

Češi zrekonstruovali slavný záběr „Einsteinova“ zatmění Slunce. Snímek byl oceněn i v NASA

V pondělí 5. dubna 2021 publikovala Asociace univerzit pro výzkum vesmíru NASA jako prestižní Geovědecký snímek dne fotografii s názvem „Obarvené Einsteinovo zatmění“, jehož spoluautory jsou Petr Horálek z Fyzikálního ústavu v Opavě a prof. Miloslav Druckmüller z Vysokého učení technického v Brně. S využitím moderních výpočetních metod zpracování obrazu se pokusili „oživit“ snímek zatmění Slunce z 29. května 1919, který vedl k potvrzení Einsteinovy obecné teorie relativity. Lidé tak po více jako 100 letech mohou poprvé zhlédnout, jak tento úkaz vypadal v barvách a jaké nezvyklé jevy obklopovaly zakryté Slunce.

Je tomu už 102 let od výpravy Královské greenwichské observatoře, během které byla potvrzena ikonická obecná teorie relativity Alberta Einsteina (1879-1955). Jak známo, Einstein svou myšlenkovou revoluci ve fyzice zahájil v roce 1915 sérií přednášek na Pruské akademii věd, ale pod velmi nepříjemným tlakem, neboť jeho silný pacifismus a židovský původ v meziválečném období vyvolával snahy o diskreditaci jeho osoby. Naštěstí Einsteinova fyzikální teorie překročila hranice a dostala se do rukou britských vědců, kteří se ji rozhodli potvrdit experimentem při expedici za pozorováním zatmění Slunce.

Jedním z mnoha důsledků obecné relativity je skutečnost, že světlo vzdáleného zdroje se na své dráze může díky gravitaci jiného hmotného tělesa mírně vychýlit. Takže podle obecné teorie relativity by mělo Slunce svým gravitačním působením odchýlit světlo hvězd, procházejících v jeho blízkosti, což by se na fotografii hvězd projevilo jejich posunem směrem od Slunce. Otázkou bylo, zda se tato teorie dá prakticky ověřit. Vědci z Královské observatoře se o to pokusili – využili úplného zatmění Slunce 29. května 1919, kdy oslnivý sluneční disk byl zakryt Měsícem a na pár minut se kolem Slunce objevily slabé hvězdy v souhvězdí Býka. Tyto hvězdy se pak měly teoreticky nacházet vůči zakrytému Slunci o „kousíček“ jinde, než kdyby se mezi nimi a pozorovatelem naše hmotná mateřská hvězda nenacházela. Geniální, jednoduché, realizovatelné, pozorovatelné!

Na počátku 20. století ale neexistovaly digitální aparáty s velkým megapixelovým rozlišením, ani cestovní kanceláře a přesné předpovědi počasí či družicové snímky. Astronomové tehdy museli vynaložit velkou dávku diplomacie a expedici uzpůsobit tak, aby se úkaz dal dostatečně kvalitně zaznamenat na fotografické desky. Navzdory komplikacím,

Astrofyzikální proGResy z Opavy jsou komunikační platformou evropských projektů řešených na Fyzikálním ústavu Slezské univerzity v Opavě. Je zaměřená na komunikaci výsledků práce opavských astrofyziků a teoretických fyziků, zejména v oblasti teorie relativity a gravitace (velká písmena GR ve slově proGResy). Název je volně inspirován také workshopy RAGTime, které probíhají na Fyzikálním ústavu v Opavě déle než 20 let. Více informací na progressy.physics.cz.

kteří přinášela hlavně světová válka, se 10. listopadu 1917 rozhodl britský *Stálý výbor pro sluneční zatmění*, že zorganizuje expedice do pásu totality dlouhého zatmění Slunce 29. května 1919.

Expedice byly dvě, koordinované *Frankem W. Dysonem* (1868-1939) a *Arturem S. Eddingtonem* (1882-1944). Právě konec první světové války nakonec vědcům nahrál, pečlivě zabalené přístroje byly odvezeny do Liverpoolu, odkud obě expedice cestovaly společně na palubě parníku *Anselm* v sobotu 8. března 1919 směrem na Madeiru. Jedna z nich – vedená *Andrewem C. D. Crommelinem* (1865-1939) – putovala do brazilského Sobralu. Eddington pak vedl expedici na Princův ostrov ve Guinejském zálivu. Obě expedice měly během zatmění problémy s oblačností, ale nakonec vzniklo několik dostatečně kvalitních záznamů na fotografické desky, které byly poslány i přes cestovní komplikace úspěšně dovezeny zpět do Británie v červenci a srpnu roku 1919.

Výsledky byly navzdory problémům opravdu znamenité a zajistily vědecké uznání jak členům expedice, tak samotnému Einsteinovi. Hvězdy obklopující Slunce během zatmění byly dostatečně jasné, aby se daly porovnat s jejich polohami na deskách pořízených později – když se Slunce mezi nimi nenacházelo. Ukázalo se, že jejich poloha je skutečně až o 1,75 obloukové vteřiny odchýlena díky gravitaci Slunce. Výsledky postupně obletěly celý svět, stejně jako obrázky samotného zatmění pořízené na ony skleněné desky. Vystává ale otázka – co se s nafocenými materiály stalo? Bohužel, originální desky ze zatmění v roce 1919 se ztratily, ale naštěstí byly vytvořeny kopie jedné z nich a rozeslány observatořím po světě, aby všichni vědci na vlastní oči viděli důkaz podporující teorii relativity. Jedna kopie snímku ze Sobralu se dostala také na observatoř *Landessternwarte Heidelberg-Königstuhl*, která ji nedávno digitalizovala v rámci projektu HDAP (Heidelberg Digitized Astronomical Plates). A s tím začal zcela nový příběh, který vyústil v prestižní ocenění v NASA.

Petr Horálek z Fyzikálního ústavu v Opavě ve spolupráci s Evropskou jižní observatoří získal digitalizovanou kopii původní desky v nejvyšší možné kvalitě. Už na první pohled bylo jasné, že kvalita snímku zdaleka nedosahuje současných možností, navíc sken byl poškrábaný a plný prachových částic. Je také zcela zřetelné, že v době zatmění skutečně na Sobralu překážela oblačnost.

Bylo nutné upravit digitální podobu skleněné desky tak, aby zmizely některé artefakty, a naopak vynikly skutečné struktury sluneční korony. **Výsledek byl poté zpracován sofistikovaným programem NAFE profesora Miloslava Druckmüllera z Vysokého učení**

Astrofyzikální proGResy z Opavy jsou komunikační platformou evropských projektů řešených na Fyzikálním ústavu Slezské univerzity v Opavě. Je zaměřená na komunikaci výsledků práce opavských astrofyziků a teoretických fyziků, zejména v oblasti teorie relativity a gravitace (velká písmena GR ve slově proGResy). Název je volně inspirován také workshopy RAGTime, které probíhají na Fyzikálním ústavu v Opavě déle než 20 let. Více informací na progressy.physics.cz.

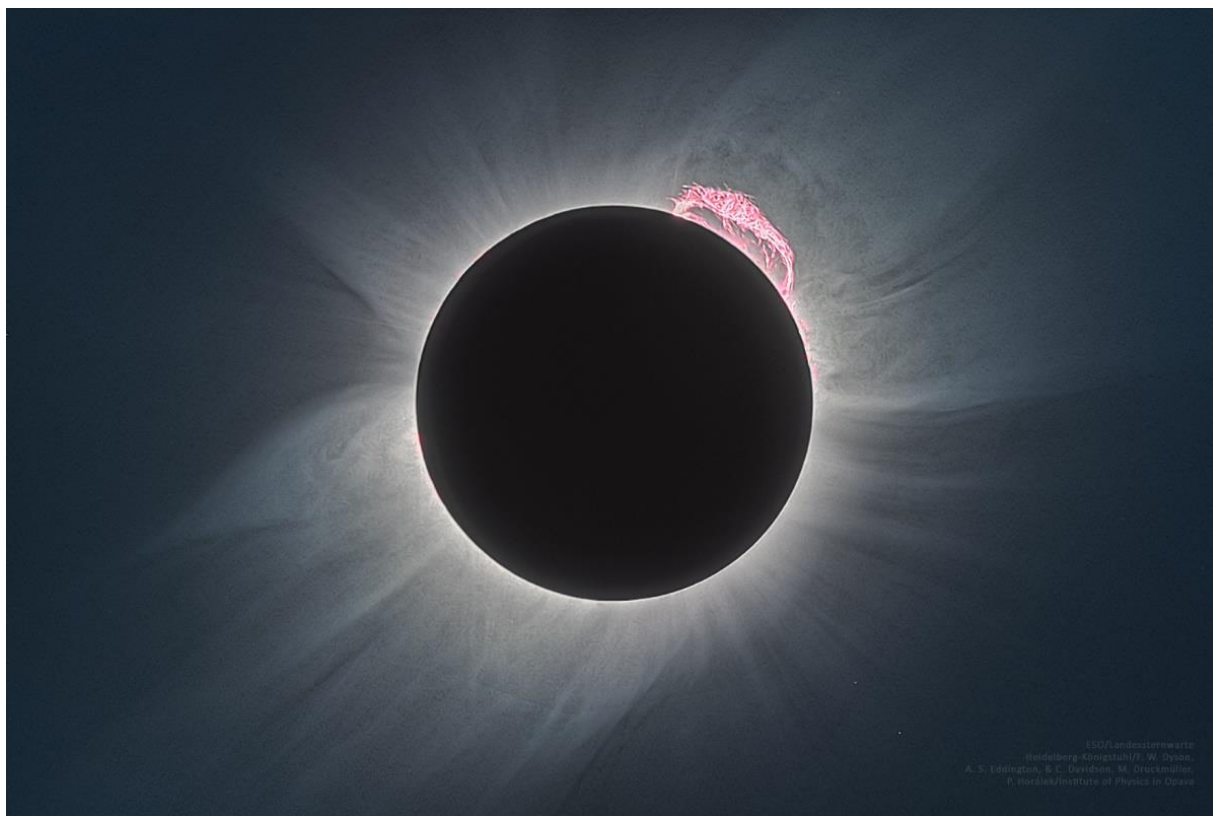
technického v Brně. Program umí pomocí tzv. Fourierovy transformace zvýraznit i jemné detaily ve strukturách jinak spíše rozmazaných snímků, díky čemuž bylo možné získat ještě pěknější detaily ve sluneční koruně, ale hlavně v protuberanci, která se tehdy během zatmění ukázala. Nakonec ze známých barevných vlastností některých jevů na snímku dokázal Horálek velmi věrně rekonstruovat barevnost celého obrázku, který byl doposud dostupný jen černobíle. **Lidem se tak ukazuje zcela poprvé v historii lidstva slavné „Einsteinovo“ zatmění v barvách a jemných detailech.**

Co na snímku vidíme? Tak především tmavý měsíční disk zakrývá ten oslnivý sluneční, díky čemuž se ukazuje slabá strukturovaná sluneční korona – rozevlátá plazmová obálka Slunce tvarovaná jeho magnetickým polem. Její struktura byla poměrně komplikovaná – zatmění proběhlo zhruba 2 roky po maximu slunečního cyklu číslo 15, takže lze vidět četné magnetické smyčky, ale také rozeznat sluneční magnetické póly (vlevo nahoře, vpravo dole) a dlouhé rovníkové koronální paprsky. Nejúchvatnější je ale narůžovělá protuberance – oblak chladnějšího plazmatu vznášejícího se nad slunečním povrchem. Takto obří protuberance je během úplného zatmění Slunce velmi vzácným jevem a pravděpodobně jde o tu největší, jaká kdy byla během slunečního zatmění fotograficky zachycena.

Geovědecký snímek Asociace univerzit pro výzkum vesmíru NASA (zkráceně EPOD) je uznávané ocenění nejzajímavější astronomické, atmosférické či geologické fotografie dne, kterou pro každý den pečlivě vybírá profesor *James Foster*, emeritní vědecký pracovník na Goddardově vesmírném centru NASA. Vznikl v roce 1999 jako samostatná „větev“ prestižního Astronomického snímku dne NASA. Oproti němu je ovšem více geovědecky zaměřený – mimo astronomické snímky jsou zde publikovány i ty geologické, meteorologické, chemické nebo atmosférické. Kromě EPOD byl snímek prezentován na prestižním vědeckém serveru Spaceweather.com.

Fyzikální ústav v Opavě, který je mj. zaměřen na vědecký výzkum důsledků slavné Einsteinovy teorie, chtěl tímto snímkem také upozornit na kulaté výročí udělení Nobelovy ceny tomuto slavnému fyzikovi. Právě před 100 lety, 30. března 1921, odjel do New Yorku přednášet o své teorii. Nobelovu cenu však získal za svou práci o fotoelektrickém jevu. Komise Švédské královské akademie věd se tehdy dohodla, že méně kontroverzní starší práce je z politického hlediska vhodnější. Dnes je ale teorie relativity základním pilířem pro fyzikální chápání vesmíru.

Astrofyzikální proGResy z Opavy jsou komunikační platformou evropských projektů řešených na Fyzikálním ústavu Slezské univerzity v Opavě. Je zaměřená na komunikaci výsledků práce opavských astrofyziků a teoretických fyziků, zejména v oblasti teorie relativity a gravitace (velká písmena GR ve slově proGResy). Název je volně inspirován také workshopy RAGTime, které probíhají na Fyzikálním ústavu v Opavě déle než 20 let. Více informací na progressy.physics.cz.



Rekonstruovaný snímek úplného zatmění Slunce 29. května 1919. Autoři: ESO/Landessternwarte Heidelberg-Königstuhl/F. W. Dyson, A. S. Eddington, & C. Davidson, P. Horálek/Fyzikální ústav v Opavě, M. Druckmüller/Vysoké učení technické v Brně.

Astrofyzikální proGResy z Opavy jsou komunikační platformou evropských projektů řešených na Fyzikálním ústavu Slezské univerzity v Opavě. Je zaměřená na komunikaci výsledků práce opavských astrofyziků a teoretických fyziků, zejména v oblasti teorie relativity a gravitace (velká písmena GR ve slově proGResy). Název je volně inspirován také workshopy RAGTime, které probíhají na Fyzikálním ústavu v Opavě déle než 20 let. Více informací na progressy.physics.cz.

Video: Velkolepý příběh Einsteinova zatmění

Odkaz ke sdílení: <https://www.youtube.com/watch?v=f4Oo1u9da6I>



Video popisuje britské expedice v roce 1919, Einsteinův úspěch, „publikaci“ snímku Evropskou jižní observatoří a „oživení“ jeho struktur a barev Petrem Horálkem a prof. Miloslavem Druckmüllerem. Video je volné k šíření.

Astrofyzikální proGResy z Opavy jsou komunikační platformou evropských projektů řešených na Fyzikálním ústavu Slezské univerzity v Opavě. Je zaměřená na komunikaci výsledků práce opavských astrofyziků a teoretických fyziků, zejména v oblasti teorie relativity a gravitace (velká písmena GR ve slově proGResy). Název je volně inspirován také workshopy RAGTime, které probíhají na Fyzikálním ústavu v Opavě déle než 20 let. Více informací na progressy.physics.cz.

Kontakty a další informace:

Mgr. Debora Lančová

Fyzikální ústav SU v Opavě

Email: debora.lancova@physics.slu.cz

Telefon: +420 776 072 756

doc. RNDr. Gabriel Török, Ph.D.

Garant evropského projektu HR Award

Email: gabriel.torok@physics.cz

Telefon: +420 737 928 755

Bc. Petr Horálek

*PR výstupů evropských projektů FÚ SU v Opavě
spoluautor snímku*

Email: petr.horalek@slu.cz

Telefon: +420 732 826 853

Prof. RNDr. Miloslav Druckmüller, CSc.

*Fakulta strojního inženýrství VUT v Brně
spoluautor snímku*

Email: druckmuller@fme.vutbr.cz

Telefon: +420 541 222 916

prof. RNDr. Zdeněk Stuchlík, CSc.

Ředitel Fyzikálního ústavu SU v Opavě

Email: zdenek.stuchlik@physics.slu.cz

Telefon: +420 553 684 240

Astrofyzikální proGRESy z Opavy jsou komunikační platformou evropských projektů řešených na Fyzikálním ústavu Slezské univerzity v Opavě. Je zaměřená na komunikaci výsledků práce opavských astrofyziků a teoretických fyziků, zejména v oblasti teorie relativity a gravitace (velká písmena GR ve slově proGRESy). Název je volně inspirován také workshopy RAGTime, které probíhají na Fyzikálním ústavu v Opavě déle než 20 let. Více informací na progressy.physics.cz.