

Univerzita Hradec Králové
Filozofická fakulta

Vesmír a kosmologické koncepce v průběhu dějin
Universe and cosmological concepts throughout history

Bakalářská práce



Zadání bakalářské práce

Autor: **Jakub Licek**

Studium: F19BP0175

Studijní program: B6101 Filozofie

Studijní obor: Filozofie a společenské vědy

Název bakalářské práce: **Vesmír a kosmologické koncepce v průběhu dějin**

Název bakalářské práce AJ: Universe and cosmological concepts throughout history

Cíl, metody, literatura, předpoklady:

Problematika vzniku, vývoje a budoucího osudu vesmíru je stále aktuální a ani v dnešní době nejsme schopni zcela přesně zodpovědět všechny otázky, které se tohoto tématu týkají. Tato bakalářská práce se zabývá zachycením proměn kosmologických představ v průběhu dějin, přičemž hlavní zřetel je brán na kosmologii antickou a kosmologii novodobou. V práci lze nalézt přehled již překonaných myšlenek a představ antických myslitelů, ale i moderní teorie a modely vesmíru, k nimž se v současné době přikláníme. Práce se však nevyhne ani alternativním výkladům vesmíru, které zde budou pro představu také nastíněny.

HORSKÝ, Jan; NOVOTNÝ, Jan; ŠTEFANÍK, Milan. Úvod do fyzikální kosmologie. Vyd. 1. Praha : Academia, 2004. 219 s. ISBN 80-200-1241-9

Kaku, Michio (1994). Hyperspace. New York, New York, United States: Oxford University Press. ISBN 0-19-508514-0.

Fyzika IV, 3, 210b, podle vydání: Aristotelés. Fyzika. Přeložil A. Kříž. 1. vyd. Praha: Nakladatelství Petr Rezek, 1996. ISBN 978-80-86027-31-9.

Zadávací pracoviště: Katedra filosofie a společenských věd,
Filozofická fakulta

Vedoucí práce: Mgr. Václav Hampel

Oponent: prof. RNDr. Jaroslav Peregrin, CSc.

Datum zadání závěrečné práce: 13.2.2021

Univerzita Hradec Králové
Filozofická fakulta

Vesmír a kosmologické koncepce v průběhu dějin
Universe and cosmological concepts throughout history
Bakalářská práce

Autor: Jakub Licek
Studijní program: Filozofie a společenské vědy
Studijní obor: Filozofie
Vedoucí práce: Mgr. Václav Hampel

Hradec Králové, 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval pod vedením vedoucího bakalářské práce samostatně a uvedl jsem všechny použité prameny a literaturu.

V Hradci Králové dne 17. 5. 2022

Poděkování

Touto cestou chci poděkovat svému vedoucímu za odborné vedení bakalářské práce a cenné připomínky k textu práce.

Anotace

Tato bakalářská práce se zabývá chronologickým zachycením proměn kosmologických představ v průběhu dějin, přičemž hlavní zřetel je brán na kosmologii antickou a kosmologii novodobou. V práci lze nalézt přehled již překonaných myšlenek a představ antických myslitelů, ale i moderní teorie a modely vesmíru, k nimž se v současné době přikláníme. Antická kosmologie je rozdělena na presokratickou a postsokratickou, přičemž v každé z částí jsou uvedeni zástupci a jejich kosmologické příspěvky. Dalším obdobím, kterému je v práci věnována značná pozornost, je středověk. V této části je kromě vysvětlení jednotlivých kosmologických konceptů také nastíněno pozadí doby, ve kterém tyto koncepty vznikaly. Největší prostor je ponechán popisu novověkých kosmologických modelů a především standartnímu kosmologickému modelu. Poslední část práce se věnuje alternativním kosmologickým konceptům a otázkám, které nelze pomocí standartního modelu plně zodpovědět.

LICEK, Jakub. Kosmologie v průběhu dějin. Hradec Králové: Filozofická fakulta Univerzity Hradec Králové, 2022. Bakalářská práce.

Klíčová slova: vesmír, věda, velký třesk, náboženství

Annotation

This bachelor thesis is concerned with the chronological depiction of the changes in cosmological ideas throughout history, with the main focus on ancient and modern cosmology. In the thesis one can find a summary of the now outdated ideas and concepts of ancient thinkers, as well as modern theories and models of the universe, which are currently being embraced. Ancient cosmology is divided into presocratic and post-socratic, with representatives and their cosmological contributions listed in each section. Another period that receives considerable attention in the work is the Middle Ages. In this section, in addition to explaining the various cosmological concepts, the background of the period in which these concepts originated is also outlined. Most space is left to the description of the modern cosmological models and especially the standard cosmological model. The last part of the paper is devoted to alternative cosmological concepts and questions that cannot be fully answered by the standard model.

LICEK, Jakub. Cosmology throughout history. Hradec Králové: Faculty of Philosophy University of Hradec Králové. Bachelor's thesis.

Obsah

Úvod.....	1
1. Počátky kosmologie.....	3
2. Presokratické modely vesmíru	5
2.1. Anaximandros z Milétu a jeho vesmírný model.....	5
2.2. Démokritos a atomistický výklad vesmíru.....	7
3. Postsokratické modely vesmíru	8
3.1. Platón a antropologický obrat.....	8
3.2. Aristotelés a sférický model vesmíru	9
3.3. Ptolemaiovský model a geocentrická soustava	11
3.4. Heliocentrismus před Koperníkem.....	13
4. Středověké modely vesmíru.....	14
4.1. Kosmologie raného středověku	16
4.1.1. Geocentrické pojetí kosmu	16
4.1.2. Heliocentrické pojetí kosmu.....	17
4.2. Islámská kosmologie.....	18
4.3. Scholastická kosmologie.....	21
5. Novověké a moderní modely vesmíru	23
5.1. Mikuláš Koperník a otřes geocentrismu.....	24
5.2. Nový pohled na kosmos Galileo Galileie	25
5.3. Vylepšení Koperníkova modelu Johannesem Keplerem	25
5.4. Giordano Bruno a neohraničený vesmír	26
5.5. Isaac Newton	27
5.6. Námitky proti modelu neměnného vesmíru	28
6. Standartní kosmologický model.....	29
6.1. Teorie velkého třesku	32
7. M-teorie a alternativní kosmologické koncepty	34
7.1. Ekpyrotický model	35
7.2. Vesmír jako černá díra.....	35
7.3. Může být vesmír počítačovým programem?	36
8. Kosmické náhody.....	36
8.1. Antropický princip	37

8.2. Multiverzum	37
8.3. Aplikace M-teorie na makroskopický svět	38
8.4. Konec vesmíru	39
Závěr	40
Seznam použité literatury:.....	42

Úvod

Kosmologie je nauka o vesmíru a okolnostech jeho vzniku, vývoje a následně předpokládané budoucnosti. Moderní podoba kosmologie vyklíčila ze semen starověkých představ, myšlenek a především z touhy vědět. Myšlenky a představy o kosmologii se datují až k počátku lidstva, jakmile primitivní sociální skupiny vyvinuly jazyk, byl to přinejmenším zdárný krok k prvním pokusům porozumět světu okolo. Starověký člověk si kladl otázky ohledně toho, co se kolem něj děje, proč se tak děje a hlavně otázku, již se zaobírá i novověká kosmologie, tedy jak vlastně vesmír funguje. Raná kosmologie se však vztahovala především na svět a nejbližší pozorované fenomény, vesmír byl tím, s čím rané sociální skupiny přímo interagovali.¹ Hlavními fenomény tedy bylo počasí, zemětřesení, záplavy tedy pro nás jevy, které lze vědecky objasnit ba dokonce předvídat. V průběhu let se lidé pokoušeli různé jevy vysvětlit mnoha způsoby, přičemž pravděpodobně nejstarším přístupem je dynamismus. Dynamismus předpokládá tajemnou neosobní sílu, která ovlivňuje člověka a svět kolem něj, tato síla se ukrývá ve všem kolem nás. S touto vírou přichází i snaha o ovládnutí těchto tajemných sil, tedy vznik magie.² Pozdějším typem náboženských představ je polyteismus, jejímž principem je víra v božstvo.³ Přírodní jevy přítomné v každodenním životě lidí tak začali být vysvětlovány existencí božstva, které tyto fenomény ovládají. Nejmladší jsou pak monoteistická náboženství, do kterých patří islám, judaismus, buddhismus či křesťanství, která bezesporu ovlivnila vývoj kosmologie.⁴

Z dnešního pohledu můžeme říct, že se na kosmologii lze dívat dvěma různými pohledy, těmi je perspektiva náboženská a vědecká. Z náboženské perspektivy je kosmologie o světě vytvořeném a následně ovládaném nadpřirozenými silami, které nepodléhají empirii. Pro vědce je naopak kosmologie o světě, řízeném přírodními silami, které lze objasnit a poté předvídat. Během poslední dekády zažila kosmologie informační boom v podobě nových poznatků a

¹ COLES, Peter. *Kosmologie*, str. 8.

² PODBORSKÝ, Vladimír. *Náboženství našich prapředků*, str. 16.

³ Tamtéž, str. 20.

⁴ Tamtéž, str. 21.

informací o původu, předpokládané struktuře a vývoji vesmíru, které byly získány především díky technologickému pokroku vesmírných observatořích, modernějších a komplexnějších dalekohledů a také veřejnému zájmu.

Cílem mé bakalářské práce je zachycení proměn kosmologických představ v průběhu dějin, přičemž hlavní zřetel je brán na kosmologii antickou a kosmologii novodobou. V práci lze nalézt přehled již překonaných myšlenek a představ antických myslitelů, ale i moderní teorie a modely vesmíru, k nimž se v současné době přikláníme. Práce se však nevyhne ani alternativním výkladům vesmíru, které zde budou pro představu také nastíněny.

1. Počátky kosmologie

Velká část raných kosmologických představ je ovlivněna jistým druhem antropomorfismu ve smyslu přenesení lidských ctností a neřestí na smyšlené bytosti či přírodu a její síly, těmito tendencemi bylo pro člověka mnohem jednodušší alespoň částečně pochopit běh světa. Mýtické výklady vesmíru můžeme nalézt v různých částech světa, avšak existují určité analogie, které jsou jím společné. Lidé a jejich představy často obsahovaly určitou myšlenku vyšší bytosti, dohlížející na chod světa lidí, která vytvořila přírodní svět a jeho krásy *ex nihilo*⁵. Další podobností napříč starověkými kulturami může být představa o *počátečním chaosu*⁶ a postupném uspořádávání lidské společnosti, či představy o vesmíru jako o určitém *biologickém procesu*⁷ odrážející poznatky z každodenního života. Tato zajímavá pojetí vesmíru jako biologického procesu se objevují v mýtech, podle kterých se například vesmír vyklubal z vejce či vyklíčí ze semene.

Sepsané prvky můžeme nalézt například v eposu o stvoření světa z počátečního chaosu s názvem Enúma Eliš, jehož vznik se datuje přibližně do 2. tisíciletí př. n. l. Začátek eposu se odehrává na samém počátku věků, kdy existují pouze prapůvodní vyšší bytosti Apsú a Tiámat představující počáteční neuspořádanost⁸ Samotná kniha popisuje stvoření světa takto:

*„Když nahoře nebesa nebyla pojmenována,
dole země jménem nebyla zvána, tu prastarý Apsú,
jejich zploditel, a životodárná Tiámat, rodička
veškerenstva, své vody smísili dohromady...“⁹*

Apsú v eposu představuje sladkou vodu, přičemž jeho protějšek Tiámat zase širý oceán, smísením božských živlů dojde ke zrození prvních generací bohů.¹⁰ Postupně se rodí nižší a nižší generace bohů, představující základní objekty světa

⁵ V překladu „z ničeho“.

⁶ Na jedné straně zde stojí chaos, jako to špatné, které je postupně nahrazeno řádem v podobě uspořádaného kosmu.

⁷ Např. čínský mýtus o Pan Gu.

⁸ COLES, Peter *Kosmologie: průvodce pro každého*, str. 10.

⁹ KING, Leonard W. *Enuma Elish*, 1. tabule

¹⁰ FOSTER, Benjamin. *Before The Muses*, str. 353.

jako například hvězdy, nebesa, měsíc, kteří svádějí boj s prvotními bohy.¹¹ Zásadní boj se odehrává mezi bohem Mardukem a Tiámat, Marduk nad bohyní zvítězí a postupně tak seskupuje hvězdy na nebi do souhvězdí, dává vzejít dalším bohům a přikládá jim jejich úděl, vznikají tak bohové mající na starost slunce, měsíc či zemi.¹² Marduk nakonec přichází i s plánem vytvoření lidské bytosti, který svěřuje správci země Eovi.¹³

Stvoření člověka je popsáno v šesté tabuli eposu takto:

„Člověka stvořím, bytost lidskou.

Obtížen bude službou bohů a bohové si odpočinou.“¹⁴

Tato na první pohled neinovativní představa vzniku světa je výsledkem stoleté práce mnohých asyriologů z různých částí Evropy i Ameriky, přičemž první částečná publikace pochází z 2. poloviny 19. století. Fragментy této již ucelené publikace však byly roztroušeny po celém území tehdejší Mezopotámie, jak se můžeme dočíst v knize

Lubora Matuše.¹⁵

Další takový příběh o stvoření univerza tentokrát v pojetí vzniku univerza jako biologického procesu pochází ze starověké Číny. Mýtus se datuje od 3. až do 6. století našeho letopočtu a pojednává o obru jménem Pan Gu, který vyvstal z obrovského vejce, prasklé vejce tak dalo vytvořit z měkkých částí nebesa, z těch těžších zase Zemi. Pan Gu vyzvedl nebesa nad sebe a tlačil je výše, přičemž sám rostl, obr nakonec umírá a z částí jeho těla vznikají vesmírné objekty, přírodní úkazy a příroda.¹⁶

Pravděpodobně nejčastějším výkladem vzniku světa v monoteistických náboženstvích je vznik ex nihilo. Příkladem tohoto výkladu může být kniha

¹¹ FOSTER, Benjamin. *Before The Muses*, str. 373.

¹² Tamtéž, str. 377.

¹³ Tamtéž, str. 387.

¹⁴ Tamtéž, 6. tabule.

¹⁵ HRUŠKA, Blahoslav. *Mýty staré Mezopotámie: Sumerská, akkadská a chetitská literatura na klínopisných tabulkách*, str. 146.

¹⁶ COLES, Peter. *Kosmologie: průvodce pro každého*, str. 10-11.

*Genesis*¹⁷, která je součástí židovské Tóry i křesťanské Bible. Podle této nauky neexistuje na počátku nic krom Boha, který z něčeho tvoří něco. Kniha Genesis začíná popisem prvních dní, kdy Bůh postupně tvoří nebesa a zem a učiní rozdíl mezi dnem a nocí vytvořením dvou zdrojů světla, tedy Slunce a Měsíce. Bůh dále vytváří moře a souš, na souši nechává vyrůst rostlinstvo a ve vodě i nad ní vytváří živočišstvo. Pátého dne pak konečně vytváří i živé bytosti na souši, včetně člověka, který má nad všemi ostatními živočichy moc. Během sedmi dní Bůh stvořil svět podle obrazu svého.¹⁸

2. Presokratické modely vesmíru

Jeden z největších vlivů na moderní myšlení a představy o vesmíru má dozajista antická kosmologie a její koncepty, které vznikly z řecké filozofie a poznatků z římské říše. Je fascinující, že antičtí učenci ovlivnili filozofy a vědce moderní doby, přičemž i mnoho našich moderních konceptů má svůj kořen hluboko v antických myšlenkách. První kosmologické modely byly založeny především na mýtech, legendách a magických jevech, změnu v přístupu zavádí právě řecká filozofická tradice. Přístup řecké filozofické tradice byl založen především na jasných důkazech, intelektuálnímu přístupu a především na výměně znalostí v podobě debaty. Základem řecké kosmologie je učení, že vesmír a jeho principy je možné vyjádřit v matematické podobě. Řecká přírodní věda sestávala okem dnešního člověka z primitivních a samozřejmě mylných představ, kdy byla vnější realita zachycována především skrze smysly, které zprostředkovávaly nejlépe srozumitelné vysvětlení určitých fenoménů přírody. Řekové například mysleli oblohu jako nehybnou klenbu, hvězdami pak díry v této klenbě, skrze které září věčný oheň. Zmíněné domněnky stejně jako ta, že je Země plochého charakteru, měly své zapříčinění z velké části v naivní důvěře v prvotní smyslový vjem.¹⁹

2.1. Anaximandros z Milétu a jeho vesmírný model

Anaximandros se narodil v roce 610 či 611 př. n. l. v Milétu. Většinu Anaximandrových myšlenek a informací o jeho životě se dozvídáme pomocí

¹⁷ Neboli První kniha Mojžíšova.

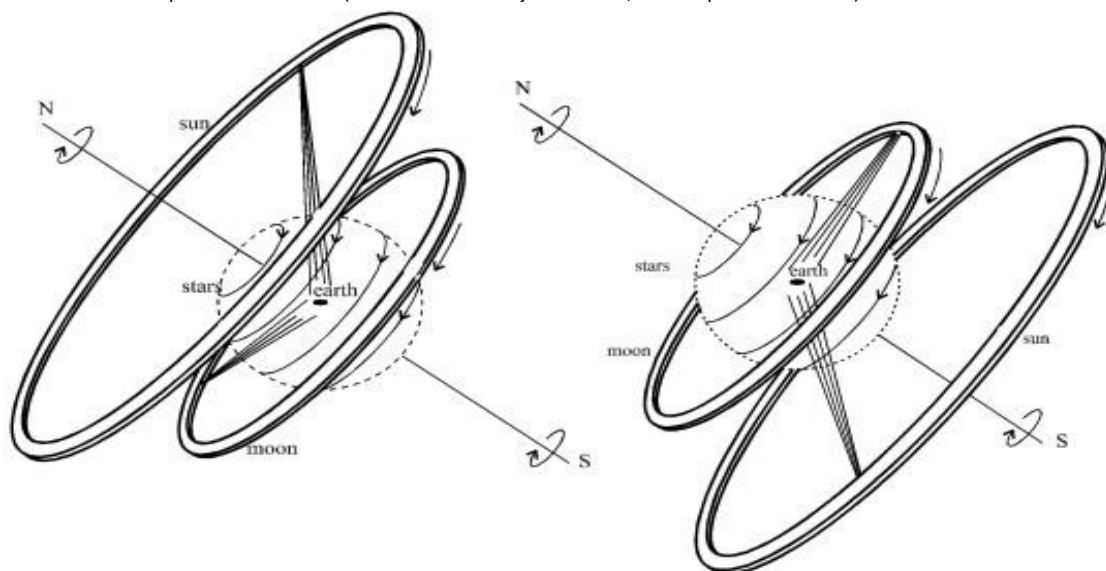
¹⁸ *Genesis: Stvoření*, 1:30.

¹⁹ PEXIDR, Karel. *Kosmologie z pohledu filozofa*, str. 54-55.

zlomků filozofů pozdější doby. Tento žák Tháletův je tvůrcem jednoho z prvních kosmických obrazů našeho světa.²⁰ Anaximandros, jak nám popisuje přepis Pseudo-Plútarchův, si představoval Zemi následovně: „*Tvrdí také, že Země je podoby válcové, že její hloubka je třetinou její šířky. Dále praví, že to, co z věčného plodí teplo a chlad, se při vzniku tohoto světa oddělilo a vyrostla z něj jakási planoucí sféra, která se má ke vzduchu, jenž obklopuje zemi, jako kůra ke stromu. Když se tato sféra rozdělila do jakýchsi uzavřených kruhů, vzniklo Slunce, Luna a hvězdy.*“²¹

Podle Pseudo-Plútarchova zlomku tedy Anaximandros předpokládá, že náš i mnoho dalších světů vznikají a opět spějí do bezmezného apeironu, ve kterém jsou obsaženy další živly, kterými jsou voda, země, vzduch a oheň. Neustálou změnou, pohybem a dělením vznikají další formy hmoty.²² Dalším významným faktem je, že Anaximandros dokázal vypočítat vzdálenost od Zemi k Měsíci tak jako ke Slunci a také odhadnout velikost obou těles.²³ Anaximandros je také mimo jiné považován za vynálezce gnómónu, který nechal postavit v místech, ve kterých mohl pomocí stínu změřit čas či část roku.²⁴

* Obr. č. 1 - Představa vesmíru podle Anaximandra (model vlevo označuje den v létě, model vpravo noc v zimě)



Zdroj: Couprie, Dirk, L. Heaven and Earth in Ancient Greek Cosmology. str. 143-144.

²⁰ Agathémeros, *Geographiae informatio* I, 1

²¹ Pseudo-Plútarchos, *Strom.* 2; fr. 179, 9-30 Sandbach (D. 579)

²² Pseudo-Plútarchos, *Strom.* 2; fr. 179, 9-30 Sandbach (D. 579)

²³ Hippolytos, *Refut.* I, 6, 1-7 (D.559; W. 10)

²⁴ Díogenés Laertios II, 1, 1-2

2.2. Démokritos a atomistický výklad vesmíru

Atomismus jakožto filozofický směr, který má svůj původ ve Starověkém Řecku, pravděpodobně vznikl v 5. století př. n. l. Antičtí atomisté chápou svět a všechny věci v něm jako složeninu z nekonečného množství atomů. Patrně nejznámějším představitelem tohoto směru byl Démokritos, žák Leukippův. O Démokritovi, jeho životě a myšlenkách nás taktéž spravuje poměrně velké množství zlomků, které se nám od filozofů dané doby zachovaly. Podle těchto zlomků se dozvídáme, že Démokritos rozlišuje určité prázdno, které je neomezené a substancí, jenž je jsoací a tuhá. Slučováním této okem nepostřehnutelné substance vznikají hmotné útvary, které jsme již schopni postihnout smysly.²⁵ Tyto substance nazývané atomy jsou tuhé, nedělitelné a co do počtu nekonečné. Atomy²⁶ mohou mít nekonečné množství tvarů a podob, tak aby bylo možné tvořit velké množství věcí.²⁷ Nedělitelnost těchto atomů pak Démokritos vysvětluje ne tím, že tyto substance nemají další části, spíše než, že jsou neporušitelné.²⁸ Volně pohybující se atomy v nekonečném vesmírném prázdnu nahodile narážejí do sebe, po nárazu se atomy zaplétají do sebe a dávají tak vzniknout všemu, co kolem sebe můžeme nalézt. Tak jako Démokritos popisuje nekonečné množství atomů rozličných tvarů, podobně přemýšlí i o světech. Podle něho totiž existuje nekonečně mnoho světů, které se liší svou velikostí či množstvím a velikostí Měsíců či Sluncí. Světy podle Démokrita volně vznikají a zanikají kvůli vzájemným srážkám.²⁹

Poměrně zajímavá analogie s možnými alternativními teoriemi současné doby je myšlenka, že existují mnohé světy, respektive nemyslitelný počet světů, které jsou nejen v určitých znacích podobné, nýbrž v nich ani v lidech, kteří tyto světy obývají, není nejmenší rozdíl.³⁰

²⁵ Simplikios, *In Arist. De caelo* 295, 1.

²⁶ Přestože antický výklad pojmu předpokládá jeho nedělitelnost, v dnešní době víme, že jsou samotné atomy složené z nukleonů, které lze také ještě dělit na menší částice nazývané kvarky.

²⁷ Aristotelés, *O vzniku a zániku* 314a 21-24 + 315b 9-15.

²⁸ Simplikios, *In Arist. Phys.* 925, 10-25.

²⁹ Hippolytos, *Ref.* I 13, 2-4.

³⁰ Cicero, *Ac. pr.* II 17, 55.

Démokritos ve svém učení pravil, že se na samém počátku Země kvůli své lehké a malé povaze volně pohybovala, zastavila se postupně až tehdy, když zhoustla a stala se těžkou. Samotnou Zemi přirovnával k disku a tvrdil, že je ve svém středu dutá.³¹

3. Postsokratické modely vesmíru

3.1. Platón a antropologický obrat

Přestože se Platón přímo nezasloužil o žádný významnější příspěvek, patřící k dosavadnímu astronomickému vědění, nelze jej opomenout jako postavu, která historii astronomie ovlivnila. Během Platónova života, tedy v letech 428-347 př. n. l. probíhal v řecké filosofii takzvaný antropologický obrat, přičemž se o tuto změnu filozofického uvažování zasloužili především sofisté. Představitelé sofistů se začali zabývat primárně otázkami společenských problémů a tak postavili člověka do středu filozofického zkoumání, následkem toho začal zájem o přírodní svět a pochopení jeho jednotlivých principů upadat. Platón však tento upadající zájem o přírodní svět oživil a především zařídil astronomii čestné místo mezi teoretické obory, jejichž znalost byla důležitou součástí antického vědění.³²

Podle Platóna existují dva světy, které se od sebe diametrálně liší. Prvním je náš svět, ve kterém žijeme a který smyslově vnímáme, tento svět je plný změn a chaosu. Druhým Platónovým světem je svět pravého bytí, ve kterém se nacházejí ideje a věčné, neměnné pravdy. Tyto ideje jsou podle Platóna určitým pravzorem věcí, které se nacházejí ve smyslovém světě. Platón předpokládal, že věčné pravdy není možné nalézt v našem světě, který je, jak již bylo řečeno, nestálý. Jediné *pravé vědění*³³ tak podle Platóna můžeme nalézt v idejích a matematice. V našem světě, který lze vnímat smysly nelze nalézt pravé vědění, ale pouze *domněnky*³⁴.³⁵ Lze říci, že pravé vědění bylo pro Platóna jedním z nejdůležitějších aspektů života, který mohl člověka

³¹ Aëtios, Plac., D. 377-378.

³² ŠPELDA, Daniel. *Astronomie v antice*, str. 57.

³³ Neboli *epistémé*.

³⁴ Neboli *doxa*.

³⁵ ŠPELDA, Daniel. *Astronomie v antice*, str. 58.

přiblížit ke skutečnému světu idejí.³⁶ K přiblížení k tomuto skutečnému světu plného idejí a věčných pravd však bylo nutné oprostít svou duši od těla, které nás v našem smyslovém světě drží, prostřednictvím očišťování. Paradoxně nejvyšším stupněm očištění a přiblížení se ke skutečnému světu idejí je pro Platóna smrt, po které naše nesmrtelná duše opouští smrtelnou schránku. Po smrti tělesné schránky však cesta duše nekončí, nýbrž její osud tvoří soudce, jak píše Platón v Sedmém listu: „*A stále je třeba vskutku věřit starým posvátným vypravováním, která zjevují, že naše duše je nesmrtelná i soudce že má nad sebou a že si odpykává veliké tresty, když se odloučí od těla; proto také je třeba pokládat za menší zlo trpěti i veliké chyby a křivdy než se jich dopustiti.*“^{37,38}

3.2. Aristotelés a sférický model vesmíru

Aristotelská tradice byla důležitým vzorem pro vytváření světonázoru a poznatků nadcházející doby a byla také inspirací pro o pár století později žijícího Ptolemaia a jeho model geocentrické soustavy. Aristoteles žil v letech 384-322 př. n. l. Poměrně výrazně se odlišuje od smýšlení předchůdců, kteří jsou v této práci uvedeni. V době před Aristotelem byla představa tvaru Země spojená s plochou deskou či přinejlepším s diskem. Aristotelés však ve své knize *O nebi*³⁹ přináší důvody pro správnost tvrzení, že je Země ve tvaru koule. Prvním důvodem je znalost mechanického principu zatmění Měsíce, který nastává, když se Země ocitne mezi Měsícem a Sluncem. V okamžiku zatmění Měsíce je totiž stín Země na Měsíci kruhového charakteru, z toho Aristotelés implikuje kulatý tvar Země. Aristotelés argumentoval nesprávnost do té doby obecně přijímaného názoru, že je Země ve tvaru disku či ploché desky tím, že kdyby byl tento předpoklad správný, vrhaný stín by byl tvaru eliptického, nebo by byl protažený. Řekové si také na svých námořních cestách uvědomili, že se Polárka zdá být v jiné vzdálenosti, je-li pozorována z jihu, nebo naopak se severnějších oblastí. Aristotelés z tohoto

³⁶ LIVIO, Mario. *Je Bůh matematik?*, str. 34.

³⁷ Platón. *Sedmý list*, 335a.

³⁸ ŠPELDA, Daniel. *Astronomie v antice*, str. 58.

³⁹ ARISTOTELES. *O nebi, O vzniku a zániku*.

poznatku dokonce odhadl obvod Země, přičemž v porovnání s dnešní přesnou hodnotou je Aristotelův výpočet dvojnásobný. Aristotelés byl také přesvědčený, že Slunce, Měsíc a okolní hvězdy obíhají kolem Země, která byla stacionární. Pro své přesvědčení měl především mystické důvody. Především si byl jist, že se Země nachází ve středu kosmu a okolní hvězdy a planety obíhají v kruhovém tvaru, protože byl kruh podle Aristotela nejdokonalejším tvarem.⁴⁰

Aristotelés si představoval vesmír jako sféricky uspořádaný a rozděloval ho na pozemskou oblast, která je proměnlivá a porušitelná a na oblast nebeskou, která je neměnná a především dokonalá.⁴¹ Vesmír je tak tvořen pěti elementy, vodou, ohněm, vzduchem, zemí, ze kterých je složena sféra, jejíž hranice sahají až po Měsíc a pátým elementem éterem, z kterého je složeno nebe. Počet vesmírných sfér, které byly vzájemně propojené, předpokládal Aristotelés 47 až 55, všechny tyto sféry se pohybují.⁴² V podobném duchu Aristotelés odlišuje ve svém díle Fyzika i hmotu od tvaru a místo od obou pojmů. Aristotelés tak nenechává prostor pro nejasnosti ohledně základních pojmů související se světem kolem nás.⁴³

Aristotelés však nezůstává bez vysvětlení pohybujících se sfér a tvrdí, že: „Je zřejmé, že je jedno nebe. Neboť kdyby jich bylo více, jako je více lidí, byl by počátek pro každé co do druhu jeden, co do počtu by jich však bylo mnoho. Avšak všechno, čeho je na počet mnoho, má látku. Neboť jeden a týž pojem, například „člověk“, náleží mnohým, Sókratés však je jeden. První bytnost však látku nemá. Neboť je skutečností. Je tedy pojmem i počtem první nehybný hybátel jeden. Proto je jenom jedno také to, co je stále a nepřetržitě pohybováno. Je tedy jenom jedno nebe.“⁴⁴ Vše co se pohybuje, je hýbáno prvním nehybným hybatelem. Všechny hýbaný pohyb je podle Aristotela dokonalý, musí tedy být logicky dokonalý i prvotní hybátel.⁴⁵

⁴⁰ HAWKING, Stephen. *Stručná historie času*, str. 14.

⁴¹ ŠPELDA, Daniel. *Astronomie v antice*, str. 114.

⁴² HAHM, David. *The Fifth Element in Aristotle's De Philosophia*, str. 60.

⁴³ ARISTOTELÉS, IV, 3, 210b.

⁴⁴ ARISTOTELÉS *Metafyzika*, XII, 8, 1074a31–38.

⁴⁵ THEIN, Karel. *Aristoteles o povaze pohybu nebeské sféry II*, str. 72.

*Obr. č. 2 - Aristotelův sférický model



Zdroj: P. Apianus, *Cosmographicus liber*, 1524.

3.3. Ptolemaiovský model a geocentrická soustava

Klaudios Ptolemaios žil a působil v hlavním městě římské provincie Egypta, ve městě Alexandrii. V této době vládli císaři rodu Flaviovců a Antonovců. Ptolemaios byl dědicem Euklidových spisů a pozdějších matematiků, jako byli Apollónius z Pergy a Archimédes ze Syrakusy k významným matematickým znalostem v oblasti geometrie a aritmetiky.⁴⁶

Významný vliv měl na Ptolemaia astronom Hipparchus, který vypracoval teorii pohybů Slunce, vypočítal precesi rovníků a shromáždil sbírku dalších astronomických dat. Ptolemaios své teorie a myšlenky sepsal v astronomickém spise pod názvem *Almagest*. Přestože byl Ptolemaios zastáncem, dnes již zcela překonaného, geocentrického systému, jeho matematický model sluneční soustavy byl považován za správný dalších čtrnáct století. Ptolemaios tedy ve svém encyklopedickém shrnutí poznatků pozdní antické astronomie shromáždil a postupně analyzoval astronomické údaje z dob dřívějších starověkých a antických pozorování. *Almagest* obsahuje zjednodušený geocentrický model, ve kterém vzhledem k Zemi Ptolemaios vypočítal potenciální pohyby Slunce, Měsíce a

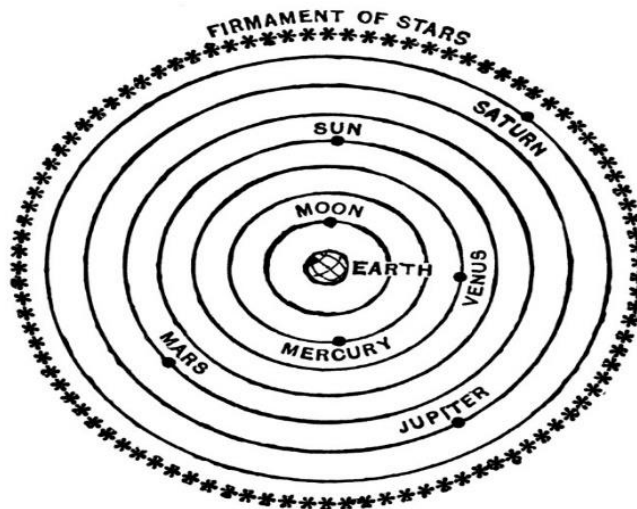
⁴⁶ FITZPATRICK, Richard. *A Modern Almagest*, str. 5.

okolních planet. Jednou z hlavních předností tohoto spisu a modelu geocentrické povahy je předpoklad, že se nebeská tělesa pohybují po kružnicích, přičemž je Země stacionární.⁴⁷

Ačkoliv byl Ptolemaios kritizován za přespřílišné lpění na Aristotelické filozofii, z dnešního pohledu můžeme říci, že se od těchto myšlenek poměrně distancuje. Aristoteles byl například přesvědčen, že se Země nachází v přesném středu vesmíru, Ptolemaios se však k této myšlence nehlásí, naopak tvrdí, že je Země od středu vesmíru lehce posunuta. Můžeme tedy říci, že byl Ptolemaios do určité míry ovlivněn Aristotelickou filozofií, neostýchá se však odchýlit od Aristotelského světonázoru, jestliže jeho pozorování vypovídají o nepřesnostech v Aristotelické filozofii.⁴⁸

Almagest a v něm rozpracované modely a výklady světa plně uspokojovaly další generace filozofů a astronomů, přičemž se samotný spis stal vzorem ve vědeckém přístupu a také základním kamenem, na kterém stavěla další řešení astronomických otázek. Vzorem pro vědecký přístup tak Almagest zůstal prakticky až do doby Mikuláše Koperníka, kdy byl geocentrický model Ptolemaia nahrazen heliocentrickým modelem.⁴⁹

* Obr. č. 3 - Ptolemaiovský model sluneční soustavy akceptovaný po čtrnáct století



Zdroj: John H. Finley ed. Nelson's Perpetual Loose-Leaf Encyclopaedia (vol. 10) (New York, NY: Thomas Nelson and Sons, 1917)

⁴⁷ FITZPATRICK, Richard. *A Modern Almagest*, str. 6.

⁴⁸ Tamtéž, str. 7-8.

⁴⁹ ŠTEFL, V. *Klaudios Ptolemaios*, str. 16.

3.4. Heliocentrismus před Koperníkem

Protikladem ptolemaiovského geocentrismu je heliocentrismus, který předpokládá, že středem sluneční soustavy, potažmo vesmíru je právě Slunce. Ačkoliv se pod pojmem heliocentrismus často asociuje jméno Mikuláše Koperníka, myšlenky heliocentrismu se objevují dávno před ním. Jedním z prvních inovátorů v otázce geocentrického modelu byl filozof slavné pythagorejské tradice Filoláos. Podle jeho učení Země opravdu nebyla středem vesmíru, nýbrž jim byl velký centrální oheň, kolem kterého obíhají sféry včetně Slunce. Filoláos se tak zasloužil o nejstarší známou diskuzi týkající se heliocentrismu.⁵⁰ Plně však myšlenky heliocentrismu rozvinul až Aristarchos ze Samu, který pravděpodobně žil v letech 310-230 př. n. l. Aristarchos je pro svoje hluboké znalosti a přínos někdy nazýván antický Koperník jako například v knize Thomase Heatha *Aristarchus of Samos*.⁵¹

Není pochyb o tom, že se Aristarchos ze Samu zasloužil o založení heliocentrické hypotézy, o správnosti této teze existují mnohá starověká svědectví. Dokonce sám Mikuláš Koperník se ve dvou pasážích své práce odkazoval právě na Aristarcha ze Samu a Filoláa, kteří prosazovali nestacionární povahu Země. Koperník v těchto pasážích říká, že: „(...)Filolaos cítil pohyb Země, o čemž někteří také říkají, že Aristarchos ze Samu byl stejného názoru.“⁵² Běžný výklad o vesmíru v dobách života Aristarcha byl takový, že je vesmír kulovitého charakteru a Země je jejím středem, přitom samotný vesmír, je mnohem menší, než jak si jej představuje Aristarchos. Aristarchos se také domníval, že starověká představa o vzdálenosti hvězd musí být nutně mylná a předpokládal, že hvězdy musí být mnohem dále od Země především proto, že nemají viditelnou paralaxu. Samotná heliocentrická hypotéza je vyjádřena jazykem, který neponechává žádný prostor pro spor a nejasnosti ohledně jejího významu. V Aristarchovském heliocentrickém modelu zůstává Slunce nepohyblivé, stejně jako okolní stálice, přičemž tvoří střed

⁵⁰ HUFFMAN, Carl. *Philolaus*. Plato.stanford.edu [online]. [cit. 2022-04-10] Dostupné z: <https://plato.stanford.edu/archives/fall2020/entries/philolaus/>.

⁵¹ HEATH, Thomas. *Aristarchus of Samos*, str. 299.

⁵² Tamtéž, str. 301.

kruhové dráhy, po které se otáčí Země.⁵³ Velká část jeho práce byla ovlivněna Eukleidem, přičemž mezi jeho další předpoklady patří to, že Měsíc sám o sobě nevydává žádné světlo, ale pouze odráží paprsky světla pocházející od Slunce, nebo například vyvození velikosti Slunce a poměru velikosti mezi dalšími tělesy vzhledem k Zemi. Jeho výpočty jsou z pohledu dnešních faktických vědomostí poměrně nepřesné, metodologicky však byla jeho práce správná, chyba byla v nesprávném odhadnutí vzdálenosti Slunce od Země a tedy i jeho velikosti.⁵⁴

4. Středověké modely vesmíru

Středověk je obecně chápán jako jedna z nejtemnějších a intelektuálně nejvíce stagnujících období, které kdy proběhlo. Představy ve spisech raného novověku, které o tomto období vypovídají pouze v negativním smyslu, však byly moderní medievistikou⁵⁵ odmítnuty.⁵⁶ Navzdory nepříznivým podmínkám středověku, tedy období sužovaném nemocemi, válkami, útlaku autoritami a bezcitného řádění inkvizic, docházelo podle moderních poznatků alespoň k částečným pokrokům ve vědě. Někteří označují vybrané středověké ideje a traktáty za značně pokrokové, ale na druhou stranu je považují za poněkud primitivně sepsané.⁵⁷ Úvahy o kosmu byly však ve středověku omezené především proto, že se velká část starověkých vědomostí do této doby ztratila, či přežívala pouze v muslimském světě. V temné době středověku tedy nezbývalo nic jiného, než se spoléhat na autory, jejichž dochované spisy byly dostupné a psané v latinském jazyce.⁵⁸

O církvi působící ve středověku existuje i v dnešní moderní době obecně přijímaná představa, že se za každou cenu snažila prosadit plochost planety Země a neochvějně bránila jakémukoliv vědeckému pokroku, který by nebyl v očích církve správný. Avšak podle novodobých historiků vědy, je taková premisa

⁵³ HEATH, Thomas. *Aristarchus of Samos*, str. 302.

⁵⁴ EVANS, James. *Aristarchus of Samos*. Britannica.com [online]. [cit. 2022-04-10]
Dostupné z: <https://www.britannica.com/biography/Aristarchus-of-Samos>

⁵⁵ Zn. odvětví historie zabývající se obdobím středověku.

⁵⁶ ŠPELDA, Daniel. *Astronomie ve středověku*, str. 7.

⁵⁷ Tamtéž, str. 8.

⁵⁸ COLES, Peter. *Kosmologie*, str. 12-13.

nesprávná a vztahy mezi církevními představiteli k vědě byly daleko komplikovanější, než by se mohlo zdát.⁵⁹ Samotné popírání kulatého charakteru Země církevními hodnostáři však bylo zcela výjimečné, mnohem spíše se církev ubírala takovým směrem, který měl pro ni hodnotu a smysl. Pro pochopení této teze, je nutné popsat začátek sporů mezi zastánci doslovného výkladu duchovních textů a těmi, kteří si tyto texty vykládali s určitým názorovým odstupem. Komentáře ke Genesis, které se objevovaly už v hebrejské tradici, zřejmě patřily k nejspolehlivějším zdrojům vědomostí o kosmologických principech, které měli církevní zástupci k dispozici. Tato pojednání komentovala biblické stvoření světa, který byl stvořen během šesti dnů. Basil z Cesareje, který žil pravděpodobně v letech 329-379 našeho letopočtu, je autorem prvního křesťanského dokumentu, věnujícího se otázkou šesti dnů stvoření, který byl z této doby dochován. Tyto výklady kosmologických představ ovlivnily odlišný výklad Písma. Zástupci antiochejské teologické tradice vykládali komentáře ke Genesis a Písmo jako exaktní a adekvátní popis vesmíru, v názorové opozici stojící příslušníci alexandrijské školy však přisuzovali těmto textům spíše duchovní význam, nepopírali tak ideu vesmíru, který má tvar koule, v jehož středu je kulatá Země. Antiochejská teologická škola tak na rozdíl od alexandrijské nevycházeli z vědomostí antické astronomie a výslovně je odmítali, tak jako sférický obraz kosmu.⁶⁰

Otcové církve, žijící v pozdním starověku, se nesnažili vytvořit kompaktní křesťanskou kosmologii, která by nahrazovala pohanskou kosmologii z dob Aristotela především kvůli přesvědčení, že je zkoumání kosmologických principů neúčinné a nevhodné, nepřináší spásu, ani nepřibližuje k Bohu.⁶¹

⁵⁹ ŠPELDA, Daniel. *Astronomie ve středověku*, str. 29.

⁶⁰ Tamtéž, str. 30.

⁶¹ Tamtéž, str. 37.

4.1. Kosmologie raného středověku

4.1.1. Geocentrické pojetí kosmu

Po rozpadu západořímské říše roku 476 n. l., se na jeho bývalém území ovlivněném mimo jiné stěhováním národů začala deformovat a vyliďňovat města a nekončícím drancováním a válkami se postupně ztrácely i široké znalosti zděděné z antického světa. Útočištěm vzdělanosti se tak v Evropě staly především kláštery, v němž se lpělo na přísný časový režim. Život v klášteře tak obnášela znalost a studium bible, ale také i studium sedmi svobodných umění, které tvořilo základ středověkého vzdělávání. Sedm svobodných umění se skládala z umění gramatiky, rétoriky, dialektiky, aritmetiky, geometrie, hudby a v neposlední řadě z astronomie. Představitelé církve tedy využívali poznatků z dob antiky, především ale k řešení praktických problémů, jež byly důležité především pro samotnou církev. Jedním z takových praktických problémů bylo stanovení obecně platného data Velikonoc, svátku oslavujícího zmrtvýchvstání Ježíše Krista.⁶² Řecká díla, však bylo nutné zprostředkovat v latinském jazyce, aby bylo vědění obsažené v nich přístupná. Anicius Manlius Severinus Boethius, který žil v letech 480-524 byl jedním z prvních křesťanských autorů, kteří se rozhodli tuto vizi zrealizovat, přeložil tak část významných řeckých spisů.⁶³

Patrně nejvýznamnějším křesťanským encyklopedistou byl však Isidor ze Sevilly narozen padesát let po smrti Boethia. Tento muž církve napsal dvě díla, věnující se kosmologickým a astronomickým otázkám. Prvním z nich je *De rerum natura*, v níž se věnuje přírodními jevy a encyklopedicky je vykládá, mezi vysvětlovanými jevy jsou například fáze měsíce, postavení Země v kosmu a další. Nejznámější je však druhé z jeho děl s názvem *Etymologiae*, ve kterém Isidor shrnuje všeobecné vědomosti patřící mezi učení předmětů sedmi svobodných umění, které byly podle něj nutné znát.⁶⁴

Jak již bylo řečeno, časový režim měli muži církve pevně daný, nutné však bylo určit správně čas určitých aktivit. Jedním z pomůcek určení času bylo Slunce,

⁶² ŠPELDA, Daniel. *Astronomie ve středověku*, str. 49.

⁶³ Tamtéž, str. 67.

⁶⁴ Tamtéž, str. 69.

avšak i po západu Slunce bylo nutné se časově orientovat. K tomuto účelu byly využívány astronomické vědomosti a tedy především znalost souhvězdí. V kláštorech se tedy většinou nacházela škola a knihovna, obsahující okruh vědomostí sedmi svobodných umění, které byly pro každého vzdělaného mnicha nutností. Je však nutné chápat kontext nauky těchto svobodných umění. Církevní představitelé předpokládali, že jsou všechny nutné vědomosti obsaženy v bibli, přestože je psaná srozumitelně, jsou v ni obsaženy vyšší pravdy, které lze pochopit až po dosažení určité stupně moudrosti, k níž je možné dojít právě naukou sedmi svobodných umění.⁶⁵

Nejdostupnějším zdrojem astronomických poznatků raného středověku byla encyklopedická pojednání, které vycházeli primárně helénistických spisů. V těchto encyklopedických dílech je prezentován kosmos ve tvaru koule, na jehož povrchu se nachází sféra stálic. Encyklopedisté⁶⁶ chápou vesmír podobně jako Aristotelés, většinou si však nepředstavují nebe, které je složené z božského prvku éteru, nýbrž z velmi jemného ohně. V encyklopedických spisech je popsán tvar Země, která má podobu koule, Země je středem vesmíru a obíhá kolem ni Slunce.⁶⁷

4.1.2. Heliocentrické pojetí kosmu

O pojetí vesmíru Hérakleida s některými heliocentrickými principy se toho do raného středověku nedochovalo mnoho. Hérakleidovo pojetí kosmu zachycuje pouze skrze stručné komentáře Simplikia (490-560). Podle těchto komentářů se dozvídáme, že se v Hérakleidovém vesmíru Země otáčela kolem své osy a nebe i hvězdy na něm byly stacionární.⁶⁸ O přesnějším pohybu planet se však zmiňuje až Capella, který ve svém spisu hovoří o dráhách Merkuru a Venuše vedoucí kolem Slunce, dohromady pak obíhající Zemi. Podobně přemýšlel i Eriguenes, který však dokonce tvrdí, že Slunce neobíhají pouze vnitřní planety, ale také Jupiter a Mars. Všechny kosmologické představy zmíněných autorů nejsou ucelené, spíše než chaotické a nejasné. Přestože se Koperník v kontextu heliocentrického modelu

⁶⁵ ŠPELDA, Daniel. *Astronomie ve středověku*, str. 71.

⁶⁶ Myšleno antičtí tvůrci encyklopedických spisů, ne francouzští encyklopedisté.

⁶⁷ ŠPELDA, Daniel. *Astronomie ve středověku*, str. 67

⁶⁸ Tamtéž, str. 83.

odvolával na zmíněného Capellu a další autory píšící v latinském jazyce neimplikuje to existenci jakékoliv heliocentrické tradice, která by byla záměrně potlačována církví. Křesťanská církev nelpěla na geocentrickém modelu slepě, Zemi nepřikládala důležitou roli. Geocentrický model popisovaný encyklopedisty tak nevyplýval ze slepé snahy o udržení křesťanské koherence, nýbrž se jednalo pouze o kosmologický poznatek. Církev tedy vědu neodmítala, či s ní nebojovala, využívala ji však pouze pro vlastní účely, především pro získání moudrosti vedoucí k správnému pochopení bible.⁶⁹

4.2. Islámská kosmologie

Islámská éra začala po obsazení velkého území Persie, dobytí Egypta a Sýrie kolem roku 642. Během vlády prvních chalífů se stala centrem islámského státu Medina, později za vlády úmajjovské dynastie se stal středem státu Damašek. V průběhu dalších sto let, během vlády úmajjovské dynastie se muslimům podařilo ovládnout severní Afriku a většinu pyrenejského poloostrova.⁷⁰ Vládou této dynastie také začíná takzvaný islámský zlatý věk, někdy označován jako vrcholem lidské civilizace, alespoň tedy ve středověku.⁷¹ Současně s koncem vlády této dynastie se však začala náboženská a politická integrita Damašku rozpadat, vládu tak násilně převzal rod Abbásovců, kteří centrum islámského státu přesunuli do Bagdádu. Dynastie Abbásovců svou politickou činností a změnami přispěli ke zvýšení arabské vzdělanosti. Abbasovská dynastie odvrátila mnoho politických hrozeb a dokázala odolat četným zvrátům, její zánik však i přesto nadešel v roce 1258 po dobytí Bagdádu mongoly.⁷²

V obecném povědomí ba dokonce i v některých encyklopediích, které se zabývají historií vědy, rezistuje takzvaný klasický příběh dějin v islámském světě. Tento příběh vykládá arabskou historii vědy pouze jako součást procesu, během něhož se přenáší vzdělanost. Arabská vědecká kultura je tak chápána pouze jako „opatrovník“ vědomostí a kultury řecké a římské říše, která pouze napomohla

⁶⁹ ŠPELDA, Daniel. *Astronomie ve středověku*, str. 84-85.

⁷⁰ Tamtéž, str. 87.

⁷¹ WARNER, Bill. *Věčná argumentace*, str. 24

⁷² ŠPELDA, Daniel. *Astronomie ve středověku*, str. 87.

vzniku moderní evropské vědy a jejím objevům. Kořeny této ideje však sahají až do doby vlády Karla I. Velikého, tedy do 8. a počátku 9. století. Tato idea přenosu vzdělanosti je tak ideologickým nástrojem, jehož cílem bylo glorifikovat křesťanství, jako právoplatného dědice antické vědy.⁷³ Islámská věda je v podobě klasického příběhu představována jako dílo, o které se zasloužila pouze izolovaná skupina učenců, jenž nebyla ovlivněna islámskou kulturou jako takovou, především náboženstvím a sociokulturními aspekty. Antická věda tak měla být uchovávána bez jakýchkoliv vnějších intervencí islámské kultury.

Jedním z problémů klasického příběhu spočívá v mylném předpokladu lineární a kontinuální povahy věd, kterou na takovém základě není možné hodnotit, naopak je nutné brát v potaz originalitu a ocenit nové metody spjaté s poznáváním přírody, které jsou v islámské vědě patrné.⁷⁴ Špelda ve své knize *Astronomie ve středověku* odkazuje na vědecké historiky, kteří mají názor, že: „(...) dějiny arabského vědění nelze vykládat výlučně prostřednictvím kategorií spjatých s evropským věděním.“⁷⁵ Historikové, kteří se zabývali arabskou vědou tak začali zjišťovat, že standartní příběh, vyprávějící o islámské vědě jako o pouhém mezičlánku mezi antickou a moderní vědou, je nanejvýš eurocentrické vyprávění, které se snaží glorifikovat křesťanské mocnosti a naopak dehonestovat islámskou kulturu. Moderní historikové argumentují proti standartnímu příběhu a tvrdí, že se přibližně celé tisíciletí arabská astronomie ubírala vlastní cestou bez ohledu na evropské poznání. Předpokládaný úpadek arabské astronomie v klasickém příběhu se však podle moderních bádání neuskutečnil ve 12. století, naopak se o století později teoretické poznatky astronomie diametrálně rozšířily a inovovaly téměř až do 15. století. Ke zmíněnému úpadku inovací dochází až přibližně v 16. století, který pokračoval bez větších přínosů astronomie až do 19. století. Dalším argumentem proti klasickému příběhu je také fakt, že se do latiny dokázalo přeložit pouze zlomek spisů, které by mohly vypovídat o průběhu islámské astronomie, dochované spisy tak nelze považovat za ucelený obraz islámské vědy. Přestože

⁷³ ŠPELDA, Daniel. *Astronomie ve středověku*, str. 88.

⁷⁴ Tamtéž, str. 89.

⁷⁵ Tamtéž, str. 89/90.

arabskou astronomii a celkově rozsah vědeckého poznání v islámském světě nejsme schopni dokonale popsat kvůli absenci spisů vypovídajících o podrobných přínosech vědy, o její vyspělosti značí fakt, že se evropští astronomové dostali na úroveň znalostí islámského státu zlatého věku až na přelomu 15. až 16. století.⁷⁶

Astronomie islámského světa byla úzce spjata a ovlivněna vědeckými spisy a poznatky Klaudia Ptolemaia.⁷⁷ Není pravdou, že je Islámská věda, především astronomie pouhou replikou antického vědění jak je podle klasického příběhu chápáno. Islámská věda a její poznatky spočívaly v metodickém shrnutí vybraných a cenných poznatků antické doby, které měli praktický a duchovní užitek. Věda islámského světa se tak zasloužila o inovaci antického vědění s přispěním vlastní kultury tedy antickou naukou obohacenou o vlastní cíle a nové problémy, nezávisle na evropském vlivu. Zastánci islámské víry, podobně jako zástupci křesťanské využívali vědu především k řešení praktických otázek týkajících se víry. Jedním z problémů bylo nalezení správného a jednotného času pro modlení, přičemž se muslimové zpravidla modlí pětkrát denně. K pravidelnému svolávání k modlitbám se zpravidla využívaly zažité astronomické poznatky, např. měření času podle délky stínu. Avšak astronomové žijící během abbásovské dynastie se zasloužili o vytvoření jednotných modlitebních tabulek, poskytujících údaje, podle kterých bylo možné určit čas během dne, podle Slunce, ale i během noci podle hvězd. Další z problémů, s nímž měla věda pomoci, bylo určení kiblu, tedy směru, kterým se věřící obracují k modlitbě. Muslimský kibl je v dnešní době orientován k posvátné Mekce. Objevují se tedy první pokusy ve formě tabulek, obsahující údaje potřebné k určení kiblu. Od 11. století se pak společně s těmito tabulkami objevují i mapy světa, v jejichž středu stála Mekka, bylo tak možné určit kibl pouze podle mapy a znalosti světových stran. Jedním z astronomů, kteří přispěli k určování kiblu skrze modlitební tabulky byl Muhammad al-Chalílí žijící přibližně během let 1320 až 1380. Náboženství a věda tedy žili v určité symbióze, rozhodně nebyly nepřátelské, jak někteří lidé mohou předpokládat. Astronomie tak mohla být inovována ve jménu náboženství, avšak rozhodně se nespokojovala s plytkými údaji, které by

⁷⁶ ŠPELDA, David. *Astronomie ve středověku*, str. 90.

⁷⁷ Tamtéž, str. 91.

mohli být satisfakcí náboženských potřeb. Naopak je dnes již zřejmé, že údaje rozličných okruhů řešených problematik byly většinou velmi obsáhlé a přesné.⁷⁸ Islámská astronomie se tak zasloužila o přepsání a ověření údajů, které obsahovaly spisy Ptolemaia. V ověřovaných údajích Ptolemaiových spisů se objevovali razantní nepřesnosti oproti údajům, které byly na základě vlastního zkoumání vypočteny v islámském světě. Islámští astronomové si tak začali uvědomovat, že mohou na základě svých výpočtů odchylek ve výpočtech u Ptolemaia i z ještě starších výpočtů Hipparcha přesněji identifikovat charakteristiku pomalu probíhajících změn, které Ptolemaios během svého života nemohl postřehnout.⁷⁹ Jedním z nejdůležitějších jmen, pokračovatel bagdádské školy, je Abú Abdulláh Muhammad ibn Džabír al-Battání, který žil přibližně v letech 858 až 929. Al-Battání je tvůrcem rozsáhlého spisu *Sabejské tabulky*, který vznikl na základě dlouholetého pozorování kosmu. V islámském světě tento spis neměl přesprávnou cenu, oproti tomu v Evropě, byl tento spis vlivný až do období renesance, dokonce se na tento spis odvolával i Mikuláš Koperník.⁸⁰ Islámská astronomie přicházela s novými údaji a inovacemi téměř až do první poloviny 16. století, kdy začala stagnovat a spíše se odvolávala na staré údaje a poučky. Kulturní, politické a ekonomické změny jsou podle moderních poznatků vysvětlením, proč začala věda islámského státu stagnovat.⁸¹

4.3. Scholastická kosmologie

Na začátku 10. století byla astronomie pouze náboženským prostředkem pro dosažení moudrosti a přiblížení se k Bohu a její základní znalosti byly využívány především ke zjištění správného času ke svolání křesťanů k modlitbě. V té době nebylo v silách astronomů určit a předvídat polohy nebeských těles. První zlomky řecko-arabského astronomického dědictví přeložené do latiny poskytly křesťanské Evropě mnohé vědomosti a údaje, ale také pojednání o astrolábu⁸² a jeho sestavení.

⁷⁸ ŠPELDA, David. *Astronomie ve středověku*, str. 116-117.

⁷⁹ Tamtéž, str. 120.

⁸⁰ Tamtéž, str. 125.

⁸¹ Tamtéž, str. 154.

⁸² Astronomický přístroj, který v historii sloužil k určování a následnou předpověď poloh hvězd a Slunce, či určování času podle zeměpisné délky.

Jak již bylo zmíněno, křesťanství ve středověku využívalo vědu, potažmo astronomii k ukojení vlastních potřeb, díky čemuž by se přiblížili Bohu. Jednou z takových potřeb byla také znalost času. Takovým každodenním nástrojem, který sloužil ke zjištění aktuálního času, byl již zmíněný astroláb. Zjednodušené modely astrolábů se datují až do období antického Řecka, také inovované modely byly součástí již islámské vědy zlatého věku.⁸³

Vzdělanost ve křesťanském světě středověku exponenciálně narůstá se vznikem univerzit a následném rozšíření jejich kapacit.⁸⁴ Žáci a učitelé se shlukují do organizací tzv. *univerzitas scholarium*, které hájí jejich zájmy a zároveň brání jejich práva. Nejvýznamnější univerzitou středověku byla podle všeho pařížská univerzita, soudit lze především z velmi vlivných astronomických spisů a údajů, které byly v této škole vytvořeny.⁸⁵ Ačkoliv se univerzity snažily o zachování co možná největší autonomie nad teologií, existovaly mezi nimi jasné hranice, které však umožňovaly relativní volnost. Univerzitní život nespočíval v nalézání nových pravd, spíše než o nauce znalostí antických učenců a předávání těchto znalostí dále. Neutuchající zájem o astronomii dal pravděpodobně vzniknout encyklopedickému spisu s názvem *corpus astronomicum*, ve kterém byly sepsány řecké, ale i arabské vědomosti astronomie.⁸⁶

Scholastické představy o kosmu se od 13. století po další tři století příliš neměnily.⁸⁷ Ačkoli nebyla Aristotelova kosmologie vědecky podložená, byla ochotně přijata a přizpůsobena středověké teologii. Prvotním hybatelem se stal křesťanský Bůh, nejbližší sférou se stalo nebe a země byla středem Boží pozornosti.⁸⁸ Jedním z představitelů, který byl ovlivněn antickou kosmologií, především poznatky a vědomostmi Aristotela, byl Tomáš Akvinský, který žil v letech 1225 až 1274. Nově zvolený přístup Akvinského, slučuje pohanskou

⁸³ ŠPELDA, Daniel. *Astronomie ve středověku*, str. 155.

⁸⁴ Tamtéž, str. 172.

⁸⁵ Tamtéž, str. 173.

⁸⁶ Tamtéž, str. 183.

⁸⁷ Tamtéž, str. 189.

⁸⁸ Tamtéž, str. 190.

kosmologii antické doby s křesťanskou teologií středověku.⁸⁹ Akvinského ideál přírodní filosofie se skládal z vysvětlení kauzality fenoménu, to však u astronomie nebylo mnohdy možné.⁹⁰ Astronomové se tak sice soustředili na výpočty potenciální polohy vesmírných těles a tyto poznatky sepisovali do sborníků, zástupci přírodní filozofie však byly hlavními aktéry ve výkladech kosmu.⁹¹

Znalosti pohanské doby však nikdy nebyly křesťanstvím plně přijímány, spíše si od něj vždy drželo křesťanství skeptický odstup, protože byla z určitého hlediska v rozporu s křesťanským učením.⁹² Největší skepticismus vůči Aristotelovi ze strany křesťanské církve se týkal jeho deterministického pojetí vesmírného řádu, který obnáší dané přírodní zákony, v nichž podle církve již není prostor pro zázraky a všemohoucnost boží. Další hrozbou byla Aristotelova představa o prázdnu, nebo mnohosti světů, tyto ideje byly pro církve nepřijatelné. Vyvrcholením těchto názorových protikladů byl výnos, který s okamžitou platností zapověděl 219 spisů, pod hrozbou exkomunikace při uplatňování vědomostí či idejí, které se v těchto spisech nacházely. Tímto aktem se tak stal Bůh opět všemohoucí bytostí, která není omezována a může konat zázraky dle libosti. Paradoxně byla však tato událost důvodem změn středověké vědy, která se již naplno neuchylovala k Aristotelovým poznatkům, Bůh a jeho moc byla neomezená, tak se i rodily nové alternativní koncepty, které se již nemuseli jevit jako zcela nemyslitelné. V této době rozličných nových teorií a konceptů se tak začala připravovat úrodná půda pro novověké vědy.⁹³

5. Novověké a moderní modely vesmíru

V raném novověku se stále držely geocentrické výklady kosmu, které se obecnou představou příliš neodlišovaly od Aristotelova pojetí. Křesťané si pohanské geocentrické teorie lehce upravili k obrazu svému a z nehybných hybatelů jednotlivých sfér se stal jeden Bůh. V křesťanském pojetí geocentrismu

⁸⁹ COLES, Peter. *Kosmologie*, str. 13.

⁹⁰ ŠPELDA, Daniel. *Astronomie ve středověku*, str. 191.

⁹¹ Tamtéž, str. 192.

⁹² Tamtéž, str. 193.

⁹³ Tamtéž, str. 197.

raného novověku, tak jako ve středověku, není středem vesmíru Země v důsledku antropocentrického smýšlení, naopak střed nebyl význačným místem. Podle křesťanského sférického uspořádání vesmíru je střed nejvzdálenějším místem od všeho božského, tedy to nejvzdálenější od nejdokonalejšího muselo nutně být nutně nejméně dokonalé.⁹⁴ Antropocentrické křesťanské smýšlení se spíše týkalo lidského potenciálu svobodné volby a schopnosti myšlení, než umístění člověka v kosmu.⁹⁵ Představa nedokonalé Země, jako určité dno kosmu, to nejnižší a nejvzdálenější od toho nejdokonalejšího a božského, je v křesťanském raném novověku obecně přijímána.⁹⁶ Je paradoxem, že se do doby, než se zastánci heliocentrismu začali usilovně snažit o prosazení tohoto modelu, církve příliš nestarala o postavení Země v kosmu. Geocentrický model užívaný církví však před příchodem heliocentrismu a jeho myšlenek nebyl křesťanským dogmatem, o kterém není možné pochybovat, spíše než prostým vyjádřením kosmologických principů, jenž byly v této podobě nábožensky příhodné. Argumenty prokazující nutnou správnost geocentrického modelu přicházejí až jako reakce na Koperníkovu dílo a jeho oživení heliocentrického modelu.⁹⁷

5.1. Mikuláš Koperník a otřes geocentrismu

Jednou z nejdůležitějších osobností, která otřásla geocentrickým pojetím kosmu církve, je již zmíněný Mikuláš Koperník, žijící v letech 1473–1543. Jak již bylo řečeno, otřes geocentrického pojetí kosmu spíše spočíval ve změně postoje církve vůči heliocentrismu a následného upevnění geocentrického stanoviska, nežli na otřesu geocentrických myšlenek, na kterých by křesťanští představitelé lpěli již předtím. V heliocentricky pojatém modelu Koperníka je středem kosmu Slunce. Kolem Slunce se pak nacházejí kruhovitě dráhy, po kterých se pohybují planety.⁹⁸ Sférické pojetí kosmu, kdy se každá sféra pohybuje v důsledku sféry vnější je tak nahrazeno Sluncem, které dává ostatní planety do pohybu.⁹⁹ Koperník Slunce staví

⁹⁴ ŠPELDA, Daniel. *Člověk a hvězdy v raném novověku*, str. 20.

⁹⁵ Tamtéž, str. 21.

⁹⁶ Tamtéž, str. 23.

⁹⁷ Tamtéž, str. 34.

⁹⁸ Tamtéž, str. 38.

⁹⁹ Tamtéž, str. 40.

do jasného středu především rétoricky, aby zaujal čtenáře velikostí a důležitostí Slunce. Pravdou však je, že jeho představa planet, které se měly pohybovat po kružnicích, by vedla k nepřesnostem v porovnání se zjištěnými údaji o pohybu nebeských těles. Středů kružnic pohybu planet se tak nenacházejí přímo uprostřed Slunce, ale těsně vedle něj.¹⁰⁰ Koperník se také vrací k poznatkům Ptolemaiovské soustavy a přidává planetám vlastní epicykly.¹⁰¹

5.2. Nový pohled na kosmos Galileo Galileie

Velkým triumfem pro kosmologické bádání se stalo sestrojení dalekohledu astronomem, jménem Galileo Galilei, který žil v letech 1564-1642. Ačkoliv je v obecném povědomí představa, že dalekohled vynalezl Galileo Galilei, sám se odvolává ve svém spise *Sidereus Nuncius* na skutečnost, že tím, kdo jej vynalezl, skutečně není a popisuje okolnosti, které stojí za vytvořením dalekohledu.¹⁰² Využití dalekohledu tak přineslo mnoho nových pohledů na kosmos. Galilei z jeho pozorování zjistil, že se ostatní planety podobají Zemi, z toho vyplývá, že Země nemůže být tím nejnižším, tím co je nejdále od dokonalého.¹⁰³ Po vynalezení dalekohledu postupně vznikaly další teorie a představy o mnohosti planetárních systému, v jejichž středu je hvězda podobná našemu Slunci.¹⁰⁴ Neohraničený vesmír tak již nemá místo pro sférické uspořádání kosmu, jak si jej představovaly křesťanští učenci. Mizí tedy jakási domnělá představa o poslední sféře, kde sídlí první hybatel, všemohoucí Bůh a v okolí této sféry andělé, na jejímž protipólu se nachází nedokonalá Země, v jejímž středu se zřejmě nachází peklo.¹⁰⁵

5.3. Vylepšení Koperníkova modelu Johannesem Keplerm

Koperníkův nástupce pokračující v myšlenkách heliocentrismu Johannes Kepler umístil Slunce do samotného středu planet, které jej obíhají. Kepler přichází o sto let po Koperníkovi s odůvodněním jeho špatných výpočtů a poupravuje jeho

¹⁰⁰ ŠPELDA, Daniel. *Astronomie ve středověku*, str. 41.

¹⁰¹ BOCCALETTI, Dino. *From the Epicycles of the Greeks to Kepler's ellipse*, str. 3. Researchgate.net [online]. [cit. 2022-04-10] Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/2166565>.

¹⁰² VAN HELDEN, Albert. *The invention of the Telescope*, str. 45.

¹⁰³ ŠPELDA, Daniel. *Člověk a hvězdy v raném novověku*, str. 45.

¹⁰⁴ Tamtéž, str. 47.

¹⁰⁵ Tamtéž, str. 48.

představu o pohybu nebeských těles, které se podle něj pohybovaly po kružnicích, a nahrazuje mylný kruhový pohyb planet za eliptický. Ve svém spise Dino Boccatelli cituje slova Owena Gingericha, který komentuje Keplerův spis *Mysterium Cosmographicum* slovy: „Málokdy v dějinách se stalo, že by tak mylná kniha měla tak zásadní význam pro budoucí směřování světa vědy.“¹⁰⁶ Ačkoliv je pravdou, že toto dílo obsahuje spoustu nepřesností a chybných údajů, vylepšuje Koperníkův heliocentrický model v mnoha rovinách. Kepler situuje Slunce do středu dění a přikládá mu výraznou důležitost. Slunci, tedy hvězdě, v níž se nacházejí středy eliptických drah okolních planet, Kepler přisoudil roli prvního hybatele, který udává do pohybu okolní nebeská tělesa. Keplerova představa ohraničeného kosmu, v jejímž středu se nachází Slunce, však byla záhy nahrazena v té době žijícím Giordanem Brunem a jeho představami nekonečného vesmíru, v němž se důležitost Slunce rozplynula. V této nové představě se Slunce připodobňovalo k ostatním hvězdám, které mají zřejmě podobnou funkci a některé také podobná vesmírná tělesa, které kolem nich obíhají.¹⁰⁷

5.4. Giordano Bruno a neohraničený vesmír

Giordano Bruno, který žil ve stejné době jako Galileo Galilei či Johannes Kepler, se zasloužil o interesantní inovaci sférického uspořádání světa a nepochybně o neotřelý a nadčasový filozofický vhled na podstatu kosmu, který byl do té doby konečný a omezoval se především na viditelnou část vesmíru, složeného z okolních planet a pozorovaných stálic.¹⁰⁸ Bruno byl ovlivněn především myšlenkou Mikuláše Kusánského, který pohlížel na vesmír jako na něco neohraničeného, co tedy postrádá středu. Tímto je také napadána geocentrická myšlenka prosazovaná církví, která považuje Zemi za střed vesmíru a celé sférické představy, v jejíž poslední sféře je první hybatel Bůh.¹⁰⁹

Především zásluhou Brunovi impozantní imaginace, dostal vesmír novou potenciální podobu. Ve vesmíru Giordana Bruna existuje nekonečné množství

¹⁰⁶ BOCCALETTI, Dino. *From the Epicycles of the Greeks to Kepler's ellipse*. Researchgate.net [online]. [cit. 2022-04-10] Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/2166565>

¹⁰⁷ ŠPELDA, Daniel. *Člověk a hvězdy v raném novověku*, str. 42-43.

¹⁰⁸ BRINX, James. *Giordano Bruno: The Cosmic Perspective*, str. 61.

¹⁰⁹ HANKINS, James. *Renesanční filozofie*, str. 370.

podobných soustav, v jejichž středu se nacházejí hvězdy podobné Slunci a možná i planety, podobné Zemi, na kterých existuje inteligentní život. Tento způsob smýšlení zásadně ovlivnil budoucí poznatky o vesmíru a jeho zkoumání a nabídl nám takovou podobu vesmíru, ve kterém jsou možnosti nevyčerpatelné.¹¹⁰ Bohužel byly Brunovy myšlenky církví nahlíženy s nelibostí, stejně jako k jakýmkoliv inovátorským myšlenkám, které by byly v rozporu s křesťanskými dogmaty. Brunovi nepomohla ani snaha o přesvědčení papeže Klementa VIII. o možné pravdivosti alespoň některých jeho myšlenek. Po neúspěšné snaze o prosazení vlastních pravd byl neústupný Bruno na rozdíl od Galileje, který svá přesvědčení odvolal, odsouzen benátskou a později i římskou svatou inkvizicí z hereze. Těsně po odsouzení prý pronesl: "Možná, že vy, kteří vynášíte můj rozsudek, máte větší strach než já, který ho přijímám." Žádnou z jeho kacířských myšlenek neodvolal a byl tak uvězněn, mučen a nakonec upálen na hranici nedaleko Vatikánu.¹¹¹ V duchu myšlenek Giordana Bruna v budoucnu vznikaly nové přístupy a teorie, které jsou v dnešní době považovány za nejcennější poznatky o kosmologických principech vůbec.¹¹²

5.5. Isaac Newton

Před systémem sira Isaaca Newtona dominovala představa, podle které jsou v každém planetárním systému jednotlivé planety unášeny velkým vírem, který se otáčí kolem hvězdy podobné Slunci, která se nachází ve středu těchto systémů. Autorem tohoto neotřelého vysvětlení pohybu kosmických těles je francouzský filosof René Descartes. Tuto teorii však zanedlouho nahrazuje právě Newton svým systémem, který stojí na předpokladu existence gravitačních sil, které drží planetární systémy u sebe a zároveň jednotlivé planety uvádějí do pohybu.¹¹³

Newton však nezpochybňoval Boha a jeho roli jakožto stvořitele ani jeho suverenitu.¹¹⁴ Naopak Newton pojímal vesmír jako mechanismus, který má determinované pohyby, které nastavil Bůh. Ve svém díle *Matematické principy*

¹¹⁰ BRINX, James. *Giordano Bruno: The Cosmic Perspective*, str. 61.

¹¹¹ Tamtéž, str. 63.

¹¹² Tamtéž, str. 71.

¹¹³ ŠPELDA, Daniel. *Astronomie v novověku*, str. 151.

¹¹⁴ Tamtéž, str. 177.

přírodní filozofie se zmiňuje o Keplerovi a jeho opravě Koperníkových kružnicových pohybů nebeských těles na eliptické. Newton v této knize podrobněji vysvětluje samotný princip, stojící za eliptickým pohybem planet, tedy gravitaci.¹¹⁵ S domovem sira Isaaca Newtona ve Woolsthorpe poblíž Granthamu je také spojován legendární příběh s jablkem, které spadlo na trávu, načež se Newtonovi podařilo popsat gravitační zákon.¹¹⁶ Newton však nepopsal pouze zákony gravitace, objevil a popsal také tři pohybové zákony, které pod dnešními pojmy známe jako zákon setrvačnosti, síly a zákon akce a reakce.¹¹⁷

Newton na základě svých teorií usoudil, že ani hvězdy nejsou stacionárními body ve vesmíru a že také podléhají zákonům gravitace. Přemýšlel také o možném důsledku omezeného počtu hvězd a tvrdil, že kdyby tomu tak bylo, mohly by nakonec všechny spadnout do jednoho místa, což odmítal.¹¹⁸ Přestože Newtonova kosmologická představa kosmu nebyla v souladu se stacionární teorií vesmíru, tento konzervativní pohled na neměnný vesmír v obecném povědomí zůstal.¹¹⁹

5.6. Námítky proti modelu neměnného vesmíru

Někteří se nedokázali spokojit s modelem stacionárního nekonečného vesmíru, o kterém věděli, že jej Newtonova teorie nepodporuje, vznikají tak mnohé námítky proti tomuto modelu. Jednou z námitek proti neměnnému a nekonečnému vesmíru je vznesena astronomem Heinrichem Olbersem, můžeme ji znát pod názvem Olbersův paradox. Olbersův paradox říká, že jestliže charakterizujeme vesmír jako nekonečný, ve kterém existuje nekonečný počet hvězd, které jsou rozprostřeny rovnoměrně, měli bychom být vždy schopni vidět na noční obloze hvězdu bez ohledu, jakým směrem vzhlédneme. Kdyby opravdu existoval stacionární a nekonečný vesmír, měla by celá obloha podle Olberse zářit, v noci však pozorujeme opačný jev. Olbers tento jev argumentoval tím, že mezihvězdné částice prachu okolní svit hvězd pohlcují, k nám se tak nikdy nedostanou. Podle

¹¹⁵ COLES, Peter. *Kosmologie*, str. 13.

¹¹⁶ ANDRADE, Edward Neville da Costa. *Sir Isaac Newton: His life and work*, str. 37.

¹¹⁷ Tamtéž, str. 42-43.

¹¹⁸ HAWKING, Stephen. *Stručná historie času*, str. 16.

¹¹⁹ Tamtéž, str. 18.

dnes platného prvního termodynamického zákona však víme, že je tento argument neplatný. Tento paradox však přinesl mnoho dalších pokusů o jeho vysvětlení, jedním z nich je také argument, že záření hvězdy souvisí s časem jejího vzniku. Nedokážeme tedy vidět záření všech hvězd na noční obloze, protože k Zemi ještě nedorazilo její světlo, podle čehož se usoudilo, že hvězdy nesvítlí odjakživa, naopak svítí od určitého okamžiku, tedy od jejího vzniku.¹²⁰

Pravděpodobně největší událostí v době, kdy lidé stále věřili, že je kosmos nekonečný a neměnný, jsou výsledky astronomických pozorování galaxií Edwina Hubblea z roku 1929. Podle těchto pozorování se od naší Země tyto galaxie neustále vzdalují důsledkem samotného rozpínání vesmíru. Tímto momentem se začala vytrácet představa stacionární povahy vesmíru a naopak se začaly řešit kosmologické otázky po původu vesmíru, kterými se věda začala zabývat usilovněji. Tento velkolepý otřes dosavadního obecného přesvědčení o charakteru vesmíru tak dal vzniknout moderním kosmologickým modelům a novým představám o původu a další budoucnosti vesmíru.¹²¹

6. Standartní kosmologický model

Před popsáním standartního kosmologického modelu je vhodné zmínit slova Stephena Hawkinga, který ve své knize *Stručná historie času* připomíná, že: „Každá fyzikální teorie je prozatímní, vždy jde vlastně pouze o domněnku, neboť žádnou vědeckou teorii nelze dokázat.“¹²²

Moderní kosmologii významně ovlivnila převratná práce Alberta Einsteina, který vypracoval teorii relativity. Teorie relativity je složená ze dvou fyzikálních teorií, z teorie speciální a teorie obecné relativity. Pro zkoumání původu a vzniku vesmíru je důležitá především teorie obecné relativity, jenž nahradila Newtonovy gravitační zákony.⁹⁵ Hlavní snahou vědců moderní doby tak bylo vytvořit teorii popisující vývoj vesmíru pomocí fyzikálních principů a jeho samotný vznik.¹²³ Vesmír v moderní době vědci charakterizují s pomocí zmíněné Einsteinovy teorii

¹²⁰ HAWKING, Stephen. *Stručná historie času*, str. 19.

¹²¹ COLES, Peter. *Kosmologie*, str. 15.

¹²² HAWKING, Stephen. *Stručná historie času*, str. 22.

¹²³ Tamtéž, str. 23.

obecné relativity a kvantové teorie. Jevy makroskopických objektů a tedy i gravitační síly, jejichž principy platí v celém pozorovatelném vesmíru, jsou vyjádřeny v obecné teorii relativity. Kvantová teorie naopak popisuje jevy týkající se elementárních částic, omezené Planckovou délkou. Paradoxně obě tyto obecně přijímané teorie nelze sjednotit do takzvané teorie všeho, která by popisovala principy chování mikroskopických i makroskopických objektů.¹²⁴ Einsteinova teorie obecné relativity logicky vede k předpokladu rozpínajícího se vesmíru a jeho počátku. Známý kosmolog a kněz Georges Edouard Lemaître si však uvědomil, že počátek vesmíru musel vzniknout z velmi malého bodu takzvaného superatomu o neuvěřitelně vysoké teplotě a hustotě, přičemž vyústěním byl takzvaný velký třesk. Myšlenka superatomu stojícího za počátkem expanze vesmíru se však neobjevila poprvé u Lemaître, nýbrž u Edgara Allana Poea.¹²⁵ Název této teorie je v obecném povědomí lidí, avšak historie stojící za ním je poněkud netradiční. Název velký třesk¹²⁶ poprvé použil Fred Hoyle a měl původně pejorativní označení, paradoxně tak propůjčili odpůrci této myšlenky jméno teorii, kterou se snažili zastínit svým vlastním výkladem stacionární povahy vesmíru.

Jedním z dalších vědců, kteří posunuli kosmologické poznání trochu blíže k podobě, která je do dnešní doby stále aktuální, byl George Gamow. Přestože po teoretické stránce bylo možné vyvodit základní předpoklady velkého třesku, chyběly údaje přesných experimentů, díky kterým by bylo možné tyto domněnky potvrdit. Gamow objevil proces přeměny těžších prvků na ty nejllehčí, vznikající jadernou reakcí.¹²⁷ Gamow předpokládal, že se právě v okamžiku velkého třesku uskutečňovaly procesy, které daly za vznik nejrůznější řadě prvků postupnou jadernou reakcí v extrémně žhavém a hustém prostředí. Gamow se však dostal do slepé uličky, když se pokoušel popsat proces přeměny těžších prvků, jenž jsou extrémně nestabilní, pomocí jeho teorie se tak podařily popsat procesy pouze těch

¹²⁴ HAWKING, Stephen. *Stručná historie času*, str. 24.

¹²⁵ KAKU, Michio. *Paralelní světy*, str. 58.

¹²⁶ KRAGH, Helge. *What's in a Name: History and Meanings of the Term "Big Bang"*, str. 17.

¹²⁷ KAKU, Michio. *Paralelní světy*, str. 60.

nejlehčích prvků.¹²⁸ V době, kdy se Gamow pokusil neúspěšně popsat vznik těžších prvků při vzniku vesmíru, přišel na další možnost, jak lze dokázat velký třesk. Jestliže byl předpoklad nesmírně žhavého počátku vesmíru pravdivý, implikoval by existenci pozůstatků takzvaného záření absolutně černého tělesa, které by cestovalo vesmírem.¹²⁹ Roku 1948 kdy svou teorii publikoval, však upoutal spíše pozornost kritiků jeho domněnek, mezi které patřil již zmíněný Fred Hoyle.¹³⁰ Zajímavostí zůstává, že oba zastánci svých myšlenek, které byly v opozici, měli částečnou pravdu a určitým dílem tak přispěli k podobě dnešní nukleosyntézy. Především díky dnešní podobě nukleosyntézy jsme schopni popsat vznik i zánik hvězd.¹³¹

Největším argumentem proti stacionární povaze vesmíru je pravděpodobně objev zbytkového reliktního mikrovlnného záření vesmíru roku 1965 vědci Robertem Wilsonem a Arnem Penziasem, tento pozůstatek velkého třesku předpověděl již Gamow a jeho vědecká skupina o dvacet let dříve.¹⁰⁵ Tento objev sice nestačil k úplnému pochopení rozpínajícího se vesmíru a jeho principů, o krok blíže se však věda dostala s předpokladem existence temné hmoty.

Již v první polovině 20. století si jistý Fritz Zwicky všiml nesouladu mezi pozorováním pohybů galaxie a Newtonovými zákony gravitace. Podle předpokladů Zwicka, by měla pozorovaná galaxie, pohybující se velmi vysokou rychlostí v souladu s Newtonovými zákony dávno odletět a nakonec se rozplynout.¹³² Jediným vysvětlením tak mohla být přítomnost dosud neznámé síly, která drží galaxii pohromadě. Snahy o prosazení alternativního chápání hmoty ve vesmíru a předpokladu existence temné hmoty zůstaly bez ohlasu. Vědeckou komunitu o existenci temné hmoty začala přesvědčovat až práce Rubin Very z roku 1978, ve které popsala důsledky vysoké rychlosti otáčení galaxií a nutnost existence temné

¹²⁸ KAKU, Michio. *Paralelní světy*, str. 61.

¹²⁹ Tamtéž, str. 62.

¹³⁰ Tamtéž, str. 62.

¹³¹ Tamtéž, str. 69.

¹³² Tamtéž, str. 73.

hmoty.¹³³ Ačkoliv je temná hmota neviditelná, vědci přišli na způsob, kterým je možné změřit existenci temné hmoty. Temná hmota, jako jakákoliv jiná hmota také v důsledku gravitace zakřivuje časoprostor, vědce tak napadlo změřit zakřivení fotonů vyzářených hvězdami, které putují skrze temnou hmotu. Pomocí snímků z Hubbleova teleskopu, které byly porovnány pomocí počítačových algoritmů bylo poprvé možné zmapovat existenci temné hmoty napříč vesmírem.¹³⁴

Objevením zbytkového reliktního mikrovlnného záření Robertem Wilsonem a Arnem Penziasem, které je zmíněno na předchozí straně, se sice potvrdila teorie velkého třesku, nebylo však možné poskytnout detailnější údaje vystihující první momenty po vzniku vesmíru. V listopadu roku 1989, v době, kdy zanikaly komunistické režimy v Evropě, se podařilo vypustit družici s názvem COBE¹³⁵, která dokázala naměřit přesné hodnoty předpokládaného reliktního záření. Ačkoliv byly výsledky snímků družice COBE fascinující, jejich kvalita nebyla dostatečná k změření reliktního záření v určitých bodech vesmíru, další posun přinesly až data z družice WMAP.¹³⁶

6.1. Teorie velkého třesku

Pro pochopení teorie velkého třesku bylo nutné představit pozadí doby, ve které se tato teorie tvořila tak jako vypsát hlavní milníky, které vedly ke konečné podobě této teorie. Stephen Hawking ve své knize *Stručná teorie času* shrnuje vznik a vývoj vesmíru v několika kapitolách. První okamžiky po velkém třesku, kdy se začal vesmír z neuvěřitelně žhavé a husté singularity rozpínat, začal vesmír chladnout. Vznik elementárních částic a poté stabilních atomů ovlivňovala klesající teplota vesmíru. Čím více teplota vesmíru klesala, tím více probíhalo jaderných reakcí, při kterých se z počátečních atomů vodíku vytvářelo hélium, které je základním kamenem pro vznik dalších těžších prvků.¹³⁷

¹³³ KAKU, Michio. *Paralelní světy*, str. 75.

¹³⁴ Tamtéž, str. 76.

¹³⁵ Zkratka z anglického Cosmic Background Explorer.

¹³⁶ KAKU, Michio. *Paralelní světy*, str. 77

¹³⁷ HAWKING, Stephen. *Stručná historie času*, str. 131.

Rozpínání vesmíru pokračovalo i nadále, krom míst, která byla o nepatrný zlomek hustší než ta okolní. V těchto místech se následkem gravitace začala hmota seskupovat, smršťovat a její nepatrná rotace začala akcelarovat v závislosti na hmotnosti seskupení. Tato rotující seskupení byla počátkem galaxií, které se do dnešní podoby vyvíjely miliardy let. Neustálým smršťováním těchto shluků hmoty se teplota v jejím středu začala rapidně zvyšovat až k hodnotám, které podporovaly proces jaderných reakcí. Zvýšení teploty způsobilo nárůst tlaku, ukončení kontrakce a vznik prvních hvězd. Během života hvězdy se neustálými jadernými reakcemi vyčerpává její potenciál a postupně je nucena spotřebovávat těžší prvky. Ke konci životního cyklu hvězdy v důsledku nedostatku prvků, které by hvězda spotřebovávala k udržení vlastní stability, nastává její vlastní gravitační kolaps. Střed původní hvězdy se následkem tlaku smrští do extrémně soudržné podoby a její vnější část je po výbuchu vystřelena do okolního vesmíru. Na základě její původní hmotnosti tak vzniká neutronová hvězda, nebo při abnormálních velikostech černá díra.¹³⁸ Zbytky hmoty, které jsou po výbuchu hvězdy odvrženy do vesmíru, mohou pomoci při tvorbě nových hvězd, jako například naše Slunce, které vzniklo až ve třetí generaci hvězd.

Před přibližně 4,6 miliardami let se začalo formovat Slunce, kolem kterého se z hvězdného prachu, který kolem formovaného Slunce kroužil, začaly vznikat první planety a jejich měsíce. Planeta Země byla při svém vzniku velmi žhavá, její teplota však během řady let postupně klesala a tvořila se kolem ní atmosféra. Tento vzdušný obal Země byl odlišný od jeho dnešní podoby a atmosféra obsahovala především jedovaté plyny, to však nebránilo ke vzniku některých primitivních forem života. Z atomu vzniklé makromolekuly svou reprodukční schopnost pomalu zlepšovaly, což pravděpodobně vedlo až ke vzniku prvních nejjednodušších forem života. Tyto primitivní formy života daly za vznik dnešnímu složení atmosféry, především díky přijímání jedovatých prvků obsažených v atmosféře a naopak vylučování kyslíku.¹³⁹ Postupem času se tyto

¹³⁸ HAWKING, Stephen. *Stručná historie času*, str. 132.

¹³⁹ Tamtéž, str. 133.

jednoduché formy života vyvíjely do čím dál tím složitějších forem života a daly za vznik všem živočišným druhům, které známe v dnešní době.¹⁴⁰

7. M-teorie a alternativní kosmologické koncepty

Přestože nejsme schopni obecnou teorii relativity aplikovat na počátek vesmíru v singularitě, či pomocí ní lépe pochopit temnou hmotu, existují strunové teorie, které tyto jevy dokáží postihnout lépe. Někteří zastánci strunových teorií jsou dokonce přesvědčení, že mohou vést k ucelenému rámci představ vedoucích k pochopení všech přírodních zákonitostí a tedy sjednocení obecné teorie relativity a kvantové mechaniky do jedné teorie všeho.¹⁴¹ Problémem teorie strun bylo faktum, že existovalo pět interpretací, které byly na první pohled podobné, avšak při detailnějším zkoumání diametrálně odlišné. Po neúspěšných pokusech o vytvoření jedné kompaktní strunové teorie optimismus vědců značně ubýval.

V roce 1995 však Edward Witten objevil v pracích mnoha strunových teoretiků jistou jednotu a uvědomil si, že se nejedná o pět odlišných teorií, nýbrž o jednu teorii, kterou lze interpretovat pěti různými způsoby.¹⁴² Sjednocení všech pěti teorií do jedné předčilo i ta neoptimističtější očekávání posledních zastánců strunových teorií a proběhlo tak znovuzrození teorií strun v jednu sjednocenou teorii s názvem M-teorie.¹⁴³ Největší vliv měla Wittenova práce na vnímání prostoru a času. Ačkoliv nejintuitivnější představa člověka o prostoru počítá se třemi prostorovými dimenzemi a jedné časové, vědecká sféra před M-teorií interpretovala prostor složený z devíti rozměrů, tedy z deseti prostoročasových rozměrů.¹⁴⁴ Ke sjednocení strunových teorií tak Witten ve své M-teorii používá právě rámeček s jedenácti časoprostorovými dimenzemi, ve kterém je toto sloučení možné.¹⁴⁵ Wittenova M-teorie, neboli teorie superstrun dala odvahu mnoho vědcům, kteří se rozhodli k její aplikaci na celý kosmos a tedy vytvoření alternativních kosmologických konceptů. Aplikováním M-teorie na

¹⁴⁰ HAWKING, Stephen. *Stručná historie času*, str. 134.

¹⁴¹ GREENE, Brian. *Struktura vesmíru*, str. 377.

¹⁴² Tamtéž, str. 378.

¹⁴³ Tamtéž, str. 379.

¹⁴⁴ Tamtéž, str. 382.

¹⁴⁵ KAKU, Michio. *Hyperprostor*, str. 152.

makroskopický svět lze například vysvětlit nesrovnalostí ohledně gravitace a její příliš malé intenzity ve srovnání s ostatními fyzikálními interakcemi.¹⁴⁶

7.1. Ekpyrotický model

Fyzička Lisa Randallová přišla v devadesátých letech s možností existence vyšších dimenzí v podobě membrán. Náš svět je podle Randallové složen ze tří dimenzí, který se vznáší v pěti dimenzionálním vesmíru. Nízká intenzita měřené gravitace by tak podle této teorie mohla být zapříčiněna jejím rozptýlením v další dimenzi. Na teorii membrán je založen také ekpyrotický model, který vytvořili Paul Steinhardt, Burt Ovrut a Neil Turok. Podle tohoto modelu byl svět tvořen ze dvou třídímní membrán, které byly prázdné a obsahovaly nejméně možné energie. Silou gravitace se však tyto dvě membrány, které existovaly vedle sebe, začaly přitahovat k sobě, až došlo ke srážce těchto membrán. Energie, která se při této srážce uvolnila, se dále přeměnila na hmotu, která byla rozptýlena ve vesmíru do dnešní podoby.¹⁴⁷ Rozpínání a ochlazování vesmíru by ukončila až opětovná srážka membrán, která by celý cyklus opakovala.¹⁴⁸

7.2. Vesmír jako černá díra

Teorie superstrun dala za vznik mnoha alternativním teoriím, které mají potenciál specifikovat mnohé neznámé, které se v kosmologických otázkách stále nacházejí. Jedním z nových pohledů přibližujících nám možné okolnosti vzniku vesmíru je teorie strunového teoretika Gabriela Veneziana. Podle této teorie existuje nekonečně starý vesmír, ve kterém se důsledkem gravitace shlukovala hmota. Hustota těchto shluků hmoty se nakonec zvětšila natolik, že vznikly černé díry v celém vesmíru. Tyto černé díry se uzavřely takzvanými horizonty událostí, které je obklopují. Uprostřed černé díry byla hmota stlačována až na limity Planckovy délky a tak byl vyvolán velký třesk, jenž postuluje standardní kosmologický model. Proces vzniku vesmírů z černých děr se může kdykoliv

¹⁴⁶ KAKU, Michio. *Paralelní světy*, str. 200.

¹⁴⁷ Tamtéž, str. 203.

¹⁴⁸ Tamtéž, str. 204

opakovat, může tedy existovat nekonečný počet vesmírů, existující kolem toho našeho.

7.3. Může být vesmír počítačovým programem?

Myšlenka, že lze jakýkoliv fyzikální objekt zredukovat na jednotlivou informaci pochází od amerického fyzika Johna Archibalda Wheelera. O inovaci této myšlenky se zasloužil Ja'akov Bekenstein, který se zamýšlel nad možností, jestli náš svět nemůže být počítačovým programem.¹⁴⁹ Teoreticky by tak bylo možné předvídat budoucnost, kdybychom znali každý bit informací, ze kterých se svět skládá. Bekenstein se však zaměřuje prvotně na informace, které jsou uloženy na horizontu událostí černých děr.¹⁵⁰ Povrch horizontu je tvořen strukturou bublinek, blížíci se velikosti limitu Planckovy délky, v každé z nich je uložen bit informací. Podle Bekensteina by tak bylo možné pomocí všech bitů informací uložených na horizontu spočítat veškerý obsah informací černé díry. Kdybychom podobným způsobem znali každý bit informací celého vesmíru, teoreticky bychom mohli z vlastního pokoje přeprogramovat běh světa ba dokonce celého vesmíru. K uložení všech informací ve vesmíru by však podle Bekensteina bylo potřeba přinejmenším stejně objemný prostor jako ten, který chceme postihnout, tedy vesmír sám.¹⁵¹

8. Kosmické náhody

Jedním z problémů teorie relativity obsažené ve standardním kosmologickém modelu je nemožnost aplikace této teorie k vysvětlení procesů v singularitě a počátečních parametrů, podle kterých se vývoj vesmíru vyvíjel. Je možné za stvořitele těchto parametrů považovat Boha, jak však poznamenává Stephen Hawking ve své knize *Stručná historie času*: “(...)když už zvolil začátek takovým nepochopitelným způsobem, proč se rozhodl nechat vesmír dál vyvíjet podle zákonů, které pochopit můžeme?”¹⁵² Za vývojem vesmíru do podoby, kterou známe dnes, stojí až příliš mnoho kosmických náhod u kterých by byť sebemenší

¹⁴⁹ KAKU, Michio. *Paralelní světy*, str. 212.

¹⁵⁰ Tamtéž, str. 213.

¹⁵¹ Tamtéž, str. 214.

¹⁵² HAWKING, Stephen. *Stručná historie času*, str. 135.

změna mohla znamenat nestabilitu vesmíru, či nemožnost existence života.¹⁵³ Dalším z principů, který by mohl vysvětlovat počáteční parametry vesmíru, jsou takzvané chaotické okrajové podmínky. Tato teorie předpokládá konečný vesmír, nebo nekonečně mnoho světů, přičemž počáteční parametry tohoto vesmíru jsou naprosto nahodilé. Otázkou však zůstává, jak se z chaotického raného vesmíru mohl stát vesmír, jehož struktura je homogenní.¹⁵⁴

8.1. Antropický princip

Jedním z vysvětlení nesmírné nahodilosti prvotních parametrů je takzvaný antropický princip. Podle slabé verze antropického principu existuje pouze pár oblastí v neuvěřitelně velkém až nekonečném vesmíru, které jsou vhodné pro vznik života a vyvinutí inteligence. Doba od vzniku vesmíru, tedy po velkém třesku, je pro zastánce slabého antropického principu vnímaná jako nutně dlouhá doba vedoucí ke vzniku života. Existuje však druhá verze antropického principu takzvaná silná verze. Podle zastánců silné verze antropického principu existuje velký počet vesmírů, přičemž se každý z nich řídí podle vlastních přírodních zákonů, jejichž podoba byla předurčena v singularitě. Ve většině vesmírů se však neutvoří takové stabilní podmínky, které by byly vhodné pro vznik života. Je pravdou, že přírodní zákony našeho vesmíru a určité pevné konstanty jsou tak vhodně nastavené, že i sebemenší změna by mohla znamenat nemožnost vzniku inteligentního života, či vzniku jeho naprosto odlišných forem.¹⁵⁵

8.2. Multiverzum

Existují však i alternativní teorie, které jsou s to vysvětlit tak neuvěřitelné množství kosmických náhod bez pomoci Boha jako stvořitele. Pravděpodobně nejkontroverznější teorií, která se snaží tyto nahodilé principy vysvětlit, je teorie mnohovesmíru. Jedním ze zastánců této teorie je i Martin Rees, který předpokládá existenci mnoha paralelních vesmírů, pomocí nichž by bylo možné vysvětlit takové množství kosmických náhod, vedoucích až ke vzniku inteligentního života.

¹⁵³ HAWKING, Stephen. *Stručná historie času*, str. 140.

¹⁵⁴ Tamtéž, str. 135.

¹⁵⁵ HORSKÝ Jan, *Úvod do fyzikální kosmologie*, str. 198.

Reesovy argumenty na podporu této teorie jsou vyjádřeny pomocí přesných hodnot. První číslo vyjadřuje množství vodíku, které se při velkém třesku přetvářelo v helium. Kdyby bylo množství vodíku jen nepatrně menší, nikdy by nebylo možné spojit protony s neutrony, jelikož by byla jaderná síla slabší a neudržela je pohromadě. Vesmír by tak byl nestabilní a nevhodný pro život.¹⁵⁶ Další přesnou hodnotu musí nutně mít gravitační síla v poměru s elektrickou silou, jestliže by totiž byla gravitační síla byť o nepatrný zlomek menší, ve hvězdách by nikdy nezačala probíhat jaderná fúze. Další přesnou hodnotou je kosmologická konstanta, podle které se mění rychlost rozpínání vesmíru. Kdyby byla kosmologická konstanta záporná, vesmír by byl nestabilní a rychle po jeho vzniku by se opět zhroutil sám do sebe. Naopak při zvětšení kosmologické konstanty by se vesmír rozpínal natolik rychle, že by zchladl do takové podoby, v níž by nebyl možný vznik života.¹⁵⁷ Kýžený je také počet dimenzí, které vesmír obsahuje. V jakémkoliv menším počtu dimenzí dochází k mnoha omezením, kvůli kterým by nebyl možný vznik inteligentního života.¹⁵⁸ Všechny tyto argumenty vedou k závěru, že náš vesmír vznikl zcela náhodně a jeho prvotní parametry byly vytvořeny pouze na základě pravděpodobnosti. Ačkoliv je teorie multivesmíru zatím neověřitelná, Martin Rees je přesvědčen o tom, že tuto teorii bude možné v budoucnu experimentálně ověřit.¹⁵⁹

8.3. Aplikace M-teorie na makroskopický svět

M-teorie bezesporu přinesla nový úhel pohledu, kterým lze postihnout vesmír a otevřela tak pomyslné dveře k novým interpretacím jeho vzniku. Ačkoliv je možné s pomocí alternativních kosmologických teorií vysvětlit některé neznámé, které se ve standartním kosmologickém modelu objevují, někteří vědci aplikaci strunové teorie na celý vesmír nepodporují a naopak kritizují. Většinu zmíněných hypotéz totiž nelze ještě v dnešní době nijak experimentálně potvrdit,

¹⁵⁶ KAKU, Michio. *Paralelní světy*, str. 226.

¹⁵⁷ Tamtéž, str. 227.

¹⁵⁸ Tamtéž, str. 228.

¹⁵⁹ Tamtéž, str. 229.

zůstává tak hudbou budoucnosti, jaká z teorií úspěšně vystihne vznik vesmíru a okolnosti, které k němu vedly.¹⁶⁰

8.4. Konec vesmíru

Podle moderních výzkumů a údajů z družic se vesmír neustále rozpíná, přičemž se jeho expanze nezpomaluje. Vesmír je naopak urychlován antigravitační silou, která jeho velikost přímo úměrně rozpíná na základě jeho dosavadního objemu. V určitém momentu bude vesmír expandovat natolik, že se bude vzdálenost mezi galaxiemi zvětšovat nadsvětelnou rychlostí, až se z vesmíru stane pusté a chladné místo, ve kterém nebude možná existence inteligentního života.¹⁶¹ Martin Rees v roce 1969 ve svém příspěvku popsal takzvaný kolaps vesmíru. V době, kdy Martin Rees tento předpoklad navrhoval, ještě nebyla známá hodnota relativní hustoty vesmíru, podle které je možné predikovat budoucnost vesmíru. Martin Rees tak podle svých výpočtů předpokládal, že se rozpínání vesmíru v určitou chvíli zastaví a vesmír se tak začne naopak smršťovat do sebe. Vzdálené galaxie a vesmírné objekty se tak začnou nenávratně přibližovat k sobě, až nakonec zaniknou v extrémně žhavé výhni kosmu, ve které nebude možná existence život.¹⁶² Vesmír by tak podle Reese pravděpodobně skončil takovým způsobem, jakým započal, tedy zkolabováním do singularity.¹⁶³

Jak již bylo řečeno, moderní výpočty ukazují, že se bude rozpínání vesmíru naopak stále zvyšovat, až se nakonec vesmír stane naprosto chladným a prázdným místem. Otázkou, kterou si pokládá mnoho vědců však je, jestli je nějakým způsobem možné, aby i v tak nepříznivých podmínkách pro život dokázali inteligentní bytosti přežít.¹⁶⁴ Ve vesmíru, ve kterém by teplota klesala až k absolutní nule by bylo extrémně náročné z pohledu inteligentních bytostí přežít. Pomocí genetického inženýrství by bylo teoreticky možné snížit svou tělesnou teplotu a omezit tak množství potřebné energie k životu, či přesunout svá vědomí

¹⁶⁰ KAKU, Michio. *Paralelní světy*, str. 206.

¹⁶¹ Tamtéž, str. 258.

¹⁶² Tamtéž, str. 260.

¹⁶³ Tamtéž, str. 261.

¹⁶⁴ Tamtéž, str. 266.

do robotických schránek. Život v takových podmínkách by však pro nás byl těžký i v robotických schránkách. Freeman Dyson poskytuje řešení těchto nesnází a tvrdí, že by bylo možné zachovat existenci inteligentních bytostí, kdyby mysleli pomaleji. Tyto bytosti by tak zachovávali energii tím, že by zpracovávali informace pomaleji a mezitím by se uváděli do stavu hibernace. Zpracovávání byt' jen sebemenší informace by podle objektivního času trvalo velice dlouho, bytosti by si však nevšimli žádného rozdílu, protože by jejich subjektivní čas zůstal stejný. Takové bytosti by měli potenciál předávat si informace nekonečně dlouhou dobu.¹⁶⁵

Závěr

V dnešní době je velký třesk obecně přijímanou vědeckou teorií, která má v moderní kosmologii své nezastupitelné místo. Jak se však již mnohokrát v historii ukázalo, vždy když si myslíme, že je nějaká teorie ta správná, objeví se jiná, pomocí níž je možné vyjasnit pár neznámých, které pomocí dosavadní teorie nebylo možné vysvětlit. Těchto neznámých je ve standardním kosmologickém modelu mnoho a pouze čas ukáže, jestli jsou všechny dosavadní předpoklady správné. Je však nutné říci, že je zřejmé, že se malými krůčky dostáváme k úplné představě vesmíru, okolnostem jeho vzniku, budoucnosti a všech jeho principů. Jedinou překážkou, která stojí mezi dalšími pokroky je omezená technologie a rychlost superpočítačů. Jestliže však uvážíme exponenciální růst výpočetního výkonu superpočítačů podle *Moorova zákona*¹⁶⁶, jehož limity někteří fyzici odhadují i v řádech stovek let. Průběžně s vývojem technologie a růstem výkonu superpočítačů je věda blíže k sestavení celistvého obrazu kosmu a možná i k vytvoření soudržné a obecně platné teorie všeho.

Chronologické uspořádání této práce není vhodné pouze z hlediska estetiky, ale především kvůli uvědomění důležitosti i těch nejstarších kosmologických konceptů, jejichž zásluhou se kosmologie dostala do takové podoby, v jaké ji

¹⁶⁵ KAKU, Michio. *Paralelní světy*, str. 267.

¹⁶⁶ Empirické pravidlo, podle kterého bude výpočetní výkon obvodů v elektronice exponenciálně růst. Gordon Moore, zakladatel firmy Intel a tvůrce tohoto pravidla předpověděl jeho platnost na nejméně dalších deset let.

známe dnes. Naopak je až s podivem, jak některé antické myšlenky a koncepty, jsou tak blízko těm moderním, které jsou považovány za průkopnické. Doufejme, že budou teorie a poznatky o vesmíru, které jsou obecně platné v dnešní době, v budoucnu pojímány stejně hodnotně.

Seznam použité literatury:

Primární literatura

COLES, Peter. *Kosmologie*. 1. vyd. Praha: nakladatelství Dokořán, 2007. ISBN 978-80-7363-161-1.

HAWKING, Stephen. *Stručná historie času*. 1. vyd. Praha: Argo a Dokořán, 2007. ISBN 978-80-7203-946-3.

KAKU, Michio. *Paralelní světy*. 1. vyd. Praha: Argo a Dokořán, 2007. ISBN 978-80-7203-847-3.

PEXINDR, Karel. *Kosmologie z pohledu filozofa*. 1. vyd. Dobrá voda: Aleš Čeněk, 2003. ISBN 978-80-86473-61-9.

ŠPELDA, Daniel. *Astronomie v antice*. 1. vyd. Ostrava: Montanex, 2006. ISBN 978-80-7225-210-0.

ŠPELDA, Daniel. *Astronomie ve středověku*. 1. vyd. Ostrava: Montanex, 2008. ISBN 978-80-7225-273-2.

ŠPELDA, Daniel. *Člověk a hvězdy v raném novověku*. 1. vyd. Praha: Togga, 2018. ISBN 978-80-7476-148-5.

Sekundární literatura

FOSTER, Benjamin. *Before The Muses*. CDL Press Third, 2018. ISBN: 978-1-883053-76-5.

HRUŠKA, Blahoslav. *Mýty staré Mezopotámie: Sumerská, akkadská a chetitská literatura na klínopisných tabulkách*. 1. vyd. Praha: Odeon, 1977. ISBN 01-108-77.

KING, Leonard W. *Enuma Elish*. New York: Cosimo Classics, 2011. ISBN 978-16-1640-510-6.

LIVIO, Mario. *Je Bůh matematik? 1. vyd. Praha: Dokořán, 2010. ISBN 978-80-7363-282-3.*

PODBORSKÝ, Vladimír. *Náboženství našich prapředků*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 1994. ISBN 80-210-0970-5.

ANDRADE, Edward Neville da Costa. *Sir Isaac Newton: His life and work*. Doubleday, 2000. ISBN 978-03850-2326-9

ARISTOTELES. *Metafyzika*. 1. vyd. Praha: nakladatelství Petr Rezek, 2003. ISBN 80-86027-19-8.

ARISTOTELES. *O nebi, O vzniku a zániku*. 1. vyd. nakl. Thesis, 2012. ISBN 978-80-89520-08-4.

BOCCALETTI, Dino. *From the Epicycles of the Greeks to Kepler's ellipse*. Researchgate.net [online]. [cit. 2022-04-10] Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/2166565>.

BRINX, James. *Giordano Bruno: The Cosmic Perspective*. Antropologia Integra. Brno: Akademické nakladatelství Cerm, roč. 9. č. 2/2018. ISSN 1804-6657. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/234017984>

EVANS, James. *Aristarchus of Samos*. Britannica.com [online]. [cit. 2022-04-10] Dostupné z: <https://www.britannica.com/biography/Aristarchus-of-Samos>

FITZPATRICK, Richard. *A Modern Almagest*. Archive.org [online]. [cit. 2022-04-10] Dostupné z: <https://archive.org/details/a-modern-almagest-an-updated-version-of-ptolemys-model-of-the-solar-system-by-richard-fitzpatrick>.

GENESIS

GREENE, Brian. *Struktura vesmíru*. 1. vyd. nakladatelství Paseka, 2006. ISBN 80-7185-720-3.

HAHM, David. *The Fifth Element in Aristotle's De Philosophia*. Jstor.org [online][cit. 2022-04-10] Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/631126>.

HANKINS, James. *Renesanční filozofie*. 1. vyd. OIKOYMENH, 2011. ISBN 978-80-7298-438-1.

HUFFMAN, Carl. *Philolaus*. Plato.stanford.edu [online]. [cit. 2022-04-10] Dostupné z: <https://plato.stanford.edu/archives/fall2020/entries/philolaus/>.

KRAGH, Helge. *What's in a Name: History and Meanings of the Term*. Researchgate.net [online]. [cit. 2022-04-10]

PLATÓN. *Sedmý list*.

ŠTEFL, V. *Klaudios Ptolemaios*. 1. vyd. Praha: Prometheus, 2005. ISBN 80-7196-317-8.

THEIN, Karel. *Aristoteles o povaze pohybu nebeské sféry II*. 1. vyd. Praha: Filosofia, 2017. ISBN 978-80-7007-494-7.

HORSKÝ, Jan; NOVOTNÝ, Jan; ŠTEFANÍK, Milan. *Úvod do fyzikální kosmologie*. Vyd. 1. Praha : Academia, 2004. 219 s. ISBN 80-200-1241-9

KAKU, Michio (1994). *Hyperspace*. New York, New York, United States: Oxford University Press. ISBN 0-19-508514-0.

Fyzika IV, 3, 210b, podle vydání: Aristotelés. *Fyzika*. Přeložil A. Kříž. 1. vyd. Praha: Nakladatelství Petr Rezek, 1996. ISBN 978-80-86027-31-9 .