

Šiaurės pašvaistės Lietuvos padangėje

Audrius Dubietis, Ričardas Balčiūnas

Šiaurės pašvaistė (*aurora borealis*) yra vienas įspūdingiausių ir didingiausių naktinio dangaus reiškinių. Šiaurės pašvaistė – tai pačių aukščiausių Žemės atmosferos sluoksnių švytėjimas, sąlygojamas sudėtingos Žemės magnetinio lauko ir iš Saulės atskriejančių elektringųjų dalelių srauto, kuris vadinamas Saulės vėju, sąveikos.

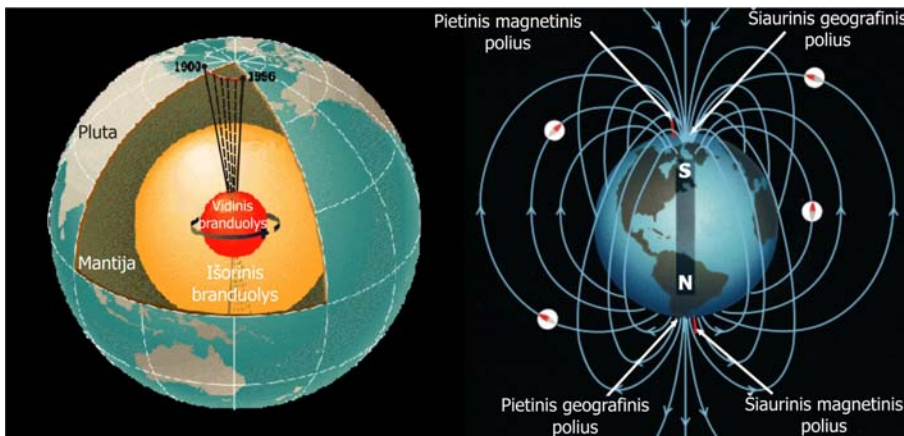
1. Šiek tiek istorijos

Šiaurės pašvaistės buvo žinomos ir stebimos dar gilioje senovėje. Neseniai Babilono astronominiuose tekstuose aptiktas pats seniausias dokumentas, kuriame aprašytas šis paslaptingas gamtos reiškinys. Jis datuojamas 567 m. prieš Kristų ir yra rašytas ant molio lentelių. Šiaurės pašvaistės minimos senovės graikų, kinų, japonų ir korėjiečių istoriniuose šaltiniuose. Daugelį amžių apie pašvaisčių kilmę buvo tik spėliojama. Pavyzdžiui, Aristotelis manė, kad šiaurės pašvaistės simbolizuoja atsivėrusį dangų. Viduramžiais šis nepaaiškinamas reiškinys žmonėms keldavo baimę ir buvo laikomas karų, epidemijų ar kitokių nelaimių ir dievo bausmių pranašu. Šiaurės šalyse (Skandinavijoje), kur pašvaistės buvo matomos dažnai, požiūris į jas buvo kiek kitoks, šis reiškinys nekėlė tiek baimės ir perspynė su vietinių gyventojų tautosaka.

Vieną pirmųjų mokslinių šiaurės pašvaistės kilmės hipotezių iškėlė žymusis anglų astronomas E. Halis. Jis manė, kad šiaurės pašvaistės lemia Žemės magnetinio lauko kitimas. Šią hipotezę neužilgo patvirtino švedų astronomas A. Celsijus, pastebėjęs, kad danguje švytint ryškiai pašvaistei, ima blaškytis kompasas rodyklė. XIX amžiaus pabaigoje gamtos moksluose buvo padaryta daugybė svarbių atradimų, kurie pasitarnavo ir įmenant šiaurės pašvaisčių mįslę. Garsusis norvegų fizikas A. Angstromas pirmasis pažvelgė į pašvaistės spalvas per prizmę ir atrado, kad pašvaistės švytėjimo spektrą sudaro vos keletas atskirų siaurų spektrinių linijų, kurias spinduliuojančius cheminius elementus kiek vėliau identifikavo danų astronomas L. Vegardas. Pirmuosius laboratorinius eksperimentus, kurie tiesiogiai įrodė magnetinę šiaurės pašvaisčių prigimtį 1896 m. atliko norvegų fizikas K. Birkelandas. Patalpinęs įmagnetintą rutulį į žemo slėgio išlydžio lempą, jis stebėjo erdvinius elektros išlydžio darinius, kurių forma buvo labai panaši į šiaurės pašvaistės švytėjimą. Remdamasis savo stebėjimų rezultatais, Birkelandas atskleidė, kad šiaurės pašvaistę kuria elektronai, nukreipiami Žemės magnetinio lauko link Žemės magnetinių polių ir toliaregiškai numatė, kad šių elektronų šaltinis galėtų būti Saulė. Už šiuos darbus Birkelandas buvo net septynis kartus nominuotas Nobelio fizikos premijai, tačiau jos taip ir negavo. Tačiau norvegai rado būdą, kaip įamžinti savo garsųj mokslininką: Birkelando atvaizdas šiuo metu puikuoja ant 200 Norvegijos kronų banknoto. K. Birkelando darbus pratęsė jo mokinys K. Stormeris. Ššiaurės pašvaisčių tyrinėjimams pašventęs daugiau nei 30 metų, jis gavo daugiau nei 20000 iš dviejų artimų stebėjimo punktų darytų šiaurės pašvaisčių nuotraukų ir nustatė, kad vidutinis šiaurės pašvaisčių švytėjimo aukštis yra 100-120 km, o retkarčiais gali siekti net 500 km. Jau šiuolaikiniais kosminės fotometrijos metodais nustatyta, kad pašvaisčių švytėjimas driekiasi dar aukščiau – net iki 1000 km virš Žemės paviršiaus.

2. Žemės magnetinis laukas

Apie magnetus ir metalų įmagnetinimą žinojo jau senovės graikai ir kinai. Manoma, kad kompasas, kurio neturint net nebuvo galima svajoti apie didžiuosius geografinius atradimus, buvo išrastas maždaug prieš 1000 metų Kinijoje. 2000 metais sukako lygiai 400 metų, kai V. Džilbertas (William Gilbert) paskelbė savo žymųjį veikalą *De Magnete*, kuriame teigė, kad Žemė yra milžiniškas magnetas, turintis šiaurinę ir pietinę polius ir nukreipiantis kompasu rodyklę. Jis net atliko eksperimentą su didžiuliu įmagnetintu rutuliu ir kompasu, akivaizdžiai pademonstruodamas, kaip kompasu rodyklė keičia savo kryptį, kai kompasas judinamas skersai rutulio paviršiaus. Tačiau Džilbertas nesugebėjo paaiškinti, kaip atsiranda Žemės magnetinis laukas ir kodėl tikrovėje kompasu rodyklė rodo ne visiškai tiesiai į šiaurę, arba, kitaip tariant, kodėl nesutampa Žemės magnetiniai ir geografiniai poliai. Pirmasis Žemės magnetinio lauko kilmės paaiškinimą pasiūlė jau minėtas E. Halis, teigdamas, kad Žemė viduje sudaryta iš besisukančių koncentrinų įmagnetintų sferų. Aišku, kad tai buvo tik spėjimas, tačiau jame glūdėjo ir kruopelė tiesos. Jau XIX amžiuje, mokslo ir technikos suklestėjimo laikais, F. Gausas ir V. Vėberis pirmą kartą išmatavo Žemės magnetinio lauko stiprį ir įsteigė nuolat veikiančią Žemės magnetinio lauko stebėjimų tinklą. Pirmasis šio tinklo stebėjimų rezultatas buvo labai svarbus – parodyta, kad magnetinis laukas gimsta pačiose Žemės gelmėse. Kuomet H. Erstedas ir A. M. Amperas įrodė, kad magnetinio lauko šaltinis yra elektros srovė, o M. Faradėjus atrado elektromagnetinės indukcijos reiškinį, buvo išrastos dinamo mašinos, dabar vadinamos elektros generatoriais. Neužilgo paaiškėjo, kad Žemės magnetinį lauką kuria jos gelmėse veikianči milžiniška dinamo mašina.



1 pav. Vidinė Žemės rutulio sandara, Žemės magnetinis laukas ir pietinio magnetinio poliaus judėjimas 1900-1996 metais.

Apytikriai prieš 4.5 milijardų metų, formuojantis Žemei, sunkieji cheminiai elementai palaipsniui nugrimzdo gilyn link Žemės centro. Dabar 3000 km gylyje tyvuliuoja didžiausias vandenynas – 3400 km skersmens karštos ir skystos geležies sfera, vadinama išoriniu branduoliu, kurio temperatūra siekia apie 3000°C. Giliai po šiuo vandenynu esanti geležis dėl milžiniško slėgio sukietėja, suformuodama maždaug 1200 km skersmens kietą vidinį Žemės branduolį. Žemei sukantis, skystasis ir kietasis branduoliai taip pat sukasi, tačiau šiek tiek skirtingais greičiais, dėl to ima tekėti stiprios elektros srovės, kurios ir kuria Žemės magnetinį lauką. Taigi Žemė yra milžiniškas magnetinis dipolis (1 pav.). Žemės magnetinė ašis yra pasvirusi sukimosi ašies, einančios per šiaurės ir pietų ašigalius, atžvilgiu, todėl geografiniai poliai

nesutampa su magnetiniais. Beje, magnetinis pietų polius yra šiaurės pusrutulyje, Grenlandijos šiaurės vakarų pakrantėje, o magnetinis šiaurės polius – pietų pusrutulyje, rytiniame Antarktidos pakraštyje.

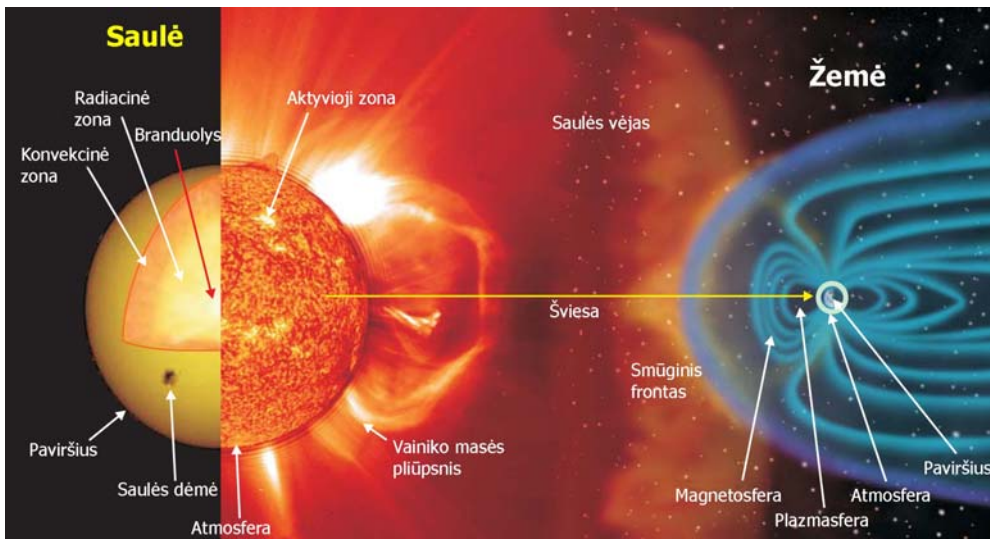
Yra nustatyta, kad Žemės magnetiniai poliai palengva keičia savo padėtį (1 pav.), o jų judėjimas palaipsniui greitėja: XIX amžiuje vidutinis polių judėjimo greitis buvo 15 km per metus, tačiau per pastaruosius keletą dešimtmečių jų judėjimo greitis padidėjo iki 40 km per metus. Nėgana to, nustatyta, kad Žemės magnetinis laukas tolydžiai silpsta: nuo jo matavimų pradžios 1832 m. iki dabar Žemės magnetinis laukas sumažėjo 10% ir mažėja toliau. Kartu stebimos ir vis didėjančios Žemės magnetinio lauko anomalijos – sritys su padidėjusiu ar sumažėjusiu magnetinio lauko stipriu. Viena tokių sričių yra šalia Pietų Amerikos, o jos plotas prilygsta paties žemyno dydžiui. Šie ženklai rodo, jog po kurio laiko Žemės magnetiniai poliai apsikeis vietomis – apsisvers: šiaurinis magnetinis polius taps pietiniu, ir atvirkščiai. Mokslininkai prognozuoja, kad tai gali įvykti jau per artimiausius 1000 metų. Vertinant geofiziniu laiko masteliu, tai tėra akimirka. Tyrinėjant išimagnetinančias uolienas, nustatyta, kad Žemės magnetinio lauko poliarumas nekart keitėsi ir anksčiau. Įvertinta, kad paskutinį kartą tai įvyko prieš 800 000 metų, tačiau kokie vyksmai Žemės gelmėse lemia tokius pasikeitimus, iki šiol tebėra paslaptis. Taip pat sunku prognozuoti ir būsimo įvykio padarinius. Neatmetama galimybė, kad kažkuriam laikui Žemė neteks savo magnetinės apsaugos nuo Saulės vėjo.

3. Saulės vėjas

Saulės vėjas – tai elektringųjų dalelių srautas, kurio šaltinis yra Saulė. Saulės vėjas buvo atrastas 1960 m., paleidus pirmuosius kosminius aparatus, ir galima sakyti, kad tai buvo vienas reikšmingiausių atradimų kosminės eros aušroje. Saulės vėjas kyla aktyviose Saulės fotosferos (regimosios atmosferos) srityse, kur gimsta nepaprastai stiprūs magnetiniai laukai. Kai kurios aktyviosios sritys Saulės paviršiuje yra stebimos vizualiai. Tai – Saulės dėmės, kurių skaičius yra efektyvus Saulės aktyvumo matas. Saulės dėmių paviršiaus temperatūra yra beveik 1000°C žemesnė, nei likusioje fotosferoje (vidutinė fotosferos temperatūra yra apie 5800°C), todėl Saulės dėmės mums atrodo tamsios. Būtent Saulės dėmėse atsiranda galingos magnetinio lauko anomalijos, kurių dėka elektringosios dalelės (elektronai, protonai ir helio branduoliai arba α -dalelės) išsiveržia iš Saulės magnetinio lauko globos ir pasiekia net tolimiausius Saulės sistemos kampelius. Saulės vėjas "pučia" nuolat, o jo stiprumas priklauso nuo Saulės aktyvumo. Esant dideliame Saulės aktyvumui, Saulė per trumpą laiką į kosminę erdvę gali išspjauti milžiniškus elektringųjų dalelių kiekius. Tai – vadinamieji vainiko medžiagos pliūpsniai, sukeltantys Saulės vėjo "gūsius". Vieno tokio pliūpsnio metu į kosminę erdvę gali būti išmetama iki milijardo tonų elektringųjų dalelių. Panašius dalelių kiekius į erdvę išmeta ir vadinamieji Saulės žybsniai, kurie kyla aktyviose aukštesnės temperatūros Saulės fotosferos zonose.

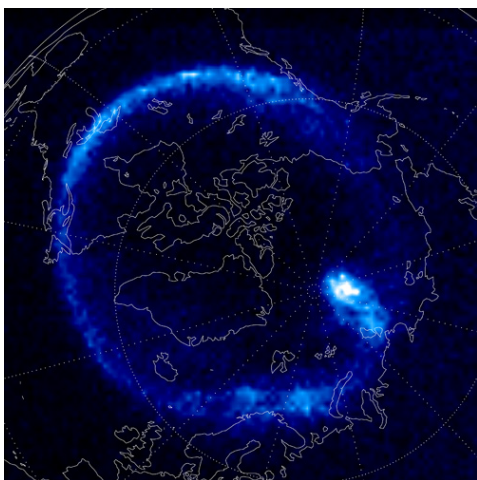
Pastovus Saulės vėjas "pučia" maždaug 400 km/s greičiu, tačiau jo greitis "gūsių" metu padidėja iki 1000 km/s. Tokiu greičiu skriejančios Saulės vėjo dalelės Žemę pasiekia po keleto dienų. Žemės magnetinis laukas jas nukreipia išilgai savo linijų, tolyn nuo Žemės (2 pav.). Taigi magnetinis laukas atlieka neregimo skydo vaidmenį, apsaugodamas Žemę nuo tiesioginio Saulės vėjo poveikio. Tačiau ir Saulės vėjas savo ruožtu veikia Žemės magnetinį lauką: dieninėje (į Saulę atsuktoje) pusėje Žemės magnetinio lauko linijos yra suspaudžiamos, ir formuojasi didžiulis lanko formos

smūginis frontas, o naktinėje pusėje – atvirkščiai, magnetinio lauko linijos nutįsta tolyn net iki 100 000 km atstumu nuo Žemės, taip atsiranda vadinamasis plazmos šleifas. Nedidelis atlėkusių dalelių kiekis yra “pagaunamas” ir sulaikomas plazmos šleifo šerdyje ir Van Aleno radiacinėse juostose, pavadintose jas 1958 m. atradusio amerikiečių mokslininko Dž. Van Aleno vardu. Kai Saulės vėjo dalelių srautas labai didelis, pagautųjų dalelių kiekis labai išauga, o Žemės magnetinis laukas yra smarkiai iškraipomas. Tuomet kyla vadinamosios magnetinės audros, kurios gali trukti keletą dienų. Likusios dalelės juda išilgai magnetinio lauko linijų: pradžioje jos nutolsta nuo Žemės, tačiau dalis jų vėliau gražinama atgal dėl magnetinio perjungimo reiškinio, kuris vyksta ten, kur susikerta Saulės ir Žemės magnetinių laukų linijos. Grįžtančios elektringosios dalelės yra greitinamos ir, įgijusios papildomos energijos, pasiekia aukščiausius Žemės atmosferos sluoksnius ties magnetiniais poliais. Magnetinio perjungimo vyksmas yra labai dinamiškas ir trumpalaikis, dėl jo kyla vadinamosios magnetosferos sub-audros. Būtent tuomet Žemės atmosferoje išsižiebja pačios ryškiausios pašvaisčių. Sritys, kuriose įvyksta elektringųjų Saulės vėjo dalelių sąveika su atmosferos dujų atomais yra žiedo formos ir vadinamos pašvaisčių ovalu.



2 pav. Saulės vėjo ir Žemės magnetinio lauko sąveika.

Pašvaisčių ovalo skersmuo ramios Saulės metu yra apie 3000 km, tad šiaurės pusrutulyje jis apima šiaurinius Skandinavijos, Rusijos, Kanados ir Aliaskos rajonus (3 pav.). Pašvaisčių ovalo zonoje šiaurės pašvaisčių galima stebėti vos ne kasnakt. Magnetinių audrų metu pašvaisčių ovalo skersmuo gerokai padidėja, tuomet šiaurės pašvaisčių tampa matomos žymiai piečiau. Įvertinta, kad šiaurės kraštuose (šiauriau 60° šiaurės platumos) šiaurės pašvaisčių vidutiniškai sušvinta iki 10 kartų per mėnesį, Lietuvos platumoje – maždaug kartą per du mėnesius, Vidurio Europos kraštuose – maždaug nei dukart per metus, Pietų Europoje – tik kartą ar du per dešimt metų, šiaurės Afrikoje – keliskart per šimtmetį, o ant ekvatoriaus – tik kartą per 200 metų. Be to pastebėta, kad išpūdingos šiaurės pašvaisčių dažnai atsikartoja kas 27 dienas – toks yra vidutinis Saulės apsisukimo apie savo ašį periodas. Pašvaisčių matomos ir pietų pusrutulyje, čia jos vadinamos pietų pašvaisčėmis (*aurora australis*). Keičiantis Žemės magnetinių polių padėčiai, atitinkamai keičiasi ir pašvaisčių ovalo padėtis. Kadangi pietinis magnetinis polius tolsta nuo Amerikos ir artėja link Europos, tikėtina, kad jau šio amžiaus antroje pusėje šiaurės pašvaisčių bus vis dažniau matomos iš vidutinių Europos platumų.



3 pav. Pašvaisčių ovalas ramios Saulės periodu.

4. Pašvaisčių spalvos

Įskriejusios į Žemės atmosferos viršutinius sluoksnius, Saulės vėjo dalelės daug kartų susiduria su atmosferos dujų atomais ir molekulėmis, ir perduodamos jiems savo energiją, juos sužadina. Perteklinę energiją atomai ir molekulės išspinduliuoja šviesos kvantų (fotonų) pavidalu, kuriuos ir matome kaip pašvaisčių švytėjimą. Beje, kad pastebėti pašvaisčių plika akimi, vienu metu išspinduliuojamų fotonų kiekis turi būti milžiniškas – apie 100 milijonų. Kiekvienas atomas ar molekulė turi savitą energijos lygmenų struktūrą ir spinduliuoja tik tam tikro bangos ilgio šviesą, tad pašvaisčių spalvos yra aukščiausių atmosferos sluoksnių sudedamųjų dalių "pirštų atspaudai", pagal kuriuos galima atpažinti, kokie cheminiai elementai ar junginiai švyti. Pašvaisčių švyti dideliame, 100–500 km aukštyje, ten kur atmosfera yra labai reta (jos tankis 10^9 - 10^{11} kartų mažesnis nei ties Žemės paviršiumi), dėl to sužadinti atomai ir molekulės papildomos energijos gali "atsikratyti" tik spinduliuodami šviesą, o ne susidurdami tarpusavyje. Čia vertėtų pastebėti, kad pačių aukščiausių atmosferos sluoksnių cheminė sudėtis ir pačių cheminių elementų proporcijos skiriasi nuo mums įprastų, ties Žemės paviršiumi sudarančių orą, kurio kvėpuojame. Aukštyje, kuriame išsižiebė šiaurės pašvaisčių, intensyvi ultravioletinė Saulės spinduliuotė suardo daugelį molekulių (šis reiškinys vadinamas fotodisociacija), tad pagrindinės paties aukščiausio Žemės atmosferos sluoksnio (vadinamo termosfera arba jonosfera) sudėtinės dalys yra atominis deguonis ir jonizuotos (netekusios vieno elektrono) azoto molekulės. Beje, maždaug 400 km aukštyje atominio deguonies yra 10 kartų daugiau nei azoto, o molekulinio deguonies, kuriuo kvėpuojame, tokiame aukštyje jau išvis nėra.

Pašvaisčių švytėjimo spektre išsiskiria trys pagrindinės spalvos, atitinkančios keturias siauras spektrines linijas: žalia (bangos ilgis 558 nm), tamsiai raudona (630 ir 636 nm), ir kur kas rečiau matoma tamsiai mėlyna (428 nm). Žalią ir raudoną šviesą spinduliuoja į metastabilius (ilgai gyvuojančius) lygmenis sužadinti deguonies atomai, o mėlyną – sužadintos jonizuotos azoto molekulės. Dėl skirtingos sužadintų atominio deguonies lygmenų gyvavimo trukmės žalias ir raudonas pašvaisčių švytėjimas dangaus skliaute įgauna skirtingas formas. Žalios spalvos švytėjimas dažnai turi aiškiai išreikštą ir sparčiai laike kintančią dinaminę struktūrą – spindulius, juostas ar lankus. Deguonies atomas, kol išspinduliuoja žalios šviesos kvantą, sužadintoje

būsenoje išbūna apie 0.7 s. Dėl to žalios švytėjimas gana tiksliai atkartoja elektringųjų dalelių srauto laikines ir erdvines variacijas. Tuo tarpu raudonos spalvos švytėjimas yra labiau statinis ir dažnai susilieja į vienalytį, užimantį didelį tūrį foną, retai įgaunantį aiškesnę struktūrą, kadangi sužadintas atominio deguonies lygmuo spinduliuojantis raudoną šviesą, gyvuoja net apie 2 minutes. Per tiek laiko sužadintas atomas gali nulėkti labai toli nuo tos vietos, kur susidūrė su jį sužadinusia elektringąja dalele. Žalia ir mėlyna spalvos švyti maždaug 100 km aukštyje, o raudonas švytėjimas driekiasi net iki 500 km ar net aukščiau. Dėl to ant žemės esančiam stebėtojui žalios ir mėlynos spalvų švytėjimas visuomet atrodo arčiau horizonto, nei raudonos. Be regimosios šviesos, pašvaisčių švytėjime spektriniais prietaisais registruojama ir infraraudonoji bei ultravioletinė šviesa, kurią spinduliuoja viršutinėje atmosferoje esantys vandenilio ir helio atomai bei OH radikalai.

Šiaurės pašvaisčių klasifikuojamos pagal jas sukeliančių elektringųjų dalelių tipus ir energijas, o taip pat ir remiantis geofiziniais pašvaisčių kilmės ypatumais. Skiriama ne mažiau 14 skirtingų šiaurės pašvaisčių tipų. Regimosios šiaurės pašvaisčių formos smarkiai priklauso nuo į atmosferą įlekiančių elektringųjų dalelių energijos ir tankio, o taip pat ir nuo lokalių Žemės magnetinio lauko iškraipymų bei trikdžių. Jos yra skirstomos į ramias ir aktyvias. Ramios pašvaisčių formos – tai beformis švytėjimas, stebimas kaip blausi vienalytė šviesa, kurios intensyvumas laikui bėgant beveik nekinta. Aktyvios formos žymiai išpūdingesnės – jos stebimos kaip šviesos stulpai, pulsuojantys spinduliai ar lankai, virstantys plevenančiomis ir vinguriuojančiomis juostomis, kurios vadinamos skraistėmis ir vėliavomis. Rečiau stebimas vainikas – iš vieno taško išeinantys spinduliai. Neretai ant Žemės esančiam stebėtojui pašvaisčių spalvos persikloja, taip sukurdamos fantastinį pulsuojantį įvairiaspalvį reginį.

Šiaurės pašvaisčių stebimos ne tik Žemėje, bet ir kitose Saulės sistemos planetose ir net kai kuriuose jų palydovuose. Kosminiai aparatai užregistravo itin galingas pašvaisčių didžiosiose Saulės sistemos planetose – Jupiteryje, Saturne, Urane ir Neptūne. Kadangi šių planetų atmosferų cheminė sudėtis smarkiai skiriasi nuo Žemės atmosferos sudėties, ten pašvaisčių švyti akiai nematomame ultravioletiniame ir infraraudonajame spektro diapazone. Pašvaisčių yra užregistruotos ir kai kuriuose didžiųjų planetų palydovuose – Titane, Tritone ir Ijo. Ijo pašvaisčių itin įdomios, nes švyti ties pat paviršiumi. Šis Jupiterio palydovas neturi nuolatinės atmosferos, tačiau laikina atmosfera laikas nuo laiko atsiranda dėl daugybės ten veikiančių ugnikalnių. Žemės tipo planetose – Marse ir Veneroje pašvaisčių nebūna, nes šios planetos neturi magnetinio lauko. Nestebimos pašvaisčių ir Merkurijoje; nors ši maža planetė turi magnetinį lauką, bet neturi atmosferos.

5. Kosminiai orai

Nuolat kintantys Žemės magnetinį lauką trikdančių elektringųjų dalelių srautai formuoja vadinamuosius kosminius orus. Kosminių orų šaltinis yra Saulė, kuri laikas nuo laiko išmeta milžiniškus elektringųjų dalelių debesis. Jiems pasiekus Žemę, kyla magnetinės audros. Stiprios magnetinės audros gali gerokai sutrikdyti ar net visai nutraukti ryšių, elektros perdavimo linijų, kosminių palydovų ir kitų elektroninių sistemų darbą, padarydamos daug žalos, juolab kad šiuo metu gyvename globaliame pasaulyje, kuriame viskas tiesiogiai ar netiesiogiai tarpusavyje susiję. Viena galingiausių pastarojo meto magnetinių audrų įvyko 1989 metais. Keletą dienų siautėjusi magnetinė audra Kanados Kvebeko provincijoje, kuri yra arčiausiai

magnetinio poliaus tankiai gyvenama vietovė, sugadino visas elektros tiekimo sistemas, kurių visiškas atstatymas užtruko mėnesius. 2003 metais stiprią magnetinę audrą sukėlė vienas galingiausių kada nors stebėtų Saulės žybsnių. Žybsnio sukelta magnetinė audra prasidėjo per Helovino šventę, tad buvo pavadinta Helovino vardu. Ši audra truko net 10 dienų, o jos atgarsiai buvo matomi ir Lietuvos padangėje (žr. 4 pav. ir sekantį skyrelį). Tik laimingo atsitiktinumo dėka “Helovino” audros elektroninėms sistemoms padaryti nuostoliai buvo nedideli. Pastaruoju metu daugėja duomenų, kad magnetinės audros daro nemenką įtaką žmonių savijautai ir sveikatai. Ypatingai jautrūs staigiems ir dideliems magnetinio lauko svyravimams yra širdies ir kraujagyslių ligomis sergantys žmonės.



4 pav. “Helovino” audros sukelta šiaurės pašvaistė Lietuvos padangėje. R. Balčiūno nuotrauka, daryta 2003 m. spalio 30 d. vakare, Ignalinos raj., netoli Vidiškių miestelio.

Šiaurės pašvaistės šia prasme yra tiesioginis kosminių orų atspindys Žemės atmosferoje. Šiuolaikiniame technikos amžiuje kosminių orų stebėjimai ir išankstinės prognozės įgauna vis didesnę svarbą. Stebint Saulės aktyvumą ir jos paviršiuje vykstančius procesus, apie artėjančią magnetinę audrą galima įspėti prieš keletą dienų. Dirbtiniai Žemės palydovai teikia nenutrūkstamą informacijos srautą tiek apie pačios Saulės paviršiuje vykstančius reiškinius, tiek apie Saulės spinduliuotės ir elektringųjų dalelių srautus Žemės aplinkoje. Taip pat iš palydovų yra fiksuojama pašvaisčių ovalo padėtis ir jo skersmuo, o pagal tai galima prognozuoti kur ir kada bus matoma pašvaistė. Šią informaciją galima rasti adresu <http://www.swpc.noaa.gov/> ir <http://spaceweather.com/>. Tuo tarpu ilgalaikės kosminių orų prognozės yra kur kas sudėtingesnės ir mažiau patikimos, kadangi gyvename neramios ir kartais nenuspėjamos žvaigždės – Saulės, pašonėje.

Šiaurės pašvaisčių dažnis ir intensyvumas tiesiogiai priklauso nuo Saulės aktyvumo, kuris kinta apytikriai 11 metų periodu. Akivaizdu, kad ryškiausios ir dažniausiai matomos šiaurės pašvaistės išsižiebia Saulės aktyvumo ciklo maksimumų metu.

Tačiau Saulės aktyvumo lygis ne visuomet buvo toks, koks yra dabar. Pavyzdžiui, 1645-1715 metų laikotarpiu, kuris vadinamas Maunderio minimumu, Saulės dėmės buvo beveik išnykę, o šiaurės pašvaistės tuomet buvo ypatingai retas reiškinys. Panašiai nutiko ir XVIII ir XIX amžių sankirtoje (1793-1816 m.), kuomet Saulės aktyvumas taip pat buvo neįtikėtinai žemas. Prognozuojama, kad neužilgo panašus Saulės aktyvumo minimumas ir vėl gali pasikartoti, tačiau kokie vyksmai Saulėje lemia tokį aktyvumo kitimą, iki šiol nėra tiksliai žinoma.

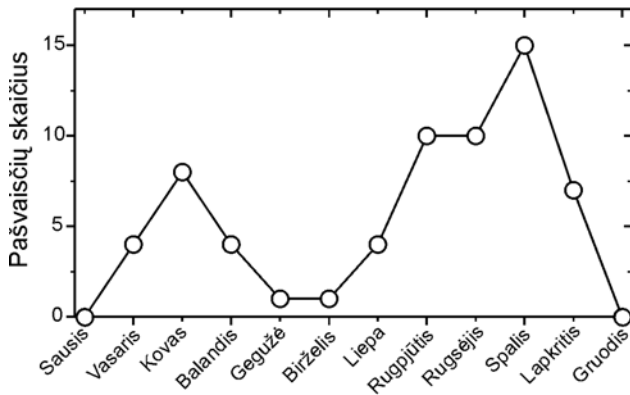
Beje, yra nustatytas ryšys tarp Saulės aktyvumo ir Žemės klimato. Pastebėta, kad Saulės aktyvumo minimumo metais vidutinė temperatūra ties Žemės paviršiumi sumažėja. Šis temperatūros pokytis yra labai mažas, tačiau tampa ženklus, jei minimumas užsitęsia. Pavyzdžiui, Maunderio minimumo laikotarpis dažnai vadinamas mažuoju ledynmečiu, nes vidutinė metinė oro temperatūra buvo net keletu laipsnių žemesnė už vidutinę daugiametę. Taigi, 11 metų Saulės aktyvumo ciklas atspindi tik labai trumpalaikius saulės gelmėse vykstančius procesus. Manoma, kad be 11 metų ciklo, egzistuoja ir kiti, žymiai ilgesni Saulės aktyvumo kaitos ciklai, kurių trukmė siekia dešimtis tūkstančių metų. Ilgųjų ciklų kaita lemia ledynmečius, o istoriniai šiaurės pašvaisčių stebėjimai suteikia neįkainojamos informacijos apie Saulės aktyvumo kaitą ir Žemės klimatą praityje.

6. Šiaurės pašvaistės Lietuvos padangėje

Nors šiaurės pašvaistės garsėja kaip nuostabus šiaurės kraštų reiškinys, jas kartais galima matyti ir Lietuvos padangėje. Aišku, Lietuvoje matomos šiaurės pašvaistės savo grožiu retai kada prilygsta toms, kuriomis grožisi šiaurės kraštų gyventojai. Mūsų krašte matomų šiaurės pašvaisčių švytėjimo trukmė yra labai įvairi – nuo keliolikos minučių iki keleto valandų. Dažniausiai Lietuvoje galima pamatyti krauju raudonumo dangų šiaurinėje pusėje, o žalias švytėjimas matomas neaukštai virš šiaurinio horizonto. Kuomet pašvaistės intensyvumas yra silpnas, žmogaus akis sunkiai beskiria spalvas. Dėl to žalia pašvaistės spalva dažniausiai matoma tik kaip balzganas švytėjimas. Esant geroms stebėjimo sąlygoms – skaidriam orui, toli nuo miestų žiburių, nesunku pastebėti net menkiausias naktinio dangaus spalvų ir šviesumo pokyčius šiaurinėje dangaus pusėje. Kitaip yra mieste, kur vadinamoji "šviesos tarša" tokia didelė, kad išsklaidytos miesto šviesos nustelbia net ir gana ryškių šiaurės pašvaisčių švytėjimą.

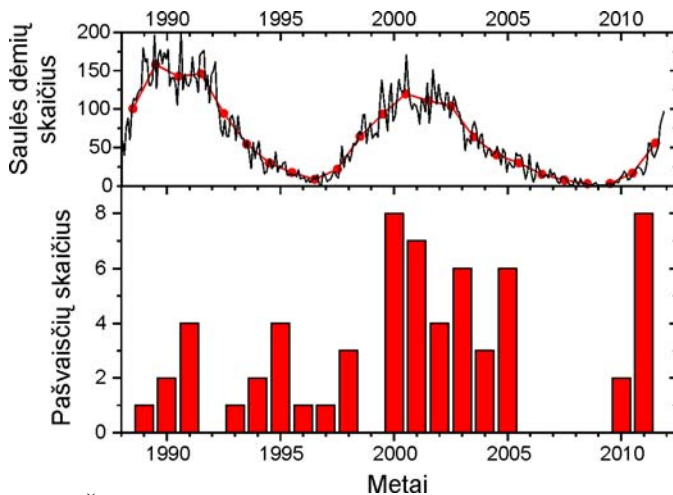
Nors Saulės aktyvumo maksimumo metu šiaurės pašvaistes Lietuvos geomagnetinėje platumoje galima matyti vidutiniškai kartą per mėnesį, ši skaičių gerokai pakoreguoja Lietuvos astroklimato ypatumai (giedrų naktų skaičius per metus, žr. K. Černis, Lietuvos dangus 2012), tad stebėti šiaurės pašvaistę pavyksta ne taip jau dažnai. Na o ryškios ir įspūdingos šiaurės pašvaistės mūsų šalyje yra ištis labai retas reiškinys. Jos, kaip taisyklė, yra susijusios su stipriomis magnetinėmis audromis. Tad kyla natūralus klausimas, ar yra palankiausias metas šiaurės pašvaisčių stebėjimams Lietuvoje? Kokia bebūtų nenuspėjama mūsų Saulė, tačiau pasirodo, kad toks metas iš tiesų yra. Jau seniai pastebėta, kad vidutinėse platumose šiaurės pašvaistės dažniausiai švyti pavasarį (kovo mėn.) ir rudenį (spalio mėn.), o tai susiję su tam tikru Saulės žybsnių ir vainiko medžiagos pliūpsnių periodiškumu. Nuo 1989 metų straipsnio autoriai šiaurės pašvaistes Lietuvos padangėje užfiksavo daugiau nei 50 kartų. Šie stebėjimų duomenys, aišku, yra labiau mėgėjiški, nei moksliniai, tačiau jie gerai

ilustruoja šiaurės pagrindines šiaurės pašvaisčių tendencijas. Iš 5 pav. matyti, kad iš tiesų šiaurės pašvaisčių Lietuvos padangėje dažniausiai matomos pavasario ir rudens lygiadienių laikotarpiu.



5 pav. Šiaurės pašvaisčių dažnis pagal autorių stebėjimų 1989-2011 metais duomenis.

Lyginant šiaurės pašvaisčių pasirodymo dažnį su Saulės aktyvumo kitimu, taip pat gerai matyti stebėto šiaurės pašvaisčių skaičius ir Saulės aktyvumo koreliacija (6 pav.). Saulės aktyvumas yra išreikštas Tarptautiniu Saulės dėmių skaičiumi (*International sunspot number*), pateiktu remiantis Saulės poveikio duomenų analizės centru (Solar Influences Data Analysis Center, SIDC, <http://sidc.oma.be>) duomenimis.



6 pav. Šiaurės pašvaisčių dažnis Lietuvos padangėje 1989-2011 metais (apačioje). Viršuje – Saulės aktyvumo kitimas. Laužyta kreivė iliustruoja mėnesinį, o taškai – vidutinį metinį Saulės dėmių skaičių.

Nepaisant “nepatogios” Lietuvos geomagnetinės platumos, pastarieji Saulės aktyvumo maksimumai (1991 ir 2001 metais) padovanojo keletą išties gražių reginių ir Lietuvos padangei. Įspūdinga pašvaisčių stebėta 1991 lapkričio 1-osios vakare, kai kraujo raudonumo liežuviai nutįso tiesiai virš galvos, o visa šiaurinė dangaus pusė alsavo ryškiomis spalvomis. Panašus reginys pasikartojė po savaitės, lapkričio 9-osios naktį. 2000-2001 metais, šiaurės pašvaisčių Lietuvos padangėje sušvito net 15 kartų. 2000 m. liepos 15-osios naktį sužibo reto grožio šiaurės pašvaisčių, kurios pulsuojančios liežuviai driekėsi per visą dangų. Šio ypatingo reginio neužgožė net šviesi ir trumpa

vasaros naktis. 2001 metu spalio mėnesį šiaurės pašvaistės, nors ir ne tokios ryškios, buvo matomos net tris naktis iš eilės (spalio 20-22). Bene išpūdingiausia pastarojo meto šiaurės pašvaistė Lietuvos padangėje išsižiebė 2003 m. spalio 30-osios naktį (žr. 4 pav). Šios pašvaistės priežastis buvo galingas Saulės vainiko medžiagos pliūpsnis, pavadintas “Helovino” audra. Tuo pat metu išpūdingos šiaurės pašvaistės stebėtos įvairiuose Žemės rutulio kampeliuose.



7 pav. Ryški naujojo, 24-ojo Saulės aktyvumo ciklo šiaurės pašvaistė, sušvitusi Lietuvos padangėje 2011 m. rugsėjo 26-osios naktį. R. Balčiūno nuotrauka

Pastarasis Saulės aktyvumo minimumas buvo labai gilus ir truko beveik ketverius metus, kuomet ilgą laiką tarpą Saulėje nebuvo pastebėta nė vienos (!) dėmės (žr. 6 pav.). Dėl to nuo 2005 m. rudens iki pat 2010 m. vasaros šiaurės pašvaistės Lietuvos padangėje nebuvo stebėtos nė karto. Nuo 2010 metų Saulės aktyvumas ėmė sparčiai didėti, ir Lietuvos padangėje netruko sužibti pirmosios naujojo Saulės aktyvumo ciklo šiaurės pašvaistės. Pirmoji naujojo ciklo (jau 24-ojo iš eilės, skaičiuojant nuo 1755 metų, kuomet pradėti nuolatiniai Saulės aktyvumo stebėjimai) stebėta 2010 m. rugpjūčio 4-osios naktį. 2011 metais apie pastebimai suaktyvėjusią Saulę pranešė net 8 kartus Lietuvos padangėje sušvitusios ir vis ryškesnės šiaurės pašvaistės (7 pav.). Savo aktyvumo maksimumą Saulė turėtų pasiekti 2013 metais. Prognozuojama, kad naujojo ciklo metu Saulės aktyvumas bus didelis, tad tikrai verta dažniau pasidairyti po naktinį dangų ir, jei pasiseks, pasigrožėti nepakartojamu reginiu – šiaurės pašvaiste.