

Einstein opět v Praze (4. část)

Ohlédnutí za „českým“ seriálem z produkce National Geographic aneb „fyzik potkává filmaře“

Jiří Podolský, Pavel Cejnar

Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8; jiri.podolsky@mff.cuni.cz; pavel.cejnar@mff.cuni.cz

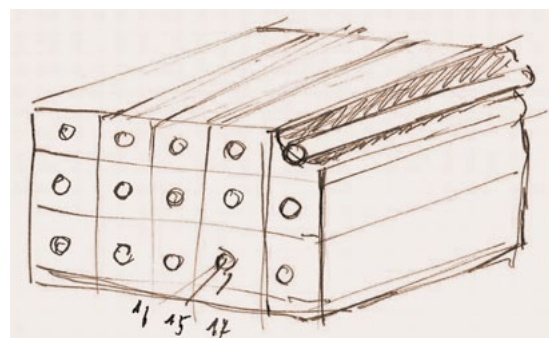
Na podzim roku 2018 odvysílala Česká televize na ČT2 unikátní desetidílný seriál *Génius: Einstein*, věnovaný životu a dílu asi nejslavnějšího fyzika všech dob. Každý pátek od září do listopadu mezi 20. a 21. hodinou tak měl každý možnost chronologicky sledovat celý Einsteinův pozoruhodný osud, často dramatický v osobní, vědecké i celospolečenské rovině. Na jeho pozadí tvořil své objevy, z nichž mnohé byly hodny Nobelových cen a doslova změnily historii (vzpomeňme jeho podíl na vzniku kvantové teorie, formulování speciální i obecné relativity či pozemský i kosmický dosah jeho rovnice $E = mc^2$). To vše bylo nyní bravurně zachyceno v HD kvalitě, precizní dobové výpravě, s hvězdným hereckým obsazením postav. Co více si může přát fyzik, jemuž není lhostejná historie ani obraz, jaký má jeho obor mezi ostatními lidmi! Seriálem *Génius* dostal možnost sdílet „to nejlepší z dějin fyziky“ se svými rodinami, přáteli nefyziky, se všemi ostatními. Nám, autorům tohoto článku, však bylo řízením osudu dopřáno více. Dostali jsme šanci aktivně se podílet na tvorbě takového výjimečného díla.

Otcové jaderné bomby (PC)

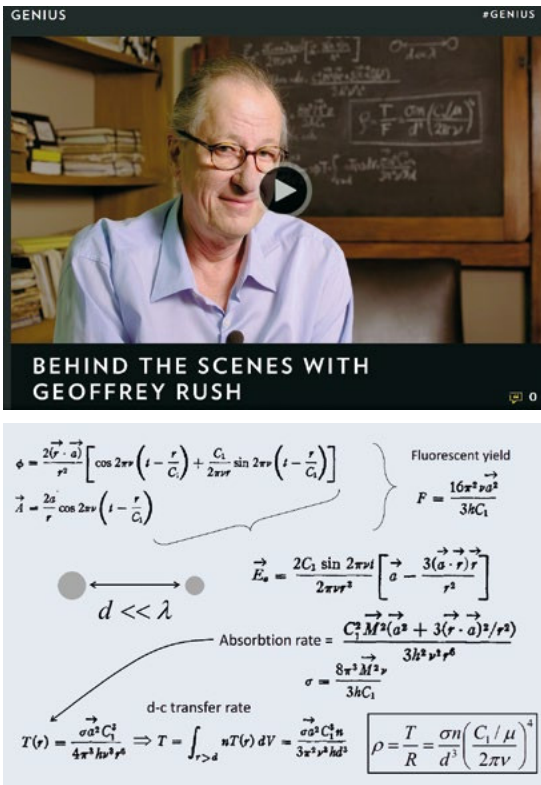
Toto označení lze se stejnou váhou přisoudit fyzikovi maďarského původu Leo Szilardovi a Američanovi Robertu Oppenheimerovi [44, 45]. Szilard již v roce 1933, tedy více než pět let před objevem jaderného štěpení, přišel s myšlenkou řetězové jaderné reakce využitelné k výrobě energie. Jeho tehdejší patent (udělený v roce 1936 [46]) sice obsahuje z dnešního hlediska irelevantní jaderné procesy, ale představa reakce udržující se v permanentním chodu díky produkci stejných částic, jaké jsou potřeba k jejímu spuštění, se v pozdějších pracích o štěpení atomových jader indukovaném neutrony plně potvrdila. Není-li průběh reakce regulován, dochází k exponenciálnímu nárůstu jejího výtěžku. Szilard si jako jeden z prvních uvědomil obrovský válečný potenciál jaderného štěpení a byl to především on, kdo v roce 1939 přesvědčil Einsteina k napsání proslulého dopisu upozorňujícího na nebezpečí vývoje německé jaderné zbraně americkému prezidentovi F. D. Rooseveltovi. V dopise Einstein, ač sám přesvědčený pacifista, doporučuje zahájení amerického vojenského jaderného programu. To se později skutečně stalo. Když se v roce 1942 naplno rozeběhl takzvaný *Manhattan Project*, byl jako vedoucí jeho výzkumných laboratoří jmenován Robert Oppenheimer.

Szilard i Oppenheimer v *Géniovi* samozřejmě několikrát vystupují. Scéna ve 27. minutě 9. epizody, v níž se Szilard snaží přesvědčit odporujícího Einsteina o nut-

nosti napsat dopis Rooseveltovi, měla obsahovat prezentaci několika nákresů, které si s sebou Szilard na návštěvu k Einsteinovi přinesl (návštěva se skutečně odehrála v Einsteinově letní rezidenci na Long Islandu, která v hale barrandovského ateliéru stála jen pár kroků od jeho stálého princetonského domu). Na jeden z archů jsem nechal načrtnout rozrůstající se štěpnou reakci na izotopu uranu 235 – při každém aktu štěpení se uvolňují dva až tři neutrony, které mohou způsobit štěpení dalších uranových jader. Pro druhý arch jsem zvolil variaci na jeden z obrázků, který se o několik let později objevil v patentu [47] jaderného reaktoru podaném Leo Szilardem a Enricem Fermim (jenž v prosinci 1942 jako první na světě



Obr. 52 Náčrt aktivní zóny jaderného reaktoru vytvořený pro účely natáčení na základě Szilardova a Fermiho patentu [47]. Zdroj: osobní archiv P. Cejnara



Obr. 53 Geoffrey Rush mluví o natáčení *Génia* před tabulí v pracovně Roberta Oppenheimera. V dolní části je původní návrh této tabule. Zdroj: *National Geographic* a osobní archiv P. Cejnara

jednoduchý jaderný reaktor skutečně spustil, a to pod tribunami fotbalového stadionu v Chicagu).

Na obrázku 52 je znázorněna skladba uranových tyčí mezi grafitovými bloky plnicími funkcí moderátoru, tedy zpomalovače v reakci uvolněných neutronů na malé energie, při kterých mohou snadněji způsobovat další štěpení. Jenže tato volba obrázku se při natáčení na Barrandově ukázala být poněkud problematickou. Szilard Einsteinovi vysvětluje možnosti využití štěpení a zmiňuje „použití grafitu jako reflektoru“ (odrazem od reflektoru se zabrání úniku neutronu, čímž se zvýší účinnost). To však neodpovídá obrázkům. U režiséra Kena Billera se mi daří prosadit změnu jednoho slova – při dalším přetáčení scény se už mluví o „použití grafitu jako moderátoru“. Jenže tok následujícího dialogu plyne mnohem rychleji, než jsem předpokládal, takže hned v dalším záběru Szilard vykládá o *bombě* schopné zničit celá města. V bombě se moderátor samozřejmě nepoužívá. S pocitem jisté trapnosti (protože změnu jsem prosadil já) na to musím upozornit režiséra. Ten si sekvenci poštlí znovu a uklidňuje mě, že to tak může zůstat, protože mezi záběry není přímá souvislost. V sestříhané verzi je ale nakonec vše zkráceno, takže slova o moderátoru vůbec nezazní. Teprve o rok později jsem se dověděl, že v rámci projektu Manhattan se po jistou dobu opravdu pracovalo i na verzi jaderné bomby, v níž těžký vodík provázaný s uranem hrál roli neutronového moderátoru [48].

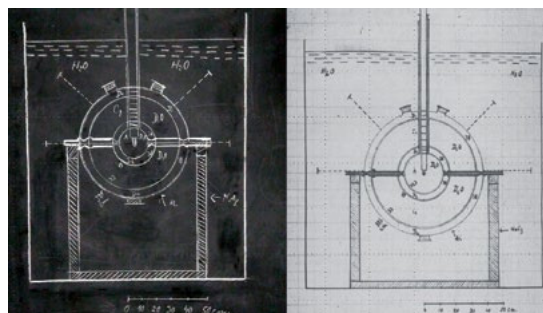
Robert Oppenheimer se mi ve vzpomínkách na natáčení *Génia* spojuje s tabulí hrající striktně „dekorační“ roli v kratičkém rozhovoru Oppenheimera s Einsteinem v 18. minutě 10. epizody. Tabule se ve zmíněné scéně mihne tak rychle, že jsem si jí sám při sledování napoprvé ani nevšiml. Její důležitost však vzrostla, když se právě před ní odehrál videorozhovor s Geof-

freyem Rushem, prezentovaný na stránkách *National Geographic* jako doprovodný materiál při premiérovém vysílání seriálu, viz obr. 53. Právě takovéto zvraty ukazují, že přípravu žádné z tabulí nebylo radno zanedbat. Nuže, co mohlo být napsáno na tabuli v pracovně Roberta Oppenheimera v roce 1950? Zjistil jsem, že právě v tom roce Oppenheimer spolu s biologem Williamem Arnoldem publikoval článek o fyzikálních aspektech fotosyntézy [49]. Pokud vás takové téma u „designéra bomb“ překvapuje, pak vězte, že Oppenheimer byl géniem, jenž formálně (jako autor) či neformálně (jako poradce či inspirátor) přispěl do mnoha oblastí fyziky, včetně před válkou koncipované kvantové teorie pole anebo prvního modelu gravitačního kolapsu hvězdy v kontextu obecné teorie relativity [50]. Jeho angažmá v projektu Manhattan jako by vše přehlušilo. Dodejme, že intuice Oppenheimera ani v tomto článku (jednom z jeho posledních) neklamala – role kvantové fyziky při popisu fotosyntézy totiž dodnes představuje velmi zajímavou oblast výzkumu.

Dobře utajený výbuch (PC)

Když jsem byl požádán o návrh několika tabulí do laboratorní německého vojenského výzkumu štěpení atomových jader za 2. světové války pro dvě scény 9. epizody, neviděl jsem v tom větší problém. Do scény z berlínské laboratoře roku 1939, v níž Werner Heisenberg a Carl von Weizsäcker rozmlouvají o rodícím se *Uranovém projektu*, jsem použil a v různých nákresech rozvinul von Weizsäckerův vzorec pro výpočet vazbové energie jader z roku 1935 [51]. Tato koncepčně poměrně jednoduchá formulka funguje překvapivě dobře (dodnes ji učíme) a vlastně vysvětluje, proč se štěpením těžkých jader uvolňuje energie. Odkazuji zde například na Heisenbergovu poválečnou učebnici jaderné fyziky [52], kde lze najít i stručné – i když zdaleka ne úplné! – resumé německého jaderného výzkumu za války.

Pro návrh tabulí z druhé scény, odehrávající se v Lipsku v červnu 1942, jsem využil technické schéma, které se hodilo na neurčitý popis jakéhosi experimentálního zařízení, obsažený ve scénáři. Jednalo se o kovovou kouli naplněnou několika vrstvami uranu a těžké vody, jejíž nákrepy jsem v různých variantách našel v knize Heisenbergových sebraných spisů [53]. Zjistil jsem, že tento „předstupeň jaderného reaktoru“ měl dokázat množení neutronů ve štěpné řetězové reakci. Zdrojem neutronů byl zářič ve středu koule (s využitím konverze α částic na neutrony prostřednictvím reakce s beryliem) a těžká voda sloužila jako účinný moderátor v prostoru mezi uranovými vrstvami, viz obr. 54.



Obr. 54 Náčrt Heisenbergova jaderného reaktoru v jednom z válečných reportů Uranového projektu (vpravo) a jeho kopie na tabuli při natáčení *Génia* (vlevo). Tabule se nedostala do žádného záběru, takže ji v seriálu nevidíte. Zdroj: [53] a osobní archiv P. Cejnara



Obr. 55 Přípravy na natáčení výbuchu Heisenbergova reaktoru (na horním snímku je nádrž v pozadí) v replice lipské laboratoře německého Uranového projektu. Zdroj: osobní archivy J. Podolského a P. Cejnara, foto: A. Železníková a J. Valenta

Můj klid však skončil v okamžiku, kdy jsem byl přizván jako poradce přímo k natáčení obou scén. Nejprve mě ohromilo zjištění, že čeští rekvizitáři jaderné zařízení z druhé scény podle mých nákresů skutečně vyrobili. Při detailnějším pohledu do scénáře jsem se navíc dozvěděl, že zařízení má sehrát velmi dramatickou roli – vybuchnout! Je to asi nejakčnější událost celého seriálu. Přiznávám, že jsem trochu zpanikařil. Proboha, snad si někdo nemyslí, že tam opravdu došlo k jadernému výbuchu! Lekl jsem se, že jsem lehkovážně pomohl uvést do života naprostý fyzikální nesmysl.

Pátrání na internetu a v dalších zdrojích mě však nakonec uklidnilo. Výbuch v roce 1942 skutečně nastal [54]. Jednalo se ale o „pouhé“ chemické hoření, které pro uran v práškové formě může probíhat až explozivním způsobem. K incidentu došlo 23. června v lipské laboratoři, již šéfoval sám Heisenberg. Uran se vznítil při rutinní kontrole, při níž byla koule s uranem vyzvednuta z vodní chladicí lázně a otevřena. Nepomohlo pak ani ponoření koule zpět do vody. Po několika hodinách pára nahromaděná uvnitř koule roztrhla její kovový obal a hořící kusy uranu celou laboratoř zdevastovaly. Šlo zřejmě o první jadernou nehodu v dějinách. Takže tvůrci scénáře byli – na rozdíl ode mne, profesionálního jaderného fyzika – zcela v obraze.

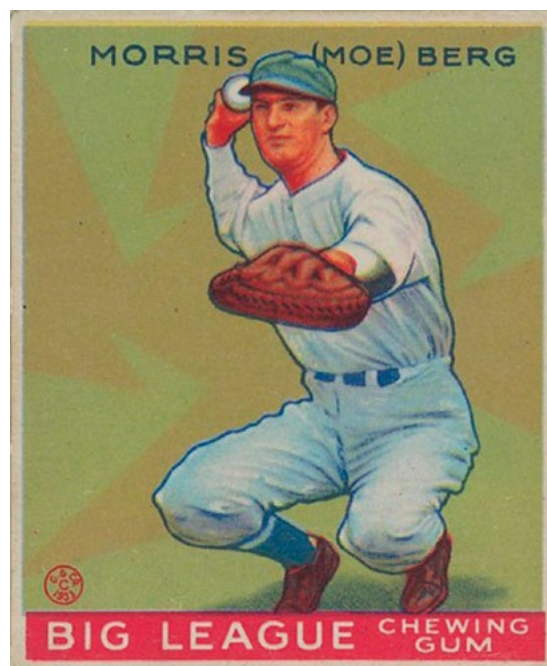
Natáčení scény ve vysloužilé průmyslové hale ve Kbelích probíhalo mnoho hodin. Dramatičnost zdůraznila i malá nehoda, kdy při snímání urychlené evakuace laboratoře s reaktorem jeden z herců upadl. Chvilu napětí – ale vše se naštěstí obešlo bez zranění. Obdivoval jsem práci českých rekvizitářů. Vodní lázeň, do níž byla ponořena koule, začala na povel z dálkové-

ho ovládnání bublat a potom i pářit (obr. 55). Byly připraveny barely „s uranem“, nádoby „s těžkou vodou“ opatřené autentickými nápisy *Norsk Hydro* (jediným zdrojem těžké vody byl v té době závod v norském Vemorku, napojený na hydroelektrárnu) a mnoho dalších vychytávek. Zážitkem byla i profesionalita a um režiséra a kameramanů – jejich úžasná schopnost ztvárnit scény působivým způsobem (samotný výbuch byl samozřejmě animován dodatečně v postprodukci). Jistě, představy filmařů byly v mnoha ohledech poněkud naivní, respektive orientované spíše k výslednému vizuálnímu efektu nežli k faktické správnosti. Například skleněné demižony s „těžkou vodou“ se dost ledabyle válely téměř všude, především na těch nejvyšších místech laboratorních stolů (marně upozorňuji, že s takto cennou látkou by bylo nejspíš zacházeno s mnohem větší opatrností). Nebo skutečnost, že v laboratoři, kde probíhá mimořádná událost vymykající se kontrole, má na jakýchkoli chemických procedurách dál nerušeně pracovat několik laborantů. Nicméně když jsem se pozdě večer vracel z natáčení domů, mé dojmy byly opravdu silné.

Škoda že v seriálu z toho všeho zbylo jenom pár vteřin (ve 35. minutě 9. epizody). Jen pár vzrušených slov Heisenberga a von Weizsäckera nad vířící lázní, útek laborantů, záblesk. Nemusím snad ani dodávat, že z mých tabulí se v těchto scénách neobjevuje žádná.

Ostře sledovaný Heisenberg (PC)

Berg nejsou jen poslední čtyři písmena slova Heisenberg, ale také jméno muže, který měl tohoto geniálního německého fyzika v roce 1944 zavraždit. Morris (Moe) Berg byl asi nejvzdělanější hráč baseballu všech dob (obr. 56). Ví se, že tento legendární zadák několika amerických baseballových týmů absolvoval Princeton a ovládal sedm jazyků včetně latiny, řečtiny a sanskrtu [55]. Byl to ale také dobrovolník, který se na začátku 2. světové války přihlásil k americkým tajným službám [56]. Jeho velká chvíle přišla v roce 1944, když se blížila Heisenbergova přednáška v Curychu ohlášená na 18. prosince. Berg dostal za úkol Heisenberga, kte-



Obr. 56 Hráč baseballu, znalec jazyků a tajný agent Morris Berg na obrázku z roku 1933. Zdroj: Wikipedia



Obr. 57 Werner Heisenberg 18. 12. 1944 v Curychu před tabulí se vzorci své S-maticové teorie. Zdroj: National Geographic, foto: Dušan Martinček

rý byl spojenci ne zcela oprávněně pokládán za hlavní mozek německého vojenského jaderného výzkumu, zabít. Protože švýcarské území bylo díky formální neutralitě méně kontrolované, mohl Berg do posluchárny proklouznout jako náhodný posluchač. Na přednášce a v následném osobním rozhovoru s Heisenbergem se tak schylovalo k opravdovému dramatu. Dá Heisenberg nějak najevo, že *Uranový projekt* v Německu pod jeho vedením úspěšně postupuje?

Jak víme, vše nakonec proběhlo tak, že Heisenberg zůstal naživu. Tématem jeho přednášky v Curychu totiž nebylo jaderné štěpení nebo cokoli, co by s ním mohlo nějak souviset, ale tzv. S-maticová teorie. Heisenberg sice v rámci *Uranového projektu* skutečně zastával důležité funkce (viz část *Dobře utajený výbuch*), ale zároveň se celou válku zabýval také (a snad můžeme říci i především) svou dávnou láskou – kvantovou teorií. Vědom si potíží, se kterými se v té době potýkaly rané pokusy o kvantování fyzikálních polí (divergence objevující se ve výrazech pro amplitudy různých procesů, které byly až po válce vyřešeny technikou renormalizace), pokusil se Heisenberg přeformulovat kvantovou teorii do nového jazyka. Jím navržený koncept tzv. S-matic se dodnes používá zejména při popisu srážek částic. Zlomky jeho článků na toto téma [57] můžete vidět na tabulích Heisenbergovy curyšské přednášky v *Géniovi* (obr. 57). Mimochodem, návrh těchto tabulí do 9. epizody nebyl tak úplně snadný, protože původní Heisenbergův přístup není příliš zdokumentován – jeho články na toto téma nebyly ani přeloženy do angličtiny a do dnešních učebnic se z nich moc nedostalo. V každém případě se zdá, že příklon k čisté teorii tehdy Heisenbergovi zachránil život, což snad může být jistou satisfakcí pro všechny „zaryté teoretiky“ často čelící obvinění z nepraktičnosti.

Zajímavé je, že propojení Berga a Heisenbergem se stalo námětem dalšího amerického filmu, který se řízením jakýchsi náhod opět z velké části natáčel v Praze (a s malým přispěním PC coby fyzikálního poradce). Scéna z Heisenbergovy curyšské přednášky, s tabulí připomínající tu z *Génia*, je jedním z jeho ústředních motivů. Film *The Catcher Was a Spy* [58] režiséra Bena Lewina podle knihy Nicholase Dawidoffa [56] byl uveden do kin v polovině roku 2018, bohužel s nepříliš pozitivním hodnocením. V našich kinech k vidění nebyl.

Ted' je obecná teorie relativity potvrzena (JP)

Vraťme se ale zpět k Einsteinovi – v chronologii příběhu se ocitáme už po válce. Krátce po začátku 10. epizody

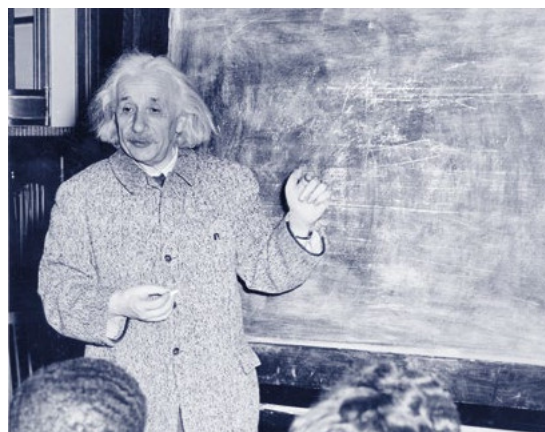
seriálu *Génius* najdeme působivou scénu odehrávající se v květnu 1946. Albert Einstein odmítá pozvání velkých a slavných univerzit, jako je Harvardova či Cornellova, místo toho navštíví Lincoln University v Pensylvánii a ve velké posluchárně má přednášku před studenty černošského původu. V té době to byla jedna z mála vysokoškolských kolejí, kde výhradně směli studovat. Einstein v emotivním monologu odsuzuje rasismus a jasně vyslovuje své humanistické krédo: „Všichni sdílíme tutéž charakterní morální lidskost, tutéž zvědavost, stejné naděje a sny...“

Scéna číslo 1006 na Lincoln University má také fyzikální obsah. Einstein v jejím úvodu říká: „Gravitační síla působení Slunce je tak velká, že ohýbá i samotné světlo. Díky tomu jsem nakonec prokázal obecnou teorii relativity.“ Po mnoha letech se tedy scénář vrací k jeho největšímu intelektuálnímu dílu z roku 1915 (viz část *Vznik obecné relativity v seriálu Génius*) a k jejímu *klíčovému testu* z roku 1919. Dvě britské expedice tehdy proměřily ohyb paprsků hvězd při zatmění Slunce, které nastalo 29. května. Výsledky byly oznámeny 6. listopadu 1919 v Londýně [59] a v rámci chyb měření dobře souhlasily s Einsteinovou jednoznačnou předpovědí 1,75 úhlové sekundy v bezprostředním okolí disku. Tento spektakulární úspěch učinil z Einsteina doslova přes noc celebritu se světovým renomé.

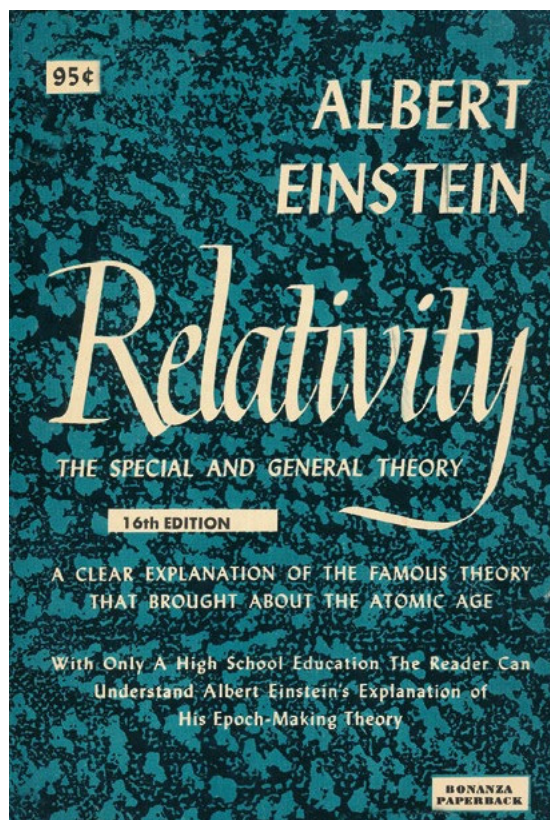
V 7. epizodě seriálu je tento fakt zmíněn pouze na okraj v banální scéně s novináři (Eddington je v ní *spolu* s Einsteinem a Elsou v *Cambridgi*, což je historický nesmysl). Ve zběsilém tempu příběhu divák určitě nestihne pochopit zásadní význam a dosah tohoto klíčového testu obecné teorie relativity. Takže když jsem nyní dostal za úkol připravit na toto téma dvě tabule do posluchárny na Lincoln University, rozhodl jsem se příležitosti plně využít.

Neměl jsem ovšem snadnou výchozí pozici. Z Einsteinovy návštěvy se sice dochoval autentický snímek, viz obr. 58, ale ani při podrobném zkoumání nelze jednoznačně dešifrovat, co tenkrát na tabuli napsal. Dá se rozeznat jen pár šipek a skloněný obdélníček. Po chvíli přemýšlení mi však došlo, že Einstein tehdy asi hovořil o *aberraci světla*, až potom se nejspíš dostal k testům obecné relativity.

Obrátil jsem se přímo k hlavnímu zdroji, konkrétně k unikátní Einsteinově knize [60] z roku 1917. Je to jediná rozsáhlá práce, v níž vykládá podstatu svých teorií širokému okruhu čtenářů. Není divu, že byla přeložena



Obr. 58 Albert Einstein přednáší 3. 5. 1946 na Lincoln University. Na tabuli se toho moc rozeznat nedá. Zdroj: Lincoln University of Pennsylvania, Langston Hughes Memorial Library Special Collections



Obr. 59 Einsteinova populární kniha o relativitě. Podle tohoto amerického vydání z roku 1961 jsem připravil tabule na Lincoln University. Zdroj: osobní archiv J. Podolského

do spousty jazyků (již v roce 1923 také do češtiny [61]) a dočkala se mnoha vydání. Ve své knihovně mám její 16. vydání v angličtině [62] z roku 1961, viz obr. 59. Tuto knihu mi kdysi věnoval můj učitel Josip Kleczek, skvělý astronom a popularizátor vědy.

Albert Einstein ke své knize v roce 1920 připojil třetí dodatek. Věnoval ho vztahu mezi teorií a realitou, tedy otázce, nakolik je jeho obecná relativita potvrzována zkušeností. Samozřejmě to pro něj byla otázka zásadní. Einstein uvádí tři klasické testy:

- pohyb perihelia Merkuru,
- odklon světelných paprsků gravitačním polem,
- posuv spektrálních čar směrem k červenému konci spektra.

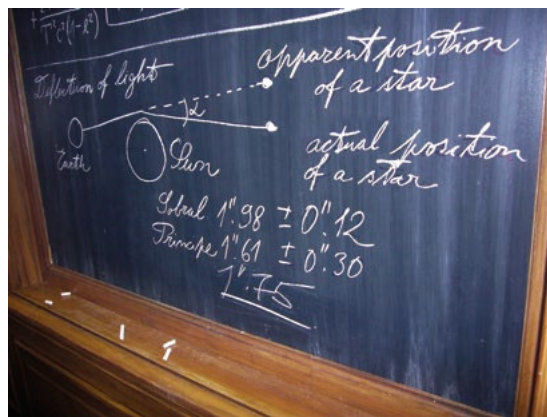
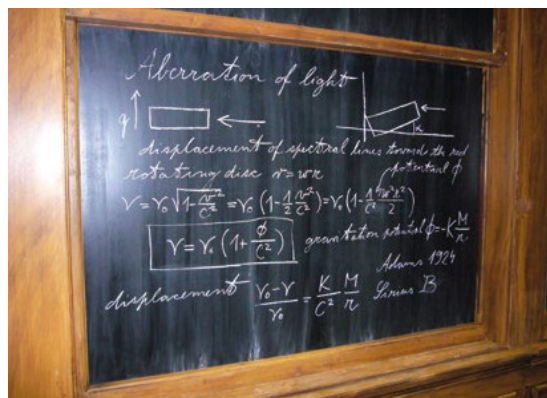
V [62] jsou uvedeny příslušné vzorce, názorné obrázky i autentický pregnantní text v angličtině, tedy ideální podklady pro tvorbu tabulí. Výsledek je vidět na obr. 60. Na první tabuli je nahoře schéma aberace světla (převzal jsem ho z obr. 58), pod ním pak Einsteinovo elegantní odvození vzorce pro posuv čar k červenému konci spektra způsobený gravitačním polem. V textu sám vysvětluje: „Atom pohlcuje, případně vysílá kmitočet, jenž závisí na potenciálu gravitačního pole, v němž se atom nachází. Čím silnější je gravitační pole, tím červenější se bude při pozorování z dálky jevit atomem vysílané světlo.“ Tento jev se v letech 1924–1925 podařilo změřit americkému astronomovi Walteru Adamsovi. Analýzou spektra hvězdy Sirius B, což je malý průvodce nejjasnější hvězdy na obloze, ukázal, že je to velmi kompaktní bílý trpaslík se silným gravitačním polem na povrchu.

Na druhé tabuli je nahoře uveden Einsteinův slavný vzorec pro anomální stáčení perihelia Merkuru, pře-

zentovaný 18. 11. 1915, o kterém jsme již podrobně referovali, viz obr. 32. Dole je pak klíčové schéma pro ohyb paprsků hvězdy Sluncem popsany úhlem α , pod ním pak hodnoty, které naměřily dvě expedice britské Královské astronomické společnosti [59] během zatmění Slunce 29. 5. 1919. První v brazilském Sobralu (vedl ji Crommelin s Davidsonem) dala hodnotu 1,98 s odhadnutou chybou měření 0,12. Pozorování druhé expedice na ostrovu Principe u pobřeží západní Afriky (vedené Eddingtonem a Cottinghamem) poskytla hodnotu 1,61 s chybou 0,30. Oba výsledky tedy byly plně v souladu s Einsteinovou teoretickou předpovědí, že $\alpha = 1,75$ úhlové sekundy.

Od té doby uplynulo už sto let, během nichž byl proveden bezpočet různých testů obecné relativity. Jednalo se o velmi pečlivá astronomická pozorování i sofistikované experimenty v pozemských laboratořích. *Všemi těmito testy Einsteinova teorie zatím úspěšně prošla*, často s udivující mírou přesnosti. Například dnes měřený ohyb paprsků kolem Slunce je 1,7505 úhlové sekundy, v plném souladu s obecnou relativitou. Související jev tzv. Shapirova časového zpoždění signálu, změřený například sledováním sondy Cassini u Saturna, ověřil tento aspekt teorie na úrovni 10^{-5} . Se stejnou mírou přesnosti je dnes verifikován i gravitační rudý posuv a efekt stáčení perihelia Merkuru. Princip ekvivalence byl francouzskou družicí Microscope nedávno ověřen s možnou chybou menší než 10^{-15} . A v tomto výčtu úspěchů bychom mohli dlouho pokračovat. Shrnutí testů obecné teorie relativity s mnoha podrobnostmi a odbornými odkazy lze najít v rozsáhlé přehledové práci [63].

Scéna na Lincoln University s oběma tabulemi se natáčela 12. 2. 2017 v posluchárně Právnické fakulty



Obr. 60 Dvě tabule shrnující klasické testy obecné teorie relativity: gravitační červený posuv, stáčení perihelia Merkuru a ohyb světelných paprsků Sluncem. Zdroj: osobní archiv J. Podolského



Obr. 61 Geoffrey Rush coby Albert Einstein dopisuje tabuli připomínající slavný test obecné teorie relativity při zatmění Slunce v roce 1919. Zdroj: *National Geographic*, foto: Dušan Martinček

Univerzity Karlovy. Režisér logicky rozhodl, že Rush dopíše úplný konec druhé tabule, tedy číselnou hodnotu 1,75 pro ohyb světla, jak předpovídá Einsteinova teorie. Zvládl to bravurně, viz obr. 61. Dlouhá scéna se natáčela mnohokrát, z různých úhlů záběru kamer. A také proto, že Geoffrey Rush byl tentokrát o trochu méně koncentrovaný než jindy. Minutový monolog byl složitý, občas udělal drobnou chybu, za kterou se všem upřímně omlouval („sorry, guys...“). Jeho únava byla způsobena tím, že do Prahy se vrátil teprve nad ránem z Berlína, kam si z natáčení *Génia* na den odskočil, aby tam na mezinárodním festivalu převzal prestižní filmářskou cenu *Kamera Berlinale* za celoživotní dílo. Na snímcích ze slavnostního ceremoniálu má proto einsteinovské vlasy.



Obr. 62 Albert Einstein doma ve své pracovně. Zdroj: *National Geographic*, foto: Dušan Martinček

Na návštěvě u Einsteina doma (JP)

Měl jsem možnost osobně navštívit Einsteina na jeho adrese 112 Mercer Street, Princeton, New Jersey, USA. Viděl jsem ho v jeho domácím prostředí, v papučích a županu. Nahlížel mu přes rameno, když na svém pracovním stole odvozoval vzorce vícerozměrné teorie gravitace. Poslouchal jsem, jak rozmlouvá se ženou na gauči v obýváku. Viděl jsem, jak na stole v kuchyni vzniká jeho druhý dopis prezidentu F. D. Rooseveltovi. Skoro hodinu jsem se úplně sám nerušeně procházel Einsteinovým bytem, mohl se posadit do křesla v jeho pracovně, podrobně prostudovat, co všechno má na stole i jaké knížky jsou v jeho knihovně. Byl to živý, barevný, trojrozměrný sen. Dokonalý sen zhmotněný začátkem roku 2017 v barrandovském ateliéru A7.



Obr. 63 Barrandovské kulisy přízemí Einsteinova domu na adrese 112 Mercer Street v Princetону. Zdroj: osobní archiv J. Podolského

Nemá smysl pokoušet se slovy popisovat osobní dojmy. Raději uvedme několik ilustračních fotografií, které samy nejlépe dokreslí vynikající práci, jakou tenkrát pod hlavičkou společnosti *Stilking* odvedli lidé z ART, SET DEC a SET PROP – tedy čeští tvůrci dekorací a rekvizit.

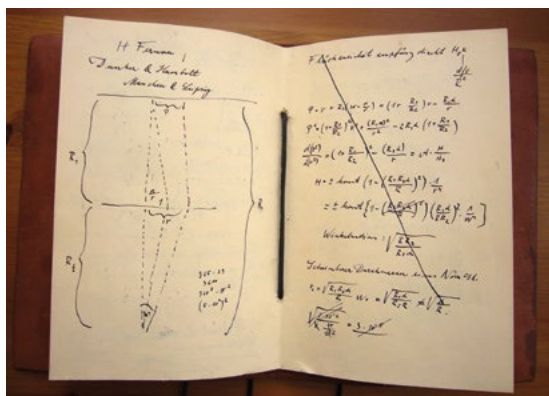
Na obr. 62 sedí Einstein (Rush) uvnitř své pracovny, zatímco na obr. 63 je zachycena stejná pracovna zvenčí. Oba obrázky dohromady dobře vystihují podstatu filmové fikce a filmové reality.

Vybavení pracovny vypadalo hodně autenticky, jak můžete vidět na jejím celkovém snímku i detailu Einsteinova pracovního stolu, viz obr. 64.

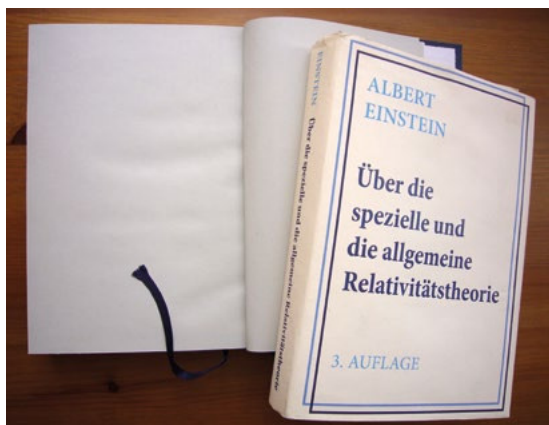
Působivé jsou hlavně Einsteinovy rukopisy v popředí, jeho zápisník (nádherně vázaný v kůži) na černých deskách plných dokumentů a dopisní obálky. Tyto rekvizity precizně a s velkou dávkou invence vyrobili ka-



Obr. 64 Pohled do Einsteinovy domácí pracovny a detail jeho stolu na snímcích, které jsem pořídil při natáčení 10. 2. 2017. Zdroj: osobní archiv J. Podolského



Obr. 65 Otevřený Einsteinův zápisník (nahore) a spousta krásných dopisních obálek (dole). Zdroj: osobní archiv J. Podolského



Obr. 66 Fiktivní kopie Einsteinovy knihy s prázdnými listy. Zdroj: osobní archiv J. Podolského

ligařové a výtvarníci Ladislav Kouba a Eliška Fialová. V detailu jsou vidět na obr. 65.

Vyrobili těž unikátní rekvizitu: *fiktivní kopii Einsteinovy knihy* (zvolili dílo [60], viz obr. 66, ale nakonec byl použit jiný přebal knihy [34] s princetonskými přednáškami z roku 1921, vydaný pod anglickým názvem *The Meaning of Relativity*). Filmová kniha obsahuje úplně *prázdné listy*, a to záměrně. V hororové scéně (ve 30. minutě 10. epizody) Einstein vstoupí do své pracovny, otevře zápisník a zálibně jím listuje. Náhle se však vzorce i text začnou rozplývat a zcela zmizí. Vytáhne z knihovny svou knihu a zděšeně zjistí, že všechny její stránky jsou prázdné. Podívá se na tabuli, a v ten okamžik se z ní začnou vytrácet vzorce jeho jednotné teorie pole. Vytáhne žaluzie, pohlédne oknem na nebe, ale zářící hvězdy začnou jedna po druhé zhasínat! Celý Einsteinův svět, vše, co kdy vytvořil, mizí. Naštěstí jde pouze o děsivý sen, ze kterého se Einstein probudí.

<https://ccf.fzu.cz>

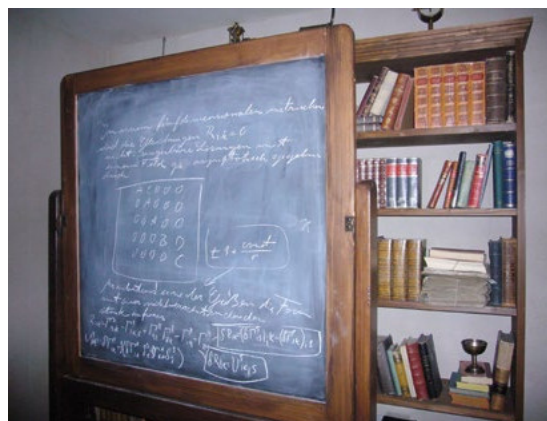
Ve scénách z Einsteinovy domácí pracovny je i řada „požadových“ tabulí s fyzikálními vzorci. Jedna z nich (je vidět na horní části obr. 64 vzhadu v místnosti před knihovnou) je na obr. 67. Její návrh do scény 945 odehrávající se v roce 1942 jsem vytvořil podle článku [64] o neexistenci nesingulárních stacionárních řešení v teorii gravitace v pěti rozměrech, který napsal Albert Einstein spolu s Wolfgangem Paulim. Publikován byl v dubnu 1943.

Z téhož článku je i na papíře psaný text výpočtu, viz obr. 68, který se objeví ve velkém detailu ve 38. minutě 9. epizody: Einstein pozdě večer u pracovního stolu odvozuje vzorce. Jsou to přesně výrazy mezi rovnicemi (21) a (22) publikace [64]. Na krásný papír je předepsal Láďa Kouba, poslední rovnítko a symboly za ním (vpravo dole) napsal přesvědčivě vlastní rukou Geoffrey Rush při natáčení. Styl psacího písma vystihl skoro tak dobře jako profesionální kaligraf (až na písmeno π , protože v textu nenašel předlohu, které by se mohl přizpůsobit).

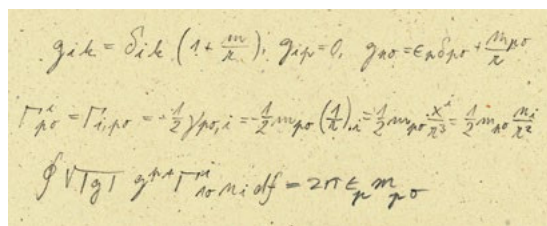
V různých scénách z let 1940–1955 se mihnou i další pěkné požadové tabule, které podle originálních rukopisných podkladů navrhli a realizovali Aneta Železníková a Láďa Kouba. Obsahují hlavně vzorce zobecněné gravitace a Einsteinovy jednotné teorie pole. Úkol zvládli výtečně – jako odborný poradce provádějící „výstupní kontrolu“ jsem v těchto případech už neměl co na práci.

Je však na čase návštěvu u Einsteina doma pomalu uzavřít. Vyjdeme z jeho pracovny, spojovací chodbou (vedou z ní dveře ven na fiktivní ulici i schody nahoru do fiktivního patra) můžeme ještě projít do obývacího pokoje a dál jídelnou (s funkčními krby, klavírem, dobovými koberci a lustry, nábytkem i artefakty) do kuchyně, viz obr. 69.

Preciznost tvůrců dekorací ve mně zanechala hluboký dojem. Vzpomínám třeba, že jsem zkusil otevřít



Obr. 67 Tabule s Einsteinovými a Pauliho výpočty v pětirozměrné teorii gravitace [64]. Zdroj: osobní archiv J. Podolského



Obr. 68 Výpočet z článku [64], který Einstein provádí večer ve své pracovně. Poslední výraz vpravo dole psal 10. 2. 2017 před kamerou Geoffrey Rush. Zdroj: osobní archiv J. Podolského



Obr. 69 Pohled do obývacího pokoje (nahore) a kuchyně (dole) v Einsteinově posledním domě na ulici Mercer Street v Princetonu. Zdroj: osobní archiv J. Podolského

dřevěnou krabičku na komodě vedle gauče v obývacíku. Nebyl to žádný „fejk“, dala se odklopit. A kdosi pečlivý dovnitř dokonce vložil deset drahých doutníků! Konzervy a dózy na policích v kuchyni byly ručně popsané anglickými názvy, ve dřezu bylo částečně zašpiněné nádobí, na talířích skutečné ovoce a pečivo. Jako by se Albert a jeho sekretářka Helen Dukasová měli každou chvíli zase vrátit domů.

V jejich kuchyni na stole zatím kaligraf Ladislav Kouba připravoval dokumenty pro další scény. Na obr. 70 například vidíme, jak Einsteinovou rukou píše v březnu 1945 další dopis prezidentu Rooseveltovi, tentokrát vyzývající k uvážlivému postupu při rozhodování o použití jaderných zbraní...

Strašidelné působení na dálku: epizoda druhá (PC)

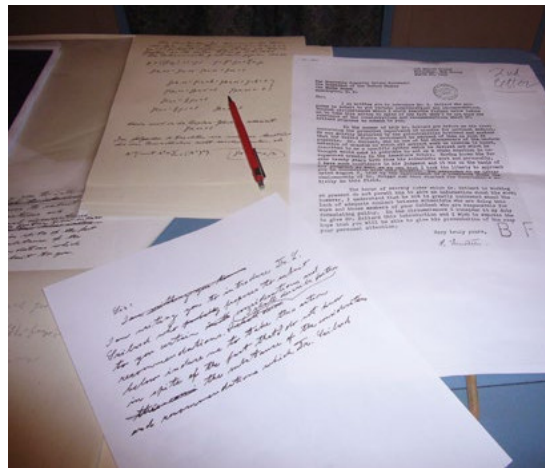
Pokračování debaty Alberta Einsteina s Nielsem Bohrem o nelokalitě kvantové fyziky (viz část *Strašidelné působení na dálku: epizoda první*) probíhá v *Géniovi* o celých 16 let později, konkrétně v roce 1951 v Einsteinově kanceláři na princetonském Ústavu pro pokročilá studia. Jako obvykle se toho ze scénáře pro přípravu tabule mnoho vyčíst nedá. Není jasné, co vlastně na ní má být, ale pro oba aktéry je to zjevně velmi důležité. Einstein, který na tabuli sám horečně provádí nějaký výpočet, v jednu chvíli zmíní cosi o „pilotní vlně“. Bohr nesouhlasí, trpce Einsteinovi vyčítá přehlížení veškeré své práce na kvantové teorii. Einstein kontruje tvrzením, že jsou to všechno jenom předpoklady. Atmosféra houstne, rozhovor končí rozchodem obou přátel (naštěstí ne definitivním).

Řekněte sami, co si s tímhle má chudák fyzikální poradce počít? Podle všeho neexistuje žádný doku-

ment, který by tuto událost popisoval. Není dokonce ani jasné, jestli vůbec nastala, tím spíše co by mohlo být jádrem sporu. Nebylo tedy možné použít obvyklý postup, totiž nalezení dobového dokumentu a jeho zpřístupnění. Jak z toho ven?

Nuže, pokud jste tabuli v této scéně číslo 1033 při sledování seriálu ve 22. minutě 10. epizody zachytili, pak vězte, že šlo o čirý produkt poradcovy volné tvořivosti. Tabule měla dvě části. Na první byl Bohrův výpočet, v němž byla naznačena interpretace EPR paradoxu v jazyce *matice hustoty* (formalismus kvantové teorie, který zobecňuje formulaci pomocí vlnových funkcí). Popravdě si nemyslím, že by se Bohr k tomuto způsobu argumentace kdy uchýlil, měl raději spíš intuitivní než matematická vysvětlení, ale možné by to v principu bylo. Písmo v této části tabule se muselo lišit od Einsteinova, s chutí jsem si tedy Bohra alespoň rukopisem sám zahrál, viz obr. 71.

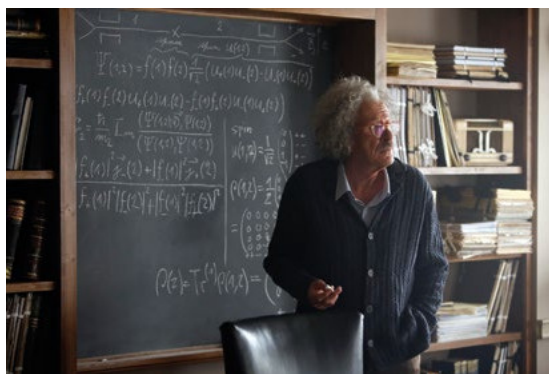
Na Einsteinově části tabule (obr. 72) byl zaznamenán výpočet pomocí zmíněné *teorie pilotní vlny*. Tu v inkriminovaném roce 1951 vzkřísil David Bohm [65, 66] a Einstein byl o jeho snahách o reinterpretaci kvantové mechaniky pomocí skrytých parametrů



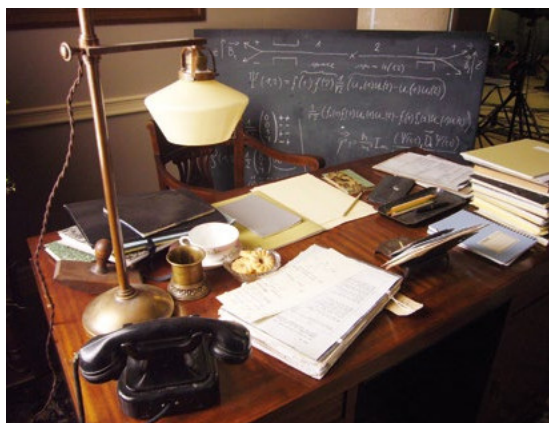
Obr. 70 Příprava dokumentů pro natáčení. Vpravo je strojopisná faksimile druhého Einsteinova dopisu prezidentu Rooseveltovi, v popředí kaligraf „zpětně“ vytváří její Einsteinovu rukopisnou předlohu. Škrty a vsuvky velmi zvyšují dojem autenticity. V seriálu nebyl tento fiktivní rukopis použit. Zdroj: osobní archiv J. Podolského



Obr. 71 Příprava tabule pro scénu z roku 1951, ve které se Einstein s Bohrem pohádají nad EPR paradoxem. PC píše vzorce Bohrovy argumentace založené na matici hustoty, Einsteinovy vztahy z teorie pilotní vlny již napsal Ladislav Kouba (v klobouku). Přihlíží Klára Holubová, asistentka architekta z filmového Art Departmentu. Zdroj: osobní archiv J. Podolského



Obr. 72 Geoffrey Rush před tabulí o EPR paradoxu ze scény z roku 1951. Tento snímek se objevil i v deníku *The Daily Telegraph* 19. 4. 2017. Zdroj: *National Geographic*, foto: Dušan Martinček



Obr. 73 Zátíší z natáčení debaty Einsteina s Bohrem v roce 1951. V pozadí nepoužitá tabule se vzorečky, v popředí „pravé české“ vanilkové věnečky. Zdroj: *osobní archiv P. Cejnara*

dobře zpraven. Samotný Einsteinův výpočet na tabuli je však opět pouhá fikce. Podobné úvahy, jaké má Einstein ve výpočtu v souvislosti s EPR paradoxem naznačeny, začaly být v rámci teorie pilotní vlny prováděny až mnohem později [67]. Budiž, ale zajisté není sporu o tom, že Einstein byl skutečný génius, takže všechno přece *mohl* zahlédnout mnohem dřív. Alespoň ve filmovém *Géniovi* se to stalo. Dlužno dodat, že interpretaci kvantové mechaniky pomocí skrytých parametrů dnes pokládáme za nesprávnou a Einsteina v tomto ohledu za jakéhosi heretika – odpadlíka od teorie, kterou sám kdysi pomohl stvořit.

Pro dokreslení průběhu natáčení uvedme, že původní tabule (zachycená na obr. 73) nebyla použita. Zjistilo se totiž, že je zapuštěná hluboko do rámu knihovny, takže Rush nemůže dopisovat své vzorce u pravého okraje tabule. Režisér okamžitě rozhodl, že se obsah zrcadlově prohodí: Einstein vlevo, Bohr vpravo. Celá tabule se tedy musela narychlo přepsat, jak je zachyceno na obr. 71.

Chyba ve 3. derivaci a poslední zápisník Alberta Einsteina (JP)

Osud tomu chtěl, abychom se v samém závěru natáčení seriálu *Génius* sešli oba dva (PC i JP) spolu na place, viz obr. 74. Svedli nás dohromady Bohr s Einsteinem, polobozi kvantové teorie a teorie relativity. Ve stejný den se v přízemí budovy zaniklé banky na Senovážném náměstí v Praze natáčely poslední dvě fyzikální scény celého seriálu. A v obou vystupují v hlavních

rolích Einstein a Bohr, tedy Geoffrey Rush a David Dencik.

Scéna 1033 z roku 1951, kterou skvělým fyzikálně-vizuálním obsahem naplnil PC, byla popsána v předchozí části, zbývá vylíčit scénu druhou. Odehrává se na jaře roku 1955, měla číslo 1046 a najdete ji ve 35. minutě závěrečné 10. epizody. Einstein se pln elánu opět noří do hlubin teoretické fyziky, prodírá se složitými vzorci své jednotné teorie pole. Zaplňuje jimi tabuli ve své kanceláři na Ústavu pro pokročilá studia. Podle scénáře se náhle zjeví Niels Bohr a následuje jejich dialog:

NB: *Rád vidím, že ses vrátil do práce, Alberte.* AE: *Opět se tady potýkám s jednotnou teorií pole.* NB: *Ou. Víš, já ... myslím, ... že vidím anomálii v tom tvém výpočtu.* AE: *Co prosím?* NB: *Co ta derivace? Není třetího řádu.* AE: *Jakou anomálii?* [po malé chvíli] *Můj bože, máš pravdu. Kdybys mě na to neupozornil, babral bych se s tím celý příští týden. Nepůjdeme se projít? Což oba dávní a blízcí přátelé ihned rádi učiní, viz obr. 75.*

V originálním scénáři bylo doslova uvedeno: *An anomaly. In your work. That derivation? Can't be third order...* Tedy klasická nejasnost či dokonce chyba: „derivation“ neboli „odvozování“ těžko může být „třetího řádu“, zatímco „derivace třetího řádu“ samozřejmě existuje, ale anglicky se řekne „derivative“.

Co s tím? O čem to Bohr s Einsteinem hovoří? Co přesně má být napsáno na tabuli? A jak se vůbec může někde objevit třetí derivace, když si v naprosté většině



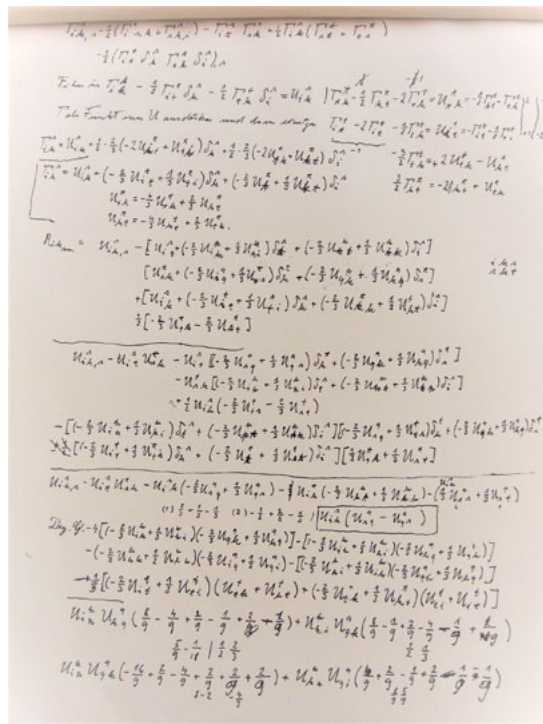
Obr. 74 Oba fyzikální poradci v Einsteinově kanceláři v Princetonu v neděli 26. 2. 2017. Zdroj: *osobní archiv J. Podolského*



Obr. 75 Staří přátelé Bohr a Einstein spolu v roce 1955 odcházejí z Ústavu pro pokročilá studia v Princetonu. Zdroj: *National Geographic*, foto: Dušan Martinček



Obr. 76 Titulní a poslední strana Einsteinova posledního zápisníku. Od ledna až do své smrti 18. 4. 1955 si do něj pozpaměťoval nápady a výpočty. Tuto věrně vypadající kopii vyrobil pro potřeby seriálu Génius v únoru 2017 kaligraf Ladislav Kouba. Zdroj: osobní archiv J. Podolského



Obr. 77 Spodní část osmé strany Einsteinova posledního zápisníku obsahující formální chybu. V horním červeném rámečku je čárka navíc, což znamená 3. derivaci výrazu G^{15} , zatímco správně má být jen 2. derivace výrazu G^{15} , jak je správně napsáno v dolním červeném rámečku. Zdroj: osobní archiv J. Podolského

případů vystačíme s druhou? Pro fyzikálního poradce zodpovědného za vizuálně přitažlivé a přitom věcně správné ztvárnění tohoto vágního dialogu je to zapeklitý oříšek. Z kontextu scény je přitom zřejmé, že tabule bude zabírána z velkého detailu a že po celém světě je dost akademických kolegů, které může zajímat, o třetí derivaci čeho se tu dva z největších fyzikálních géníů dohadují!

Zachránil mne sám Einstein. Přesněji: jeho *poslední zápisník* – výpočetní blok, do kterého si poznamenával své myšlenky a v němž prováděl výpočty v Princetону během posledních měsíců života, tedy právě na jaře roku 1955. Na obr. 76 je jeho titulní a úplně poslední dvanáctá stránka.

Příznávám, že do ledna 2017 jsem ho „na vlastní oči“ neviděl a neznal jeho obsah (*Sebrané práce Alberta Einsteina* [4] prozatím končí v roce 1927). Na kompletní digitální verzi posledního Einsteinova zápisníku [68] jsem narazil až při hledání v archivu *Einstein Archives Online* [5] knihovny The Hebrew University of Jerusalem, má archivní číslo 3-12.

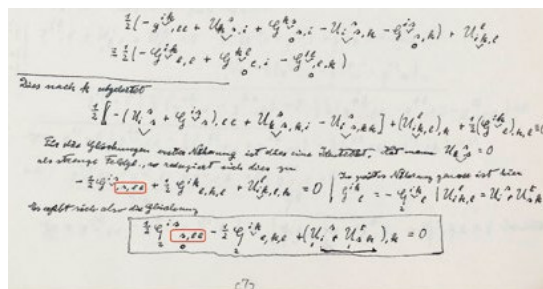
Opravdu pečlivě jsem prohlédl všech jeho dvanáct stránek. S upřímným zájmem a úctou jsem se pokusil dešifrovat, čemu se v posledních dnech svého života Einstein věnoval, jaké fyzikální vzorce psal: týkaly se unitární teorie pole a také teorie kvadratické gravitace. Na první pohled na mne hluboce zapůsobilo i to, jak pevnou a sebejistou rukou jsou ony drobné symboly napsány, jak komplikované matematické úpravy Einstein do posledních chvil bravurně provádí.

A potom, úplně dole na 8. popsané stránce tohoto zápisníku (ale je očíslována „[7]“), jsem si všiml chyby ve 3. derivaci!

Přestože to zní to neuvěřitelně, je tomu tak. Podívejte se na detail (obr. 77), jsou tam různé tenzorové veličiny s mnoha latinskými indexy. První členy na posledním i předposledním řádku obsahují výraz G^{15} . Když se ale podíváte *opravdu pečlivě*, zjistíte, že se ne-

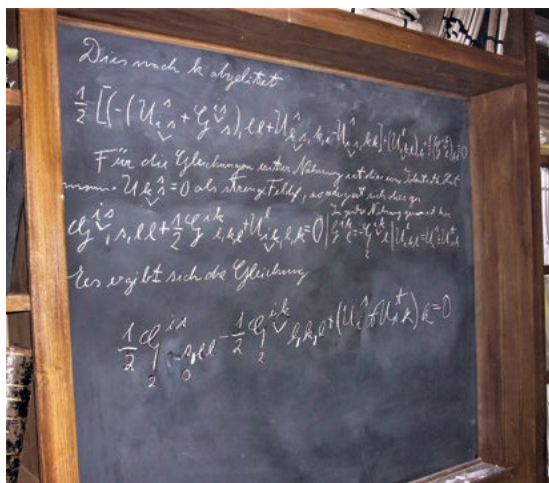
patrně liší (na obrázku jsem obě místa vyznačil červenými rámečky). V předposledním řádku je G^{15} , tedy je tam na začátku jedna malá čárka navíc. V Einsteinově notaci (kterou i dnes běžně používáme v matematice a teoretické fyzice) je *čárka symbolem pro parciální derivaci* podle příslušných proměnných, jejichž indexy jsou *vedeny za čárkou*. Na dolním řádku je v červeném rámečku jen jediná čárka a za ní *dva* indexy, což znamená *druhou derivaci* podle proměnné „l“. O řádek výš je ale na začátku čárka a za ní (kromě druhé čárky) *tři* indexy, což lze číst jako *třetí derivaci* podle proměnných „s“ a „l“ a „l“.

Je zřejmé, že Einstein se tehdy na jaře 1955 dopustil jen „triviálního překlepu“, omylem napsal čárku navíc. Hned na spodním řádku už ji nemá, svou formální chybu tedy hned napravil. Ale zmíněná čárka se mi ideálně hodila do scény v princetonské kanceláři. Stačí, když na Einsteinově tabuli bude přebytečná čárka! Ve výpočtu tedy opravdu bude chybně 3. derivace a Bohr si toho může snadno všimnout. Stačí čárku smazat a ze třetí derivace výrazu se rázem stane druhá.



Obr. 77 Spodní část osmé strany Einsteinova posledního zápisníku obsahující formální chybu. V horním červeném rámečku je čárka navíc, což znamená 3. derivaci výrazu G^{15} , zatímco správně má být jen 2. derivace výrazu G^{15} , jak je správně napsáno v dolním červeném rámečku. Zdroj: osobní archiv J. Podolského

» Nemám žádné výjimečné nadání. Ale jsem velmi, velmi zvědavý, Alice. Nedělám nic jiného, než že kladu otázky. Stejně jako ty. To je ze všeho nejdůležitější. Může to dělat každý. «



Obr. 78 Tabule s Einsteinovými výpočty jednotné teorie pole. Smazáním čárky vlevo dole opravuje Bohr chybu ve 3. derivaci. Zdroj: osobní archiv J. Podolského

Na obr. 78 je finální tabule, jak ji Láda Kouba podle mého návrhu kaligraficky napsal. I tato scéna se filmovala mnohokrát. Nenechal jsem si ujít příležitost a před každým opakovaným natáčením jsem onu přebytečnou čárku křídou sám dopisoval. Velký Bohr ji pak svým vlastním prstem mazal a vše bylo hned tak, jak má být.

Poslední záběr: Einsteinův nečekaný návrat do Viničné (JP)

Docela jsem se strchoval, jak bude celý seriál o Einsteinovi končit. Začal drastickou scénou atentátu, skončí smutně smrtí hlavního hrdiny? Moje obavy ale byly zbytečné: závěr desetidílné sagy je bravurní. Hereckými výkony, kamerou, scénářem i režii.

V poslední scéně jde Einstein s desetiletou zvědavou Alicí po kampusu v Princetonu (obr. 79) a říká: „Nemám žádné výjimečné nadání. Ale jsem velmi, velmi zvědavý, Alice. Nedělám nic jiného, než že kladu otázky. Stejně jako ty. To je ze všeho nejdůležitější.“



Obr. 79 Závěrečná scéna celého seriálu zachycuje působivý rozhovor starého moudrého Einsteina se zvědavou desetiletou Alicí. Zdroj: National Geographic, foto: Dušan Martinček

ší. *Může to dělat každý.*“ Jak prosté a přitom hluboké poselství.

Alice se na něj jen usměje a začne ze sebe chrlit: „Víte, včera večer jsem se dívala na Měsíc a přemýšlela, jak to, že nespadne dolů. Je pravda, že způsobuje příliv? A pokud ano, jak to, že se mléko pro moji kočku nevylije z misky, když Měsíc přechází nad naším domem? A odkud se vlastně Měsíc vzal? Samozřejmě vím, že není ze sýra nebo tak něco, ale někde se vzít musel, vidíte? A hvězdy a všechny planety taky. Jak se na obloze objevily?“

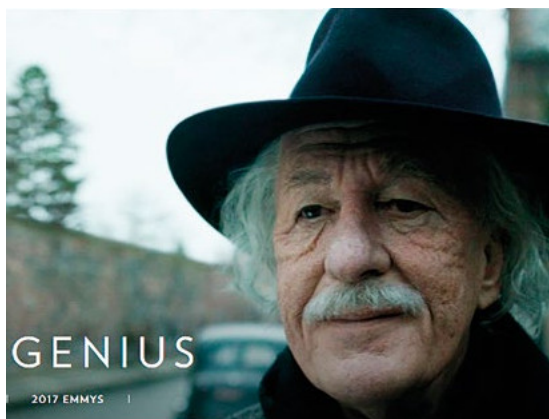
Celkový dojem je umocněn tím, že vše se odehrává v jediném nepřerušovaném půlminutovém záběru, který je zcela bez střihu, ale přitom je dynamický a má neuvěřitelnou změnu měřítka. Záběr začíná panoramatickým pohledem na Alberta a Alici shora ze vzdálenosti několika desítek metrů a pak plynule zoomuje vstříc kráčející dvojici. Vše končí detailním pohledem do Einsteinovy tváře (obr. 80), do které vynikající Geoffrey Rush dokázal najednou vtisknout moudrost, laskavost i naději.

Tento režijní a kameramanský majstrštyk byl natočen 18. 2. 2017 kamerou se speciálním objektivem umístěnou na dlouhém ramenu jeřábu, který pojížděl po kolejkách, viz obr. 81.

Někteří z vás už asi poznali, že natáčení poslední scény probíhalo v ulici Apolinářská na pražském Karlově (Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy je hned za rohem) a že Einsteinův vědecký ústav v Princetonu v seriálu *Génius* ztvárnila monumentální cihlová budova Zemské porodnice.

Kdyby se v posledních sekundách seriálu kamera mírně zvedla a otočila od Einsteinovy filmové tváře směrem doleva, pohlédla by přímo do oken univerzitní budovy ve Viničné ulici (obr. 82), kde ve svém Ústavu teoretické fyziky v letech 1911–12 pobýval a pracoval skutečný Albert Einstein.

Genius loci Prahy magicky zafungoval a opět k sobě přitáhl *Einsteinova génia*, dokonce na úplně stejné místo...



Obr. 80 Závěrečný snímek poslední scény celého televizního seriálu *Génius*. Za svůj herecký výkon byl Geoffrey Rush nominován na cenu Emmy. Zdroj: webová stránka National Geographic 22. 11. 2017

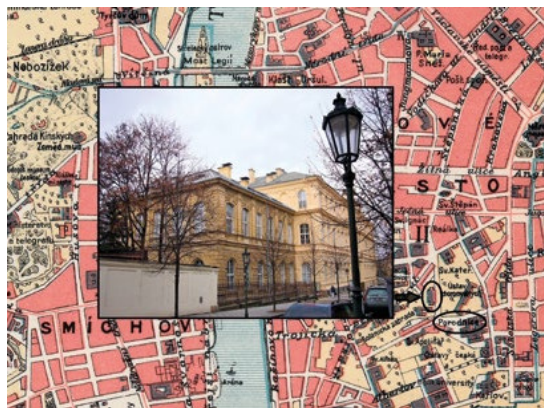
Odkazy a literatura

- [44] Richard Rhodes: *The Making of the Atomic Bomb*. Simon & Schuster, New York 1986.
- [45] Robert Jungk: *Jasnější než tisíc sluncí*. Mladá fronta, Praha 1965.
- [46] Leo Szilard, GB patent 630726: *Improvements in or relating to the transmutation of chemical elements*. 1936.
- [47] Enrico Fermi a Leo Szilard, US patent US2708656A: *Neutronic Reactor*. 1944; viz <https://patents.google.com/patent/US2708656A/en>.
- [48] Viz údaje na adrese https://en.wikipedia.org/wiki/Uranium_hydride_bomb.
- [49] William Arnold a J. Robert Oppenheimer: „Internal conversion in the photosynthetic mechanism of blue-green algae“, *Journal of General Physiology* **33**, 423–435 (1950).
- [50] Abraham Pais: *J. Robert Oppenheimer. A Life*. Oxford University Press, Oxford 2006.
- [51] Carl Friedrich von Weizsäcker: „Zur Theorie der Kernmassen“, *Zeitschrift für Physik* **96**, 431–458 (1935).
- [52] Werner Heisenberg: *Nuclear Physics*. Philosophical Library, New York 1953.
- [53] Werner Heisenberg, Robert Döpel a Klara Döpel: válečné reporty v rámci Uranového projektu; přetištěno v knize *Werner Heisenberg: Gesammelte Werke – Collected Works. Series A/Part II* (editoři W. Blum, H.-P. Dürr a H. Rechenberg), Springer, Berlin 1989.
- [54] Jim Mahaffey: *Atomic Accidents: A History of Nuclear Meltdowns and Disasters: From the Ozark Mountains to Fukushima*. Pegasus Books, New York 2015.
- [55] Viz údaje na adrese https://en.wikipedia.org/wiki/Moe_Berg.
- [56] Nicholas Dawidoff: *The Catcher Was a Spy: The Mysterious Life of Moe Berg*. Pantheon Books, New York 1994.
- [57] Werner Heisenberg: série článků „Die ‘beobachtbaren Größen’ in der Theorie der Elementarteilchen“, *Zeitschrift für Physik* **120**, 513–538 (1943), **123**, 673–702 a 93–112 (1944). Přetištěno v knize *Werner Heisenberg: Gesammelte Werke – Collected Works. Series A/Part II* (editoři W. Blum, H.-P. Dürr a H. Rechenberg), Springer, Berlin 1989.
- [58] Film *The Catcher Was a Spy* z roku 2018, režie Ben Lewin, scénář Robert Rodat, Nicholas Dawidoff. Hrají Paul Rudd, Pierfrancesco Favino, Tom Wilkinson a další.
- [59] Frank Watson Dyson, Arthur Stanley Eddington a Charles Davidson: „A determination of the deflection of light by the sun’s gravitational field, from observations made at the total eclipse of May 29, 1919.“ *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series A* **220**, 291–333 (1920).



Obr. 81 Natáčení posledního záběru *Génia* kamerou na dlouhém ramenu. Zdroj: NatGeoTV, channel.nationalgeographic.com, 22. 11. 2017

- [60] Albert Einstein: *Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie*. Friedrich Vieweg, Braunschweig 1917.
- [61] Albert Einstein: *Theorie relativitý speciální i obecná*. 1923, František Borový, Praha 1923. Kniha obsahuje i Einsteinovu speciální předmluvu určenou pro české čtenáře. Včetně všech pozdějších příloh byla nedávno přetištěna v knize *Theorie relativitý*, VUTIUM, Brno 2005.
- [62] Albert Einstein: *Relativity: The Special and the General Theory*. 16th Edition, Crown Publishers, New York 1961.
- [63] Clifford Martin Will: „The confrontation between general relativity and experiment“, *Living Reviews in Relativity* **17**, 4 (2014). Dostupné online na adrese www.livingreviews.org/lrr-2014-4; *Theory and Experiment in Gravitational Physics*. Cambridge University Press, 1981.
- [64] Albert Einstein a Wolfgang Pauli: „On the non-existence of regular stationary solutions of relativistic field equations“, *Annals of Mathematics* **44**, 31–137 (1943).
- [65] David Bohm: *Quantum Theory*. Prentice-Hall, New York 1951.
- [66] David Bohm: „A suggested interpretation of the quantum theory in terms of ‘hidden’ variables, část I a II“, *Physical Review* **85**, 166–179 a 180–193 (1952).
- [67] Chris Dewdney, Peter R. Holland a Anastasios Kypriandis: „What happens in a spin measurement“, *Physics Letters A* **119**, 259–267 (1986); „A causal account of non-local Einstein–Podolsky–Rosen spin correlations“, *Journal of Physics A* **20**, 4717–4732 (1987).
- [68] Albert Einstein: poslední výpočty, 1955. *The Albert Einstein Archives*. The Hebrew University of Jerusalem, Izrael, archivní identifikační číslo 3-12. Dokument je veřejně dostupný na adrese <http://alberteinstein.info/vufind/Record/EAR000034430>.



Obr. 82 Budova ve Viničné, v níž v letech 1911–12 skutečně Albert Einstein vedl Ústav teoretické fyziky. Na dobové mapě v pozadí je vyznačena tato budova i ulice, kde se v roce 2017 točila poslední scéna televizního seriálu *Génius: Einstein*. Zdroj: osobní archiv J. Podolského