

Webbre fel! Magyar kutatók is észlelhetnek majd az új űrteleszkóppal

2021. október 31. A dátum, amit szakcsillagászok ezrei és az Univerzum titkai iránt lelkesen érdeklődők is tükön ülve várnak, hiszen többévnnyi halasztás után ekkor végre valóban útnak indulhat a James Webb-űrtávcső (JWST), a NASA, az ESA és a Kanadai Űrügynökség (CSA) zászlóshajó-küldetése. A 6,5 méteres tükörátmérőjével az eddig a világűrbe küldött teleszkópok közül messze a legnagyobbknak (egyúttal messze a legköltségesebbnek...) számító eszköz „kálváriájának” egyes állomásairól részletesen beszámolt a hazai (szak)sajtó is, így itt most csak a leglényegesebb információkat foglaljuk össze. Az eredetileg Next Generation Space Telescope néven futó kezdeményezés a kilencvenes évek közepén lépett az előkészítés fázisába. Az ekkor még 8 m átmérőjűre tervezett infravörös űrteleszkóp büdzséjét kezdetben 500 millió dollárra becsülték, és a tervek között szerepelt egy fontos köztes lépés: a kétezres évek elején a NASA először egy 4 m átmérőjű „tesztűrtávcsövet” juttatott volna az űrbe, amin az úttörőnek számító fejlesztési lépéseket lehetett volna kipróbálni. Ezt az ötletet végül költségvetési okokból elvetették, viszont a nagy űrtávcső mérete kissé csökkent: a tervezési pályázaton győztes konstrukcióban végül 6,1 m tükörátmérő (ez később 6,5 m-re módosult), 2010-es indítási céldátum és 825 millió dollár szerepelt. 2002-ben járunk, ekkor veszi fel a készülő űreszköz James E. Webb (1906–1992) nevét: a NASA-t az egyik legizgalmasabb időszakban (1961–1968) vezető szakember nem csak az emberes amerikai űrprogram sikerében, hanem az űrügynökség tudományos kutatások melletti elköteleződésében is fontos szerepet játszott.

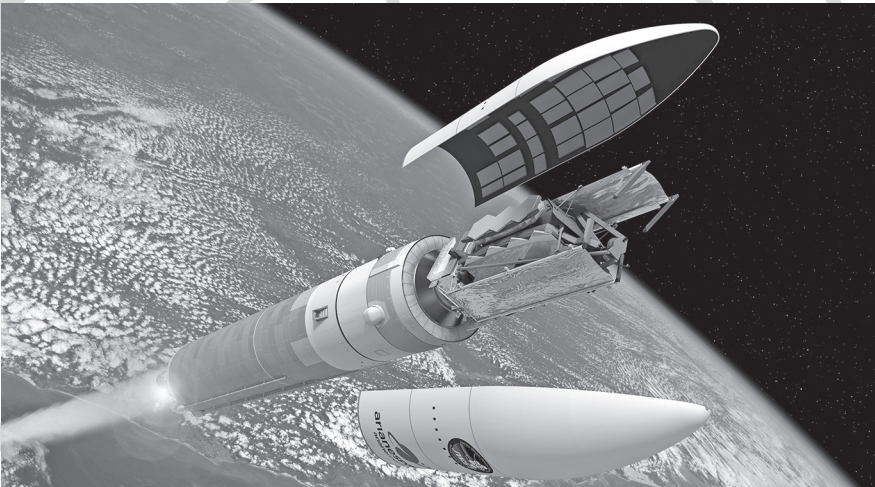
A következő években megkezdődött a JWST első elemeinek kivitelezése – egyúttal az az immáron két évtizedes történet, amelyet az indítási dátum folyamatos csúszása és a költségek monoton növekedése jelle-

mez. 2005-ben már a 4,5 milliárd dolláros összköltségvetés és a 2013-as start volt a két sarokpont, amelyek 2010-ben 6,5 milliárd dollárra és 2015-re, egy (!) évre rá pedig 8,7 milliárd dollárra és 2018-ra módosultak. Ezt követően a nagy visszhangot kiváltó bejelentések helyét a „csendes” fejlesztő és tesztelési munka vette át, és úgy tűnt, hogy a kezdeti problémák ellenére az évtized végére sikerül a világűrbe juttatni a Webb-űrtávcsövet. A 2016–2018 között lezajló ellenőrzések során azonban több, kisebb-nagyobb hibát fedeztek fel a távcső egyes alrendszerében (a legkritikusabb résznek a távcső kellően alacsony működtetési hőmérsékletét biztosítani hivatott napvédő pajzs bizonyult), további csúszást és költségnövekedést eredményezve. S bár 2019 végén kezdett újra biztatóvá válni a helyzet, a néhány hónappal később bekövetkező világjárvány újabb halasztást okozott – s most 2021 októberi indítási dátumnál és csaknem 10 milliárd dolláros költségvetésnél tartunk.

Bár a JWST eddigi történetét – nem alaptalanul – sokszor a balszerencés fordulatok és az inkompetens pénzügyi tervezés kombinációjaként emlegetik még a szakmai közegeken belül is, hozzá kell tennünk, hogy az ekkora léptékű fejlesztések esetében hasonló mértékű elcsúszások azért nem teljesen példa nélküliek: a mostanra a megfigyelő csillagászat eddigi legnagyobb sikertörténetének bizonyuló Hubble-űrtávcső az eredeti tervekhez képest szintén kb. tízszeres költségtúllépéssel és 7–8 éves késéssel indult el (hogy a főtükör csiszolási hibáját ne is említsük). A Webb-űrtávcső esetében ráadásul indítás után már semmilyen kivitelezési hibát nem lehet majd korrigálni, hiszen a Hubble-űrtávcsővel (vagy épp a készülő kínai űrteleszkóppal) ellentétben nem néhány száz kilométerrel a földfelszín fölött, hanem bolygónktól mintegy másfél millió kilométerre (a Nap–Föld rendszer

L₂-es Lagrange-pontjának közelében) fog keringeni. A már emlegetett napvédő pajzs és az egyéb hűtési rendszerek, a tizennyolc szegmensből álló és az űrben „kihajtogató” főtükör – mind-mind olyan technológiai újítás, amit eddig nem, vagy csak kevésbé kritikus körülmények között volt lehetőség tesztelni. S persze az eszközt türelmetlenül váró kutató is beleélheti magát olykor-olykor az űrtávcső (ill. az Ariane-5 indítórakéta) egyes részein dolgozó tervezők, mérnökök, szerelőmunkások, vagy épp a NASA hivatalnokai helyzetébe, akiknek bizonyára nem egyszer átfut az agyukon, hogy nehogy pont az ő hibájukból menjen kárba sok-sok évnyi munka és sok milliárd dollár...

önmagában nem elegendő a távcső lenyűgöző teljesítménye – szükség van olyan, precízen megtervezett tudományos programokra is, amelyek valóban segíthetnek kis lépésekkel, vagy akár nagy ugrásokkal közelebb kerülni az Univerzum különböző rejtélyeinek megértéséhez. A remélhetőleg hiba nélkül záródó startot és üzembe állási időszakot követően az addig a tervezők, mérnökök, szerelők és hivatalnokok vállát nyomó felelősség nagy része átkerül a kutatói közösség tagjaira; hiszen – ahogyan azt e sorok írója egy 2016-os konferencián személyesen is hallhatta a JWST egyik tudományos programvezetőjétől – ennyi adódollár elköltése után a közvélemény joggal várja



Művészi elképzelés az Ariane-5 startja utáni egyik fontos momentumról, amikor leválik az összehajtogatott Webb-űrtávcsövet rejtő orrkúp külső burkolata (ESA).

Amellett, hogy voltak egyértelműen elkerülhető csúszások és költségemelkedések a projekt során (amikből a jövőben mindenképp tanulni kell), jó eséllyel az említett tényezők szerepe sem volt elhanyagolható a történet alakulásában.

Mindazonáltal, ha minden jól alakul, a Webb-űrtávcső sikeres októberi startja és üzembe állása, majd az első felvételek és tudományos eredmények sokunk reményei szerint idővel feledtetik majd a mögöttünk álló időszak megpróbáltatásait. Ehhez persze

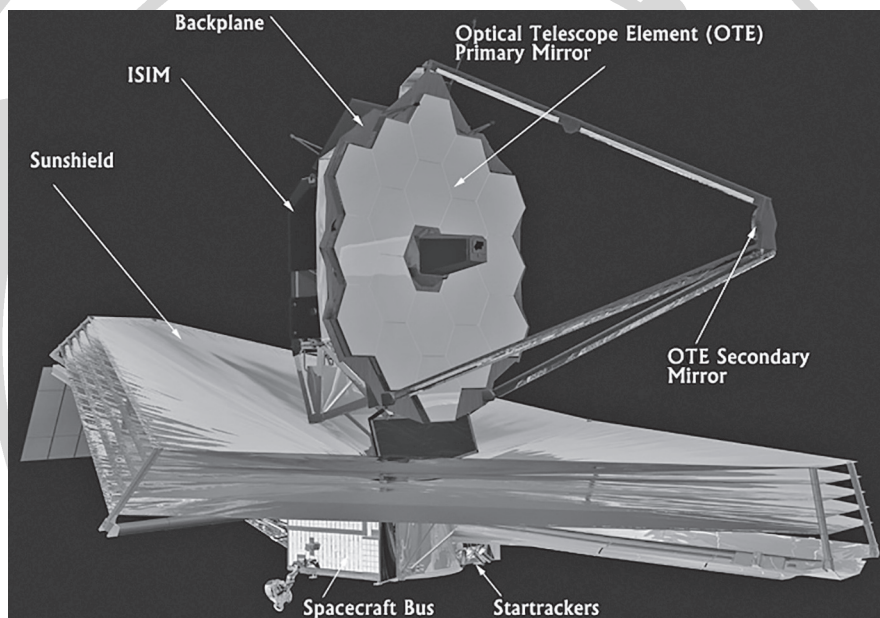
el, hogy a Webb-űrtávcső méréseiből sok-sok fantasztikus, átütő felfedezés szülessen. Természetesen mi, kutatók szintén erre törekszünk, de eközben sosem árt emlékeztetni a közvéleményt és a mindenkori döntéshozókat, hogy a tudomány nem egy tökéletesen működő csokiautomata: attól, hogy kellő mennyiségű pénzt dobálunk bele, még nem biztos, hogy mindig azt kapjuk, amit szerettünk volna.

Bolygónk csillagászai – akár egyénileg, akár kisebb-nagyobb csoportokba tömö-

meteor

rülve – mindenesetre már évekkel ezelőtt elkezdtek készülni arra, hogy mind elméleti, mind mérés technikai szempontból a lehető legjobban kivitelezett kutatási programterveket sikerüljön letenni az asztalra. A helyzet először 2017 decemberében vált élesé, amikor a Webb-űrtéleszkóp tudományos programját koordináló baltimore-i Space Telescope Science Institute (STScI) illetékesei – akkor még a távcső 2018-as indulásában bízva – meghírdették az első általános tudományos mérési ciklus (General Observer

a készülődés, így még a „tűzhöz” közelebb lévő kutatókat is meglepte a beadási határidő előtt egy-két héttel érkezett bejelentés a JWST indításának, így egyúttal a pályázatok beadásának elhalasztásáról. (Ekkor, 2018 márciusában tette közzé egy független szakértői bizottság azt a jelentést, amely egy közel 300 tételű műszaki hibalistát tartalmazott.) Ugyanakkor, némi bosszankodás mellett sokan fellelegeztek kissé, hogy így több idő jut a kutatási tervek csiszolgatására. A procedúra végül csak 2020 őszén



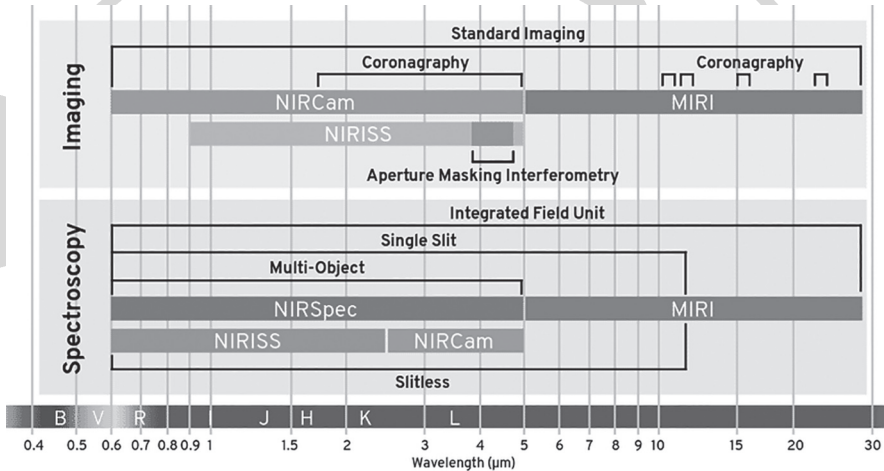
A James Webb-űrtávcső három fő részből áll: az optikai elemek blokkja (OTE), az üreszköz-modul (benne a hűtést lehetővé tevő nappajzsral), ill. a négy tudományos műszert tartalmazó integrált modul (ISIM). Utóbbi 1400 kg-os tömege az űrtávcső teljes tömegének csaknem egynegyedét teszi ki (jwst.nasa.gov)

(GO) Programs, Cycle-1) nyilvános pályázati időszakát. (Előzetesen a szakmai döntéshozó testület már kiválasztott néhány kiemelt mérési programot, amelyek garantált távcsőidőt kaptak – ezek részben kalibrációs, részben tudományos célokat szolgálnak, és az üzembe állást követő első hónapokban teljes mértékben ezek töltik ki a Webb-űrtávcső idejét. A GO és egyéb általános mérési programokra ezután kerül sor.) Nagy volt

indult újra. Ekkoriban már javában tombolt a pandémia második-harmadik hulláma; s ha valakit maga a koronavírus nem is érintett közvetlenül, a bezártság és a „monitor-fásultság” tünetei még az online kapcsolattartás terén gyakorlott kutatók többségét is megviselték. A szakma lelkesedése ugyanakkor nem csökkent, amit jól jelez a végül több mint 1170 darab, a november végi határidőig beküldött távcsőidő-pályázat.

Hogyan is szokás űrtávcső-pályázatot írni? Az egyik legfontosabb dolog, hogy minden mérési körülményt – objektumok kiválasztása, használandó műszer (képalkotás esetén a kért fotometriai szűrők), expozíciós és kalibrációs idők, mérési sorozatok száma stb. – nagyon alaposan meg kell tervezni, és bár a sikeres pályázóknak egy második körben általában kisebb módosításokra van lehetőségük, az eredetileg megpályázott és elnyert teljes időtartamot nem lehet túllépni. Egy űrtávcsővel (vagy akár földi nagytávcsővel)

zatalra irányuló szándékát. A pályázatok értékelése az ún. „kettős vak” módszer szerint zajlott, azaz a pályázók és a bírálók nem tudhattak egymás kilétéről; a pályázóknak külön figyelniük kellett arra, hogy a kutatási tervben semmilyen, az adott programot benyújtó kutatók kilétére történő utalás ne szerepeljen (ezt a beadást követően egy munkacsoport külön ellenőrizte is; a személyes adatok külön, a bírálók számára nem elérhető fájlokban lettek feltöltve). Már nem sokkal a beadási határidőt követően



A JWST négy detektora – NIRCcam, NIRSpec, MIRI, NIRISS – segítségével 0,6 és 28 mikrométer között (azaz a látható tartomány vörös oldalától egészen a közép-infravörös tartományig) lesz képes képalkotásra és spektroszkópiai mérések végzésére. Emellett bizonyos tartományokban blokkolni lehet majd a csillagok fényét (koronagráf-technika), ami az exobolygók vizsgálatában jelent majd további nagy előnyt (<https://jwst-docs.stsci.edu>)

való mérés során nincs lehetőség újrapróbálkozásra, mindennek elsőre stimmelnie kell. Ez különösen nagy kihívás egy újonnan működésbe álló eszköz kapcsán, mint amilyen jelen esetben a JWST; ugyanakkor a távcső működtetéséért felelős intézmények és csoportok fejlett szimulációs észleléstervező szoftverekkel, részletes útmutatókkal és előzetes szakmai fórumokkal igyekeznek segíteni a kutatók munkáját.

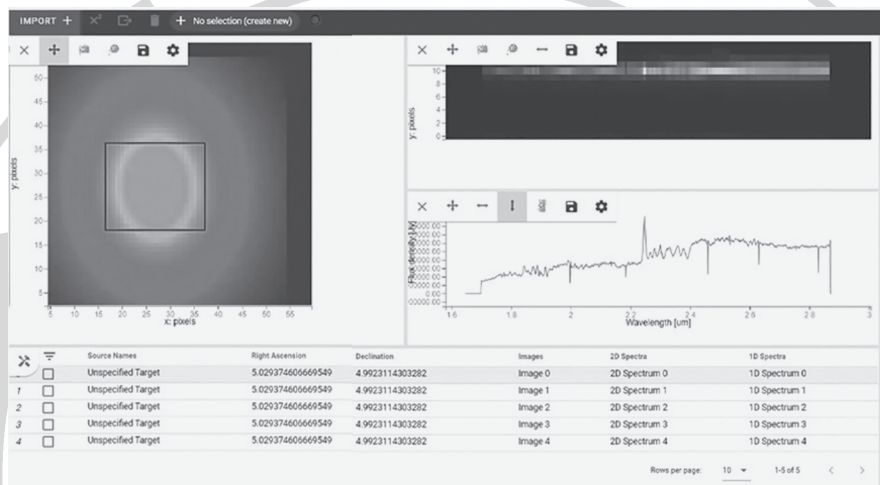
Az STScI már a pályázat meghirdetésekor érezte a minden korábbiánál nagyobb fokú átláthatóságra és a tisztán szakmai értékek érvényesítését szem előtt tartó döntésho-

részletes elemzések és statisztikák jelentek meg mind a pályázókat (földrajzi, ill. nem és életkor szerinti eloszlás), mind a pályázati anyagokat (téma, igényelt távcsőidő, program jellege stb.) illetően.

A kutatói közösségben mindeközben érthető módon izgalommal és feszültséggel fűszerezett várakozás volt jellemző egészen a 2021. március 30-i eredményhirdetésig (az érintett csillagászok lelkiállapotát jól tükrözik az egyik ismert közösségi felületen #JWSTDeadlineMemés és #JWSTResultsMemés hashtagek alatt futó képek és szövegek...). Magyar idő szerint

kora este a Föld csillagászainak jelentős része meredten bámulta az email-fiókját, hogy az értesítő üzenetek befutása után rögtön megossa kollégáival örömet vagy bánatát – ahogyan a pályázatok többségének elkészítése, úgy végül a fehér füst felzárása is valódi közösségi élménnyé vált.

E sorok írója (az SZTE kutatója) szintén nagy örömmel vette tudomásul, hogy az általa társ-témavezetett program a nyertes pályázatok között szerepel – azt pedig még inkább, hogy további három pályázat, amelyben közreműködőként szerepel, ugyancsak beválogatásra került. Ezek az anyagok jel-



Illusztráció a nemrég közzétett JWST adatvizualizációs szoftverének (JDAViz) működéséről (stsci.edu)

Az eredményhirdetést követően közzétett, nagyon részletes statisztikákat böngészve büszkén állapíthatjuk meg, hogy a magyar csillagászok JWST-fronton (is) nagyon kitettek magukért; honfitársaink a pályázatvezetői (PI) és társ-témavezetői (co-PI) vonalon is 100%-os határfokkal dolgoztak (1/1 ill. 2/2 beadott/nyertes pályázat). Az egyetlen nyertes, tisztán hazai vezetőségű pályázatot Ábrahám Péter, az ELKH CSFK Csillagászati Intézetének tudományos tanácsadója és csapata (benne Kóspál Ágnessel és a szintén az ő helyi kutatócsoportjukban dolgozó Lei Chennel) adta be; ők a csoport által már hosszú évek óta sikerrel tanulmányozott fiatal, eruptív csillag, az EX Lupi közép-infravörös spektroszkópiájára kaptak távcső-ídőt, amelyetől a csillagkörüli korongban és a kifújódó anyagban lévő kristályos szemcsék, ill. gáz halmazállapotú molekulák eloszlásának és paramétereinek még alaposabb megismerését remélik.

lemzően kis és közepes (6–7 fős, ill. 15–20 fős) együttműködésekben, részben a terület vezető amerikai kutatói közreműködésével készültek; a négyből három pályázat fő célja különböző kollapszár szupernóva-robbanások környezetében zajló porképződési és lökéshullám-anyag kölcsönhatási folyamatok monitorozása, míg a negyedik néhány hónapnál idősebb termonukleáris (Ia) szupernóvák kémiai elemeloszlásának vizsgálatáról szól. Hasonló sikerben volt része a szintén szegedi csillagászdiplomával rendelkező, bő évtizede az Arizonai Egyetemen dolgozó Gáspár Andrásnak, aki társ-témavezetőként a Galaxisunk centrumában lévő szupernagy tömegű fekete lyuk környezetének mágneses és ionizációs viszonyait, közreműködőként pedig protoplanetáris korongok fejlődését és egyes exobolygórendszerek Kuiper-övhöz hasonló formációját vizsgálhatja a Webb-űrtávcső mérési adatai segítségével. Szintén nyertes pályázatban

találkozhatunk – a szintén Szegeden végzett, és jelenleg szintén Arizonában dolgozó – Apai Dániellel, aki kollégáival gömbhal-mazokban lévő (ultra)hideg törpecsillagokra vadászik majd. A magyar kutatók sikerei azért is megsüvegezendők, mert egyrészt a beadott pályázatoknak csak kb. egynegyede nyert – habár ez az arány nem annyira kicsi (a HST esetén a nyerési arány jellemzően 20% alatt van), érdemes figyelembe venni, hogy a pályázatok zöme nagy amerikai intézetekből érkezett. Szintén beszédes adat, hogy a környező országokból szinte alig találni beadott (különösen pedig nem nyertes) pályázatokat; tágabb régiókból a nyertes témavezetett pályázatokból egyedül Ausztria mellett találunk strigulát (ott is csak egyet), és az összes közreműködő számában is a régiós élmezőnyben vagyunk.

Nézzük a további menetrendet! A legfontosabb dátum továbbra is 2021. október 31.; ha ezen túl vagyunk, és a Webb-űrtávcső sikeresen a küldetés helyszínére ér, további 6 hónap telik majd el a kalibrációs és a korai (részben tesztelési célú) tudományos mérések felvételével. Ezt követően, tehát a jelenlegi ütemterv szerint 2022 májusában indul el az idén márciusban kiválasztott programok kivitelezése.

Mit tehetünk addig? Nos, a kutatók március óta sem télenkednek, hiszen egyrészt további távcsőidő-pályázatokat lehetett beadni más műszerekre (a JWST Cycle-1 GO eredményhirdetést úgy időzítették, hogy utána maradt még néhány nap HST-pályázatok beadására, így a friss nyertesek rögtön nekiláthattak a jövőre várható JWST-méréseket kiegészítő, eddig esetleg hiányzó Hubble-mérések összegyűjtését célzó tervek írásának – ez például a változócsillagokat vagy tranziens objektumokat vizsgáló programok szempontjából különösen fontos szempont). Másrészt, már lehet készíteni vagy finomítani a terveket a JWST következő, várhatóan 2022 nyarán megnyíló pályázati körére... Bár olvasóink többségét ezek a teendők valószínűleg nem érintik, mindenki tehet valamit a „JWST-ügy” érdekében – ha mást nem, drukkolásból és

fohászból sosem elég... Fontos a társadalmi tényező is: csillagászati bemutatókon vagy egyéb ismeretterjesztő alkalmakon gyakran előfordul, hogy a tudomány-pénz-haszon hármasság mentén kell érveket felsorakoztatnunk. S persze ha olyan fiatalokkal hoz össze bennünket a sors, akik érdeklődnek a természettudományok és az Univerzum titkai iránt, az új űrtávcső remélt sikerei kiváló motivációs tényezőt adhatnak a kezünkbe, hogy a csillagász pálya felé terelgessük őket. Aki pedig csak gyönyörködni szeretne és még nem tette meg, keresse fel a JWST honlapját és közösségi felületeit – egy jó ideje már nem csak a küldetést bemutató animációkat, hanem a távcső összeszerelési és tesztelési fázisairól készült nagyszerű képeket és videókat is tátott szájjal nézhetjük. Becsüljük meg azt a hihetetlenül precíz mérnöki és műszaki munkát, ami ahhoz kell, hogy a Webb-álomból tényleg valóság, azaz számos fantasztikus felfedezés és egy új csillagászati aranykor szülessen.

Írásomat pedig hadd zárjam egy személyes gondolattal. Bő tíz éves szakmai pályafutásom egyik, ha nem a legnagyobb élménye volt az, hogy az elmúlt időszakban ilyen nagyszabású projekteken dolgozhattam a szakterületem vezető kutatóival együtt; a beadási időszak utolsó 1–2 hetében ez már szinte egész napokat kitöltő, sokszor több órás online intenzív együttgondolkodást és közös munkát jelentett – igazi „flow” élményt. A szakmai öröm ezen része akkor is megmaradt volna, ha egy pályázatunk sem nyer; de az, hogy nem így lett, persze még tovább fokozta ezt az életerzést. Március 30-án este az jutott eszembe, hogy mikor középiskolásként elindultam a csillagászlét felé vezető úton, úgy éreztem, egyetlen ilyen pillanatért is megérné – és valóban, akár csak ezért az egyért is megérte volna. Abban bízom és azt kívánom, hogy e szöveg olvasói közül is minél többen éljenek át hasonlóan 2022 nyarán megnyíló csillagászati pályáról, vagy az élet bármely más oldaláról.

Szalai Tamás