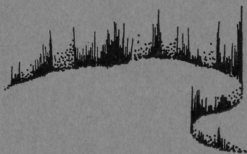


NORÐURLJÓS

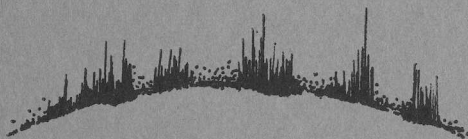
Handbók um
norðurljósaathuganir



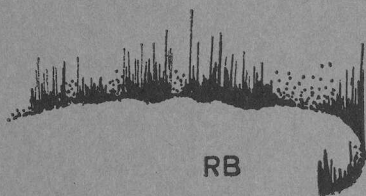
Þorsteinn Sæmundsson tók saman



HA



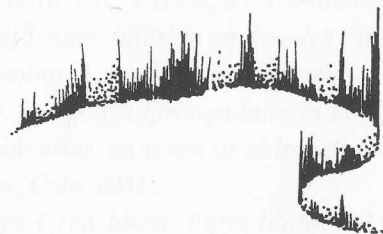
RA



RB

NORÐURLJÓS

Handbók um
norðurljósaathuganir



Þorsteinn Sæmundsson tók saman

Formálsorð

Handbók þessi er ætluð þeim, sem hafa hug á að vinna að norðurljósarannsóknum á Íslandi. Er þess vænt, að bókin verði til að stuðla að auknum athugunum hér á landi. Í grundvallaratriðum er bókin sniðin eftir leiðbeiningarriti um norðurljósaathuganir eftir F. Jacka og J. Paton, sem út var gefið árið 1963 á vegum alþjóða-sólkyrrðarársnefndarinnar (IQSY Instruction Manual No. 3, AURORA, CIG-IQSY Committee, London 1963). Jafnframt var höfð nán hliðsjón af handriti að norðurljósaatlas, sem síðan er kominn á markaðinn (International Auroral Atlas, Edinburgh 1963). Sex þeirra ljósmynda, sem hér birtast, eru fengnar úr ofangreindum atlas, en fimm úr eldra riti (Photographic Atlas of Auroral Forms, Oslo 1951).

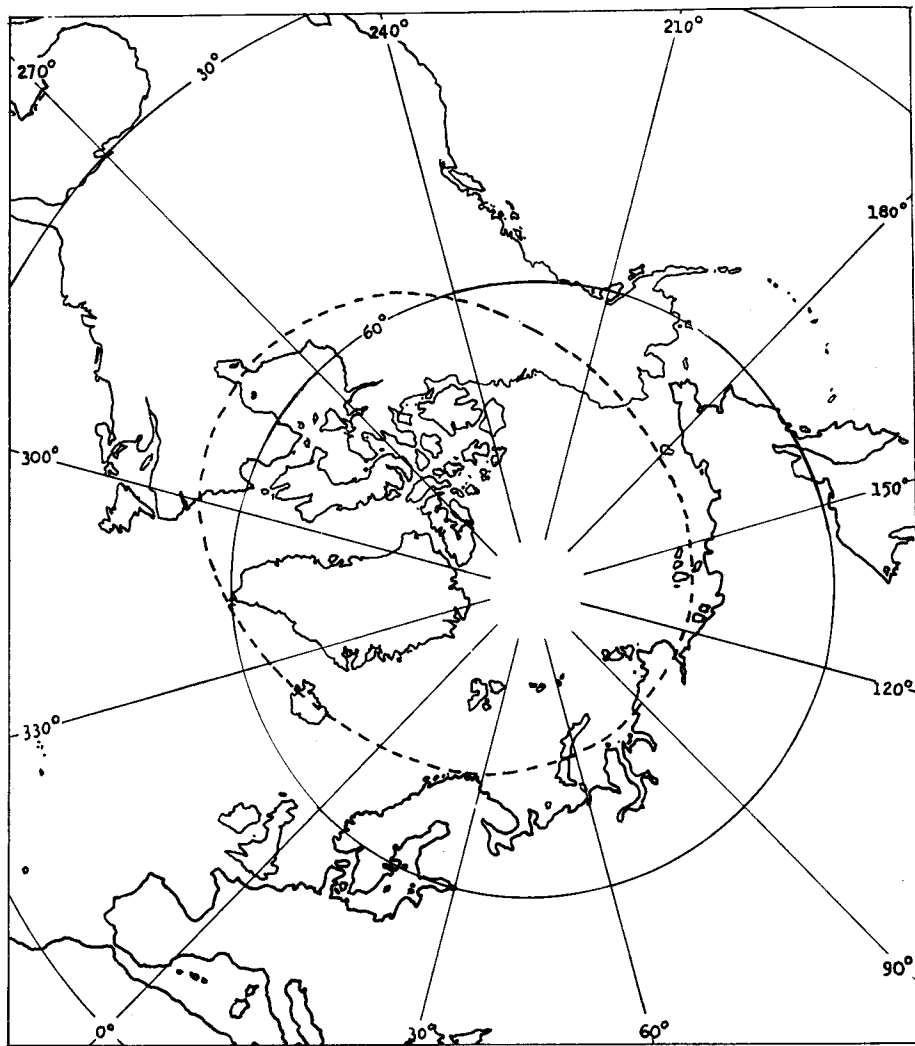
Bókinni er skipt í tvo hluta. Fyrri hlutinn (I) gefur yfirlit um eðli og einkenni norðurljósa og skýrir markmið rannsókna. Seinni hlutinn (II) er útskýring á hinu nýja tákkerfi, sem nota skal við lýsingu norðurljósa og gekk í gildi við byrjun hins alþjóðlega sólkyrrðarárs, 1. janúar 1964.

Auk handbókarinnar munu athugunarmenn fá í hendur sérstök eyðublöð og leiðbeiningar um útfyllingu þeirra.

Bók þessi er gefin út með styrk úr Vísindasjóði.

Eðlisfræðistofnun Háskólans 1964,

Þorsteinn Sæmundsson.



Norðurljósabeltið.

Strikalínan á uppdrættinum sýnir legu háljósabaugsins á norðurhveli jarðar samkvæmt beztu upplýsingum, sem fyrir liggja.

I. hluti

Eðli og einkenni norðurljósa

I. Norðurljós og suðurljós.

Nafnið „norðurljós“ er að öllum líkindum upprunnið á Íslandi eða í byggðum Íslendinga á Grænlandi. Orðið hefur síðan komið inn í mál ýmissa annarra þjóða (nordlys, Nordlicht, northern lights). Eins og nafnið bendir til, sjást norðurljós tíðast á norðlægum slóðum, þegar nær dregur heimskautinu. Ljósín eru þó ekki mest yfir norðurskautinu sjálfu, heldur í 2–3000 km fjarlægð frá því, og mynda þau þar sveigлага belti umhverfis skautið. Er miðja sveigsins segulskaut jarðar, en ekki heimskautið. Þar sem segulskautið er í 1200 km fjarlægð frá heimskautinu, fylgir norðurljósabeltið ekki alls staðar sömu breiddargráðu; þannig liggur það allmiklu sunnar í Ameríku en í Asíu (sjá uppdrátt á síðunni á móti). Athuganir benda til þess, að hér á landi sjáist norðurljós svo til allar nætur, þegar heiðskírt er. Við norðurskautið sjást þau að líkindum aðeins fimmtu hverja nótt. Í Edinborg og Osló sjást norðurljós að meðaltali þrisvar í mánuði, ef heiðskírt er, í London fimm sinnum á ári, en í Róm aðeins einu sinni á tíu ára fresti.

Hliðstæð norðurljósunum eru svonefnd suðurljós, sem sjást í grennd við suðurskautið. Fyrirbærið er í rauninni eitt og hið sama, og væri því að vissu leyti þörf fyrir sameiginlegt heiti, sem átt gæti bæði við norður- og suðurljós. Í yfirliti því, sem hér fer á eftir, verður nafnið *segulljós* notað um fyrirbærið í heild, þegar ástæða þykir til, en það nafn hefur áður verið notað um norðurljós í íslensku máli. Meðal erlendra fræðimanna hefur latneska

nafnið „aurora“, þ. e. árbjarmi, orðið fyrir valinu (aurora borealis: norðurljós; aurora australis: suðurljós). Franski heimspekingurinn Cassendi varð fyrstur til að nota þetta heiti (1621), sem skirskotar til þess, að í suðlægum löndum sjást norðurljós helzt sem bjarmi í norðri úti við sjóndeildarhring.

2. Hæð norðurljósa.

Mælingar hafa sýnt, að norðurljós eru oftast nær í rösklega 100 km hæð frá jörðu. Þess eru að vísu dæmi, að norðurljós hafi mælt niðri í 70 km hæð og uppi í 1000 km, en slíkt er algjör undantekning. Til samanburðar er vert að minnast þess, að ský ná sjaldnast 10 km hæð og eru venjulega miklu neðar.*) Norðurljósin eru því tíu sinnum ofar skýjum, langt fyrir ofan öll veðrabrigði og algjörlega óháð þeim.

Vegna þess, hve hátt þau liggja, sjást norðurljósin mjög langt að. Norðurljós yfir Langanesi sjást t. d. greinilega frá Reykjavík í björtu veðri, um 15° yfir sjóndeildarhring, ef miðað er við, að ljósin séu í meðalhæð. Við góð skilyrði geta norðurljós sézt í meira en 1000 km fjarlægð frá athuganda, eða þar til jarðbungan skyggir á.

3. Orsakir norðurljósa og fyrirbæri skyld þeim.

Norðurljósin eru mynduð af hraðfara, rafhlöðnum ögnum, sem koma inn í gufuhvolf jarðar. Agnir þær, sem um ræðir, eru fyrst og fremst rafeindir (elektrónur), svo og róteindir (prótónur). Talið er, að rafagnir þessar séu upprunnar á sólinni í 150 milljón kílómetra fjarlægð. Þessa löngu vegalengd fara agnirnar á þremur dögum að meðaltali, en það samsvarar meðalhraðanum 600 km/sek. Í einstökum tilfellum getur hraðinn orðið á að gizka ferfalt meiri.

*) Hæst allra skýja eru tvær, afar sjaldgæfar skýjategundir, *glitský* (isaský) og *silfurský*. Hin fyrrnefndu myndast í 20–30 km hæð, úr vatnsdropum, að talið er, en hin síðarnefndu í 80 km hæð, að líkindum úr hrímuðu loftsteinaríki.

Þegar rafagnirnar nálgast jörðina, fer segulsvið jarðar að hafa áhrif á þær og sveigja þær af leið, einkanlega yfir miðbaug jarðar, þar sem agnirnar stefna þvert á segulkraftlínurnar. Fjarri miðbaug komast agnirnar hins vegar leiðar sinnar og fylgja stefnu segulsviðsins (segulkraftlínunum) niður að jörðinni í nánd við heimskautin. Þannig myndast segulljósabeltin í norðri og suðri, og er nokkurt samband milli norðurljósa og suðurljósa á hverjum tíma. Það skal þó tekið fram, að margt er enn á huldu um ferðir rafagnanna í segulsviði jarðar.

Um leið og hinar aðvifandi rafagnir verða fyrir áhrifum af segulsviði jarðarinnar, hafa þær sjálfar áhrif á segulsviðið og orsaka truflanir þær, sem nefndar eru *segulstormar*. Segulstorma gætir nær samtímis um alla jörð, en langmest þó í segulljósabeltunum. Þá valda rafagnirnar truflunum í þeim lögum háloftanna, sem endurvarpa útvarpsbylgjum, þannig að útvarpsendingar milli fjarlæggra staða geta truflast mjög.

Símasamband getur einnig raskast, einkanlega á langlínunum. Eru þá að verki svonefndir *jarðstraumar*, en það eru rafstraumar, sem myndast í yfirborði jarðar vegna hinna utanaðkomandi rafhrifa. Hugsanlegt er, að jarðstraumar séu valdir að hljóðfyrirbærum þeim, sem sumir hafa talið sig heyra samtímis miklum norðurljósum og líkzt hafa suði eða snarki. Segultruflanir og jarðstraumar, sem vart verður að degi til, eru góð vísbending um, að vænta megi bjartra norðurljósa, þegar rökkvar.

Fjöldi þeirra rafagna, sem berast frá sól til jarðar, er mjög breytilegur. Stafar þetta af því, að rafagnaútreymið frá yfirborði sólar er ekki stöðugt og jafnt eins og ljósgeislunin, heldur er það miklum breytingum háð. Við sólblossa, sem verða í grennd við sólbletti, geta stór ský rafagna skyndilega leystst úr læðingi og slöngvazt út í geiminn. Útreymi af þessari tegund er oft mjög mikið, en skammvinnnt. Stöðugra útreymi á sér stað á svonefndum M-svæðum á sólinni, en þau svæði geta orðið langlíf. Frá jörðu séð snýst sólin um möndul sinn einn hring á um það bil 27 dögum,

og í hvert sinn, sem tiltekið M-svæði snýr beint að jörðu, aukast líkurnar fyrir því, að rafagnastraumur hitti jörðina. Af þessum sökum er það algengt, að reglubundin aukning verði á norðurljósum á 27 daga fresti.

4. Litir í norðurljósum.

Þegar rafagnirnar koma inn í gufuhvolf jarðar, rekast þær á frumeindir og sameindir andrúmsloftsins. Áreksturinn er svo mikill, að loftið fer að lýsa. Fyrirbæri þetta er áþekkt því, sem á sér stað í svonefndum flúrljósum, en þar er straumi rafeinda hleypt gegnum þunna lofttegund. Litur þess ljóss, sem þannig myndast, er einkennandi fyrir þá lofttegund, sem lýsir; t. d. gefur kvikasilfursgufa frá sér bláleitt ljós, en natríum skín með gulrauðri birtu, sbr. götulýsingu sums staðar.

Litrófsrannsóknir hafa sýnt, að norðurljósinn myndast aðallega úr lýsandi súrefni og köfnunarefni. Í litrófinu ber mest á grænni línu (öldulengd 557,7 nm), sem rekja má til súrefnisfrumeinda, en þær frumeindir geta einnig gefið frá sér rautt ljós. Köfnunar-efnissameindir skína gjarna í breiðum litrófsböndum, bæði í rauða hluta litrófsins og hinum bláa. Hvaða litir sjást í norðurljósunum hverju sinni, er undir því komið, hvernig aðstæðurnar eru, og hvaða lofttegund hefur örvast til að lýsa. Dauf norðurljós sýnast einnig gráhvít, en orsök þess er yfirleitt sú, að ljósin eru of dauf til að litaskyn augans fái greint hinn eiginlega lit. Þegar birtan eykst, kemur liturinn í ljós. Þó getur komið fyrir, einnig í björtum norðurljósum, að rauður, grænn og blár litur blandist svo saman, að ljósið sýnist gult eða hvítt. Sé ljósið þá rannsakað í litsjá, er hægt að aðgreina hina sundurleitu liti og kanna orsakir þeirra. Er það gert með samanburði við litróf ýmissa lofttegunda, sem athugaðar hafa verið á rannsóknarstofum. Þannig er unnt, með rannsókn á norðurljósum, að fá hugmynd um efnasamsetningu og aðra eiginleika gufuhvolfsins í mikilli hæð frá jörðu.

5. Útlit og hættir norðurljósa.

Eins og fyrr var vikið að, liggur miðlína norðurljósabeltisins í 20° til 25° fjarlægð frá nyrðra segulskauti jarðar. Þetta er háljósa-baugurinn, þar sem norðurljós eru mest. Beltið umhverfis háljósa-bauginn, 7½° til norðurs og suðurs (1700 km á breidd), nefnist *háljósabelti*, svæðið þar fyrir norðan *innljósasvæði*, en fyrir sunnan *útljósasvæði*. Þessi skipting hefur verið ákvörðuð með hliðsjón af einkennum norðurljósa, eins og þau sjást frá hinum ýmsu stöðum. Suðurhvel jarðar skiptist vitaskuld á hliðstæðan hátt. Innljósasvæðin tvö ná þannig yfir heimskaut jarðar, en útljósasvæðin mætast við miðbaug.

Þótt norðurljós séu að meðaltali algengust við háljósa-bauginn, er ekki þar með sagt, að þau séu öllum stundum mest við þann baug. Athuganir hafa leitt í ljós, að norðurljósaferillinn (þ. e. svæði það á jörðinni, sem norðurljósin eru yfir hverju sinni) breikkar og færast suður á bóginn eftir því sem ljósin aukast, en dregst saman og flyzt aftur norður á við, þegar þau minnka. Suðurmörk ferilsins flytjast mest til, og getur færsla þeirra numið þúsund kílómetrum eða jafnvel meiru. Norðurmörkin fylgja þeim nokkuð eftir, en flytjast minna úr stað.

Í miklum norðurljósa-„flóðum“ kemur það fyrir, að norðurljósin breiðast langt út fyrir háljósabeltið; þess eru jafnvel dæmi, að norðurljós hafi sézt suður í hitabelti. Viðburðir af þessu tagi fylgja í kjölfar geysilegra sólblossa, sem helzt er að vænta, þegar sólblettir ná hámarki. Sólblettaskeiðið er 11 ár að meðaltali. Stóð síðasta hámark á árunum 1957—1958. Síðan hefur sólblettum farið ört fækkandi, og er búizt við lágmarki 1964—1965. Á lágmarks-árum sjást norðurljós sjaldan á útljósasvæðunum svo að nokkru nemi.

Í háljósabeltunum er algengt, að ljósin myndi *boga* yfir þveran himin frá austri til vesturs eða því sem næst. Slíkir bogar geta haldizt kyrrir og rólegir tímunum saman, en þokast e. t. v. smátt

og smátt til norðurs eða suðurs. Birta boga getur aukizt mjög skyndilega. Þá myndast gjarna í boganum geislatafir, sem teygjast lengra upp á við. Oft koma fram fellingar í boganum, þannig að hann missir hina reglulegu bogalögun; nefnist það þá norðurljósaband. Þetta mun vera sú tegund norðurljósa, sem flestir kannast við hér á landi. Þeir geislar, sem sjást í norðurljósunum, hvar sem er á himninum, fylgja allir sömu stefnu (segulstefnunni) í háloftunum. Athuganda á jörðu niðri sýnist hins vegar sem geislarnir stafi allir frá einum punkti á himinhvolfinu. Einkum verður þetta áberandi, þegar ljósin eru á háhimninum, þar sem geislarnir mynda hvirfingu eða „kórónu“ um þann stað, sem hangandi segulnál vísar á. Sá staður nefnist segulhvirkfill.

Þegar birta ljósanna dvín, koma stundum fram hraðar ljósbylgjur, sem berast hver á eftir annarri upp á við frá sjóndeildarhring og lýsa upp þær norðurljósamyndanir, sem fyrir eru. Þetta eru svonefnd norðurljósaleiftur. Þótt leiftur þessi séu mjög sérkennileg, eru þau yfirleitt ekki björt, og því fæstir, sem nokkru sinni hafa séð þau. Á þessu stigi ljósanna, eftir að mesta birtan er um garð gengin, leggst oft samfelld norðurljósaslæða yfir mikinn hluta himins. Einnig geta komið fram *blettir* áþekkir skýjum.

Geislótt ljós munu hlutfallslega algengust á innljósasvæðunum og því líklegt, að geislar sjáist oftar í ljósum á norðurhimni en suðurhimni hér á landi, þótt ekki sé það fullkannað. Leiftrandi ljós eru hins vegar mun sjaldgæfari í norðri en suðri héðan að sjá, ef dæma má eftir þeim athugunum, sem gerðar hafa verið til þessa. Kemur það heim við þá vitneskju, sem nýlega er fengin, að leifturfyrirbærið er svo að segja óþekkt á innljósasvæðunum.

Orsakir hinna margvíslegu norðurljósamyndana eru að miklu leyti óráðnar enn. Hvað geislana snertir, er vafalaust um að ræða lýsandi slóð eftir rafagnir, sem fylgt hafa segullínunum jarðar inn í gufuhvolfið og stöðvazt að lokum í hinum þéttari loftlögum.

Afstaða sólar hefur mikil áhrif á norðurljósin og veldur bæði árstíðasveiflu og dagsveiflu í ljósunum. Yfirleitt er mest um

norðurljós á vorin og haustin, nærri jafndægum, en minna á öðrum tímum árs.

Um dagsveifluna er það að segja, að hún er nokkuð breytileg eftir athugunarstað. Viðast hvar hafa ljósin hneigð til að aukast á vissu skeiði nætur, sums staðar tvisvar á sólarhring. Kvikmyndafilmur, sem teknar voru á Rjúpnahæð við Reykjavík síðastliðinn vetur (1963–64) sýna glögg, að yfirleitt hefur verið mest um norðurljós milli klukkan níu og ellefu á kvöldin. Hliðstæðar filmur, sem til eru frá vetrinum 1958–59 gefa hins vegar allt aðra mynd: þann vetur var hámark ljósanna kl. 8–9 að kvöldi, og aftur kl. 2–3 að nóttu. Sú breyting, sem þarna hefur orðið, gæti bent til þess, að dagsveiflan sé háð sólblettaskeiðinu, en fleiri athugana er þörf til að sannprófa þá tilgátu.

Dagsveiflan kemur ekki einungis fram í birtu ljósanna, heldur og í öðrum einkennum þeirra, s. s. gerð, hreyfingu og stefnu. Til dæmis eru geislótt ljós víða algengari fyrir miðnætti, en blettaljós eftir miðnættið. Aðalhreying ljósanna, bæði á norðurhveli og suðurhveli, hefur reynzt vera frá vestri til austurs, en þessi rás virðist þó að talsverðu leyti undir tímanum komin. Fyrir miðnætti þokast norðurljósin fremur til suðurs á himninum, en eftir miðnætti til norðurs. Stefna boga og banda tekur háttbundnum breytingum, þegar á nóttina líður, en þó mismikið eftir athugunarstað.

Ekki er vitað með vissu, hvort norðurljós eru á himninum að degi til, þar eð ljósin eru miklu daufari en svo, að unnt sé að sjá þau, meðan sól er á lofti. En í rökkri eftir sólsetur á jörðu verða norðurljós oft sýnileg uppi í háloftunum, þar sem sól nær enn að skína, og má af því ráða, að sólarljósið angri þau ekki að marki.

Svo margbreytileg eru norðurljósin, að tæpast verður sagt, að þau hagi sér nokkurn tíma eins í tvö skipti. Þó vill bera við, að ljósin birtist á svipuðum tíma og hagi sér með líku móti tvö eða fleiri kvöld í röð. Mikil norðurljósaflóð geta staðið í marga sólar-

hringa samfleytt. Er þá stundum hægt að sjá ákveðnar, reglubundnar breytingar á ljósunum frá einu kvöldi til hins næsta.

Þess sjást nokkur merki, að útlit norðurljósa sé háð sólblettastreifi. Þau ár, sem mikið er um sólbletti, ber meira á löngum geislum í ljósunum, og alrauð norðurljós eru sömuleiðis tíðari. Skýringin gæti verið sú, að þau norðurljós, sem rekja má til sólblössa, séu frábrugðin hinum, sem M-svæðin valda, en um þetta atriði verður ekkert fullyrt að sinni.

6. Tilgangur og gildi norðurljósaathugana.

Sambandið milli norðurljósa annars vegar, og jarðstrauma, segulstorma og háloftatruflana hins vegar, er eingöngu þekkt í höfuðdráttum. Sama er að segja um samband þessara fyrirbæra í heild við sólblössa og önnur fyrirbrigði á sólinni. Þarna bíða mörg óleyst vandamál, sem rannsaka þarf, og verða sum þeirra tæpast skýrð nema með hliðsjón af upplýsingum, sem glöggir norðurljósaathugendur geta látið í té. Sjálfvirk myndavél, sem tekur myndir af öllum himninum í einu með ákveðnu millibili, getur vissulega skilað betri heildarlýsingu af miklum norðurljósum en einstakur athugandi hefur tök á í skrifaðri skýrslu, en þar með er ekki öll sagan sögð. Norðurljósamyndavélar geta t. d. ekki greint hinar ýmsu tegundir hverfulla norðurljósa (sjá síðar) svo að öruggt sé, og mjög kvik ljós verða óskýr eða jafnvel óþekkjanleg á filmunum. Þess vegna er nauðsynlegt, að sjónathuganir séu gerðar til að fullkomna þær upplýsingar, sem fást með myndatökum. Athugandinn þarf að skrá sem nákvæmasta lýsingu á norðurljósunum, í hvert sinn sem þau sjást. Hann þarf að þekkja hinar mörgu tegundir norðurljósa til að geta aðgreint þær fljótt og auðveldlega. Ef skýrslurnar eiga að hafa vísindalegt gildi, þurfa þær að vera gerðar samkvæmt föstum reglum og á kerfisbundinn hátt. Í síðari hluta þessarar handbókar verður lýst táknerfi því, sem tekið hefur verið upp með alþjóðlegri samþykkt.

II. hluti

Lýsing norðurljósa

1. Hið alþjóðlega táknmál.

Taflan hér að neðan gefur yfirlit yfir táknmál það, sem nota skal, þegar gerðar eru skýrslur um norðurljósaathuganir. Táknmál þetta var staðfest af alþjóðlegri nefnd 1962 og gekk í gildi í ársbyrjun 1964. Féll þá úr gildi eldra kerfi, sem notað hafði verið síðan 1930.

Yfirlitstafla

1) AFBRIÐI	2) HÁTTUR	3) GERÐ
<p>m – margfaldur $\left\{ \begin{array}{l} m_1 \\ m_2 \end{array} \right.$</p> <p>$f$ – skertur $\left\{ \begin{array}{l} - \\ - \end{array} \right.$</p> <p>$c$ – kórónuleitur</p>	<p>q – kyrr</p> <p>a – kvikur $\left\{ \begin{array}{l} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \end{array} \right.$</p> <p>$p$ – hverfull $\left\{ \begin{array}{l} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \\ p_4 \end{array} \right.$</p>	<p>H – eingerður</p> <p>S – grísjóttur $\left\{ \begin{array}{l} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \end{array} \right.$</p> <p>$R$ – geislóttur</p>
4) TEGUND	5) BIRTA	6) LITUR
<p>A – bogi</p> <p>B – band</p> <p>P – blettur</p> <p>V – slæða</p> <p>R – geisli</p> <p>L – ótilgr. teg.</p>	<p>1 – mjög daufur</p> <p>2 – meðaldaufur</p> <p>3 – bjartur</p> <p>4 – afar bjartur</p>	<p>a – rauður efst</p> <p>b – rauður neðst</p> <p>c – hvítur/grænn/gulur</p> <p>d – alrauður</p> <p>e – rauður og grænn</p> <p>f – blár/rauðfjólublár</p>

Til nákvæmrar lýsingar á norðurljósum skal nota eitt eða fleiri tákni úr hverjum dálki töflunnar, þannig að táknin fylgi sömu röð og dálkarnir í töflunni. Dæmi $f_{3}R_{2}B_{3}c$. Til fullkominnar lýsingar þarf a. m. k. eitt tákni úr hverjum dálki nema þeim fyrsta. Sá dálkur hefur sérstöðu á þann hátt, að lýsingin getur verið fullkomin, án þess að notað sé nokkurt tákni úr dálkinum. Ef einhverjum hinna dálkana er sleppt, verður lýsingin ófullkomin, en þó alls ekki gagnslaus; þannig geta verið mikil not af takmarkaðri lýsingu s. s. $RB_{3}c$ eða jafnvel RB .

Verður nú gerð nánari grein fyrir merkingu tákna. Þess skal getið til skýringar, að stafir þeir, sem notaðir eru í táknaálinu, eru að jafnaði upphafsstafir lýsingarorða og heita, eins og þau eru á enskri tungu (sjá viðbæti aftast).

2. Tegundir.

Bogi (A) } borðalaga ljós, mjög ílöng í lárétta átt.
Band (B) }

Blettur (P) } móðukennd ljós, engin tiltekin lögun.
Slæða (V) }

Geisli (R) { geislamynduð ljós, mjög ílöng og mjó,
nærri lóðrétt héraendis.

Bogar (A) og bönd (B) eru skyldar tegundir, sem í sameiningu nefnast borðalaga ljós. Þessi ljós einkennast af því, að þau eru mjög ílöng í láréttan þverskurð og liggja langa leið í svipaðri hæð, ýmist í eina átt eða í krókum. Neðri brún borðanna, sú sem næst er jörðu, er nokkurn veginn samfelld og tiltölulega skýrt afmörkuð. Er neðri brúnn yfirleitt mun skarpari og skýrar afmörkuð en sú efri, einkum þegar um björt ljós er að ræða. Þetta sést greinilegast, þá er ljósin liggja fjarri segulhvirlu.

Þegar borðarnir eru þunnir, minna þeir á silkiborða eða blaðrenninga, sem hallast á þverveginn í stefnu jarðsegulsviðsins. Á

Íslandi er þessi halli um 76° ($+1^{\circ}$), þannig að borðarnir virðast liggja nær lóðrétt á þverveginn. Lengd borðanna skiptir að jafnaði hundruðum eða þúsundum kílómetra. Þeir eru allt frá tug og upp í nokkur hundruð km á hæð, en sjaldan meira en fáeinir km á þykkt. Í háljósabeltunum og á útljósasvæðunum leitast borðalaga ljós yfirleitt við að fylgja stefnunni austur-vestur, nánar tiltekið hornrétt á segulnorður. Hér á landi stefnir segulnálin nú um 23° ($\pm 4^{\circ}$) til vesturs frá norðri, og liggja norðurljósaborðar því oft nær línunni ANA-VSV. Á innljósasvæðunum breytist stefnan mjög yfir nóttina, eftir því hvað klukkan er.

Það, sem hér hefur verið sagt um borðalaga ljós, á jafnt við um boga og bönd. Þessar tvær tegundir verða aðgreindar í lýsingu þeirri, sem á eftir fer.

A Bogi.

Nafnið *bogi* er notað um borðalaga ljós, þegar ljósið myndar jafnan og reglulegan sveig yfir himininn, eða hluta úr slíkum sveig. Á það skal bent, að hér á landi liggja bogar oft yfir miðjan himin, beint fyrir ofan athugandann, og þegar þannig hagar til, er bogalögunin ekki öllum svo augljós við fyrstu sýn. Bogar eru sjaldan mjög bjartir.

B Band.

Þegar neðri mörk borðalaga ljóss eru óregluleg, svo að hlykkir myndast eða fellingar, heitir það *band*. Bönd geta tekið á sig króklögun og jafnvel gormlögun, einkum í háljósabeltunum og á innljósasvæðunum. B myndast oft úr A á þann hátt, að boginn verður smám saman óreglulegri að lögun. Er þá stundum erfitt að skera úr um það nákvæmlega, hvenær boginn er orðinn að bandi.

P Blettur.

Þetta heiti er notað um þokukennda ljósbletti, sem ekki hafa neina tiltekna lögun, en líkjast oft skýjum í útliti. Slíkir blettir geta ýmist birzt stakir eða margir saman, en eru yfirleitt daufir. Þeir hafa enga skarpa neðri brún; jaðar þeirra er alls staðar fremur óljós. Algengt er, að blettir séu eitthvað nærri 10° í þvermál (hnefastórir, ef útrétt hönd er borin við himin). Blettir verða oft til á þann hátt, að kyrr bogi eða band leysist upp og hverfur að nokkru leyti, þannig að eftir standa stakir blettir eða blettahópur. Þegar blettir eru aflangir svo að greinilegt sé, hafa þeir tilhneigingu til að fylgja sömu stefnu og borðalaga ljós (austur—vestur).

V Slæða.

Nafnið slæða er notað um norðurljósamöðu eða hulu, sem þekkur allstórt svæði, jafnvel mikinn hluta himins. Jaðrar slæðunnar eru oftast ógreinilegir. Slæðan getur sézt ein, án þess að annarra ljósa gæti, en einnig kemur fyrir, að aðrar tegundir sjást í slæðunni. Í háljósabeltunum og á útljósasvæðunum er ekki óalgengt, að slæðan sé rauð að lit (litaflokkur d).

Stundum getur slæða myndað breiðan og víðáttumikinn boga yfir himinhvolfið. Þetta er eins konar millistig milli tveggja tegunda og nefnist því **bogaslæða (AV)**. Bogaslæða getur myndast við það, að einn eða fleiri bogar breiðast út og verða óskýrari. Mótur oft fyrir einstökum bogum í slæðunni. Brúnir bogaslæðu geta verið hvort sem er, skarpar eða þokukenndar. Hliðstæðar bogaslæðum eru **bandslæður (BV)**, en útlit þeirra er líkara böndum en bogum. Loks geta slæður verið af óreglulegri (blettótttri) gerð og nefnast þá **blettaslæður (PV)**.

R Geisli.

Geislar eru grannir ljósstafir eða ljóssúlur, sem fylgja stefnu jarðsegulsviðsins. Á Íslandi er halli segulsviðsins svo mikill, að norðurljósageislar virðast í fljótu bragði lóðréttir. Geislar eru

gjarna mjög langir og jafnbjartir (R_3R , sjá síðar). Þeir geta myndast stakir, en sjást að jafnaði nokkrir saman, ýmist á litlu svæði eða dreifðari. Séu geislarnir svo margir og þéttir, að þeir myndi samfellda heild, eru ljósin hins vegar talin til þeirrar tegundar, sem lögun heildarinnar segir til um (RA, RB o. s. frv., sjá síðar).

L Ljós (tegund ótilgreind).

Fyrir getur komið, að athugandi sjái norðurljós við svo slæm skilyrði, að ekki sé mögulegt að greina tegund ljósanna, t. d. vegna skýja, tunglskins eða mikillar fjarlægðar. Þegar svo ber til, má nota bókstafinn L til að tákna hina óþekktu tegund. Hugsanlegt er, að gerð og háttur ljósanna sjáist, þótt tegundin verði ekki greind; þannig mætti rita RL, pHL. Í nýja alþjóðatáknmalinu hefur bókstafurinn N verið tekinn upp í þessari sömu merkingu, en sú ráðstöfun verður að teljast óheppileg, þar sem N er yfirleitt notað til að tákna norðurátt.

Tegundaskil.

Eins og fram kemur af lýsingunni hér á undan, eru mörkin milli hinna ýmsu tegunda norðurljósa hvergi nærri skýr, enda er þess tæplega að vænta, þar sem algengt er, að ljósin umbreytist smám saman úr einni tegund í aðra. Við þetta koma fram millistig, sem erfitt er að heimfæra ákveðið undir aðra tegundina fremur en hina. Sérstaklega á þetta við um bogaslæður, bandslæður og blettaslæður, og hefur því hér verið tekin upp sú aðferð að tákna þessar millitegundir með tveimur bókstöfum (AV, BV og PV), eins og fyrr er sagt. Geislar (R) hafa nokkra sérstöðu. Að vísu blandast þeir oft inn í aðrar tegundir ljósa, en þegar slíkt gerist, er ekki litið á geislana sem sérstaka tegund, heldur sem þátt í gerð þeirra ljósa, sem þeir blandast í (sjá næstu grein).

3. Gerðir.

Með gerð norðurljósa er átt við innri gerð þeirra. Eftir henni skiptast ljósin sem hér segir:

eingerð H,
grisjótt (S), $\left\{ \begin{array}{l} R_1 \text{ (geislar stuttir),} \\ R_2 \text{ (geislar langir),} \\ R_3 \text{ (geislar afar langir).} \end{array} \right.$
geislótt (R)

H Eingerður.

Eingerð kallast þau ljós, sem hafa enga skarpa drætti í innri gerð; þau eru annað hvort jafnbjört alls staðar, ellegar birtan breytist smám saman án stökkbreytinga frá einum stað til annars. Jaðar ljósanna getur ýmist verið óskýr eða skarpur; algengt er, að neðra borðið sé skarpara. Eingerðir bogar (HA) og eingerð bönd (HB) eru hvor tveggja algeng.

S Grisjóttur.

Þessi gerð er stundum sýnileg í blettum (SP), en oftast þó í bogum og böndum (SA, SB), svo og í bogaslæðum og bandslæðum (SAV, SBV). Sést þá, að ljósið er aðgreint í fingerðar rákir eða garða, sem hafa fremur óreglulega lögun, en eru þó nokkurn veginn samsíða grunnjaðri (eða neðri brún) ljóssins. Rákirnar eru yfirleitt um 10 km að lengd. Þessi gerð ljósa sést yfirleitt ekki nema ljósin séu beint yfir athuganda, eða því sem næst. Séu þau lægra á himni, renna drættirnir saman fyrir auganu.

R Geislóttur.

Geislótt ljós einkennast af geislum, sem liggja eftir stefnu segulsviðsins (hér nærri lóðrétt). Geislarnir eru stundum daufir og óljósir, en líka geta þeir orðið svo skýrir, að ljósin virðist blátt áfram mynduð úr þeim einum saman. Geislótt bönd (RB) eru mjög algeng, og geislóttir bogar (RA) sjást einnig á stundum. Fyrir

kemur, að hluti af bandi er geislóttur, en hinn hlutinn eingerður; þetta má rita: $(H+R) B$. Rétt er að benda á það, að geislar (R) teljast ætíð geislóttir, en hvorki eingerðir né grisjóttir. Tákna-samsetningin RR telst því lögleg, en HR og SR eru ekki notaðar.

Geislóttum ljósum er skipt í þrjá undirflokkka eftir lengd geislanna. R_1 táknar stutta geisla, R_2 langa geisla og R_3 mjög langa geisla. Dæmi: R_1A , R_2B , R_3R .*) Skal þessum gerðum nú lýst nokkru nánar.

R_1 . Í ljósum af þessari gerð eru geislarnir stuttir (s. s. 10 km að lengd), bjartir neðst, en dofna mjög ört, þegar ofar dregur. HB breytist oft í R_1B . Myndast þá geislarnir stundum fyrst í öðrum enda bandsins, en stundum myndast þeir samtímis um bandið allt. Breytingin er oft snögg og fylgir auknum óróa í ljósunum.

R_2 . Þetta tákn er notað, þegar lengd geislanna er meiri, svo að skiptir hundruðum kílómetra. Ljósið dofna þá ekki eins ört upp á við, og geislarnir geta nálgast það að vera jafnbjartir að endilöngu. R_2B eru mjög áberandi í ljóshviðum í háljósabeltunum; myndast þau oft úr HB eða R_1B og eru yfirleitt mjög kvik og björt. Stundum verður R_2B eins og feiknastórt tjald eða skikkja á himninum.

R_3 . Hér eru geislarnir afar langir (allt að 1000 km að lengd) og geta þá teygzt alla leið frá hvirfilpunkti niður að sjóndeildarhring. Algengast er, að þeir séu fáir saman eða stakir (R_3R) og mjög kyrrir. Geislar þessarar gerðar eru nokkuð jafnbjartir á lengdina, en yfirleitt heldur daufir. Dreifðir R_3R eru eitt af einkennum innljósasvæðanna, en sjást þó stundum í háljósabeltunum og á útljósasvæðunum.

*) Ath., að reglan er sú að rita R_1R , R_2R og R_3R (en ekki bara R_1 , R_2 , R_3) til að tákna geisla af mismunandi lengd. Miðar þessi ritháttur að því að skapa aukid samræmi í táknaálinu, þannig að alltaf sé ljóst, hvort bókstafur tákni gerð eða tegund.

4. Hættir.

Með hætti norðurljósa er átt við breytileika ljósanna, bæði hvað snertir lögum, birtu og hreyfingu á himni. Norðurljós geta verið með þrennum hætti:

kyrr (*q*),
kvik (*a*),
hverful (*p*).

q Kyrr.

Kyrr eru þau norðurljós kölluð, sem breyta mjög hægt um lögum og stöðu á himninum. Til dæmis geta qR_3R haldizt nokkurn veginn óbreyttir í hálf tíma eða klukkutíma. Bogar eru að jafnaði kyrrir (qA). qHB getur verið kyrrt á sama stað langa stund; eins er algengt, að bönd af þessu tagi haldi lögum sinni nokkurn veginn, en hliðrist til smátt og smátt í stefnu hornrétt á lengd sína með hraða, sem nemur allt að 50 m/sek. Slík hreyfing er rétt nægileg til þess, að unnt sé að greina hana frá kyrrstöðu við nánari athugun, þegar ljósin eru hátt á lofti.

a Kvikur.

Norðurljós eru sögð kvik, ef þau skipta ört um lögum eða hreyfast til, þannig að greinilega breytingu megi sjá á fáeinum sekúndum. Bönd eru mjög oft kvik, sérstaklega þegar þau eru geislótt (aRB). Kvik ljós eru venjulega björt. Fjórar tegundir kvikleika eru aðgreindar:

a_1 . Skammstöfunin a_1 er notuð til að tákna hreyfingu á fell-ingum eða ójöfnum eftir jöðrum norðurljósabanda (B). Hreyfing af þessu tagi getur verið talsvert hröð (allt að 500 m/sek) og sést mjög greinilega, einkum ef böndin eru hátt á lofti.

a_2 . Þessi skammstöfun er notuð, þegar neðra borð ljósanna breytir ört um lögum. Samtímis þessari breytingu geta ljósin í

heild færzt hratt til á himninum. Í háljósabeltunum eru a_2RB algeng, þegar ljóshviður standa sem hæst.

a_3 . Þessi háttur lýsir sér í hraðri hreyfingu geisla lárétt eftir ljósunum endilöngum. Hreyfingin getur verið í eina átt, í tvær andstæðar áttir samtímis, eða í aðra hvora áttina til skiptis. Títt er, að hreyfingarhraðinn sé um 10 km/sek. Sem dæmi um þennan hátt mætti taka a_3RB , sem algeng eru í ljóshviðum háljósabeltanna.

a_4 . Skammstöfunin a_4 á við norðurljóshviðu í heild, en ekki einstök ljós. Er hún notuð, þegar svo ber við, að ljós hverfa fremur skjótt á einum stað, en önnur ljós sams konar eða annarrar tegundar birtast annars staðar á himninum. Þetta fyrirbrigði er algengt um það leyti, sem draga tekur úr ljósaflóði í háljósabeltunum.

p Hverfull.

Hverful nefnast þau norðurljós, sem háð eru birtusveiflum, reglulegum eða óreglulegum. Sveiflutíminn getur verið örstuttur, aðeins brot úr sekúndu, eða lengri, allt upp í nokkrar mínútur. Af hverfulum norðurljósum eru blettir (P) algengastir. Hverfulir, eingrðir blettir (pHP) sjást tíðum undir lok ljósaflóðs í háljósabeltunum. Hverful ljós greinast í fjóra flokka: *blikótt ljós* (p_1), *leiftrandi* (p_2), *flöktandi* (p_3) og *streymandi* (p_4).

p_1 (*blikóttur*). Þegar ljósið breytir um birtu alls staðar samtímis (heill bogi, til dæmis), kallast það blikótt. Í háljósabeltunum eru p_1HP algengir í lok ljósaflóða. Blikótta boga og bönd gefur einnig að sjá, stundum í skertri mynd (fp_1HA , fp_1HB , sjá síðar). Blikótt ljós eru sjaldgæf á innljósa svæðunum.

p_2 (*leiftrandi*). Þessi tegund hverfuleika tekur til stórs svæðis af himninum fremur en til einstakra ljósa. Er þá sem ljósöldur berist yfir himininn hver eftir aðra, oft mjög hratt, og yfirleitt upp á við frá sjóndeildarhring. Í leiftrunum má greina tegundir

s. s. bönd og bletti (B og P), sem lýsast upp, meðan ljósalda fer yfir þau, en dofna aftur, þar til næsta alda berst yfir. Þetta fyrirbæri er algengt, eftir að bjartar ljóshviður eru um garð gengnar. Leiftrandi ljós sjást sjaldan eða aldrei á innljósasvæðunum.

p₃ (flöktandi). Flökt nær einnig til verulegs svæðis á himni. Það lýsir sér þannig, að ljósin á umræddu svæði sýna hraðar og fremur óreglulegar birtubreytingar, eins og þau væru lýst upp af flöktandi eldi. Þetta fyrirbrigði er sjaldgæft og hefur aldrei sézt á innljósasvæðunum.

p₄ (streymandi). Hér eru á ferðinni óreglulegar birtusveiflur, sem hreyfast hraðfara lárétt eftir eingerðum ljósum. Streymandi ljós sjást í háljósabeltunum og á innljósasvæðunum.

5. Afbrigði.

Stundum koma norðurljósin fram í afbrigðilegri mynd, sem þörf er að geta um í skýrslum. Þremur slíkum afbrigðum er ætlað rúm í táknmálinu:

margfaldur (m),

skertur (f),

kórónuleitur (c).

m Margfaldur.

Þetta lýsingarorð er notað, þegar fram koma tvö eða fleiri samskonar ljós, sem fylgjast að á himninum (nokkurn veginn samsíða, þegar um ílangar tegundir er að ræða). Með tölustaf, sem settur er aftan og neðan við bókstafinn m, er gefið til kynna, hve mörg ljósin eru. Til dæmis táknar m₂HA tvo eingerða boga, sem liggja samsíða nálægt hver öðrum. Stafurinn m er líka notaður um það, þegar geislar eru margir saman (t.d. mR₃R). Margföld ljós geta jafnframt verið grísjótt (S); til dæmis sjást margföld, grísjótt bönd (mSB) stundum í háljósabeltunum.

f Skertur.

Oft á tíðum sést aðeins hluti af bandi eða boga, þ. e. a. s. borðinn nær ekki frá sjóndeildarhring til sjóndeildarhrings. Það, sem á vantar, hefur ef til vill verið sýnilegt áður, en síðan horfið. Slík ljós eru kölluð skert. fHB og fRB eru algeng í háljósabeltunum. Táknið f má einnig nota um hluta af bogaslæðu eða bandslæðu (fAV, fBV).

c Kórónuleitur.

Eins og fyrr er sagt, fylgja geislar í norðurljósum nokkurn veginn stefnu segulsviðsins og sýnast því allir stafa frá einum punkti, svonefndum segulhvirlu, sem hér á landi er lítið eitt til SSA frá miðjum himni. Þegar geislótt ljós eru nærri þessum bletti, mynda geislarnir vegna afstöðunnar hvirfingu um punktinn, líkasta blævæng eða kórónu. Eingerd ljós eiga það einnig til að taka á sig svipaða mynd, þegar þau sjást í nánd við segulhvirlu. Afbrigði þetta er táknað með bókstafnum c, t. d. cRB, cHP.

6. Birta.

Norðurljósum er skipt í fjögur birtustig, sem hér segir:

1 mjög dauf ljós, á borð við Vetrarbrautina;

2 meðaldauf ljós, á borð við fjaðurský (cirrus) í tunglskini;

3 björt ljós, sambærileg við bólstraský (cumulus) í tunglskini;

4 afar björt ljós, miklu bjartari en 3, stundum svo björt, að greinilegir skuggar sjást af hlutum á jörðu niðri.

Stigaskiptingin, eins og henni er lýst hér að ofan, er að vísu ekki nákvæm, en mjög gagnleg engu að síður. Til er nákvæmari skilgreining á birtustigunum, miðuð við notkun mælitækja. Vert er að minna á það, að grænn litur sést ekki í ljósunum, nema þau séu björt (3. eða 4. stig). Þegar ljósin eru daufari, sýnast þau gráhvít, vegna þess að litaskyn augans nemur þá ekki græna litinn (sbr. það, sem fyrr er sagt). Séu ljósin hins vegar rauð, getur aug-

að greint litinn, jafnvel við birtustigið 1. Kyrrir, eingærðir bogar hafa gjarna birtuna 1 eða 2 (qHA1, qHA2), en kvik, geislótt bönd ná oft birtu 3 eða (sjaldnar) 4. Dæmi: a_3R_2B3 , a_3R_2B4 .

7. Litir.

Eftir litum og litasamsetningu er norðurljósum skipt í sex flokka, sem táknaðir eru með bókstöfunum frá a til f:

- a rauður litur ofan til (ekki að neðan);
- b rauðlituð neðri brún;
- c hvítur, grænn eða gulur litur;
- d alrauður;
- e rauður og grænn (samsíða);
- f blár eða rauðfjólublár litur ríkjandi.

a. Þessum flokki tilheyra norðurljós, sem eru rauð ofan til, en grænleit eða hvítleit að neðan. Þetta er nokkuð algengt í böndum og löngum geislum (R_3R). Liturinn stafar frá súrefni.

b. Undir þennan flokk heyra þau ljós, sem eru rauð neðst, en ekki þegar ofar dregur. Í háljósabeltunum er algengt, að ljósin hafi þennan lit. Liturinn á rót sína að rekja til köfnunarefnissameinda (N_2) og sést einkum í ljósum, sem eru tiltölulega lágt yfir jörðu.

c. Þessi bókstafur er notaður til að tákna hvít, græn eða gul norðurljós. Um eðli þessara lita hefur áður verið rætt.

d. Alrauð norðurljós, sem stundum sjást, eru yfirleitt í mikilli hæð (nokkur hundruð km), og er fyrirbærið ekki óalgengt í ljóshvítum á útljósasvæðunum. Liturinn er myndaður af súrefnisfrumeindum.

e. Rauður og grænn litur tvinnast oft saman í norðurljósum, án þess að litirnir séu aðskildir eftir hæð frá jörðu. Þegar svo er, stafa litirnir frá súrefnisfrumeindum. Í RB koma þeir oft fram í hættinum a_3 .

f. Blár litur verður tíðum yfirgnæfandi í miklum norðurljósa-

flóðum, bæði meðan hviðurnar standa sem hæst og einnig eftir að ljósin eru tekin að fjara út. Lit þennan má rekja til jónaðra köfnunarefnissameinda (N_2^+). Þegar blái liturinn blandast saman við rauðan lit frá súrefnisfrumeindum, kemur fram rauðfjólublár litur. Hinn blái eða rauðfjólublái blær er oft sterkari ofan til í ljósunum.

8. Notkun tákanna.

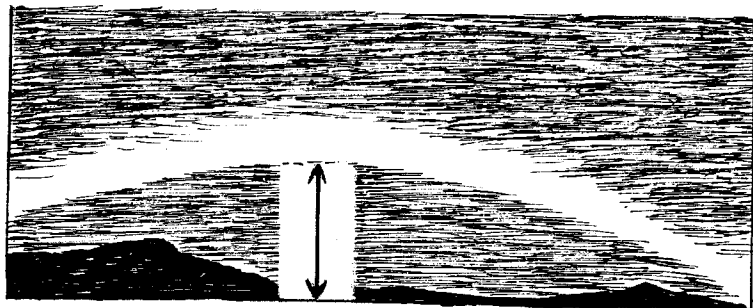
Sem dæmi um ítarlega notkun táknaðsins mætti taka skammstöfunina cfa_3R_2B3c . Þetta myndi merkja brot (f) af björtu (3), hvítu, gulu eða grænu (c), geislóttu bandi (R_2B) með löngum (R_2) geislum, sem hreyfast hratt lárétt (a_3) eftir bandinu og mynda kórónu (c) um segulhvirlu. Það á ekki að valda misskilningi, þótt stafurinn c sé notaður bæði til að tákna afbrigði (kórónulögun) og litaflokk, því að stafaröðin sker úr um, hvað við er átt.

Nú er ekki víst, að athugandinn hafi tíma eða aðstöðu til að skrá öll einkenni norðurljósanna í skýrslu sína. Þegar svo stendur á, getur hann takmarkað skýrsluna við aðalatriði, s. s. tegund, gerð og birtu, og ritað þannig RB3, til dæmis.

Annað dæmi: fqHA1c merkir skertan (f), kyrran (q), eingærðan (H) boga (A) á birtustiginu 1, hvítan, grænan eða gulan að lit (c).

9. Hæð norðurljósa á himni.

Neðra borð boga og banda er næstum alltaf í kringum 100 km hæð yfir jörðu. Með því að mæla hæð þessara ljóstegunda (neðra borðsins) frá sjóndeildarhring er auðvelt að reikna út, hve langt í burtu ljósin eru í lárétta stefnu, þ. e. yfir hvaða svæði þau liggja. Þar sem bogar og bönd liggja yfirleitt frá austri til vesturs eða því sem næst (þvert á segulstefnuna), nægir að mæla hæð þessara ljósa þar, sem þau ná hæst yfir sjóndeildarhring (í segulnorðri eða segulsuðri). Ein slík mæling gefur þá til kynna, hve langt fyrir



norðan eða sunnan athugandann ljósborðinn liggur. Meðfylgjandi skýringarmynd sýnir, hvaða hæð það er, sem mæla skal.

Ef ekki er fyrir hendi sérstakt áhald til að mæla hæð frá sjóndeildarhring í gráðum, er mögulegt að nota til þess reglustiku, sem haldið er í útréttri hendi. 1 cm svarar til u. þ. b. einnar gráðu (1°) á himinhvolfinu. Krepptur hnefi útréttrar handar nær yfir 9° eða svo, og spönn (milli þumalfingurs og litlafingurs) nærri 20° .

10. Athugunartímar.

Ákjósanlegt væri, að athugandi gæti fylgzt með norðurljósum í sem lengstan tíma samfellt á kvöldi eða nóttu. Þess er þó ekki að vænta, að alltaf gefist tími eða tækifæri til langvarandi athugana. Ef athugunarmaður getur aðeins skyggzt eftir ljósunum stutta stund í einu, væri æskilegast, að athugunarstund félli á *heilan tíma*, en þar næst á stundarfjórðungana (þ. e. 15, 30 og 45 mín. frá byrjun hverrar klukkustundar). Þessir tímar eru alþjóðlegir athugunartímar.

Klukka sú, sem notuð er við tímaákvarðanir, verður að vera nákvæmlega rétt stillt. Er athugunarmönnum bent á að stilla klukkur sínar eftir símaklukkunni (Reykjavík) eða tímamerkjum útvarpsins. Skekkja, sem nemur meiru en einni mínútu, getur skipt máli, þegar farið er að bera saman athuganir víðs vegar

að og vinna úr þeim. Nákvæmni í tímasetningu er sérstaklega áriðandi, þegar um er að ræða snöggar og umfangsmiklar breytingar á norðurljósunum.

11. Myrkurstundir.

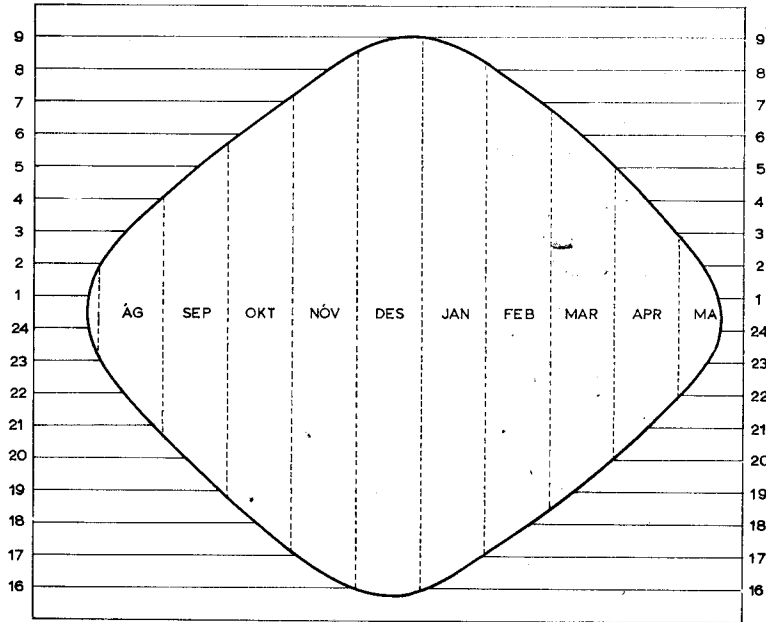
Á Íslandi er ekki mögulegt að fylgjast með norðurljósum yfir sumarmánuðina vegna dagsbirtunnar. Í Reykjavík verður aldrei alveg dimmt eftir 10. apríl, en þó dimmir nægilega um lágnættið, til að unnt sé að greina norðurljós fram í maí. Athuganir benda til þess, að björtustu norðurljós fari að sjást um það leyti, sem sól er 6° undir sjóndeildarhring (tólf þvermál sólar). Línurit á bls. 28 sýnir, hve lengi á hverri nóttu mögulegt er að fylgjast með norðurljósum í Reykjavík á hverjum árstíma. Um miðjan nóvember, til dæmis, er nægilega dimmt til norðurljósaathugana frá kl. 16½ til kl. 8 eftir íslenskum miðtíma, þ. e. í 15½ stund. Á bls. 28 er einnig að finna hliðstætt línurit fyrir Akureyri. Hinn smávægilegi munur á línuritunum stafar í fyrsta lagi af breiddarmismun staðanna og í öðru lagi af lengdarmismun þeirra. *Breiddin* ræður lögun „myrkurtígulsins“, sem svo mætti nefna. Eftir því, sem norðar dregur, verður tígullinn styttri á þverveginn, en lengri á hæðina. Þannig geta norðurljós sézt frá 21. júlí til 24. maí í Vík í Mýrdal, en aðeins frá 4. ágúst til 9. maí í Grímsey. Þar á móti vegur, að lengsta nótt ársins er 18 stundir í Grímsey, en aðeins 17 stundir í Vík. Sé litið á árið í heild, fækkar þó myrkurstundunum, þegar norðar dregur. *Lengd* athugunarstaðar breytir engu um lögun myrkurtígulsins, en hún ákvarðar hins vegar, hvort hann er ofarlega eða neðarlega á blaðinu, þ. e. miðað við tímatölurnar til beggja hliða. Þannig dimmir að öðru jöfnu þremur stundarfjórðungum síðar á kvöldin vestast á landinu en austast, og birtir að sama skapi seinna á morgnana.

Línuritin á bls. 28 eru miðuð við íslenskan miðtíma. Meðan sumartími er í gildi, en það er venjulega frá því í byrjun apríl

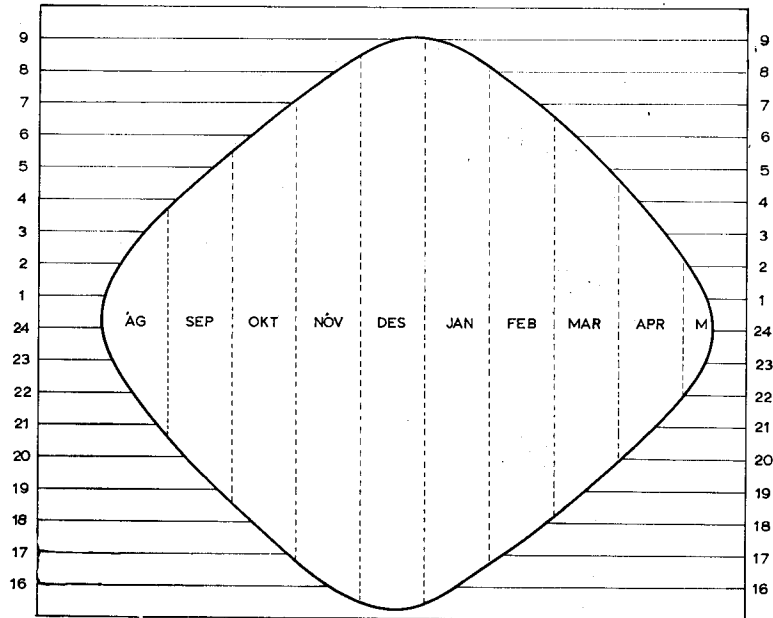
fram í lok október, rökkvar skiljanlega klukkutíma seinna á kvöldin en línuritin gefa til kynna, og er það sízt til hægðarauka fyrir þá, sem norðurljósaathuganir stunda.

12. Tilhögun við athuganir.

Athugunarmaður, sem ætlar að fylgjast með norðurljósum lengi nætur, þarf helst að koma sér sem haganlegast fyrir, þannig að hann geti skrifað lýsingu sína á norðurljósumum jafnóðum. Varast ber að nota bjart ljós við skriftir, meðan á athugun stendur, því að augun eru lengi að venjast myrkrinu á ný. (Til fullkominnar aðlögunar þarf allt að þrjátíu mínútum.) Ef bregða þarf upp ljósi, er heppilegast, að það sé rautt. Rauðlitað ljós truflar ljósnæmi augans tiltölulega lítið.



Ljósaskipti í *Reykjavík* (efri mynd) og á *Akureyri* (neðri mynd). Myndirnar sýna, hvenær nægilega dimmt er til norðurljósaathugana um hver mánaðamót (punktalínur). Tölurnar tákna íslenzkan miðtíma.



Viðbætur

Til glöggvunar fyrir lesendur er hér með birtur listi yfir ensk heiti í norðurljósatáknmálinu. Eins og listinn ber með sér, hefur val íslenzku heitanna ekki verið einskorðað við orðréttu þýðingu úr ensku.

Tákn	enskt heiti	ísl. heiti
A	arc	bogi
B	band	band
P	patch	blettur
V	veil	slæða
R	ray	geisli
H	homogeneous	eingerður
S	striated	grisjóttur
R	rayed	geislóttur
q	quiet	kyrr
a	active	kvikur
p	pulsing	hverfull
p ₁	pulsating	blikóttur
p ₂	flaming	leiftrandi
p ₃	flickering	flöktandi
p ₄	streaming	streymandi
m	multiple	margfaldur
f	fragmentary	skertur
c	coronal	kórónuleitur



HA (Kongsberg, Noregi).

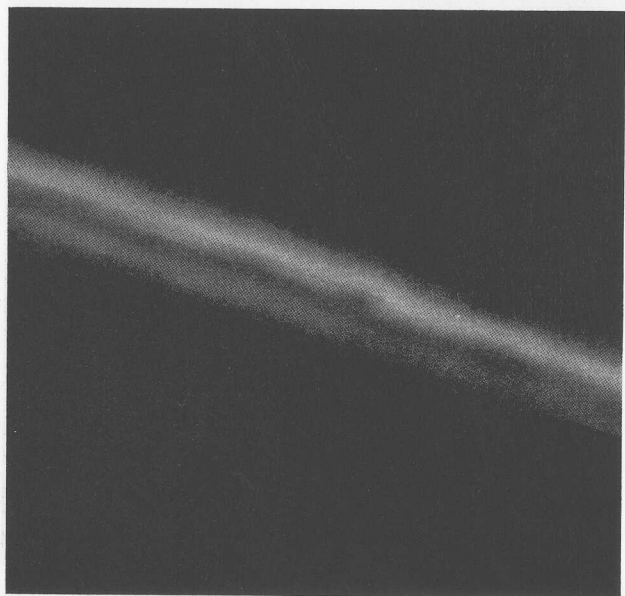


HA (Reykjavík).

Á myndinni sést aðeins hluti af boganum.



HB (Mawson, Suðurskautslandi).



m₂HB (Macquarie eyju).



m₂R₁B og **m₃HB** (College, Alaska).
Geislarnir sjást óglöggð á myndinni.



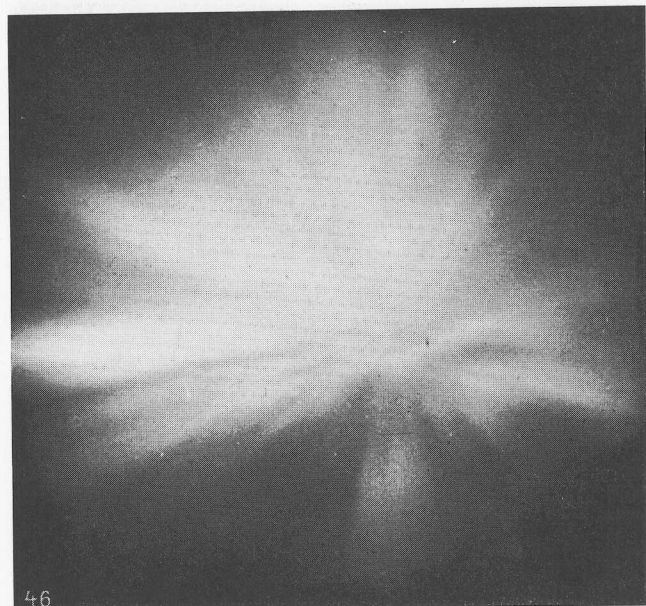
R₁B (Rjúpnahæð við Reykjavík).



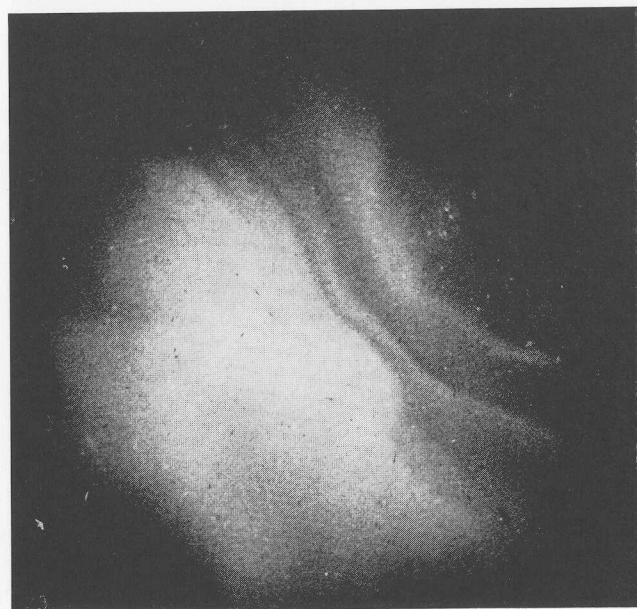
R₂B (Reykjavík).



cR₂B (College, Alaska).



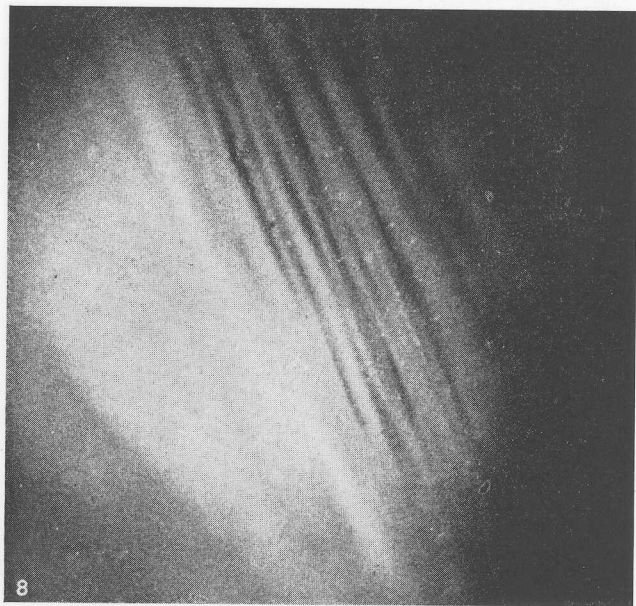
cR₂B (Bygdø, Noregi).



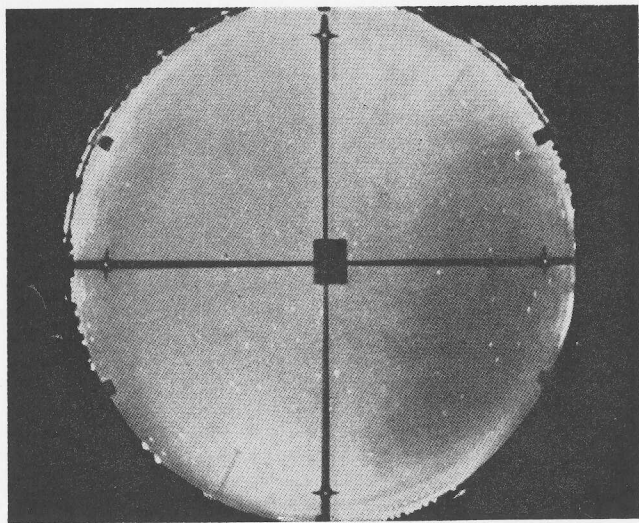
SP (Oslo, Noregi).



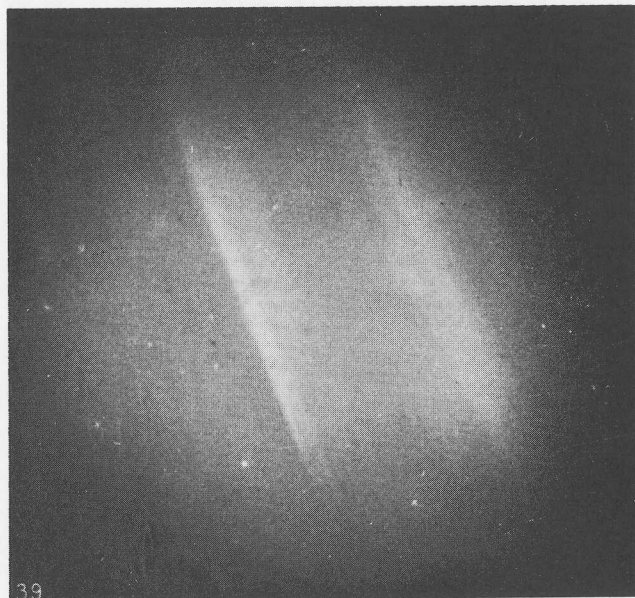
mpHP (Ithaca, U.S.A.).



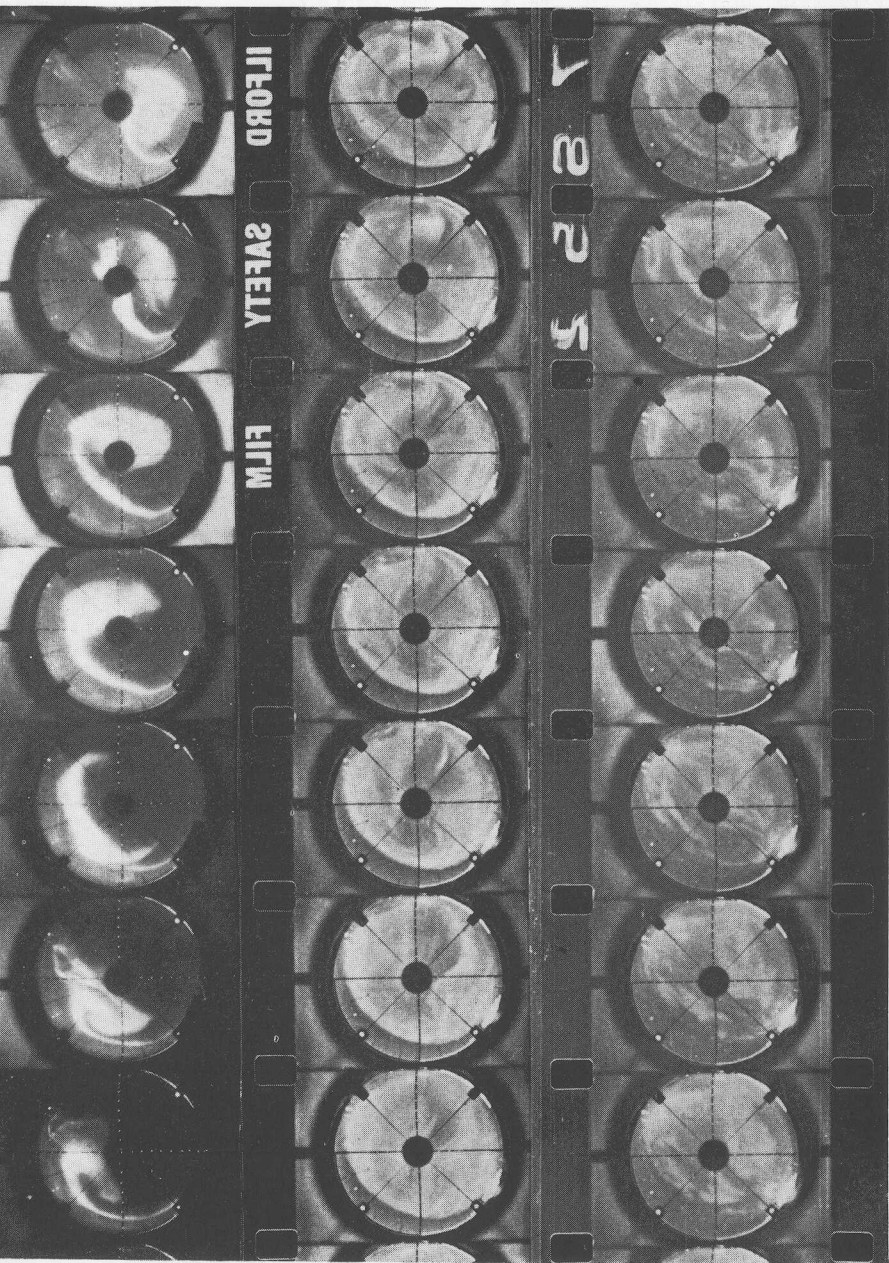
SAV (Bossekop, Noregi).



HV (Saskatoon, Kanada).



RR (Bygdø, Noregi).

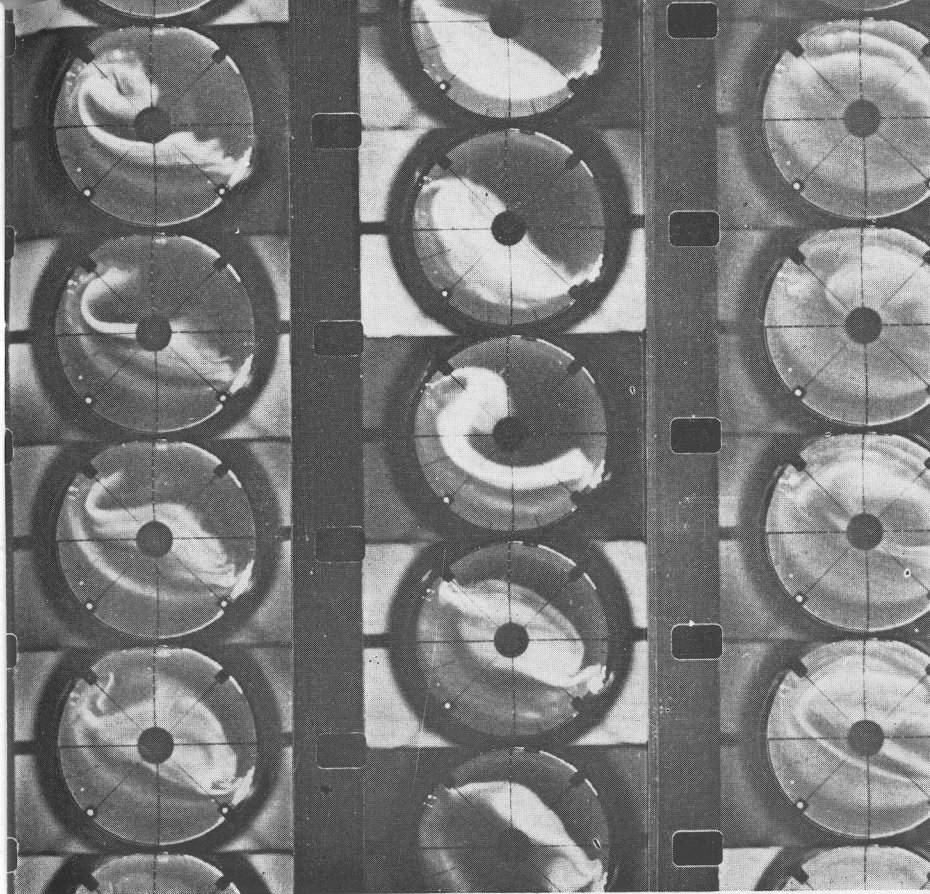


aB

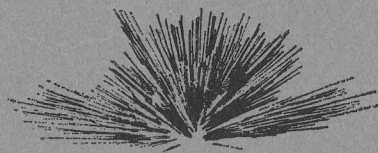
BV

pPV

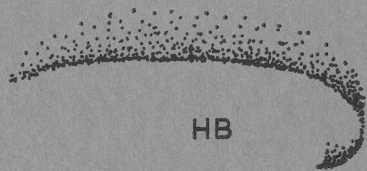
Sjá skýringar með næstu mynd.



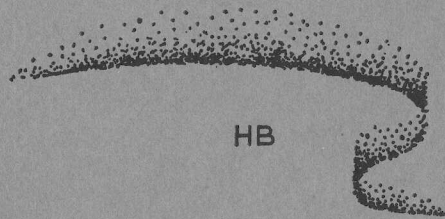
Hlutar úr norðurljósafilmum. Hver einstök mynd sýnir allan himininn niður að sjóndeildarhring. Norður er upp á myndunum, suður niður, vestur til hægri og austur til vinstri. Samliggjandi myndir (lóðrétt) eru teknar með mínútu millibili. Á myndunum ber mest á björtum, kvikum norðurljósaböndum, aB3—4. Á filmunni til vinstri sést einnig bogi (A) á suðurhimni, og á filmunni til hægri breið bogaslæða (AV). Aðalstefna ljósanna, frá ANA—VSV eða þar um bil, kemur glögg fram á myndunum. (Rjúpnahæð við Rvík.)



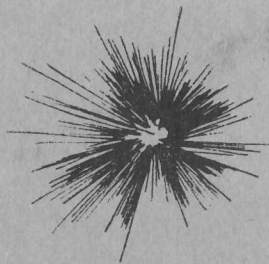
cRB



HB



HB



cRB



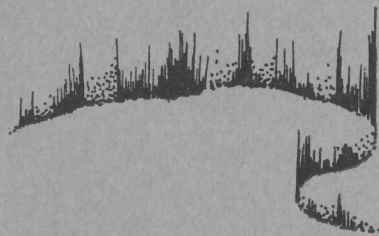
HP



RR

NORÐURLJÓS

Handbók um
norðurljósaathuganir



Þorsteinn Sæmundsson tók saman