

# Rozhledy matematicko-fyzikální

---

František Jáchim

Edwin Powell Hubble a jeho objev rozpínání vesmíru

*Rozhledy matematicko-fyzikální*, Vol. 89 (2014), No. 1, 16–26

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/146560>

## Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2014

Institute of Mathematics of the Czech Academy of Sciences provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This document has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://dml.cz>

## Edwin Powell Hubble a jeho objev rozpínání vesmíru

*František Jáchim, VOŠ a SPŠ Volyně*

**Abstract.** The article is published on the occasion of the 60th anniversary of the death of an excellent American observatory astronomer E. P. Hubble. It presents his biographical data and the results of his study of galaxies. His collaboration with Milton Humason at the Mount Palomar Observatory led Hubble to the formulation of the law of linear relationship between recessional velocity of a galaxy and its distance.

### Úvod



K poznání, že vesmír se rozpíná, vedly dvě cesty. Jedna, teoretická, se opírala o pochopení a rozpracování výsledků Einsteinovy teorie relativity. Rozborem rovnic této teorie dospěli Holanďan Willem de Sitter, Rus Alexandr Fridman a belgický kněz George Lemaître (částečně i z dostupných pozorování) ve 20. letech minulého století k nestatickým modelům vesmíru, které v současné fázi představují rozpínající se vesmír. Druhá cesta vycházela z přímých pozorování vesmírných objektů, především vzdálených galaxií. Touto cestou, která se stala osudovou náplní života amerického astronoma Edwina Powella Hubbla, byl nalezen zákon, který rozptýl galaxií popisuje.

V lednu roku 1929 vyšel v periodiku americké Národní akademie věd článek *Vztah mezi vzdáleností a radiální rychlostí mimogalaktických mlhovin* [1], v němž Edwin Powell Hubble shrnul svá dosavadní studia galaxií a sdělil, že se od sebe vzdalují, a určil, jakou rychlostí (obr. 1). Jinak řečeno: Vesmír není statický, nýbrž se rozpíná. Na pouhých šesti stranách je tu popsána Hubblova cesta k poznání této skutečnosti. Jak se později ukázalo, v tomto prostém, avšak převratném sdělení, Hubble měl observační prioritu. Současně s Hubblem, který tuto skutečnost zjistil částečně z dat Vesto Melvina Sliphera, s vydatnou fotografickou pomocí Milтона Humasona a samozřejmě ze svých vlastních pozorování, ke

stejnému závěru přibližně ve stejné době dospěli i již zmínění teoretičtí astrofyzikové.

*A RELATION BETWEEN DISTANCE AND RADIAL VELOCITY  
AMONG EXTRA-GALACTIC NEBULAE*

BY EDWIN HUBBLE

MOUNT WILSON OBSERVATORY, CARNEGIE INSTITUTION OF WASHINGTON

Communicated January 17, 1929

Determinations of the motion of the sun with respect to the extra-galactic nebulae have involved a  $K$  term of several hundred kilometers which appears to be variable. Explanations of this paradox have been sought in a correlation between apparent radial velocities and distances, but so far the results have not been convincing. The present paper is a re-examination of the question, based on only those nebular distances which are believed to be fairly reliable.

Obr. 1: Úvodní část Hubblova článku [1] o vzdalování galaxií

## Cesta k astronomii

Dávné stopy rodu Hubblů vedou do Anglie 17. století. Na americké půdě pak ve válce Severu proti Jihu se objevuje v severním vojsku Martin Hubble, děda budoucího astronoma. Jeho syn John Powell se oženil a v rodině tohoto advokáta se 20. listopadu 1889 jako třetí dítě z osmi narodil Edwin Powell.

Edwinova domácí výchova byla velice přísná, avšak vedla ho nejen k vnitřní kázni a pevné vůli, ale také k všestrannému rozvoji zájmů. Hoch rád sportoval, hrál při domácích koncertech na mandolinu a hodně četl. Při zeměměřičských pracích na stavbě železnice, jimiž si přivydělával, získával i praktické životní zkušenosti. V šestnácti letech vstoupil na chicagskou univerzitu, a dostal se tak do blízkosti významných fyziků, jakými byli Robert Millikan a Albert Michelson, a setkával se i s astronomem Forestem Moultonem, autorem jedné z hypotéz o vzniku sluneční soustavy. V Millikanově laboratoři dokonce krátce pracoval jako asistent.

Jako výborný student a vynikající sportovec získal stipendium Cecilia Rhodese na studia do Anglie, kupodivu na studia práv. Domů do Louisvillu se vrátil se stupněm bakaláře v oboru mezinárodního práva a se solidním humanitním vzděláním. Profesionální cesta ovšem vedla jinam. Náhle jakoby se projevil vliv jeho druhého dědy z matčiny strany, Willi-

ama Jamese. Kdysi přece chlapec postavil teleskop a přilákal ho podívat se na oblohu. Tenkrát jako poděkování Edwin dědovi napsal krásný a dlouhý dopis o Marsu. E. P. Hubble se vrátil na univerzitu do Chicaga, tentokrát už opravdu za astronomií.

Do komunity profesionálních astronomů vstoupil v roce 1914 na 17. sjezdu Americké astronomické společnosti, jejímž členem se stal. Na tomto sjezdu poprvé uslyšel o tom, že Vesto Melvin Slipher měřil radiální rychlosti 13 mlhovin a přitom zjistil, že tyto rychlosti na rozdíl od rychlostí hvězd jsou neobyčejně velké a většinou signalizují vzdalování mlhovin od nás. Na Yerkeské observatoři začal tedy s fotografováním oblohy s cílem hledat pohyby hvězd.

Tříletým intermezdem v Hubblově životě je 1. světová válka. Není úplně znám motiv, proč vstoupil do armády, s níž se dostal jako velitel praporu do Evropy.<sup>1)</sup>

V roce 1917, po návratu z Evropy, obhájil pod vedením ředitele hvězdárny Edwina Frosta disertační práci *Fotografické zkoumání slabých mlhovin*<sup>2)</sup> [2]. To už ale prohlížel oblohu zdejším refraktorem o průměru 60 cm. Nalezl přitom 512 tehdy neznámých mlhovin, v jednom směru dokonce 76 v poli o velikosti Měsíce. Nastoupil již natrvalo na observatoř Mount Wilson v Kalifornii.

### Tajemné mlhoviny – to je to pravé

Mountwilsonská observatoř byla založena roku 1904 profesorem na univerzitě v Chicagu a ředitelem observatoře v Yerkes Georgem Ellerym Hallem původně jednoúčelově pro výzkum Slunce. Ovšem pro mimořádně kvalitní vybavení hvězdárny k výzkumu této blízké hvězdy nikdy nedošlo. Zdá se to jako velký paradox, ale obří přístroje vytvářely oko do velmi dalekého vesmíru, a ten se jevil jako neobyčejně zajímavý, tudíž stal se pozorovací prioritou.

Na Mount Wilsonu patřil od roku 1908 k základní výbavě reflektor o průměru 150 cm a astrograf o průměru 25 cm. O devět let později se podařilo Hallovou zásluhou vybudovat reflektor o průměru 2,5 m – do roku 1949 největší zrcadlový dalekohled světa, jímž E. P. Hubble se spolupracovníky získali ty nejcennější fotografie mlhovin a jejich spekter.

---

<sup>1)</sup> Není bez zajímavosti, že do válečné armády USA odešlo mnoho lidí z univerzit – z Harvardské 325, Yalské 187, Chicagské 34 ap.

<sup>2)</sup> V tuto dobu se ještě nevědělo, že naprostá většina z nich jsou daleké galaxie a jen některé jsou opravdu difúzními mlhovinami.

Součástky k dalekohledům a zásoby dopravovaly na horu skupinky mul poháněné bičem v rukou mladíka jménem Milton Humason. Tento do 14 let téměř negramotný hošík, o něhož se nikdo nestaral, se zajímal o všechna zařízení, která na hvězdárně byla, a později zapadl do týmu špičkových mountwilsonských astronomů jako vynikající fotograf. Byl zvědavý, velmi šikovný a především ho lákalo to, nač astronomové dlouhé noci koukají. Právě on přispěl v rozhodující fázi E. P. Hubblovi k nalezení proslulého zákona.

Už od dob Messierových<sup>3)</sup> astronomové věděli o mlhavých obláčcích. Věděli, že existují, ale neměli ponětí o jejich vzdálenosti. Předpokládali, že mlhoviny jsou obláčky plynů uvnitř naší Mléčné dráhy – Galaxie. Výbava na Mount Wilsonu však umožňovala prohlédnout si je lépe. Překvapení přišla jak o jejich struktuře, tak i o jejich vzdálenostech. Tyto nepatrně vypadající mlhoviny se staly hlavním a do konce života již jediným astronomickým zájmem E. P. Hubbla.

### Není mlhovina jako mlhovina

V dubnu 1920 organizovala Národní akademie věd USA ve Washingtonu diskusi mezi astronomy Herberem Curtisem a Harlowem Shapleyem. První z nich zastával v této při názor, že ty slabé a těžko pozorovatelné mlhoviny jsou soustavy hvězd podobné naší Galaxii, zatímco Shapley je měl za difúzní, skutečně plynné mlhovinné objekty. Ve prospěch domněnky, že alespoň některé mlhoviny jsou hvězdné systémy, svědčily dřívější poznatky o velké mlhovině v Andromedě, označené Messierem M31. Ta byla spatřena brzy po vynálezu dalekohledu již v roce 1612. Roku 1885 v ní vybuchla supernova a již o několik let později ji fotografoval anglický příznivec astronomie Isaac Roberts. Zjistil přitom, že mlhovina má spirální ramena a v nich rozlišil hvězdy. Jak je tomu s ostatními mlhovinami? To byl ve dvacátých letech docela dobrý námět na vědecký program, na nějž se zaměřilo několik astronomů. Hubblovi se podařilo v dalekohledu rozložit v hvězdy tuto i další mlhovinu v souhvězdí Trojúhelníku (M33). Když už se ve velkých dalekohledech začaly mlhoviny „rozpadat“ na hvězdy, bylo zřejmé, že astronomové mají před očima hvězdné ostrůvky ve vesmíru. Vyvstala další otázka: Jak jsou daleko? Jsou součástí naší Galaxie, nebo jsou mimo ni?

Jakoby k ruce přišly astronomům pulsující hvězdy – cefeidy. První

---

<sup>3)</sup> Francouzský astronom Charles Joseph Messier (1730–1817) vytvořil první katalog 103 jím pozorovaných mlhovin, jejichž označení např. M31 apod. se udrželo dodnes.

taková byla spatřena roku 1784 v souhvězdí Cephea, odtud tedy název proměnných hvězd. V roce 1908 totiž H. Leawittová našla pro cefeidy souvislost doby jejich periody a zářivého výkonu. Jednoduše řečeno: Budou-li dvě cefeidy pulsovat se stejnou periodou a přitom se budou jevit stejně jasné, jsou ve stejné vzdálenosti. Nalezení cefeidy v prohlížené mlhovině bylo klíčem k určení její vzdálenosti. Byť se jednalo ještě o poměrně nespolehlivě určené vzdálenosti, ukázalo se, že jde o mimogalaktické vzdálenosti a že tyto mlhoviny jsou tedy galaxiemi, v mnohém podobnými té naší.

To už mlhoviny byly ústředním zájmem E. P. Hubbla. V r. 1926 o nich publikuje dvě práce – *Spirální mlhovina jako hvězdný systém Messier 33* a *Spirální mlhovina jako hvězdný systém Messier 31* – s hlavními výsledky: Obě mlhoviny jsou hvězdnými systémy, galaxiemi, nacházejícími se daleko za hranicemi naší Galaxie. Z pulsace cefeid v nich nalezených (s periodami 13–70 dní) stanovil jejich vzdálenost: M33 je 263 000 pc<sup>4</sup>) daleko (dnešní hodnota 1 040 000 pc), vzdálenost k M31 je 275 000 pc (dnešní hodnota 920 000 pc).

### Rudý posuv – klíč k pohybu galaxií

Když pozitivistický filozof Auguste Comte uváděl příklad absolutní nepoznatelnosti, uvedl složení hvězd. Jsou tak daleko, že navěky budou propastí prostoru nedostupnou zkoumání. Ještě za jeho života toto padlo, neboť Joseph Fraunhofer objevil spektrální analýzu, čímž mj. umožnil využít jediné poselství z hvězd – jejich světlo. Dokonalejší dalekohledy umožnily podrobit zkoumání i toto pranepatrné záření galaxií. A tu se objevila neočekávaná zajímavost – čáry ve spektru světla galaxií byly oproti referenčnímu spektru posunuty, a to častěji k červenému konci, zřídka k modrému konci. Dopplerovsky vzato, svědčilo to o pohybu objektů. Posuv spektrálních čar k modrému konci znamenal přibližování, posuv k červenému konci spektra jejich vzdalování. Galaxie ve velké většině podávaly o sobě zprávu právě rudým posuvem. Průkopníkem těchto spektrálních měření byl také mountwilsonský astronom Vesto Melvin Slipher. Když roku 1912 určil po sedmi hodinách expozice ze spektra rychlost mlhoviny M31 na 300 km/s, prohlásil: „Rozšíření práce na jiné objekty může dát výsledky základního významu.“ Tak také činil a postupně nejen ke svému překvapení zjistil rychlosti desítek galaxií v hod-

<sup>4</sup>) pc = parsek (či parsec), jednotka délky, 1 pc  $\doteq$  3,262 ly (sv. r.)  $\doteq$  206 265 AU  $\doteq$   $\doteq$  3,086  $\cdot$  10<sup>13</sup> km.

notách kolem 1 000 km/s. V roce 1917 již Slipher znal rychlosti 25 galaxií a konstatoval, že galaxie se v prostoru rozletují. Postupně přibývalo změřených radiálních rychlostí galaxií. Systematicky se jejich měřením nadále zabýval výhradně Slipher. V roce 1925 jich měl 45. Další jejich analýzou se ale nezabýval. V tuto dobu byl samozřejmě znám pohyb Slunce prostorem (objevený Williamem Herschelem roku 1783), tudíž vliv jeho pohybu na pozorování pohybu galaxií bylo nutno brát v úvahu. I tak se galaxie převážně vzdalovaly.

První, kdo odstartoval zkoumání možného vztahu mezi radiálními rychlostmi a vzdálenostmi, byl německý astronom Carl Wilhelm Wirtz. V roce 1925 publikoval článek *De Sitterova kosmologie a radiální pohyb spirálních mlhovin*, v němž se pokusil nalézt vztah mezi rychlostí a vzdáleností. K tomu si zavedl, jak se později ukázalo, mylný předpoklad, že všechny mlhoviny jsou přibližně stejně velké, tzn. slaběji zářící mlhovina je dále než mlhovina viditelně větší. Teoreticky očekávanou lineární závislost mezi rychlostí a vzdáleností (jak plynulo např. z Lemaîtreovy teorie) nemohl dostat, proto se pokoušel místo rozměrů galaxií brát jejich logaritmy.

### **Výsledky Hubbleových a Humasonových pozorování – zákon**

E. P. Hubble stál stranou teorií. Byl především pozorovatel a v této roli zůstal po celou svoji vědeckou dráhu. Byl přesvědčen o tom, že teprve více změřených dat – a především o velmi vzdálených galaxiích – poskytne ten pravý náhled na jejich souvislost. K možnosti dohlédnout ve vesmíru dále se hodil v tehdejší době pouze jediný přístroj – 2,5metrový dalekohled na Mount Wilsonu. A u tohoto dalekohledu seděl neobyčejně zručný fotograf Milton Humason – bývalý poháněč mul.

Jak se ukázalo, k nalezení odpovědi na otázku, jak se galaxie pohybují, byla nakonec velmi významná právě Hubbleova spolupráce s Miltonem Humasonem. Ten se skutečně „blýskl“ snímkem jedné galaxie v souhvězdí Pegasa, jejíž spektrum získal po 33 a 45 hodinách expozic. Rudý posuv ve spektru světla galaxie ukazoval rychlost vzdalování 3 779 km/s. To bylo ke konci roku 1928. Právě toto Humasonovo měření bylo (zatím) tím posledním kamínkem do Hubblem zjištěných dat, z které byl posléze učiněn závěr o lineární závislosti rychlosti vzdalování na vzdálenosti objektu. Humasonova práce o nalezení rychlosti této galaxie [3] a Hubbleův článek o jím zjištěné závislosti [1] byly zaslány do periodika americké Národní akademie věd 17. ledna 1929 a v březnovém čísle se objevily hned

za sebou. Humason ve svém kratičkém článku píše: „Vysoká rychlost N.G.C. 7619 zjištěná z těchto (fotografických) desek padla na extrapolovanou přímku, která vyjadřuje vztah mezi pohybem a vzdáleností.“ K dosavadním Hubblovým datům přibyl rozhodující údaj a on mohl učinit závěr: „Výsledek ukazuje přibližně lineární vztah mezi rychlostmi a vzdálenostmi mlhovin, pro něž byly publikovány radiální rychlosti.“ Do dějin astronomie pak vstoupil původní Hubbleův graf závislosti rychlosti vzdalování na vzdálenosti (obr. 2).

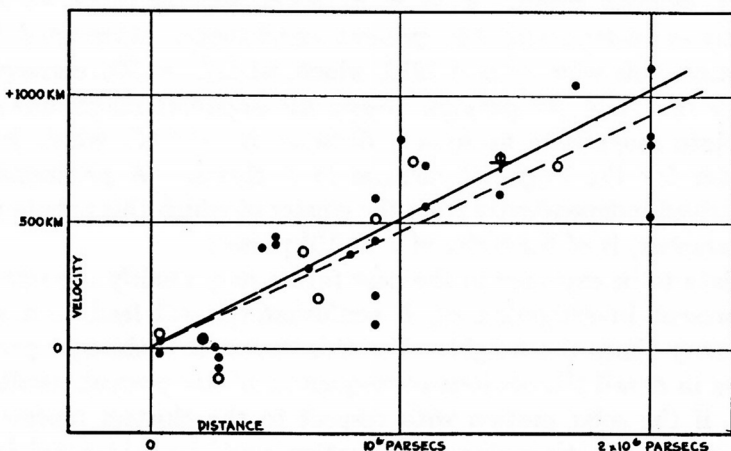


FIGURE 1

### Velocity-Distance Relation among Extra-Galactic Nebulae.

Radial velocities, corrected for solar motion, are plotted against distances estimated from involved stars and mean luminosities of nebulae in a cluster. The black discs and full line represent the solution for solar motion using the nebulae individually; the circles and broken line represent the solution combining the nebulae into groups; the cross represents the mean velocity corresponding to the mean distance of 22 nebulae whose distances could not be estimated individually.

Obr. 2: Grafy lineární závislosti radiální rychlosti na vzdálenosti (v [1])

Pro jednotlivé galaxie (plné kroužky) vložil plnou čáru, pro skupiny galaxií (prázdné kroužky) je v obrázku přerušovaná čára. Konstantu přímé úměrnosti ve vztahu  $v = K \cdot r$ , kde  $v$  je radiální rychlost objektu a  $r$  jeho vzdálenost, určil přibližně na hodnotu  $K = 500 \text{ km/s/Mpc}$ . Až americký matematický fyzik Richard Chace Tolman nazval konstantu



Hubblovou konstantou a zavedl pro ni dnes užívané označení *H*. Fyzikální význam konstanty je takový: *Na každý megaparsek vzdálenosti se radiální rychlost objektu zvyšuje o 500 km/s.*

Hubblův zákon byl následně potvrzován údaji o stále vzdálenějších galaxiích. Během několika dalších let došlo k změření dalších radiálních rychlostí velmi vzdálených objektů; sám Humason jich našel dalších 35. V roce 1936 bylo známo již asi 100 radiálních rychlostí s hodnotami až 42 000 km/s.<sup>5)</sup>

Dohlédnout ještě dále již bylo z Mount Wilsonu ale nemožné. Hubble vkládal velké naděje do nově projektovaného reflektoru s průměrem zrcadla 5 metrů, který měl stát na hoře Mount Palomar, také v Kalifornii.



Obr. 3: Edwin Powell Hubble u Schmidty komory na Mount Palomaru

Jestliže se vesmír rozpíná, jak vypadal v dávném čase minulém? Tato otázka vedla k úvahám o jeho počátku. Kdy se tak stalo? Formálně takový minulý čas určuje převrácená hodnota Hubblové konstanty. Při  $H = 500 \text{ km/s/Mpc}$  je  $1/H = 2 \cdot 10^9$  let, a to je čas nereálně krátký, neboť např. zemské horniny jsou stáří podstatně většího. Řešení rozporu

<sup>5)</sup> Tuto tehdy rekordní rychlost našel opět Humason.

přinesla až další desetiletí. Přesnější kalibrací vzdáleností se ukázalo, že hodnota Hubblovy konstanty je podstatně jiná. Americký astronom Allan Sandage dospěl roku 1958 k hodnotě  $H = 70 \text{ km/s/Mpc}$ . Dnes astronomové užívají  $H = 68 \text{ km/s/Mpc}$ .

### Hubble opět vojákem

Zkoumání dalekých galaxií Hubblovi přerušila druhá světová válka. Jak již bylo uvedeno, důvody vstupu E. P. Hubblea do armády v době první světové války známy nejsou, zato jeho motiv znovu obléci vojenskou uniformu v roce 1942 je jednoznačný. Je jím projev amerického prezidenta F. D. Roosevelta, v němž oznamoval zabrání Belgie, Holandska a Lucemburska Němci. Hubble si plně uvědomoval, že tímto německá expanze neskončí a že jejím nejbližším cílem je Anglie. Pak by již německá agrese nabyla takového rozsahu, že ani Spojené státy by nebyly v bezpečí. Hubble, dobrý znalec poměrů v Anglii, přímo nabádal, že této zemi je třeba ihned pomoci. Založil *Jižní kalifornský výbor boje za svobodu* a jeho prostřednictvím se k problematice války vyjadřoval. Přál si sice mír, ale jak říkal, mír „se ctí“; takový mír, v němž nebude klid zbraní, pokud by byly obsazené země v roli poražených. V den výročí ukončení první světové války vystoupil před americkými veterány a znovu obhajoval nutnost vojensky pomoci Velké Británii. Po napadení Pearl Harboru 7. prosince 1941, kdy Spojené státy vyhlásily ihned válku Japonsku, bylo zřejmé, že válka se stane světovou. Hubble opustil v srpnu 1942 observatoř na Mount Wilsonu a z astronoma se stal důstojník. Americká armáda ho přidělila k dělostřelcům do aberdeenského polygonu s pověřením velet oddílu balistiků (280 lidí), jehož náplní práce bylo zpracovávat tabulky pro dělostřelectvo a letectvo, včetně balistiky svrhávaných náloží.

Observatoř na Mount Wilsonu se, stejně jako v době 1. světové války, vyliadnila. Z vědeckého personálu tu zůstal jen Humason a astronom německého původu Walter Baade.<sup>6)</sup> Ale tito dva nenechávali pozorovací čas nevyužit. Humason neustále fotografoval, což bylo v dalším období plně využito. Baade zkoumal u největšího dalekohledu mlhoviny. Podařilo se mu rozložit v hvězdy centrum mlhoviny M31 v Andromedě a rovněž v jejích satelitních galaxiích. Touto svojí prací objevil velmi mladé hvězdy – tzv. I. populace. I poznatky o nich vedly k zpřesnění určení vzdálenosti galaxií.

---

<sup>6)</sup> Byl dokonce podezřelý ze spolupráce s Němci – nepodařilo se mu získat občanství USA.

## Po válce – opět astronomie

Po konci války se E. P. Hubble vrátil ke své práci. Poslední jeho vztah k válce byl vyjádřen v projevu v Los Angeles v roce 1946 nazvaném *Válka, která nemusela být*.

Perspektivy další astronomické práce mělo vytvořit spojení dvou observatoří – Mount Wilsonu a Mount Palomaru (ředitel Ira Sprague Bowen). Pro palomarskou horu byl tehdy vyráběn zrcadlový unikát – reflektor o průměru 5 metrů, který byl po létech příprav<sup>7)</sup> uveden do provozu 1. června 1948 s pojmenováním Haleův dalekohled. První snímek daleké galaxie jeho prostřednictvím pořídil právě E. P. Hubble 26. ledna 1949.

V roce 1949, v době svého odpočinku, dostal infarkt a bylo otázkou, zda se jeho stav upraví natolik, aby mohl pracovat za nízkých teplot v poměrně velké nadmořské výšce Mount Palomaru (1 706 m. n.m.). Do práce se ale vrátil, podařilo se mu objevit daleké cefeidy a lépe kalibrovat vzdálenosti. Humason mu nadále pomáhal, změřil rudý posuv odpovídající radiální rychlosti 60 940 km/s (20 % rychlosti světla), což znamenalo vzdálenost asi 120 Mpc.

Celý problém rozporu mezi velikostí Hubbleovy konstanty a stářím vesmíru stál na spolehlivém určení vzdáleností galaxií. Lepší poznání vlastností cefeid ukázalo, že ani ony „neblíkají“ tak jednoduše, jak se dosud předpokládalo. Např. cefeidy v galaxii v Andromedě byly ve skutečnosti mnohem jasnější, čímž byla vzdálenost galaxie přehodnocena – u některých galaxií, jejichž rudé posuvy byly Hubblem použity, byly vzdálenosti „prodlouženy“ i desetkrát.

E. P. Hubble se velmi těšil na využití palomarského pětimetru. K jeho využívání byl zřízen výbor, který měl přidělovat pozorovací čas dalekohledu. Ačkoli v čele výboru stál Hubble (další členové mj. Baade, Bowe, Oppenheimer), nepodařilo se mu prosadit svoji představu o maximálním využití dalekohledu pro kosmologii. Oponenti mu říkali, že již ke svým dřívějším pozorováním nemůže získat nic nového, převratného. Podle pozdějšího sdělení Karla Schwarzschilda to bylo pro Hubbla největším životním zklamáním.

V roce 1953 E. P. Hubble vystoupil na zasedání anglické astronomické společnosti s přednáškou *Zákon rudého posuvu*, jakousi bilancí své práce, v níž velmi ocenil Humasonovu pomoc. Ještě téhož roku 28. září 1953 zemřel.

---

<sup>7)</sup> Např. přes rok trvalo chladnutí odlitého zrcadla.

Literatura

- [1] Hubble, E. P.: A relation between distance and radial velocity among extragalactic nebulae. *Proceedings of the National Academy of Science*, Vol. 15, 1929, s. 168–173.
- [2] Hubble, E. P.: Photographic investigation of faint nebulae. *Yerkes Observatory* 4 (1920), s. 69.
- [3] Humason, M.: The Radial Velocity of N.G.C. 7619. *Proceedings of the National Academy of Science*, Vol. 15, 1929, s. 167–168.
- [4] Kopecký, V., jr.: Georges Lemaître vs. Edwin Hubble. *Astropis* 19 (2012), č. 1, s. 9–11.
- [5] Šarov, A. S., Novikov, I. D.: *Člověk objevivší rozpínání vesmíru*. Moskva, Nauka, 1989.

## Listy z kalendára

*Dušan Jedinák, Trnavská univerzita v Trnave*

**André-Marie AMPÈRE — (20. 1. 1775 – 10. 6. 1836)**



Francúzsky matematik a fyzik objasnil pojem elektrického prúdu, definoval smer prúdu ako smer pohybu kladného elektrického náboja. Objavil, že dva rovnobežné vodiče so súhlasne orientovanými elektrickými prúdmi sa navzájom priťahujú. Ukázal, že cievka s prúdom je vo svojich účinkoch rovnocenná stálemu magnetu. Zaviedol pojmy solenoid, galvanometer, odlíšil pojmy prúd a napätie, ukázal možnosť prevedenia magnetických javov na javy elektrické. Za práce v teórii diferenciálnych rovníc bol menovaný za člena parížskej Akadémie (1814). Skoro dvadsať rokov pôsobil na Polytechnickej škole v Paríži, potom až do konca života bol profesorom experimentálnej fyziky na Collège de France. Okrem matematiky, fyziky, chémie a botaniky sa zaoberal jazykovedou, psychológiou, filozofiou prírody. Pokúsil sa o klasifikáciu vedy. Vynikal