

Arūnas Bukantis

# Atmosferos reiškinių stebėjimai



---

Arūnas Bukantis

# Atmosferos reiškinių stebėjimai

Metodinė priemonė



Vilniaus  
universiteto  
leidykla

2009

UDK 551.59(075.8)

Bu-173

*Apsvarstė ir rekomendavo spaudai*

*Vilniaus universiteto Gamtos mokslų fakulteto taryba*

*(2009 m. vasario 25 d., protokolą Nr. 5)*

Recenzentai:

*dr. Justas Kažys*

*doc. dr. Egidijus Rimkus*

ISBN 978-9955-33-434-7

© Arūnas Bukantis, 2009

© Vilniaus universitetas, 2009

# Turinys

---

*Pratarmė ... 5*

*Dažniausiai vartojamos santrumpos ... 7*

## **1. Atmosferos reiškinių stebėjimo programa ... 9**

---

1.1. Atmosferos reiškinių klasifikacija ir apibūdinimas ... 9

1.2. Atmosferos reiškinių stebėjimo procedūra ... 12

1.3. Orai stebėjimų metu ... 13

1.4. Orai tarp stebėjimų ... 14

## **2. Atmosferos reiškinių identifikavimas ir matavimai ... 17**

---

2.1. Hidrometeorai ... 17

Atmosferos krituliai ... 17

Ant objektų ir žemės paviršiaus susidarantys hidrometeorai ... 25

Ore plūduriuojantys hidrometeorai ... 27

Vėjo pakelti hidrometeorai ... 28

2.2. Litometeorai ... 29

2.3. Elektriniai reiškiniai ... 31

2.4. Optiniai reiškiniai ... 31

2.5. Kiti reiškiniai ... 33

## **3. Atmosferos reiškinių susidarymo sąlygos ... 35**

---

3.1. Pavojingi hidrometeorai ... 35

Kruša ... 35

Lijundra ... 36

Stiprus lietus ... 39

Pūgos ... 41

Rūkai ... 41

Stiprus snygis ... 44

3.2. Litometeorai ir kiti (neklasifikuoti) atmosferos reiškiniai ... 45

Dulkių ir smėlio audros ... 45

Škvalas ... 46

Viesulas ... 47

3.3. Elektrinių reiškinių susidarymas atmosferoje ... 49

Perkūnija ... 50

Poliarinės pašvaistės ... 54

3.4. Optinių reiškinių ir efektų susidarymas atmosferoje ...	57
Ką mato žmogaus akis ...	59
Halas ir stulpai prie Saulės arba Mėnulio ...	60
Vainikas apie Saulę ir Mėnulį ...	64
Bišopo žiedas ...	65
Glorija ...	65
Vaivorykštė ...	66
Miražas ...	70
Žaliasis spindulys ...	73
Žvaigždžių mirgėjimas ...	75
Sutemos ...	76
Debesų irizacija ...	77
Perlmutriniai debesys ...	77
Sidabriškieji debesys ...	78
Nakties dangaus švytėjimas ...	80
Prieblandos spinduliai ir Budos šešėliai ...	80
1 PRIEDAS. Boforto (Beauforto) skalė ...	82
2 PRIEDAS. Vidutinio krušos ledėkų skersmens nustatymas ...	84
3 PRIEDAS. Orų detektorius ( <i>Vaisala Present Weather Detector</i> PWD22) ...	85
4 PRIEDAS. Ištrauka iš <i>Lietuvos Respublikos Vyriausybės</i> 2006 m. birželio 9 d. nutarimas Nr. 241 „Dėl ekstremalių įvykių kriterijų patvirtinimo“, <i>Žin.</i> , 2006, Nr. 29-241 ...	92
5 PRIEDAS. Debesys ...	98
6 PRIEDAS. Matomumo nuotolis ...	101
<i>Kontroliniai klausimai ...</i>	102
<i>Lietuvių–anglų kalbų atmosferos reiškinių žodynelis ...</i>	103
<i>Literatūra ...</i>	106

*Cum in caelum spectamus, videmus tantum  
praeteritum non praesens* – kai žiūrime  
į dangų, matome tik praeitį, o ne dabartį

(Dangaus kūnų šviesa mus pasiekia  
tik po tam tikro laiko)

## Pratarmė

---

Meteorologijoje atmosferos reiškinais vadinami vizualiai arba specialiais prietaisais stebimi bei matuojami hidrometeorai, litometeorai, elektros ir optiniai reiškiniai, kurie susidaro ir vyksta atmosferoje arba ant žemės paviršiaus (lietus, rasa, perkūnija, pūga, škvalas, vaivorykštė ir kt.). Į sąvoką „atmosferos reiškinių stebėjimas“ įeina ne tik reiškinių identifikavimas, bet ir jų kokybinių bei kiekybinių rodiklių nustatymas ir išmatavimas, bendrosios orų būklės įvertinimas.

Metodinė priemonė „Atmosferos reiškinių stebėjimai“ parengta remiantis automatinėms ir neautomatinėms sausumos meteorologijos stotims skirtomis Pasaulinės meteorologijos organizacijos rekomendacijomis ir Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos meteorologinių stebėjimų nuostatais, atsižvelgiama į Lietuvos klimatinį sąlygų specifiką ir universitetinių studijų edukacinius tikslus.

Ši metodinė priemonė skirta Vilniaus universiteto Hidrologijos ir meteorologijos studijų programos studentams, atliekantiems mokomąją meteorologijos praktiką. Skaitytojas supažindinamas su atmosferos reiškinių ir optinių efektų įvairove, klasifikacija ir tarptautiniais simboliais, aprašoma reiškinių susidarymas, jų identifikavimo metodika, stebėjimo ir registravimo reikalavimai, pateikiami kontroliniai klausimai, atmosferos reiškinių anglų–lietuvių ir debesų pavadinimų lotynų–lietuvių kalbų žodynėliai.

Studentai, vadovaudamiesi šia metodika, įgis naujų įgūdžių kvalifikuotai ir profesionaliai nustatyti atmosferos reiškinių rūšį, intensyvumą, pagilins bendrosios meteorologijos ir meteometrijos žinias.

Metodinėje priemonėje skaitytojas ras atmosferos reiškinių ir optinių efektų nuotraukų albumą, pateikiamą kompiuterinėje laikmenoje. Nuotraukose užfiksuoti

įvairių rūšių reiškinių vaizdai, kuriuos rekomenduojama analizuoti skaitant reiškinių aprašymus.

„Atmosferos reiškinių stebėjimai“ bus naudingi ir kitų su gamtos mokslais susijusių studijų programų studentams, geografijos mokytojams, meteorologijos stočių darbuotojams ir visiems kitiems skaitytojams, besidomintiems mus supančia atmosfera ir joje vykstančiais ne tik įprastais, bet ir egzotiškais, o kartais ir pavojingais reiškiniais.

\* \* \*

Autorius nuoširdžiai dėkoja fotografijų autoriams Karl Heinz Hack, prof. Kenneth G. Libbrecht, Bernhard Mühr, Vaivai Ružaitėi, dukroms Ievai ir Mildai ir kitiems. Už pastabas rankraščiui ir vertingus pasiūlymus labai ačiū recenzentams dr. Justui Kažiui ir doc. Egidijui Rimkui.

## Dažniausiai vartojamos santrumpos

---

LHMT – Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba  
prie Aplinkos ministerijos

MN – matomumo nuotolis

MS – meteorologijos stotis

PMO – Pasaulinė meteorologijos organizacija

VGL – vidutinis Grinvičo laikas





# 1. Atmosferos reiškinių stebėjimo programa

---

## 1.1. Atmosferos reiškinių klasifikacija ir apibūdinimas

Meteorologijos stotyse (MS) stebimi atmosferos reiškiniai skirstomi į penkias grupes. Jas sudaro įvairių rūšių reiškiniai:

- ♦ **hidrometeorų grupė.** Joje yra keturi pogrupiai:
  - atmosferos krituliai (lietus, dulkсна, lijundra ir kt.),
  - susidarantys ant objektų ir žemės paviršiaus hidrometeorai (rasa, šarma, grūdėtasis šerkšnas ir kt.),
  - plūduriuojantys ore hidrometeorai (rūkas, persišviečiantis rūkas, rūkana ir kt.),
  - vėjo pakelti hidrometeorai (pažemio pustymas, pūga ir kt.);
- ♦ **litometeorų grupė** (matomumas sumažėjęs dėl dūmų, migla ir kt.);
- ♦ **elektrinių reiškinių grupė** (perkūnija, poliarinė pašvaistė ir kt.);
- ♦ **optinių reiškinių grupė** (halas, vaivorykstė, mirażas ir kt.);
- ♦ **kitų (neklasifikuotų) reiškinių grupė** (škvalas, viesulas).

Atmosferos reiškinių simboliai pateikti 1.1 lentelėje, o trumpas aprašymas – 2 skyriuje.

Meteorologijos stoties aikštelėje ar apylinkėse vykstantys atmosferos reiškiniai apibūdinami šiais rodikliais:

- ♦ *reiškinio rūšimi*, ją nustatant atsižvelgiama į reiškinio pobūdį (su pertrūkiais arba tolydus), intensyvumą (silpnas, vidutinis, stiprus) ir vietą, pavyzdžiui, silpnas su pertrūkiais lietus, apylinkių rūkas;
- ♦ *reiškinio pradžios ir pabaigos laiku* (minutės tikslumu);
- ♦ papildomai nurodoma *orai stebėjimų metu ir tarp stebėjimų* (Saulės disko arba Mėnulio uždengtumai, debesuotumas, vėjo krypties pasikeitimai ir pan.).

**1.1 lentelė.** Atmosferos reiškinių rūšys ir jų simboliai

HIDROMETEORAI									
Susidaro ant objektų ir žemės paviršiaus	Atmosferos krituliai			<i>Vandens būvio</i>			<i>Kietieji</i>		
	Lietus (silpnas su perrūkiais)	Lietus (silpnas, tolydus)	Lietus (vidutinis su perrūkiais)	Lietus (vidutinis, tolydus)	Lietus (stiprus su perrūkiais)	Lietus (stiprus, tolydus)	Lietus (silpnas, tolydus)	Lietus (stiprus, tolydus)	Lietus (stiprus, tolydus)
	Lietus regėjimo lauke (> 5 km nuo stoties)	Lietus regėjimo lauke (< 5 km nuo stoties)	Lietus regėjimo lauke (nepasiekiantis žemės)	Lietus regėjimo lauke (nepasiekiantis žemės)	Lietus regėjimo lauke (nepasiekiantis žemės)	Lietus regėjimo lauke (nepasiekiantis žemės)	Lietus regėjimo lauke (nepasiekiantis žemės)	Lietus regėjimo lauke (nepasiekiantis žemės)	Lietus regėjimo lauke (nepasiekiantis žemės)
	Dulkėna (su perrūkiais)	Dulkėna (tolydi)	Dulkėna su lietumi	Dulkėna su lietumi	Dulkėna su lietumi	Dulkėna su lietumi	Dulkėna su lietumi	Dulkėna su lietumi	Dulkėna su lietumi
	Snygis (silpnas su perrūkiais)	Snygis (silpnas, tolydus)	Snygis (vidutinis su perrūkiais)	Snygis (vidutinis, tolydus)	Snygis (stiprus su perrūkiais)	Snygis (stiprus, tolydus)	Snygis (stiprus, tolydus)	Snygis (stiprus, tolydus)	Snygis (stiprus, tolydus)
	Liūtinis snygis (silpnas)	Liūtinis snygis (vidutinis arba stiprus)	Liūtinis snygis (stiprus)	Liūtinis snygis (stiprus)	Liūtinis snygis (stiprus)	Liūtinis snygis (stiprus)	Liūtinis snygis (stiprus)	Liūtinis snygis (stiprus)	Liūtinis snygis (stiprus)
	Šlapdriba (silpna)	Šlapdriba (vidutinė arba stipri)	Liūtinė šlapdriba	Liūtinė šlapdriba	Liūtinė šlapdriba	Liūtinė šlapdriba	Liūtinė šlapdriba	Liūtinė šlapdriba	Liūtinė šlapdriba
	Rasa	Grūdėtasis šerkšnas	Plikledis	Plikledis	Plikledis	Plikledis	Plikledis	Plikledis	Plikledis
	Šarma	Kristalinis šerkšnas							

1.1 lentelės tęsinys

Pūduriuoja ore	Rūkas	≡	Persišiečiantis rūkas	≡	Rūkas vietomis	≡	Pažemio rūkas	≡	Apylinkių rūkas	⊞	
	Garavimas nuo vandens paviršiaus	SSS	Ledo rūkas (kartu susidaro šerkšnas)	⚡	Persišiečiantis ledo rūkas (kartu susidaro šerkšnas)	⚡	Rūkana	≡			
Pakelti vėjo	Pažemio pustymas (silpnas arba vidutinis)	⬆	Pažemio pustymas (stiprus)	⬆	Pūga (silpna arba vidutinė)	⬆	Pūga (stipri)	⬆			
LITOMETEORAI											
Matomumas sumažėjęs dėl dūmų	Migla	∞	Ore plūduojančios dulkės	S	Dulkių (smelio) pustymas	\$	Dulkių (smelio) audra (silpna arba vidutinė)	\$	Dulkių (smelio) audra regėjimo lauke	⌘	Dulkių (smelio) sūkuryš
ELEKTRINIAI REIŠKINIAI											
Perkūnija	Perkūnija su lietumi arba snygiu	⚡	Perkūnija su kruša	⚡	Perkūnija su dulkių (smelio) vėtra	⚡	Amalas	⌵	Poliarinė pašvaistė		
OPTINIAI REIŠKINIAI											
Halas apie Saulę	Sulpaį prie Saulės arba Mėnulio	⊕	Halas apie Mėnulį	⌒	Vainikas apie Saulę	⊕	Vainikas apie Mėnulį	⌒	Vaivo-rykštė	⌘	Miražas
KITI REIŠKINIAI											
Škvalas	Viesulas	⌵									

## 1.2. Atmosferos reiškinių stebėjimo procedūra

- ♦ Atmosferos reiškiniai stebimi *nenutrūkstamai, visą parą*, meteorologijos stoties teritorijoje ir apylinkėse, maždaug 5 km spinduliu aplink MS;
- ♦ stebint atmosferos reiškinius reikia atkreipti dėmesį į *debesuotumą, matomumo nuotolį, vėją, oro temperatūrą ir drėgnį*, nes tai padeda tiksliau nustatyti reiškinio rūšį bei numatyti galimus intensyvumo pokyčius;
- ♦ reiškinių rūšis, pradžia, pabaiga, pobūdis, intensyvumas nustatomi dviem metodais: *vizualiai* (remiamasi tiesioginiais ir netiesioginiais reiškinio požymiais, reiškinio sukeltais optiniais ir garso efektais) ir *instrumentiniu metodu* (remiamasi automatinės meteorologijos stoties, orų detektoriaus\*, anemorumbometro ir kitų prietaisų rodmenimis). Esant galimybei, vienu metu turi būti taikomi abu metodai.
- ♦ prasidėjus atmosferos reiškiniui stebėtojas meteorologinių stebėjimų žurnalo skiltyje „Atmosferos reiškiniai“ pažymi reiškinio simbolį, o šalia jo – *pradžios laiką* (valandą, minutes). Reiškinių pradžios laikas – momentas, kai stebėtojas aptiko reiškinio požymius;
- ♦ reiškinio *pabaigos laikas* – momentas, kai reiškinys baigėsi arba išnyko. Pavyzdžiui, silpnas liūtinis lietus prasidėjo 22 val. 35 min., o baigėsi 23 val. 11 min., žurnale įrašoma:  $\nabla$  22.35–23.11;
- ♦ jei reiškinys vyksta protarpiais (pavyzdžiui, vaivorykštė tai pasirodo, tai išnyksta), o pertrauka trunka ne ilgiau kaip 10 min., tai registruojamas vienas reiškinys; jei pertrauka ilgesnė kaip 10 min. – atskiri reiškiniai, pavyzdžiui:  $\bigcirc$  18.20–18.33  $\bigcirc$  18.44–18.50;
- ♦ meteorologinių stebėjimų žurnale užregistruojami visi reiškiniai, vykę per tris valandas tarp stebėjimų 00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21 val. vidutiniu Grinvičo laiku (VGL). Pavyzdžiui, žurnalo 3-ios valandos puslapyje užrašomi reiškiniai, buvę 00–03 val., 6-os valandos puslapyje – 03–06 val. reiškiniai ir t. t.;
- ♦ jei reiškinys prasideda prieš pagrindinį stebėjimą, o baigiasi po jo, užrašomas pakartotinais. Pavyzdžiui, jei silpnas su pertrūkiais lietus lijo nuo 11.10 iki 12.50 val., tai žurnalo 12-os valandos puslapyje užrašoma  $\bullet$  11.10–12.00, o 15-os valandos puslapyje –  $\bullet$  12.00–12.50;
- ♦ jeigu vienu metu vyksta keli reiškiniai, tai kiekvieno reiškinio pradžios ir pabaigos laikas užrašomas atskirai;


\* Orų detektoriaus PWD22 veikimo principas, matuojami reiškiniai, kodai ir kita informacija pateikta 3 priede.

- ♦ papildomos *škvalo*, *perkūnijos*, *amalo* ir *krušos* registravimo taisyklės:
  - pasibaigus *škvalui*, skliausteliuose reikia nurodyti išmatuotą didžiausią vėjo greitį (m/s):  $\nabla(17) 14.15-14.19$ , jeigu vėjo greitis nustatytas vizualiai tik pagal Boforto skalę (1 priedas), užrašoma balai ir vėjo greitis, m/s –  $\nabla(7b-17) 14.15-14.19$ ;
  - *perkūnijos* pradžios laikas – tai pirmojo griaustinio momentas, nesvarbu, ar žaibas buvo matyti, ar ne; pabaigos laikas – tai paskutiniojo griaustinio momentas; jeigu pertrauka tarp griaustinių ilgesnė kaip 15 min. – registruojama atskiri perkūnijos reiškiniai;
  - kartu su *perkūnijos* ar *amalo* simboliu skliausteliuose (8 rumbų skale) užrašoma kryptis, kuria jie girdimi arba matomi:  $\mathbb{R}(V) 18.20-18.55$ ;
  - stambiausių *krušos* ledėkų vidutinis skersmuo užrašomas meteorologinių stebėjimų žurnalo pastabose (krušos ledėko skersmens nustatymo metodika aprašyta 2 priede);
- ♦ papildoma taisyklė registruojant kai kuriuos matomumo nuotolį mažinančius reiškinius (rūkaną, rūkus, litometeorus):
  - šalia reiškinio simbolio skliausteliuose reikia nurodyti nustatytą mažiausią matomumo nuotolį metrais:  $\equiv 400) 03.10-05.50$ ;
- ♦ *sūkurio*, *optinių*, *elektros reiškinių* ir *kai kurių hidrometeorų* intensyvumas nenustatomas;
- ♦ stebėtojas turi *nuolat, rečiau siai kas pusvalandį*, išeiti į meteorologijos stoties aikštelę ir apžvelgti dangaus skliautą, paklotinį paviršių bei apylinkes ir užregistruoti reiškinius;
- ♦ stebėtojas turi pasirūpinti, kad mokomojoje meteorologijos stotyje *nebūtų didelio triukšmo* (pavyzdžiui, garsios muzikos), kuris trukdytų girdėti atmosferos reiškinius.

### 1.3. Orai stebėjimų metu\*\*

- ♦ Įvertinant orų būklę, stebėjimo metu reikia užfiksuoti atmosferos reiškinius, vykstančius per 10 min. iki tikslaus *stebėjimo termino laiko* prieš 00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21 val. VGL. Pavyzdžiui, 03 val. stebėjimo terminas suprantamas kaip laiko tarpas nuo 2 val. 50 min. iki 3 val. 00 min.;




\*\* Vadovaujantis tarptautinio kodo FM-IX SYNOP (ww) reikalavimais, meteorologijos stotyse „orai stebėjimo metu“ (angl. *present weather*) yra įvertinami dar ir per paskutinę valandą prieš 00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21 val. VGL. *Paskutinė valanda* – tai laiko tarpas, kuris prasideda prieš 1 val. ir baigiasi likus 10 min. iki stebėjimo termino (*mokomosios meteorologinės praktikos metu „paskutinės valandos“ orų vertinimai neatliekami*).

- ♦ skiltyje „Orai stebėjimų metu“ reiškiniai, vykstantys per paskutiniąsias 10 stebėjimo minučių, pažymimi tik simboliu. Pavyzdžiui, jei 11.50–12.00 val. buvo rūkana ir šarma, tai žurnalo 12 valandos puslapyje įrašoma ;
- ♦ šioje skiltyje sutartiniais ženklais dar žymima, kiek *Saulės diskas arba Mėnulis uždengtas* debesų:
  - $O^2$  – Saulės diskas atviras, daiktų šešėliai ryškūs,
  - $O^1$  – Saulę dengia plonas debesų sluoksnis arba rūkana, šešėliai neryškūs,
  - $O^0$  – Saulė pro debesis vos matyti, šešėlių nėra,
  - $\emptyset$  – Saulė visiškai uždengta debesų;
- ♦ *Mėnulio* uždengtumas žymimas analogiškai, simboliu  $\mathbb{D}$ ;
- ♦ jei dangaus skliaute yra ir Saulė, ir Mėnulis, žymima tik Saulė;
- ♦ kiek *Saulės diskas arba Mėnulis uždengtas* debesų, taip pat stebima atliekant aktinometrinius ir mikroklimatinius matavimus.

#### DARBO SAUGOS REIKALAVIMAI:

- *griaudint artimai perkūnijai* (arčiau kaip 3 km) po MS aikštelę vaikščioti griežtai draudžiama!
- *šviečiant Saulei* nerekomenduojama žiūrėti tiesiai į ją, nes tai gali paakenkti akims!
- *Saulės disko uždengtumą* galima nustatyti vien pagal šešėlių ryškumą.

### 1.4. Orai tarp stebėjimų\*\*\*






- ♦ Skiltyje „Orai tarp stebėjimų“ registruojami svarbūs orų būklės pokyčiai, nepriskiriami prie meteorologinių reiškinių: debesų formų ir kiekio, vėjo krypties ir greičio kitimas;
- ♦ *debesų kiekio* pasikeitimai žymimi specialiais simboliais:
  -  – per pastarąją valandą debesų kiekis sumažėjo 5 balais ir daugiau,
  -  – per pastarąją valandą debesų kiekis padidėjo 5 balais ir daugiau. Pavyzdžiui, rytą buvo giedra (debesuotumas svyravo tarp 0 ir 2 balų), bet 12 val. 15 min. debesuotumas pasiekė 7 balus. Tuomet meteorologinių stebėjimų žurnalo 15 val. termino skiltyje „Orai tarp stebėjimų“ įrašoma: 12.15;

\*\*\* Meteorologijos stotyse „orai tarp stebėjimų“ užkoduojami tarptautinio FM-IX SYNOP kodo  $W_1W_2$  (angl. *past weather*) charakteristikomis (*mokomosios meteorologinės praktikos metu ši procedūra neatliekama*).

- ♦ debesų formų pasikeitimai registruojami tuomet, kai atsiradusiai naujai debesų forma skirtini ne mažiau kaip 3 balai. Pavyzdžiui, 12 val. buvo užregistruoti *Cs* debesys, bet apie 14 val. pasirodė *As* debesų, todėl 15 valandos skiltyje „Orai tarp stebėjimų“ įrašoma: *As* 14.00;
- ♦ kai vyraujanti *vėjo kryptis* tarp pagrindinių stebėjimų pasikeičia 90° ir daugiau, įrašomas apytikris krypties pasikeitimo laikas ir abi vėjo kryptys (8 rumbų skale). Pavyzdžiui, jei vakarų vėjas maždaug 13 val. pasikeitė į šiaurės, tai 15 valandos skiltyje „Orai tarp stebėjimų“ įrašoma: *V* → *Š* 13.00;
- ♦ kai vidutinis *vėjo greitis* (per 10 min.) sumažėja arba padidėja 3 m/s ir daugiau, įrašomas apytikris vėjo greičio pasikeitimo laikas ir abi jo reikšmės. Pavyzdžiui, pūtęs 4 m/s vėjas apie 19 val. susilpnėjo iki 1 m/s, tada skiltyje „Orai tarp stebėjimų“ įrašoma: 4 → 1 m/s 19.00;
- ♦ debesuotumo pasikeitimai įvertinami vizualiai, o vėjo kryptis ir greitis – anemorumbometru arba automatine MS.

Atmosferos reiškinių užrašymo pavyzdys pateiktas 1.2 lentelėje.

**1.2 lentelė.** Atmosferos reiškinių užrašymo pavyzdys meteorologinių stebėjimų žurnalo 15 val. termino puslapyje

Orai tarp stebėjimų	Orai stebėjimų metu	Atmosferos reiškiniai
 14.25, <i>ŠV</i> → <i>Š</i> 14.10, 2 → 5 m/s 14.30	<i>O</i> <sup>2</sup>	 12.08–12.55,  ( <i>ŠV</i> ) 12.17–12.25,  (16) 12.20–12.23,  12.55–13.20





## 2. Atmosferos reiškinių identifikavimas ir matavimai

---

*Atmosferos reiškinių identifikavimas* – tai reiškinių rūšies ir intensyvumo nustatymas. Nustatant reiškinių rūšį ir intensyvumą reikia vadovautis šiuo aprašymu. Jame pateikta įvairių sąvokų definicijos ir reiškinių požymiai.

Meteorologijos stotyse specialiais prietaisais matuojamos kai kurių reiškinių kiekybinės charakteristikos, pavyzdžiui, kritulių kiekis ir intensyvumas, matomumo nuotolis rūke, migloje ir dulkių audroje, vėjo greitis škvalo metu ir kt.

### 2.1. Hidrometeorai

**Hidrometeorai** – tai atmosferos reiškiniai, susiję su įvairaus būvio (skysto, kristalinio ir mišraus) vandens dalelėmis, krintančiomis iš debesų, susidarinėjomis ant įvairių paviršių, plūduriuojančiomis ore arba pakeltomis vėjo.

Pagal susidarymą hidrometeorai skirstomi į keturis pogrupius:

- a) krintantys iš debesų (atmosferos krituliai);
- b) susidarantys ant objektų ir žemės paviršiaus;
- c) plūduriuojantys ore;
- d) pakelti vėjo.

---

#### ATMOSFEROS KRITULIAI

---

*Atmosferos krituliai* – tai vandens būvio, kristaliniai arba mišrieji hidrometeorai, krintantys iš debesų. Žemės paviršių pasieka ne visada.

#### *Intensyvumo nustatymas*

- ♦ Pagal intensyvumą daugelis hidrometeorų skirstomi į *silpnus, vidutinius ir stiprius*.
- ♦ Keičiantis hidrometeorų intensyvumui, turi būti nustatomas vidutinis intensyvumas *kiekvieną 10 min. trukmės laiko atkarpą*, o jeigu krituliai buvo vienodos trukmės arba truko trumpiau nei 10 min., nustatomas vidutinis viso reiškinių intensyvumas.

- ♦ *Vidutinis kritulių intensyvumas* dažniausiai išreiškiamas milimetrais per valandą (2.1 lentelė).
- ♦ Meteorologinių stebėjimų žurnale įrašomi tik *ilgiau kaip 10 min.* trunkantys hidrometeorų intensyvumo pokyčiai, t. y. tokie hidrometeorai registruojami kaip atskiri reiškiniai.
- ♦ Hidrometeorų intensyvumas tiksliausiai identifikuojamas remiantis *automatinės meteorologinės stoties, automatinio orų detektoriaus* arba *pliuviografo* rodmenimis. Nustatant snygio intensyvumą dar atsižvelgiama į matomumo nuotolį, o nustatant lietaus intensyvumą – į paviršių sudrėkimo greitį ir akustinius efektus.
- ♦ Hidrometeorų rūšis, pradžia, pabaiga, iškritimo pobūdis, intensyvumas, *esant galimybei*, turi būti nustatomi abiem metodais – vizualiu ir instrumentiniu. Kadangi atliekant stebėjimus vizualiai neišvengiama subjektyvumo, *tikslesniais ir viršesniais turi būti laikomi instrumentiniai matavimai*.

**2.1 lentelė.** Atmosferos kritulių intensyvumo (*i*) klasės\*

Kritulių rūšis	Intensyvumas ( <i>i</i> ) ir matomumo nuotolis	Intensyvumo klasė
Dulksna	$i < 0,1$ mm/val. Matomumo nuotolis $> 1000$ m	Silpna
	$0,1 \leq i < 0,5$ mm/val. Matomumo nuotolis 400–1000 m	Vidutinė
	$i \geq 0,5$ mm/val. Matomumo nuotolis $< 400$ m	Stipri
Lietus	$i < 2,5$ mm/val.	Silpnas
	$2,5 \leq i < 10$ mm/val.	Vidutinis
	$i \geq 10$ mm/val.	Stiprus
Snygis	$i < 1,0$ mm/val. (vandens ekvivalento) $i < 10$ mm/val. (sniego dangos storio) Snaigės mažos, matomumo nuotolis $> 1000$ m	Silpnas
	$1,0 \leq i < 5,0$ mm/val. (vandens ekvivalento) Sniegas dribsnių pavidalo, matomumo nuotolis 400–1000 m $10 \leq i < 50$ mm/val. (sniego dangos storio)	Vidutinis
	$i \geq 5,0$ mm/val. (vandens ekvivalento) $i \geq 50$ mm/val. (sniego dangos storio) Snaigės ir dribsniai įvairaus dydžio, matomumo nuotolis $< 400$ m	Stiprus

\* Rekomenduota „WMO Expert Meeting on Automation of Visual and Subjective Observations (Trappes/Paris, France, 14–16 May 1997) and the Working Group on Surface Measurements (Geneva, Switzerland, 27–31 August 2001)“.

- ♦ Jeigu nustatant hidrometeorų intensyvumą nėra galimybių pasinaudoti instrumentiniais matavimais, taikomi *vizualūs metodai*: dulksnos ir snygio intensyvumas nustatomas pagal matomumo nuotolį (2.1 lentelė), o lietaus – pagal paviršių sudrėkimo greitį ir akustinius efektus.

### *Atmosferos kritulių kritimo pobūdis*

Kai kurių rūšių atmosferos krituliai (*lietus, dulksna ir snygis*) gali kristi dvejopai – su pertrūkiais arba tolydžiai:

- ♦ *krituliai su pertrūkiais* – krituliai trumpam (iki 10 min.) sustojo ir iš naujo prasiidėjo bent vieną kartą per valandą. Jei pertrauka trunka ilgiau kaip 10 min., turi būti registruojami atskiri kritulių reiškiniai;
- ♦ *tolydūs krituliai* – krituliai tęsiasi be pertraukos (reiškinio trukmė gali būti įvairi);
- ♦ tik prasidėjus lietaui, dulksnai ar snygiui, iškritimo pobūdžio nustatyti neįmanoma, todėl jis identifikuojamas *reiškiniui pasibaigus*, o esant ilgalaikiams krituliams – *praėjus valandai nuo reiškinio pradžios*. Pavyzdžiui, pradėjus lyti stebėtojas žurnale įrašo „•“, o po valandos patikslina „••“ arba „••“.

### *Atmosferos kritulių kiekio matavimas*

*Kritulių kiekis* matuojamas vandens sluoksnio storio (mm), kuris susidarytų ant horizontalaus ir vandeniui nelaidaus paviršiaus per tam tikrą laiką (valandą, parą, mėnesį ir kt.).

Kritulių kiekis matuojamas kritulmačiu, lietmačiu, pliuviografu ir automatiniais prietaisais. *Kritulių matavimas 200 cm<sup>2</sup> skersmens kritulmačio kibiru*:

- ♦ matavimai atliekami keturis kartus per parą 03, 09, 15 ir 21 val. (VGL);
- ♦ kritulmačio kibirai keičiami vis vien, nors kritulių ir nebuvo (keičiant patikrinama kibirų būklė, jei reikia, jie išplaunami);
- ♦ atnešamas keisti kibiras turi būti uždengtas, jo dangčiu uždengiamas MS aikštelėje stovėjęs kibiras ir nešamas į patalpą krituliams matuoti;
- ♦ vanduo iš kritulmačio kibiro perpilamas į ant horizontalaus pagrindo (stalo) pastatytą specialią stiklinę, kurios viena padala atitinka 0,1 mm kritulių;
- ♦ kietieji krituliai (sniegas, ledėkai) pirmiausia kambario temperatūroje ištirpinami, o paskui išmatuojami (nustatomas jų „vandens ekvivalentas“);
- ♦ jei vandens lygio atstumas stiklinėje tarp dviejų padalų, pavyzdžiui, 11 ir 12, vienodas, žurnale įrašomas didesnis skaičius – 12;
- ♦ jei kritulių lygis stiklinėje sudaro mažiau negu ½ padalos, tai žurnalo skiltyje „Padalų skaičius, padalytas iš 10“, įrašoma „0,0“, jeigu ½ padalos – įrašoma „0,1“;

- ♦ kibiro vilgymo pataisos:
  - kai kritulių kiekis stiklinėje nesudaro  $\frac{1}{2}$  padalos – +0,1 mm,
  - skystųjų kritulių – +0,2 mm,
  - kietųjų kritulių – +0,1 mm;
- ♦ jei žurnalo skiltyje „Atmosferos reiškiniai“ buvo užregistruoti krituliai, o kritulmatyje jų nėra, tai skiltyje „Išstaisytas kiekis“ įrašoma „0,0“ (be vilgymo pataisos);
- ♦ jei kritulių nebuvo, skiltyse „Krituliai“ nieko nerašoma.

Kritulių kiekio užrašymo pavyzdys:

<i>Padalų sk.</i>	<i>Padalų sk./10</i>	<i>Vilgymo pataisa</i>	<i>Išstaisytas kiekis (mm)</i>
12	1,2	0,2	1,4

*Lietmačiu* kritulių kiekis matuojamas tomis pačiomis valandomis kaip ir kritulmačiu. Lietmačio stiklinė graduota milimetrais, todėl į žurnalo skiltį „Lietmatis“ įrašomas kritulių kiekis be jokių pataisų.

*Automatinėse MS* kritulių kiekis matuojamas ir registruojamas dažniausiai kritulmačiais su sūpuokliniu mechanizmu. Jo tikslumas  $\pm 1\%$ .

*Orų detektorius* kritulių kiekį ir intensyvumą nustato optiniu metodu (žr. 3 priedą).

*Pliuviografu* užregistruoti kritulių kiekio ir intensyvumo duomenys nustatomi apdorojant pliuviogramą (ji keičiama 20 val.).

### *Atmosferos kritulių rūšies nustatymas*

Atmosferos krituliai esti *vandens būvio*, *kietieji* ir *mišrieji*.

*Vandens būvio atmosferos krituliai* – tai skysti, vandens lašų pavidalo krituliai iš debesų.

**Lietus** – tai vandens lašų pavidalo krituliai dažniausia iš *Ns* debesų. Silpnas lietus krinta ir iš *As*, ir *Sc* debesų, retais atvejais – iš *Ac cast* debesų. Šis reiškinys dar vadinamas *ištisiniu lietu*mi. Lašų skersmuo  $> 0,5$  mm, todėl atskiri lašai gali būti matomi plika akimi (dulksnos lašų nematyti). Nukritę ant vandens lašai sukelia ratilus, o ant sauso paviršiaus palieka šlapią dėmę. Lietus klasifikuojamas pagal kritimo pobūdį (su pertrūkiais, tolydus) ir intensyvumą (silpnas, vidutinis, stiprus). Žemės paviršių pasiekia ne visada. Lietus iš *Cb* ir *Cu* debesų priskiriamas *liūtiniam lietu*ti.

<b>Lietus</b> (silpnas su pertrūkiais)	●	Per valandą iškrinta $< 2,5$ mm. Atskiri lašai yra lengvai pastebimi. Nuo stogų laša arba vos vos varva. Balos pasidaro labai lėtai. Kad sudrėktų visiškai sausas paviršius, reikia ne mažiau kaip dviejų minučių. Garsas ant stogų – tylus barbenimas, pereinantis į švelnų ošimą.
<b>Lietus</b> (silpnas, tolydus)	●●	

<b>Lietus</b> (vidutinis su pertrūkiais)	⋮	Per valandą iškrinta 2,5–10 mm. Atskiri lašai nėra aiškiai matomi, nes susilieja, nukritę ant kieto paviršiaus, ištyška purslais. Nuo stogų bėga čiurkšlėmis. Balos pasidaro greitai. Garsas ant stogų – garsus barbenimas, pereinantis į užimą.
<b>Lietus</b> (vidutinis, tolydus)	⋯	
<b>Lietus</b> (stiprus su pertrūkiais)	⋮	Per valandą iškrinta 10 mm ar daugiau. Labai sumažėja matomumo nuotolis. Atskiri lašai neįžiūrimi, nukritę ant kieto paviršiaus, ištyška purslais į keliolikos centimetrų aukštį.
<b>Lietus</b> (stiprus, tolydus)	⋯	Nuo stogų bėga stipriomis čiurkšlėmis. Balų atsiranda labai greitai. Garsas ant stogų – smarkus užimas, primenantis būgnų dundesį. <i>Stichinis lietus</i> – per 12 ir mažiau valandų prilyja 50–80 mm. <i>Katastrofinis lietus</i> – mažiau nei per 12 valandų prilyja > 80 mm.
<b>Lietus regėjimo lauke</b> (> 5 km nuo stoties)	⋮(	Lietus toliau arba arčiau kaip 5 km nuo MS (žymima atitinkamu simboliu), lašai pasiekia žemės paviršių. Pačioje MS nelyja. Apie lietų regėjimo lauke dažnai „informuoja“ vaivorykstė.
<b>Lietus regėjimo lauke</b> (< 5 km nuo stoties)	(⋮)	Gali kristi iš įvairių debesų ( <i>Cu</i> , <i>Cb</i> , <i>Ns</i> , <i>St</i> , <i>Sc</i> , <i>As</i> ), kurių atmaina <i>praecipitatio</i> ( <i>pra</i> ) – kritulių.
<b>Lietus regėjimo lauke</b> (nepasiekiantis žemės)	⋮	Lietus regėjimo lauke, bet lašai žemės paviršiaus nepasiekia, išgaruoja. Dažniausiai pasitaiko vasarą iš <i>As</i> , <i>Ac</i> , rečiau iš <i>Sc</i> , <i>Ns</i> , <i>Cb</i> , <i>Cu</i> ir <i>Cc</i> debesų, kurių atmaina <i>virga</i> ( <i>vir</i> ) – šluotiškieji.
<b>Liūtinis lietus</b> (silpnas)	⋮	Liūtiniam lietai būdinga staigi pradžia ir pabaiga, greiti intensyvumo pokyčiai, trunka nuo mažiau kaip minutės iki pusės valandos ar daugiau. Dažnai kartu krinta kruša, griaudė perkūnija. Liūtinio lietaus lašai didesni nei įprasto. Krinta iš <i>Cu cong</i> ir <i>Cb</i> debesų, būdingas besikeičiantis debesuotumas ir pragiedruliai. Intensyvumo gradacijų nustatymas toks pat kaip lietaus. Pagal kritimo pobūdį (su pertrūkiais arba tolydus) neskirstomas.
<b>Liūtinis lietus</b> (vidutinis)	⋮	
<b>Liūtinis lietus</b> (stiprus)	⋮	

<b>Dulksna</b> (su pertrūkiais)	●	Dulksna – smulkūs (skersmuo < 0,5 mm), plika akimi beveik nepastebimi, labai arti vienas kito krintantys vandens lašeliai. Dažniausiai krinta iš <i>Sc</i> , <i>St</i> ir <i>Ns</i> debesų. Dulksnos lašeliai, atrodo, plūduriuoja, nešami oro tėkmės, tačiau, kitaip nei rūko lašeliai, vis dėlto nukrinta. Nukritę ant vandens nesukelia ratilų, o ant sauso paviršiaus (pavyzdžiui, popieriaus lapo) prikimba išlaikydami sferinę struktūrą. Pagal kritimo pobūdį būna su pertrūkiais ir tolydi.
<b>Dulksna</b> (tolydi)	●●	
<b>Dulksna su lietumi</b>	●;	Kartu su dulksna krinta ir stambesni (skersmuo > 0,5 mm) vandens lašeliai (dažniausiai iš <i>Ns</i> debesų).

**Lijundra** – tai skaidri ledo pluta, kai dulksnos arba lietaus lašeliai susiliečia su paviršiais, kurių temperatūra neigiama. Ji padengia visus atvirus krituliams paviršius. Lijundros apšalo storis būna nuo milimetro iki kelių centimetrų (plačiau apie lijundrą 3.1 skyriuje).

<b>Lijundra</b> (silpna prišąlanti dulksna)	☞	Dulksnos intensyvumas mažiau kaip 0,1 mm/val. Matomumo nuotolis daugiau negu 1000 m. Lijundros apšalo storis paprastai neviršija 3 mm.
<b>Lijundra</b> (vidutinė arba stipri prišąlanti dulksna)	☞☞	Dulksnos intensyvumas 0,1 mm/val. ir didesnis. Matomumo nuotolis mažiau kaip 1000 m. Lijundros apšalo storis gali siekti nuo kelių iki keliolikos milimetrų – tai priklauso nuo reiškinių trukmės.
<b>Lijundra</b> (silpnas prišąlantis lietus)	☞	Lietaus intensyvumas mažiau kaip 2,5 mm/val. Lijundros apšalo storis gali siekti keliolika milimetrų.
<b>Lijundra</b> (vidutinis arba stiprus pri- šąlantis lietus)	☞☞	Lietaus intensyvumas 2,5 mm/val. ir daugiau. Lijundros apšalo storis gali siekti net kelis centimetrus. Kai apšalo storis ant standartinio lijundros stovo laidų pasiekia 20 mm – lijundra stichinė.

*Kietieji atmosferos krituliai* – tai snaigių, ledo kristalų, krušos ledėkų, sniego grūdų ir granulių pavidalo krituliai iš debesų, žemės paviršių pasiekiantys sušalusio (kristalinio) būvio.

**Snygis** – kristalinio būvio, *snaigių* arba *sniego dribsnių* pavidalo krituliai. Priklausomai nuo oro temperatūros ir drėgmės gali susidaryti net kelios dešimtys snaigių

kristalų formų: šešiakampės plokštelės, šešiabriaunės prizmės, išsišakojusios žvaigždutės, adatos ir t. t. (iš viso priskaičiuojama 35 snaigių kristalų tipai). Kai temperatūra aukštesnė kaip minus 5 °C, snaigės gali sulipti ir sudaryti dribsnius. Dažniausiai sninga iš *Ns*, rečiau iš *As*, *Sc* ir *St* debesų. Liūtinis snygis krinta iš *Cb* debesų. Klasifikuojamas pagal iškritimo pobūdį (su pertrūkiais, tolydus) ir intensyvumą (silpnas, vidutinis, stiprus).

<b>Snygis</b> (silpnas su pertrūkiais)	*	Intensyvumas < 1,0 mm/val. (vandens ekvivalento). Snaigės mažos, matomumo nuotolis > 1000 m.
<b>Snygis</b> (silpnas, tolydus)	**	
<b>Snygis</b> (vidutinis su pertrūkiais)	* *	Intensyvumas 1,0–5,0 mm/val. (vandens ekvivalento). Sniegas dribsnių pavidalo, matomumo nuotolis 400–1000 m.
<b>Snygis</b> (vidutinis, tolydus)	** **	
<b>Snygis</b> (stiprus su pertrūkiais)	* * *	Intensyvumas > 5,0 mm/val. (vandens ekvivalento). Snaigės ir dribsniai įvairaus dydžio, matomumo nuotolis < 400 m.
<b>Snygis</b> (stiprus, tolydus)	* * *	Kai per 12 arba mažiau valandų iškrinta 20–30 mm kritulių, o sniego danga pastorėja 20–30 cm – <i>snygis stichinis</i> ; kai per mažiau nei 12 valandų iškrinta > 30 mm kritulių, o sniego danga pastorėja > 30 cm – <i>snygis katastrofinis</i> .
<b>Atskiros snaigės</b> (kartu gali būti rūkas)	✱	Žvaigždučių pavidalo sniego kristalai, turintys šešias simetrijos ašis. Krinta dažniausiai iš <i>Ac</i> , <i>St</i> debesų arba esant rūkui (tada debesų nebūna).
<b>Liūtinis snygis</b> (silpnas)	* ▽	Liūtiniam snygiui būdinga staigi pradžia ir pabaiga, greiti intensyvumo pokyčiai, trukmė nuo mažiau kaip minutės iki pusės valandos ar daugiau. Sniegas dažniausiai dribsnių pavidalo.
<b>Liūtinis snygis</b> (vidutinis arba stiprus)	* ▽	Kartu gali griaudėti perkūnija. Krinta iš <i>Cb</i> debesų, būdingas besikeičiantis debesuotumas ir pragiedruliai. Intensyvumo gradacijos tokios pat kaip paprasto snygio. Pagal kritimo pobūdį (su pertrūkiais arba tolydus) neskirtomas.






<b>Ledo kristalai</b> (kartu gali būti rūkas)	↔	Ore plūduriuojantys smulkūs įvairių formų ledo kristalai (adatos, prizmės, plokštelės ir kt.). Susidaro stipriai šąlant ir esant giedrai (kartu gali būti ledo rūkas). Dieną žiba saulėje, o naktį – šviečiant mėnuliui arba aplink gatvės žibintus. Kartais gali sudaryti ir išmatuojamą kiekį kritulių.
<b>Sniego grūdai</b> (kartu gali būti rūkas)	⚠	Labai maži (skersmuo iki 2 mm), matinio baltumo sniego gabalėliai. Jie būna apvalios, plokščios arba pailgos formos. Kai grūdai nukrinta ant kieto paviršiaus, neatšoka ir nesudūžta. Šie krituliai silpni, nes dažniausiai krinta iš <i>St</i> debesų, niekada nebūna liūtiniai. Gali kristi esant rūkui.
<b>Sniego granulės</b>	⚠	Didesni už sniego grūdus, 2–5 mm skersmens, sferiniai arba kūgiški sniego gabaliukai (dar vadinami sniego kruopomis). Sniego granulės yra trapios ir lengvai sutraiškomos. Kai jos krinta ant kieto paviršiaus, atšoka ir dažnai sudūžta. Krinta, kai oro temperatūra apie 0 °C, iš <i>Sc</i> , <i>Cu</i> ir <i>Cb</i> debesų dažniausiai liūties pavidalu, gali būti kartu su krušos ledėkais, sniego dribsniais arba lietaus lašais.

**Kruša** – įvairių formų ledo gabalėliai (ledėkai), nepermatomi, kartais sluoksniuoti iš skaidraus ir matinio ledo. Ledėkų skersmuo nuo 5 iki 50 mm (kartais ir daugiau), o svoris gali siekti kelis šimtus gramų. Kartu gali kristi lietūs ar sniego granulės. Kruša krinta šiltuoju metų laiku, dažnai kartu su perkūnija ir škvalu iš *Cb* debesų. Skiriamos dvi intensyvumo gradacijos ir stichinis lygmuo.

<b>Kruša</b> (silpna, gali būti su lietumi ar sniegu)	⚠	Krušos ledėkai ant lygaus paviršiaus nesudaro ištisinio sluoksnio. Ledėkų skersmuo 5–6 mm. Gali būti kartu su sniego granulėmis.
<b>Kruša</b> (vidutinė arba stipri, gali būti su lietumi ar sniegu)	⚠	Krušos ledėkai ant lygaus paviršiaus sudaro ištisinį sluoksnį. Ledėkų skersmuo daugiau kaip > 6 mm. Jei ledėkų skersmuo ≥ 20 mm – <i>kruša stichinė</i> .


*Mišrieji atmosferos krituliai* – tai mišraus fazinio būvio (skystieji ir kietieji) krituliai iš debesų.


<b>Šlapdriba</b> (silpna)	●*	Tirpstančio sniego pavidalo krituliai, kartais drauge su lietumi arba dulkсна. Krinta esant teigiamai oro temperatūrai.
------------------------------	----	---

<b>Šlapdriba</b> (vidutinė arba stipri)		Intensyvumas nustatomas remiantis matomumo nuotoliu: > 1000 m – silpna šlapdriba, < 1000 m – vidutinė arba stipri šlapdriba.
<b>Liūtinė šlapdriba</b>		Liūtinio pobūdžio krituliai iš <i>Cb</i> debesų, krintantys tirpstančio sniego pavidalu. Staiga atšalus, šlapias sniegas gali virsti šlapio sniego apšalu. Kai jo skersmuo ant standartinio lijudros stovo laidų $\geq 35$ mm – registruojama <i>stichinė šlapio sniego apdraba</i> .
<b>Ledo kapsulės</b>		Permatomi, skaidrūs, smulkūs (1–5 mm skersmens) rutuliškos, kūgiškos arba netaisyklingos formos ledo gabalėliai. Susidaro esant temperatūros inversijai: vandens lašai, krisdami iš šilto atmosferos sluoksnio į šaltą, sušąla ir virsta ledo kapsule, kurios viduje dažnai būna likę nespėjusio sušalti vandens. Gali susidaryti iš aptirpusios ir iš naujo apsitraukusios ledu snaigės. Tada matinį branduolį dengia skaidrus ledo sluoksnelis. Nukritusios ant kieto paviršiaus didesnės kapsulės sudūžta. Šie krituliai būdingi šiltiesiems atmosferos frontams ir esant pakiliajai temperatūros inversijai.

#### ANT OBJEKTŲ IR ŽEMĖS PAVIRŠIAUS SUSIDARANTYS HIDROMETEORAI

Šie hidrometeorai būna iš vandens lašelių, kristalų arba turi amorfinę struktūrą. Susidaro dėl vandens fazinių virsmų (kondensacijos, kristalizacijos, sublimacijos) ant žemės paviršiaus, augalų, daiktų, lėktuvų ir kitų įvairių objektų.

<b>Rasa</b>		Vandens lašeliai susikondensavę ant augalų ir daiktų paviršiaus, kai tų paviršių temperatūra dėl spindulinio atvėsimo nukrinta žemiau rasos taško, bet išlieka teigiama. Susidaro giedromis arba mažai debesuotomis, ramiomis (vėjo greitis < 3 m/s) naktimis. Kartu būdinga kelių–keliolikos metrų storio pažemio temperatūros inversija. Kartais rasa gali būti su rūkana arba rūku. Giedrą vasaros naktį gausios rasos metu gali susidaryti net 0,5 mm kritulių. Pradžią ir pabaigą registruojama vizualiai arba <i>rasografu</i> .
-------------	---	--

<b>Šarma</b>		Baltos kristalinės struktūros (ledo adatėlių, stulpelių, cilindų, kūgių formos) nuosėdos. Susidaro ore esantiems vandens garams sublimuojantis ant žemės paviršiaus, horizontalių arba mažo polinkio daiktų paviršiaus, augalų, laidų ir pan. Sublimacija prasižieda šioms paviršiams atvėsus iki neigiamos temperatūros esant
--------------	---	--

ramiems ir giedriems orams (anticikloninės sąlygos). Būdinga pavasario ir rudens šalnų metu, bet pasitaiko ir žiemą. Šar mos (kaip ir rasos) metu dažniausiai susidaro pažemio temperatūros inversija. Stebima vizualiai arba ledoskopu.

---

**Grūdėtasis  
šerkšnas**



Tai kauburiuotos, matinės, trapios sniego pavidalo nuosėdos ant laidų, medžių šakų, žolės ir kitų objektų. Susidaro esant rūkui, pučiant silpnam vėjui, dažniausiai kai  $-2-7\text{ }^{\circ}\text{C}$  (kartais ir kai žemesnė) temperatūra. Apšalo struktūra amorfinė (beformė, nekristalinė). Jis susidaro iš vėjo pusės, kai rūko lašeliai, prisilietę prie neigiamos temperatūros paviršiaus, greitai kristalizuojasi. Temperatūrai kylant, lašams stambėjant ir rūkui pereinant į dulksną, grūdėtąjį šerkšną gali pakeisti lijudra. Kai šerkšno apšalo storis ant standartinio lijudros stovo laidų  $\geq 35\text{ mm}$  – *apšalas stichinis* (apšalas gali pastorėti iki keliasdešimt centimetrų). Krintant temperatūrai ir rimstant vėjui, grūdėtojo šerkšno tankis mažėja ir šis šerkšnas gali pereiti į kristalinį šerkšną.

---

**Kristalinis  
šerkšnas**



Baltos, purios, smulkių kristalų nuosėdos ant lėktuvų, laidų, medžių šakų, žolės ir kitų objektų. Susidaro esant štiliui arba pučiant silpnam vėjui, kai žema temperatūra ( $< -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Papurčius medžių šakas, lengvai nubyra. Susidaro sublimuojantis vandens garams ant daiktų paviršių, kurių temperatūra žemesnė nei užšalimo taškas, kartais – esant rūkanai ar rūkui iš peršaldytų vandens lašelių. Palankios anticikloninės sąlygos – giedra (arba mažai debesuota) rami naktis. Tankis mažas –  $0,01-0,05\text{ g/cm}^3$ , todėl didelių apkrovų nesukelia.

---

**Plikledis**



Ledas arba suledėjęs sniegas ant žemės paviršiaus. Susidaro po lietaus, dulksnos ar šlapdribos sušalus vandeniui. Dar gali susidaryti kristalizuojantis rūko lašeliams arba sublimuojantis vandens garams ant atšalusių paviršių, sušalus polaidžio vandeniui. Ypač pavojingas keliuose. Plikledžiui dar priskiriamas suvažinėtas sniegas ant kelio dangos. Nuo lijudros skiriasi tuo, kad susidaro pasibaigus krituliams ir tik ant žemės paviršiaus (daugiausia kelių ir šaligatvių dangos).

---

Ore gali plūduriuoti vandens lašeliai ir ledo kristalai. Dėl jų sankaupos sumažėja matomumo nuotolis.

**Rūkas** – tai oro prisotinimas smulkių, plika akimi nematomų vandens lašelių (jų vidutinis spindulys yra 3–8  $\mu\text{m}$ ) arba ledo kristalų, dėl kurių horizontalus matomumo nuotolis tampa *mažesnis kaip 1 km*. Panašus reiškinys yra rūkana, bet jai esant matomumas geresnis – nuo 1 iki 10 km. Matomumas rūke labiausiai priklauso nuo vandens lašelių kiekio oro tūrio vienetu, t. y. nuo rūko vandeningumo.

Santykinis oro drėgnumas rūke 99–100%, o rasos taško temperatūra artima oro temperatūrai. Jei rasos taško temperatūra už oro temperatūrą mažesnė daugiau kaip 2 °C, rūkas nesusidaro.

Jei rūkas neišsisklaido 12 val. ir daugiau, o matomumas < 100 m – *tai stichinis rūkas*.

Rūkas susidaro dėl įvairių priežasčių: oro atvėsimo iki rasos taško (radiaciniai, advekiniai, šlaitų rūkai), garavimo nuo šilto paviršiaus į šaltą orą (garavimo rūkai), oro masių susimaišymo (maišymosi ir frontiniai rūkai). Tai genetinė rūkų klasifikacija (apie ją plačiau rašoma 3.1 skyriuje). MS nustatomos tik *morfologinės rūkų rūšys* (jos aprašytos toliau).

<b>Rūkas</b>	≡	Ištisinis, nepermatomas rūkas iš vandens lašelių.
<b>Persišviečiantis rūkas</b>	≡	Stebėtojas pro rūką mato debesis, giedrą dangų, Saulę arba Mėnulį. Kartais aplink Saulę, Mėnulį ar žibintus dar pasirodo vainikas.
<b>Pažemio rūkas</b>	≡	Rūkas iš vandens lašelių žemę gaubia plonu sluoksniu (sausumoje iki 2 m, jūroje iki 10 m). Susidaro dažniausiai šiltuoju metų laiku, esant priežeminei temperatūros inversijai, ir apima šalčiausią jos sluoksnį, kuriame oro temperatūra žemesnė už rasos tašką. Palankios anticikloninės sąlygos, ramios, giedros naktys, kai vyksta intensyvus spindulinis atvėsimas. Patekėjus saulei, temperatūros inversija greitai suyra ir rūkas išsisklaido. Panašiomis sąlygomis dažniausiai susidaro ir „rūkas vietomis“.
<b>Rūkas vietomis</b>	≡	Rūkas draikosi stebėtojo regėjimo lauke, <i>protarpiais padengia ir MS teritoriją</i> , tačiau ištisinio sluoksnio nesudaro. Dažniausiai tai būna pažemio arba persišviečiančio rūko fragmentai.
<b>Apylinkių rūkas</b>	(≡)	Rūkas yra tik kai kuriose vietose (daubose, slėniuose ir pan.) aplink MS stebėtojo regėjimo lauke. <i>Pačioje MS rūko nėra</i> . Tai gali būti bet kuri rūko rūšis (ištisinis, persišviečiantis, pažemio, ledo ir t. t.)

<b>Garavimas nuo vandens paviršiaus</b>	SSS	Vyksta vakarais ir naktimis atvėsusiame ore virš upės, ežero arba jūros. Dažnas vasarą ir rudenį, retesnis žiemą. Nuo palyginti šilto vandens paviršiaus pakilę vandens garai vėsusiame ore kondensuojasi (virsta lašeliais) ir todėl atrodo, kad kyla rūkas. Vėjas gali pernešti jį į pakrantes. Žiemą garavimo rūkas tikėtinas virš neužšalusių vandens telkinių, staiga atvėsus orams.
<b>Ledo rūkas</b> (kartu susidaro šerkšnas)	≡	Rūkas iš ledo kristalų (gali būti su peršaldytų vandens lašelių priemaiša). Ledo kristalų skersmuo nuo 12 iki 100 μm. Susidaro smarkiai šąlant (temperatūra žemesnė nei minus 30 °C) ir esant dideliame oro drėgnumui. Saulėtą dieną arba mėnesienoje ledo rūko kristalai žvilga. Kartu susidaro kristalinis šerkšnas. Stebėtojas pro rūką dangaus nemato.
<b>Persišviečiantis ledo rūkas</b> (kartu susidaro šerkšnas)	≡	Ledo rūkas, pro kurį stebėtojas mato debesis, giedrą dangų, Saulę arba Mėnulį. Kartu susidaro kristalinis šerkšnas, kartais apie Saulę ar Mėnulį dar pasirodo halas.
<b>Rūkana</b>	=	Vandens lašelių arba ledo kristalų visuma, kai matomumo nuotolis prie žemės paviršiaus nuo 1 iki 10 km. Matomumas sumažėja, nes rūkanos dalelės išsklaido šviesą ir oras įgauna melsvai pilkšvą atspalvį. Lašeliai daug smulkesni negu rūko (spindulys ≤ 0,15 μm). Santykinis drėgnumas esant rūkanai 85–97%. Nereikia painioti rūkanos su migla, kurią sukelia atmosferos teršalai.

#### VĖJO PAKELTI HIDROMETEORAI

Tai vėjo pakeltos ir pažemio oro sluoksnyje pernešamos sniego dalelės (pustymas ir pūga). Vėjo pakelti hidrometeorai sumažina matomumo nuotolį.

<b>Pažemio pustymas</b> (silpnas arba vidutinis)	⊕	Sniego pernešimas daugiausia žemiau akių lygio. Sniego dalelės juda horizontaliai, keičiasi sniego dangos storis ir tankis. Debesuotumas gali būti įvairus arba giedra. Matomumo nuotolis sumažėja nedaug.
<b>Pažemio pustymas</b> (stiprus)	⊕→	Intensyvumas nustatomas pagal vėjo stiprumą: kai vėjo greitis < 10 m/s – pustymas silpnas arba vidutinis, kai vėjo greitis ≥ 10 m/s – stiprus.

<b>Pūga</b> (silpna arba vidutinė)	↑	Sniego pernešimas storame pažemio oro sluoksnyje (gali kartu snigti). Vėjas turbulentiškas, gūsingas, sunešamos pusnys. Debesys ir dangaus skliautas ne visada matomas.
<b>Pūga</b> (stipri)	⇕	<p>Pūgos <i>intensyvumas</i> nustatomas pagal vėjo stiprumą, matomumo nuotolį ir pūgos trukmę:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ silpna arba vidutinė pūga – vėjo greitis &lt; 10 m/s, matomumas &gt; 4 km,</li> <li>▫ stipri pūga – vėjo greitis ≥ 10 m/s, matomumas ≤ 4 km,</li> <li>▫ stichinė pūga – vėjo greitis 15–20 m/s, trukmė ≥ 12 val.,</li> <li>▫ katastrofinė pūga – vėjo greitis &gt; 20 m/s, trukmė ≥ 24 val.</li> </ul>

## 2.2. Litometeorai







**Litometeorai** – tai ore plūduriuojančios arba vėjo pernešamos smulkios, kietos, sausos dūmų, dirvožemio, smėlio arba biologinės kilmės (žiedadulkės, sporos) dalelės. Litometeorai MS registruojami, kai *matomumo nuotolis sumažėja iki 6 km ir dar labiau*. Identifikuojant litometeorus pirmiausia juos reikia atskirti nuo rūkanos arba rūko. Pablogėjus matomumui dėl litometeorų oras būna gana sausas (santykinis drėgnis < 80%), ant žolės ar lapų nematyti vandens lašelių ar šarmos. Litometeorai, priešingai negu rūkas ar rūkana, niekada nesusidaro po lietaus. Esant abejonei, kas susidarė, pavyzdžiui, rūkas ar migla, geriausia remtis automatinio orų detektoriaus parodymais.

Matomumas sumažėjęs dėl dūmų	~	Ore plūduriuojančios smulkios, pilkšvos arba rusvos degimo produktų dalelės (dūmai, suodžiai, pelenai). Jos gali sklisti pažeme arba sudaryti pakilusį virš žemės paviršiaus sluoksnį. Tekančios arba besileidžiančios Saulės diskas būna oranžinės arba ryškiai raudonos spalvos.
Migla	∞	Labai smulkių (apie 0,1 μm skersmens), plika akimi nematomų dulkių, dirvožemio dalelių, žiedadulkių ar įvairių teršalų sukeltas atmosferos drumstumas ir matomumo sumažėjimas. Dažnai tai fotocheminio smogo ir aerozolių mišinys. Vietovaizdis dėl šviesos išsklaidymo tampa melsvai pilkšvas, lyg vienspalvis. Dangus vidurdienį gali įgauti švelnų sidabrinį atspalvį. Saulė pro miglą atrodo pilkšvai geltona, o saulėtekiu ar saulėlydžiu – rausva. Lietuvoje migla, pavyzdžiui, gali susidaryti atslinkus sausam, karštam ir drumstam tropiniam orui.

<b>Ore plūduriuojančios dulkės</b>	§	Matomumo nuotolis sumažėja dėl ore plūduriuojančių dulkių, pelenų (gali būti ir vulkaninės kilmės), dirvožemio ar smėlio dalelių <i>nevykstant</i> dulkių pustymui. Jos gali pasklisti po smėlio audros, kilusios toli nuo stebėjimo vietos. Tolimi objektai įgauna švelnų, gelsvai rudą ar pilkšvą atspalvį. Dangus – blyškus, perlinės ar gelsvai rudos spalvos. Saulė – blyški, bespalvė, kartais gelsva. Gali nebebūti šešėlių. Skirtingai negu miglos dalelės, nuslopus turbulencijai dulkės greitai nusėda ant žemės paviršiaus, nes yra stambesnės.
<b>Dulkių (smėlio) pustymas</b>	\$	Vėjas pažeme pusto dirvožemio arba smėlio daleles, matomumo nuotolis akių lygyje 1–6 km.
<b>Dulkių (smėlio) audra</b> (silpna arba vidutinė)	⊞	Stiprus vėjas aukštai į orą pakelia ir pusto dirvožemio arba smėlio daleles. Vienu metu didelėse teritorijose vyksta ir dalelių pernešimas, ir nusėdimas. Labai sumažėja matomumo nuotolis. Kai matomumas 500–1000 m – dulkių (smėlio) audra silpna arba vidutinė, kai matomumas < 500 m – stipri. Dykumose vadinama <i>smėlio audra</i> .
<b>Dulkių (smėlio) audra (stipri)</b>	⊞	
<b>Dulkių (smėlio) audra regėjimo lauke</b>	(⊞)	Dulkių arba smėlio audra apylinkėse, bet pačioje MS dalelės nei pustomos, nei nusėda.
<b>Dulkių (smėlio) sukūrys</b>	⊞	Mažas, besisukantis aplink vertikalią ašį vėjo verpetas, pakeliantis dulkes, smiltis, lengvus daiktus. Tuo metu nei dulkių pustymo, nei dulkių audros nėra. Susidaro vasarą, giedros metu, labai įšilus sausam paviršiui, esant dideliame atmosferos paribio sluoksnio stratifikacijos nepastovumui. Lietuvoje sukūrys būna kelių metrų skersmens ir kelių dešimčių metrų aukščio, dažniausiai trunka ne ilgiau kaip minutę. Dar vadinamas „vėlnio sukuriu“. Karštos dykumose gali būti net iki 600 m aukščio.

## 2.3. Elektriniai reiškiniai

**Elektriniai reiškiniai** – tai Žemės atmosferoje vykstančių elektros reiškinių visuma. Jie identifikuojami pagal optinius ir garso efektus. Susidaro įsielektrinus (įgavus elektros krūvį) oro dalelėms, hidrometeorams ir dulkėms. Atmosferos elektrinę būseną dar lemia oro dalelių jonizacija.

<b>Perkūnija</b>		Atmosferos elektros išlydis, pasireiškiantis žaibais kartu su griaustiniu.
<b>Perkūnija su lietumi arba snygiu</b>		Laiko tarpas tarp žaibo ir griaustinio priklauso nuo atstumo tarp stebėtojo ir perkūnijos vietos. Garso greitis yra apie 331 m/s, taigi, jei atstumas tarp stebėtojo ir perkūnijos yra 3 km, sugriaudės praėjus 10 sekundžių po žaibo blykstelėjimo. Griaustinis gali būti girdimas ir už 15–25 km, o žaibo, ypač dieną, gali ir nesimatyti.
<b>Perkūnija su kruša</b>		Perkūnija susidaro greitai augančiuose <i>Cb</i> debesyse, paprastai ją lydi liūtinis lietus arba snygis, kartais kruša arba dulkių vėtra (žymima atitinkamais simboliais), gūsingas vėjas. Perkūnijai fiksuoti gali būti naudojami perkūnijos detektoriai.
<b>Perkūnija su dulkių vėtra</b>		
<b>Amalas</b>		Tolimos perkūnijos sukeltas optinis reiškinys, kai griaustinio nesigirdi, o matomas tik horizonto ir debesų apšvietimas.
<b>Poliarinė pašvaistė</b>		Atmosferos sluoksnių švytėjimas > 80 km aukštyje dėl oro molekulių jonizacijos. Poliarinė pašvaistė primena peršviečiamą, plevenančią uždangą ar šydą, gali būti lankų, juostų, spindulių pavidalo. Dažniausios spalvos: žydra, balta, geltona, žalia, rausva, violetinė. Pašvaistės dažniausiai matomos poliarinėse platumose, bet pasitaiko ir vidutinėse. Poliarinės pašvaistės gali būti priskiriamos ir prie optinių reiškinių.








## 2.4. Optiniai reiškiniai

**Optiniai reiškiniai** susidaro sklindant atmosferoje *matomojo diapazono* (0,39–0,76  $\mu\text{m}$ ) *elektromagnetinėms bangoms*. Šių reiškinių susidarymas priklauso nuo atmosferos fizinės būsenos (terminės stratifikacijos, tankio ir drėgnio netolygumų, hidrometeorų ir aerozolių pasiskirstymo), todėl pagal kai kuriuos optinius reiškinius galima tiksliau nustatyti hidrometeorų rūšį, debesų formas ir prognozuoti orus, nes optinių reiškinių pasirodymas yra tam tikrų meteorologinių procesų, vykstančių atmosferoje, padarinys. Apie optinius reiškinius ir efektus – čia apibūdintus ir ki-



tus – plačiau rašoma 3.4 skyriuje. Optiniai reiškiniai į sinoptinius pranešimus nepatenka (nekoduojami).


Patys spalvingiausi ir efektingiausi optiniai reiškiniai susidaro Saulės šviesoje. Tačiau tiesioginiai *Saulės spinduliai yra labai pavojingi akims* ir tą reikėtų visada turėti omenyje. Patariama naudotis tamsiais akiniais ir stiklais, arba Saulės diską „paslėpti“ už pastato, medžio, galima paprasčiausiai jį uždengti delnu.

<b>Halas apie Saulę</b>		Balsvi vaivorykštiniai šviesos ratilai (22 arba 46°, rečiau 90° regimojo kampinio dydžio), lankai, juostos, stulpai, arkos, dėmės (netikros saulės) aplink Saulės ar Mėnulio diską, virš jo ar po juo. Susidaro lūžtant ir atspindint šviesos spinduliams <i>Ci</i> ir <i>Cs</i> debesų šešiabriauniuose prizmės formos ledo kristaluose. Halas beveik visada pasirodo <i>Cs neb</i> debesyse ir tvyrant persišviečiančiam ledo rūkui. Stulpai dažniausiai susidaro Saulei / Mėnuliui esant netoli horizonto.
<b>Halas apie Mėnulį</b>		
<b>Stulpai prie Saulės arba Mėnulio</b>		
<b>Vainikas apie Saulę</b>		Tai mažesnis už halą balsvas ratilas (< 10° regimojo kampinio dydžio) aplink Saulės ar Mėnulio diską. Išorinis vainiko kraštas kartais nusidažo rausvai. Susidaro, kai Saulė ar Mėnulis šviečia pro ploną mišraus fazinio būvio arba lašelinių debesų (dažniausiai <i>Ci sp</i> , <i>As</i> , <i>Ac</i> , <i>St neb</i> ) sluoksnį dėl šviesos difrakcijos. Kuo vandens lašeliai didesni, tuo ratilas mažesnis. Kaip ir halas, gali pasirodyti atslenkant šiltajam frontui, todėl pranašauja ilgalaikius kritulius. Kartais vainikas matomas esant rūkui (ypač apie žibintus). Dar vadinamas drigne, aureole. Tais pačiais simboliais galima žymėti ir Bišopo žiedus (jie aprašyti 3.4 skyriuje).
<b>Vainikas apie Mėnulį</b>		
<b>Vaivorykštė</b>		Tai septynių spektro spalvų lankas, kurio regimasis kampinis dydis apie 42°. Susidaro Saulės spinduliams lūžtant ir atspindint vandens lašeliuose. Vaivorykštė matoma lietaus uždangos fone, priešingoje dangaus skliauto pusėje nei Saulė. Dažniausiai susidaro lyjant iš <i>Cb</i> debesų, nes iš jų krinta stambesni lietaus lašai. Vaivorykštė gali susidaryti ir rūko uždangos fone (vad. <i>rūko vaivorykštė</i> ).
<b>Miražas</b>		Optinis atmosferos reiškinys, kai virš tolimo objekto, po juo arba šalia jo matomi iškraipyti jo vaizdai. Susidaro dėl atmosferoje vykstančios šviesos refrakcijos, kai oro tankis labai netolygus.

## 2.5. Kiti reiškiniai

Prie šių atmosferos reiškinių priskiriami škvalas ir viesulas. Tai pavojingi reiškiniai, padarantys žalos miškams, pastatams, sodams ir kt. Plačiau jų susidarymas aprašomas 3.2 skyriuje.


---

**Škvalas**     Staigus vėjo sustiprėjimas 8-iais m/s ir daugiau per trumpą laiką (< 2 min.). Vėjo greitis škvalo metu > 10 m/s, trukmė > 1 min. Kartu keičiasi vėjo kryptis.

Pavyzdžiui, vėjo sustiprėjimas nuo 3 iki 11 m/s – škvalas, o vėjo sustiprėjimas nuo 5 iki 12 m/s škvalu nevadinamas.

Škvalas susidaro po storais *Cb* debesimis, dažniausiai šiltuoju metų laiku, esant stipriai konvekcijai, todėl kartu gali iškristi liūtiniai krituliai, kruša, griaudėti perkūnija. Būdingas šaltiesiems atmosferos frontams. Identifikuojant šį reiškinį geriausia remtis anemorumbometro arba automatinių MS rodmenimis.

---

**Viesulas**     Viesulas – tai galingas sukūrys, kuriame vėjas sukasi keliasdešimt metrų per sekundę ir didesniu greičiu (šiaurės pusrutulyje daugiausia prieš laikrodžio rodyklę). Viesulo skersmuo virš vandens telkinių būna 50–200 m, o sausumoje 100–1000 m (kartais iki 2 km). Nuo susidarymo momento iki išnykimo viesulas gali nuskrieti nuo kelių iki keliasdešimt kilometrų.

Pagal savo išorinį vaizdą viesulas panašus į piltuvą (kartais į tamsią rankovę), kuris susidaro po storais *Cb* debesimis ir dažnai pasiekia sausumos ar vandens paviršių viską siurbdamas aukštin, griaudamas ir mėtydamas į šalis. Viesulo metu gali perkūnuoti, iškristi liūtinis lietus, kruša.

Viesulas gali būti užfiksuotas net ir tuo atveju, kai stebėtojas tiesiogiai jo nematė. Tuomet viesulas identifikuojamas pagal netiesioginius požymius: išrautus ir išlaužytus medžius, nuplėštus namų stogus ir pan., o buvęs didžiausias vėjo greitis gali būti nustatytas remiantis Boforto skale (1 priedas).

---



### 3. Atmosferos reiškinių susidarymo sąlygos

---

#### 3.1. Pavojingi hidrometeorai

Šiame skyriuje išsamiau aprašoma pavojingų atmosferos reiškinių, kuriems priklauso kai kurie hidrometeorai (kruša, lijundra, stiprus lietus, pūgos, rūkai, stiprus snygis) susidarymo sąlygos. Šie reiškiniai gali įgauti stichinių arba katastrofinių reiškinių pobūdį, todėl juos stebėti ir numatyti yra ypač svarbus meteorologų uždavinys.

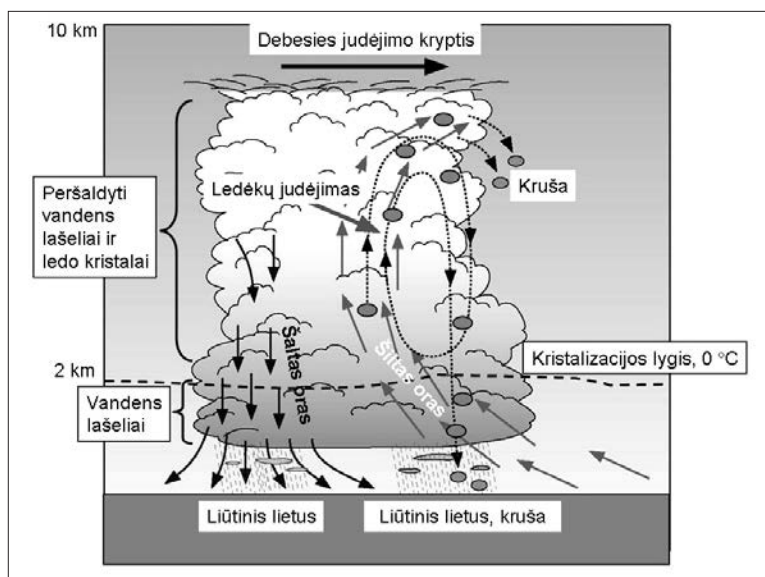
##### KRUŠA

*Kruša* – įvairių formų ledo gabalėliai (ledėkai), nepermatomi, kartais sluoksniuoti iš skaidraus ir matinio ledo. Ledėkų skersmuo nuo 5 iki 50 mm (kartais ir daugiau), o svoris gali siekti kelis šimtus gramų. Kartu gali kristi lietus ar sniego granulės. Kruša krinta šiltuoju metų laiku, dažnai kartu su perkūnija ir škvalu iš *Cb* debesų.

Stambių krušos ledėkų struktūra yra sluoksninė. Centre – matinis baltas branduolys, panašus į sniego kruopą. Branduolys aptrauktas skaidriu ledo sluoksniu, o virš jo pakaitomis eina neskaidrūs ir skaidrūs ledo sluoksneliai, nes ledėkas debesyje daug kartu aptirpsta ir vėl apauga nauju ledo sluoksniu. Ledėkų tankis gali būti įvairus, nuo 0,1 iki 0,9 g/cm<sup>3</sup>.

Kruša susidaro esant galingai atmosferos konvekcijai, dideliame oro drėgnume ir aukštai oro temperatūrai (22–28 °C) prie žemės paviršiaus. Viršutinė krušos debesų riba siekia 7–12 km aukštį, o konvekcinių (aukštyneigių) srautų greitis – 15–35 m/s (3.1 pav.). Greičiausiai ledėkai auga toje debesies dalyje, kur temperatūra –10, ..., –25 °C. Šiuo metu vyrauja nuomonė, kad ledėkai didėja ledo kristalams susilietus su peršaldytais vandens lašeliais, o vandens garų sublimacija ant ledo kristalų turi antraeilę reikšmę. Kruša ima kristi tuomet, kai ledėkų kritimo greitis ima viršyti aukštyneigio keliančiojo srauto greitį.

Daugiausia (95% atvejų) kruša susijusi su greitai slenkančiais, banguotais šaltaisiais atmosferos frontais. Retais atvejais krušos debesys susidaro okliuzijos frontuose, netoli ciklono centro.



**3.1 pav.** Aukštas kamuolinis (Cb) lietaus ir krušos debesis (pagal Hack, 2003)

Kruša – lokalus reiškinys, trunkantis vos keletą minučių. Ji dažniausiai krinta iš galingų kamuolinių debesų, nuo kelių šimtų metrų iki kelių kilometrų ilgio ir pločio teritorijose (paprastai ne didesnėse kaip 40 km<sup>2</sup>), todėl krušą, kaip ir stiprias liūtis, ne visada užfiksuoja meteorologijos stotys. Nustatyta, kad kuo didesni krušos ledėkai, tuo mažesnėje teritorijoje jie krinta. Paprastai aplink krušos kritimo vietą lyja liūtinis lietus. Lietus iškrinta 10–70 kartų didesniame plote nei kruša. Dažniausiai kruša ir liūtinis lietus prasideda kartu (50% atvejų), o 30% atvejų – laiko skirtumas tarp lietaus ir krušos pradžios yra ne daugiau kaip 10 min.

Lietuvoje per metus kruša krinta vidutiniškai 1–2 dienas. Didžiausia jos tikimybė gegužę–liepą popietinėmis valandomis. Kruša trunka dažniausiai kelias minutes, kartais iki pusvalandžio. Labai pavojinga stichinė kruša, kai krinta  $\geq 20$  mm skersmens ledėkai, pasitaiko vidutiniškai du kartus per sezoną. Didžiausio Lietuvoje iškritusio krušos ledėko skersmuo siekė 120 mm (1995 m. liepos 10 d. Vilkaviškio r.).

## LIJUNDRA

*Lijundra* – skaidri ledo pluta, kuri susidaro, kai dulksnos arba lietaus lašeliai susiliečia su paviršiais, kurių temperatūra neigiama. Lijundra yra viena iš *apledėjimo* formų. Priminsime, kad apledėjimu vadinama įvairios struktūros ledo sluoksnis ant pastatų paviršiaus, medžių šakų, laidų, kelių dangos. Apledėti gali ir lėktuvai bei jūrų laivai.

Apledėjimo priežastys būna įvairios, todėl susidarantis ledo sluoksnis skiriasi savo struktūra, tankiu, *adhezija* (ledo sukibimu su paviršiais dėl dalelių sąveikos), storiu ir

augimo greičiu. Gamtoje pasitaiko kelios apledėjimo formos: *šarma*, *kristalinis šerkšnas* (susidaro sublimuojantis vandens garams); *grūdėtasis šerkšnas*, *lijundra* (susidaro rūko, lietaus arba dulksnos lašeliams susilietus su paviršiais, kurių temperatūra neigiama, be to, kartu vyksta ir vandens garų sublimacija); *šlapio sniego apšalas* ir *mišrios struktūros ledo sluoksnis* (susidaro šlapio sniego dalelėms susilietus su paviršiais, kurių temperatūra neigiama, arba po šlapdribos staiga atšalus). Atskirai reikia paminėti *purslinį apledėjimą*, susidarantį ant laivų bei jūrų, ežerų ir upių kranto įrenginių. Po atlydžio arba lietaus, sušalus vandeniui ar šlapiam sniegui ant žemės paviršiaus, susidaro *plikledis*.

Apledėjimų sezonas Lietuvoje trunka nuo spalio iki balandžio, bet dažniausi jie – gruodį ir sausį. Per metus būna 9–21 diena su *lijundra* (daugiausia aukštumose, Šiaurės ir Rytų Lietuvoje, mažiausia pajūryje). Kai kuriais metais dienų su *lijundra* gali būti net 30. Dar 15–20 dienų būna šerkšnotų. Kitos apledėjimo formos pasitaiko ne kas metai. Per metus apledėjimai trunka iš viso vidutiniškai 200–500 val. (trumpiausiai – pajūryje, ilgiausiai – priešvėjiniuose pietvakariniuose aukštumų šlaituose).

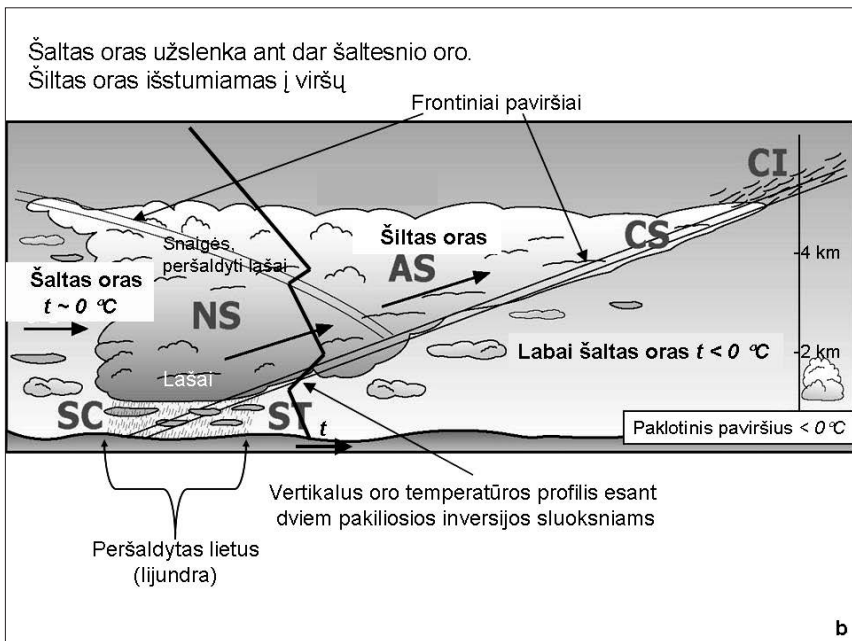
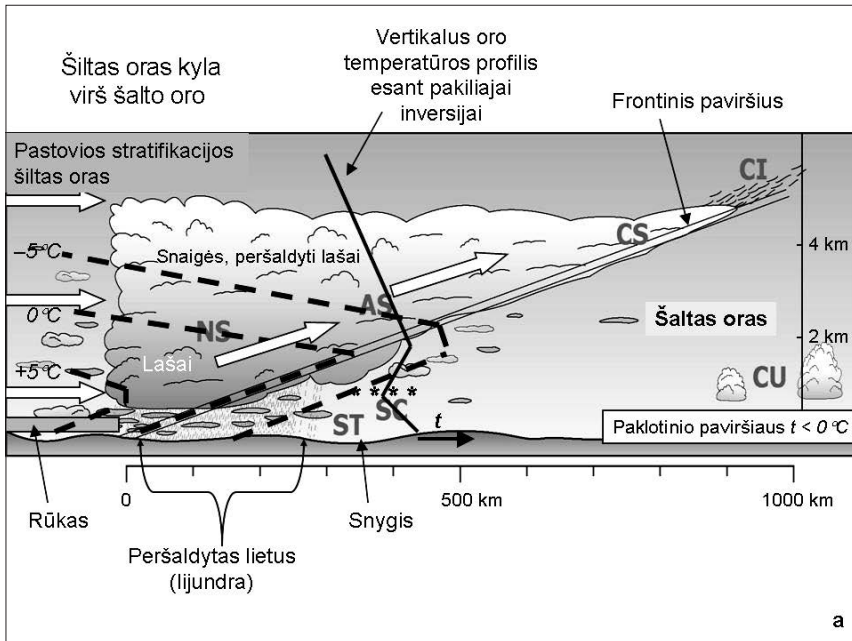
Pavojingiausios ir pridaranti daugiausia žalos yra didžiausią ledo tankį turinčios apledėjimo formos: *lijundra*, *grūdėtasis šerkšnas*, *šlapio sniego apšalas* (grūdėtojo šerkšno ir šlapio sniego apšalo tankis  $0,1\text{--}0,3\text{ g/cm}^3$ , o *lijundros* – net iki  $0,9\text{ g/cm}^3$ ).

*Lijundra* gali susidaryti vienos oro masės viduje (vidutinė *lijundra*) arba šilto tipo atmosferos frontuose (frontinė *lijundra*).

*Vidutinė lijundra* labiausiai tikėtina nejudrių anticiklonų vakarinėse ir šiaurinėse periferijose, stacionarių ciklonų rytinėse ir pietinėse dalyse bei judrių ciklonų šiltajame sektoriuje. Panašios yra ir grūdėtojo šerkšno sinoptinės susidarymo sąlygos.

*Frontinės lijundros* daugiausia pasitaiko šiltuosiuose ir šiltojo tipo okliuzijos frontuose, kai jie juda lėtai ( $15\text{--}30\text{ km/val. greičiu}$ ) ir kai yra labai dideli temperatūros kontrastai tarp šalto ir šilto oro ( $>10\text{ }^{\circ}\text{C}/500\text{ km}$ ). Būtina sąlyga *lijundrai* susidaryti – oro temperatūros *priežeminė* arba *pakilioji inversija*, kai prie žemės paviršiaus temperatūra neigiama (pavyzdžiui,  $-0,5, \dots, -3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), o pusančio kilometro aukštyje šilčiau – temperatūra teigiama, apie  $0\text{--}5\text{ }^{\circ}\text{C}$  (3.2 pav.). Tuomet krintantys dulksnos arba lietaus lašeliai (kartais tai gali būti šlapias sniegas) žemės paviršių pasiekia skysto peršalusio būvio (t. y. turi neigiamą temperatūrą), ir, susilietę su neigiamos temperatūros daiktais, akimirksniu virsta ledu.

*Lijundros* ledo sluoksnio storis gali pasiekti net kelis centimetrus, ir ant laidų susidaryti didžiulis papildomas svoris –  $150\text{--}500\text{ g/m}$  ir daugiau. Pučiant vėjui, ši apkrova laidams dar labiau padidėja ir gali siekti  $1\text{--}2\text{ kg/m}$ . *Lijundros* sluoksnelis paprastai storėja  $5\text{--}8\text{ val.}$ , bet išsilaikyti gali ilgiau kaip 12 val. *Lijundra* sutrikdo eismą keliuose, dėl ledo svorio trūkinėja elektros perdavimo linijų laidai, lūžta medžių šakos ir t. t.



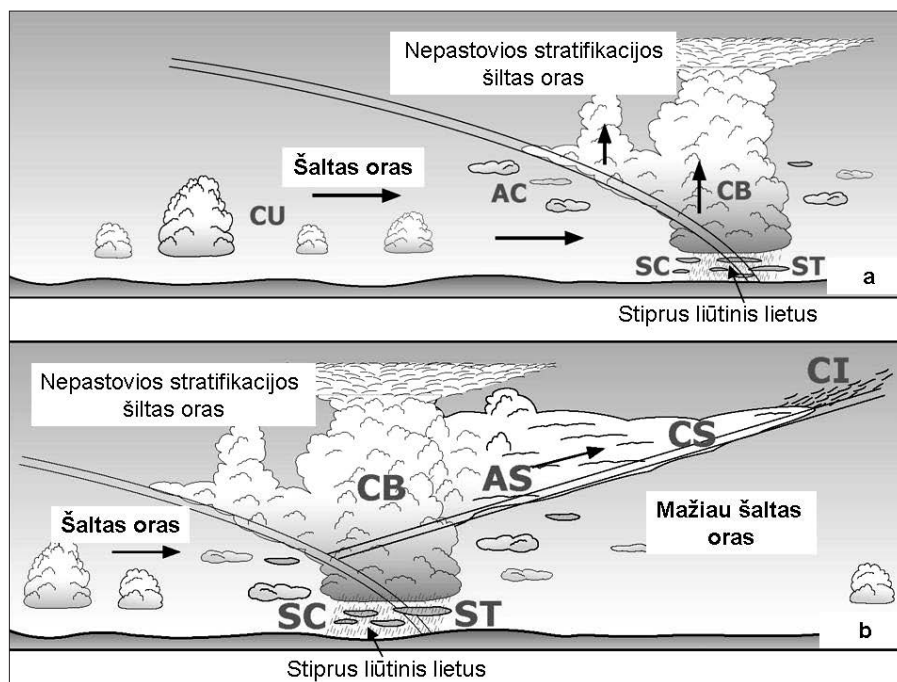
**3.2 pav.** Vertikalūs šiltojo fronto (a) ir šiltojo tipo okliuzijos fronto (b) pjūviai, sudarant frontinei liūdras (pagal Hack, 2003). CU – kamuoliniai, ST – sluoksniniai, SC – sluoksniniai kamuoliniai, NS – lietaus sluoksniniai, ST – sluoksniniai, AS – aukštieji sluoksniniai, CS – plunksniniai sluoksniniai, CI – plunksniniai debesys

Meteorologijos stotyse lijdros apšalas matuojamas lijdros stovu su keturiais laidais: nustatomas apšalo susidarymo ir irimo greitis, storis, skersmuo ir svoris (Meteorologinių stebėjimų nuostatai, 2004).

## STIPRUS LIETUS

Šiltuoju metų laiku Lietuvoje per parą priilyja vidutiniškai 3,5–6,5 mm (apskaičiuotas tik lietingų parų vidutinis kritulių kiekis). Tačiau pasitaiko atvejų, kai per keliolika valandų iškrinta viso mėnesio lietaus norma ir dar daugiau (50–250 mm).

Reiškiniai, kai per 12 ir mažiau valandų priilyja 50–80 mm, vadinami *stichiniu lietumi*, o jei daugiau kaip 80 mm – *katastrofiniu lietumi* (4 priedas). Per metus visoje Lietuvoje užregistruojama vidutiniškai 5–6 stichinio lietaus atvejai, o katastrofiniai lietūs pasitaiko 1–3 kartus per 10 metų. Didžiausia jų tikimybė Žemaičių aukštumoje bei Rytų ir Pietryčių Lietuvoje. Aukštumos priverčia oro srautus kilti į viršų, jie greičiau atvėsta ir pasiekia rasos taško temperatūrą, todėl čia didžiausia liūčių tikimybė.



**3.3 pav.** Šaltojo (a) ir šaltojo tipo okliuzijos (b) frontų debesų sistemos lyjant stipriam liūtiniam lietaui (pagal Hack, 2003). CB – kamuoliniai lietaus, CU – kamuoliniai, ST – sluoksniniai (ir šių trijų formų *pannus* ir *fractus* atmainos), SC – sluoksniniai kamuoliniai, AC – aukštieji kamuoliniai, AS – aukštieji sluoksniniai, CS – plunksniniai sluoksniniai, CI – plunksniniai debesys



Daugiausia liūčių pasitaiko birželį–rugsėjį, popietinėmis valandomis (15–18 val.). Pajūryje liūtyt kartais pliaupia ir vakare, nes tuomet virš jūros dar vyksta intensyvi konvekcija.

Stiprus liūtinis lietus dažniausias iš pietų atslinkusių ciklonų šaltuosiuose ir šal-tojo tipo okliuzijos frontuose (*frontinės liūtyt*) arba šiltos ir drėgnos oro masės viduje esančiame ciklono slėnyje (*vidujinės liūtyt*). Per dieną nuo žemės paviršiaus oras dar labiau išyla ir galingais srautais (10–20 m/s greičiu) veržiasi į viršų, pasiekia net 8–12 km aukštį. Kylančiame ore esantys vandens garai kondensuojasi ir kristalizuojasi, taip sudarydami storus vandeningus *Cb* debesis (3.3 pav.). Kuo stipresnė konvekcija ir storesnis debesis, tuo stipresnis lietus. Liūties intensyvumas dar priklauso ir nuo debesies įsielektrtinimo, nes skirtingą krūvį turintys lašeliai greičiau susilieja ir stambėja (koaguliuoja), todėl perkūnuojant paprastai liūtyt stipresnės.

Vidujinės liūtyt iškrinta židiniiais, gana nedidelėje teritorijoje (jos plotas gali būti apie 100–500 km<sup>2</sup> – tai priklauso nuo *Cb* debesų masyvo dydžio), todėl kai kurių jų meteorologijos stotys, matyt, neužfiksuoja. Liūties intensyvumas židinio centre gali siekti 180–300 mm/val. (3–5 mm/min.), o link periferijos liūtyt silpnėja iki 0,6–1,2 mm/val. Vidutiniškai tokios liūtyt trunka 35–40 min. Frontinių liūčių sritys būna išilgai fronto einančių juostų pavidalo. Šiuo atveju kartu su liūtinu lietuimi fronto periferijoje iškrinta silpnas arba vidutinis lietus. Frontinės liūtyt pliaupia ilgiau nei vidujinės, vidutiniškai 2–4 val.

Stiprus lietus yra vienas iš pavojingiausių meteorologinių reiškinių. Ypač daug žalos jis pridaro žemės ūkyje: vanduo apsemia ir išguldo pasėlius, sustabdo lauko darbus, tekėdamas išplauna griovas ir pan. Po stipraus lietaus kartais patvinsta ir



**3.4 pav.** Išsiliejusi  
Minija Kintuose  
2007 m. liepos  
11 d. (nuotr. iš  
LHMT archyvo)

išsilieja iš krantų upės. Ypač daug nuostolių pridarė pastarųjų metų stichiniai ir katastrofiniai lietūs. Jie Lietuvą niokojo 2005 m. rugpjūčio 8–11 d. ir 2007 m. liepos 5–8 d. Per keliolika valandų iškritę didžiuliai (80–100 mm ir daugiau) lietaus kiekiai sukėlė upių potvynius. Vandens lygis šalies upėse pakilo net 2–3 m (3.4 pav.).

---

#### PŪGOS

*Pūga* vadinamas sniego pernešimas storame pažemio oro sluoksnyje (kartu gali snigti). Kadangi stiprus vėjas sniegą perskirsto, jo dangos storis pasidaro netolygus, vienur išauga pusnys, o kitur, kur vėjas stipresnis, gali likti plika žemė. Jeigu sniegas sausas, purus, jį pradeda pustyti ir 4–5 m/s vėjas. Sniegas tuomet keliauja pačia pažeme, nepakildamas aukščiau kaip 10–20 cm. Per pūgas labai pablogėja matomumas, ypač jeigu dar ir sninga.

*Pūgų trukmė ir tikimybė* Lietuvos teritorijoje yra skirtinga: daugiausia valandų jos siaučia Žemaičių aukštumos pietinėje dalyje (100–130 val.) ir Rytų Lietuvoje (60–70 val.), o kitur apie 30–60 val. Vidutinė vienos pūgos trukmė – 6–7 val. Pūgotų dienų teritorinis pasiskirstymas analogiškas trukmės pasiskirstymui: per metus jų būna nuo 10 iki 25. Tačiau yra buvę žiemų, kai pūgos siautėjo net 40 d., o Žemaičių aukštumoje – net 55 d. Dažniausiai pūgų pasitaiko sausį–vasarį (55–60% metinio skaičiaus), nors jos galimos visą laikotarpį nuo lapkričio iki kovo. Vidutiniškai septynis kartus per dešimt metų Lietuvoje siaučia stichinė pūga (vyraujantis vidutinis vėjo greitis 15–20 m/s, trunka  $\geq 12$  val.).

Dažniausiai stichinė pūga vienu metu apima penktadalį–šeštadalį Lietuvos teritorijos (kitur tuo metu – vidutinė pūga). Tik vieną kartą, 1982 m. sausio 6–7 d., ypač stipri pūga (vėjo greitis  $> 20$  m/s) siautėjo net trečdalyje Lietuvos teritorijos. Tai buvo katastrofinis meteorologinis reiškinys (4 priedas).

Pūgas Lietuvoje dažniausiai sukelia pietų ir pietryčių vėjai, nes tuo metu Lietuvos teritorija būna iš vakarų atslenkančių ciklonų priekinėje dalyje. Ilgos ir stiprios pūgos kyla, jeigu ciklonas didelis ir gilus (slėgis centre – 960–970 mb). Krituliai pūgų metu būna susiję su šiltais arba šiltojo tipo okliuzijos frontais. Pažemio pūga gali kilti ir ciklono užnugaryje. Palanki sąlyga pūgai – jeigu sninga ant anksčiau sniego dangos paviršiuje susidariusios ledo plutos.

---

#### RŪKAI

*Rūkas* – oro prisotinimas smulkių, plika akimi nematomų vandens lašelių (vidutinis jų spindulys 3–5  $\mu\text{m}$ ) arba ledo kristalų, dėl kurių horizontalus matomumo nuotolis tampa mažesnis negu 1 km. Panašus reiškinys yra rūkana, bet jai esant

matomumas geresnis – nuo 1 iki 10 km. Lašelinis rūkas susidaro vandens garams kondensuojantis, o ledo rūkas – vandens garams sublimuojantis į ledo kristalus arti žemės paviršiaus (atmosferos paribio sluoksnyje).

Matomumas rūke labiausiai priklauso nuo vandens lašelių kiekio oro tūrio vienetė, t. y. nuo *rūko vandeningumo*. Esant teigiamai oro temperatūrai rūko vandeningumas gali kisti nuo  $0,02 \text{ g/m}^3$  (silpnas rūkas, matomumas 500–1000 m) iki  $1,5\text{--}2 \text{ g/m}^3$  (stiprus rūkas, matomumas < 50 m). Esant neigiamai oro temperatūrai ir tam pačiam matomumui, rūko vandeningumas būna 30–50% mažesnis. Dėl turbulentinio oro maišymosi atmosferos paribio sluoksnyje ir rasos susidarymo rūko vandeningumas nuolat kinta (kartu kinta ir matomumas).

Santykinis oro drėgnis rūke padidėja iki 99–100%, o rasos taško temperatūra artėja prie oro temperatūros (jos gali skirtis ne daugiau kaip  $2^\circ\text{C}$ ).

Rūkas susidaro dėl įvairių priežasčių: *oro atvėsimo iki rasos taško* (radiaciniai, advekciniai, šlaitų rūkai), *garavimo nuo šilto paviršiaus į šaltą orą* (garavimo rūkai), *oro masių susimaišymo* (maišymosi ir frontiniai rūkai).

*Radiaciniai rūkai* susidaro atvėsus žemės paviršiui ir pažemio orui dėl efektyvaus spinduliavimo. Dažniausiai toks rūkas tvyro šalčiausiame priežeminės temperatūros inversijos sluoksnyje. Oro temperatūrai nukritus žemiau rasos taško, prasideda vandens garų kondensacija (esant ledo rūkui – sublimacija), kurią lydi absoliutaus oro drėgnio (vandens garų kiekio tūrio vienetė, išreikšto  $\text{g/m}^3$ ), o kartu ir vandens garų slėgio sumažėjimas. Būdingiausios šio genetinio tipo formos – persišviečiantis ir pažemio rūkas.

Radiaciniuose rūkuose gali susidaryti 10–15 min. periodo gravitacinės bangos, sukeliančios rūko viršutinės ribos aukščio ir vandeningumo svyravimus. Šio tipo rūko storis ir susidarymo vieta dar priklauso nuo silpnų oro tėkmių, susidarantių dėl nelygaus reljefo ir šalto oro susikaupimo („šalčio ežerų“) žemumose.

Radiaciniam rūkam susidaryti reikalingos tokios sąlygos:

- ♦ giedra arba tik plunksniniai debesys (padidėjus debesuotumui, žemės paviršius negali pakankamai atvėsti);
- ♦ didelis santykinis oro drėgnis pradiniu momentu (kuo jis didesnis, tuo greičiau oras taps prisotintas vandens garų);
- ♦ ramus oras, kai vėjo greitis iki  $2 \text{ m/s}$  (jeigu vėjas stiprus, padidėja turbulentinis oro maišymasis ir rūkas nesusidaro);
- ♦ šalto oro sutekėjimas į daubas, slėnius ir žemumas (čia pirmiausia oro temperatūra nukris iki rasos taško, todėl gali susidaryti „rūkas vietomis“).

Radiaciniai rūkai būna dažniausiai šiltuoju metų laiku: jie susidaro naktį, o išsisklaido saulei patekėjus, kai išyra priežeminė temperatūros inversija ir oras tampa bent laipsniu šiltesnis už rūko susidarymo pradžios, t. y. rasos taško, temperatūrą.

*Advekciniai rūkai* susidaro atvėsus orui šiltoje oro masėje, kai ši užslenka ant šaltesnio paklotinio paviršiaus. Oro masėje susidaro priežeminė temperatūros inversija, todėl vandens garų kondensacija prasideda pažemyje ir plinta iki inversijos viršutinės ribos. Advekciniai rūkai būdingi šaltajam pusmečiui. Tokių rūkų tipui priklauso ir pakrančių rūkai, susidarantys sausumoje, vėjui pučiant nuo jūros. Pakrančių rūkai Baltijos pajūryje dažniausi būna vasaros pabaigoje, rudenį ir žiemą.

*Šlaitų rūkai* susidaro orui kylant priešvėjiniiais aukštumų šlaitais: oras kildamas atvėsta ir vandens garai ima kondensuotis. Šlaitu šliaužiančio oro stratifikacija turi būti pastovi, nes kitaip vietoj rūko ims darytis kamuoliniai debesys.

Rūkai, kurių viena iš susidarymo priežasčių yra garavimas iš vandens telkinių, vadinami *garavimo rūkais*. Jie dažniausiai susidaro vasaros ir rudens vakarais bei naktimis, orui virš ežerų ir upių pakankamai atvėsus. Palankios sąlygos garavimo rūkui formuotis susidaro slenkant šaltai oro masei šilto vandens (arba labai šlapios sausumos) paviršiumi. Todėl, kad susidarytų garavimo rūkas, dar būtinas radiacinis oro atvėsimas arba šalto oro advekcija. Žiemą garavimo rūkas pasirodo virš neužšalusio vandens telkinių, staiga atvėsus orams. Tada susidaro intensyvių garavimą skatinantis net keliolikos laipsnių skirtumas tarp vandens ir oro temperatūros.

*Maišymosi rūkai* gali susidaryti dėl horizontalaus arba vertikalios oro masių maišymosi. Jeigu susiduria du skirtingos temperatūros oro tūriai, kuriuose santykis oro drėgnis artimas 100%, tai jiems susimaišius vandens garų slėgis gali viršyti sočiųjų vandens garų slėgį, ore esantys vandens garai ima kondensuotis ir susidaro rūkas. Oro masių maišymasis yra pagrindinė frontinių rūkų susidarymo priežastis. Šis procesas vyksta ir susidarant pakrančių rūkams, kai esti dideli terminiai kontrastai tarp sausumos ir vandens.

Prie atskiro rūkų tipo galima priskirti rūkus, susidarantiuosius *dėl kuro deginimo*. Kai oras labai šaltas ir sausas, sudegusio kuro dūmai gyvenvietėse ir miestuose gali padidinti kondensacijos branduolių kiekį ir santykinį oro drėgį tiek, kad susidarys rūkas. Jis nėra susijęs nei su oro atvėsimu, nei su garavimu.

Reljefas nulemia ir metinį rūkuotų dienų pasiskirstymą: gausiausia jų – vakariniuose Žemaičių aukštumos (90–105 dienos) ir Baltijos kalvyno (60–80 dienų) šlaituose, mažiausia – Vidurio Lietuvos žemumoje (38–51 diena). Rečiausiai rūkai susidaro gegužę–liepą, o dažniausiai – lapkritį–kovą (pajūryje – kovą–gegužę). Per metus rūkai tvyro iš viso 350–650 val. (daugiausia Žemaičių aukštumoje ir Rytų Lietuvoje).

Rūkas tampa labai pavojingas tuomet, kai matomumas sumažėja iki 500 m ir dar labiau. Tada sutrinka eismas keliuose, darbas oro ir jūrų uostuose. Jei rūkas neišsisklaido 12 val. ir daugiau, o matomumas mažiau kaip 100 m – *tai stichinis rūkas* (4 priedas).

Lietuvoje šaltuoju metų laiku (lapkritį–kovą) iškrinta tik 28–36% metinio kritulių kiekio, nors snyguriuoja ar lynoja vos ne kasdien. Dažniausiai per parą kritulių susidaro tik kelios dešimtosios milimetro dalys vandens ekvivalento (pavertus iškritusį sniegą vandens sluoksniu, kuris susidarytų ant horizontalaus paviršiaus).

Kadangi sniegas purus (tankis kartais vos  $0,1 \text{ g/cm}^3$ ), tai 1 cm sniego dangos prilygsta maždaug vienam milimetru kritulių kiekiui.

*Stiprus snygis* (intensyvumas  $> 5,0 \text{ mm/val. vandens ekvivalento}$ ) daugiausia būna susijęs su šiltaisiais, šaltaisiais (pagrindiniais ir antriniais) ir okliuzijos frontais (85% visų atvejų). Praslenkant šiltajam frontui, gausiai prisninga beveik visoje Lietuvoje, nes su šiais frontais atiteka daug šilumos ir drėgmės, kurios reikia susidaryti krituliams. Pavojingiausi snygiai yra buvę praslenkant virš Lietuvos ciklono centrui, nes čia frontai ryškiausi, vyrauja stiprūs aukštyneigiai oro srautai. Kartais gausų sniegą atneša iš pietų (nuo Viduržemio jūros ir Balkanų pusiasalio) atslinkę ciklonai. Tuomet daug prisninga Lietuvos pietuose ir pietryčiuose.

Stipraus snygio metu oro temperatūra prie žemės paviršiaus daugeliu atvejų būna nuo  $+2$  iki  $-4 \text{ }^\circ\text{C}$ . Šiltas oras kyla į viršų, susidaro šiam metų laikui nebūdingi stori kamuoliniai debesys, kurių viršūnė iškyla iki 4–5 km aukščio. Iš tokių debesų ir pasipila liūtinis snygis.

Stiprus snygis daugiausia rūpesčių sukelia kelininkams: sunkiai pravažiuojami tampa ne tik kaimo keliai, bet ir pagrindinės magistralės, miestų gatvės, gali sutrikti traukinių eismas, oro uostų darbas. Kai temperatūra artima nuliui laipsnių, šlapias



**3.5 pav.** Nida po katastrofinio snygio 2008 m. lapkričio 25 d. (Neringos priešgaisrinės tarnybos nuotr.)

sniegas limpa prie laidų, medžių šakų. Aplipusio sniego storis gali siekti 6–8 cm. Tuomet nuo papildomo svorio trūkinėja laidai, lūžta jų atramos.

Kai per 12 arba mažiau valandų iškrinta 20–30 mm kritulių, o sniego dangos storis padidėja 20–30 cm, snygis jau yra *stichinis*; kai per mažiau nei 12 valandų iškrinta > 30 mm kritulių ir susidaro > 30 cm sniego dangos storis – snygis *katastrofinis* (4 priedas). Per metus Lietuvoje pasitaiko vidutiniškai 6–7 stichiniai snygiai, o katastrofinis pasitaiko ne kas metai.

Rekordinio intensyvumo katastrofinis liūtinis snygis užfiksuotas 2008 m. lapkričio 24–25 d. Nidoje: priartėjus ciklono centrui stipriausiai snigo 24 d. nuo 20 iki 23 val., per tą laiką iškrito beveik 36 mm šlapio sniego (vandens ekvivalentu), sniego danga pastorėjo 20 cm, o per parą – 36 cm. Tai didžiausias sniego prieaugis per parą nuo 1936 m. Smarkiai snigo iki ryto, griaudėjo perkūnija (Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba, <http://www.meteo.lt/>). Lapkričio 25-osios rytą sniego dangos storis siekė net 45 cm (3.5 pav).

### 3.2. Litometeorai ir kiti (neklasifikuoti) atmosferos reiškiniai

---

#### DULKIŲ IR SMĖLIO AUDROS

---

Dulkių ir smėlio audros – tai stipraus vėjo aukštai į orą pakeltos ir pustomos dirvožemio arba smėlio dalelės. Dykumose ir smėlio kopose jos vadinamos *smėlio audromis*. Vienu metu didelėse teritorijose vyksta dalelių pernešimas ir nusėdimas. Labai, kartais net iki vieno metro sumažėja matomumo nuotolis.

Šis pavojingas meteorologinis reiškinys sukelia intensyvią dirvožemio defliaciją (išpustymą), eroziją, prisideda prie eolinio reljefo formavimo. Dažnai siaučia Sacharoje, Arabijos pusiasalio, Irano, Irako, Afganistano dykumose, sausringose Indijos, Kinijos, Šiaurės Amerikos, Vidurinės Azijos, Pirėnų pusiasalio pusdykumėse ir stepėse. Lietuvoje pasitaiko Kuršių nerijoje.

Būtina sąlyga kilti dulkių audrai stepėse – purus, suartas, be augalijos dirvožemis ir prieš tai buvusi sausra. Sausringose stepėse dulkių audras skatina intensyvus dirvų arimas ir augalinės dangos sunaikinimas dėl nereguliuojamo galvijų ganymo.

Dulkių audra prasideda, kai vėjo greitis > 10 m/s. Pradėjusios judėti smėlio dalelės iš pradžių vibruoja, šliaužia ir dėl trinties įgauna statinį neigiamą krūvį, kuris tarsi atstumia jas nuo pagrindo ir leidžia joms lengviau pakilti į orą. Dažniausiai dulkių audra artėja tarsi dulkių siena, kurios aukštis iki 1,5 km, storis apie kilometrą, o ilgis iki kelių šimtų kilometrų. Priekyje tokios sienos susidaro dulkių sūkurių.



Suartose stepėse gali būti nupustytas paviršinis 10–15 cm storio dirvožemio sluoksnis kartu su pasėtomis sėklomis arba daigais. Dulkių audros metu į orą iki kelių kilometrų aukščio pakeliama milijonai tonų dulkių, jos gali būti perneštos net kelis tūkstančius kilometrų ir iškristi iš oro didelėse teritorijose, sudarydamos net kelių metrų storio nuogulų sluoksnį. Palankios sinoptinės situacijos – šaltasis frontas esant stipriai konvekcijai, nejudraus anticiklono pietinė arba pietvakarinė periferija, kurioje vyrauja sausi orai ir stiprūs rytų bei pietryčių vėjai. Dulkių audra trunka nuo kelių valandų iki kelių parų.

Priklausomai nuo dirvožemio spalvos ir struktūros, dulkių audros būna *juodosios* (juodžemiuose), *rudosios ir geltonosios* (priesmėliuose ir priemoliuose), *raudonosios* (raudonžemiuose, nuspalvintuose geležies oksidų), *baltosios* (druskožemiuose).

Dulkių audrų padariniai pražūtingi: pablogėja matomumas ir dėl to sutrinka lėktuvų ir automobilių eismas, užpustomi keliai, sunaikinami pasėliai ir natūrali augalija, daroma žala žmonių sveikatai ir pan. Ypač daug nuostolių dulkių audros padarė Šiaurės Amerikoje 1930–1940 m.: JAV prerijas niokojo ilgalaikės sausros ir galingos dulkių audros. Šis laikotarpis kartais vadinamas „dulkių katilu“ (angl. *dust bowl*).

Tačiau dulkių audros yra ir naudingos: iš Sacharos atnešamos dulkės maitina atogrąžų miškus mineralinėmis medžiagomis, okeaninės sritys gauna geležies; dulkės Havajuose padidina platanų derlingumą. Dulkių audros prieš 15–20 tūkstančių metų yra suformavusios derlingus Šiaurės Kinijos, centrinių JAV valstijų, Vidurio Europos lioso dirvožemius.

Lietuvoje intensyviausios smėlio audros, manoma, siautė XVIII a. Kuršių nerijoje. Suintensyvėjus miško kirtimui, ypač po Septynerių metų karo (1756–1763 m.), Kuršių nerijoje prasidėjo erozijos ir išpustymo procesai. Vėjas perpustė senąsias parabolines kopas, formavo naujus reljefo elementus. Tuo metu pradėjo „augti“ didysis kopagūbris, kuris Kuršių nerijoje po storu smėlio sluoksniu palaidojo 14 kaimų (Naumiestį, Priedinį, Senuosius ir Naujuosius Naglius, Karvaičius, Senuosius Kuncus, Naująją Pilkopą, Senąją Nidą ir kt.). Nerija buvo tapusi atšiauriu smėlio ir vėjo kraštu.

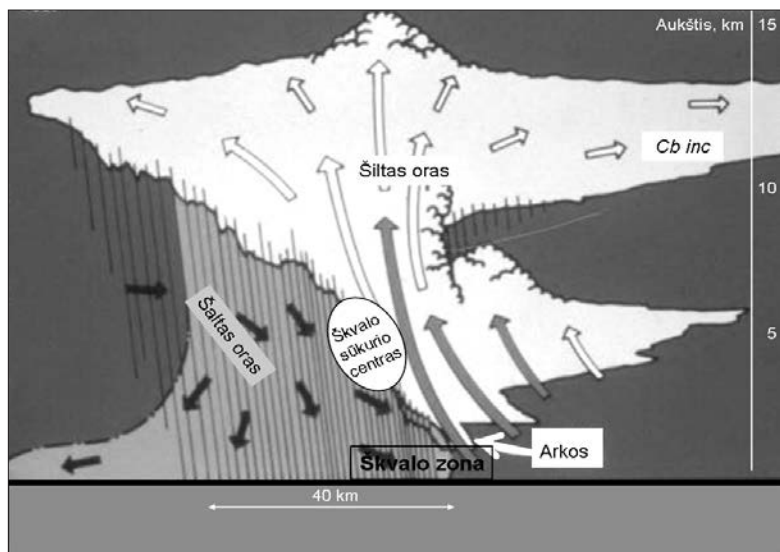
---

#### ŠKVALAS

Staigus vėjo sustiprėjimas 8-iais m/s ir daugiau per trumpą laiką (< 2 min.). Vėjo greitis škvalo metu siekia > 10 m/s, bet gali būti 20–30 m/s ir daugiau, kartu keičiasi vėjo kryptis. Reiškinys trunka neilgai, 1–5 min.

Škvalai susiję su stiprios konvekcijos suformuotais galingais kamuoliniais lietaus debesimis (*Cb cap arc*, *Cb cap*, *Cb calu*, *Cb inc*), todėl kartu pliaupia liūtys, krinta

**3.6 pav.**  
Škvalo linijos  
skersinis pjūvis po  
*Cb inc* debesimis



kruša, perkūnuoja. Škvalą sukelia ypatinga oro cirkuliacija kamuoliniame debesyje: priekinėje debesies dalyje oras veržiasi į viršų, o atvėsęs užnugaryje leidžiasi žemyn, todėl susidaro stiprus sūkurys (jo ašis horizontali), kurio apačia pasiekia žemės paviršių (3.6 pav.). Artėjančio škvalo požymis – *Cb* debesies apačioje susidaranti arkos.

Prieš škvalą atmosferos slėgis staiga krinta, prasidėjus škvalui – kyla, o kai baigiasi liūtis, vėl ima kristi. Oro temperatūra škvalo metu keliais laipsniais nukrinta, nes liūties zonoje oras atvėsta.

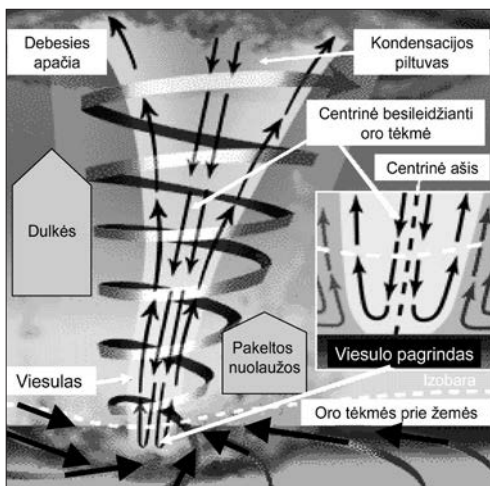
Sausumoje škvalai labiausiai tikėtini vasaros dienomis, po pietų (13–20 val.), kai palankios sąlygos konvekcinei debesodarai. Virš jūrų škvalai galimi visus metus.

Palankiausios *sinoptinės sąlygos* škvalams būna banguojančiuose atmosferos frontuose. Juose konveciniai *Cb* debesys sudaro ilgą, 50–75 km pločio virtinę, kuri vadinama *škvalų linija*. Truputį siauresnė škvalų linija gali nusidriekti dar ir šaltojo fronto priekyje (šiltajame ciklono sektoriuje). Lietuvoje praslenkant atmosferos frontams kyla apie 90% visų škvalų. Likusioji škvalų dalis susidaro vykstant vidujinei konvekcinei debesodarai.

## VIESULAS

*Viesulas* – tai sūkurys, kuriame vėjas sukasi keliasdešimt metrų per sekundę ir didesniu greičiu (gali siekti net 130 m/s), šiaurės pusrutulyje daugiausia prieš laikrodžio rodyklę. Viesulo skersmuo virš vandens telkinių būna 50–200 m, o sausumoje nuo keliasdešimt metrų iki 1000 m (kartais iki 2 km). Kol išnyksta, viesulas gali





**3.7 pav.** Viesulo rankovė po *Cb tub* debesimi (pagal Encyclopædia Britannica, 2008)

nuskrieti nuo keliolikos iki keliasdešimt kilometrų. Trukmės vidurkis yra 5–10 min., bet didieji gali išsilaikyti iki valandos.

Pažiūrėti viesulas panašus į piltuvą (kartais į tamsią rankovę), kuris susidaro po galingu *Cb* debesimi (atmaina kabantieji – *Cb tub*) ir dažnai pasiekia sausumos ar vandens paviršių viską siurbdamas aukštyn ir mėtydamas į šalis (3.7 pav.). Viesulas gali pakelti ir nunešti tolyn gana didelius daiktus (automobilius, šiltnamius, gyvulius), išrauti medžius ir stulpus, nuplėšti stogus. Viesulo metu dažnai iškrinta kruša, perkūnuoja.

Viesulo aukštis paprastai būna 800–1500 m. Oras viesulo viduje ne tik sukasi horizontalioje plokštumoje, bet vyksta dar ir sraigto pavidalo oro judėjimas į viršų. Viesulas pakelia dulkes, jo viduje kondensuojasi vandens garai, todėl matyti tamsios spalvos viesulo rankovė.

Viesulo viduje atmosferos slėgis žemesnis negu jo išorėje dėl išcentrinės jėgos ir labai staigaus adiabatinio oro vėsimo. Tuo paaiškinamas viesulo gebėjimas įsiurbti daiktus ar vandenį. Yra buvę atvejų, kai siurbiamo vandens stulpas pakildavo iki 6 m ir aukščiau. Kartu su vandeniu dažnai įsiurbiamą žuvų, medūzų, varlių, augalų. Kai viesulas užslenka ant sausumos, oras jo viduje dėl didesnės trinties su paklotiniu paviršiumi ima suktis lėčiau ir vanduo su visais faunos ir floros atstovais iškrinta liūtinio lietaus (dažnai katastrofiško) pavidalu. Taip paaiškinami kartais pasitaikantys lietūs žuvimis, varlėmis ar kitais daiktais. Liudininkai pasakoja, kad vištos, patekusios į viesulo judėjimo juostą, akimirksniu pasidaro plikos, lyg jas kas būtų nupėšęs. Tas pats atsitinka ir žmonėms – jie lieka be drabužių...

Kai viesulas slenka virš pastatų, šie dažnai sprogsa iš vidaus, nes pastato viduje slėgis būna daug didesnis, negu jo išorėje, kur oras smarkiai išretėja. Slėgio kontrastai

siekia 50–100 hPa, o ypač galingų ir didelių viesulų centre slėgis gali nukristi 200–250 hPa. Tokie galingi viesulai vadinami *tornadais*, juose vėjo greitis sustiprėja iki 100 m/s ir daugiau. Didžiausias vėjo greitis – 142 m/s – tornade doplerio radaru užfiksuotas 1999 m. gegužės 3 d. Oklahomoje (JAV).

Viesulai Lietuvoje kyla kovą–rugsėjį (dažniausiai rugpjūtį), po pietų (15–21 val.), kai yra palankios sąlygos formuotis labai aukštiems kamuoliniais perkūnijos debesims, kartais išaugantiems iki 12–15 km aukščio, t. y. net virš tropopauzės.

Labai galinga konvekcija, sudaranti sąlygas kilti viesului, Lietuvoje gali atsirasti, kai aukštuminį šiltą barinį gūbrį (3–5 km aukštyje) nustumia šaltas slėnis. Tipiškos viesului sinoptinės situacijos yra banguojantis frontas, šaltas frontas arba okliuzijos taškas. Tuomet pažemio oro srautų konvergenciją dar labiau sustiprina frontinis oro kilimas, todėl šiltas oras energingai veržiasi į viršų net iki 90 m/s greičiu. Dienomis, kai kildavo viesulai, Lietuvoje būdavo šilta, oras drėgnas. Rasos taško temperatūra būdavo didesnė kaip 10–12 °C, o oras prie žemės paviršiaus įšildavo iki 23–28 °C. Tuo metu vidurinė troposfera atvėsdavo dėl šalto oro prietakos ir susidarydavo didžiuliai vertikalūs temperatūros gradientai, kaip tik reikalingi konvekciniam debesims formuotis.

Lietuvoje viesulų pasitaiko vidutiniškai kas antri treči metai. Bene stipriausias žinomas viesulas 1981 m. gegužės 29 d. nusiaubė Širvintas: viesulo metu vėjo greitis siekė apie 60–70 m/s (nustatyta pagal Boforto skalę). Viesulas pakėlė į orą arklių, apvertė 8 t sveriantį traktorių, 6 km ilgio ir 2 km pločio ruože apgriovė 30 pastatų, aplamdė 45 automašinas, vienas žmogus žuvo, nukentėjo 32. Iškart po viesulo pasipylė stambi kruša (2–3 cm skersmens ledėkai).

Panašios į viesulų struktūros yra *dulkių sūkuriai* (verpetai), tik daug kartų mažesni. Dulkių sūkuriai kyla vasarą saulėtą dieną, kai ant įkaitusios sausos dirvos užslenka vėsesnis oras. Dulkių sūkuriai atrodo kaip dulkių stulpas, kurio aukštis gali siekti nuo keliolikos iki keliasdešimt metrų. Dulkių sūkuriai juda kartu su vyraujančiu oro srautu.

### 3.3. Elektrinių reiškinių susidarymas atmosferoje

Žemę galima laikyti neigiamai įelektrintu laidžiu rutuliu, o atmosfera yra įkrauta teigiamai. Žemės elektrinis laukas visą laiką kinta. Esant giedrai, *vidutinis elektrinio lauko stipris* prie pat Žemės paviršiaus lygus ~130 V/m, trinties sluoksnyje kylant aukštyn jis gali didėti, bet virš jo elektrinis laukas silpnėja ir 10 km aukštyje tebūna kelių V/m (50 km aukštyje faktiškai lygus nuliui). Visas potencialų tarp Žemės

paviršiaus ir aukštesnių atmosferos sluoksnių skirtumas sudaro apie 400 kV. Žmogaus organizmas yra gana geras elektros laidininkas, todėl šio potencialų skirtumo nejaučia.

Oras pasižymi elektros laidumu, kurį lemia jonai, atsiradę kosminiams spinduliams jonizuojant oro molekules. Kosminiai spinduliai – didelės energijos elementariosios dalelės, skriejančios greičiu, artimu šviesos greičiui. Apie 99% jų – vandenilio ir helio branduoliai (atitinkamai, protonai ir  $\alpha$  dalelės). Atmosferoje yra ne tik jonų, bet ir stambių įelektrintų dalelių (dulkių, druskų kristalėlių iš jūros purslų). Todėl *atmosferoje nuolat teka elektros srovė*, kurios bendra stipris 1800 A. Tekant yra 1800 A stiprio srovei, Žemės neigiamas elektros krūvis turėtų išnykti maždaug per pusę valandos! Tačiau *Žemės neigiamą krūvį nuolat palaiko žaibai*. Per parą Žemėje būna apie 300 audrų su žaibais, o kiekvieno žaibo metu į Žemę patenka 20–30 kulonų (C) neigiamojo elektros krūvio.

---

#### PERKŪNIJA

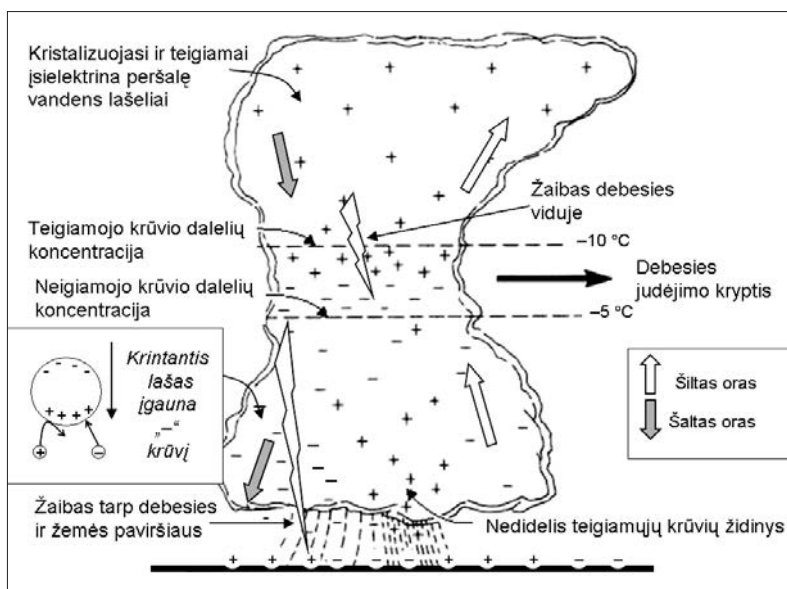
---

*Perkūniją* sukelia teigiamai ir neigiamai įsielektrinusios debesų dalelės ir jonai, kurių daug susikaupia storuose kamuoliniuose (*Cb*) debesyse. Tokiuose debesyse susidaro daug didelių vandens lašelių, kurie iš pradžių būna neutralūs, bet krisdami įsielektrina neigiamai, nes krintantis lašas ar ledo kristalėlis 100 V/m elektriniame lauke poliarizuojasi, pakeliui sutiktus neigiamuosius jonus lašo apačia pritraukia, o teigiamuosius atstumia (3.8 pav.). Neigiamai įelektrinti lašai krinta į debesies apačią, o atstumtieji teigiamieji jonai su oro srautais kyla į viršų. Kartu kylantys poliarizuoti lašeliai ir ledo kristalai įsielektrina teigiamai. Dar vienas elektrizacijos procesas vyksta kristalizacijos metu – teigiamai įsielektrina ir debesies viršuje besikristalizuodami peršalę vandens lašeliai. Taigi, viršutinėje debesies dalyje kaupiasi teigiamieji jonai, o vidurinėje ir žemutinėje – neigiamieji. Neigiamojo krūvio jonai koncentruojasi arti  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  izotermos, o teigiamojo krūvio centras – keliais kilometrais aukščiau. Nedidelių teigiamųjų jonų židinių dar būna ir debesies apačioje ties  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  izoterma (3.8 pav.).

Neigiamai įsielektrinusi debesies apačia indukuoja priešingą, t. y. teigiamąjį, žemės paviršiaus krūvį.

Vidutinio dydžio perkūnijos debesyje cirkuliuoja apie 100 000 t vandens, todėl toks debesis tampa galingu elektros generatoriumi atmosferoje. Kai debesyse, tarp debesų arba tarp žemės paviršiaus ir debesies įtampa pasiekia 100 mln. ir daugiau voltų, prasideda *elektros iškrovos – žaibavimas*. Prieš pagrindinę žaibo iškrovą nuo debesies link žemės praeina *žaibas lyderis*. Jis juda maždaug 50 m ilgio „šuoliais“ 100 km/s greičiu, tarpai tarp šuolių – apie 50  $\mu\text{s}$  (mikrosekundžių). Lyderio kanale

**3.8 pav.** Elektros krūvių pasiskirstymas ir vertikalūs oro srautai perkūnijos debesyje



(kelyje) vyksta stipri oro jonizacija. Iš šio kanalo apačios neigiamasis krūvis, tarsi laidu, pirmiausia nuteka į žemę. Žaibo lyderio dažniausiai nematome (girdėti tik traškesys), nes jo srovės stipris neviršija kelių tūkstančių amperų. Lyderis nusidriekia tomis kryptimis, kur didžiausias jonizuoto oro elektros laidumas (tuo paaiškinamas ir žaibų šakotumas). Kadangi žaibas lyderis ieško, kur geriausias elektrinis laidumas, pirmiausia jį „pritraukia“ aukšti metaliniai objektai, medžiai, kaminai, iš kurių rūksta dūmai (dūmų stulpas tarsi padidina kamino aukštį ir yra geras elektros laidininkas), šlapias žemės paviršius (pavyzdžiui, upės krantas). Lyderiui artėjant prie žemės, didėja elektrinio lauko stipris ir iš aukštų žemės paviršiaus objektų išsoka atsakomasis lyderis, turintis priešingą krūvį. Kai lyderio kanalas priartėja prie žemės ar priešpriešinio lyderio iki 25–100 m, elektrinio lauko stipris pasiekia apie 10 kV/cm. Šis atstumas pramušamas per keletą mikrosekundžių, jame išsiskiria energija (apie 0,5–5 MJ), kuri išnaudojama termojonizacijai ir orui įkaisti.

Lyderio jonizuotu kanalu juda pagrindinio žaibo impulsas, kuris prasideda jau nuo žemės ir toliau žaibuoja nuo žemės į viršų (teigiamieji krūviai kyla į viršų). Pagrindinio žaibo impulsai juda maždaug puse šviesos greičio.

Pagrindinių žaibų (jų gali būti keletas kas 0,03–0,1 s) galingumas – keli milijonai kilovatų. Iškrovos kanalo skersmuo būna 15–20 cm, o ilgis – iki kelių kilometrų. Per 5–10  $\mu$ s iškrovos kanale temperatūra pakyla iki 15 000–30 000 °C, o srovės stipris pasiekia kelias dešimtis ar šimtus kiloamperų. Pakilus slėgiui, dujos staigiai plečiasi – susidaro sprogstamoji garso banga, girdima kaip *griaustinis*. Iškrovų serija trunka neilgai – vidutiniškai apie 0,2 sekundės (ilgiausiai gali trukti 1,5 s). Griaustinio garso

bangos dažnis – apie 20 Hz, o greitis – 0 °C temperatūros ore, esant 1013,25 hPa slėgiui, lygus 331,5 m/s, girdimumo spindulys nedidelis – 15–25 km. Griaustinis girdimas keliolika sekundžių: pirmiausia pasiekia garsas nuo artimiausios žaibo kanalo vietos, paskui – nuo tolimiausios. Tai dažniausiai pasitaikanti *linijinių žaibų* forma. Linijinio žaibo iškrovos gali būti keturių tipų: *tarp debesų; debesies viduje; tarp debesies ir žemės paviršiaus; tarp debesies ir aplinkinio oro* (žaibas nepasiekia žemės paviršiaus). Dažniausiai iškrovos vyksta tarp debesų arba debesies viduje. Įvykus iškrovai tarp debesies ir žemės paviršiaus, iškrovos vietoje žaibas savo karščiu gali suldydyti smėlį į pailgas lazdeles, žmonių vadinamas „velnio pirštais“.

Esant stipriam elektriniam laukui arti smailių objektų (laivo stiebų, kryžių, žaibolaidžių, lėktuvo sparnų ir pan.), kur elektros potencialas koncentruojasi mažame plote, susidaro tylūs taškiniai švytintieji elektros išlydžiai, vadinamosios *šv. Elmo ugnys*. Pavadinimas kilęs nuo Šventojo Elmo bažnyčios viename Italijos miestelių, kur viduramžiais ant bokštelių dažnai būdavo matyti šie išlydžiai.

Gamtoje yra ir kitų formų žaibų.

*Žaibas raketa* sudaro šviesų kanalą, dažniausiai nusidriekiantį horizontaliai palei debesies pagrindą. Šiuo kanalu lyg strėlės ar raketos viena paskui kitą lekia kelios žaibo iškrovos.

*Kaspiniškasis žaibas* turi zigzago formos kanalą. Ši forma pasitaiko stipriam vėjui pučiant statmenai į žaibo kanalą, todėl jis ir išsiraity. Žmogaus akis sunkiai suspėja užregistruoti tokio žaibo detales, jį kartais pavyksta tik nufotografuoti.

*Žaibas vėrinys* – tai kelios dešimtys šviečiančių rutuliukų, išsidėsčiusių išilgai linijinio žaibo kanalo. Atstumas tarp rutuliukų dažniausiai lygus jų skersmeniui. Jie regimi tik 1 s ir pasitaiko labai retai. Susidarymas nėra aiškus, manoma, kad tai gali būti kamuolinių žaibų virtinės.

*Kamuolinis žaibas* priklauso prie paslaptiniausių ir mažiausiai ištirtų reiškinių. Tai įvairių spalvų ir skirtingų dydžių rutulio formos elektros iškrovos. Prie žemės paviršiaus šis rutulys paprastai būna 15–50 cm skersmens, kartai gali įgauti kriaušės formą. Egzistavimo laikas – nuo sekundės dalies iki kelių minučių, judėjimo greitis – iki kelių metrų per sekundę, dažniausios spalvos – balta, raudona arba oranžinė. Judėdamas kamuolinis žaibas užia, švilpia arba šnypščia (kartais negirdėti jokio garso), o išnykdamas silpnai trakšteli arba su trenksmu sprogs, viską griaudamas ir paskleisdamas į šalį žiežirbas. Į pastatų vidų kamuolinis žaibas gali patekti pro plyšius, langus, kaminus. Nustatyta, kad kamuolio temperatūra gali siekti 3000 °C, todėl jam prisilietus išsilydo stiklas ir metaliniai daiktai. Srovės stipris kamuoliniame žaibe siekia 20 A, todėl jis gali būti mirtinai pavojingas.

Yra kelios kamuolinio žaibo susidarymo hipotezės:

- ♦ Kamuolinio žaibo energijos šaltinis gali būti metrinio ir decimetrinio diapazono radiospinduliavimo ir kitų elektromagnetinių spindulių, sklindančių

iškrovos metu, energija. Svarus šios radiobanginės teorijos argumentas – žaibo judėjimo pobūdis bangolaidžiais – sugebėjimas patekti į patalpas pro dūmtraukius, kartais laidais (liudininkai pasakoja, kad kamuolinis žaibas išlenda tiesiog iš elektros lizdo), netikėtai pasirodyti iš telegrafo ar telefono aparatų ir netgi hermetiškuose reaktyviniuose lėktuvuose. Žaibas sprogs staiga nutrūkus energijos prietaikai – vyksta reiškinys, žinomas kaip išretėjusio jonizuoto oro pliaukštelėjimas.

- ♦ Kamuolinis žaibas susidaro linijinio žaibo karūnoje, t. y. toje kanalo vietoje, kurioje jis praplatėjęs iki 1 m. Šioje vietoje temperatūra neaukšta (nesiekia ir 800 °C), bet dideli potencialų skirtumai. Čia iškrovos metu susidaro labai daug jonų, kurie po iškrovos renkasi į nedideles švytinčias sferas. Jose dėl kol kas neišaiškintų priežasčių kuriam laikui sustoja jonų rekombinacija.
- ♦ Kamuolinio žaibo prigimtis yra visai ne fizikinė, o cheminė. Manoma, kad kamuolinį žaibą sudaro labai smulkios silicio,  $\text{SiO}_2$  ar  $\text{SiC}$  dalelės, išlėkusios į orą po žaibo iškrovos į žemę: smėlio grūdėliai skyla; atsiranda mažytės silicio dalelės, o dioksido buvęs deguonis susijungia su dirvoje esančia anglimi ir virsta anglies dvideginiu. Silicio dalelės, kurių skersmuo yra mažesnis kaip 100 nm (nanometras – milijoninė metro dalis), vėliau sukimba viena su kita, pradžioje sudarydamos ilgas grandines, iš kurių vėliau susidaro lengvi, pūkiniai rutulio formos vėriniai, kuriuos oro srovė pakelia nuo žemės. Oksiduojantis šioms medžiagoms ir išsiskiria energija, kuri išspinduliuojama kaip šviesa. Miniatiūrinės silicio dalelės gali būti oro srovės įtraukiamos į mažiausius plyšelius, o kitoje pusėje vėl sulimpa į rutulį – taip kamuolinis žaibas pralenda per sienas ir langus. Silicio dalelės gali įkaisti nuo 1200 iki 1700 °C temperatūros. Jeigu temperatūra viršija silicio lydymosi tašką (1412 °C), likęs silicis labai greitai oksiduoja ir kamuolinis žaibas sprogs.

Yra ir daugiau kamuolinio žaibo atsiradimą aiškinančių hipotezių. Bet galutinai jo prigimtis bus ištirta tik sukūrus kamuolinio žaibo modelį fizikos laboratorijose.

Reikia paminėti ir pačią keisčiausią kamuolinių žaibų atmainą – *juodąjį žaibą*. Jo rutuliukas (10–30 cm skersmens) gali būti ne tik juoda, bet ir rudas, pilkšvas, metališkas. Juodieji žaibai sklendo ore, kartais pakimba medžiuose, ant stiebų, stogų, metalinių paviršių, atrodo lyg gumbai ar purvo gniužulai. Pabandžius nukrapštyti ar numušti, juodieji žaibai įkaista ir sprogs. Juodieji žaibai pasirodo kartu su paprastu linijiniu žaibu arba po jo.

Juodojo žaibo atsiradimas aiškinamas taip: atmosferos orą veikiant Saulės bei kosminiams spinduliams, debesų elektriniams laukams, paprastiems žaibams ir kitokiems fizikiniams ir cheminiams veiksniams, ore susidaro molekulinės aerolinės konglomeracijos. Ore atsiranda chemiškai aktyvių dalelių, teigiamųjų ir neigiamųjų



jonų bei aerozolių. Tam tikromis sąlygomis tos dalelės gali sudaryti kondensacijos branduolius, kurie vėliau virsta molekuliniais aerozoliniais konglomeratais. Chemiškai aktyvios konglomerato dalelės gali reaguoti, tada jis įkaista ir tampa kamuoliniu žaibu, galinčiu sprogti. Tačiau paprastas kamuolinis žaibas šviesdamas gyvuoja tik kelias minutes, o juodasis žaibas išsilaiko daug ilgiau. Artėjant prie jo lėktuvui, juodasis žaibas virsta paprastu kamuoliniu arba sprogsta. Naktį jis nematomas, sunkiai aptinkamas ir radiolokaciniais prietaisais. Juodasis žaibas atsiranda ten, kur teoriškai neįmanoma atsirasti žaibams. Juodąjį žaibą galima supainioti su skrendančiu paukščiu.

Perkūnijos skirstomos į frontines (advekcines) ir vidujines (susidarancias vienos oro masės viduje). Lietuvoje perkūnija dažniausiai (vasarą – 70%, žiemą – 90%) būna susijusi su šaltuose ir šiltuose atmosferos frontuose susidaranciais kamuoliniais debesimis. Vidujinės perkūnijos labiausiai tikėtinos mažo gradiento bariniuose laukuose virš įšilusios sausumos.

Lietuvos teritorijoje per metus būna vidutiniškai 19–30 griautiniuotų dienų, bet kartais net 40–45. Dažniausiai perkūnijos pasitaiko Lietuvos pietuose, nes čia šiurkštus miškingas paklotinis paviršius stabdo oro srautus ir skatina turbulenciją bei konvekcinius procesus. Gegužei–rugsėjui tenka 96% metinio dienų su perkūnijomis skaičiaus. Šaltuoju laikotarpiu perkūnijų pasitaiko ne kas metai.

Perkūnijos – labai pavojingas meteorologinis reiškinys. Neigiama jo įtaka žmogaus ūkinei veiklai pasireiškia įvairiausiais būdais. Žaibai sukelia gaisrus naftotiekiuose, dujotiekiuose ir miškuose, uždega pastatus. Perkūnijos metu elektros perdavimo linijose susidaro viršįtampis, sukeliantis avarijas ir elektros tiekimo sutrikimus, trikdomas radijo ryšys. Aviatoriams pavojingi ne tik tiesioginiai žaibo smūgiai, bet ir perkūnijos debesyse susidarantys stiprūs vertikalūs oro gūsiai, siekiantys 15–30 m/s.

Pagal tai, kada išgirstamas pirmasis pavasario griausmas, spėjamas metų oras, javų derlius, laimė ir pasisekimas. „Liaudies meteorologai“ stebi, iš kur pirmoji perkūnija pasigirsta. Jei iš pietų šalies – bus šilti metai, jei iš vakarų – lietingi, jei iš rytų – sausi, o jeigu iš šiaurės – šalti. Šalčiausi metai būsią, jei pirmoji perkūnija užgriaudė ežerus su ledu. Deja, tokios prognozės neturi jokio mokslinio pagrindo ir nepasitvirtina. Aukštaitijoje ir Žemaitijoje buvo tikima, kad pavasarį, perkūnui sugriaudus, Dievas sujudina visą žemę, todėl atgyja gamta, pradeda augti žolė, javai, medžiai ir visa gyvybė.

---

#### POLIARINĖS PAŠVAISTĖS

---

*Poliarinė pašvaistė* – tai besikeičiančių formų ir spalvų atmosferos švytėjimas, sąveikaujant kosminės kilmės įelektrintoms dalelėms su viršutinės atmosferos dujomis (daugiausia azoto molekuliniais jonais  $N_2^+$  ir deguonies atomais) Žemės magne-

tiniam lauke. Poliarinės pašvaistės švyti daugiausia abiejų pusrutulių aukštosiose platumose, bet pačios ryškiausios, lydinčios magnetines audras, pastebimos ir vidutinėse ar net subtropikų platumose (kartais matomos ir Lietuvoje). Šiaurės pusrutulyje poliarinė pašvaistė dažnai vadinama šiaurės pašvaiste.

Poliarinės pašvaistės – vienas didingiausių ir gražiausių reginių, kuriuos galima išvysti dangaus skliaute. Apie poliarines pašvaistes jau rašė net Aristotelis 4 a. pr. Kr. Vėliau jas tyrinėjo rusų mokslininkas M. V. Lomonosovas (1711–1765), amerikiečių fizikas B. Franklinas (1706–1790) ir kt.

Nors poliarinių pašvaisčių formos labai įvairios, visas jas galima suskirstyti į dvi pagrindines grupes: turinčias spindulinę struktūrą ir jos neturinčias.

*Pirmajai grupei* priklauso spindulinės struktūros lankai ir juostos, portjeros (atrodo lyg švytinti užuolaida), spindulių pluoštai, karūnos (spinduliai, sklindantys iš palyginti tamsaus centro).

*Antrajai grupei* priklauso vientisos, ramiai šviečiančios juostos ir lankai, iš kurių kartkartėmis pasklinda vienas kitas spindulys, ima pulsuoti šviečiantis paviršius (panašu į šviečiantį debesį).

Vienu metu gali būti matomos kelios pašvaistės formos, viena forma gali keisti kitą, įgauti tarpinius pavidalus. Daugelis poliarinių pašvaisčių – spalvotos. Pavyzdžiui, lankuose vyrauja žalias švytėjimas, portjerose matyti alyvinė ir raudona spalvos.

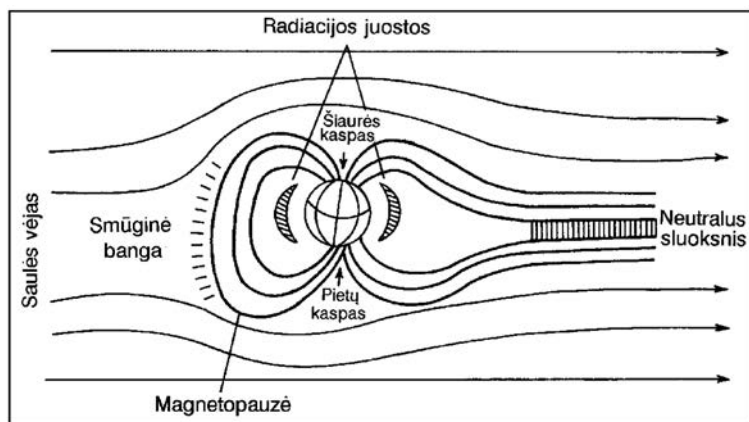
Poliarinių pašvaisčių apatinė riba dažniausiai būna 80–150 km aukštyje. Kai didelis Saulės aktyvumas, rausvos ryškios pašvaistės gali susidaryti 250 km aukštyje ir dar aukščiau. Lankų plotis – apie 20 km, juostų ir portjerų – iki 80 km, o spinduliai sklinda į viršų kelis šimtus kilometrų.

Šiuo metu manoma, kad poliarinės pašvaistės susidaro įsiveržus į Žemės atmosferą Saulės vėjo elektronams, kurių energija  $10^{-15}$  J. Veikiami Žemės magnetinio lauko elektronai juda link magnetinių ašigalių ir skverbiasi į magnetosferos vidų per vadinamuosius *kaspus*, tarsi piltuvus, į kuriuos sueina magnetinio lauko linijos (3.9 pav.). Elektronų susidūrimas su atmosferos atomais ir molekulėmis sukelia jonizaciją ir švytėjimą. Žalią spalvą pašvaistėms suteikia atominio deguonies, o raudoną – molekulinio azoto jonizacija ir švytėjimas.

Priminsime, kad magnetiniai ašigaliai nesutampa su geografiniais; jų geografinės koordinatės  $74^\circ$  š. pl.,  $101^\circ$  v. ilg. ir  $68^\circ$  p. pl. ir  $144^\circ$  r. ilg. Be to, magnetinių ašigalių padėtis iš lėto kinta. Ties  $66\text{--}70^\circ$  platumu elektronai nusileidžia iki 200–300 km aukščio (tokiame aukštyje paprastai matomos pašvaistės).

Nustatyta, kad poliarinės pašvaistės dažniau matomos didelio Saulės aktyvumo metais, t. y. tuomet, kai Saulėje padaugėja dėmių, fakelių, protuberancų ir kitų aktyvumo požymių. Poliarinių pašvaisčių maksimumas būna praėjus 1–2 metams po Saulės dėmių skaičiaus maksimumo, o minimumai faktiškai sutampa. Šis ryšys pa-





**3.9 pav.** Žemės magnetosfera

aiškinamas tuo, kad Saulės aktyvumo metais jos paviršiuje bei gelmėse sustiprėja fiziniai procesai ir chromosferoje šalia dėmių susidaro daug fakelių, protuberancų ir blyksnių, išmetančių į kosminę erdvę didelius Saulės plazmos srautus. Šie nuo Saulės sklindantys korpuskuliniai teigiamai ir neigiamai įelektrintų dalelių srautai vadinami *Saulės vėju*.

Kai Saulės vėjo dalelės priartėja prie Žemės, jos ima judėti išilgai magnetinio lauko jėgos linijų magnetosferos paviršiumi (3.9 pav.). Tuo metu gali smarkiai pasikeisti magnetinio lauko jėgos linijų išsidėstymas bei įtampa ir prasidėti magnetinė audra. Žemės susidūrimas su Saulės vėjo dalelėmis ir yra magnetinių audrų bei poliarinių pašvaisčių priežastis.

Dėl Saulės vėjo įtakos Žemės magnetosfera iš Saulės pusės yra suplota, o priešingoje pusėje – ištįsusi šimteriopai toliau. Magnetinių audrų metu korpuskuliniai srautai Žemės magnetinį lauką dar labiau deformuoja ir magnetinės įtampos linijos priartėja prie žemės paviršiaus (kartais iki 100–150 km). Todėl elektronai susiduria su atmosferos molekulėmis ir atomais, susidaro vadinamoji smūginė banga. Čia Saulės vėjas labai sutankėja, dalis jo energijos virsta šiluma. Įkaitusi plazma, spausdama magnetosferą, pradeda tekėti jos išoriniu paviršiumi. Elektronai neatsispindi ir negrįžta atgal į radiacines juostas, kaip įprasta, o toliau skverbiasi žemyn į atmosferą (kartu su jais ir pašvaisčės). Kuo greitesnis ir tankesnis Saulės vėjas, tuo labiau jis spaudžia ir deformuoja magnetosferą, stiprina magnetines audras, o poliarinės pašvaisčės gali labiau nutolti nuo poliarinių sričių. Žinoma atveju, kai poliarinė pašvaisčė buvo matoma Prancūzijoje ir net Indijoje.

### 3.4. Optinių reiškinių ir efektų susidarymas atmosferoje

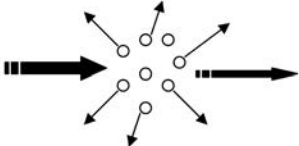
Optiniai reiškiniai ir efektai susidaro sklindant atmosferoje *matomojo (optinio) diapazono* ( $0,39\text{--}0,76\ \mu\text{m}$ ) *elektromagnetinėms bangoms*. Dažnai jos vadinamos tiesiog „šviesa“, „Saulės spinduliais“ ir pan. Kai šios bangos patenka į žmogaus akį, žmogus mato šviesą.

Optiniai reiškiniai ir efektai aukštutiniuose ir žemutiniuose atmosferos sluoksniuose susidaro skirtingai.

Aukštutiniuose sluoksniuose dėl Saulės spinduliavimo vyksta fotocheminės reakcijos, oro dalelių jonizacija. Tuo metu gali susidaryti *sidabriešieji debesys*, ima *švytėti nakties dangus*. Kartais prie šios reiškinių grupės priskiriamos ir *poliarinės pašvaistės*.

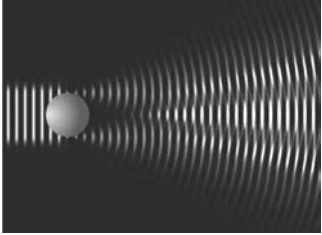
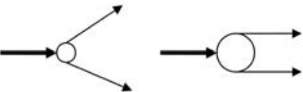
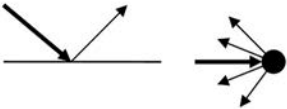
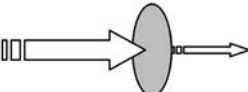
Žemutinių atmosferos sluoksnių optiniai reiškiniai atsiranda dėl šviesos išsklaidymo, atspindžio, lūžimo, difrakcijos, refrakcijos ir interferencijos atmosferos oro ir debesų dalelėse, hidrometeoruose arba aerozoliuose (3.1 lentelė).

**3.1 lentelė.** Dėl šviesos bangų sklaidimo transformacijų atmosferoje susidarantys optiniai reiškiniai ir efektai



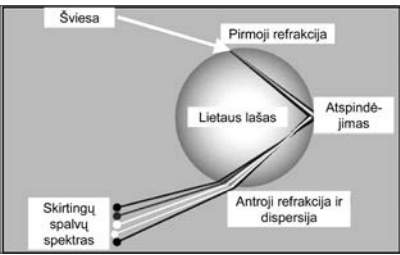
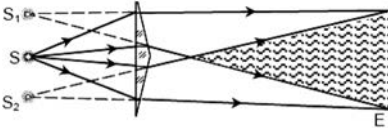
Šviesos bangų sklaidimo transformacijos atmosferoje		Optiniai reiškiniai ir efektai atmosferoje
Transformacija	Schema	
<b>Sklaida</b> – šviesos bangų judėjimo krypties, energijos tankio, o kartais ir ilgio pokyčiai dėl sąveikos su smulkiais atmosferos dalelėmis. Dėl sklaidos bangų suminė energija nesumažėja		Brokeno vaiduoklis Budos šešėliai Dangaus spalva Glorija Matomumo sumažėjimas dėl dulkių, smogo, dūmų Nakties dangaus švytėjimas Prieblandos spinduliai Saulės disko spalva Sidabriešieji debesys Sutemos, aušra Vainikai aplink Saulę ir Mėnulį

Lentelės tęsinys kitame puslapyje.

### 3.1 lentelės tęsinys

<p><b>Difrakcija</b> – bangų nuokrypis nuo tiesaus sklidimo (pavyzdžiui, užlinkimas už kliūtis), vykstantis <i>ne</i> dėl jų atspindžio ir lūžio. Atmosferoje šviesos difrakcija susijusi su sklaidos reiškiniais</p>	 <p>Difrakcija per mažas ir dideles daleles (lašus arba aerozolius):</p> 	<p>Bišopo žiedas Brokeno vaiduoklis Budos šešėliai Debesų irizacija Glorija Perlamutriniai debesys Prieblandos spinduliai Vainikai aplink Saulę ir Mėnulį Žvaigždžių mirgėjimas</p>
<p><b>Atspindėjimas</b> vyksta, kai banga pasiekia dviejų terpių, kurių parametrai (tankis, skaidris ir kt.) pakinta šuoliškai, skiriamąją ribą. Atspindėjusi banga grįžta atgal į pirmąją terpę</p>	 <p>Veidrodinis      Difuzinis</p>	<p>Budos šešėliai Halas Prieblandos spinduliai Sidabriškieji debesys Vaivorykštė</p>
<p><b>Sugertis</b> – medžiaga sklindančių bangų energinio šviesio sumažėjimas jam virstant kitomis energijos rūšimis, pavyzdžiui, šilumine. <b>Pa-prastoji</b> sugertis – visų ilgių bangos sugeriamos vienodai. <b>Selektyvioji</b> sugertis – sugeriamos tik kai kurių ilgių bangos (perėjus medžiagą baltos šviesos spindulys tampa spalvotas)</p>		<p>Dangaus spalva Saulės disko spalva Saulės spinduliuotės spektrinės sudėties pokyčiai atmosferoje Sutemos, aušra</p>

### 3.1 lentelės tęsinys

<p><b>Atmosferinė refrakcija</b> (lūžimas) – šviesos bangų krypties pasikeitimas dėl netolygaus oro tankio, nulemiančio šviesos lūžio rodiklių kitimą (tai <b>laipsniškoji</b> refrakcija). Kai banga skverbiasi per dviejų terpių, kurių parametrai kinta šuoliškai, skiriamąją ribą, vyksta <b>staigioji</b> refrakcija</p> <p><b>Dispersija (skaida)</b> – baltos šviesos skaidymas į spektrą, kurį sudaro skirtingos spalvos. Vyksta ledo kristaluose ir vandens lašuose</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Laipsniškoji refrakcija</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Staigioji refrakcija</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>	<p>Halas Miražas Perlamutriniai debesys Vaivorykštė Žaliasis spindulys Žvaigždžių mirgėjimas</p>
<p><b>Interferencija</b> – dviejų ar kelių koherentinių bangų (vienodo dažnio ir sutampančių fazių) sudėtis</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p>Koherentinių bangų susidarymas bi-prizmėje. Prizmė atlenkia tikrojo šviesos šaltinio S spindulius ir sukuria du menamuosius spindulius <math>S_1</math> ir <math>S_2</math>, kurių sutampančios koherentinės bangos sudaro interferencinį vaizdą E</p>	<p>Debesų irizacija Perlamutriniai debesys</p>

#### KĄ MATO ŽMOGAUS AKIS

Žmogaus akies tinklainė skirtingai reaguoja į įvairios spektrinės sudėties šviesą, kurioje įvairiausiomis proporcijomis susimaišiusios trys pagrindinės spalvos: žalia, raudona ir mėlyna. Žmogaus akis spalvas skiria dėl tinklainėje esančių receptorių – kūgelių. Spalvų juslė gali sutrikti ir atsiradus pokyčių akies vidinėse terpėse, tinklainėje ar regos nerve, taip pat ilgą laiką vartojant kai kuriuos vaistus.

Iš viso 0,39–0,76  $\mu\text{m}$  matomojo diapazono akis yra jautriausia 0,555  $\mu\text{m}$  (555 nm) spinduliuotei, t. y. geltonai ir žaliai šviesai. Ultravioletinių, infraraudonųjų, rentgeno, gama ir kosminių spindulių akis nemato. Kai energijos spinduliai krinta ant kokio

nors daikto, kai kurie jų absorbuojami, sugeriami, kai kurie atspindimi, dar kiti per-eina kiaurai per kūnus. Kai visi spinduliai absorbuojami, matome juodą spalvą, kai visi atspindimi – baltą.

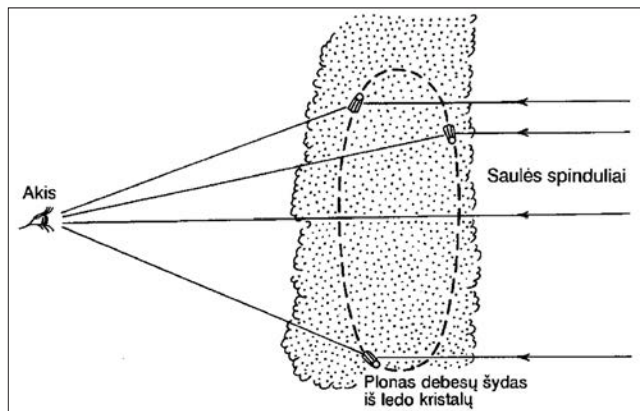
Akies gebėjimą atskirti du taškus, esančius vienas nuo kito tam tikru mažu atstu-mu, apibūdina *regos aštrumas*. Jis charakterizuojamas mažiausiu kampiniu nuotoliu (regos kampu) tarp dviejų taškų, kuriuos akis dar išskiria. Normali akis, esant pakan-kamam objekto apšvietimui, skiria maždaug vienos kampinės minutės (1') dydžio objektus, pavyzdžiui, tokiu kampu matoma 1 cento moneta, esanti 7 m atstumu.

Akis nepaprastai jautri šviesai, tačiau kartu ir *inertiška* – sugeba prisitaikyti prie apšvietimo pokyčių ne akimirksniu, o per tam tikrą laiką. Žmogaus naktinis periferi-nis regėjimas priklauso nuo tinklainėje esančių receptorių – stiebelių, kurie nejautrūs spalvoms, bet labai jautrūs šviesai. Greičiausiai priprantame nuo tamsos prie šviesos, tam tereikia 2–4 min. Staigi šviesa skaudina akis, žmogus netgi trumpam apanka. Akių jautrumas tamsoje didėja daug lėčiau – tenka laukti 10–20 min. Visiškai akis prisitaiko ir pasiekia didžiausią jautrumą tik per 40–60 min. Tai reikia turėti ome-nyje atliekant naktinius meteorologinius stebėjimus. Geriausia būtų prieš juos atlie-kant leisti akims prisitaikyti prie tamsos bent 10 min.

#### HALAS IR STULPAI PRIE SAULĖS ARBA MĖNULIO

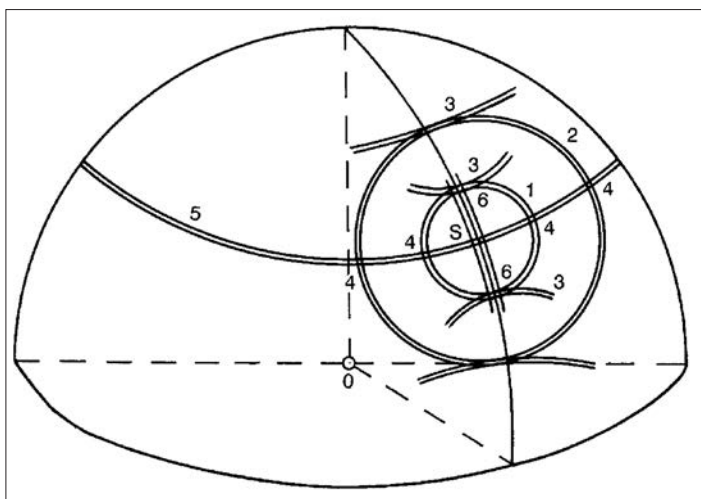
*Halas* – tai optinis reiškinys, susidarantis lūžtant ir atspindint šviesos spinduliams *Cs* ir *Ci* debesų šešiabriauniuose prizmės formos ledo kristaluose (3.10 pav.). Kartais halas gali pasirodyti esant persišviečiančiam ledo rūkui arba galingo kamuolinio debe-sies (*Cb cap*) viršuje, kai Saulės spinduliai prasiskverbia per išsklaidytą jo viršūnę.

*Halo formos* gali būti įvairios: balsvi vaivorykštiniai šviesos ratilai, lankai, juostos, stulpai, kryžiai, dėmės, netikros saulės (parheliai) aplink Saulės ar Mėnulio diską, virš disko arba po juo (3.11 pav.). Iš viso yra užfiksuota apie 50 įvairių halo formų.



**3.10 pav.** Saulės spindulių, susidarant halui, kelias per ploną debesų šydą, susidedantį iš ledo kristalų

**3.11 pav.** Pagrindinės halo formas.  
1 – 22° ratilas, 2 – 46° ratilas; 3 – liestiniai lankai (tangentiniai prie 22° ratilo, zenitiniai prie 46° ratilo); 4 – netikros saulės (parheliai); 5 – horizontinis lankas; 6 – Saulės stulpai, kryžiai

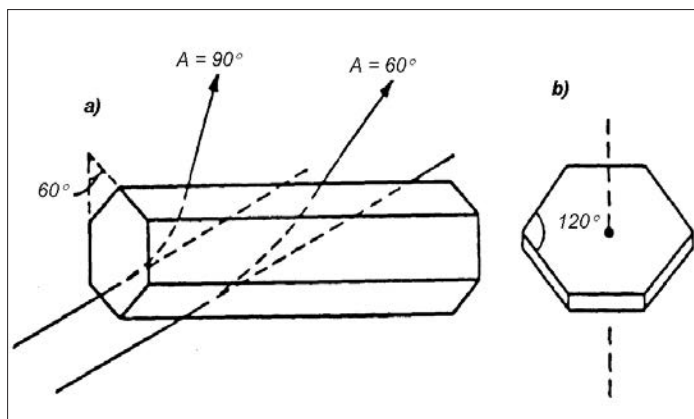


Dažniausiai yra matomi 22° kampinio regimojo spindulio (44° skersmens) ratilas ir jo viršutinis bei apatinis tangentiniai lankai, parheliai, parhelių ratas, zenitinis lankas ir Saulės stulpas. Šios septynios formos aprėpia apie 95% visų matomų halo reiškinių, o daugiau nei pusė jų visų tenka 22° halui ir parheliams.

Daug rečiau pasitaiko ratilai, kurių regimasis kampinis spindulys 46° ir ypač retai – 90°. Priminsime, kad Saulės ar Mėnulio disko kampinis matmuo yra apie 0,5 laipsnio. Vidinė ratilo pusė būna ryškesnė, rausvos spalvos. Link išorės išsidėsto geltona, žalia, žydra ir mėlyna spalvos, o ryškumas pamažu nublanksta.

Halas – dažnas reiškinys. Lietuvoje aplink Saulę ratilai susidaro 40–60 kartų per metus, o aplink Mėnulį – 15–20 kartų. Dar keletą kartų galima pastebėti parhelį, atskiras halo dalis – stulpus ar lankus – apie Saulę.

Kodėl halas turi spalvoto *koncentrinio ratilo* pavidalą? Debesyse plūduriuoja nesuskaičiuojama daugybė taisyklingų šešiabriaunių kristalų (monokristalų). Jų dydis gali būti nuo 0,025 iki 0,25 mm. Gerai žinoma, kad prizmė gali išskaidyti baltą Saulės šviesą į sudedamąsias spalvas – spektrą (šviesos dispersija). Ledo monokristalai, panašiai kaip mažytės prizmės, laužia ir atlenkia Saulės šviesos spindulius, todėl halo reiškiniai būna spalvoti. Kampas, kuriuo atlenkiami šviesos spinduliai, priklauso ne tik nuo prizmės viršūnės kampo, bet ir nuo pačių spindulių kritimo kampo. Tačiau kiekvienai prizmei būdingas vadinamasis mažiausio nuokrypio kampas – tai mažiausias įmanomas spindulių atlenkimo kampas, kuris, keičiantis spindulių kritimo kampui (ar pačios prizmės orientacijai), tik didėja. Šešiabriauniai ledo kristalai gali turėti 60° (jei spinduliai įeina į prizmę per jos šoną) arba 90° (jei spinduliai įeina į prizmę per jos galą) laužiančius prizmės kampus (3.12 pav.). Taigi tokių prizmių mažiausi įmanomi spindulių atlenkimo kampai yra atitinkamai 22° ir 46°. Tai ir yra pagrindiniai halo ratilų kampiniai dydžiai. O kadangi spindulio atsilenkimo kampas



**3.12 pav.** Ledo kristalai:  
a – turintys ilgą pagrindinę ašį (panašios į pieštuką formos),  
b – turintys trumpą pagrindinę ašį (šešiakampės plokštelės).  
A – laužiantis prizmės kampas, kai  $A = 60^\circ$  – spinduliai atsilenkia  $22^\circ$ ,  
kai  $A = 90^\circ$  – spinduliai atsilenkia  $46^\circ$  kampų

priklauso dar ir nuo šviesos bangos ilgio (spalvos), tai ir skirtingų spalvų mažiausio atsilenkimo kampai šiek tiek skiriasi: mėlyni šviesos spinduliai yra atlenkiami  $0,8^\circ$  didesniu, o raudoni – mažesniu kampu. Todėl ratilo vidinis kraštas nusidažo rausvai, o išorinis – melsvai.

Kad susidarytų uždari halo ratilai, ledo kristalai turi būti maži ( $25\text{--}50\ \mu\text{m}$ ), o orientacija Saulės spindulių atžvilgiu – chaotiška. Todėl šviesos spinduliai ne tik lūžta, bet dar ir išsisklaido į visas puses spalvotais spinduliais priklausomai nuo to, ko kiu kampu jie pasiekė ledo kristalą (šis kampas gali būti nuo  $0^\circ$  iki  $90^\circ$ ).

*46° kampinio dydžio halas* susidaro daug rečiau nei mažasis  $22^\circ$  ratas, nes Saulės spinduliai turi lūžti ledo kristaluose, turinčiuose kompaktišką (artimą kubiniam) pavidalą arba jų pagrindas turi būti netgi didesnis už šoninę sienelę.  $46^\circ$  halas matomas esant Saulei ne aukščiau kaip  $30^\circ$  virš horizonto.

*90° kampinio dydžio halas*, manoma, susidaro daug kartų atspindėjus šviesos spinduliams bipiramidės formos kristaluose. Jis būna blankus, nespalvotas, dar vadinamas Havelijaus halu lenkų astronomo J. Havelijaus (1661–1687) garbei.

Kai debesyse ledo kristalai ima stambėti (iki  $200\ \mu\text{m}$  ir daugiau) ir atsiranda įvairesnių jų formų (plokštelių, strypelių, sulipusių piramidžių ir pan.), leidamiesi jie „orientuojasi“ – plokštelės plokščiaja puse, o strypeliai ilgąja ašimi lygiagrečiai su Žemės paviršiumi. Tada Saulei tekant ir leidžiantis  $22^\circ$  ratilo išorėje susidaro spalvoti stulpai ir lankai, o ant halo rato – *netikros saulės (parheliai)*. Jos išsidėsto iš abiejų pusių tokiam pat aukštyje kaip ir tikroji Saulė lygiagrečiai su horizontu. Baltos netikros saulės susidaro atspindint Saulės šviesai nuo ledo kristalų, o spalvotos – kai kristaluose spinduliai ne tik lūžta (įeidami ir išeidami iš kristalo), bet ir dar ne kartą atspindi nuo vidinių kristalo sienelių. Iš vidinės, atkreiptos į tikrąją Saulę, pusės netikros saulės būna raudonos, o iš išorės – balzganai melsvos. Nuo išorinio netikros saulės krašto būna nutįsusi  $20^\circ$  ilgio šviesi uodega (todėl netikra saulė dažnai painiojama su kometa). Priešingoje dangaus skliauto pusėje susidaro ryški balta



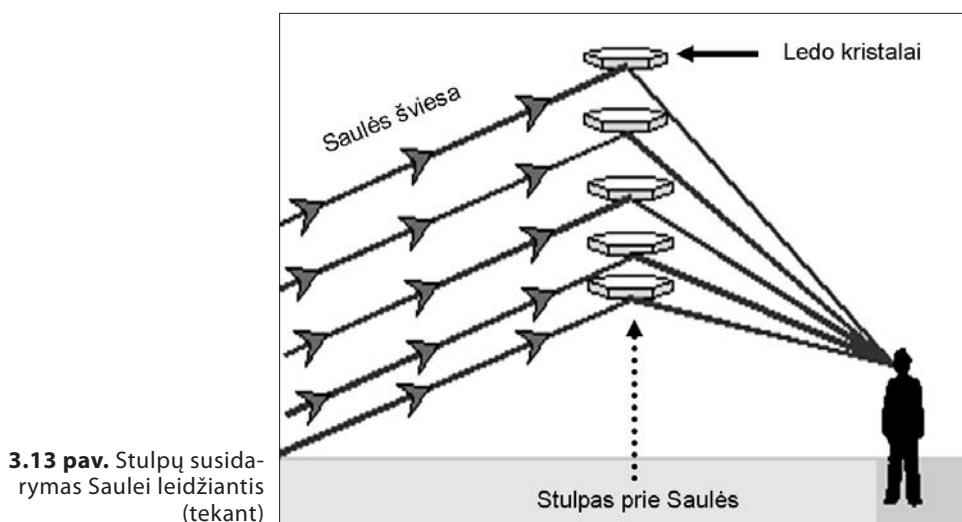
dėmė – *priešsaulis (antihelis)*. Analogiškai susidaro *netikrieji mėnuliai (paraselenos)* ir *priešmėnulis (antiselena)*. Kartu su netikromis saulėmis gali būti matomos ir kitos retos halo formos: liestiniai lankai, horizontalūs ratilai, Saulės stulpai, kryžiai. Skrendant lėktuvu galima pamatyti po tikrąją Saule esančią apatinę netikrąją saulę.

*Zenitinis liestinis lankas* – tai tiesiai virš galvos, beveik zenite, ryškus spalvingas puslankis, išlinkęs į priešingą nuo Saulės pusę. Jis tarsi liečia  $46^\circ$  ratilo viršutinę dalį. Įspūdį sustiprina dar ir tai, kad regimasis debesų sluoksnio storis zenite yra mažiausias, tad atrodo, lyg zenitinis lankas švytėtų giedrame danguje. Zenitinį lanką, kaip ir parhelius, sudaro tos pačios horizontaliai orientuotos ledo kristalų plokštelės, tačiau šiuo atveju šviesą laužia stačiakampė jų briauna (3.12 pav.). Zenitinis liestinis lankas pasirodo Saulei esant ne aukščiau kaip  $32^\circ$  virš horizonto. Panašiai susidaro ir *horizontalinis lankas*, tačiau jis įmanomas Saulei pakilus  $> 57^\circ$  virš horizonto, todėl Lietuvoje beveik nematomas.

*Tangentiniai liestiniai lankai* matomi kai Saulė neaukštai. Tai du atskiri lankai, liečiantys  $22^\circ$  halą viršutiniame ir apatiniame taškuose. Tangentiniai lankai būna išlinkę į priešingas puses nuo Saulės, o kartais matomi tik kaip  $22^\circ$  halo pašviesėjimai viršuje ir apačioje. Tangentinius lankus, kaip ir  $22^\circ$  halą, kuria strypelių formos, tik didesni ledo kristalai ( $\sim 200 \mu\text{m}$ ).

*Stulpai* dažniausiai pasirodo Saulei arba Mėnuliui esant netoli horizonto. Tai siauras, vertikalus šviesos pluoštas, atsirandantis dėl spindulių atspindžio nuo ledo kristalų horizontalių plokštumų, orientuotų žemės paviršiaus atžvilgiu (3.13 pav.). Stulpai ypač efektingai atrodo, kai pati Saulė jau būna pasislėpusi už horizonto ar panirusi į debesį. Ryškiai šviečiant Mėnuliui irgi gali susidaryti analogiški stulpai.

Halas padeda numatyti orus, nes jo susidarymas gali būti susijęs su šiltos oro masės advekcija. Dažniausiai būna taip: po giedrų orų atmosferos slėgis ima kristi,





padvelkia pietys. Iš pietvakarių ar vakarų pasirodo greiti, permatomi plunksniniai debesys. Neilgai trukus dangus pasidaro balzganas, tarsi Saulė šviestų per matinį stiklą, šešėliai pasidaro neryškūs. Tuo metu kaip tik ir gali pasirodyti halo ratilas arba lankai. Tai požymis, jog virš mūsų dangų dengia plunksninių debesų (*Cs*, *Ci*) šydas.

Jeigu po halo pasirodymo debesys tankėja – lauk orų pablogėjimo, o žiemą – atlydžio ir darganos, nes halas susidarė didelės debesų sistemos – šiltojo atmosferos fronto – priešakyje. Įkandin plunksninių debesų slenkantys sluoksniniai debesys atneša kritulių. Tačiau tai nėra taisyklė be išimčių – plunksniniai debesys ir halas gali pasirodyti ir nusistovėjus saulėtiems orams.

---

#### VAINIKAS APIE SAULĘ IR MĖNULĮ

---

*Vainikas* (drignė, aureolė) – tai optinis reiškiny atmosferoje, susidarantis dėl *šviesos difrakcijos* plonuose, dažniausiai plunksniniuose, plunksniniuose sluoksniniuose, aukštuosiuose sluoksniniuose ir aukštuosiuose kamuoliniuose (*Ci*, *Cs*, *As* ir *Ac*) debesyse. Vainiko pavidalas – šviesus ratas (kampinis dydis  $< 10^\circ$ ) aplink Saulės arba Mėnulio diską. Kartais  $9^\circ$  dydžio vainikas vadinamas mažuoju halu. Vainiko vidinė pusė būna nusispalvinusi baltai ir melsvai, o išorė – raudonai.

Vainikų dydis priklauso nuo lašelių ir kristalų, kuriuose lūžta saulės spinduliai, dydžio, kuo jie didesni, tuo vainikas mažesnis. Stebint vainiko dydžio kitimą, galima nustatyti, kas darosi su debesies elementais: jie didėja ar mažėja. Remiantis šviesos difrakcijos teorija nustatyta, kad  $10\ \mu\text{m}$  vandens lašeliai sukuria vainiką, kurio kampinis dydis  $7^\circ$  aureolės raudonajam kraštui. O jei lašelio dydis būtų  $20\ \mu\text{m}$ , tai kampiniai vainiko spalvų matmenys sumažėtų dukart. Taigi, išmatavus visus difrakcijos kampus, galima tiksliai ir paprastai nustatyti vandens lašelių ar ledo kristalų dydį debesyje.

Kai difrakcija vyksta už skirtingo dydžio lašelių, vainiką apjuosia dar du trys vaivorykštiniai žiedai, kuriuose spalvos išsidėsto tokia pat tvarka. Bet jei vyraus stambių frakcijų lašeliai, tada vainiko spalvos bus blyškios, nes kiekvieno dydžio lašeliai sudaro savo vainiką, todėl šie vainikai uždengia vienas kitą ir susilieja į vientisą baltą aureolę.

Retais atvejais, kai *Ci sp*, *Cs neb* debesys būna mišraus fazinio būvio ir juose vyrauja maži (spindulys  $< 15\ \mu\text{m}$ ), vienodo dydžio ledo kristalai arba lašeliai, vainiko ir antrinių žiedų spalvos būna ryškiausios.

Vainikas gali pasirodyti atslenkant šiltajam frontui, todėl pranašauja ilgalaikius kritulius. Kartais vainikas matomas esant rūkui (ypač apie žibintus).

Vainikai gali susidaryti netgi ore sklendant žiedadulkėms, kai jų koncentracija ypač didelė. Kadangi žiedadulkės būna įvairių, netaisyklingų formų, o sklindydami

mos ore sukinėjasi, vainikai gali įgauti vertikaliai arba horizontaliai ištišusios elipsės pavidalą. Žiedadulkių dydis paprastai esti apie 20–30  $\mu\text{m}$ , tad dėl jų susidariusių vainikų kampiniai matmenys yra nedideli (keletas laipsnių). Beje, elipsiniai ar asimetriniai vainikai kartais matomi ir debesyse, kai vandens lašelių dydis smarkiai kinta.

---

#### BIŠOPO ŽIEDAS

*Bišopo žiedas* – tai egzotiška aureolė aplink Saulę arba Mėnulį su melsvu švelniu atspalviu vidinėje pusėje ir rausvos bei rudos spalvos – išorėje. Kampinis šios aureolės skersmuo gali siekti 20–28°. Bišopo žiedas atsiranda dėl Saulės šviesos *difrakcijos* nuo mažų  $\sim 1 \mu\text{m}$  skersmens ugnikalnio išmestų ar kitokios kilmės stratosferinių aerolių (daugiausia sulfatų ar kitų sieros junginių). Tokią aureolę po Krakatau ugnikalnio išsiveržimo 1883 m. pirmą kartą stebėjo ir aprašė dr. Sereno Bišopas (Bishopas) iš Honolulū. Krakatau į atmosferą išmetė apie 21  $\text{km}^3$  pelenų ir aerolių, kurie pasklido po visą Žemės rutulį ir ilgam sudrumstė atmosferą. Dėl to net keletą metų saulėlydžiai ir saulėtekiai buvo neįprastai spalvingi. Ryškūs Bišopo žiedai dar buvo matomi išsiveržus Pelee vulkanui 1902 m., po Tunguskos meteorito nukritimo 1908 m., praskrendant Halio kometai 1910 m., po Pinatubo vulkano Filipinuose išsiveržimo 1991 m. Po šio vulkano išsiveržimo Bišopo žiedai buvo matomi net Europos šalyse, nes po visą Žemės atmosferą pasklido apie 20  $\text{km}^3$  įvairių sieros junginių.

Bišopo žiedai gali susidaryti ir dėl kitų priežasčių: po ilgalaikių miškų gaisrų, kilus stiprioms dulkių audroms, kai smulkios smėlio dalelės pakeliamos į vidurinę troposferą ir nukeliauja tūkstančius kilometrų.

---

#### GLORIJA

*Glorija* – tai optinis reiškiny atmosferoje, susidarantis dėl šviesos difrakcijos (panašiai kaip vainikas). Matomas spalvotų ratų aplink stebėtojo galvos šešėlį arba aplink lėktuvo šešėlį, krintantį ant žemiau esančių debesų, pavidalu. Ratai susideda iš vaivorykštinių žiedų (išorinis žiedas raudonas). Glorija susidaro debesies ar rūko paviršiuje, ant kurio krinta iš šono apšviestas šešėlis. Saulės spinduliai, apšviesdami ryškių kontūrų objektą, jo kraštuose užlinksta, toliau sklisdami pasiekia debesį arba rūką, jų lašeliai atspindi Saulės šviesą atgaline kryptimi (vyksta difuzinis atspindys, žr. 3.1 lentelę), o grįždami spinduliai dar kartą lūžta lašeliuose. Glorijos dydis priklauso nuo lašelių dydžio: kai debesis ar rūkas susideda iš mažų vandens lašelių ( $< 25 \mu\text{m}$  skersmens), glorijos žiedai būna mažesni, bet ryškesni, nei iš stambių lašelių sudarytuose debesyse.

Norint pamatyti pačią paprasčiausią glorią, tereikia ankstų vasaros rytą, Saulėi tekant, išeiti į rasotą pievą ir išvysime, kad galvos šešėlis apsuptas spindinčios glorijos. Tokia glorijs dar vadinama nimbu arba aureole. Krikščionybės ir budizmo ikonografijoje aureolės supa šventųjų galvas.

Analogiškas glorijs reiškiny – *Brokeno vaiduoklis*. Šis reiškiny pirmą kartą buvo aprašytas pagal stebėjimus, atliktus ant Brokeno kalno, esančio Vidurio Vokietijoje, Harco kalnuose. Panašų „vaiduoklį“ alpinistai yra regėję Kaukazo, Pamyro, Alpių ir kituose kalnuose. Brokeno vaiduoklis – tai milžiniška glorijs, susidaranti aplink žmogaus šešėlį, krintantį ant vertikalios rūko ar debesies sienos. Pats žmogus turi būti ant kalno viršūnės, o Saulės spinduliai turi šviesti beveik horizontaliai (Saulė leidžiasi arba teka). Padidintas žmogaus šešėlis (jis būna tuo didesnis, kuo toliau debesies ar rūko siena) pasirodo apsuptas spalvotų glorijos žiedų. Netikėtai pasirodžiusi milžiniška ryški glorijs sukelia didžiulį įspūdį. Žmogus ką nors daro, pavyzdžiui, pakelia ranką su kirstuku, o jo šešėlis glorijos centre pakartoja visus judesius.

---

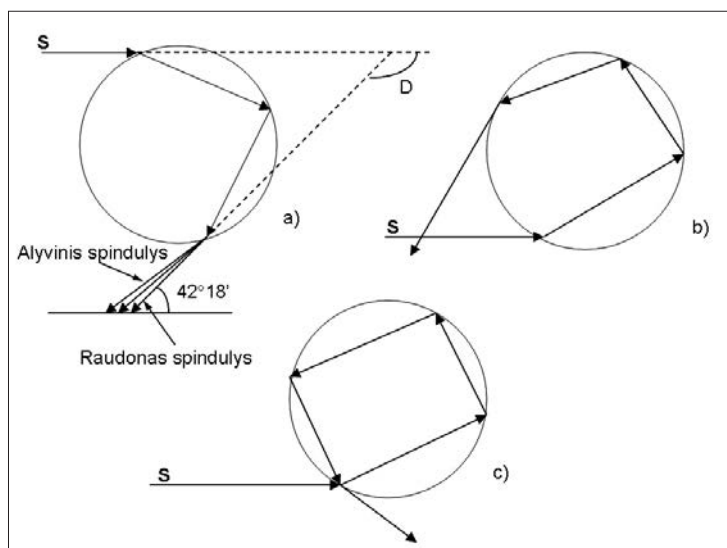
#### VAIVORYKŠTĖ

---

*Vaivorykštė* – tai spalvotas lankas, kurio išorinio krašto regimasis kampinis spindulys  $42^{\circ}18'$  (apytikriai nurodoma  $42^{\circ}$ ). Išorinis vaivorykštės kraštas būna raudonas, po juo – oranžinė, geltona, žalia, žydra, mėlyna ir alyvinė spalvos. Vaivorykštė susidaro Saulės spinduliams lūžtant (refrakcijos reiškiny) ir atsispindint vandens lašeliuose. Vaivorykštė matoma lietaus uždangos fone, priešingoje dangaus skliauto pusėje nei Saulė (Saulė neturi būti uždengta debesų). Tokios sąlygos dažniausiai susidaro vasarą, prieš pietus arba po pietų. Vaivorykštė gali pasirodyti ir prieš lietų, ir lyjant, ir po lietaus – tai priklauso nuo to, į kurią pusę juda lietaus debesys.

Norint suprasti, kaip susidaro vaivorykštė, reikia pasekti Saulės spindulio kelią. Saulės spinduliai, pasiekę vandens lašelį, lūžta įvairiu kampu, nes lašo paviršius išgaubtas. Lūžę spinduliai prasiskverbia į lašelio vidų ir, atsispindėję nuo vidinės jo sienelės, spalvotų spindulių pluoštu, vykstant antrajai refrakcijai ir dispersijai, išeina lašo išorėn (3.1 lentelė ir 3.14 pav.). Nuo pradinės krypties raudoni spinduliai nukrypsta mažiausiai (kampu  $D = 137^{\circ}42'$ , 3.14 pav., a). Didžiausia jų koncentracija akį pasiekia  $42^{\circ}18'$  kampu ( $180^{\circ} - 137^{\circ}42' = 42^{\circ}18'$ ). Tai yra išorinis vaivorykštės kraštas. Visi kiti spinduliai, kurie sklinda trumpesnėmis bangomis, lūžta didesniu kampu. Didžiausiu kampu ( $D = 139^{\circ}24'$ ) lūžta alyviniai spinduliai, todėl jie nuvaždo vidinį vaivorykštės kraštą, kurio regimasis kampas  $180^{\circ} - 139^{\circ}24' = 40^{\circ}36'$ . Taigi, vaivorykštės lanko regimasis plotis, jeigu Saulė būtų taškinis šviesos šaltinis, sudarytų  $42^{\circ}18' - 40^{\circ}36' = 1^{\circ}42'$ . Kadangi Saulės disko regimasis skersmuo yra  $32'$ , vaivorykštės lanko regimasis plotis lygus  $1^{\circ}42' + 32' = 2^{\circ}14'$ .

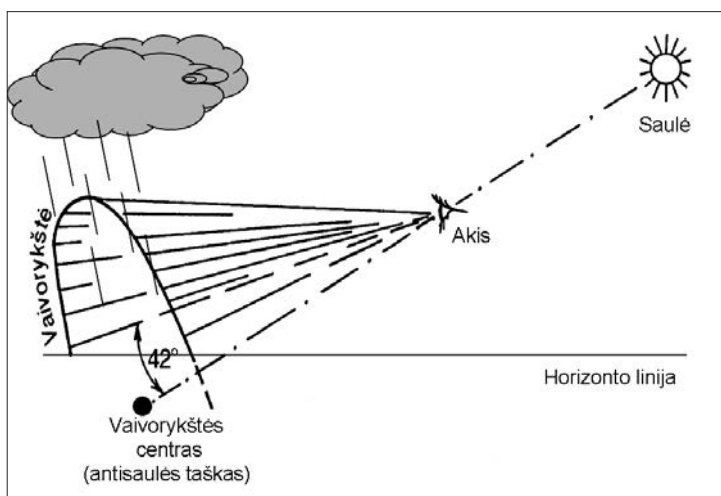
**3.14 pav.** Saulės spindulių (S) lūžimas ir atspindėjimas vandens laše susidarant pagrindinei (a), antrajai (b) ir trečiajai (c) vaivorykštėms,  $D = 139^{\circ}24'$



Norint pamatyti vaivorykštę, reikia atsistoti nugara į Saulę (3.15 pav.). Į stebėtojo akį nuo vieno lašo patenka tik vienos spalvos spinduliai. Akis yra taškas, kuriame susikerta spalvoti daugybės lašelių spinduliai. Pavyzdžiui, visi raudoni spinduliai, išėję iš įvairių lašelių tuo pačiu kampu ir patekę į stebėtojo akį, sudaro raudoną vaivorykštės lanką, iš truputį aukščiau esančių lašų – oranžinį lanką (nes šie spinduliai lūžta didesniu kampu). Ir taip visų kitų spalvų spinduliai.

Vaivorykštės lankas yra dalis apskritimo, kurio regimasis spindulys  $42^{\circ}$ , o centras – vadinamasis antisaulės (antihelio) taškas (3.15 pav.). Todėl vaivorykštės nematysime, jei Saulė bus pakilusi virš horizonto daugiau kaip  $42^{\circ}$  (nes antisaulės taškas atsiduria žemiau kaip  $42^{\circ}$  po horizontu). Lietuvoje Saulė vasaros saulėgrįžos metu virš horizon-

**3.15 pav.** Stebėtojo vieta tarp Saulės ir vaivorykštės



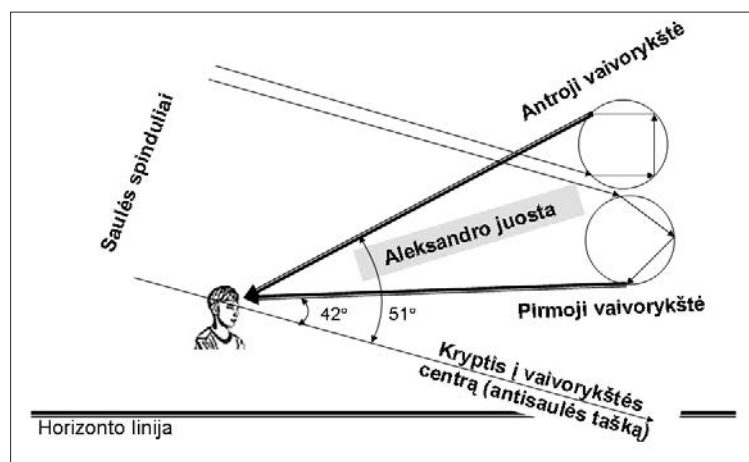
to pakyla  $58^\circ$ , štai kodėl niekada nematome vaivorykštės apie vidurdienį vasarą. Kuo Saulė arčiau horizonto, tuo vaivorykštės lanko viršūnė pakyla aukščiau, ir atvirkščiai, jei Saulė virš horizonto pakilusi apie  $40^\circ$ , gali „kyšoti“ tik lanko kraštelis.

Du žmonės, stovintys greta, mato kiekvienas savo vaivorykštę. Jeigu važiuojame keliu ir žiūrime į vaivorykštę, ji juda kartu su mumis, nes, lūžus saulės spinduliams, susidaro vis naujuose lašeliuose.

Kiek vaivorykščių vienu metu galima matyti? Pagrindinės vaivorykštės išorėje dažnai susidaro *antroji vaivorykštė*. Ji būna koncentriška pirmajai (turi bendrą centrą), jos kampinis dydis –  $51^\circ$ . Antrosios vaivorykštės lankas platesnis ( $3^\circ 34'$ ), spalvos blankesnės ir, be to, išsidėsčiusios atvirkštine tvarka: išorėje alyvinė juosta, o viduje – raudona. Antroji vaivorykštė susidaro Saulės spinduliams lašelių viduje atsispindėjus du kartus, t. y. vyksta dviguba refrakcija (3.1 lentelė ir 3.14 pav., b). Kadangi antrąją refrakciją patiria tik dalis spindulių, antroji vaivorykštė būna blankesnė. Dangus tarp pirmosios ir antrosios vaivorykščių yra gerokai tamsesnis negu kitur. Šį reiškinį pirmasis aprašė Aleksandras Afrodisietis (III a. po Kr., Graikija), todėl šis tamsus dangaus ruožas vadinamas *Aleksandro juosta*. Spinduliai, patiriantys vieną atspindį lietaus lašuose, formuoja pagrindinę pirmąją vaivorykštę, o spinduliai, atspindėti dukart, – antrąją, atspindėti triskart – trečiąją (3.14 pav., c). Lietaus lašai palei vizavimo linijas tarp pagrindinės ir antrosios vaivorykščių negali nusiųsti šviesos į mūsų akį ir todėl dangus ten patamsėja (3.16 pav.).

Gerai išžiūrėjus galima pamatyti *papildomas vaivorykštes* – švelnių mėlynų ir alyvinių spalvų lankų atkarpas antrosios vaivorykštės išorėje ir pirmosios vaivorykštės viduje, t. y. šalia alyvinių vaivorykštės kraštų. Jos susidaro triskart lūžus spinduliams lašelio viduje (3.14 pav., c).

Skaiciavimai, atlikti pagal refrakcijos teoriją, parodė, kad vaivorykštės pavidalas (lankų plotis, spalvų skaičius ir ryškumas, papildomų juostų buvimas) priklauso nuo lietaus lašelių dydžio.



**3.16 pav.** Aleksandro juostos (tamsesnio dangaus ruožo) susidarymas tarp pirmosios ir antrosios vaivorykščių

*Lašelių skersmuo – 0,5–1 mm:* pagrindinis vaivorykštės išorinis kraštas ryškus, tamsiai raudonas, už jo – šviesiai raudona ir kitos spalvos; ypač ryškūs žalias ir alyvinis lankai; papildomų juostų daug (iki 5), jose alyviniai ir rausvi tonai kaitaliojasi su žaliais; papildomos juostos liečiasi su pagrindine vaivorykste.

*Lašelių skersmuo – 0,25 mm:* raudonas kraštas blankesnis, likusios spalvos tokio pat ryškumo; papildomose juostose vyrauja žalia spalva.

*Lašelių skersmuo – 0,10–0,15 mm:* raudono lanko pagrindinėje vaivorykštėje nėra, išorinis kraštas oranžinis, kitos spalvos ryškios; papildomose juostose vyrauja gelsva spalva.

*Lašelių skersmuo – 0,04–0,05 mm:* vaivorykštė kur kas platesnė ir blankesnė; išorinis jos kraštas blyškiai gelsvas, ryškiausias alyvinis lankas; papildoma vaivorykštė nuo pagrindinės gerokai nutolusi, jos spalva balkšva su vos pastebimu žalsvu ir alyviniu atspalviais.

*Lašelių skersmuo – 0,03 mm:* pagrindinė vaivorykštė dar platesnė, turi kelis baltus lankus, o išorinis kraštas vos gelsvas.

*Lašelių skersmuo – 0,025 mm ir mažesnis.* Vaivorykštė visai balta, blizga; ji dukart platesnė už tą vaivorykštę, kuri susidaro stambiuose lašeliuose, gali turėti papildomų šviesiai žydrų, žalsvų ar rausvų juostų.

Taip pat pagal vaivorykštės pavidalą galima apytikriai įvertinti lašelių dydį. Kuo lašeliai didesni, tuo vaivorykštės juosta siauresnė ir ryškesnė. Papildomas juostas sukuria 0,2–0,3 mm skersmens lašeliai.

Ant rasotos žolės galima išvysti apskritimo formos *rasos vaivorykštę*. Rasos lašeliuose ji susidaro taip pat kaip lietaus lašuose.

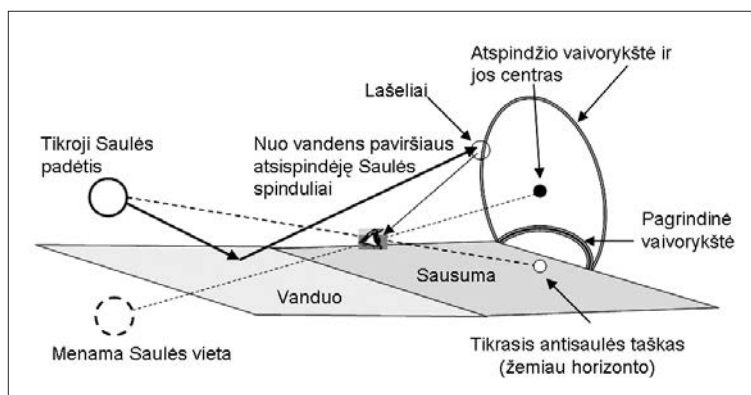
Panašiai kaip lietaus lašuose, vaivorykštė susidaro ant rūko sienos (Saulės diskas turi būti neuždengtas rūko). Tokia vaivorykštė vadinama *rūko vaivorykšte*. Jos spalvos blankios, nuo melsvos iki balkšvos, nes susidaro labai smulkiuose rūko lašeliuose.

Retais atvejais galima pamatyti *debesų vaivorykštę* (tuo metu nelyja), kuri, kaip ir rūko vaivorykštė, susidaro mažuose debesų lašeliuose (nepainioti su halo reiškiniiais). Už lietaus vaivorykštę ji būna daug platesnė ir blankesnė.

Vaivorykštę gali suformuoti ir Mėnulio šviesa. Tačiau *Mėnulio vaivorykštės* spalvos būna labai blankios, ją išvysti pavyksta retai.

Kai Saulė arti horizonto, jos spinduliai nuo ramaus vandens paviršiaus atsispindi lyg nuo veidrodžio (žr. 3.1 lentelėje „veidrodinis atspindėjimas“). Todėl aukščiau pagrindinės vaivorykštės, kuria suformavo „tikrosios“ Saulės spinduliai, pasirodo *atspindžio vaivorykštė*. Ji turi savo centrą, t. y. būna nekoncentriška su pagrindine (3.17 pav.).

Saulei esant visai prie pat horizonto, dar galima išvysti *raudonąsias vaivorykštes* (pagrindinę ir antrąją), kuriose vyrauja raudona ir geltona spalvos. Oras turėtų būti dulkėtas, pilnas aerozolių, kurie ir sugeria kitų spalvų spindulius.



**3.17 pav.** Atspindžio vaivorykštės susidarymo schema

Vaivorykštė apipinta legendomis ir mitais. Senovės graikai turėjo net vaivorykštės deivę – *Iridę* („Iridė“ graikų kalboje ir reiškia „vaivorykštė“). Senovės graikų supratimu, vaivorykštė sujungia žemę ir dangų, o Iridė buvo tarpininkė tarp dievų ir žmogaus.

Inkų legenda byloja, kad šviesos dievas Indra, žiaurioje kovoje nugalėjęs tamsos jėgas, kabindavo savo ginklą ant vaivorykštės.

Anot arabų padavimų, vaivorykštė buvusi šviesos dievo Kuzacho lankas. Kai Kuzachas ilsėdavosi, savo lanką – septynspalvę juostą – vaivorykštę pasidėdavo ant debesų.

Lietuvių padavimuose pasakojama, kad tokią gražią juostą audžia savo mylimajam laumė *Vaiva*, o laumės juosta iš upių, ežerų ir jūrų siurbianti vandenį ir aprūpinanti juo debesis. Gali įtraukti medžius, gyvulius ir žmones. Kartą buvo įtraukusi piemenį ir tris jo ožkas.

## MIRAŽAS

Daugiausia pasakojimų apie miražą galima išgirsti iš keliautojų po Azijos ir Afrikos dykumas. Kai nuo nepakeliamo karščio ir troškulio išsekę keliautojai visai nebetenka jėgų, staiga toluose, tarp smėlynų, blykstelį ežeras, apsuptas palmių ir minaretų. Žmonės sukaupia paskutines jėgas ir eina, eina, eina... O ežeras vis taip pat toli, tai suspindi ryškiau, tai matosi lyg pro miglą, ir, galiausiai, išnyksta visai. Tai buvo tik miražas!

Tokius netikrus „ežerus“ Šiaurės Afrikos gyventojai vadina „velnio jūromis“. Rytų sakmėse ir legendose pasakojama apie klastingą fėją Morganą, kuri įviliodavusi keliautojus į dykumą, rodydama jiems kristolines oro pilis. Šios pasakų herojės vardu sudėtingi miražai ir dabar vadinami *fata-morgana* (lotyniškai *fata* – fėja).

Koks reikšminys yra miražas? Tai tikras dalykas ar karščio iškankintų žmonių vaizduotės padarinys? Ar galima miražą fiksuoti objektyviai, pavyzdžiui, nufotografuoti ar nufilmuoti?



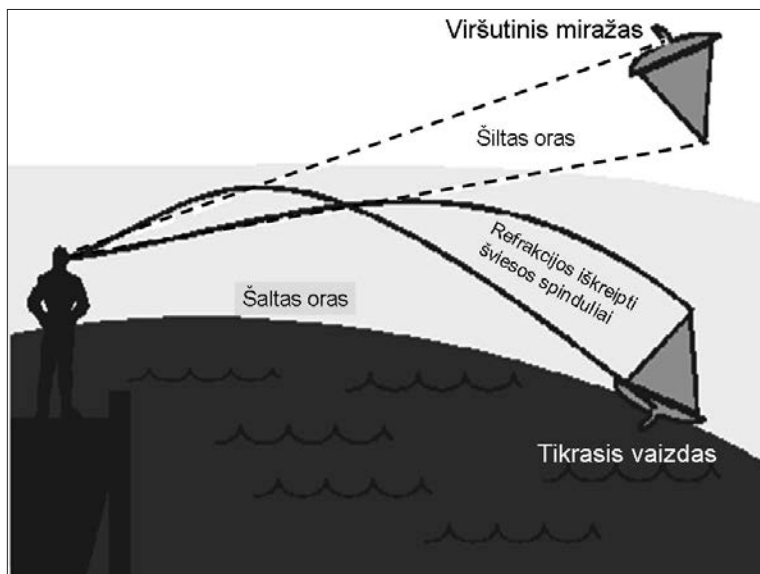
Žodis „*miražas*“ yra kilęs iš prancūzų kalbos ir turi dvi reikšmes: „atspindys“ ir „apgaulingas regėjimas“. Abi šios reikšmės gerai atitinka reiškinių esmę. Miražas – tai realiai egzistuojančio ant Žemės paviršiaus esančio objekto atspindys, dėl anomalios *šviesos refrakcijos* dažnai padidėjęs ir stipriai iškreiptas. Jį galima perpiešti ant popieriaus, nufotografuoti ar nufilmuoti. Tai ne kartą ir buvo padaryta. Miražai būna *viršutiniai*, *apatiniai*, *šoniniai* ir *sudėtingieji*.

Dažniausiai matomi *viršutiniai* ir *apatiniai miražai* susidaro esant neiprastam oro temperatūros ir tankio (kartu ir spindulių lūžio kampo) pasiskirstymui pagal vertikale.

*Viršutinio miražo* atveju atvaizdas (arba du atvaizdai) matomas tiesiai virš tikrojo objekto. Jeigu objektas nėra už horizonto, tai drauge matomas ir tikrasis jo vaizdas. Ypač palanki situacija susidaryti viršutiniam miražui – pakilioji oro temperatūros inversija, kai virš atvėsusio sausumos ar jūros paviršiaus tvyro šiltesnio oro sluoksnis, kuriame spinduliai, sklindantys nuo antžeminių objektų, atsispindi lyg veidrodyje (3.18 pav.). Viršutinis miražas gali susidaryti ir esant priežeminei temperatūros inversijai, t. y. kai temperatūra į viršų didėja nuo pat paklotinio paviršiaus. Jeigu temperatūros gradientas keičiasi netolygiai („šuoliais“), tai gali susidaryti du objekto atvaizdai: žemiau esantis bus apverstas, o virš jo – neapverstas atvaizdas.

Viršutiniam miražui priskiriamos ir vadinamosios „vaiduokliškos“ žemės (Naujosios Žemės miražas), kurių Arktyje keliautojai ieškojo XIX a., bet taip ir neatrado. Mat Arktyje susidaro labai dideli priežeminiai temperatūros gradientai, todėl čia viršutiniai miražai būna labai dažni ir ryškūs.

Dar neseniai viso pasaulio jūreiviai tikėjo legenda apie „*skrajojantį olandą*“. „Skrajojantis olandas“ – milžiniško dydžio šmėkliškas burinis laivas be komandos. Jis ne-



**3.18 pav.** Viršutinis miražas

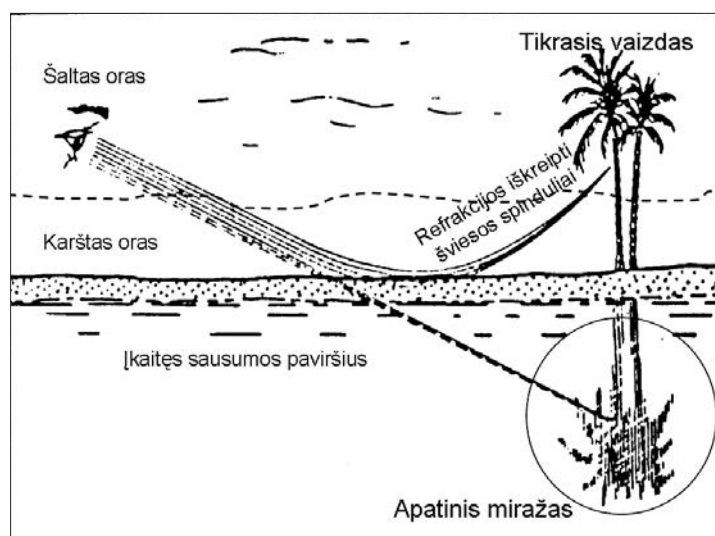


tikėtai pasirodydavo, į signalus neatsakydavo ir taip pat netikėtai išnykdavo. Susitikimas su „skrajojančiu olandu“ buvo laikomas lemtingu, pranašaujančiu audrą ar kitą nelaimę. Iš tikrųjų „skrajojantis olandas“ tėra viršutinis miražas, t. y. padidintas ir iškreiptas kokio nors toli už horizonto plaukiančio paprasčiausio burinio laivo atvaizdas. Miražas, be abejo, negalėjo reaguoti į jokių signalus. Dabar „skrajojantis olandas“ iš jūrų ir vandenynų išnyko, nes buriniai laivai tapo retenybė. Kitokių laivų miražą, kaip ir anksčiau, galima matyti gana dažnai.

*Apatiniai miražai* susidaro, kai, kintant aukščiui, oro temperatūra staiga krinta, t. y., esant dideliems temperatūros gradientams ( $> 3-4\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ ). Oro veidrodžio vaidmenį šiuo atveju atlieka įkaitęs plonas priežeminio oro sluoksnis. Matant apatinį miražą atrodo, kad po objektais yra vandens paviršius, kuriame jie atsispindi. Kadangi šiltas oras kyla į viršų, apatinio miražo vaizdas labai nepastovus, lyg banguojančiame vandenyje, o pūstelėjus vėjui – akimirksniu išnyksta. Palankios sąlygos apatiniam miražui susidaro lygumose, stepėse ir dykumose, esant ramiam saulėtam orui (3.19 pav.).

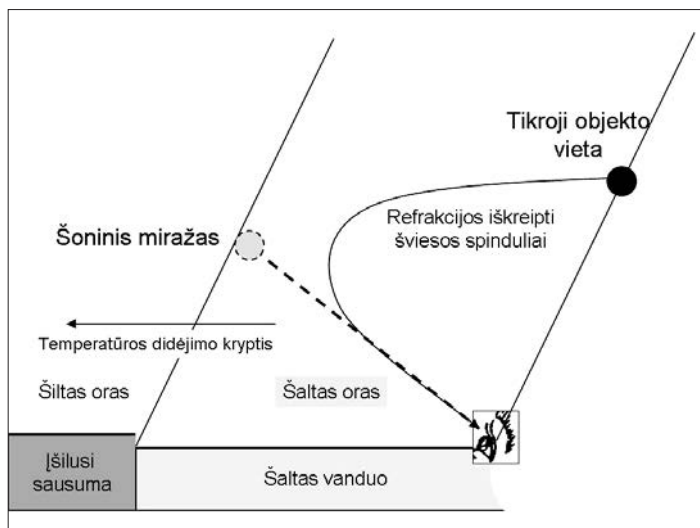
Jeigu miražas yra realių objektų atspindys, tai kyla klausimas, ką mato keliautojai dykumose, juk ten vandens telkinių nėra. Paaiškinimas būtų toks – miražo vaizdinyje matomas ne ežeras ir ne jūra, o žydro dangaus atspindys oro veidrodyje. Tai sukelia blizgančio vandens iliuziją. Tokį miražą gali pamatyti kiekvienas žmogus, ir tam visai nebūtina važiuoti į dykumą ar stepę. Jis matomas vasarą, saulėtą dieną virš išilusių asfaltuotų dangų arba smėlio plažų. Važiuojant sausu asfaltuotu keliu, tolumoje pasirodo tarsi „vandens bala“, kurioje atsispindi Saulės spinduliai. Šios „balos“ ir yra maži miražai – dangaus lopinėlių atspindys oro veidrodžiuose.

Kaip matome 3.18 ir 3.19 pav., viršutinio miražo atveju dėl refrakcijos šviesos spinduliai įgauna išgaubtą formą, o apatinio miražo atveju – įgaubtą.



**3.19 pav.** Apatinis miražas

**3.20 pav.** Šoninis mirażas



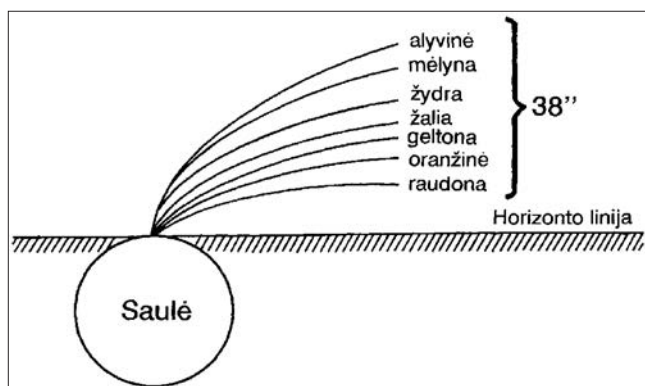
*Šoniniai mirażai* gali susidaryti tais atvejais, kai skirtingo tankio oro sluoksniai išsidėsto ne horizontaliai, kaip įprasta, o tam tikru kampu arba net vertikaliai žemės paviršiui (3.20 pav.). Tokios sąlygos, pavyzdžiui, gali susidaryti prie jūros ar ežero ankstų saulėtą vasaros rytą, kai oras virš sausumos jau būna iššilęs, o virš vandens – dar ne. Tuo metu galimas toks mirażas: dvi visiškai vienodos valtys plaukia skirtingomis kryptimis, viena (realioji) plaukia nuo kranto, o antra – į krantą. Kartais šoninį mirażą galima pamatyti greta Saulės įkaitintos akmeninės sienos.

Sudėtingieji – *fata-morgana* – mirażai atsiranda, kai vienu metu susidaro palankios sąlygos ir viršutiniam, ir apatiniam mirażui, pavyzdžiui, esant ryškiai temperatūros inversijai tam tikrame aukštyje virš palyginti šilto jūros paviršiaus. Oro tankis kylant į viršų iš pradžių didėja (oro temperatūra krinta), paskui greitai ima mažėti (oro temperatūra kyla). Esant tokiam oro tankio pasiskirstymui, atmosfera būna labai nepastovi, todėl mirażas keičiasi tiesiog akyse: pačios paprasčiausios uolos ir namai dėl daugkartinio atsispindėjimo ir padidėjimo akimirksniu virsta stebuklingomis fėjos Morganos pilimis.

#### ŽALIASIS SPINDULYS

Tai optinis reiškinys, matomas Saulei leidžiantis arba tekant. Žaliojo spindulio pasirodymas susijęs su Saulės spindulių refrakcija ir dispersija atmosferoje (3.1 lentelė). Šie procesai ypač akivaizdūs Saulei leidžiantis (tekant), kai virš horizonto matomas tik pats Saulės disko kraštelis.

Žemės atmosfera susideda iš nevienodo tankio sluoksnių, kurie nukreipia Saulės spindulius nuo tiesioginio sklaidymo krypties (*atmosferinės refrakcijos reiškinys*) ir



**3.21 pav.** Žaliojo spindulio susidarymas. Refrakcijos dydis 38''

skaido juos į spektrą. Paskutiniai besileidžiančios Saulės spinduliai, išsiskaidydami į spektrą, sudaro spalvotų spindulių vėduklę (3.21 pav.). Beje, dėl refrakcijos besileidžianti arba tekanti Saulė prie horizonto atrodo suplota, o regimasis aukštis virš horizonto yra didesnis negu tikrasis. Šio reiškinių paaiškinimas toks: dėl refrakcijos apatinis Saulės disko kraštas vidutiniškai pakyla 35', o viršutinis – tik 28', taigi Saulės diskas susiploja 7'. Taip pat atrodo ir Mėnulio diskas. Kai Saulė zenite, refrakcijos nėra.

Žiūrėdami į Saulę, esančią ties horizontu, žiūrime į ją pro storą atmosferos dujų sluoksnį, kuris dalį spindulių sugeria (vyksta selektyvioji sugertis). Kol Saulė aukštai virš horizonto, jos šviesa nustelbia kur kas mažiau skaisčius žaliuosius spindulius ir mes jų nematome.

Kai Saulė nyra už horizonto, paskutinį turime pamatyti alyvinės spalvos spindulį, nes atstumas, arba kitaip refrakcijos dydis, tarp kraštinių matomojo spektro spindulių (alyvinio ir raudono) sudaro apie 38'. Bet patys trumpiausios alyviniai, mėlyni ir žydri spinduliai ilgame kelyje per atmosferą (kai Saulė jau prie horizonto) labiausiai išsisklaido, net nepasiekdami žemės paviršiaus. Be to, šios spektro dalies spinduliams mažiausiai jautri žmogaus akis. Saulei slepiantis už horizonto, spalvos greitai keičia viena kitą: po raudonos pasirodo oranžinė, geltona ir paskutiniu akimirksniu – smaragdinė (žaliasis spindulys).

Saulei tekant spalvos keičiasi atvirkštine tvarka: pirmas švysteli žaliasis spindulys, jį pakeičia geltonas, oranžinis ir galiausiai iš už horizonto pasirodo raudonas tekančio šviesulio kraštas.

Žaliojo spindulio reiškinys būna trijų formų: žalias viršutinis Saulės disko kraštelis; iš už horizonto besiveržiantis žalios liepsnos liežuvis; žaliai žydras ar net žydras spindulys (kai ypač švari ir skaidri atmosfera).

Žaliąjį spindulį pamatyti galima ne taip ir retai. Tam reikia trijų sąlygų: turi būti atviras horizontas (pavyzdžiui, rami jūra), skaidrus oras ir giedra ta horizonto dalis, kurioje teka ar leidžiasi Saulė. Likus kelioms minutėms iki saulėlydžio, jau galima

pasakyti, ar bus matomas žaliasis spindulys. Jeigu besileidžianti Saulė raudona ir į ją galima žiūrėti be tamsių akinių, tą kartą žaliasis spindulys nebus matomas (nes atmosfera sugeria visus žalius ir mėlynus spindulius, lieka tik raudoni). Jeigu Saulė, artėdama prie horizonto, išliko baltai gelsva ir akinamai ryški, tada gali pasirodyti žaliasis spindulys. Dar labai svarbu, kad ryški būtų horizonto linija. Geriausias sąlygas stebėti žaliąjį spindulį turi jūreiviai, nesunku jį pamatyti ir kalnuose Saulei slepiantis už tolimo kalno keteros. Žaliasis spindulys – ypač gero oro pranašas.

Žaliasis spindulys matomas neilgai. Tai priklauso nuo vietos geografinės platumos ir metų laiko. Lietuvos platumose žaliasis spindulys gali pasirodyti vienai dviem sekundėms. Einant link ašigalių reiškinių trukmė ilgėja. Ilgiausiai žaliasis spindulys matomas per vasaros ir žiemos solsticijas, kai Saulė yra labiausiai nutolusi į šiaurę ir į pietus nuo dangaus pusiaujo.

Visus stulbina nepaprastas smaragdinis žaliojo spindulio atspalvis. Škotijoje netgi sakoma, kad tas, kuris nors kartą išvys žaliąjį spindulį, niekada nepadarys klaidos širdies reikaluose. Be to, škotai tapatina žaliąjį spindulį su sąžiningumu ir aukšta morale. Todėl ši pasakišką gamtos reeginį gali pamatyti tik subtilūs ir kilnūs žmonės.

---

#### ŽVAIGŽDŽIŲ MIRGĖJIMAS

---

*Žvaigždžių mirgėjimas (scintiliacija)* – greiti ir netaisyklingi dangaus kūnų spindesio ir padėties kitimai, sukelti staigios šviesos refrakcijos, difrakcijos ir dispersijos reiškinių Žemės atmosferoje. Žvaigždžių mirgėjimas pastebimas ir plika akimi, o pro teleskopą šie optiniai efektai atrodo lyg greitas žvaigždės vaizdo šokinėjimas apie vidutinę padėtį.

Jeigu pažiūrėtume į ryškią žvaigždę, pavyzdžiui, į Sirijų, pro teleskopą, tai pamatytume lyg ir jos virpėjimą. Kai žvaigždė yra arti horizonto, tai net ir plika akimi matoma, kad ji keičia savo ryškumą ir spalvą (prasideda atmosferinė dispersija). Atrodo, tarsi žvaigždė blyksteli ir vėl prigesta, pasidaro tai žalsva, tai rausva. Žvaigždės mirga dėl jų spindulių lūžimo ir dalinio išsisklaidymo, kai jie skverbiasi pro optiškai nevienalytę atmosferą, sudarytą iš skirtingos temperatūros oro sluoksnių. Ypač greitai oro temperatūra (kartu ir spindulių lūžimo kampas) keičiasi apatiniuose atmosferos sluoksniuose. Kiekvieną tokį atmosferos sluoksnį galima traktuoti kaip oro lęšį, pa-keičiantį ne tik spindulių kryptį, bet ir intensyvumą.

Tokių lęšių atmosferoje būna labai daug, jie juda įvairiomis kryptimis, keičiasi jų temperatūra, o kartu su ja ir spindulių lūžio rodikliai.

Saulės mirgėjimo pastebėti neįmanoma, nes matome jos diską, o ne taškinį šviesos šaltinį, kaip kitų tolimų žvaigždžių. Bet pro teleskopą, o kai Saulė yra arti horizonto ir plika akimi, galima pamatyti, kaip virpa Saulės disko kraštas (tai panašu

į disko bangavimą išilgai krašto). Šis reiškinys liaudyje vadinamas Saulės „virimu“ arba „žaidimu“.

Iš žvaigždžių mirgėjimo lietuviai spėdavo, koks bus oras. Pasak lietuvių liaudies kosmologijos tyrinėtojos P. Dundulienės, daugiausia žmonės stebėjo žvaigždes nuo advento pradžios ir per visą žiemą, kai būna ilgos naktys. Naktimis, kada švarus ir giedras dangus, pakilę iš miego šeiminingas ar šeiminingė žiūrėdavo į žvaigždes. Jei dangus tamsiai mėlynas, o dangaus skliautas atrodo aukštas, žvaigždės mirga silpnu žalsvu atspalviu, Mėnulis baltas, švarus, ties horizontu kiek suplotas – bus giedra, šaltis. Moksliskai tai būtų grindžiama tuo, kad, atslinkus šaltai ir skaidriai oro masei, žvaigždžių mirgėjimas dėl silpnesnės difrakcijos ne toks intensyvus, mažiau išsklaidoma ir nuo Mėnulio sklindanti šviesa (todėl Mėnulis „švarus“). Jei žvaigždės ryte labai mirga, bus dargana (tai gali būti beatslenkančios šiltos ir drėgnos oro masės, kurios aukštuminiis pleištas jau uždengė dangų, padarinyš).

#### SUTEMOS

Tolydus dienos šviesos silpnėjimas po Saulės nusileidimo (vakaro sutema) arba nakties tamsos silpnėjimas prieš Saulės patekėjimą (ryto aušra). Sutemą sukelia Saulės šviesos spindulių sklaida aukštutiniuose atmosferos sluoksniuose, kuriuos dar apšviečia po stebėtojo horizontu pasislėpusi Saulė.

Skiriami trys sutemų tarpniai: civilinės, navigacinės ir astronominės sutemos. *Civilinės sutemos* būna tol, kol Saulės disko centras paniręs po horizontu ne daugiau kaip  $6^\circ$  (atviroje vietoje dar galima dirbti, skaityti, rašyti), *navigacinės sutemos* – kai Saulė po horizontu yra nuo  $6^\circ$  iki  $12^\circ$ . Šiuo laikotarpiu laivus arti kranto galima orientuoti pagal kranto objektus, pro navigacinius prietaisus galima įžiūrėti horizontą, nuo kurio matuojami jau (dar) matomų šviesių navigacinių žvaigždžių aukščiai. *Astronominės sutemos* – laikas, per kurį Saulės gylis po horizontu pakinta nuo  $12^\circ$  iki  $18^\circ$  (arba nuo  $18^\circ$  iki  $12^\circ$  rytą), dangus tamsus, pasirodo neryškos žvaigždės.

Trumpiausios sutemos yra pusiaujių, nes ten Saulė kyla ir leidžiasi statmenai horizontui. Lietuvoje civilinės sutemos pavasarį ir rudenį trunka maždaug 40 min., o vasarą ir žiemą – maždaug 1 val.

Jeigu apatinėje kulminacijoje (vidurnaktį) Saulė nenusileidžia po horizontu žemiau kaip  $6^\circ$ , tai civilinės vakaro sutemos susilieja su ryto aušra ir būna *baltosios naktys*. Vasaros saulėgrįžos dieną (Saulės deklinacija  $\delta = 23^\circ 26'$ ) baltosios naktys dėl atmosferinės refrakcijos (prie horizonto refrakcijos kampas apie  $51'$ ) pasiekia net  $59^\circ 43'$  geografinę platumą ( $\varphi = 90^\circ - 23^\circ 26' - 6^\circ - 51' = 59^\circ 43'$ ). Vasarą tose vietovėse, kurių platumas  $\varphi \geq 65^\circ 43'$ , kurį laiką (ašigaliuose pusę metų) Saulė visai nenusileidžia žemiau horizonto ir tęsiasi *poliarinė diena*:  $\varphi = 90^\circ - 23^\circ 26' - 51' = 65^\circ 43'$ .

*Poliarinė naktis* galima tik tose vietovėse, kurių platumą  $\varphi \geq 67^{\circ}25'$ :  $\varphi = 90^{\circ} - 23^{\circ}26' + 51' = 67^{\circ}25'$ . Taigi poliariniuose ( $\varphi = 66^{\circ}34'$ ) dėl atmosferinės refrakcijos apskritai nebūna poliarinės nakties.

Saulėi tekant arba leidžiantis dangus dažniausiai nusidažo rausva arba purpurine spalva, nes Saulės spinduliai tuomet sklinda beveik lygiagrečiai su horizontu ir turi prasiskverbti pro patį storiausią atmosferos sluoksnį (atmosferos optinė masė didžiausia). Žemės paviršių dažniausiai pasiekia tik ilgiausieji raudonieji spinduliai, o trumpesnės optinės bangos sugeriamos. Kuo atmosfera skaidresnė ir švaresnė, tuo daugiau žemės paviršių pasieks oranžinių ir geltonųjų spindulių ir atitinkama spalva nusidažys dangus prie horizonto.

---

#### DEBESŲ IRIZACIJA

*Irizacija* (gr. *iris* – vaivorykštė) meteorologijoje – vaivorykštės spalvų (vyrauja žalia ir raudona) dėmės *Ci*, *Cc*, *Ac*, *Sc*, *Cu* ir perlamutrinių debesų pakraščiuose bei lėktuvų išmestų kondensatų pėdsakuose, matomuose įvairiu kampiniu nuotoliu nuo Saulės arba Mėnulio disko. Labai dažnai debesų kraštai, atskiri fragmentai ar net ištisi debesys nusidažo neįtikėtinais ryškiomis besikaitančiomis purpurinėmis, žaliomis ir mėlynomis spalvomis, turinčiomis šaltą metalinį atspalvį. Tai – vaivorykštiniai debesys.

Debesų irizacija vyksta dėl šviesos spindulių *difrakcijos* ir *interferencijos* mažuose ( $< 10 \mu\text{m}$  skersmens) debesų lašeliuose arba kristaluose. Dėl interferencijos suminė bangos amplitudė vienuose taškuose padidėja, kituose sumažėja (susidaro šviesos ir tamsios juostos). Kai šviesos difrakcija vyksta vienodo dydžio lašeliuose arba vienodo storio ledo plokštelėse, debesis nusidažo viena ryškia spalva. Nusispalvinusios debesų dalys, jei jos yra  $22^{\circ}$  kampiniu nuotoliu nuo šviesulio disko, gali būti halo atkarpos.

---

#### PERLAMUTRINIAI DEBESYS

*Perlamutriniai debesys* pasirodo stratosferoje, 15–30 km aukštyje. Jie panašūs į *Ci* ir *Cc* debesis su ryškiomis vaivorykštės spalvų dėmėmis. Jie dar vadinami *poliariniais stratosferiniais debesimis*. Prieblandoje, kai Saulė jau žemiau horizonto, atrodo, kad perlamutriniai debesys šviečia tamsiame danguje. Kai kada jie primena aukštuosius kamuolinius debesis, ypač jų lėšiškąją atmainą (*Ac lent*), ir būna nusispalvinę raudonomis, geltonomis, žaliomis dėmėmis. Debesų spalvos kartais būna tokios ryškios, kad sniegas ant žemės taip pat nusidažo įvairiomis spalvomis. Kai Saulė nugrimzta giliau už horizonto, perlamutriniai debesys nustoja spindėti ir išnyksta, o prieš saulėtekį vėl pasirodo.

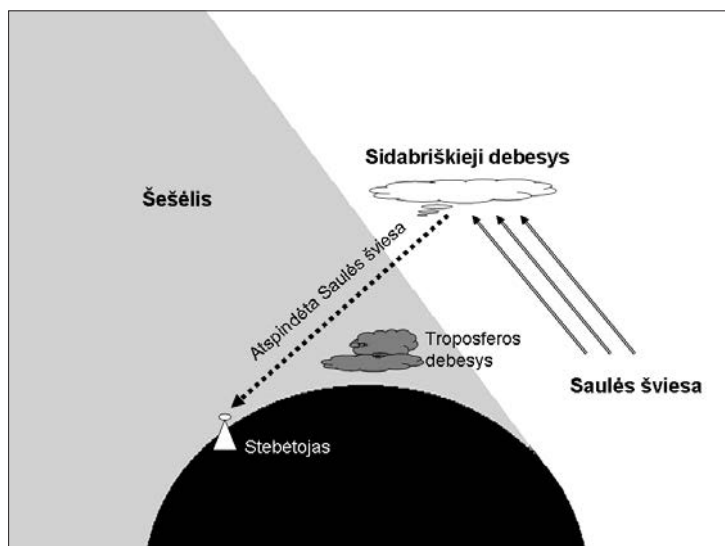
Lietuvoje perlamutriniai debesys matomi labai retai ir tik žiemą, nes tai poliarinių rajonų optinis reiškinys. Mat tokiems debesims susidaryti reikia labai žemos temperatūros ( $< -80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Manoma, kad *šviesos refrakcija*, *difrakcija* ir *dispersija* vyksta perlamutrinų debesų sferinėse dalelėse – ledo kristaluose bei peršaldytuose sieros ir azoto rūgšties lašeliuose (tai lašeliai, turintys neigiamą temperatūrą, bet esantys skystos fazės). Į tokį aukštį jie gali patekti su aukštyneigiais bendrosios atmosferos cirkuliacijos ir orografiniais srautais bei dėl atmosferos turbulentiškumo.

Perlamutrinuose debesyse aptinkama ir chloro atomų, kurie, kaip žinoma, prisideda prie ozono sluoksnio ardymo (vienas chloro atomas gali suardyti 100 000 ozono molekulių). Perlamutrinuose debesyse gali būti ir vulkaninės kilmės dalelių.

### SIDABRIŠKIEJI DEBESYS

*Sidabriškieji (mezosferiniai) debesys* susidaro mezosferoje, maždaug 80 km aukštyje (3.22 pav.). Jie panašūs į plonyčius, beveik skaidrius, plunksninius debesis, spalva – švelniai žydra su sidabriu atspalviu. Pro juos matyti žvaigždės. Sidabriškieji debesys ypatingi tuo, kad pasirodo netoli zenito šiaurės vakarinėje–šiaurinėje dangaus skliauto dalyje Saulei nusileidus po horizontu  $6\text{--}16^{\circ}$  (todėl jie matomi tik šiltuoju metų laiku). Vidurnaktį sidabriškieji debesys matomi tiesiai šiaurėje ir būna ryškiausi, kai yra  $10\text{--}20^{\circ}$  aukštyje virš horizonto.

Anksčiau buvo manoma, kad sidabriškieji debesys susideda iš vulkaninių arba kosminių dulkių, bet dabartiniai tyrimai su raketomis parodė, kad sidabrinų debesų kilmė gali būti panaši į plunksninių. Aukščiau 80 km, mezopauzėje, atmosferos



**3.22 pav.** Sidabriškųjų debesų apšvietimo geometrija



stratifikacija pastovi, todėl vandens garai kaupiasi žemiau šio sluoksnio. Dėl labai žemos temperatūros – vasarą ji nukrinta žemiau negu  $-125\text{ }^{\circ}\text{C}$  (antroji priežastis, kodėl sidabriniai debesys matomi tik vasarą) – pakanka net ir nedidelės vandens garų koncentracijos, kad prasidėtų sublimacija – vandens garų virtimas ledo kristalais. Šių kristalų matmenys yra neįtikėtinai maži, nesiekia nė 100 nm (nanometras – dešimt tūkstantoji milimetro dalis). Žydrai sidabriškas švytėjimas – tai ne tik išsklaidyta Saulės šviesa, bet, sprendžiant pagal jos spektrą, dar ir ledo kristalų *fotoluminescencija*\* veikiant ultravioletinei (UV) Saulės spinduliuotei.

Šiuo metu teigiama, kad yra *trys vandens garų radimosi mezosferoje priežastys*. Pirmoji – dėl intensyvios Saulės UV spinduliuotės vykstanti *metano fotodisociacija* (molekulių irimas veikiant šviesai). Metano molekulės, veikiamos UV spindulių, dalyvauja fotocheminėse reakcijose su atominiu deguonimi bei hidroksilų radikalais ir iš vienos metano molekulės susidaro dvi vandens molekulės. Kita priežastis – *kad iš žemutinių atmosferos sluoksnių kylančios oro tėkmės*, kurias sukelia gravitacinės ir orografinės bangos bei troposferinės audros, *atneša vandens garų*. Ten, kur gęsta gravitacinės bangos, smarkiai krinta temperatūra. Manoma, kad būtent dėl to mezosferoje susidaro vietų, kuriose temperatūra ypač žema – mezopauzė. Taip pat šios bangos į mezosferą atneša tam tikrą vandens garų kiekį. Būtent gravitacinių bangų judėjimo ypatumai ir suteikia sidabriškiesiems debesims savitų formų, šiek tiek panašių į plunksninių debesų. Jų kitimo dinamika leidžia nustatyti, kad mezosferos sluoksnyje, kuriame susidaro sidabriškieji debesys, pučia stiprūs vėjai (jų greitis gali siekti net kelis šimtus metrų per sekundę). Trečiasis vandens garų radimosi mezosferoje šaltinis – *kosminių raketų kuro degimo produktai*, kuriuose vyrauja vandens garai.

Tačiau vien vandens garų atsiradimas mezosferoje net ir esant labai žemai temperatūrai dar negarantuoja, kad atsiras debesų. Ledo kristaliukams susidaryti reikia kondensacijos branduolių. Tokiais centrais tampa jonai ir kai kurie mikrometeorinių dulkielių, atskriejančių iš tarpplanetinės erdvės, cheminiai komponentai (pvz., natrio hidrokarbonatas). Jonų atsiranda dėl jonizuojančiojo Saulės spinduliuotės poveikio, o kosminių dulkių per parą į Žemės atmosferą patenka net iki 40 t.

Taigi, kad atsirastų sidabriškieji debesys, turi būti tam tikros sąlygos – labai žema temperatūra, pakankamas vandens garų ir kondensacijos (sublimacijos) branduolių kiekis.

Lietuvos geografinė padėtis yra labai palanki sidabriškiesiems debesims stebėti. Per metus juos galima išvysti 5–25 kartus (dažniausiai birželį–liepą). Lietuvos fizikų A. Dubiečio ir R. Balčiūno duomenimis, didžiausia tikimybė pamatyti sidabriškuo-

---

\* *Fotoluminescencija* – švytėjimas, kurį sukelia šviesos ar dar trumpesnio bangos ilgio elektromagnetiniai spinduliai. Dėl jų poveikio oro dalelių atomai ar molekulės tampa sužadintos būsenos ir ima švytėti.



sius debesis yra pirmąjį liepos mėnesio dešimtadienį. Pasitaikė atvejų, kai sidabriškieji debesy buvo matomi net penkias ar daugiau naktų paeiliui. Žinoma, turi nusistovėti ramūs anticikloniniai orai. Pati šių debesų matomumo trukmė naktį labai įvairi – nuo 10 min. iki keleto ar daugiau valandų. Skiriasi ir regimasis sidabriškųjų debesų šviesumas bei formos. Kartais šie debesy vos įžiūrimi neaukštai virš horizonto kaip neryškios pavienės juostelės. Tačiau būna naktų, kai sidabriškieji debesy matyti kaip ryškus švytintis masyvas, užimantis vos ne visą šiaurinį dangaus skliautą. Įdomus reiškinys Lietuvoje stebėtas 2005 m. birželio 14-osios naktį, kai vienu metu švytėjo ir sidabriškieji debesy, ir poliarinė pašvaistė.

---

#### NAKTIES DANGAUS ŠVYTĖJIMAS

---

Tai silpna, kvazipastovi, iš viršutinės atmosferos (dažniausiai iš jonosferos 80–100 km sluoksnio, kartais iš 200–300 km sluoksnio) sklindanti nakties dangaus šviesa vidutinėse ir atogrąžų platumose. Nakties dangaus švytėjimas matomas kai giedra, nėra Mėnulio, o Saulė būna nusileidusi žemiau negu 18° po horizontu.

Nakties dangaus švytėjimą sudaro dvi dedamosios: neatmosferinė (žvaigždžių, ūkų ir galaktikų šviesos, tarpžvaigždinių dulkių išsklaidytos Galaktikos šviesos, Zodiako ir atšvaistės šviesos) ir atmosferinė. Neatmosferinė išsklaidyta šviesa stipriausia Paukščių Tako plokštumoje. Atmosferos švytėjimas yra *fotcheminė liuminescencija*, vykstanti dėl cheminių reakcijų viršutinėje atmosferoje. Daugiausia šviesos sklinda nuo molekulinio deguonies ( $O_2$ ), atominio deguonies (O), natrio (Na) ir hidroksido jonų (OH), ozono ( $O_3$ ), anglies dioksido ( $CO_2$ ), azoto oksidų ( $NO_x$ ). Atmosferos švytėjimas stiprėja nuo zenito link horizonto.

Atliekant spektrometrinius nakties dangaus švytėjimo matavimus, gaunama informacijos apie viršutinės atmosferos dinamiką ir cheminius procesus, nes atmosferos švytėjimas priklauso nuo oro tankio ir temperatūros, įtakos jam turi Saulės ir geomagnetinis aktyvumas.

---

#### PRIEBLANDOS SPINDULIAI IR BUDOS ŠEŠĖLIAI

---

*Prieblandos (prietemos) spinduliai* yra platūs gelsvos arba rausvos spalvos Saulės šviesos pluoštai, matomi šviesai sklindant iš už neperšviečiamų objektų. Tokie šviesos pluoštai (lyg kolonos) dažniausiai susidaro Saulės spinduliams išeinant pro tamsių debesų tarpus. Jie vadinami prieblandos spinduliais, nes kontrastas tarp apšviestų ir neapšviestų plotų geriausiai matomas esant prieblandai ar rūkanai. Įvairios atmosferos dalelės *išsklaido šviesą*, o dėl spindulių *difrakcijos* ir *atspindžių* žmogaus akis pasiekia plačių šviesos pluoštų vaizdas. Prieblandos spinduliai yra beveik lygia-

gretūs, tačiau vizualiai išsiskiria dėl tiesinės perspektyvos efekto. Juos galima išvysti ir tada, kai Saulės spindulius iš dalies uždengia kalnai, aukšti pastatai, medžiai arba kiti dideli toli esantys objektai.

Prieblandos spinduliai atmosferos optikoje dar vadinami Saulės spinduliais, debesų properšomis, Saulės prošvaistėmis, o liaudyje – Dievo spinduliais, Dievo pirštais arba Jakobo kopėčiomis.

Rausvą arba gelsvą atspalvį prieblandos spinduliai įgauna dėl to, kad atmosfera veikia kaip milžiniškas šviesos spindulius laužiantis lęšis. Besileidžiančios Saulės šviesa pereina maždaug 40 kartų storesnį atmosferos sluoksnį, palyginti su atstumu iki to paties taško vidudienį; atmosferoje esančios dalelės išsklaido ir sugeria trumpąsias mėlynos ir žalios spalvos bangas labiau nei ilgas raudonos ir geltonos spalvos bangas.

Kai blyškūs rausvi prieblandos spinduliai sklinda iš už horizonto, jie dažnai painiojami su kitu optiniu reiškiniu – stulpais prie Saulės.

*Budos šešėlius* galima pamatyti vakare Saulei leidžiantis. Jeigu vakarinę dangaus skliauto dalį dengia stori debesys (pavyzdžiui, *Cb*) arba kalnai, tai nuo jų krintantys šešėliai rausvo ar purpurinio dangaus fone atrodo kaip iš vieno centro (jis yra ten, kur Saulė) sklindančios spindulinės tamsios juostos. Purpurinio dangaus fone jos atrodo lyg vėduoklė ir paprastai vadinamos Budos spinduliais (Buda budizme – atbudusi, arba pasiekusi nušvitimą, būtybė). Budos spinduliai susidaro panašiai kaip prieblandos spinduliai, tik šiuo atveju tamsios juostos yra šešėliai.

**1 PRIEDAS. Boforto (Beauforto) skalė (vėjo stiprumas 10 m aukštyje atviroje lygioje vietoje)**

Boforto balai	Vėjo greitis			Vėjo apibūdinimas	Bangų aukštis (m)	Vėjo stiprumo požymiai	
	<i>Mazgai</i>	<i>km/h</i>	<i>m/s</i>			<i>Atviroje jūroje</i>	<i>Sausumoje</i>
<b>0</b>	0	0	0–0,2	Štilis	0	Jūra lygi kaip veidrodis	Dūmai kyla statmenai
<b>1</b>	1–3	1–6	0,3–1,5	Dvelksmas	0,1	Raibuliavimas be keterų	Vėjas pučia dūmus į šoną
<b>2</b>	4–6	7–11	1,6–3,3	Silpnas	0,2	Trumpos bangelės, jų keteros stikliškos	Vėjas juntamas nepridengtu odos paviršiumi, neša dūmus
<b>3</b>	7–10	12–19	3,4–5,4	Švelnus	0,6	Trumpos ryškios bangos, jų keteros užsiriečia ir susidaro stikliškos putos	Medžių lapai ir plonos šakelės nuolat juda
<b>4</b>	11–15	20–29	5,5–7,9	Vidutinis	1	Bangos ilgokos, daug baltų putų	Kyla dulkės ir popiergaliai, juda vidutinio storio medžių šakos
<b>5</b>	16–21	30–39	8,0–10,7	Apysmarkis	2	Ilgos putotos bangos, kai kada susidaro pūslai	Siūbuoja jauni medžiai
<b>6</b>	22–27	40–50	10,8–13,8	Smarkus	3	Didelės bangos su putotomis ketėmis ir pūslais dideliuose plotuose	Svyruoja storos medžių šakos. Gaudžia elektros ir telegrafo laidai
<b>7</b>	28–33	51–62	13,9–17,1	Stiprus	4	Jūros putos nuo bangų keturių nupučia vėjas	Siūbuoja medžiai. Sunku eiti prieš vėją
<b>8</b>	34–40	63–75	17,2–20,7	Labai stiprus	5,5	Ilgos putotos bangos, joms lūžtant tyška pūslai	Lūžta medžių šakos, šakelės. Prieš vėją eiti labai sunku
<b>9</b>	41–47	76–87	20,8–24,4	Audra	7	Aukštos, gausiai putotos bangos, pavėjui plačiomis juostomis driekiasi putos, tykšta pūslai	Apardomi statinių stogai

## 1 PRIEDO TĘSINYS

Boforto balai	Vėjo greitis			Vėjo apibūdinimas	Bangų aukštis (m)	Vėjo stiprumo požymiai	
	<i>Mazgai</i>	<i>km/h</i>	<i>m/s</i>			<i>Atviroje jūroje</i>	<i>Sausumoje</i>
<b>10</b>	48–55	88–102	24,5–28,4	Smarki audra	9	Labai aukštos bangos su ilgomis užlinkstančiomis keteromis; vėjas išpučia susidarancia putas dideliais tumulais, kurie atrodo kaip tankios baltos juostos; bangos virsta su trenksmu; matomumas blogas; gali būti apgadinta laivo denio įranga	Vėjas rauna medžius, griaua silpnesnius statinius
<b>11</b>	56–63	103–119	28,5–32,6	Labai smarki audra	11,5	Labai didelės bangos; visame jūros paviršiuje dideli balti putų tumulai; matomumas blogas; gali būti smarkiai apgadinti laivo denio antstatai ir įranga	Vėjas griaua vidutinio stiprumo statinius, plėšia stogus
<b>12</b>	64–80	120	32,7–40,8	Uraganas	≥ 14	Milžiniškos bangos. Oras pilnas purslų ir putų. Jūra visiškai balta. Matomumas labai blogas; vėjas nusiaubia laivus	Vėjas griaua mūrinius statinius, apverčia automobilius, išguldo mišką

*Boforto (Beauforto) skalė* – sąlyginė skalė vėjo stiprumui (greičiui) nustatyti. 1806 m. skalę sudarė Didžiosios Britanijos admirolas F. Beaufortas. Nuo to laiko buvo daug kartų keičiama. Dabartinę skalę 1963 m. patvirtino Pasaulinė meteorologijos organizacija.

## 2 PRIEDAS. Vidutinio krušos ledėkų skersmens nustatymas

Iškritus krušai stebėtojas turi nustatyti vidutinį krušos ledėko dydį (skersmenį) 1 milimetro tikslumu. Ledėko skersmuo nustatomas taip: reikia įdėti 10 stambiausių ledėkų į indą, ištirpinti ir supilti vandenį į kritulmačio stiklinę. Vidutinis krušos ledėko dydis nustatomas pagal tokią lentelę:

**Lentelė.** Vidutinis krušos ledėko skersmuo (milimetrais)  
(Meteorologinių stebėjimų nuostatai, 2004)

Dešimtys	Stiklinės padalų skaičius									
	Vienetai									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	8	10	11	12	13	14	14	15	16
10	16	17	17	18	18	18	19	19	20	20
20	20	21	21	21	22	22	22	22	23	23
30	23	24	24	24	24	24	25	25	25	25
40	26	26	26	26	26	27	27	27	27	27
50	28	28	28	28	28	28	29	29	29	29
60	29	29	30	30	30	30	30	30	30	31
70	31	31	31	31	31	32	32	32	32	32
80	32	32	32	33	33	33	33	33	33	33
90	34	34	34	34	34	34	34	34	34	35
100	35									

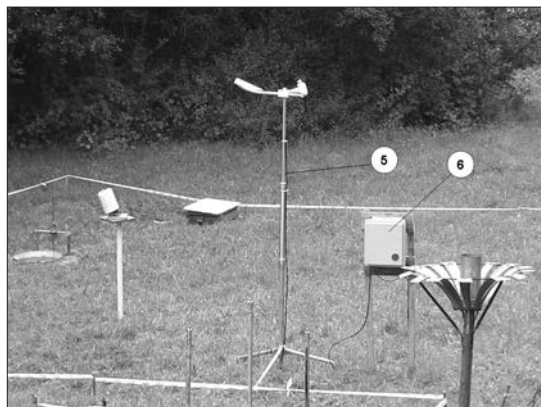
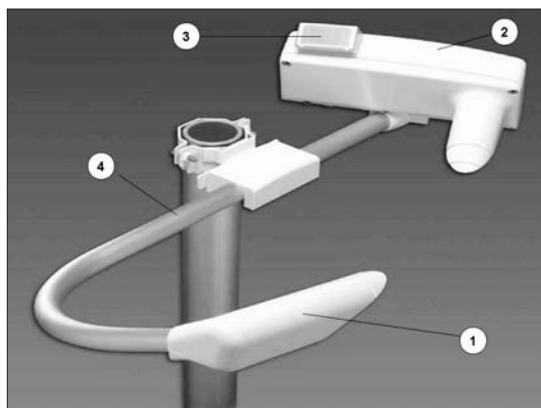
*Pavyzdžiui:*

- jei kritulmačio stiklinėje yra 11 padalų vandens, tai vidutinis ledėko skersmuo 17 mm;
- jeigu stiklinėje vandens yra 0,5 padalos, tai ledėko skersmuo lygus 6 mm;
- jeigu vandens yra < 0,5 padalos, tai ledėko skersmuo 5 mm;
- jeigu pavyko surinkti mažiau kaip dešimt krušos ledėkų, jų skersmuo apskaičiuojamas pagal formulę:

$$D = 10 \sqrt[3]{\frac{4d}{n}} ;$$

čia:  $D$  – vidutinis ledėkų skersmuo (mm),  $d$  – padalų skaičius kritulmačio stiklinėje (ištirpusių ledėkų vandens kiekis),  $n$  – surinktų ledėkų skaičius.

### 3 PRIEDAS. Orų detektorius (*Vaisala Present Weather Detector PWD22*)



**1 pav.** Orų detektorius PWD22

Skaitmenimis paveiksluose pažymėta:  
1 – IR šviesos šaltinis (infraraudonųjų spindulių diodas),  
2 – šviesos priimtuvas (fotodiodas),  
3 – kritulių jutiklis RAINCAP® su šildoma plokšte,  
4 – varžos termometras (vamzdyje),  
5 – aliumininis stovas (3 m aukščio),  
6 – signalų keitiklių ir kabelių jungčių blokas.

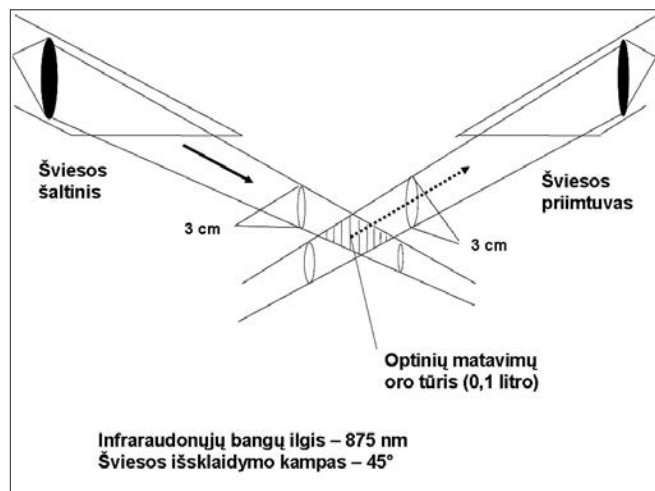
## Paskirtis

Orų detektorius PWD22 automatiškai nustato ir registruoja kompiuterinėje laikmenoje kritulių rūšį, intensyvumą ir horizontalaus matomumo nuotolį. Gali aliarmo signalu pranešti apie stichinius reiškinius.

- ▣ Nustatomos septynios kritulių rūšys: lietus, prišalantis lietus, dulksna, prišalanti dulksna, šlapdriba, snygis, ledo kapsulės.
- ▣ Kritulių intensyvumas nustatomas skale nuo 0,00 iki 99,99 mm/val., kiekis – nuo 0,00 iki 99,99 mm, naujos sniego dangos storis – nuo 0,00 iki 999 mm.
- ▣ Matomumas nustatomas skale nuo 10 iki 2000 m. Tikslumas:  $\pm 10\%$  diapazone nuo 10 m iki 10 km,  $\pm 15\%$  diapazone nuo 10 km iki 20 km. Nustatoma matomumo sumažėjimo priežastis: rūkas, rūkana, migla, dūmai, dulkės (smėlis).

## Veikimo principas

*Optinės informacijos* matavimai pagrįsti šviesos išsklaidymo reiškiniu. Vandens lašeliai, kristalai arba litometeorai, patekę į oro tūrį, kuriame vyksta matavimas (2 pav.), išsklaido IR bangas pakeisdami jų ilgį. Šviesos priimtuvas nustato bangų ilgio pokytį ir išsklaidytos šviesos stiprį, kurie yra proporcingi hidrometeorų ir litometeorų dalelių dydžiui, kiekiui ir matomumo nuotoliui.



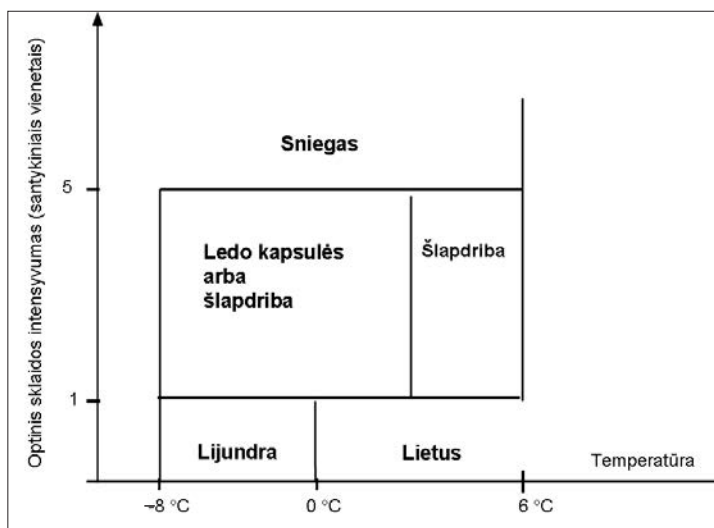
**2 pav.** Orų detektoriaus PWD22 optinė sistema

*Kritulių kiekis ir intensyvumas* nustatomas remiantis kritulių jutiklio RAINCAP® ir optine informacija. Kritulių jutiklio signalas (talpinės varžos pokyčiai), kuris siunčiamas kas sekundę, proporcingas vandens kiekiui ant jutiklio plokštelės paviršiaus. Kuo krituliai intensyvesni, tuo varža mažesnė. Optinė informacija paremta šviesos sklaidos priklausomybe nuo hidrometeorų dydžio. Jeigu krinta stambūs hidrometeorai (lietaus lašai, ledo kristalai), kiekvienas jų šviesą išsklaido atskirai, todėl išsklaidytos ir atspindėtos šviesos stipris greitai kinta. Šios šviesos stiprio pulsacijos yra proporcingos lašelių dydžiui. Todėl orų detektoriaus algoritmai, apskaičiuodami kritulių intensyvumą, atsižvelgia ne tik į išsklaidytos šviesos stiprį, bet ir į fotodiodo užregistruotų išsklaidytos šviesos pulsacijų dažnį. Orų detektorius kritulių intensyvumą (mm/val.) nustato suvidurkinęs visus kritulių per 2 min. matavimus. Kritulių intensyvumo gradacijos kalibruotos pagal PMO 4680 kodo reikalavimus (3 priedas, 1 lentelė).

*Litometeorai nuo hidrometeorų atskiriami* pagal kritulių jutiklio RAINCAP® plokštelės talpinę varžą (drėgnos plokštelės varža bus daug mažesnė). Orų detektorius hidrometeorus užfiksuoja tik „atlikęs“ vadinamąją kryžminę patikrą: hidrometeoras turi pataikyti ir į optinių matavimų oro tūrį, ir ant RAINCAP® plokštelės. Taip išvengiama klaidingo kritulių užregistravimo, pavyzdžiui, dėl uodų ar mašalų sankaupos optinių matavimų oro tūryje.

*Kritulių būvis* (skysti, mišrūs, kristaliniai) nustatomas remiantis optine informacija bei kritulių jutiklio RAINCAP® ir termometro rodmenimis. Pavyzdžiui, algoritmuose

**3 pav.** Kritulių rūšies nustatymo principas



yra iš anksto numatyta („default“ principas): kai optinis sklaidos intensyvumas  $< 1$ , o temperatūra  $> 6\text{ }^{\circ}\text{C}$  – lietus, jeigu lyja, o temperatūra neigiama – lijundra, ir t. t. (3 pav.).

Sniego dangos storis apskaičiuojamas remiantis apytikre priklausomybe 1 : 10 tarp iškritusio sniego kiekio (vandens ekvivalentu) ir sniego dangos storio, t. y. iškritus 1 mm sniego pavidalo kritulių (vandens ekvivalentu), susidaro 10 mm storio sniego danga.

### Orų detektoriaus PWD22 naudojimas meteorologiniams stebėjimams

Meteorologinės praktikos metu mokomosios MS aikštelėje įrengiamas Vaisala firmos (*Vaisala Oyj*) automatinis orų detektorius PWD22 (*Vaisala Present Weather Detector PWD22*). Orų detektoriaus naudojimo atliekant stebėjimus rekomendacijos:

- orų detektorius prijungiamas prie MS stacionaraus kompiuterio;
- stebėtojas turi nuolat žiūrėti, kodėl yra orų detektoriaus rodmenys kompiuterio ekrane, ypač atkreipti dėmesį į matomumo, hidrometeorų ir litometeorų reiškinių registraciją;
- remiantis orų detektoriaus rodmenimis nustatoma arba patikslinama reiškinių rūšis, intensyvumas, pradžios ir pabaigos laikas;
- meteorologinių stebėjimų žurnalo skiltyje „Matomumas“ pagrindinių stebėjimų metu užrašoma vidutinė matomumo nuotolio per 10 min. reikšmė;
- privalu kasdien, rytinės pamainos metu, patikrinti, ar nėra svetimkūnių (voratinklų, medžių lapų ir pan.) orų detektoriaus šviesos šaltinio ir priimtuvo angose. Svetimkūniai šalinami atsargiai, neliečiant optinių detalių;
- vyraujant sausiems orams, reikia kas antrą dieną sausa servetėle nuvalyti dulkes nuo kritulių jutiklio plokštelės.



## Informacijos kodavimas

Orų detektoriaus PWD22 informacija koduojama sutrumpintais PMO SYNOP 4680, METAR 4678 (skirtas oro uostams) ir JAV Nacionalinės orų tarnybos (NWS) kodais (1–3 lentelės). Orų detektoriaus matavimų rezultatų langas kompiuterio ekrane parodytas 4 lentelėje.

**1 lentelė.** Orų detektoriaus PWD22 naudojamas PMO 4680 kodas:

Kodas	Paaiškinimas	
	<i>Anglų kalba</i>	<i>Lietuvių kalba</i>
00	<i>Clear</i>	Oras skaidrus
04	<i>Haze or smoke, or dust in suspension in the air, visibility <math>\geq 1</math> km</i>	Ore tvyro migla, dūmai arba dulkės, matomumas $\geq 1$ km
05	<i>Haze or smoke, or dust in suspension in the air, visibility <math>&lt; 1</math> km</i>	Ore tvyro migla, dūmai arba dulkės, matomumas $< 1$ km
10	<i>Mist</i>	Rūkana
20–25 kodu pažymėti krituliai arba rūkas paskutinę valandą, bet ne stebėjimo metu		
20	Fog	Rūkas
21	PRECIPITATION	KRITULIAI
22	<i>Drizzle (not freezing) or snow grains</i>	Dulksna arba sniego grūdai
23	<i>Rain (not freezing)</i>	Lietus
24	<i>Snow</i>	Snygis
25	<i>Freezing rain or freezing drizzle</i>	Lijundra (prišalantis lietus arba dulksna)
30	FOG	RŪKAS
31	<i>Fog or ice fog, in patches</i>	Rūkas arba ledo rūkas vietomis
32	<i>Fog or ice fog, has become thinner during the past hour</i>	Rūkas arba ledo rūkas per paskutinę valandą sklaidėsi
33	<i>Fog or ice fog, no appreciable change during the past hour</i>	Rūkas arba ledo rūkas per paskutinę valandą nepasikeitė
34	<i>Fog or ice fog, become thicker during the past hour</i>	Rūkas arba ledo rūkas per paskutinę valandą tirštėjo
40	PRECIPITATION	KRITULIAI
41	<i>Precipitation, slight or moderate</i>	Silpni arba vidutiniai krituliai
42	<i>Precipitation, heavy</i>	Stiprūs krituliai
50	DRIZZLE	DULKSNA
51	<i>Drizzle, not freezing, slight</i>	Silpna dulksna
52	<i>Drizzle, not freezing, moderate</i>	Vidutinė dulksna
53	<i>Drizzle, not freezing, heavy</i>	Stipri dulksna
54	<i>Drizzle, freezing, slight</i>	Lijundra (silpna prišalanti dulksna)
55	<i>Drizzle, freezing, moderate</i>	Lijundra (vidutinė prišalanti dulksna)
56	<i>Drizzle, freezing, heavy</i>	Lijundra (stipri prišalanti dulksna)
60	RAIN	LIETUS
61	<i>Rain, light</i>	Silpnas lietus
62	<i>Rain, moderate</i>	Vidutinis lietus
63	<i>Rain, heavy</i>	Stiprus lietus

64	<i>Rain, freezing, light</i>	Lijundra (silpnas prišalantis lietus)
65	<i>Rain, freezing, moderate</i>	Lijundra (vidutinis prišalantis lietus)
66	<i>Rain, freezing, heavy</i>	Lijundra (stiprus prišalantis lietus)
67	<i>Rain (or drizzle) and snow, light</i>	Silpna šlapdriba
68	<i>Rain (or drizzle) and snow, moderate or heavy</i>	Stipri arba vidutinė šlapdriba
70	<b>SNOW</b>	<b>SNYGIS</b>
71	<i>Snow, light</i>	Silpnas snygis
72	<i>Snow, moderate</i>	Vidutinis snygis
73	<i>Snow, heavy</i>	Stiprus snygis
74	<i>Ice pellets, light</i>	Ledo kapsulės (silpno intensyvumo)
75	<i>Ice pellets, moderate</i>	Ledo kapsulės (vidutinio intensyvumo)
76	<i>Ice pellets, heavy</i>	Ledo kapsulės (stipraus intensyvumo)
80	<b>SHOWERS OR INTERMITTENT PRECIPITATION</b>	<b>LIŪTINIAI ARBA SU PERTŪKIAIS KRITULIAI</b>
81	<i>Rain showers, light</i>	Silpnas liūtinis lietus
82	<i>Rain showers, moderate</i>	Vidutinis liūtinis lietus
83	<i>Rain showers, heavy</i>	Stiprus liūtinis lietus
84	<i>Rain showers, violent (&gt; 32 mm/h)</i>	Labai stiprus liūtinis lietus (> 32 mm/val.)
85	<i>Snow showers, light</i>	Silpnas liūtinis snygis
86	<i>Snow showers, moderate</i>	Vidutinis liūtinis snygis
87	<i>Snow showers, heavy</i>	Stiprus liūtinis snygis

**2 lentelė.** Orų detektoriaus PWD22 naudojamas PMO METAR 4678 kodas

Kodas	Paaiškinimas	
	Anglų kalba	Lietuvių kalba
Intensyvumas		
–	<i>Light</i>	Silpnas
Be ženklo	<i>Moderate (no qualifier)</i>	Vidutinis arba nenustatytas
+	<i>Heavy</i>	Stiprus
Reiškiniai		
BC	<i>Patches</i>	Vietomis
SH	<i>Shower(s)</i>	Liūtinis
FZ	<i>Freezing</i>	Lijundra (prišalantys krituliai)
DZ	<i>Drizzle</i>	Dulksna
RA	<i>Rain</i>	Lietus
SN	<i>Snow</i>	Snygis
BR	<i>Mist</i>	Rūkana
PL	<i>Ice pellets</i>	Ledo kapsulės
FG	<i>Fog</i>	Rūkas
DU	<i>Widespread dust</i>	Išplitusios dulkės
HZ	<i>Haze</i>	Migla

*Kodavimo pavyzdžiai:* –FZRA – silpna lijundra (prišalantis lietus); +SHRA – stiprus liūtinis lietus; RA – vidutinio intensyvumo lietus ir t. t.

**3 lentelė.** Orų detektoriaus PWD22 naudojami JAV Nacionalinės orų tarnybos (NWS) kritulių kodai

Kodas	Paiškinimas	
	Anglų kalba	Lietuvių kalba
C	<i>Now precipitation</i>	Kritulių nėra
P	<i>Precipitation</i>	Krituliai
L	<i>Drizzle</i>	Dulksna
R	<i>Rain</i>	Lietus
S	<i>Snow</i>	Snygis
IP	<i>Sleet</i>	Šlapdriba
ZL	<i>Freezing drizzle</i>	Lijundra (prišąlanti dulksna)
ZR	<i>Freezing rain</i>	Lijundra (prišąlantis lietus)

*Intensyvumo kodavimas:* „+“ stiprūs, „–“ silpni ir be jokio ženklo vidutinio intensyvumo krituliai. Pavyzdžiui, „R+“ reiškia stiprus lietus.



**4 PRIEDAS. Ištrauka iš Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2006 m. birželio 9 d. nutarimas Nr. 241 „Dėl ekstremalių įvykių kriterijų patvirtinimo“, Žin., 2006, Nr. 29-1004 (kalba netaisyta)**

Ekstremalaus įvykio pavadinimas	Ekstremalaus įvykio apibūdinimas	Kriterijai	
		apibūdinimas (matavimo vienetas)	įvertinimas (dydis, reikšmė)
I. GAMTINIO POBŪDŽIO			
1. (...)			
2. Hidrometeorologinis reiškinys:			
2.1. stichinis meteorologinis reiškinys:			
2.1.1. labai smarki audra, viesulas, škvalas	maksimalus vėjo greitis	m/s	28÷32
2.1.2. smarkus lietus	kritulių kiekis per 12 val. ir trumpiau	mm	50÷80
2.1.3. ilgai trunkantis smarkus lietus	kritulių, iškritusių per 5 paras ir trumpiau, kiekis viršija vidutinį daugiamečių mėnesio kritulių kiekį	kartai	2÷3
2.1.4. stambi kruša	ledėkų skersmuo	mm	≥ 20
2.1.5. smarkus snygis	kritulių kiekis; sniego dangos storis; trukmė	mm; cm; val.	20÷30; 20÷30; ≤ 12
2.1.6. smarki pūga	vidutinis vėjo greitis; trukmė	m/s; val.	15÷20; ≥ 12
2.1.7. smarki lijundra	apšalo storis ant standartinio lijundros stovo laidų	skersmuo, mm	≥ 20
2.1.8. smarkus sudėtinis apšalas	apšalo storis ant standartinio lijundros stovo laidų	skersmuo, mm	≥ 35
2.1.9. šlapio sniego apdraba	apšalo storis ant standartinio lijundros stovo laidų	skersmuo, mm	≥ 35
2.1.10. speigas	nakties minimali temperatūra; trukmė	°C; naktis	minus 30 arba žemesnė; 1÷3
2.1.11. tirštas rūkas	trukmė; matomumas	val.; m	≥ 12; ≤100
2.1.12. šalna aktyviosios augalų vegetacijos laikotarpiu	paros vidutinė oro temperatūra; oro (dirvos paviršiaus) temperatūra	°C; °C	≥ 10; <0
2.1.13. kaitra	dienos maksimali oro temperatūra; trukmė	°C; diena	≥ 30; ≥ 10
2.1.14. sausra aktyviosios augalų vegetacijos laikotarpiu	drėgmės atsargos dirvos sluoksnyje (0÷20 cm ir 0÷100 cm); hidroterminis koeficientas; trukmė	mm; skaitinė reikšmė; mėnuo	≤ 10 ir ≤ 60; < 0,5; > 1

#### 4 PRIEDO TĘSINYS

Ekstremalaus įvykio pavadinimas	Ekstremalaus įvykio apibūdinimas	Kriterijai	
		apibūdinimas (matavimo vienetas)	įvertinimas (dydis, reikšmė)
2.2. katastrofinis meteorologinis reiškiny:			
2.2.1. uraganas	maksimalus vėjo greitis; tarptautinio pavadinimo suteikimas	m/s; suteikiamas uragano tarptautinis pavadinimas	≥ 33; taip
2.2.2. labai smarkus lietus	kritulių kiekis; trukmė	mm; val.	> 80; ≤ 12
2.2.3. ilgai trunkantis labai smarkus lietus	kritulių, iškritusių per 5 paras ir trumpiau, kiekis viršija vidutinį daugiamečių mėnesio kritulių kiekį	kartai	> 3
2.2.4. labai smarkus snygis	kritulių kiekis; sniego dangos storis; trukmė	mm; cm; val.	> 30; > 30; < 12
2.2.5. labai smarki pūga	vidutinis vėjo greitis; trukmė	m/s; para	> 20; ≥ 1
2.2.6. smarkus speigas	nakties minimali temperatūra; trukmė	°C; naktis	minus 30 arba žemesnė; > 3
2.3. stichinis hidrologinis reiškiny:			
2.3.1. didelis upės nusekimas	vandens debitas upėje sumažėja iki reikšmės, mažesnės už nustatytą gamtosauginį debitą, t. y. išmatuotas debitas yra mažesnis už nustatytą reikšmę:		
	Nemune ties Kaunu	m <sup>3</sup> /s	≤ 134
	Neryje ties Vilniumi	m <sup>3</sup> /s	≤ 51,5
	Neryje ties Jonava	m <sup>3</sup> /s	≤ 65,6
	Nevėžyje ties Panevėžiu	m <sup>3</sup> /s	≤ 0,4
	Nevėžyje ties Kėdainiais	m <sup>3</sup> /s	≤ 0,97
	Šventojoje ties Ukmerge	m <sup>3</sup> /s	≤ 10,1
	Šešupėje ties Kalvarija	m <sup>3</sup> /s	≤ 0,77
	Akmenoje–Danėje ties Klaipėda	m <sup>3</sup> /s	≤ 0,3
	Vilnelėje ties Vilniumi	m <sup>3</sup> /s	≤ 2
	Bartuvoje ties Skuodu	m <sup>3</sup> /s	≤ 0,46
	Jūroje ties Taurage	m <sup>3</sup> /s	≤ 2,03
2.3.2. stichinis vandens lygis	hidrotechninių statinių vandens telkiniai persipildo – tarpo nuo vandens iki pylimo dydis	cm	< 10

#### 4 PRIEDO TĘSINYS

Ekstremalaus įvykio pavadinimas	Ekstremalaus įvykio apibūdinimas	Kriterijai	
		apibūdinimas (matavimo vienetas)	įvertinimas (dydis, reikšmė)
	vandens lygio pakilimas virš nurodyto lygio – vandens lygis (cm) aukščiau vandens matavimo stoties nulinio lygio; vandens lygis (m) virš Baltijos jūros lygio Baltijos sistemoje:		
	Akmenoje–Danėje ties Klaipėda (Žvejų gatvėje)	cm; m	$\geq 140$ ; $\geq 1,4$
	Akmenoje–Danėje ties Kretinga	cm; m	$\geq 320$ ; $\geq 8,2$
	Nemune ties Druskininkais	cm; m	$\geq 1050$ ; $\geq 87,84$
	Nemune ties Prienais	cm; m	$\geq 500$ ; $\geq 49$
	Kauno mariose ties Birštonu	cm; m	$\geq 950$ ; $\geq 48,5$
	Nemune ties Kaunu	cm; m	$\geq 750$ ; $\geq 28,24$
	Nemune–Rusnėje ties Šilininkais	cm; m	$\geq 410$ ; $\geq 4,1$
	Atmatoje ties Rusne (užliejamas kelio ruožas Šilutė–Rusnė)	cm; m	$\geq 270$ ; $\geq 1,17$
	Šventojoje ties Ukmerge	cm; m	$\geq 400$ ; $\geq 52,4$
	Nevėžyje ties Kėdainiais	cm; m	$\geq 450$ ; $\geq 30,33$
	Jūroje ties Taurage	cm; m	$\geq 850$ ; $\geq 19,3$
	Minijoje ties Kartena	cm; m	$\geq 520$ ; $\geq 23,1$
	Minijoje ties Lankupiais	cm; m	$\geq 825$ ; $\geq 3,28$
	Baltijos jūroje ties Klaipėda	cm; m	$\geq 650$ ; $\geq 1,4$
	Kuršių mariose ties Nida	cm; m	$\geq 650$ ; $\geq 1,5$
	Kuršių mariose ties Nida (užliejamas kelio ruožas Juodkrantė–Nida)	cm; m	$\geq 600$ ; $\geq 1$
	Kuršių mariose ties Juodkrante	cm; m	$\geq 650$ ; $\geq 1,5$
	Kuršių mariose ties Vente (ardomas krantas, kelio paplovimo grėsmė)	cm; m	$\geq 650$ ; $\geq 1,5$
	Žeimenoje ties Pabrade	cm; m	$\geq 250$ ; $\geq 118,18$
	laikinių stebėtojų stebimas [užregistruotas – A. B.] vandens lygio pakilimas:		
	Akmenoje–Danėje ties Klaipėda (Užupio gatvėje)	cm; m	$\geq 120$ ; $\geq 1,2$
	Minijoje ties Dvilų tiltu (vandens lygio pakilimas virš Baltijos jūros lygio Baltijos sistemoje, palyginti su įprastiniu daugiamečiu lygiu)	m	$\geq 10,9$

#### 4 PRIEDO TĘSINYS

Ekstremalaus įvykio pavadinimas	Ekstremalaus įvykio apibūdinimas	Kriterijai	
		apibūdinimas (matavimo vienetas)	įvertinimas (dydis, reikšmė)
	Merkyje ties Jašiūnais	m	$\geq 147,32$
	Merkyje ties Žagrine	m	$\geq 133,46$
<b>2.4. katastrofinis hidrologinis reiškiny:</b>			
katastrofinis vandens lygis	hidrotechninių statinių vandens telkiniai persipildo, vanduo ima veržtis per pylimą, pralaužiamos dambos, kyla katastrofinis užtvindymas	taip/ne	taip
	vandens lygio pakilimas virš nurodyto lygio – vandens lygis (cm) aukščiau vandens matavimo stoties nulinio lygio; vandens lygis (m) virš Baltijos jūros lygio Baltijos sistemoje:		
	Klaipėdos valstybinio jūrų uosto akvatorijoje ties Klaipėda	cm; m	$\geq 660; \geq 1,6$
	Kauno mariose ties Birštonu	cm; m	$\geq 970; \geq 48,7$
	Nemune ties Kaunu	cm; m	$\geq 850; \geq 29,24$
	Nemune–Rusnėje ties Šilaininkais	cm; m	$\geq 550; \geq 5,5$
	Nemune–Rusnėje ties Rusne	cm; m	$\geq 450; \geq 2,97$
	Minijoje ties Kartena	cm; m	$\geq 610; \geq 24$
	Neryje ties Grigiškėmis (akcinė bendrovė „Grigiškės“)	cm; m	$\geq 650; \geq 90,4$
	Neryje ties Vilniumi (Lietuvos mokslų akademijos biblioteka)	cm; m	$\geq 715; \geq 91,05$
	Neryje ties Vilniumi (Arkikatedros aikštė)	cm; m	$\geq 780; \geq 91,7$
	laikinių stebėtojų stebimas [užregistruotas – A. B.] vandens lygio pakilimas:		
	Akmenoje–Danėje ties Klaipėda	cm; m	$\geq 150; \geq 1,5$
<b>2.5. stichinis hidrometeorologinis reiškiny</b>			
	stichinio hidrometeorologinio reiškinio (arba kelių pavojingų, stichinių ir (ar) katastrofinių meteorologinių ir (ar) hidrologinių reiškinių, veikiančių vienu metu) padariniai:		
	vandeniu apsemiamos teritorijos – teritorijos dydis; miesto ar kaimo gyvenamosios vietovės	ha; teritorijos dalis	$10\ 000 \div 30\ 000; \geq 1/3$



#### 4 PRIEDO TĘSINYS

Ekstremalaus įvykio pavadinimas	Ekstremalaus įvykio apibūdinimas	Kriterijai	
		apibūdinimas (matavimo vienetas)	įvertinimas (dydis, reikšmė)
	valstybinės reikšmės kelio dalys tam pa nepravažios, ir reikalinga speciali persikėlimo technika; sutrinka įprastinis eismas miestų gatvėmis	taip / ne	taip
	apribojama jūrų ir oro uostų veikla – laikas	para	>1
	sugadinami pastatai, statiniai, kelių ir geležinkelių infrastruktūros objektai, energetikos ir ryšių sistemų objektai – sugadintas objektas	vnt.	>1
	sutrinka elektros energijos ir ryšių tiekimas – sutrikimo laikotarpis; likusių be elektros energijos ar ryšio gyventojų skaičius	val.; gyventojai	< 6; ≥ 5000
	padaroma žala ir patiriami nuostoliai žemės ūkio sektoriuje – produkcijos gamybos įprastos apimtys ne tokiose našiose teritorijose procentai; produkcijos gamybos įprastos apimtys našiuose regionuose procentai	procentai	20; 30
	padaroma žala ir patiriami nuostoliai miškų ūkyje – išversti ir išlaužyti medžiai	m <sup>3</sup>	500 000÷ 3 000 000
	lokalus stichinis hidrometeorologinis reiškiny, apimantis teritorijos administracinio vieneto teritoriją, – savivaldybė, apskritis	teritorijos dalis	≥ 1/3
	gaivalinė nelaimė – nelaimės padariniai apima šalies teritoriją	teritorijos dalis	≥ 1/3
<b>2.6. katastrofinis hidrometeorologinis reiškiny</b>	katastrofinio hidrometeorologinio reiškiny (arba kelių stichinių ir (ar) katastrofinių meteorologinių ir (ar) hidrologinių reiškinių, veikiančių vienu metu) padariniai:		
	sunkiai sužalojami, žūva žmonės, ilgam sutrinka žmonių socialinės gyvenimo sąlygos – žmogus; laikas	žmogus; val.	> 1; > 1
	vandeniu apsemiamos teritorijos – teritorijos dydis; miesto ar kaimo gyvenamosios vietovės	ha; teritorijos dalis	> 30 000; ≥ 1/3

#### 4 PRIEDO TĘSINYS

Ekstremalaus įvykio pavadinimas	Ekstremalaus įvykio apibūdinimas	Kriterijai	
		apibūdinimas (matavimo vienetas)	įvertinimas (dydis, reikšmė)
	ilgam sutrinka elektros energijos ir ryšių tiekimas, nutrūksta įprastinis eismas valstybinės ir krašto reikšmės keliais bei miestų gatvėmis; nutraukiama jūrų ir oro uostų veikla	val.; taip/ne	≥ 6; taip
	padaroma žala ir patiriami nuostoliai žemės ūkio sektoriuje – produkcijos gamybos įprastos apimtys ne tokiose našiose teritorijose procentai; produkcijos gamybos įprastos apimtys našiuose regionuose procentai	procentai	20; 30
	padaroma žala ir patiriami nuostoliai miškų ūkyje – išversti ir išlaužyti medžiai	m <sup>3</sup>	> 3 000 000
	lokalus katastrofinis hidrometeorologinis reiškiny, apimantis teritorijos administracinio vieneto teritoriją, – savivaldybė, apskritis	teritorijos dalis	≥ 1/3
	ypatingos ekologinės situacijos padariniai apima šalies teritoriją	teritorijos dalis	≥ 1/3
<b>2.7. hidrologinis reiškiny Lietuvos Respublikos atsakomybės rajone Baltijos jūroje ir Kuršių mariose, Lietuvos Respublikos jūrų uosto akvatorijoje:</b>			
2.7.1. smarkus traukūnas	vandens lygio trumpalaikių svyravimų amplitudės Lietuvos Respublikos jūrų uosto akvatorijoje	cm	≥ 50
2.7.2. ledas uoste	laiko, kurį laivai negali įplaukti į uostą, trukmė	para	> 3
2.7.3. laivų apledėjimas	ledo sluoksnis, susidarantis per valandą	cm	≥ 0,7
2.7.4. bangavimas	bangų aukštis	m	≥ 6
2.7.5. žemas vandens lygis	Lietuvos Respublikos jūrų uosto akvatorijoje – vandens lygis (cm) aukščiau vandens matavimo stoties nulinio lygio; vandens lygis (m) Baltijos jūros lygio Baltijos sistemoje	cm; m	≤ 400; ≤ –1
	Kuršių mariose ties Vente (laivai, kurių grimzlė 1,5 m, negali plaukioti, stringa seklumose)	cm; m	≤ 440; 0
	Kuršių mariose ties Vente nutrūksta laivyba (negali plaukti laivai)	cm; m	≤ 400; ≤ –0,4

## 5 PRIEDAS. Debesys

Šis priedas sudarytas remiantis E. Rimkaus „Debesų atlasu“ (2005).

**1 lentelė.** Tarptautinė debesų klasifikacija, kritulių tikimybė ir pobūdis

Formos	Rūšys	Porūšiai	Atmainos	Kritulių tikimybė ir pobūdis, optiniai reiškiniai
<b>Viršutinio aukšto debesys</b>				
Cirrus*	fibratus uncinus spissatus castellanus floccus	intortus radiatus vertebratus duplicatus	mamma	Krituliai neiškrinta. Halas, vainikas
Cirrocumulus	stratiformis lenticularis castellanus floccus	undulatus lacunosus	virga mamma	Krituliai žemės paviršiaus nepasiekia
Cirrostratus	fibratus nebulosus	duplicatus undulatus		Krituliai neiškrinta. Halas
<b>Vidurinio aukšto debesys</b>				
Alto cumulus	stratiformis lenticularis castellanus floccus	translucidus perlucidus opacus duplicatus undulatus radiatus lacunosus	virga mamma	Krituliai (lietus, atskiros sniegės) žemės paviršiaus nepasiekia. Vainikas
Alto stratus		translucidus opacus duplicatus undulatus radiatus	virga praecipitatio pannus mamma	Žiemą – snygis, vasarą – lietus; krituliai paklotinį paviršių pasiekia retai. Vainikas
<b>Žemutinio aukšto debesys</b>				
Strato cumulus	stratiformis lenticularis castellanus	translucidus perlucidus opacus duplicatus undulatus radiatus lacunosus	mamma virga praecipitatio	Retai atvejais silpni krituliai (lietus, snygis, dulksna, sniego granulės)
Stratus	nebulosus fractus	opacus translucidus undulatus	praecipitatio	Labai retai iškrinta silpni ir negausūs krituliai (lietus, snygis, dulksna), sniego grūdai

## 1 lentelės tęsinys

Nimbostratus			<b>praecipitatio</b> <b>virga</b> <b>pannus</b>	Dažniausiai tolydus lietus arba snygis, ledo kapsulės, dulksna
<b>Vertikalios raidos debesys</b>				
<b>Cumulus</b>	<b>humilis</b> <b>mediocris</b> <b>congestus</b> <b>fractus</b>	<b>radiatus</b>	<b>pileus</b> <b>velum</b> <b>virga</b> <b>praecipitatio</b> <b>arcus</b> <b>pannus</b> <b>tuba</b>	Retais atvejais su pertrūkiais, silpni ir negausūs liūtiniai krituliai, sniego granulės
<b>Cumulonimbus</b>	<b>calvus</b> <b>capillatus</b>		<b>praecipitatio</b> <b>virga</b> <b>pannus</b> <b>incus</b> <b>mamma</b> <b>pileus</b> <b>velum</b> <b>arcus</b> <b>tuba</b>	Liūtiniai krituliai (lietus, snygis, šlapdriba), sniego granulės, ledo kapsulės, kruša Perkūnija Vaivorykštė Škvalas, viesulas

\* Paryškintomis raidėmis užrašomos pavadinimų santrumpos, pavyzdžiui, **Cirrus fibratus** – *Ci fib*

## Lotynų–lietuvių kalbų debesų pavadinimų žodynėlis

### *Pagrindinės debesų formos:*

*Alto cumulus (Ac)* – aukštieji kamuoliniai

*Alto stratus (As)* – aukštieji sluoksniniai

*Cirrocumulus (Cc)* – plunksniniai kamuoliniai

*Cirrostratus (Cs)* – plunksniniai sluoksniniai

*Cirrus (Ci)* – plunksniniai

*Cumulonimbus (Cb)* – kamuoliniai lietaus

*Cumulus (Cu)* – kamuoliniai

*Nimbostratus (Ns)* – sluoksniniai lietaus

*Stratocumulus (Sc)* – sluoksniniai kamuoliniai

*Stratus (St)* – sluoksniniai

### *Debesų rūšys, porūšiai, atmainos:*

*Arcus (arc)* – arkiniai

*Calvus (cal)* – plikieji

*Capillatus (cap)* – plaukuotieji

*Castellanus (castellatus) (cas)* – bokštieškieji

*Congestus (con)* – storieji

*Cumuliformis (cuf)\** – kamuoliškieji

*Cumulogenitus (cug)\** – kilę iš kamuolinių

*Diurnalis (diur)\** – dieniniai slystantieji

*Duplicatus (du)* – dvigubieji

*Fibratus (filosus) (fib)* – siūliškieji

*Floccus (flo)* – dribsniškieji

*Fractonimbus (Frnb)\** – draskytieji lietaus

*Fractus (fra)* – draskytieji  
*Humilis (hum)* – plokštieji  
*Incus (inc)* – priekališkieji  
*Incusgenitus (ing)* \* – kilę iš priekalo  
*Inhomogenus (inh)* \* – nevienalyčiai  
*Intortus (in)* – padrikieji  
*Lacunosus (la)* – kiaurieji  
*Lenticularis (len)* – lęšiškieji  
*Mamma (mammatus) (mam)* – tešme-  
 niškieji  
*Mediocris (med)* – vidutiniai  
*Nebulosus (neb)* – ūkaniškieji  
*Opacus (op)* – nepersišviečiantieji  
*Pannus (pan)* – plyštantieji  
*Perlucidus (pe)* – pravirieji

*Pileus (pil)* – padengtieji  
*Praecipitatio (praecipitans) (pra)* – kritulių  
*Radiatus (ra)* – spinduliškieji  
*Spissatus (densus, nothus) (spi)* – tankieji  
*Stratiformis (str)* – sluoksniškieji  
*Tractus (trac)* \* – lėktuvo pėdsakai  
*Translucidus (tr)* – persišviečiantieji  
*Tuba (tub)* – kabantieji  
*Uncinus (unc)* – kabliškieji  
*Undulatus (un)* – banguotieji  
*Velum (vel)* – šydiškieji  
*Vertebratus (ve)* – gūbriškieji  
*Vesperalis (vesp)* \* – vakariniai slystantieji  
*Virga (vir)* – šluotiškieji  
 (-genitus) – kilę iš

\* – naudojami adaptuotoje lietuviškoje debesų klasifikacijoje.

## 6 PRIEDAS. Matomumo nuotolis

Meteorologijos stotyse nustatomas *horizontalusis matomumo nuotolis* (MN) – tai didžiausias nuotolis, už kurio nesimato stambių ir ryškių objektų, t. y. kontrasto tarp objekto ir fono žmogaus akis jau nebegali atskirti. Tai labai svarbi atmosferos skaidrumo charakteristika, padedanti nustatyti matomumą mažinančių atmosferos reiškinių intensyvumą. Esant giedrai ir skaidriam orui dienos metu stambius objektus galima matyti už 20–50 km. Tačiau apsiniaukus ir ore padaugėjus dūmų, dulkių, vandens lašelių ir kitų priemaišų, MN gali sumažėti net iki kelių metrų.

Meteorologijos stotyse MN *dieną* gali būti nustatomas vizualiai arba orų detektoriumi (žr. 3 priedą), *naktį* – tik orų detektoriumi arba kitu instrumentiniu būdu.

MN nustatymas *vizualiu* būdu:

- aplink meteorologijos stotį įvairiu atstumu (nuo 50 m iki 20–50 km) parenkami keli, geriausia tamsūs, objektai (pavyzdžiui, bokštai, namai, stulpai, medžiai ir pan.), kurių kampinis dydis neturi būti mažesnis kaip 15';
- MN stebėjimo vieta parenkama ten, iš kur matomi visi objektai; ji gali būti pačioje meteorologijos aikštelėje arba pakeliui į ją;
- nubraižoma parinktų objektų išsidėstymo schema, joje pažymima stebėjimo vieta, atstumai iki objektų ir jų azimutai;
- atlikdamas matavimą stebėtojas apžvelgia visus objektus, o *MN laikomas atstumas iki tolimiausio matomo objekto*;
- MN matuoti reikia normalaus regėjimo. Jeigu stebėtojas yra trumparegis, jis matavimus turi atlikti su akiniais, pagerinančiais regėjimą iki normalaus;
- jeigu aplink MS horizontas ribotas (nesimato tolimų objektų), MN galima nustatyti ir pagal artimesnius objektus, esančius, pavyzdžiui, 1–3 km atstumu nuo MS: jei visi objektai matomi vienodai ryškiai, tai atstumas iki tolimiausio objekto padidinamas 10 kartų, jei pro rūkaną – 6 kartus;
- MN nustatomas diapazonu nuo 50 m iki 50 km, gautos reikšmės apvalinamos į mažesnę pusę:
  - nuo 50 iki 100 m – iki dešimčių metrų,
  - nuo 100 m iki 5 km – iki šimtų metrų,
  - nuo 5 iki 30 km – iki kilometro;
  - nuo 30 iki 50 km – iki 5 kilometrų.

Pavyzdžiui, išmatuotasis MN 11 680 m apvalinamas iki 11 000 m.

## Kontroliniai klausimai

---

1. Kokie reiškiniai susidaro dėl vandens garų sublimacijos?
2. Kokie reiškiniai susidaro dėl vandens garų kondensacijos?
3. Kokie reiškiniai būdingi anticiklonams?
4. Kokie reiškiniai būdingi šiltajam atmosferos frontui?
5. Kokie reiškiniai būdingi šaltajam atmosferos frontui?
6. Kokie reiškiniai susidaro esant nepastoviai atmosferos stratifikacijai?
7. Kokie reiškiniai susidaro esant inversinei atmosferos stratifikacijai?
8. Kokie reiškiniai galimi vykstant intensyviai konvekcijai?
9. Kokiais kriterijais remsitės nustatydami kritulių pobūdį – tolydūs ar su pertrūkiais?
10. Kaip atskirti lietų nuo liūtinio lietaus?
11. Kodėl rasa nesusidaro esant vėjautiems orams?
12. Kokia turi būti oro temperatūra, kad susidarytų rūkas?
13. Kokiai intensyvumo gradacijai priskirsite lietų, jeigu per 15 min. prilijo 1 mm?
14. Kokiai intensyvumo gradacijai priskirsite krušą, jeigu ledėkų skersmuo > 20 mm, tačiau ant žemės paviršiaus jie nesudarė ištisinio sluoksnio?
15. Kur ir kada labiausiai tikėtini dulkių (smėlio) sukūrimai?
16. Dėl kokių litometeorų oras ir tolimi objektai įgauna švelnų gelsvai rudą atspalvį?
17. Prie kokių reiškinų priskirsite staigų trumpalaikį vėjo greičio sustiprėjimą nuo 4 iki 15 m/s?
18. Kodėl perkūnija dažniausiai pasitaiko storuose kamuoliniuose (Cb) debesyse?
19. Kodėl žaibuojant kartais nesigirdi griaustinio? Koks tai reiškinys?
20. Kodėl poliarinės pašvaistės dažniausiai matomos aukštose platumose?
21. Kokie reiškiniai susidaro vykstant šviesos refrakcijai hidrometeoruose?
22. Kokie reiškiniai susidaro vykstant šviesos interferencijai?
23. Kokie reiškiniai susidaro vykstant šviesos difrakcijai?
24. Kuo skiriasi halas nuo vainiko apie Saulę?
25. Kodėl dažniausiai matoma halo forma – 22° kampinio regimojo spindulio ratilas?
26. Kuo skiriasi vainikas apie Saulę nuo Bišopo žiedo?
27. Kuo skiriasi viršutinio ir apatinio miražo susidarymo meteorologinės sąlygos?
28. Kaip susidaro sidabriškieji (mezosferiniai) debesys?
29. Kas lemia vaivorykštės spalvų ryškumą?
30. Kodėl vasarą nematome vaivorykštės vidurdienį?
31. Kokiomis meteorologinėmis sąlygomis galima tikėtis išvysti „žaliąjį spindulį“?
32. Kokie optiniai reiškiniai galimi tik naktį?
33. Kokie hidrometeorai gali tapti stichiniais ir katastrofiniais reiškiniais?

## Lietuvių–anglų kalbų atmosferos reiškinių žodynėlis

---

- Aleksandro juosta** – Alexander's dark band
- Amalas** – wildfire, sheet-lightning, heat-lightning
- Atskiros snaigės (kartu gali būti rūku)** – isolated star-like snow crystals (with or without fog)
- Bišopo žiedas** – Bishop's ring
- Brokeno vaiduoklis** – Brocken spectre
- Budos šešėliai** – Baddha's rays, shadow bands
- Dulkių (smėlio) audra** – duststorm, sandstorm, widespread dust  
**regėjimo lauke** – within sight.
- Dulkių (smėlio) pustymas** – blowing dust or sand
- Dulkių (smėlio) sūkurys** – dust or sand whirl, dust devil
- Dulksna** – drizzle  
**dulksna su lietumi** – drizzle and rain
- Elektros reiškiniai** – electrometeors
- Garavimas nuo vandens paviršiaus** – vaporization from the water-table
- Glorija** – glory
- Halas** – halo  
**apie Mėnulį** – on the Moon  
**apie Saulę** – on the Sun
- Hidrometeorai** – hydrometeors
- Irizacija** – iridescence, irisation
- Krituliai** – precipitation  
**kietieji** – solid  
**mišrieji** – mixed  
**vandens būvio (skystieji)** – liquid
- Kruša** – hail  
**kartu gali būti lietus ar sniegas** – with or without rain or snow
- Ledo kristalai (kartu gali būti rūkas)** – ice crystals (with or without fog)
- Lietus** – rain  
**regėjimo lauke** – within sight  
**nepasiekiantis žemės** – not reaching the ground
- Lietaus lašas** – raindrop
- Lijundra (prišalanti dulksna)** – freezing drizzle
- Lijundra (prišalantis lietus)** – freezing rain  
**stipri** – ice storm
- Litometeorai** – lithometeors
- Liūtinė šlapdriba** – sleet shower
- Liūtinis lietus** – rain shower
- Liūtinis snygis** – snow shower
- Matomumas sumažėjęs dėl dūmų** – visibility reduced by smoke
- Migla** – haze
- Miražas** – mirage  
**apatinis** – inferior (lower)  
**fata-morgana** – fata morgana  
**netikras** – mock  
**„skrajojantis olandas“** – Flying Dutchman  
**šoninis** – lateral  
**viršutinis** – superior (upper, polar)



**Nakties dangaus švytėjimas** – light of the night sky, airglow, night sky luminescence, permanent aurora

**Netikra Saulė (parhelis)** – sundog, mock sun, parhelion

**Optiniai reiškiniai** – photometeors, optical phenomena

**Ore plūduriuojančios dulkės** – widespread dust in suspension in the air

**Pažemio pustymas** – drifting snow

**Perkūnija** – thunderstorm

**su dulkių (smėlio) vėtra** – with duststorm or sandstorm

**su kruša** – with hail

**su lietumi arba snygiu** – with rain or snow

**Perlamutriniai (poliariniai stratosferiniai) debesys** – polar stratospheric clouds, pearl clouds, nacreous clouds, mother-of-pearl clouds, luminous clouds

**Plikledis** – glaze ice, black ice

**Poliarinė pašvaistė** – aurora, aurora borealis, aurora polaris

**Prieblandos (prietemos) spinduliai** – crepuscular rays. Dar vadinami Saulės spinduliais (angl. *sun rays*), debesų properšomis (angl. *cloud breaks*), Saulės prošvaistėmis (angl. *sunburst*), Dievo spinduliais (angl. *God's rays*), Dievo pirštais (angl. *God's Fingers, Fingers of God*), Jakobo kopėčiomis (angl. *Jacob's Ladder*)

**Pūga** – blowing snow

**Rasa** – dew

**Rūkana** – mist

**Rūkas** – fog

**apylinkių** – fog at a distance

**garavimo** – steam fog, evaporation fog

**ledo rūkas (kartu susidaro šerkšnas)** – ice fog (depositing rime ice)

**pažemio** – shallow fog, ground fog

**persišviečiantis** – translucent fog

**vietomis** – fog in patches

**Sidabriškieji debesys** – noctilucent clouds

**Silpnas** – slight

**Sniego granulės** – snow pellets

**Sniego grūdai** (kartu gali būti rūkas) – snow grains (with or without fog)

**Snygis** – snowfall

**Stulpai prie Saulės** – sun pillar

**Stiprus** – heavy

**Su pertrūkiais** – intermittent

**Sutemos** – twilight

**astronominės** – astronomical

**civilinės** – civil

**navigacinės** – nautical twilight

**Šalna** – frost

**Šarma** – hoarfrost

**Šerkšnas** – rime

**grūdėtasis** – hard rime, milky ice, kernel ice

**kristalinis** – soft rime, rime ice, hoarfrost

**Škvalas** – squall

**Šlapdriba** – sleet

**Tangentinis liestinis lankas** – tangent arc

**Tolydus** – continuous

**Vainikas** – corona

**apie Mėnulį** – on the Moon

**apie Saulę** – on the Sun

**Vaivorykštė** – rainbow

**antroji** – secondary

**atspindžio** – reflected

**debesų** – cloudbow

**Mėnulio** – Moonbow, Lunar rainbow

**papildomos** – supernumerary

**pirmoji (pagrindinė)** – primary

<b>rasos</b> – dew bow	<b>linijinis</b> – streak (forked) lightning
<b>raudonoji</b> – red rainbow	<b>lyderis</b> – leader
<b>rūko</b> – fogbow	<b>raketa</b> – rocket
<b>trečioji</b> – tertiary rainbow	<b>Šv. Elmo ugnis</b> – St. Elmo's fire
<b>Vidutinis</b> – moderate	<b>tarp debesies ir žemės</b> – cloud to ground, streak (forked) lightning
<b>Viesulas</b> – landspout, waterspout, tornado, funnel cloud, twister (amer)	<b>tarp debesies ir oro</b> – cloud to the surrounding clear air
<b>Zenitinis liustinis lankas</b> – zenithal arc	<b>tarp debesų</b> – cloud to cloud
<b>Žaibas</b> – lightning	<b>Žaliasis spindulys</b> – green flash
<b>debesyje</b> – cloud discharges	<b>Žvaigždžių mirgėjimas</b> – scintillation (twinkling) of the stars
<b>juodasis</b> – black ball lightning	
<b>kamuolinis</b> – ball lightning	

## Literatūra

---

- Aerographer and meteorology training manuals (2009). Integrated Publishing. <http://www.tpub.com/content/aerographer/14269/index.htm>
- Arbeitskreis Meteore e.V. (2009). <http://www.meteoros.de/>
- Atmospheric Optics (2009). <http://www.atoptics.co.uk/>
- Ažusienis A., Pučinskas A., Stražys V. (2003). Astronomija. Vilnius.
- Bukantis A. (1994). Lietuvos klimatas. Vilnius.
- Bukantis A. (1997). Neįprasti gamtos reiškiniai Lietuvos žemėse XI–XX amžiuose. Vilnius.
- Butrimaitė J. ir kt. (2003, 2004). Fizika. I–II t. Vilnius.
- Definitions of Terms and Descriptions of Phenomena (2008). Australian Government. Bureau of Meteorology. <http://www.bom.gov.au>
- Der Karlsruher Wolkenatlas (2009). Sud. B. Mühr. <http://www.wolkenatlas.de/>
- Dubietis A. (2007). Aureolės, vainikai ir vaivorykštiniai debesys. *Mokslas ir gyvenimas*, Nr. 10. 8–10.
- Dubietis A., Balčiūnas R. (2006). Sidabrieškieji debesys. *Mokslas ir gyvenimas*, Nr. 2. 6–7, 14–15.
- Dubietis A., Balčiūnas R. (2007). Ledo kristalų halai atmosferoje. *Mokslas ir gyvenimas*, Nr. 4. 4–5, 34–35.
- Encyclopædia Britannica (2008). <http://www.britannica.com/>
- Federal meteorological handbook Number 1. Surface weather observations and reports FCM-H1-2005 (2005). Washington.
- Galvonaitė A., Misiūnienė M., Valiukas D., Buitkuvienė M. S. (2007). Lietuvos klimatas. Vilnius.
- Glossary of Meteorology (2009). American Meteorological Society. <http://msglossary.allenpress.com/glossary>
- Greenler R. (2000). Rainbows, Halos, and Glories. Elton-Wolf Publishing, Milwaukee.
- Hack K. H. (2003). Aviation meteorology. Pilatus.
- Hamblyn R. (2008). The cloud book. How to understand the skies. David and Charles Book.
- Hong S. M., Baranoski G. (2003). A Study on Atmospheric Halo Visualization. Technical Report CS-2003-26. University of Waterloo. Ontario.
- Land station surface synoptic code FM 12-IX SYNOP (2007). WMO. Geneva.
- Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba (2009). <http://www.meteo.lt/>
- Merenti-Välimäki H.-L., Lönnqvist J. and Laininen P. (2001). Present weather: comparing human observations and one type of automated sensor. *Meteorological Applications*, 8, 491–496.

Meteorologinių stebėjimų nuostatai (2004). Sud. Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba. Vilnius.

Mokslo ir technologijų pasaulis (2009). <http://www.technologijos.lt/>

Oxford dictionary of weather (2001). Oxford.

Portapas V. (1990). Įdomioji meteorologija. Vilnius.

Rimkus E. (1998). Meteorologijos pagrindai. Vilnius.

Rimkus E. (2005). Vadovas debesims pažinti, (CD). Vilnius.

Semenchenko B. A. (2002). Fizicheskaya meteorologia (rus.). Moskva.

Senovinis kalendorius (2008). Sud. G. Germanienė. Vilnius.

*SnowCrystals.com* (2009). Sud. K. G. Libbrecht. <http://www.its.caltech.edu/~atomic/snowcrystals/>

Ščemeliovas V. (1987). Meteorologijos lauko praktikos metodika. Vilnius.

Valiuškevičius G. (1999). Meteometrija. Vilnius.

Vasquez T. (1999). International weather watchers observer handbook. Washington.

Arūnas Bukantis

---

## Atmosferos reiškinių stebėjimai

Kalbos redaktorė *Grażina Indrišiūnienė*

Viršelio dailininkė *Audronė Uzielaitė*

Tiražas 300 egz.

Išleido VšĮ Vilniaus universiteto leidykla

Universiteto g. 1, LT-01122 Vilnius

El. paštas: *info@leidykla.vu.lt*

Spausdino UAB „Petro ofsetas“

Žalgirio g. 90, LT-09303 Vilnius