

# ASTRONOMIJOS PASAULYJE

## EGZOPLANETŲ PAIEŠKOS ĮSIBĖGĖJA – KOSMOSE TESS TELESKOPAS

ERIKA PAKŠTIENĖ

2018 metų balandžio 18 d. iš Kanaveralo kyšulio (*Cape Canaveral*) oro pajėgų stoties Floridoje su *Space X Falcon 9* raketa 22 val. 51 min. pasauliniu laiku (GMT) startavo NASA kosminis teleskopas TESS (*Transiting Exoplanet Survey Satellite*). TESS iškėlusį raketa *Falcon 9* saugiai sugrįžo atgal greičiau nei po 9 minučių nuo pakilimo ir švelniai nutūpė ant specialaus radijo bangomis valdomo robotinio *Space X* laivo denio Atlanto vandenyne.

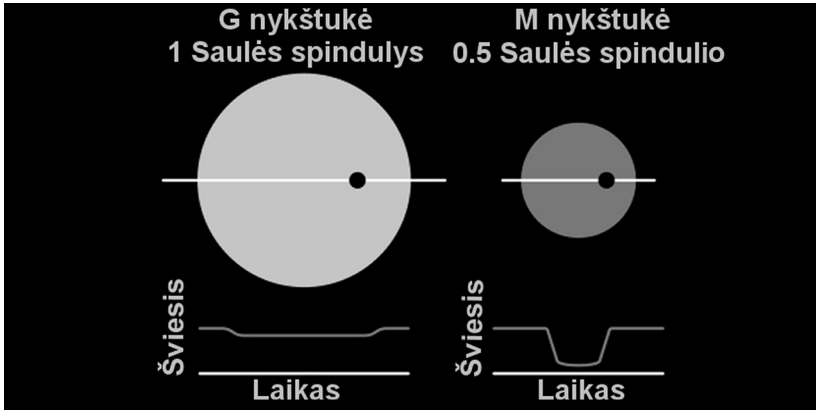
Pagrindinė TESS užduotis – egzoplanetų paieška artimoje Saulei aplinkoje. Tikimasi, kad TESS atras dvigubai daugiau planetų nei atrado *Keplerio* teleskopas. Mokslininkai įvertino, kad per dvejus metus TESS turėtų atrasti 10 tūkst. planetų, 3500 iš jų turėtų būti mažesnės už Neptūną. Jei TESS teleskopas ir po numatytų dvejų metų sugebės pratęsti stebėjimus, šie skaičiai dar padidės. Stebėjimus TESS pradėjo 2018 m. rugpjūčio 7 d. Įsitikinus, kad viskas veikia kaip reikia, pirmieji duomenys tapo viešai prieinamais nuo rugsėjo 17 dienos. TESS atrastas planetas toliau kruopščiai tirs kiti kosminiai ir antžeminiai teleskopai.

### Stebėjimų strategija

TESS, kaip ir *Keplerio* teleskopas, egzoplanetų ieškos tranzitų metodu. Tai metodas, kai žvaigždės šviesis laikinai sumažėja dėl jos dis-



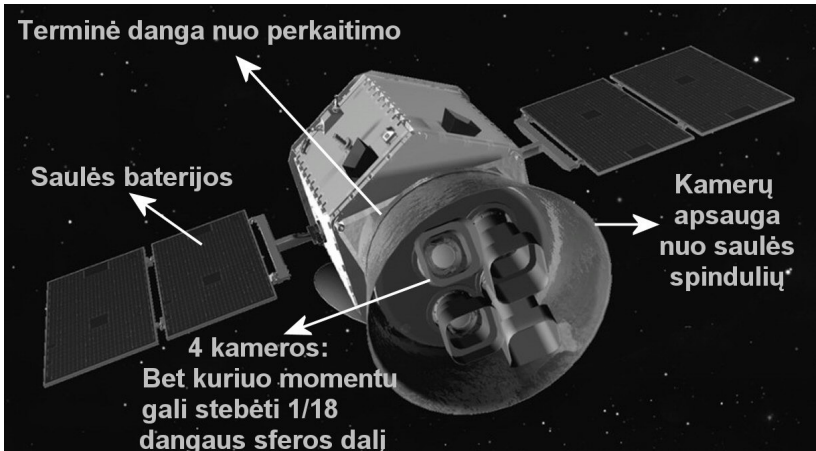
*Kosminis teleskopas TESS buvo patalpintas į kapsulę, kurioje į kosminę erdvę jį iškėlė daugkartinio panaudojimo raketa Space X Falcon 9 (NASA)*



*Kosminis teleskopas TESS ieškos egzoplanetų tranzitų būdu daugiausia prie raudonųjų M spektrinės klasės žvaigždžių nykštukių. Tokių žvaigždžių fone praslenkančios planetos tranzitas stebimas gerokai gilesnis nei tokio paties dydžio planetos tranzitas G nykštukės (tokia yra Saulė) fone (Planet Hunters)*

ku slenkančios planetos, kuri ir blokuoja dalį žvaigždės šviesos. Praslinkus planetai žvaigždės šviesis vėl padidėja. Tačiau Skirtingai negu *Keplerio* teleskopas, kurio paskirtis buvo kuo ilgiau stebėti vieną 100 kvadratiųjų laipsnių dangaus sritį, TESS ties viena dangaus sritimi ilgai neužsisibus. Planuojama, kad per dvejus metus TESS atstebės net 85% viso dangaus skliauto ploto.

Dauguma *Keplerio* stebėtų žvaigždžių yra tolimos. Atstumas iki kai kurių iš jų yra tūkstantis ar net daugiau šviesmečių. TESS didžiausią dėmesį skirs



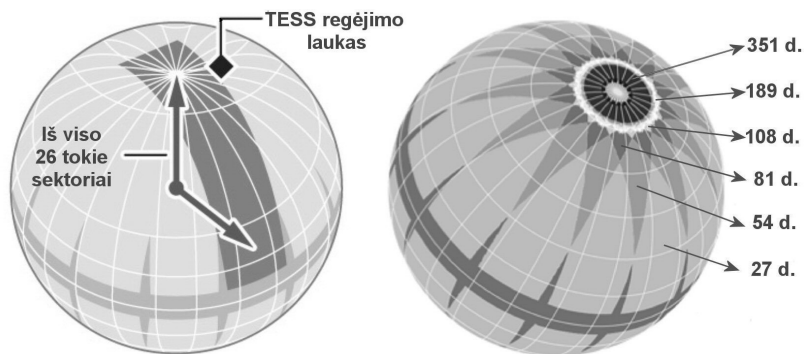
*Kompaktiškas 1.5 m TESS kosminis teleskopas turi keturias kameras, kurios vienu metu stebės keturis skirtingus dangaus laukelius (Masačusetso Technologijų institutas/TESS)*

artimiausioms ir ryškioms žvaigždėms, kurios yra pakankamai arti, kad jas būtų galima detaliai ištirti su kitais instrumentais. Be to, skiriasi ir TESS bei *Keplerio* orbitos. *Keplerio* teleskopas skrieja orbitoje aplink Saulę, tuo tarpu TESS skrieja išėsta elipsine orbita aplink Žemę. Šios orbitos periodas yra 13.7 dienos ir joje daugiau nėra jokių erdvėlaivių. Artimiausias šios orbitos taškas yra 108 tūkst. km atstumu nuo Žemės, o tolimiausias – 373 tūkst. km atstumu. Duomenys į Žemę bus perduodami tuo metu, kai TESS bus arčiausiai Žemės esančiame orbitos taške. Ši orbita yra labai stabili, radiacijos lygis joje pakankamai žemas, o temperatūros svyravimai nedideli. Šią orbitą TESS pasiekė kelis kartus įjungęs variklį ir gegužės 17 dieną pasinaudojęs Mėnulio gravitaciniu lauku.

TESS stebėjimų sėkmė priklausys ir nuo kitų kosminių ir antžeminių teleskopų stebėjimų, kurie TESS aptiktas egzoplanetų kandidates tikrins, tvirtins ir charakterizuos. Vienas iš tokių TESS partnerių bus Džeimso Vebo kosminis teleskopas (*James Webb Space Telescope*, JWST), kurį numatyta paleisti 2021 metais. JWST teleskopas tirs egzoplanetų atmosferų sudėtį.

Didžiausias dėmesys bus kreipiamas į potencialiai gyvybei tinkančias planetas, kurios turi uolėtą paviršių, galbūt skysto vandens ir kitų gyvybei reikalingų sąlygų. Kai kurie mokslininkai mano, kad po 50 ar 100 metų bus įmanoma nusiųsti nedidelius robotinius erdvėlaivius į keletą naujai atrastų egzoplanetų ir patyrinti jas iš arčiau.

TESS stebės beveik visą dangų ir visą laiką priešinga Saulei kryptimi. Pirmus metus TESS stebės pietinį dangų, po metų pradės šiaurinio dangaus stebėjimus. Kiekvieną dangaus sektorių stebės 27 dienas be pertraukų. Po to



*Paveiksle pavaizduoti TESS stebėjimų sektoriai. Kairėje pusėje parodytas vienas sektorius, kurį vienu metu stebės keturios TESS kameros. Visas dangaus skliautas bus padalijamas į 26 tokius sektorius, po 13 sektorių pietiniame ir šiauriniame danguje, kurie iš dalies persikloja ties ekliptikos poliais. Dešinėje pusėje parodyta stebėjimų trukmė kiekviename sektoriuje, persiklojančiuose sektoriuose stebėjimai truks ilgiau (NASA)*

peršoks į kitą dangaus sektorių, kurį stebės kitas 27 dienas. Stebėjimų metu kas 13.7 dienų TESS atstumas nuo Žemės kis nuo 108 iki 373 tūkstančių km.

Planetų daugiausia bus ieškoma prie M spektrinės klasės nykštukių, kurios yra truputį vėsesnės ir blyškesnės nei Saulė. Prie tokių žvaigždžių esančios planetos, kuriose gali susidaryti tinkamas klimatas skysto vandens buvimui, turi skrieti pakankamai arti savo žvaigždės, todėl tokios planetos gana dažnai praskries savo žvaigždės fone ir jas bus galima aptikti per 27 dienas trunkančius to paties dangaus plotelio stebėjimus.

Visas numatytas stebėti dangaus plotas yra padalytas į 26 sektorius. Kiekvieno sektoriaus plotas yra  $24^\circ \times 96^\circ$ . Ties ekliptikos poliais šie sektoriai persikloja, todėl šiose srityse bus atrasta daugiau mažesnių ir ilgesnio orbitinio periodo egzoplanetų.

Stebėjimų duomenys užima labai daug vietos. Siekiant išvengti duomenų talpyklos perpildymo, į stebėjimų lauką patenkančios žvaigždės bus stebimos nevienodu periodiškumu. Daugiausiai vilčių teikiančios 15000 žvaigždžių bus stebimos kas 2 minutes, o likusios lauko žvaigždės – tik kas 30 min. Stebėjimai kas 30 min. bus naudingi užtemdomų dvinarių žvaigždžių ir ilgo periodo kintamųjų žvaigždžių astroseisminiams tyrimams.

### **Pirmosios egzoplanetos jau surastos**

Rugsėjo pabaigoje TESS jau paskelbė apie dviejų egzoplanetų atradimą. Viena iš jų *Pi Mensae c* yra 2.14 kartų didesnė už Žemę ir priskiriama superžemėms. Aplink savo žvaigždę, Saulės tipo ryškia geltonąją nykštukę, ji apskrieja per 6.27 dienas. Nuo Žemės ši sistema nutolusi 60 šm. Šioje sistemoje yra dar viena žinoma egzoplaneta *Pi Mensae b*, atrasta 2001 metais ir priskiriama Jupiterio tipo planetoms. Antra TESS atrasta egzoplaneta *LHS 3844 b* skrieja aplink vėsią M spektrinės klasės nykštukę *LHS 3844*, kuri nuo Žemės nutolusi per 15.6 pc. Aplink savo žvaigždę ši planeta apskrieja per 11 valandų. Planetos spindulys yra 1.32 kartų didesnis už Žemės spindulį. Ši planeta priskiriama karštosioms žemėms. Mažai tikėtina, kad ji gali turėti atmosferą, nes yra stipriai kaitinama savo žvaigždės.

### **Lietuvos astronomai prisideda prie TESS kosminės misijos veiklos**

Vilniaus universiteto Teorinės fizikos ir astronomijos instituto bei Danijos Orhuso (*Århus*) universiteto Fizikos ir astronomijos instituto astronomų grupė, vadovaujama habil. dr. Gražinos Tautvaišienės, inicijavo mokslinių tyrimų projektą „Žvaigždžių ir egzoplanetų tyrimai kosminių teleskopų TESS ir JWST kontekste“. Šis mokslinis tyrimas buvo atrinktas užsienio ekspertų ir yra finansuojamas Europos socialinio fondo lėšomis pagal Lietuvos mokslo tarybos priemonės Nr. 09.3.3-LMT-K-712-01-0103 veiklą „Mokslininkų



*Projekto „Žvaigždžių ir egzoplanetų tyrimai kosminių teleskopų TESS ir JWST kontekste“ pirmojo susitikimo, vykusio 2018 m. spalio 15 – 16 d. Vilniuje, dalyviai. Iš kairės: Karsten Brodgaard, Frank Grundahl, Gražina Tautvaišienė, Šarūnas Mikolaitis, Edita Stonkutė, Hans Kjeldsen, Arnas Drazdauskas, Carlos Viscasillas Vasquez, Vilius Bagdonas ir Yuriy Chorniy. Dar keturi – Carolina von Essen, Rimvydas Janulis, Renata Minkevičiūtė ir Erika Pakštienė – susitikime dalyvauti negalėjo, nes vykdė astronominius stebėjimus Molėtų observatorijoje ir su Šiaurės optiniu teleskopu Kanarų La Palma saloje*

kvalifikacijos tobulinimas vykdant aukšto lygio MTEP projektus“. Projekto tikslas – atlikti maždaug 1000 ryškių F, G ir K Galaktikos lauko žvaigždžių cheminės sudėties analizę, prisidėti tiriant TESS stebėjimų duomenis, ieškoti koreliacijų tarp egzoplanetų tipo ir jų žvaigždžių cheminės sudėties. Optiniai didelės skiriamosios gebos spektrai bus gauti Vilniaus universiteto Molėtų astronomijos observatorijoje, jie bus analizuojami naudojant šiuolaikinius analizės metodus, taip nustatant žvaigždžių pagrindinius parametrus ir cheminę sudėtį, įskaitant svarbius gyvybės paieškoms Li, C, O, Mg ir Si cheminius elementus. Tikslių fizinių parametrų nustatymas žvaigždėms yra esminis žingsnis, norint apibūdinti jas supančių planetų dydį ir tipą, o apie planetą galima sužinoti tik iki tokio lygio, kiek turima žinių apie planetos žvaigždę. Įdomiausios žvaigždės bus tiriamos pakartotiniaisiais spektriniais ir fotometriniais stebėjimais. Stebėjimų rezultatai bus panaudojami TESS atrastų egzoplanetų charakterizavimui. Vienas didžiausių projekto iššūkių – pasirengti tirti JWST didelės skyros planetų tranzitų spektrus. Šiuo projektu Lietuvoje pradedama nauja astronominių tyrimų tematika, kuri turės ilgalaikę įtaką mokslo vystymuisi bei leis žengti kartu su pasaulio mokslininkais priešakinėse gretose.