



JUHEND

heliknate ööpilvede
vaatusteks

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA
LOODUSUURIJATE SELTS

H. MÜRK ja H. NIILISK

JUHEND
HELKIVATE ÖÖPILVEDE
JA
VIRMALISTE VAATLUSTEKS

TARTU — 1959

SAATEKS

Eesti NSV Teaduste Akadeemia juures asuv Loodusuurijate Selts on seni läbi viinud palju loodusevaatlusi ja saavutanud sel alal märkimisväärseid tulemusi. Vaatlustesse on kaasa haaratud hulgaliselt loodusesõpru. Täppisteaduste, eriti aga geofüüsika valdkonnas pole seni korraldatud vaatlusi, olgugi et paljude huvitavate loodusnähtuste jälgimisel oleks vajalik laialdane vaatlejate võrk. Käesoleva juhendi väljaandmisega tahab Loodusuurijate Seltsi täppisteaduste sektsioon astuda esimese sammu geofüüsikaliste nähtuste vaatlejate võrgu organiseerimisel.

Juhend mõningateks meteoroloogilisteks vaatlusteks on koostatud autorite kollektiivi poolt ning on määratud abiks vaatluste tegemisel Loodusuurijate Seltsi usaldusmeestele, koolide füüsika ja geograafia õpetajatele, noorte naturalistide ringidele ja teistele asjast huvitatuile. Juhendis käsitletakse kahte meteoroloogilist elementi, nimelt helkivaid ööpilvi ja virmalisi. Eelnimetatud küllaltki huvitavate meteoroloogiliste nähtuste kohta Eesti NSV territooriumil pole seni küllaldaselt andmeid. See oligi ajendiks just nende meteoroloogiliste elementide valikul. Olenevalt huvist võib vaatleja valida endale ühe või teise vaatlusobjekti. Väga oluline on see, et vaatlused oleksid tehtud ühtse meetoodika järgi. Vaatlusandmete vormistamise

eeskujuks on antud juhendis tabelite näidised. Teiseks oluliseks punktiks vaatluste juures on nende pidevus. Kui vaatlusi on tehtud pidevalt (olguigi et võib-olla vaadeldavat nähtust ei esinenud), siis on igal üksikul vaatlusel palju suurem kaal.

Kõiki vaatlejaid palume andmed saata aadressil:
Tartu, Hariduse tänav 3, Loodusuurijate Seltsi täppisteaduste
seksioon.

I. HELKIVAD ÖÖPILVED

Üldisi andmeid helkivate ööpilvede kohta

Mõnikord ilmuvad pärast päikese loojumist või enne päikese tõusu eha või koidu foonil helkivad pilved, mis sarnanevad päeval nähtavate läbipaistvate kiudpilvedega. Need on helkivad ööpilved ehk nn. hõbepilved, mis asuvad võrdlemisi suurel kõrgusel — 80—85 km. Keskmiseks hõbepilvede kõrguseks on 82 km. Nende pilvede suure kõrguse tõttu valgustab päike neid veel kaua pärast loojumist. Sel ajal päike ei valgusta enam harilikke pilvi, mis asuvad kuni 10 km kõrgusel, ja need kas pole üldse nähtavad või paistavad mustade siluettidena taevafoonil. Läbi harilike pilvede paistavad kuu ja tähed kas ähmastena või pole üldse nähtavad. Hõbepilved on aga niivõrd õhukesed, et neist paistavad kuu ja tähed vabalt läbi. Et hõbepilved saavad oma valguse päikeselt, siis võib neid näha ainult sellistel aegadel, kui nad asuvad päikesekiirtes ning kui taevafoon on küllalt tume, et me neid märkame, s. t. mõni aeg pärast päikese loojumist ja enne päikese tõusu. Päeval pole hõbepilved nähtavad, sest taeva heledus on nende heledusest palju suurem. Kõige paremini on hõbepilved nähtavad, kui päike on laskunud horisoni alla $6-12^\circ$, kuid väikeses segmendis võivad nad olla nähtavad veel kuni päikese negatiivse kõrguseni 18° . Hõbedaselt helkivad pilvemassid on kõige selgemini nähtavad $5-15^\circ$ kõrgusel horisonidist, kuna aga horisoni lähedal nad on nõrgad valguse neeldumise tõttu õhus. Tavaliselt me ei näe tervet hõbepilvede massi, vaid ainult seda

osa, mis asub eha- või koidusegmendis ja mida valgustavad päikesekiired. Mõnikord võib aga näha ka pilve serva. Sel korral on hõbepilvedega kaetud ainult osa koidu- või ehasegmen- dist.

Suure vaateväljaga binokliga või pikksilmaga võib hõbe- pilvi avastada 20—30 minutit varem kui palja silmaga, s. t. juba siis, kui päike on laskunud 4—5° horisondi alla.

Hõbepilvi uurisid esmakordselt Hartwig Tartus, Tšeraski Moskvas ja Jesse Berliinis 1885. aastal, kuid tänapäevani pole nende olemus ja tekkimise põhjused lõplikult välja selgitatud. Kaua aega arvati, et hõbepilved koosnevad vulkaanilise tolmu osakestest. Selle poolt räägib hõbepilvede esinemise sagene- mine pärast suuri vulkaanilise purskeid. Näiteks pärast Kraka- tau purset 1883. aastal, kui õhku paisati mitte vähem kui 35 miljonit tonni tolmu, vaadeldi võrdlemisi sageli hõbepilvi. Mitte alati aga ei esine nad pärast vulkaanilisi purskeid. Vulkaanilised pursked kahtlemata soodustavad hõbepilvede ilmumist, kuid ei ole nende tekkimise peamiseks põhjuseks.

Teise hüpoteesi kohaselt koosnevad hõbepilved meteoride põlemisproduktidest atmosfääris. Oletati, et nende esinemine on seotud suuremate meteorivoolude ilmumisega. Pikaajalised vaatlused seda aga ei tõesta.

Kolmanda hüpoteesi järgi koosnevad helkivad ööpilved nagu harilikud pilvedki veepiiskadest või jääkristallidest. Veeaur võib sattuda kõrgematesse õhukihtidesse vulkaaniliste pursete ajal, samuti võib ta üles kanduda tõusvate õhuvooludega. Vii- mane hüpotees tundub kõige tõelähedasemana. Eelmised hüpo- teesid ei suuda seletada, miks hõbepilved esinevad alati just 80—85 km kõrgusel. Kaasaegsete andmete kohaselt on õhul 80—85 km kõrgusel madalam temperatuur (50—100° alla nulli) kui sellest kihist kõrgemal ja madalamal asuval õhul. See soo- dustab siin veeauru kondenseerumist. Samuti näitavad õhk- konna sondeerimised kõrgraketide abil, et sellel kõrgusel esi- neb veeauru. Veeauru kondenseerumiseks on vajalikud konden- satsioonituumad — väikesed tahke aine osakesed, mis kattu-

vad veega. Sellisteks kondensatsioonituumadeks on tõenäoliselt vulkaanilise või kosmilise päritoluga tolmu. Nii oleks seletatud ka hõbepilvede sagedasem esinemine pärast suuri vulkaanilisi purskeid.

Lõpliku vastuse sellele küsimusele peavad tooma atmosfääri sondeerimine kõrgraketidega ja vaatlused lunoididelt. 1951. aastal õnnestus USA-s esmakordselt saada hõbepilvede foto päeval fotoaparaadiga, mis oli raketil tõstetud umbes 70 km kõrgusele.

Hõbepilvede vaatlemine on eriti oluline kõrgemate õhukihtide uurimise seisukohalt. Nende liikumise järgi saame hinnata õhuvoolude kiirust ja liikumise suunda 80—85 km kõrgusel. Senised vaatlused on näidanud, et tuule kiirus võib siin olla kümneid kuni sadu meetreid sekundis, Hõbepilvede vaatlustest paljudes punktides saame andmeid nende geograafilise jaotuse ja esinemisaja kohta. Põhjapoolkeral esinevad nad peamiselt 50. ja 60. laiuskraadi vahel aprillist kuni septembrini. Talvekuudel pole neid vaadeldud, kuid ei saa pidada võimatuks nende esinemist ka talvel. Hõbepilved esinevad ka lõunapoolkeral, kuid seal on nende kohta vaatlusandmeid võrdlemisi napilt. Hõbepilvede sesoonne ja geograafiline jaotus on tõenäoliselt seotud atmosfääri üldise tsirkulatsiooniga, s.o. õhuvooludega planetaarses mastaabis.

Vaatlusandmed näitavad, et peaaegu alati toimub hõbepilvede ilmumise ajal maalähedases õhukihis õhurõhu tõus ja õine temperatuuri langus. Seega esinevad nad kõige sagedamini antitsükloni alguses. Juulis-augustis võib hõbepilvede esinemise ajal õine minimaalne temperatuur olla 2—3° madalam kui teistel öödel. See viitab hõbepilvede tihedale seosele maalähedases õhukihis toimuvate protsessidega. Selle seose täpsemaks väljaselgitamiseks on vaja veel vaatlusandmeid.

Helkivate ööpilvede morfoloogiline klassifikatsioon ja mõningaid omadusi

Helkivad ööpilved ehk hõbepilved on iseloomuliku vormiga, mis ei esine harilike pilvede juures. Alljärgnevalt toome nende morfoloogilise jaotuse, mille on välja töötanud N. I. Grišin. Mitmesuguste vormide järgi on siin hõbepilved jaotatud nelja tüüpi.

Tüüp I: loor (joon. 1)

See on kõige lihtsam hõbepilvede morfoloogiline vorm. Iseisvalt, ilma teiste vormideta, võib teda märgata ainult kogunud vaatlaja peaaegu ühtlase nõrga helendusena koidu või eha foonil. Kui loor täidab vahemaa teiste keerukamate pilvetüüpide vahel, siis on teda kergem märgata. Oma ehituselt on loor ühtlane, udusarnane, õrna sinakasvalge varjundiga. Sageli eelneb ta keerukamatele pilvevormidele (ilmub umbes $\frac{1}{2}$ tundi varem). Mõnikord võib märgata, kuidas hõbepilvede lainelised moodustised või teised detailid ilmuvad loori selgimiskohtades või paistavad läbi loori.

Tüüp II: vöödid (joon. 2)

R ü h m a (II - a). Ebaselgete piirjoontega vöödid või ribad, mis asetsevad rühmadena ja on omavahel paralleelsed või lõikuvad väikese nurga all (läbipõimunud vöödid). Mõnikord asuvad üksikud vöödid eraldi. Ebaselged väheliikuvad vöödid moodustavad sageli kogu hõbepilve struktuuri. Kõige sagedamini esineb see vorm keskmise heleduse ja väikese ulatusega hõbepilvede juures. Juhul kui vöödid asetuvad vaatlajale vastassuunas, näivad nad perspektiivi mõjul koonduvat ühte punkti horisondil.

R ü h m b (II - b). Siia kuuluvad vöödid, mis on teravate piirjoontega ja sarnanevad kitsaste jugadega. Tavaliselt esinevad nad suure heledusega hõbepilvede korral koos teiste hästi väljakujunenud vormidega. Niisugused vöödid (või joad) võivad haruneda mitmeks kitsamaks vöödiks, samuti võivad nad esineda eraldi.



Joon. 1. Loor. Läbi loori on näha virved.



Joon. 2. Vööd.d.

Tüüp III: virved (joon. 3)

Rühm a (III - a). Siia rühma kuuluvad tihedalt asetsevad, selgelt piiritletud kitsad paralleelsed ribad, mis meenutavad nõrka virvendust veepinnal kerge tuule korral. Väikese vahemaa tõttu naaberlainete vahel võivad nad ühes otsas kokku sulada ühtlaseks valgeks massiks, andes nii kammitaolise moodustise.

Rühm b (III - b). Samasugused kitsad ribad nagu eelmised, kuid ribade vahemaa on suurem. Ribade heledused on ebaühtlased. Sageli on need virved asetatud risti kahe kõrvuti oleva vöödi vahele. Sellised hõredad peened ebaühtlase heledusega virved võivad esineda ka pilve äärel.

Rühm c (III - c). Siia rühma kuulub hõbepilve pinna laineline kõverdumine, mis ei moodusta omaette vormi. Laineliselt kõverdunud pilve pind on kaetud mitmesuguste teiste vormidega (vöödid, virved). Niisugune laineline kõverdumine esineb suure ulatusega hõbepilvede juures. Lainete omavahe-line kaugus võib muutuda suurtes piirides.

Tüüp IV: keerised (joon. 4)

Rühm a (IV - a). Väikese läbimõõduga keerised ja avad pilvemassis ($0,1-0,5^\circ$). Keerised võivad moodustuda vöötidest (II), virvedest (III) ja mõnikord ka loorist (I). Keerulisuse aste võib olla mitmesugune, ulatudes detaili pöördumisest kümneid kraade kuni rõnga moodustumiseni, mille keskel on näha tume taevast. Niisuguseid moodustusi nimetatakse välise sarnasuse järgi mõnikord ka «kuu kraatreiks».

Rühm b (IV - b). Ühe või mitme vöödi lihtne kõrvalepandumine üldisest vöötide suunast raadiusega $3-5^\circ$. Keerised moodustuvad sageli hõbepilvedes, millel on vöödilise või joaline ehitus (II-a, II-b, mõnikord III-b). Pandumisel säilib vöödi endine liikumise suund.

Rühm c (IV - c). Võimsad keeriselised väljapursked pilve põhimassist. Suur keeris moodustub sageli põhipilve kõrval ja näib temast väljavoolanuna. Keeriste moodustumise



Joon. 3. Pildi ülaosas on hästi näha virved.



Joon. 4. Pildil on näha keerisesse tõmbunud vöödid.

kohas on pilvevormid segi paisatud. See vorm on võrdlemisi haruldane.

Esitatud hõbepilvede klassifikatsioon on tinglik. On võimalikud mitmesugused vahepealsed ja üleminekuvormid. Samuti võib esineda mitu vormi samaaegselt.

Mõningad hõbepilvede vormid on oma kuju poolest sarnased harilike pilvedega. Loor (I) on sarnane tavalise udulise kiudkihtpilvega (*Cirrostratus nebulosus*). Vöödid ja virved sarnanevad tavaliste lainelise kujuga pilvedega (*undulatus*).

Nagu juba mainisime, esinevad hõbepilved peamiselt soojal aastaajal. Schpangenbergi andmeil on hõbepilvede esinemise sagedus kuude järgi ligikaudu järgmine:

Kuu	Esinemiste arv	%
Aprill	3	7
Mai	0	0
Juuni	8	19
Juuli	25	59
August	5	12
September	1	3
Kokku	42	100

Erinevatel aastatel vaadeldud juhtude arv on samuti muutlik. Meie laiusel on hõbepilvi näha 10—30 korda aastas.

Helkivate ööpilvede visuaalne vaatlemine

Kõigepealt tuleb märkida, et vaatlused on ainult siis täisväärtuslikud, kui nad on pidevad, kuid arvestamata ei või jätta ka üksikvaatlusi. Vaatluse alguse ja lõpu kellaaja, s.o. hõbepilvede nähtavuse ligikaudse aja leiame tabelist 1 (Eesti NSV kohta).

Tabelis on antud kohalik keskmine päikeseaeg. Et saada dekretaega (Moskva aega), tuleb tabelist saadud ajale juurde liita järgmised arvud:

Tartus	1 tund 13 min.	Viljandis	1 tund 18 min.
Tallinnas	1 „ 21 „	Rakveres	1 „ 15 „
Haapsalus	1 „ 26 „	Kohtla-Järvel	1 „ 11 „
Kingissepas	1 „ 30 „	Narvas	1 „ 7 „
Pärnus	1 „ 22 „	Valgas	1 „ 16 „
Paides	1 „ 18 „	Võrus	1 „ 12 „

Muudes kohtades tuleb kohalikule keskmisele ajale juurde liita lähema linna jaoks antud arv.

Vaatluse seisukohalt on kõige otstarbekohasem koidu- või ehasegmendi pidev jälgimine. Sel puhul on vaatleja silmad harjunud vähese valgusega ja märkavad kergesti ka nõrkade hõbepilvede ilmumist. Kui see pole võimalik, siis on soovitatav eha- või koidusegment üle vaadata iga 15 minuti järel, kusjuures tuleb lasta silmadel 2—3 minutit kohaneda nõrga valgusega. Vaatluste ajal märkuste tegemiseks päevikusse on soovitatav kasutada taskulampi punase klaasiga, sest niisugune valgus häirib kõige vähem silmi ja ei sega hõbepilvede vaatlusi.

Vaatluskoha valikul tuleb silmas pidada järgmisi nõudeid.

1) Vaatluskoht peab olema kogu vaatluste perioodi jooksul üks ja sama.

2) Lääne-, põhja- ja idapoolne horisont peab olema avatud vaatlusteks. Äärmisel juhul võib mõnes kohas esineda kaugel mets või hooned kõrgusega kuni 3—4° horisondist.

3) On soovitatav, et vaatluskoht asub kinnises ruumis, mille aknad avanevad põhja, ida ja lääne poole (palkon, observatoorium, paviljon akendega). Samuti on soovitatav, et vaatluskoht oleks 5—10 m maapinnast kõrgemal, sest siis ei sega maalähedane udü vaatlusi.

4) Vaatluskoht tuleb varustada väikese lauakesega, mille peal saab teha märkmeid, samuti peab käepärast olema punase klaasiga taskulamp.

5) Vaatleja peab olema varustatud sooja riietusega, sest öösel hõbepilvede ilmumise ajal võib temperatuur maapinna lähedal langeda 5—8° võrra madalamale kui naaberöödel. Vaatlused kantakse vormikohasesse päevikusse (tabel 2), kuhu

Kuupäev		Õhtu				Hommik			
		Algus		Lõpp		Algus		Lõpp	
		tund	min.	tund	min.	tund	min.	tund	min.
Märts	2	18	11	19	46	4	37	6	11
	8	18	24	20	02	4	19	5	54
	14	18	39	20	17	4	02	5	38
	20	18	54	20	36	3	42	5	19
Aprill	26	19	07	20	54	3	18	5	01
	1	19	22	21	14	2	53	4	43
	7	19	37	21	40	2	25	4	23
	13	19	53	22	07	1	54	4	05
Mai	19	20	08	22	55	1	07	3	47
	25	20	26					3	30
	1	20	42					3	10
	7	21	00					2	51
Juuni	13	21	18					2	31
	19	21	36					2	13
	25	21	54					1	57
	31	22	12					1	41
Juuli	6	22	29					1	26
	12	22	44					1	13
	18	22	54	Valged ööd				1	08
	24	22	55	Vaatlusi teostada kogu öö				1	09
August	30	22	49					1	20
	6	22	37					1	34
	12	22	23					1	51
	18	22	06					2	08
September	24	21	48					2	27
	30	21	31					2	45
	5	21	13					3	02
	11	20	54					3	19
Oktoober	17	20	35					3	35
	23	20	15	23	10	1	03		
	29	19	57	22	13	1	49	4	08
	4	19	38	21	40	2	18	4	22
November	10	19	19	21	12	2	42	4	37
	16	19	01	20	48	3	02	4	52
	22	18	43	20	24	3	22	5	05
	28	18	24	20	02	3	39	5	19
December	4	18	08	19	44	3	54	5	32
	10	17	50	19	25	4	10	5	46
	16	17	34	19	07	4	25	5	59
	22	17	18	18	51	4	39	6	13
	28	17	02	18	37	4	51	6	28

tehakse hõbepilvede esinemise kohta märkmeid iga 15 minuti tagant. Päevik tuleb täita ka pilves ilma korral, samuti hõbepilvede mitteilmumisel (muidugi ainult vastavatel kellaaegadel). Kindla lauspilvituse korral võib vaatlused vahele jätta ja märkida päevikusse kellaajad, millal algas ja lõppes pilvitus. Seda muidugi siis, kui vaatleja on täiesti veendunud, et taevast vahepeal ei selginenud.

Esimesse lahtrisse kirjutatakse kuupäevad, milliste vahelisel ööl toimus vaatlus, näit. 7.—8. veebruar.

Teise lahtrisse kirjutatakse dekreetaeg (tavaline kellaaeg) minuti täpsusega.

Kolmandasse lahtrisse märgitakse hõbepilvede esinemine või mitteesinemine. Kui hõbepilved esinesid, siis kirjutatakse siia «jah». Kui ei esinenud, siis täidetakse see lahter järgmiselt: a) kui hõbepilvi ei avastatud põhjusel, et eha- või koidusegment oli täielikult kaetud pilvedega, siis kirjutatakse «—»; b) kui eha- või koidusegment oli kaetud pilvedega, milledes olid väikesed aknad, kuid mille läbi hõbepilvi ei olnud märgata, siis kirjutatakse «ei?»; c) kui taevast on selge ja õhk väga puhas ning läbipaistev, kuid pärast väga hoolikat vaatlust hõbepilvi ei õnnestunud avastada, siis kirjutatakse «ei!»; d) kõigil ülejäänud juhtudel kirjutatakse «ei».

Neljandasse lahtrisse märgitakse hõbepilvede heleduse isiklik hinnang 5-pallises skaalas pilve kõige heledamate osade järgi järgmiselt:

1 — väga nõrgad helkivad pilved, vaevalt märgatavad koidu või eha foonil, avastatakse taeva väga hoolikal vaatlemisel;

2 — pilvi märgatakse kergesti, kuid neil on väga väike heledus;

3 — pilved on hästi nähtavad, tulevad teravalt esile koidu või eha foonil;

4 — heledad pilved, mis tõmbavad endale kohe tähelepanu;

5 — erakordselt heledad hõbepilved.

Lahtrisse 5 märgitakse lühidalt pilvede morfoloogilised vormid varem toodud jaotuse kohaselt (näiteks II-a, IV-b).

Lahtrisse 6—8 kantakse pilvisuse andmed. Lahtrisse 6 tuleb märkida pilvisus eha- või koidusegmendi suunas järgmiselt:

A — koidu või eha suunas oli taevas täiesti selge;

B — koidu või eha suunas taevas teatud määral kaetud pool-
lābipaistvate kiudpilvedega (*Cirrus, Cirrustratus*);

C — taevas osaliselt näha läbi madalates või keskmistes pilvedes olevate avade;

D — läbi madalates pilvedes olevate avade on näha koitu
või eha, mis on kaetud kiudpilvedega;

E — koidu või eha suunas taevas täielikult kaetud madalate
või keskmiste pilvedega.

Seitsmendasse ja kaheksandasse lahtrisse kantakse vastavalt üldine pilvisus ja madalad pilved 10-pallises süsteemis (10 vastab täispilvisusele). Pärast päeviku täitmist kinnitab vaatleja seda oma allkirjaga.

Vilumatu vaatleja võib algul teha vea või kahelda hõbepilvede õiges määramises. Et ära hoida võimalikke vigu, tuleb kahtlastel juhtudel kontrollida, kas vaatluse ajal on olemas hõbepilvedele vajalikud valgustustingimused (vaatlusaegade tabel!), kas taevas on harilikke pilvi ja kas neid ei valgustata kuu või mõni maapealne valgusallikas. Pärast seda tuleb mõni aeg hoolega jälgida pilvede kuju ja selle muutumist. Harilikke pilvi võib ära tunda kuju järgi ja kogu pilvemassi võrdlemisi kiire liikumise järgi. Harilikud pilved nõrgendavad tunduvalt tähtede heledust või katavad nad täielikult, hõbepilvedest aga paistavad tähed läbi. Juhul kui puuduvad kuu ja maapealsed valgusallikad, mis valgustaksid pilvi, on harilikud pilved koidu- või ehasegmendis nähtavad mustade siluettidena heledal foonil. Hõbepilved on aga ehast või koidust heledamad.

Helkivate ööpilvede kestus võib olla mõnest minutist kuni mõne tunnini ja rohkem.

Helkivate ööpilvede fotografeerimine

Hõbepilvede fotografeerimine on oluliseks täienduseks visuaalsetele vaatlustele. Fotografeerida võib igasuguste üldkasutatavate aparaatidega («Ljubitel», «Zorki», «Kiiev», «Smena» jt.). Valgustusaeg pildistamisel oleneb ajast, eha- või koidusegimenti heledusest, filmi tundlikkusest, objektiivi valgusjõust ja mõningal määral ka hõbepilvede heledusest. Objektiivi valgusjõu 1:2, 1:3,5 ja filmi tundlikkuse 50—200 GOST-ühikut puhul muutub valgustusaeg mõnest sekundist kuni ühe minutini. Valgustusaeg tuleb määrata katseliselt. Selleks pole vaja oodata hõbepilvi, vaid ligikaudu saab aega määrata järgmiselt. Erinevatel kellaaegadel tuleb mitmesuguste valgustusaegadega fotografeerida eha- või koidusegmenti, nii et filmile jääks ka horisont ja osa maapealseid esemeid. Valgustusaeg on paras, kui filmil ehasegimenti ja maapealsete esemete vaheline kontrast on kõige suurem, s. t. kui ehasegment on võimalikult hele ja maapealsed esemed võimalikult tumedad (positiivil).

Selleks et mitmes kohas tehtud fotod oleksid võrreldavad, tuleb pildistada samaaegselt. Pildistajal peab olema kasutada võrdlemisi täpselt käiv kell, millega saab aega määrata 1—2 sek. täpsusega. Kella tuleb pidevalt kontrollida raadio ajasignaalide järgi. Pildistamise samaaegsuse huvides tuleb pildistamist (valgustamist) alustada täpselt iga $\frac{1}{4}$ tunni tagant, arvates täistunnist (dekreetaja järgi), näiteks

kell	21	tundi	15	min.	00	sek.
„	21	„	30	„	00	„
„	21	„	45	„	00	„
„	22	„	00	„	00	„
„	22	„	15	„	00	„ jne.

Pärast pildistamist tuleb esimesel võimalusel kontrollida kell ja määrata võimalikult täpselt kella parand.

Pidistada tuleb alati ühest ja samast kohast ja nii, et filmile jääks ka nähtav horisont. Iga filmile peab jääma 2—3 maapealset eset (puud, posti jm.), mille suund on fotoaparaadi suh-

tes teada ($\pm 0,5^\circ$ täpsusega). Mastaabi määramiseks filmil on vaja sama aparaadiga pildistada maastikku, kus mitmesuguste objektide kaugused on teada, või ühte osa tähistaevast. Viimasel juhul võrreldakse ülesvõtet tähekaardiga.

Muud vaatlusvõimalused

Teised vaatlusvõimalused on keerulisemad ja nõuavad ka keerulisemat aparatuuri (pilvede polarisatsiooni uurimine, teodoliidivaatlused, spektroskoopilised vaatlused jne.). Kes siiski nende vastu huvi tunnevad, võivad saada Loodusuurijate Seltist lähemat informatsiooni.

Tabel 2

Helkivate ööpilvede ja ehani ning koidutaeva vaatluste päevik

1. Vaatluspunkti nimetus
2. Koordinaadid: laius pikkus
3. Vaatluspunkti aadress
4. Vaatluskoha iseloomustus
5. Täiendavad andmed

Kuupäev	Dekreetaeg	Helkivad ööpilved			Meteoroloogilised andmed			Märkused
		olemasolu	heledus 5-palilises skaalas	esinevad morfoloogilised vormid	koidu- või ehani sektori kaetus tavaliste pilvedega	Kogu taeva pilvisus		
						üldine	madal	
14. – 15. VI 1957	0.30	jah	3	II-a, I	A	5	0	—

II. VIRMALISED

Selgetel sügis- ja talveöödel võime mõnikord vaadelda suurepäraselt loodusnähtust — virmalisi. Oma kauniduse ja grandioossusega on nad köitnud inimeste tähelepanu juba iidsetest aegadest. Seda tõendavad meie ajani säilinud arvukad muistendid, milles Euroopa rahvad nägid virmaliste ilmumises hädade ja viletsuste (sõdade, taudide, nälja) ennustust. Pole vist raske mõista, et neil aegadel, mil inimeste teadmised loodusest olid puudulikud või sageli ekslikud, anti fantaasiale vaba voli ja virmaliste liikumises või punakas värvuses nähti fantastiliste sõjavägede võitlust piikide ja mõõkadega, verevalamist või muud sellelaadset.

Virmaliste tekkimise ja olemuse kohta on püstitatud rida oletusi, mis hiljem on osutunud ekslikeks. Esimesena andis virmaliste tekkimise kohta õige seletuse kaugest põhjast pärinev tuntud vene teadlane M. V. Lomonossov, kes väitis 1753. aastal Vene Teaduste Akadeemia koosolekul, et virmalised on tekkinud kõrgemates õhukihtides elektriliste jõudude toimetel. Kui hinnata Lomonossovi vaadet kaasaja teaduse seisukohalt, tuleb see tunnistada põhilises osas õigeaks; täiendavalt tuleks juurde lisada, et nende elektriliste protsesside esilekutsumisel etendab tähtsat osa Päikese korpuskulaarne kiirgus.

Jälgides virmaliste uurimise suundi, võime neid liigitada kahte rühma. Esimesel rühmal on kirjeldav iseloom. Siia kuuluvad näiteks virmaliste kuju, värvuse, kõrguse, geograafilise ja ajalise esinemise sageduse küsimused. Teise rühma moodustavad virmaliste tekkimise ja olemuse küsimused. Nende uuri-

mine on aga lahutamatu seotud ühelt poolt füüsikaliste protsessidega Maa atmosfääri kõrgemates kihtides, kus esinevad virmalised, ja teiselt poolt protsessidega Päikesel. Seepärast eeldab virmaliste tundmaõppimine mõlemate nimetatud protsesside tundmist.

Üldisi andmeid virmalistest

a) Virmaliste esinemise sageduse geograafiline jaotuvus. Tähelepanekud näitavad, et virmalised ei esine igal pool sama tihti. Kui meil võib näha virmalisi 2—10 korda aastas, siis polaaraladel esineb neid peaaegu igapäev; troopilistel aladel aga väga harva — üks kord aastakümnete või koguni sajandite jooksul.

Virmaliste esinemise sageduse geograafilise jaotuvuse iseloomustamiseks kasutatakse sama-sagedusjooni ehk isohasme, s. o. jooni, mis ühendavad maakohti, kus virmalisi esineb aasta jooksul sama palju kordi. Kandes kaardile virmaliste esinemise sagedused ja joonestades nende järgi isohasme, selgub, et need moodustavad peaaegu ringikujulisi kõveraid, mille keskkohad asuvad maa magnetivälja poolustes. Maa magnetivälja lõunapoolus asub Gröönimaast kirde pool; põhjapoolus — Antarktikas.

Piirkonda, kus aasta jooksul esineb virmalisi kõige rohkem (ligikaudu 100 korda), nimetame virmaliste vööks. See kulgeb Koola poolsaarelt üle Novaja Zemlja, Tšeljuškini neeme ja Vrangeli saarte Alaskasse, kust ta üle Põhja-Kanada ja Gröönimaa lõunapoolse tipu tuleb tagasi Euroopasse Norra põhjarannikule ja Koola poolsaarele. Virmaliste vööst lõuna ja põhja poole kahaneb virmaliste sagedus; sellest lõuna pool esinevad virmalised enamasti põhjataevas, põhja pool aga kõigis suundades.

b) Virmaliste esinemise sageduse ajaline muutumine. Pikemaajalised vaatlused näitavad, et virmaliste esinemise sagedus muutub perioodiliselt. Nii on nende esinemises tähele pandud perioode pikkustega 11 aastat ja 27

päeva, milledest esimene on Päikese aktiivsuse, teine aga Päikese pöörlemise periood. Need ja teised asjaolud viitavad sellele, et virmalised ja Päikese aktiivsus on teineteisega tihedalt seotud. See seos ei ole juhuslik, vaid põhjuslik.

Virmaliste sageduse aastane käik sõltub koha geograafilisest laiuusest. Keskmistel laiustel esinevad 2 maksimumi ja 2 miinimumi — maksimumid on kevadel ja sügisel, miinimumid aga talvel ja suvel. Pooluste poole minnes maksimumide ajad lähenevad talvele ja langevad ühte virmaliste vöös — siin esineb ainult üks maksimum — jaanuaris. Et meil seni ei ole uuritud virmaliste esinemise sagedust, siis vastavad andmed Eesti NSV kohta puuduvad. Virmaliste vööst lõuna pool esinevad virmalised kõige sagedamini kella 20—23 ajal kohaliku aja järgi, tugevad virmalised aga kogu öö jooksul.

Virmaliste kestus on mitmesugune: nõrgad virmalised kestavad tunni ümber, tugevad aga kümneid tunde (polaaraladel).

c) **Virmaliste kõrgus.** Virmaliste kõrguse määramine toimub fotograafilise meetodi abil, mis seisneb selles, et samal ajamomendil fotografeeritakse virmalisi kahest erinevast kohast ja arvutatakse vaadeldava punkti kõrgus. Rääkides virmaliste kõrgusest tuleb silmas pidada, et nad esinevad paksu kihina ja seepärast on tarvis määrata nende alumise ja ülemise piiri kõrgus. Arvukad mõõtmised näitavad, et virmaliste alumise piiri keskmine kõrgus on 95—110 km, ülemisel piiril aga 150—250 km. Tuleb aga kohe märkida, et esitatud arvud on paljude mõõtmiste keskmised väärtused, millest esineb õige olulisi kõrvalekaldumisi. Nii võivad mõned virmalised laskuda kuni 60 km kõrguseni, teised aga tõusta üle 1000 km.

Edasi on selgunud, et virmaliste alumise piiri kõrgus sõltub virmaliste intensiivsusest (mida intensiivsemad on virmalised, seda madalamale nad laskuvad) ja ülemise piiri kõrgus — virmaliste kujust (kiirekujulised virmalised tõusevad teistest kõrgemale).

Virmaliste seosest maa magnetivälja häiretega

Meresõitjad ja teised, kes kasutavad sageli kompassi, on tähele pannud, et see muidu nii rahulik ja usaldusväärne teejuht muutub virmaliste esinemise ajal rahutuks ja ebausaldatavaks riistaks. Magnetnõela korrapäratut kõikumist tasakaaluasendi ümber põhjustavad suured häired maa magnetiväljas, milliseid on hakatud nimetama magnetitormideks.

Virmaliste ja magnetitormide vaheline seos ei piirdu ainult nende nähtuste samaaegse esinemisega, vaid see ilmneb veel real teistel juhtudel. Nii on tähele pandud, et tugevate virmaliste ajal on ka magnetivälja häired suured; virmaliste ja magnetitormide perioodid langevad ühte; koos maa magnetivälja tungjoonte liikumisega nihkuvad ka virmalised taevavõlvil. Seejuures on huvitav märkida, et kiirekujulised virmalised asetuvad piki magnetivälja tungjooni, kaarekujulised aga on nendega risti. Seda silmas pidades on päris loomulik, et tungjoontega koos peavad liikuma ka virmalised.

Kõik eespool kirjeldatud nähtused on tihedalt seotud Päikese aktiivsusega. See tihe seos ühelt poolt virmaliste ja magnetitormide ning teiselt poolt Päikese aktiivsuse vahel on viinud uurijad mõttele, et virmalised ja häired maa magnetiväljas on esile kutsutud ühe ja sama põhjuse — nimelt Päikesel toimuvate võimsate protsesside poolt.

Andmed Päikesest

Päike on hõõguv gaaskera, mis asub Maast keskmiselt 149,5 milj. km kaugusel. Päikese raadius on umbes 700 000 km, ületades seega Maa raadiuse (6370 km) umbes 109 korda. Pindalalt on Päike 12 000 ja ruumalalt 1 300 000 korda suurem Maast.

Päikese heledat pinnakihti nimetatakse fotosfääriks. Selle kohal asub valgust kiirgav hõre gaasikiht — Päikese atmosfäär, mille alumist osa nimetatakse kromosfääriks, ülemist krooniks. Esimene ulatub fotosfäärist kuni 15 000 km kõrguseni, teine aga keskmiselt 1 miljoni km, mõnikord koguni 3—4 miljoni km kaugusele.

Fotosfääri temperatuur on umbes 5800°; siit sügavamale

Päikese sisemusse tungides tõuseb temperatuur, saavutades tsentris umbes 20 miljonit kraadi. Ka «kõrgemale» tõustes (fotosfäärist eemaldudes) tõuseb temperatuur — krooni temperatuur on umbes miljon kraadi. Seega fotosfäär ja kromosfääri «alumine» osa on suhteliselt madala temperatuuriga alad Päikesel.

Päikesel kulgevaid grandioosseid protsesse ja nendega seotud nähtusi nimetatakse Päikese aktiivsuseks. Need protsessid ja nähtused ei haara kogu Päikese fotosfääri, vaid selle teatavaid alasid, mida nimetame aktiivseteks piirkondadeks. Päikese aktiivsust määratakse nende nähtuste kaudu, mida see põhjustab fotosfääris ja Päikese atmosfääris; need on laigud, faklid, flokkulid, protuberantsid ja pursked kromosfääris.

Laigud on fotosfääri tumedad alad, mille pindala võib ulatuda mitme miljardi ruutkilomeetris. Tumedam värvus on tingitud sellest, et laikude temperatuur on madalam (4500°) kui fotosfääril, seetõttu kiirgab laik vähem ja paistab fotosfääri heledal foonil tumedana. Laikude tähtsama omadusena tuleks nimetada tema väga tugevat magnetivälja, mis ületab Maa magnetivälja tuhandeid kordi.

Päikese aktiivsel alal, eriti laikude ja Päikese äärtel esinevad heledad moodustised, mida nimetatakse fakliteks. Nende temperatuurirežiim on keeruline ja seni vähe selgitatud. Faklite kohal kromosfääris asuvad flokkulid. Nende temperatuur on tunduvalt kõrgem kui kromosfääril samal kõrgusel.

Protuberantsid on kroonis võimsad sambakujulised moodustised, mille temperatuur on krooni omast (miljon kraadi) madalam (umbes mõnikümmend tuhat kraadi). Protuberantse on mitut liiki. Nendest eriliigi moodustavad nn. eruptiivsed protuberantsid, mis meenutavad võimsaid plahvatusi. Eritingimusel võime kromosfääris tähele panna ülivõimsaid purskeid, mis esinevad laikude ja flokkulite piirkonnas. Pursete ajal esineb intensiivne ultravioletne kiirgus, samuti paiskub sel ajal välja suur hulk aineosakesi

(korpuskleid), mis etendavad tähtsat osa virmaliste tekkimisel. Vaatlused näitavad, et Päikese aktiivsus muutub aja jooksul. Need muutused toimuvad teatud korrapärasusega — umbes 11 aasta järel korduvad aktiivsuse maksimumid ja miinimumid. Seda aega nimetatakse aktiivsuse tsükliks. Aktiivsuse maksimumi ajal esineb ohtrasti intensiivseid laiike, fakleid, flokkuleid, protuberantse ja purskeid; miinimumi ajal on nimetatud moodustisi vähe ja need on nõrgad.

Aktiivsuse ala ei haara Päikese pinda ühtlaselt, vaid ümbritseb teda kahe vööna mõlemal pool Päikese ekvaatorit. Nende vööde kaugus sõltub sellest, millise tsükli faasiga on parajasti tegemist — laikude maksimumi ajal asuvad mõlemad vööd Päikese ekvaatorile kõige lähemal; miinimumi ajal aga on nad eemaldunud teineteisest suurimale kaugusele.

Virmaliste tekke korpuskulaarsest teoriast

Paljust teooriatest, mis on püstitatud virmaliste tekkimise kohta, on praegu kõige rohkem tunnustatud korpuskulaarne teooria. Selle järgi põhjustavad virmaliste teket Päikeselt väljapaisatud ja Maa atmosfääri jõudnud korpuskliite (lad. k. *corpusculum* — väike kehake) vood. Maa atmosfääris pörkab kiiresti liikuv korpuskel kokku siin leiduvate aatomite või molekulidega ja annab nendele üle teatud osa oma energiast. Selle tulemusena lähevad aatomid normaalsest olekust ergutatud olekusse, s.t. aatomituuma ümbritsevad elektronid sunnitakse siirduma kõrgema energiaga nivoole. See protsess vajab aga energiat, mida saadakse kokkupõrkavatelt korpuskliitelt. Nagu füüsikas näidatakse, pole aatomi ergutatud olek püsiv — peatselt hüppavad elektronid tagasi madalamatele nivoodele. Seejuures aga vabaneb energia, mis lahkub aatomeist kiirgusena. Selliselt tekivadki virmalised korpuskulaarse teooria järgi.

Maa magnetivälja häirete ja virmaliste vahelist seost selgitatakse korpuskulaarse teooria seisukohalt järgmiselt: Päikese

aktiivsuse elavnemise ajal paisatakse Päikeselt välja suurem hulk elektriliselt laetud korpuskleid, milledest suurem osa läheb ilmaruumi, väiksem osa aga suundub Maa poole. Maale lähenev korpuskliste voog põhjustab häireid Maa magnetiväljas, häireid atmosfääri kõrgemates kihtides (ionosfääris) ja virmalisi. Peatume siinkohal magnetivälja häirete tekkimisel.

Elektriõpetusest teame, et liikuvale laengule kaasub alati magnetiväli, mille tugevus ja suund sõltuvad laengu suurusest ja liikumise kiirusest. Et korpuskleid on elektriliselt laetud ja nende voog on korpuskliste arvu ja liikumise kiiruse poolest ebaühtlane, siis on ka magnetiväli, mida need korpuskleid tekitavad, muutliku tugevuse ja suunaga. See muutliku iseloomuga magnetiväli põhjustabki häireid Maa magnetiväljas.

Silmas pidades magnetivälja häirete ja virmaliste teket, on nende nähtuste vaheline seos meile arusaadav. Korpuskulaarteooriaga on võrdlemisi lihtne seletada virmaliste ja magnetivälja häirete hilinemist, võrreldes Päikese aktiivsusega. Korpuskleid liiguvad keskmiselt kiirusega 350—2000 km/sek ja jõuavad seetõttu Maale 1—5 päevase hilinemisega.

Virmaliste sagedast esinemist polaaraladel seletatakse laetud korpuskliste kogunemisega Maa magnetivälja pooluste piirkonda, mis asuvad teatavasti polaaraladel.

Kuigi korpuskulaarse teooria järgi on seletatavad Maa magnetivälja häirete ja virmaliste tekkimine, teeb selle teooria puhul siiski raskusi küsimus — millised aineosakesed on korpuskleid? Kui eeldada, et korpuskleid on elektronid, siis peaksid nad liikuma kiirusega umbes 100 000 km/sek; väiksema kiiruse juures ei suudaks nad tungida atmosfääri kuni 100 km kõrguseni maapinnast, mis on virmaliste alumiseks piiriks. Kui aga virmalised laskuvad veelgi madalamale, kuni 70 km kõrguseni, peaksid elektronid liikuma kiirusega kuni 200 000 km/sek. Sellised kiirused põhjustaksid virmaliste hilinemist 10—30 minutit, tegelikult on see aga 1—5 päeva. Kui

eeldada, et korpuskliteks on vesiniku aatomituumad ehk prootonid, siis need suudaksid küll tungida atmosfääri kuni 100 km kõrguseni, kui nad liiguksid kiirusega mõni tuhat km/sek. Spektrite uurimised näitavad, et virmaliste kõrgusel liiguvad nad tõepoolest sellise kiirusega. Raskused on madalamate virmaliste (alla 100 km) tekkimise seletamisel.

Nõukogude teadlane E. R. Mustel oletab, et korpuskliteks võiksid olla kaltsiumi ioonid, mis kiirusega üle 1000 km/sek suudaksid tungida atmosfääri kuni 80 km kõrguseni. Vaatamata sellele, et kaltsiumi ionide kasuks räägivad veel mõned faktid, ei ole see küsimus siiski lõplikult lahendatud.

Need ja rida teisi küsimusi vajavad veel uurimist.

Virmaliste uurimise praktilisest tähtsusest

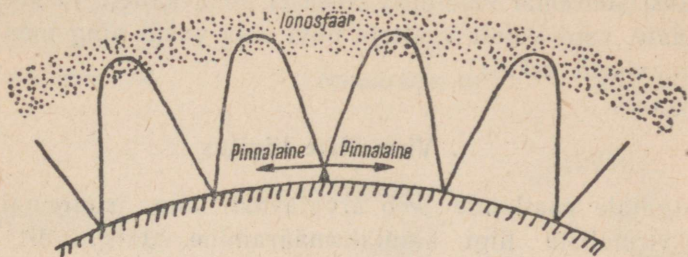
Lugedes neid ridu võib tekkida arvamus, et virmalised on küll kaunis loodusnähtus, kuid nende uurimine ei too praktilist kasu. Selline arvamus on siiski väär. Selgitame seda lähemalt.

Juba aastakümneid on raadio alal tegelejatel teada, et teatud ilmastiku, eriti aga virmaliste ilmumise ajal on kuuldavus halb või see kaob hoopis ära. Millega seda seletada? Lühidalt võiks vastata — radiolainete neeldumisega Maa atmosfääris.

Atmosfääri uurimised on näidanud, et kõrgusel 70—500 km asub elektrit hästi juhtiv õhukiht, mida nimetatakse ionosfääriks. See ei ole ehituselt ühtlane; ta koosneb 4 alakihist, mida nimetatakse järgmiselt: D kiht (70—90 km), E kiht (100—140 km), F₁ kiht (160—200 km) ja F₂ kiht (250—300 km).

Ionosfääri tekkimist seletatakse Päikese ultravioletse ja röntgenikiirgusega. Et viimased muutuvad ööpäeva ja aasta jooksul, siis vastavalt sellele muutub ka ionosfääri ehitus. Öösel, millal puudub päikeseikiirgus, kaob D kiht ja E kiht on tugevasti nõrgenenud. F₁ kiht on öösel liitunud F₂ kihiga, moodustades seega üheainsa kihi.

Raadiolained saatjast kuni vastuvõtjani levivad kahel viisil: 1) maapinna lähedal pinnalainena ja 2) atmosfääris ruumilainena. Viimane peegeldub mitu korda ionosfääri ja maapinna vahel (joon. 5.).



Joon. 5. Raadiolainete levimine Maa atmosfääris.

Kui puuduks raadiolainete levimine ruumilainetena, siis piirduks raadioside ainult saatejaama lähema ümbrusega, kuhu raadiolained ulatuksid pinnalainetena (need levivad sirgjooneliselt). Tänu ruumilainetena levivatele raadiolainetele on raadiosidet faktiliselt võimalik pidada kogu Maakera ulatuses.

Lähem uurimine on näidanud, et raadiolainete peegeldumine ionosfääris sõltub oluliselt lainepikkusest, — mida lühem laine, seda kõrgemates ionosfääri kihtides see peegeldub. Nii peegeldub raadiotehnikas kasutatav pikklaine D, kesklaine E ja lühilaine F_1 ja F_2 kihis. Edasi on selgunud, et peegeldumisel neelatakse osa raadiolainete energiast peegeldava kihi poolt, mille tulemusena maapinnale jõudnud laine on nõrgenenud; mida rohkem peegeldusi, seda suurem on ka nõrgenemine.

Silmas pidades eespool käsitletut, saab meile selgeks raadioside sõltuvus ajast ja kohast, eriti aga Päikese aktiivsusest.

Et Päikese aktiivsus põhjustab ühelt poolt virmaliste teket, teiselt poolt aga ionosfääris toimuvaid protsesse, milledest sõltub raadiolainete levimine, siis järelikult õpime virmaliste kaudu tundma ka ionosfääri, ning seega ühtlasi ka raadiolainete levimist. Teades seaduspärasusi, millele alluvad Päikese aktiivsuse muutused ja raadiolainete levimine ionosfääris, on võimalik ennustada raadioside olukorda mõneks ajaks.

Virmaliste põhjalikumaks uurimiseks on loodud rida spetsiaalseid observatooriume vastavate riistadega. Et virmaliste uurimisel etendab tähtsat osa nende esinemise sageduse geograafiline jaotuvus, on vajalik teostada virmaliste visuaalseid vaatlusi suuremal maa-alal. Need ei nõua kalleid ja keerukaid aparate, vaid ainult vaatleja huvi asja vastu ning mõningaid minimaalseid oskusi.

Virmaliste liigitus

Algajale vaatlejale teeb arvatavasti kõige suuremaid raskusi virmaliste liigi kindlaksmääramine. Järgnevalt toome Rahvusvahelise Geofüüsika Aasta jooksul kasutatud virmaliste liigituse:

Tabel 3

Jrk. nr.	Liigi nimetus	Eestikeelne tähis	Venekeelne tähis
1	Helendumine	hl	св
2	Difuussed laigud	dl	дп
3	Pulseerivad laigud	pl	пп
4	Ohtlased kaared	ük	од
5	Pulseerivad kaared	pk	пд
6	Üksikud kiired	ür	ол
7	Kiirekujulised kaared	kk	лд
8	Leegikujulised virmalised	lv	пл

1. Helendumine. — hl. Osa taevast on hele, kiirates hajusat valgust. Horisondi lähedal esinedes meenutab see kahvatut eha. Mõnikord on helendus rohekas-kollase varjundiga, millel puuduvad teravad piirjooned. Esineb harilikult virmaliste esinemise aja algul või lõpul. (Joon. 6 — 1).

2. Difuussed laigud — dl. Need on heledad, mõnikord tumepunase varjundiga pilvi meenutavad laigud. Esinevad harilikult enne virmaliste lõppu või pärast tugevat virmaliste «vehklemist». (Joon. 6 — 2).



1. Helendumine (hl)



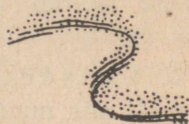
2. Difuussed laigud (dl)



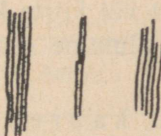
3. Pulseeruvad laigud (pl)



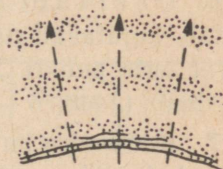
4. Ühtlased kõared (ūk)



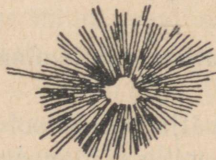
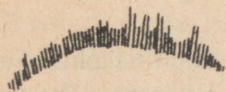
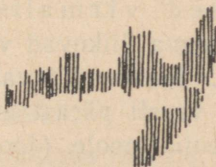
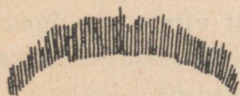
5. Pulseerivad kõared (pk)



6. Üksikud kiired (ūr)



8. Leegikujulised virmalised (lv)



7. Kiirekujulised kõared (kk)

Joon. 6. Virmaliste liigid.

3. Pulseerivad laigud — pl. Pulseerivad laigud sarnanevad kujult difuussete laikudega; erinevus seisneb selles, et nende heleduse muutus toimub rütmiliselt mõnest sekundist kuni mõne minutini. (Joon. 6 — 3).

4. Ühtlased kaared — ük. Siia kuuluvad virmalised, mis meenutavad ühtlase heledusega kaari või linte. Nende alumine äär on võrdlemisi teravalt piiritletud, ülemine aga hajuv. Kaared ja linnid võivad olla nii laiad kui ka kitsad. Kitsad kaared võivad liituda laiadeks ja vastupidi. (Joon. 6 — 4).

5. Pulseerivad kaared — pk. Need on ühtlased kaared, mis muutuvad rütmiliselt mõne sekundi kuni mõne minuti jooksul. Värvuselt on nad kahvatu-sinakad. (Joon. 6 — 5).

6. Üksikud kiired. — ür. Nagu juba nende nimi näitab, kujutavad nad kiirt või kiirte kimpu, mis näivad koonduvat ühte punkti. Nende alumine osa on tavaliselt ülemisest heledam. (Joon. 6 — 6).

7. Kiirekujulised kaared — kk. Siia kuuluvad kaared, linnid, eesriidetaolised ja teised virmaliste liigid, mis koosnevad tihedalt üksteise kõrval asuvatest kiirtest. (Joon. 6 — 7).

8. Leegikujulised virmalised — lv. Need on üksteise järel lainetena liikuvad virmalised, mis meenutavad tule leegitsemist. Esinevad tavaliselt virmaliste ägedamal «vehklemise» ajal varsti pärast eesriidetaolisi virmalisi. Liiguvad magnetilise seniidi poole. (Joon. 6 — 8).

Virmaliste vaatlemine

Kõigepealt on tarvis välja valida sobiv vaatluskoht. Selleks võib olla iga väljak, mille põhjapoolne horisont vähemalt loode ja kirde vahel on nähtav. Et virmalisi võib esineda samal ajal taevavõlvi mitmes osas, siis on soovitatav teostada vaatlusi lõigus, mis ulatub vaadeldava koha magnetilisest meri-

diaanist 30° lääne ja ida poole. Magnetilise meridiaani määramiseks võib kasutada kompassinõela, mis näitab meridiaani sihti. On soovitatav magnetiline meridiaan maastikul tähistada märkide abil (puud, tornid, kepid jm.).

Vaatluste üleskirjutamisel on soovitatav kasutada valgust, mis ei pimesta silmi ega takista seega kohe pärast kirjutamist vaatluste jätkamist. Sobivaks valgusallikaks on taskulamp, mille klaas on kaetud õhukese punase paberiga või värvitud kergelt punaseks.

Vaatlusi tuleb teha kindla plaani järgi ja tulemused üles märkida skeemi järgi valmistatud tabelisse (see tuleb enesel joonestada).

Tabel 4

Virmaliste vaatluste tabel 195... aastal.
 Vaatluskoha nimetus (küla, kool, kolhoos, rajoon)
 Geograafiline laius $\psi =$, pikkus $\lambda =$

Vaatlusaeg	Virmaliste liik ja heledus	Asend	Värvus	Liikumine

Vaatleja allkiri:


Vaatlusi tehakse järgmiselt.

1) Kõigepealt peab kindlaks tegema, kas virmalisi üldse esineb. Selleks on tarvis minna vaatluskohale, jälgida põhjataevast, seniiti (lagipunkti) ja lõunataevast. Kui virmalisi ei ole, ei kanta ka tabelisse mitte midagi. On aga neid näha, märgitakse vaatlustabeli esimesse lahtrisse «Vaatlusaeg» kuu nimetus, kaldkriipsuga eraldatud kaks teineteisele järgnevat kuu-päeva, millede vahel asus vaatlusöö, ja kellaeg Moskva aja järgi. Virmaliste vaatlusi tehakse tavaliselt täistunni algul.

Näide: Veebr. 15/16 20.00 (Viimane arv näitab kellaega).

2) Kui virmalised esinevad, tuleb kindlaks määrata nende liik eespool esitatud tunnuste järgi.

Teise veergu kantakse virmaliste liik lühendite abil. Kergelt pilves põhjataeva puhul või mõnel teisel põhjusel, kui ei ole võimalik liiki kindlaks teha, märgitakse tabeli teise veergu vir-

maliste märk —  Virmaliste lühendi taha kirjutatakse

arv, mis näitab virmaliste heledust 4-pallilises süsteemis järgmiselt:

- | | |
|-----------|--|
| 1 pall — | virmaliste heledus on võrdne Linnutee heledusega. |
| 2 palli — | „ „ „ „ kiudpilvede (<i>Ci</i>) heledusega kuupaistel. |
| 3 palli — | „ „ „ „ rünpilvede heledusega kuupaistel. |
| 4 palli — | „ „ „ „ ületab rünpilvede heleduse kuupaistel. |

Näide: dl 2 — difuusne virmaline, mille heledus on võrdne kiudpilvede heledusega kuupaistel (2 palli).

3) Virmaliste asendi kindlaksmääramisel taevavõlvil jaotatakse see silma järgi 30°-listeks horisontaalseteks vöödeks ja kirjutatakse tabelisse veergu «Asend» järgmiselt:

N — vöönd põhjataevas horisondilt kuni 30° kõrguseni.

N_1 — vöönd põhjataevas kõrgusvahemikus 30°—60°.

Z — vöönd, mille kõrgus on üle 60° (või kaugus lagipunktist ei ületa 30°).

S_1 — vöönd lõunataevas kõrgusvahemikus 30°—60°.

S — vöönd lõunataevas kõrgusvahemikus 0°—30°.

Kui virmalised esinevad mitmes vööndis, märgitakse nende alumine ja ülemine piir. Näide: N_1 — Z tähendab, et alumineäär oli vööndis N_1 , ülemine — Z.

4) Virmaliste värvuse määramisel kasutatakse 4 värvust: sinakad, rohelised, violetsed, punased. Kui sama liiki virmalistel on kogu ulatuses üks nimetatud värvustest, kantakse veergu «värvus» selle värvuse esimene täht (s, r, v, p). On aga virmaliste alumine osa üht, ülemine teist värvust, asetatakse vär-

vuse tähise ette vastavalt tähed a (alumine) või ü (ülemine).

Näide: ap — alumine osa punane; üv — ülemine violetne.

5) Viimasesse veergu «Liikumine» märgitakse ilmakaar, kuhu poole liikusid virmalised magnetilisest meridiaanist. Siin tuleb kasutada meteoroloogias tuntud ilmakaarte tähistusi: N — põhi, E — ida, S — lõuna, W — lääs. Kui liikumine toimub kiiresti («vehklemine»), tuleks kirjutada vastava ilma-kaare järele täht «k» (kiire). Näiteks: Ek — virmalised liikusid kiiresti itta.

Nagu eespool käsitletust selgub, on virmaliste vaatlused lihtsad, millega tuleb toime iga loodusesõber, kellel on ainult huvi ja tahtmist selliseks tööks.

KIRJANDUST

П. Н. Тверской, Атмосферное электричество. Л. 1949.

П. Н. Тверской, Курс геофизики. М.-Л. 1939.

Э. Р. Мустель, Солнце и атмосфера земли. М. 1957.

Солнце, Сборник под ред. Дж. Койпера. Изд. иностр. лит. М. 1957.

И. А. Хвостиков, Свечение ночного неба. Изд. АН СССР. М.-Л. 1948.

SISUKORD

I. Helkivad ööpilved (H. Niilisk)	5
II. Virjalised (H. Mürk)	19
Kirjandust	33

X. Мюрк и X. Нийлиск
РУКОВОДСТВО ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЯ СЕРЕБРИСТЫХ ОБЛАКОВ
И ПОЛЯРНЫХ СИЯНИЙ

на эстонском языке

Toimetaja R. L i a s
Tehniline toimetaja H. K o h u
Korrektor I. J e l e t s k y

Ladumisele antud 18. X 1958. Trükkimisele antud 6. VI 1959. Paber 62×88, 1/16.
Trükipoognaid 2,25. Formaadile 60×92 kohaldatud trükipoognaid 2,23. Arvu-
tuspoognaid 1,56. Trükiarv 3000. MB-02291. Tellimise nr. 547.

Hans Heidemanni nimel. trükikoda, Tartu, Ülikooli 17/19.

Hind 50 kop.

50 kop.

A

22756

4201523

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00420152 3