Pólýester og pólýetýlen hleypa ljósi í gegn (pólýetýlenið mun betur) en þá er varmatap meira en með áltjöldum. Með pólýetýleni tapast meiri varmi en með pólýestertjöldum en pólýester er hinsvegar eldfimt efni en ekki pólýetýlen. Tjaldgerðir þarf því að meta vandlega eftir aðstæðum og ætluðum notum. Algengt er að þessum gerðum sé blandað saman með ýmsum hætti.

Framleiðendur segja tjöld sín geta útilokað allt að 99% ljóss úr gróðurhúsum. Í reynd mun sú tala vera lægri, þar sem alltaf fer ljós um samskeyti, en með aðgæslu ætti að vera hægt að draga úr ljósmengun frá húsunum um 95% án teljandi erfiðleika.

Hérlendis hefur reynsla fengist af skuggatjöldum á tveimur búum, eftir því sem næst verður komist.

Myrkvunartjöld hafa verið notuð í rúman áratug, frá árinu 2000, í gróðrarstöðinni Laugartorgi á Sólveigarstöðum í Biskupstungum, og gefist vel að sögn Gústafs Sælands garðyrkjubónnda þar. Þau eru hollensk, úr gerviefni á veggjum en klæddu áli í þaki. Kostnaður var verulegur, og kostuðu tjöldin jafnmikið og húsið sem keypt var á sama tíma, en Gústaf telur að tjöldin hafi borgað sig. Myrkvunartjöldin hindra um 70–80% ljósmengunar frá húsinu upp um þakið og nokkurnveginn algerlega um veggina. Í Laugartorgi er fyrst og fremst fengist við blómarækt.

Í Lambhaga í Reykjavík voru fyrst sett upp hollensk tjöld 1986 eða 1987, og eru það líklega fyrstu eiginlegu skuggatjöldin í notkun hér. Tjöldin dugðu í rúman áratug og var þá skipt yfir í sænsk tjöld. Hafberg Þórisson garðyrkjubónndi metur tjöldin á um 10 milljónir í 5000 fermetra húsi en telur þann kostnað hafa skilað sér með orkusparnaði og betri framleiðsluskilyrðum. Þessi tjöld eru ekki myrkvunartjöld en hindra ljós úr húsunum um það bil um 50%. Hafberg er nú að setja upp gróðurhús í Mosfellssveit og ætla að hafa myrkvunartjöld í því húsi. Hann mælir eindregið með búnaði sem þessum við garðyrkjubændur. Lambhagabúið er einkum þekkt fyrir salat og kryddjurtir.

Annarstaðar hafa menn reynt ýmiskonar tjöld eða gardínur, oft heimatilbúin, með misjöfnum árangri, en almennt virðist ekki mikill áhugi á tjöldunum meðal íslenskra garðyrkjubænda.

Þar kann að valda nokkru að uppsetning fullkominna tjalda er nánast óframkvæmanleg í gömlum húsum og kemur aðeins til greina í húsum frá því eftir 2000 eða þar um bil, og svo að sjálfsögðu í nýjum húsum. Kostnaður er verulegur, eins og sjá má af dæmunum frá Lambhaga og Laugartorgi. Framkvæmdastjóri Sambands garðyrkjubænda áætlar að meðalverð við skuggatjöld sé um 10 þúsund krónur á fermetra (kaup og uppsetning). Nýtt 1000 fermetra hús kostar um 60–70 milljónir og viðbótarkostnaður við tjöld, um 10 m.kr., næmi þá um fimmtungi af kostnaði við sjálft húsið. Þess skal getið að um heldur lægri fjárhæð virðist vera að ræða á gróðrarstöðinni Sunnu í Sólheimum í Grímsnesi, þar sem í ráði er að kaupa hollensk tjöld fyrir nýbyggt gróðurhús, en kurl eru þar auðvitað ekki öll til grafar komin. Sólheimatjöldum er ætlað að hindra ljósmengun að um 85%.



Skuggatjöld að renna yfir í einu af gróðurhúsum Hafbergs Þórissonar í Lambhaga, Reykjavík. Tjöldunum í Lambhaga er einkum ætlað að hvíla gróðurinn og stöðva um 50% lýsingar. Þau eru ekki eiginleg myrktjöld en umbúnaður er nokkurnvegin sá sami. (Ljósm.: MÁ, júní 2013.)

Önnur ráð

Við íslenskar aðstæður skiptir miklu máli á hvaða tíma myrkgæða nýtur kringum gróðurhús. Allar plöntur þurfa hvíld frá ljósi, flestar um 7–8 tíma á sólarhring, en þegar lýsing leggst við dagsbirtu er ekki talið skipta máli hvort lampaljós bætist við dagsljósið að kvöldi eða fer á undan dagsbirtunni að morgni. Áhrif af ljósmengun fyrir íbúa og ferðafólk eru á hinn bóginn afar mismikil, og mundi draga verulega úr óþægindum frá gróðurhúsálýsingu ef hún færi fram síðari hluta nætur og fyrir birtingu að morgni frekar en að lýsing taki við strax þegar rökkvar og standi fram á kvöld eða nótt.

Ákvarðanir garðyrkjubænda um þetta ráðast fyrst og fremst af taxta orkufyrirtækjanna, og eru dæmi um það, svo sem í rósarækt, að vegna taxtans sé heppilegast að lýsa mestalla nóttina.

Hugsanlegt er að samfara nýrri lýsingartækni með ljóstvistum (LED) dragi úr ljósmengun frá gróðurhúsum þar sem ljóstvistarnir eru mun stefnuvirkari en háþrýstinatríumlamparnir (HPS) sem nú eru almennt í notkun. Tilraunir með hina nýju tækni hafa þó ekki borið verulegan árangur og er óvíst að hagkvæmni náist með ljóstvistum í þessari grein. Talið er að úr því fáiast varla skorið næsta áratuginn.

Samantekt um gróðurhús og myrkurgæði

Ljósmengun frá gróðurhúsum skapar sérstakan vanda á Íslandi. Gróðurhúsin eru flest samantjöppuð í nokkrum byggðarkjörnum, og valda nágrönnnum ónæði. Upp af þeim myndast glýjuhjúpur sem sést víða að, svo sem á Suðurlandsundirlendinu þar sem gróðurhúsabyggðirnar eru flestar og næturhiminninn lítt rofinn af fjöllum. Næturhiminn spillist langa vegu, sem bæði kemur niður á almennum lífsgæðum, er á skjön við náttúruverndarviðhorf og torveldar ferðapjónustu.

Ný ljóstækni kynni að bæta nokkuð úr, og með samræmdum breytingum á lýsingartíma væri hægt að draga úr ljósmengun að kvöldi og snemma nætur þegar hún veldur mestu ónæði fyrir nágretta og ferðafólk. Í því sambandi þyrfti að kanna betur taxta orkufyrirtækjanna.

Besta ráðið virðist þó að notuð séu myrkvunartjöld í rökstri og dimmu. Með því sameinast markmið um orkusparnað, betri framleiðsluskilyrði og aukin myrkurgæði. Slík tjöld hafa reynst vel á tveimur búum þar sem reynsla er af þeim, og væri æskilegt að garðyrkjumenn og samtök þeirra könnuðu betur þennan kost í samráði við umhverfisyfirvöld, ekki síst eftir gildistöku nýrrar skipulagsreglugerðar.

Heimildir

Um garðyrkju, gróðurhús og rafmagn: Samtal við Bjarna Jónsson framkvæmdastjóra Sambands garðyrkjubænda í mars 2012 og 16. maí 2013; *Garðyrkjan og raforkan*, dreifiblað sambandsins frá apríl 2012, bls. 1, 2.

Um kvartanir m.a.: Samtal við Birgi Þórðarson heilbrigðisfulltrúa Suðurlands 25.5. 2013; „Kvartað vegna ljósmengunar í Hveragerði.“ *Morgunblaðið* 31. janúar 2002, bls. 11 (slóð: www.mbl.is/greinasafn/grein/649744/); „Tilraun með gardínur.“ *Bændablaðið* 12. febrúar 2002, bls. 9 (hluti greinar e. BP, svör Kjartans Ólafssonar, form. Samtaka garðyrkjubænda). Síðan þetta var hefur gróðurhúsum með næturlýsingu fækkað í Hveragerði.

Um skuggatjöld hér: Samtöl við Hafberg Þórisson í Lambhaga, Gústaf Sæland í Laugartorgi og Valdimar Inga Guðmundsson forstöðumann Sunnu í Sólheimum 18.5. 2013. Fróðleikur um skuggatjöld: Jonas Möller Nielsen. „Välj rätt växthusväv!“ *Viola. Affärstidningen för tregårdsföretagare*. nr. 5 2012, 11–13 (til hjá Sambandi garðyrkjubænda).

Ylraektarver við Hellisheiðarvirkjun

Frá árinu 2008 hafa verið til umræðu og athugunar áform fyrirtækisins GeoGreenhouse um uppbyggingu stór-gróðurhúss í nánd við Hellisheiðarvirkjun. Á þessu stigi er aðallega rætt um tómatarækt fyrir Evrópumarkað. Miðað er við að í fyrsta áfanga þessa fyrirtækis yrðu 5 hektarar

undir gleri, með lýsingarþörf sem næmi 8 MW, en lokaáfanginn væri 20 hektarar undir gleri með 30 MW í lýsingu. Upphafleg áform um framkvæmdir og rekstur hafa látið undan síga fyrir kreppu hér og ytra en deiliskipulag fyrir svæðið hefur verið samþykkt í Sveitarfélaginu Ölfusi, ljóst er að ekki þarf sérstakt umhverfismat og samkomulag liggur fyrir við OR um orku til búans. Þegar þetta er skrifað í sumarbyrjun 2013 stendur helst á erlendum fjárfestum.

Áhugamenn um myrkurgæði hafa haft nokkrar áhyggjur af þessum áformum þar sem mikil lýsing í Svínahrauni gæti spillt næturhimni á stóru svæði á Suðvesturlandi og vestanverðu Suðurlands- undirlöndinu, og skapað einskonar ljósmengunar-„brú“ frá höfuðborgarsvæðinu austur yfir fjall, einmitt á einu helsta útivistarsvæði héraðsins og nálægt Þingvallabjórðgarði sem til greina kemur sem „myrkurgarður“ í framtíðinni.

Í tillögu að deiliskipulagi fyrir svæðið, sem GeoGreenhouse vann, kemur fram að það telst ein af „forsendum“ skipulagsáætlunarinnar að fyrirtækið noti skuggatjöld við starfsemina, bæði til að draga úr ljósmengun, stjórna lýsingu og nýta orku:

Á hverjum tímapunkti er 1/3 gróðurhússins myrkvaður (ljós slökkt) og 2/3 lýstur (ljós kveikt). Allar plöntur hússins fá 16 klst. lýsingu á sólarhring og 8 klst. nótt þegar slökkt er á lýsingunni. Gert er ráð fyrir notkun skuggatjalda (black-out curtains) til að skýla myrkvuðu plöntunum fyrir lýsingu og dagsljósi. Með þessu móti er ljósmengun frá gróðurlömpum til umhverfis hússins haldið í lágmarki. Gert er ráð fyrir að myrkvun verði 85–95% (5–15% ljóshleypni (e. light transmission) að hámarki). Ekki verður alltaf hægt að hafa fullan fyrirdrátt gardína vegna hættu á ofhitnun í verinu og of mikils raka þegar lýst er. Af þeim sökum er myrkvun breytileg (85–95%). Jafnvel þó gardínur séu að fullu lokaðar og með mikla myrkvun (99,5% ...) má alltaf gera ráð fyrir einhverjum opum á samskeytum gardína (5%).

Í tillögunni er því gert ráð fyrir að lýsing frá gróðurhúsinu geti numið 5–15%. Framkvæmdastjóri GeoGreenhouse segir fyrirtækið ekki geta ábyrgst nema um 90% myrkvun, þótt framleiðendur skuggatjaldanna gefi fyrirheit um 99%. Forráðamenn vonist þó til að meðalmyrkvun geti orðið um 95–96%.

Við umfjöllun sína um skipulagstillöguna gerði skipulags-, byggingar- og umhverfisnefnd Ölfuss þá kröfu að myrkvun raflýsingar frá verinu yrði 90–95% í stað 85–95% sem talað er um í tillögu ylræktarfyrirtækisins. Skipulagsstofnun afgreiddi málið síðan fyrir sitt leyti og staðfesti bæjarstjórn þá deiliskipulagið í mars 2013. Engar efnislegar athugasemdir bárust á auglýsingartíma.

Gróðurhúsið fullbyggt yrði um 20 hektarar. Kröfur eru gerðar um myrkvun, en eftir stendur að jafnvel með 95%-myrkvun yrði ljósmagn frá því álíka og frá fjórum óvörðum 2.500 fermetra gróðurhúsum, sem telja má meðalgróðurhús í íslenskri ylrækt. Ekki liggja fyrir neinar athuganir um áhrif af slíkri lýsingu á myrkurgæði í Svínahrauni eða á Hengils- og Hellisheiðarsvæðinu. Í lögum um umhverfismat eru ekki gerðar kröfur um lýsingarmat en skipulagið var samþykkt í Ölfusi áður en ný skipulagsreglugerð tók gildi.

Heimildir. Deiliskipulag. Ylræktarver í Svínahrauni. Tillaga, Greinargerð. 16. janúar 2012, tilv. bls. 9–10 (slóð: www.olfus.is/media/stofnanir/stjornsysla/Ylraektarver_deiliskipulag_23.01.12.pdf); bréf til Skipulagsstofnunar frá Sigurði Jónssyni skipulags- og byggingarfulltrúa í Ölfusi 14.3. 2013; Samtal við Sigurð 21. maí 2013; „Auglýsing um deiliskipulag í Sveitarfélaginu Ölfusi.“ Stjórnartíðindi, B-deild, 21. desember 2012; Samtal við Svein Aðalsteinsson, frkvstj. GeoGreenhouse, 16.5. 2013; Vefsetur GeoGreenhouse (slóð: geogreenhouse.is/).

18 Myrkurstaðir heima og heiman

Samtök og hreyfingar sem vilja vernda myrkurgæði hafa einkum beint sjónum að ljósmengun í þéttri byggð eins og eðlilegt má telja. Á undanförunum árum hefur athygli einnig beinst að því að skapa fyrirmyndir í smáum byggðarlögum sem geta skarað fram úr í myrkurgæðum og ekki síður að varðveita myrkurgæði á náttúrusvæðum í nánd byggðar.

Myrkurstaðir IDA

Alþjóðasamtök um vernd næturhiminsins, IDA, veita „myrkurstöðum“ (e. dark-sky places – myrkurgæðastöðum, stjörnustöðum?) viðurkenningu á ákveðnum vel skilgreindum forsendum. Enn sem komið er eru staðirnir tiltölulega fáir, sem bendir til að ekki sé auðvelt að fullnægja skilyrðum samtakanna, en að því sem séð verður nota hinir samþykktu myrkurstaðir viðurkenninguna sér til framdráttar, meðal annars til að draga að umhverfissinnaða og myrkursækna ferðamenn.

Myrkurstaðir IDA (e. IDS Places) eru þrennskonar: Myrkurbyggðir, myrkurgarðar og myrkursvæði.

Myrkurbyggð (e. IDS Community, IDSC) er skilgreind svo: Sveitarfélag eða hérað þar sem sérstaklega hefur verið leitast við að varðveita myrkurgæði með því að koma upp regluverki um gæðalýsingu, standa að fræðslu um myrkurgæði og efla almannavitund um verðmæti næturhiminsins.

Fjögur sveitarfélög hafa fengið viðurkenningu, þrjú í Bandaríkjunum, eitt í Bretlandi (Sark-eyja í Ermasundi). Fyrsta viðurkenningin var veitt 2001 (Flagstaff, Arizona, Br.).

Myrkurgarður (e. IDA Park, IDSP) er skilgreindur svo: Friðlýst svæði eða annað almannasvæði þar sem stjörnuhiminn er góður og fyrir hendi eru náttúrulegar aðstæður fyrir dýr og gróður að nóttu, þar sem hamlað er gegn ljósmengun sem kostur er og lögð áhersla á náttúrulegt myrkur sem mikilvæga auðlind á sviði menntunar, menningar, upplifunar og náttúru.

Ellefu garðar hafa fengið viðurkenningu, átta í Bandaríkjunum, tveir í Ungverjalandi, einn í Bretlandi (Galloway-þjóðgarðurinn í Skotlandi). Myrkurgörðunum er skipt í gull-, silfur- og bronsflokk eftir sérstöku mati. Fyrsta viðurkenning 2006 (National Bridges-þjóðgarðurinn í Utah, Br.).

Myrkursvæði (e. IDS Reserve, IDSR) er skilgreint svo: Svæði í opinberri eigu eða einkaeigu þar sem stjörnuhiminn og náttúruaðstæður fyrir dýr og gróður eru af fágætum eða óvenjulegum gæðum, og njóta sérstakrar verndar á grundvelli gildis síns fyrir vísindi, náttúruskoðun, menntun, menningu eða sögulega arfleifð, og/eða þjóna útivistarþörfum víðlendra grannbyggða. Á IDA-myrkursvæði er annarsvegar kjarnasvæði sem fullnægir öllum lágmarksskilyrðum um gæði himins og náttúrulegt myrkur, og hinsvegar jaðarsvæði þar sem menn virða myrkurgæði í kjarnanum og hafa um leið hag af þeim. IDA-myrkursvæði verður til með samvinnu landeigenda og/eða opinberra stjórnvalda sem hafa viðurkennt verðmæti stjörnuhiminsins með setningu sérstakra reglna og/eða formlegu samkomulagi og/eða skipulagsáætlunum til frambúðar.

Fimm svæði hafa fengið viðurkenningu, tvö á Bretlandi (Exmoor, Devon og Somerset, Engl.; Brecon Beacons, Wales (febrúar 2013)), eitt í Kanada (Québec), eitt í Namibíu, eitt á Nýja Sjálandi (á suður-eyjunni, víðlendasta svæðið, um 4000 km²). Myrkursvæðunum er skipt í gull-, silfur- og bronsflokk eftir sérstöku mati. Fyrsta viðurkenning 2008 (Mont Mégantic, Qb., Kanada).

Staðir í Kanada

Stjörnufræðifélag Kanada (Royal Astronomical Society of Canada) veitir þjóðgörðum og svæðum í Kanada viðurkenningu, annarsvegar sem myrkursvæðum (Dark Sky Preserves) eða sem stjörnu-görðum í byggð (Urban Star Parks), samkvæmt allströngum skilmálum sem meðal annars byggjast á vernd lífríkis við ljósmengun. Almennar skilgreiningar eru þessar:

Myrkursvæði: Svæði þar sem ekkert manngert ljós sést og skilvirkum aðferðum er beitt við að draga úr ljósmengun frá nærliggjandi byggðum og fræða íbúa í grenndinni um myrkurgæði. Birta frá ljóshjúp handan svæðismarka skal vera sambærileg við birtu frá náttúrulegum ljóshjúp eða minni.

Stjörnugarður: Svæði þar sem manngerð lýsing er takmörkuð sem kostur er og skilvirkum aðferðum beitt við að draga úr ljósmengun frá nærliggjandi byggðum og fræða íbúa í grenndinni um myrkurgæði. Á svæðinu má gæta birtu af ljóshjúp handan svæðismarka.

Viðurkenningunni fylgir réttur til að nota sérstakt merki. Fjórtán myrkursvæði hafa fengið viðurkenningu frá 1999, en aðeins einn stjörnugarður.

StarLight-staðir

Árið 2007 var settur á fót alþjóðlegur samstarfsvettvangur um myrkurgæði með stuttnefnið *StarLight* og eru Unesco og og Alþjóða-geimfræðaþingið (IAC) meðal bakhjarla. Meðal verkefna á stefnuskránni var viðurkenning myrkurstaða (Starlight Reserves), í samvinnu við Menningararfsstofnun Unesco (World Heritage Foundation). Ekki er að sjá að neinn staður hafi enn hlotið þessa viðurkenningu en til er yfirlitsrit um tilhögun hennar og skilgreiningu, e. *StarLight Reserve Concept* (2009). Einnig var áætlað að veita byggðum sérstaka viðurkenningu (StarLight Cities). Hinsvegar er á vefsetri StarLight talsverð skrá um stjörnugarða (Star Parks), sem eru staðir eða svæði í byggð þar sem hægt er að njóta næturhiminsins og ljósmengun er lítil. Skráðir voru 68 stjörnugarðar í júníbyrjun 2013, og eru þeir af öllum stærðum og gerðum. Sveitarfélög eða eigendur tilnefna á skrána en óljóst er hvernig staðirnir hljóta samþykki sem stjörnugarðar á skrána og hvort haft er eitthvert eftirlit með þeim.

Myrkurstaðir á Íslandi?

Vel má hugsa sér að íslenskar byggðir eða svæði geti fengið viðurkenningu IDA sem myrkurstaðir. Það virðist henta best fyrir tiltölulega fámenna staði utan höfuðborgarsvæðisins að verða myrkurbyggðir. Myrkurgarðar gætu orðið þjóðgarðar á borð við Þingvelli (sbr. að neðan) en einnig tiltölulega afmörkuð svæði í nánd við byggð, svo sem fólkvangar, ef hægt er að tryggja þar myrkurgæði og sjá fyrir aðstöðu til stjörnuskoðunar. Myrkursvæði virðist vandara að fást við á Íslandi en sé hugsað stórt mætti athuga um að afla slíkrar viðurkenningar fyrir einstaka hluta

miðhálandisins eða önnur stór, óbyggð náttúrusvæði. Slík svæði virðast geta fallið nokkuð vel að „landslagsverndarsvæðum“ samkvæmt nýjum náttúruverndarlögum (nr. 60/2013, 50. gr.).

Vert er að fylgjast náið með alþjóðastarfi á StarLight-vettvangi þar sem íslensk stjórnvöld geta komið við sögu gegnum aðild Íslands að Unesco.

Þá má sem hægst móta íslenskar reglur um myrkurbyggðir, -garða og svæði, byggðar á fyrirmyndum IDA og Kanadamanna. Gæti samstarfshópur á vegum umhverfisráðuneytisins, Ljóstækni félagsins og stjórnuáhugamanna til dæmis annast það starf og veitt viðurkenningu innanlands með sérstöku merki.

Þingvellir – myrkurgarður?

Þingvallanefnd og starfslið þjóðgarðsins á Þingvöllum hafa á undanförunum árum unnið nokkurt starf í þágu ljósvistar og myrkurgæða á Þingvöllum. Stefnt er að því að hægt sé að njóta næturhiminsins yfir þjóðgarðinum við bestu hugsanlegar aðstæður og markvisst unnið að því að draga úr ljósmengun á svæðinu.

Lýsing frá mannvirkjum á vegum þjóðgarðsins er stillt í hóf og reynt að slökkva sem allra víðast að nóttu. Helst eru það bæ og kirkja sem njóta ljóss enda þykja þau hús hluti Þingvallahelginnar en þar er þess einnig gætt að valda ekki of miklum bjarma.

Ákvæði um að raflýsing sé stillt í hóf voru sett í byggingarskilmála í tengslum við lóðaleigu-samninga sem gerðir voru í ársbyrjun 2011 til tíu ára við eigendur um 80 sumarbústaða eða frístundahúsa í þjóðgarðslandinu. Nýlega keypti þjóðgarðurinn þrjá bústaði í Gjábakkalandi og verður þar ekki raflýsing.

Þjóðgarðsvörður hyggst ræða við forsvarsmenn Sogsvirkjunar annarsvegar og hinsvegar Nesjavallavirkjunar og ferðaþjónustu nærri stöðvarhúsinu um lýsingarmál.

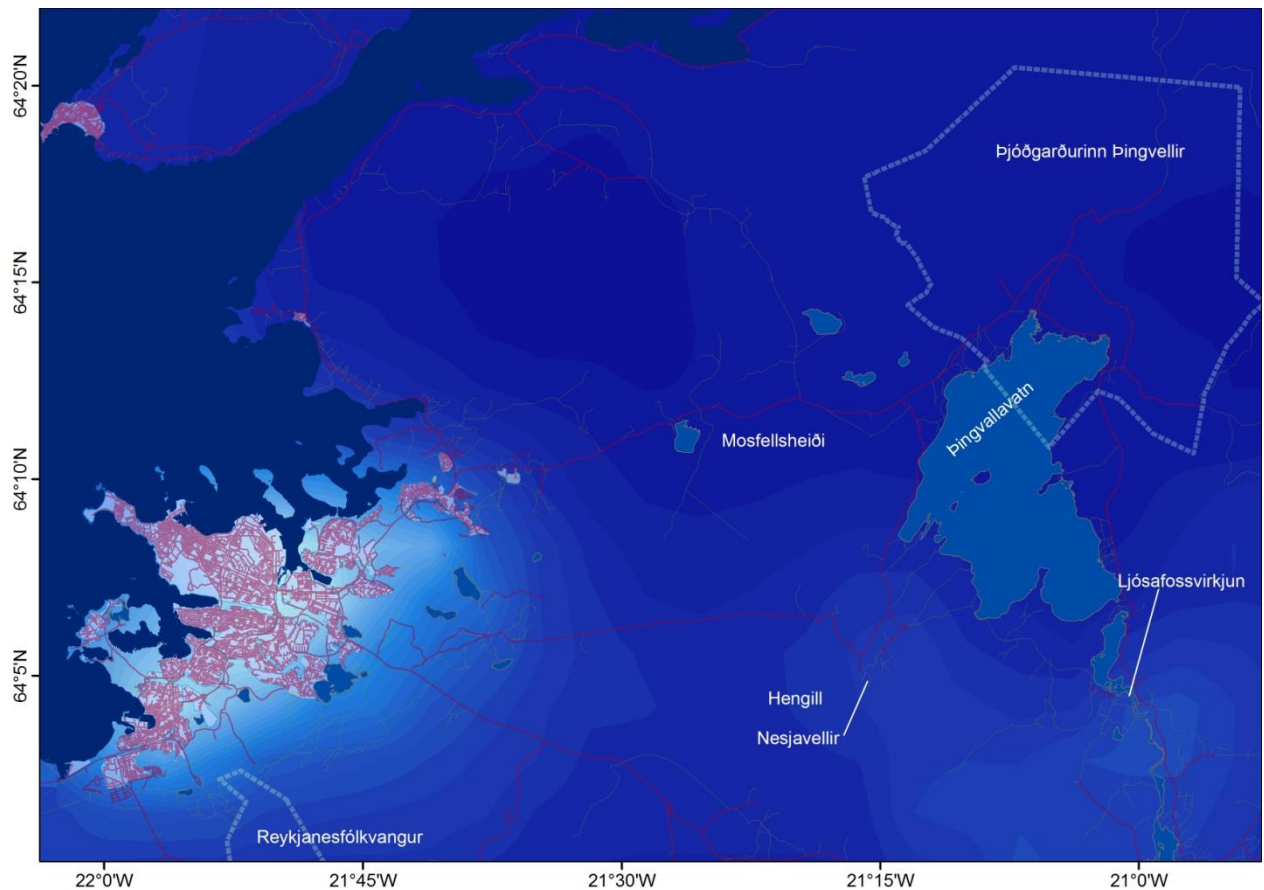
Þingvallanefnd hefur tekið afar jákvætt hugmyndum Stjörnusköðunarfélags Seltjarnarness um að koma sjónauka félagsins fyrir við aðstöðu þjóðgarðsins á Hakinu ofan Almagnagjár (sjá nánar 11. kafla). Hafa menn látið sér detta í hug að framhald af þessu samstarfi gæti orðið einskonar „Stjörnusköðunarsetur Íslands“. Hakið er nú orðinn vinsæll áfangastaður í norðurljósasköðun fyrir ferðamenn, þannig að segja má að Þingvellir hafi þegar nokkurt hlutverk í tengslum við myrkurgæði og ferðamennsku.

Í þessu sambandi hafa nýlega verið gerðar ljósmælingar á svæðinu á vegum Þingvallanefndar (sjá mynd á næstu blaðsíðu). Áhugi er á því í Þingvallanefnd og meðal starfsliðs þjóðgarðsins að athuga um alþjóðlega viðurkenningu fyrir þjóðgarðinn sem myrkur- eða stjörnuastað.

Heimildir

Vefsetur IDA: www.darksky.org/. Um myrkurstaði í Kanada: www.rasc.ca/dark-sky-site-designations. Vefsetur StarLight: www.starlight2007.net/.

Samtöl við Ólaf Örn Haraldsson Þjóðgarðsvörð á Þingvöllum 20.8. 2012 og 28.5. 2013.



Myrkurgæði við Þingvallavatn. Áhrif lýsingar frá höfuðborgarsvæðinu og frá virkjunum sunnan vatnsins eru vel merkanleg á himninum yfir Þingvöllum. Myrkurgæði eru þó ennþá veruleg innan þjóðgarðsins. Sé ljósmengun haldið í skefjum við vatnið geta Þingvellir og nágrenni orðið myrkurathvarf fyrir íbúa höfuðborgarsvæðisins. (Kort: SG, fyrir Þingvallabjóðgarð.)



Norðurljós og stjörnum prýddur næturhiminn yfir Þingvallavatni. Myndin tekin í norður frá Hagavík. Á vatninu endurkastast skin reikistjörnnunar Júpíters og skært ljós frá sumarbústað í Búðavík. Þrjú daufari ljós sjást í bústöðum á Mjóanesi. Myndin sýnir stjörnur sem sjást með berum augum við góðar aðstæður. Slík skilyrði einkenna myrkurgarða, en þar verður að forðast birtu á borð við þá sem hér sést frá Búðavík. (Ljós.: SG)



Ljósafossstöðin við Sogið að nóttu. Stöðvarhúsið er uppljómað og ljósastaurar þétt settir. Myndin er tekin á 13 sekúndum (ASA 3200/ljósop f 5.6) til þess að ná með á hana daufum stjörnum af birtustigi 6. Á tökutímanum yfirlýsist húsið vegna birtunnar frá lýsingunni. (Ljós.: SG.)

19 Bækur og vefsetur

Í greinargerðinni eru heimildir raktar í hverjum kafla fyrir sig en hér er safnað saman nokkrum bókum, ritum og greinum um myrkgæði og ljósmengun, á pappír eða á neti. Um sérstök viðfangsefni vísast til heimildagreinargerðar í einstökum köflum.

Almennt

Heimildasafn um ljósmengun: www.lightpollution.it/cinzano/refer/index.htm.

Rækileg heimildaskrá: Snævarr Guðmundsson. Myrkurkort af höfuðborgarsvæðinu. BS-ritgerð við HÍ (endursk.). 2011, bls. 46. o.áfr. (slóð: www.natturumyndir.com/pdf/ljosmengunreykjavik.pdf).

Artificial Light in the environment. The Royal Commission on Environmental Pollution. London 2009 (slóð: www.official-documents.gov.uk/document/other/9780108508547/9780108508547.pdf).

Cinzano, Pierantonio, Fabio Falchi og Christopher D. Elvidge. „The first World Atlas of the artificial night sky brightness.“ *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 328 (2201), bls. 689–707 (slóð: www.lightpollution.it/cinzano/download/0108052.pdf).

Crawford, David L. „Light pollution, an environmental problem for astronomy and for mankind.“ Í: Pierantonio Cinzano (ritstj.): *Measuring and modelling light Pollution*. 2000. Memorie della Società Astronomica Italiana 71, bls. 11–40 (slóð: adsabs.harvard.edu/full/2000MmSAI..71...11C).

Lighting in the Countryside: Towards Good Practice, Department for Communities and Local Government. London 1997 (slóð: webarchive.nationalarchives.gov.uk/20120919132719/http://www.communities.gov.uk/documents/planningandbuilding/pdf/158352.pdf).

Sverrir Guðmundsson. *Bætt lýsing borgar sig*. Stjörnuskodunarfélag Seltjarnarness og Stjörnufræðivefurinn, 2011 (slóð: stjornuframdi.is/media/stjornuskodun/Baeklingur-um-baetta-utilysingu.pdf).

Þorsteinn Vilhjálmsson og Sævar Helgi Bragason. Hvað er átt við með ljósmengun, er það mikið vandamál á Íslandi og hvað er til ráða gegn því? Vísindavefurinn 26.6. 2003: <http://visindavefur.hi.is/svar.asp?id=3531>.

Áhrif lýsingar á lífríkið

Rich, Catherine, og Travis Longcore (ritstj.). *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*. Island Press 2005/6.

Sjá ennfremur efni tilgreint í 4. kafla (bls. 24), og í ritgerð Snævars Guðmundssonar (að ofan).

Ljósmengun og stjörnuskoðun

Smith, M. (2009). „Time to turn off the lights.“ *Nature* 457, 27.

Snævarr Guðmundsson. Myrkurkort af höfuðborgarsvæðinu. BS-ritgerð við HÍ (endursk.). Maí 2011 (slóð: <http://www.natturumyndir.com/pdf/ljosmengunreykjavik.pdf>).

Sævar Helgi Bragason (2008). Ljósmengun er stórt vandamál. Stjörnufræðivefurinn 25.2. 2008: <http://stjornuskodun.blog.is/blog/stjornuskodun/entry/455675/>.

Áhrif ljósmengunar á efnahag, afbrot

Clark, B.A.J. Outdoor lighting and crime, Part 1: Little or no benefit. Vefgrein 26.2.2002: amper.ped.muni.cz/light/crime/lp040_1h.html.

Gallaway, Terel, Reed N. Olsen og David M. Mitchell. „The economics of global light pollution.“ *Ecological Economics* 69 (2009), 658–665 (slóð: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800909004121>).

Blaðgreinar og fréttaskýringar

Fréttaskýring: Lýsing ekki öllum jafn eftirsóknarverð. mbl.is 18.1. og 6.2. 2012: http://www.mbl.is/frettir/innlent/2012/01/18/ljosmengun_mikil_her_a_landi/.

Gunnlaugur Björnsson og Þorsteinn Sæmundsson. „Um ljósmengun.“ *Morgunblaðið* 2.2 2003, bls. 34.

Kristinn R. Ólafsson. Ljósmengun – Spánarspjall. Útvarpspistill á Rás 2 (slóð: http://dagskra.ruv.is/sdu/pistlar/spnarspjall_kristinn_r_lafsson98).

Kristján Jónsson. „Með ofbirtu í augum.“ *Morgunblaðið* 9. febrúar 1997, bls. 10. Fréttaskýring með tengdum fréttum og fréttaviðtölum.

Sigríður Víðis Jónsdóttir. „Hollt að horfa í himingeiminn.“ Viðtal við Þorstein Sæmundsson. *Morgunblaðið*, 10.9. 2006 (Daglegt líf).

Sjá ennfremur greinar og blaðaefni tilgreint í 11. kafla (bls. 60, 61 o.v.).

Ýmis samtök

Vefsetur IDA (International Dark-Sky Association): <http://www.darksky.org/>

Vefsetur Dark Sky Society: <http://www.darkskysociety.org/>

Vefsetur Globe at Night: <http://www.globeatnight.org/analyze.html>

Vefsetur StarLight: www.starlight2007.net/

Vefsetur Ljóstæknifélagsins: www.ljosfelag.is/

Vefsetur Stjörnuskoðunarfélags Seltjarnarness: <http://www.astro.is/>

Stjörnufræðivefurinn: www.stjornufraedi.is/

Endurheimt stjarnanna

Þegar undirritaður var barn sáust fleiri stjörnur yfir Reykjavík en núna. Þær tindruðu skært á haust- og vetrarkvöldum í djúpum og dularfullum geimi. Á slíkum kvöldum stóðum við stundum úti, börnin á Laugaveginum, og biðum eftir stjörnuhrapi. Þá var hægt að óska sér. Þeir sem voru hardastir í þessu stjörnulutói náðu þremur, fjórum óskum á kvöldi.

Norðurljósín yfir borginni voru líka mun skarpari og litauðgri en nú og vetrarbrautin eins og finofið hialín yfir öllu saman. Þessi litla borg var yfirskeygð himneskri nálægð og næstum sjálfgæfið að finna að alheimurinn er heimkynni okkar og stjörnurnar í sömu fjölskyldu og við.

LjósMengun

Á þessum árum var borgin litil umfangs. Menn voru ekki fyrr lagðir af stað út úr henni en þeir voru komnir upp í sveit. Nú þekur hún svipað landsvæði og fimm hundruð til átta hundruð þúsunda manna borgir og ljósbjarninn frá henni nær langt upp í himininn. Þetta er ekki alveg sami stjörnuhiminn og við stóðum undir á Laugaveginum forðum. Hann er orðinn upplitaður yfir borginni, stjörnunum hefur fækkað, norðurljósín eru svipminni og vetrarbrautin eiginlega ósýnileg.

Raðljós borgarinnar hafa rænt íbúa hennar talsverðum hluta af skarti himinfestingarinnar. Það sjáum við ef við stöndum undir heiðskírur næturhimni utan borgarinnar. Þá kvikna ótal stjörnur sem ekki sjást lengur vegna ljósbjarmans frá henni.

Yfir Reykjavík sjást þó miklu fleiri stjörnur en yfir flestum öðrum borgum í Vesturheimi. Margar borgir og þéttbýlissvæði þar sem greina mátti þúsundir stjarna með berum augum fyrir nokkrum áratugum eru nú stjarnlaus að kalla. Úpensla borganna verður til þess að sífellt meira ljósmagn berst út í himingelminn. Þetta er kallað ljósmengun.

Orkusóun

Fyrir fáeinum árum voru stofnuð alþjóðleg samtök gegn ljósmengun. Í þeim er fjöldi stjörnufræðinga af ýmsum ljóðernum,

Kjallarinn



Birgir Sigurðsson
rithöfundur

ljósaþönnuðir, umhverfissinnar og aðrir sem vilja endurheimta stjörnurnar. Við fyrstu sýn mátti ætla að harðsótt yrði að fá valdamenn borga og héraða til þess sjá ávinning við það að fjölga sýnilegum stjörnum.

En ljósið sem berst upp í himin-

inn felur í sér gífurlega orkusóun. Þeir sem til þekkja fullyrða að árlega skipti þessi sóun milljónum dollara í Bandaríkjunum einum. Og talið er að 30-35% af öllu ljósmagni útilýsingar í Bretlandi lýsi ekkert til jarðar heldur berist upp í himininn engum til gagns.

Astandið í mörgum öðrum lönd-

valdamanna fyrir þessu. Viða er nú unnið að endurbótum á útilýsingu. Ef að líkum lætur munu þær að endingu færa íbúum þéttbýlissvæða stjörnurnar aftur.

Útilýsing í Reykjavík er sjálfsagt betri en víða annars staðar. Þó þarf ekki að ganga lengi til þess að sjá illa hönnuð ljós sem senda mikinn fjölda ljóseinda út í buskann. Það sannar bjarminn yfir borginni.

„Útilýsing í Reykjavík er sjálfsagt betri en víða annars staðar. Þó þarf ekki að ganga lengi til þess að sjá illa hönnuð ljós sem senda mikinn fjölda ljóseinda út í buskann. Það sannar bjarminn yfir borginni.“

um er svipað. Illa hannaðir lampar og ljósaþæði ásamt óvörðum ljósum eiga mesta sök á þessu. Rétt hönnuð útiljós lýsa eingöngu til jarðar. Hver ljóseind nýtist þá til fulls. Þar með má fækka ljósum og hafa veikari perur. Það getur spar- að felknmikla raforku.

Áðurnefnd samtök gegn ljósmengun hafa opnað augu margra

inn fjölda ljóseinda út í buskann. Það sannar bjarminn yfir borginni. Hvernig væri að Rafnagnsveitan gerði úttekt á þessari ljósmengun? Það gæti leitt til markvissari útilýsingar. Þá myndi stjörnuhiminninn yfir borgarbúum aftur frá fyrri dýrð. Eða svona hér um bil.

Birgir Sigurðsson



„Úpensla borganna verður til þess að sífellt meira ljósmagn berst út í himingelminn. Þetta er kallað ljósmengun.“

Um ljósmengun

(Tekið saman fyrir fund í Ljóstæknifélagi Íslands, 3. des. 1997)

Ég hef verið beðinn um að segja hér nokkur orð um fundarefnið – ljósmengun. Mér er sönn ánægja að verða við þeirri ósk því að ég tel að þetta félag, Ljóstæknifélag Íslands, sé kjörinn vettvangur fyrir umræður um málefnið. Í þessu félagi vænti ég að séu þeir menn sem líklegastir eru til að geta fundið lausnir á vandamálinu og haft áhrif til úrbóta.

Þegar ég vakti máls á skaðsemi ljósmengunar í útvarpviðtali á síðastliðnum vetri hafði engin umræða farið fram um þetta efni hérlandis svo að mér væri kunnugt. Erlendis hafði málið hins vegar verið til alvarlegrar umfjöllunar í nokkurn tíma. Þar höfðu m.a. verið stofnuð samtök til að berjast gegn oflýsingu utan dyra. Samtökin, sem senn verða 10 ára, heita Alþjóðasamtök um dimman himin, eða International Dark-Sky Association og telja 2000 meðlimi frá 65 löndum. Þessi samtök eru mjög virk, halda fundi, gefa reglulega út fréttabréf, og þau má að sjálfsögðu finna á Veraldarvefnum. Í stjórn samtakanna eru menn úr ýmsum starfsgreinum, og eins og vænta má, eru bæði stjörnufræðingar og ljóstæknifræðingar í þeim hópi.

Engan þarf að undra þótt stjörnufræðingar hafi sig nokkuð í frammi í umræðu um ljósmengun, því að það er ekki ofmælt að framtíð stjörnufræðinnar sem fræðigreinar sé í húfi. Í júní 1992 var haldin ráðstefna í París um áhrif umhverfismengunar á stjörnufræði. Að ráðstefnunni stóð menningar- og vísindastofnun Sameinuðu þjóðanna, UNESCO, ásamt Alþjóðasambandi vísindafélaga, Alþjóðasambandi stjörnufræðinga og Alþjóðanefnd um geimrannsóknir. Erindi og niðurstöður ráðstefnunnar voru gefin út í bókarformi undir heitinu *The Vanishing Universe*, eða *Alheimurinn er að hverfa*. Nafnið segir sína sögu og það er óhætt að segja að þessi bók er enginn skemmtilestur. Fram kemur, að þeim stöðum fer fækkandi í heiminum þar sem hægt er að sjá himininn eins og forfeður okkar sáu hann með öllum sínum aragrúa af stjörnum og öðrum fyrirbærum sem vakið hafa áhuga manna um aldir og árþúsundir. Ef ekkert verður að gert, er þess ekki langt að bíða að rannsóknir á himingeimnum stöðvist á þeim sviðum sem forvitnilegust eru og vænlegust til árangurs. Það er ekki mál sem snertir stjörnufræðinga eina heldur mannkynið allt. Fyrir utan hin menningarlegu verðmæti sem í húfi eru, er almenningur nú orðinn meðvitaðri um umhverfi sitt og gerir kröfu til þess að fá að halda því óspilltu, að svo miklu leyti sem unnt er. Það eru ekki eingöngu stjörnufræðingar sem vilja geta horft á næturhimininn. Áhugamenn um stjörnuskoðun eru margfalt fleiri en starfandi stjörnufræðingar; stjörnuskoðun mun nú vera einhver vinsælasta tómsundaiðja í veröldinni.

En allur almenningur á hér líka hagsmuna að gæta. Ég hef orðið þess var, síðan þessi umræða hófst hér á landi, hve margir eru áhugasamir um þetta málefni og gera sér grein fyrir því, hvað þeir hafa misst með aukinni lýsingu, ekki síst hér á Reykjavíkursvæðinu. Ótrúlega margir hafa haft samband við mig til að staðfesta þetta. Sjálfsagt eru þeir þó fleiri sem ekki hafa leitt hugann að þessu máli eða finnst það engu skipta. Í því sambandi ætla ég að leyfa mér að segja litla sögu. Fyrir skömmu var ég staddur í stórverslun hér á höfuðborgarsvæðinu. Þar víkur sér að mér þjóðkunn kona, rithöfundur og alþingismaður, og segir eitthvað á þessa leið: „Ég var að hlusta á þig í vetur sem leið, Þorsteinn,

Þegar þú varst að tala um ljósmengunina. Þá hugsaði ég sem svo, að þetta væri nú meiri vitleysan og ekkert nema „hysteri“. En í sumar var ég stödd úti í Danmörku, úti á landsbyggðinni þar sem dimmt var og vel sást til himins. Þá skildi ég loksins hvað það var sem þú varst að tala um.“

Svo mörg voru þau orð. Ég leyfir mér að vona, að slík viðbrögð séu ekki einsdæmi. Fegurð næturhiminsins er slík að hún lætur engan ósnortinn, og á ég þá ekki einungis við stjörnuskarann heldur líka norðurljósinn, sem oft prýða íslenskan himin. Stjörnuhiminninn er hluti af umhverfi okkar, rétt eins og fjöllin sem við höfum daglega fyrir augunum.

Hugsum okkur að verksmiðja í Gufunesi ylli slíkri loftmengun, að Reykvíkingar misstu allt útsýni til Esjunnar. Vafalaust gætu menn lifað við slík skilyrði. En skyldi ekki einhverjum finnast eitthvað vanta í tilveruna? Stjörnuhiminninn yfir borginni hefur smátt og smátt verið að hverfa, svo að menn hafa varla tekið eftir því. Yngsta kynslóðin í Reykjavík hefur sennilega aldrei séð Vetrarbrautina á himinhvolfinu og sjaldan norðurljós, svo að hægt væri að greina í þeim alla þeirra litadýrð. Þótt tunglið sjáist ennþá, sem betur fer, er tunglskinið, sem áður var mönnum svo mikilvægt, varla greinanlegt lengur.

Að tunglskinið væri að hverfa úr tilveru borgarbúa var atriði sem hafði farið fram hjá mér, enda ekkert stórmál í sjálfu sér. Ég áttaði mig fyrst á þessu fyrir nokkrum árum, þegar ég var staddur ásamt fjölskyldu minni austur í sveit, fjarri ljósadýrð höfuðborgarinnar. Þetta var um haust, orðið dimmt að kvöldi, og tunglið skein í heiði. Ég var eitthvað að bauka inni við þegar dóttir mín, þá tíu ára gömul, kom hlaupandi og sagði: Pabbi, pabbi, það er tunglskin! Ég skildi ekki hvað það var, sem henni þótti svo merkilegt, fyrr en hún útskýrði að hún hefði lesið um tunglskin í bókum, en aldrei áttað sig á því að tunglið gæti lýst upp jörðina, svo að bjart yrði úti við!

Rafmagnsljósið er án efa ein merkasta uppfinning í sögu mannkynsins. Frá því að farið var að lýsa upp götur og stræti með rafmagni, seint á síðustu öld, hefur almennt verið litið á raflýsingu sem óblandna blessun. Hvern hefði órað fyrir því að þetta blessað ljós, gæti orðið svo mikið að það yrði til vandræða? En á einni öld hefur margt gerst sem ekki varð séð fyrir. Mannkyninu hefur fjölgað úr 1½ milljarði í 6 milljarða. Jafnframt þessu hefur fólk hvarvetna flykkst úr sveit í þéttbýli, þar sem meiri lýsingar er þörf. Á gervitunglamyndum sem teknar eru að næturlagi má sjá hvernig glitrandi ljósadýrðin teygir sig um allar álfur. Á Íslandi hefur fólksfjöldinn fjórfaldast í takt við fjölda jarðarbúa, en íbúatala Reykjavíkur hefur þrítugfaldast á sama tíma. Við höfum sem sagt eignast borg þar sem engin var fyrir. Á síðari árum hefur lýsing á Reykjavíkursvæðinu farið stigvaxandi, ekki aðeins í hlutfalli við fólksfjöldann heldur talsvert umfram það. Til þess liggja margar ástæður, meiri áhersla á lýsingu almennt, sterkari ljósgjafar, aukin flóðlýsing, fjölgun auglýsingaskilta o.fl. Mér er til efs að nokkur borg í veröldinni sé jafn vel upplýst að næturlagi og Reykjavík. Kannski er það vegna þess að rafmagn sé hér ódýrara en annars staðar í heiminum. Menn þurfa að fara mjög langt út fyrir borgarmörkin til að komast frá birtunni. Það þekkja allir, sem komið hafa akandi að austan, yfir Hellisheiði, hvernig bjarmannur frá Reykjavík slær langt upp á himin. Jafnvel í uppsveitum Borgarfjarðar, er þessi bjarmi áberandi á himni undir vissum skilyrðum.

Ég ætla ekki að halda því fram að birtan frá Reykjavík spilli næturhimninum að ráði í fjarlægum landshlutum. En sveitirnar hafa sína eigin ljósmengun. Fyrir skömmu var hópur japanskra ferðamanna staddur í Borgarnesi, en þar hafa slíkir hópar oft viðdvöl. Eitt helsta áhugamál Japana

sem hingað koma, er að sjá norðurljós. Til þess að komast burt frá öllum rafmagnsljósunum þannig að hægt væri að sjá norðurljós á aldimmum himni, þurftu þessir ferðamenn að fara langleiðina upp að fjallinu Baulu, og mun það vera orðin föst venja í slíkum ferðum. Rafmagnsljósín eru alls staðar, og það sem verra er, þau eru oft óskermuð, lýsa í allar áttir, og sjaldan slökkt á þeim. Sums staðar í sveit þar sem ég þekki til loga útiljós allan sólarhringinn, jafnvel um hásumarið. Hvers vegna? Líklega vegna þess að rafmagn er greitt eftir marktaxta og bændur borga fast gjald, hvort sem notkunin er meiri eða minni, meðan ekki er farið yfir viðmiðunarmarkið.

Í öðrum löndum er víða skóglendi sem skyggir á útiljós í dreifbýli. Á Íslandi getur eitt sterkt útiljós við sveitabæ valdið truflun í margra kílómetra fjarlægð. Sama er að segja um bílana, ljósin frá þeim valda mikilli truflun. Þetta vandamál jókst stórlega eftir að farið var að nota hinar skæru halogenperur í billjós fyrir 20 árum eða svo. Og senn mun von á enn sterkari perum. Vissulega lýsa þessar perur betur fram fyrir bílinn en gömlu perurnar gerðu. En þær valda líka ofbirtu þegar ekið er á móti þeim, og skapa þörf fyrir meiri lýsingu við götur og vegi. Á síðustu árum hefur svo ný tegund ljósmengunar bæst við í sveitum landsins, en það eru ljós í gróðurhúsum, sem eru svo björt að þau lýsa víða upp nánasta umhverfi, og rauðgulur bjarminn sést tugi kílómetra. Ef ekið er framhjá Hveragerði að næurlagi geta menn séð hvernig ljósin í gróðurhúsum blátt áfram lýsa upp fjallshlíðina á móti, þ.e.a.s. Hellisheiðina.

En hvað er til ráða í þessum efnun? Enginn getur verið án lýsingar að næurlagi. Aðalatriðið er að lýsingin sé ekki meiri en þörf er á, og að þess sé gætt eftir fremsta megni að ljósið beinist þangað sem það gerir gagn og ekki annað. Það er ekki aðeins útsýnið til himins, sem við þurfum að hafa í huga; of skær birta getur líka verið til óþæginda og hættuleg fyrir umferð. Ljós sem skín inn um glugga getur líka verið hvítleitt og jafnvel truflað svefn þeirra sem viðkvæmir eru. Annar ávinningur við bættu lýsingu er svo auðvitað orkusparnaðurinn. Meðal þess sem til álita kemur er að takmarka flóðlýsingu og lýsingu í auglýsingaskyni eftir ákveðinn tíma að kvöldi. Þar sem lýsingar er talið þörf, öryggis vegna, má tengja ljósin nenum sem skynja umgang. Áriðandi er að ljós beinist ekki lárétt eða upp á við. Þetta á sérstaklega við um ljós við götur og vegi, sem talið er að valdi um það bil helmingi allrar ljósmengunar. Hugsanlegt er að taka frá sérstök svæði og vernda þau fyrir ljósmengun, t.d. þjóðgarðinn á Þingvöllum. Bein lýsing, sem veldur ofbirtu, er auðvitað versti skaðvaldurinn. Útiljós við einn bæ í Þingvallasveit spillir þannig næturhimninum fyrir fjölda sumarbústaðaeigenda þótt þeir séu í talsverðri fjarlægð. En óbein lýsing hefur líka áhrif. Ljósin í Reykjavík lýsa upp loftið yfir borginni þannig að himinninn verður ekki eins dimmur og annars myndi vera, þótt athugandinn haldi sig í skugga og forðist öll ljós.

Nokkrar borgir hafa nýlega sett mjög strangar reglur til að takmarka lýsingu, og má þar nefna Tuscon í Arizona, Augsburg í Þýskalandi og Canberra í Ástralíu. Víða annars staðar hafa fyrstu skrefin verið stigin til að bæta ástandið, t.d. í Los Angeles og Denver í Bandaríkjunum. Nokkuð hefur verið rætt um það hvort það geti aukið hættuna á innbrotum og öðrum glæpum að draga úr lýsingunni. Um það eru skiptar skoðanir, en reynslan bendir til að svo þurfi ekki að vera. Í fylkinu Massachusetts í Bandaríkjunum hefur víða verið dregið úr götulýsingu borga og bæja um helming eða meira, fyrst og fremst í sparnaðarskyni, án þess að nokkur aukning hafi orðið á glæpum eða slysum í umferð.

Í janúar síðastliðnum óskaði ég eftir fundi með borgarstjóra um ljósmengun í Reykjavík. Í fylgd með mér var Gunnlaugur Björnsson stjarnedlisfræðingur sem þá var nýkominn frá Kaupmannahöfn, en þar hafði einmitt verið athyglisverð ráðstefna um ljósmengun sem sagt var frá á forsíðum danskra blaða. Borgarstjóri sýndi málinu skilning en tjáði okkur jafnframt að sífellt bærust nýjar óskir um flóðlýsingu bygginga í Reykjavík. Að tilstuðlan borgarstjóra var efnt til fundar um málið hjá gatnamálastjóra sl. vor. Á þeim fundi voru, auk gatnamálastjóra, fulltrúar borgarskipulags og Rafmagnsveitu Reykjavíkur. Ýmsar hugmyndir voru þar reifaðar, s.s. að draga úr lýsingu á umráðasvæði Hitaveitunnar á Öskjuhlíð og á Nesjavöllum, að gera öllum skylt að sækja um leyfi til flóðlýsingar, að athuga hvort hægt væri að slökkva ljós á nóttunni á sumum útivistarsvæðum í eigu borgarinnar, og að reyna að vernda eitthvert svæði í nágrenni borgarinnar fyrir ljósmengun. Var Heiðmörk sérstaklega nefnd í því sambandi. Að lokum var þeirri spurningu varpað fram, hvort hugsanlega mætti draga úr götulýsingu þau fáu kvöld, sem heiðskírt væri í Reykjavík. Fundargerðin var send Umhverfismálaráði Reykjavíkur sem sendi frá sér umsögn hinn 12. júní. Umsögnin er ekki löng, en hún hljóðar svo:

„Umhverfismálaráð getur tekið undir það sjónarmið að innan borgarlandsins sé ólýst svæði þar sem góð aðstæða er til stjörnuskoðunar. Vel kæmi til greina að hluta af Heiðmörk mætti nýta á þennan hátt.“

Þessi fáu orð gefa ekki tilefni til mikillar bjartsýni; þar er aðeins tekið undir hluta af einni þeirra hugmynda sem fram höfðu komið í umræðunum. En jafnvel þótt vilji væri fyrir hendi, bæði hjá yfirvöldum og almenningi, er þess ekki að vænta að hægt sé að draga stórlega úr ljósmengun á skömmum tíma. Fyrsta markmiðið ætti að vera að koma í veg fyrir frekari spjöll en orðin eru með því að setja strangari reglur um flóðlýsingu og ljósabúnað almennt. Það út af fyrir sig væri mikilsverður árangur. Síðan þyrfti að takast á við það langtímaverkefni að breyta þeim ljósum sem þegar hafa verið sett upp. Þar geta sérfræðingar í ljóstækni veitt mikilvæga aðstoð. Ég treysti því að Ljóstæknifélag Íslands muni veita liðsinni sitt til að ná fram endurbótum á þessum vettvangi.