

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta filozofická

Diplomová práce

RENEŠANČNÍ KOŘENY MODERNÍ VĚDY

Petra Alexandra Vejvodová

Plzeň 2013

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta filozofická

Katedra filozofie

Studijní program Humanitní studia

Studijní obor Evropská kulturní studia

Diplomová práce

Renesanční kořeny moderní vědy

Petra Alexandra Vejvodová

Vedoucí práce:

Doc. PhDr. Nikolaj Demjančuk, CSc.

Katedra filozofie

Fakulta filozofická Západočeské univerzity v Plzni

Plzeň 2013

Prohlašuji, že jsem práci zpracoval (a) samostatně a použil (a) jen uvedených pramenů a literatury.

Plzeň, duben 2013

.....

Poděkování

Děkuji Doc. PhDr. Nikolaji Demjančukovi, Csc. za odborné vedení a cenné rady při zpracování diplomové práce.

OBSAH

1	ÚVOD	3
2	CÍL PRÁCE.....	6
3	RENEŠANČNÍ KULTURNÍ ZMĚNA	7
3.1	Přechod od středověku k renesanci	8
3.2	Rozvoj italských městských států	10
3.3	Specifické znaky italské měšťanské společnosti	11
3.4	Humanismus	13
3.5	Vzdělání a gramotnost.....	16
3.6	Vliv knihtisku na šíření vědomostí.....	18
3.7	Působení církve	20
3.8	Renesanční filosofie.....	23
3.9	Shrnutí	25
4	FORMOVÁNÍ NÁZORU NA VESMÍR A NEKONEČNO.....	26
4.1	Kusánského koncepcie nekonečného vesmíru	27
4.2	Koperníkův heliocentrický světový systém	34
4.3	Brunova představa moderní kosmologie	37
4.1	Keplerovy planetární zákony.....	40
4.2	Shrnutí	44
5	ZÁKLADY MODERNÍ VĚDY V GALILEIHO DÍLE	46
5.1	Objevy ve fyzice a mechanice	49
5.2	Technická zařízení a přístroje.....	51
5.3	Objevy v astronomii	53

5.4	Matematizace a geometrizace přírody	56
5.5	Metodologie Galileiho výzkumů	63
5.6	Role experimentu v Galileově práci	67
5.7	Shrnutí	70
6	RENESANČNÍ ODKAZ NOVODOBÉ VĚDĚ	72
6.1	Změna komunikačního kódu	72
6.2	Vznik nových kosmologických tezí	74
6.1	Prosazení racionálního myšlení	75
6.2	Systematizace bádání pomocí teoretické metodologie	76
6.3	Šíření nových technologií a popularizace vědy	78
7	ZÁVĚR	81
8	LITERATURA A ZDROJE	83
9	RESUMÉ	89
10	PŘÍLOHA	90

1 ÚVOD

Ve své práci na téma *Kulturní a filosofické předpoklady vědecké revoluce* jsem se zaměřila na vývoj filosofie a vědy v kulturním kontextu italské renesance. Toto období je považováno za důležitý mezník ve vývoji lidského uvažování o světě a vesmíru, utváření nové kosmologie a formování teoretických a metodologických předpokladů vědecké revoluce. V současnosti jsou hledány nové odpovědi na otázky o úloze a významu renesance a jejích předních osobností ve vývoji moderního myšlení. Jakou roli sehrála společenská a sociální změna v procesu oddělení vědeckých poznatků od teologických tezí a předsudků víry? Můžeme předpokládat, že jedním z faktorů změny v lidském myšlení je zvyšování vzdělanosti a možnost konfrontace nových poznatků se stávajícím názorovým paradigmatem. K tomu bezesporu přispěla institucionalizace vzdělání a jeho zpřístupnění nejen privilegovaným vrstvám, ale i širší veřejnosti, aby se mohla výraznějším způsobem podílet na kulturním a společenském vývoji.

Není zcela jednoznačné, jaký vliv měla na vznik moderní vědy renesanční kosmologie, která byla v relativně krátkém období přetvořena zcela zásadním způsobem. Nabízí se otázka, kdo z renesančních myslitelů skutečně přispěl ke vzniku základů moderní vědy. Za jednoho z prvních iniciátorů novodobého pohledu na vesmír můžeme považovat Mikuláše Kusánského, který přišel s myšlenkou nekonečnosti vesmíru a odmítl jeho hierarchické uspořádání. Nesporná je i role Mikuláše Koperníka, autora heliocentrického světového systému, jehož učení se stalo vzorem pro další generaci badatelů. Poněkud rozporuplným se může zdát působení Giordana Bruna, jenž neortodoxními názory vyvolal pozdvižení v církevních řadách i mezi soudobými učiteli, ale svým vystoupením dal podnět k pochybnostem o správnosti teologické

věrouky. Nejvýraznějším představitelem renesančních změn je zřejmě Galileo Galilei, který se snažil o prosazení nového typu vědeckého bádání založeném na karteziánském typu racionality,¹ uvedení nových poznatků do praxe a jejich zveřejnění. Jeho významné objevy v astronomii i fyzice vyvolaly silnou odezvu v odborné i laické veřejnosti. Samostatnou kapitolou je i Galileiho matematizace a geometrizace přírody. Dále je třeba zmínit i jméno Johanna Keplera, který jednoznačně zastával kopernikánský model vesmíru, podpořil Galileiho a dovršil snahy o formulaci zákonů nebeské mechaniky.

Renesanční učenci zabývající se kosmologickými otázkami byli postaveni před problém vymezení pozice Země a Slunce ve vesmíru, vzájemné vztahy hvězd a planet a objasnění jejich pohybu. Soudobé myšlení, které ještě nevnímalo hranice mezi filosofií, teologií a vědou, bylo ovlivňováno změnou společenského a kulturního klimatu, zesvětštěním, individualismem a novými hodnotovými idejemi. Zájem o fyziku a fyzikální zákony, jejichž objasňování vychází zejména z teoretických východisek, byl podněcován novými objevy v oblasti mechaniky. Zároveň se však nové teorie dostávaly do konfliktu s oficiálním učením církve, jejíž výsadní postavení v oblasti vzdělání bylo vážně ohroženo. Tento fakt nutil představitele církve činit opatření, která značně ztížila svobodné bádání a rozvoj vědy. Jedním ze zdrojů šíření kacířských myšlenek se stal nově vynalezený knihtisk, který v krátké době zaplavil trh bezpočtem „nevhodných“ titulů.

¹ Známy odborník na historii vědecké metodologie charakterizuje **karteziánský typ racionality** následovně: „je založen na takovém postupu uvažování, kdy lze logickými postupy z explicitních premis dedukcí vyvodit nepochybné závěry. Tento metodologický postup je založen na víře, že jestliže budeme zachovávat zmíněná pravidla správného uvažování, dospějeme k nepochybným závěrům.“ (OCHRANA, F. Metodologie vědy: úvod do problému, s. 41 – 42.)

Dnes můžeme jen spekulovat o tom, kam by směřoval vývoj bez církevní inkvizice a indexu zakázaných knih. I přes evidentní snahu církve potlačit sekularizační tendence ve vznikajících vědeckých disciplínách, se stává stále více zřejmým, že biblická tradice není schopna čelit vzrůstajícímu potenciálu přírodovědných poznatků. Renesanční kultura je ukázkou dynamického vývoje společenských vztahů, které přinesly novou hodnotovou orientaci na poznání vycházející z tradic antické učenosti a soudobých humanistických ideálů orientovaných na člověka jako tvůrce vlastního osudu i životního prostředí. Stala se prostředkem k překonání pomyslné hranice mezi stagnujícím středověkem a progresivně se vyvíjejícím novověkem.

2 CÍL PRÁCE

Diplomová práce bude studovat předpoklady vědecké revoluce. Cílem práce bude ukázat na základě studia a analýzy textů renesančních myslitelů zrození a formování kulturních, teoretických a metodologických předpokladů vědecké revoluce. Komparativní studium sekundární literatury věnované tomuto období vývoje evropské vědy umožní kriticky rozebrat jednotlivé interpretace, ukázat jejich možnosti a hranice. Práce bude sledovat stav a dynamické proměny kulturního kontextu, který připravoval radikální změnu ve formách vědeckého poznání. Důraz bude položen na sledování kontinuity ve vývoji kultury.

V první části práce se zaměřím na vývoj kulturního prostředí ovlivňujícího osobnosti, které daly podnět ke vzniku moderního vědeckého myšlení. V druhé části se pokusím charakterizovat přínos konkrétních osobností, jejich odklon od soudobých teorií a utváření vlastních, inovativních konstrukcí a hypotéz. Závěrečná část je věnována zhodnocení jednotlivých aspektů renesanční kulturní a společenské změny, která podnítila prosazení nových idejí, významných pro ustanovení vědeckých metod a postupů i celkového konceptu vědy jako samostatného oboru.

3 RENESANČNÍ KULTURNÍ ZMĚNA

Epocha dějin označovaná jako renesance je spojena se změnami v umění, literatuře, vzdělání a filosofii. V tomto období dochází zejména v Itálii a několika dalších evropských státech k velkému kulturnímu rozmachu. Jedním z jejích hlavních rysů je odklon od teologického chápání světa a počátek vyčleňování vědy z filosofie. Při množství prací, které se tomuto období věnují, nastává problém s vymezením, kdy vlastně renesance začíná a končí, neboť jednotliví autoři přistupují k jejímu datování s poměrně velkou variabilitou. Ve své práci budu vycházet z předpokladu, že renesance zahrnuje 14. až 16. století.

Švýcarský historik Burckhardt² nebo český filosof Tretera³, vymezují trvání renesančního období od poloviny 14. století do přelomu 16. a 17. století. Ševčík tuto epochu nazývá „velkou renesancí“.⁴ Savický považuje Burckhardtovo dílo za důležitý mezník ve vývoji bádání o italské renesanci: *„Když roku 1860 vydal Jacob Burckhardt svou slavnou knihu Die Kultur der Renaissance in Italien, považovanou za zakladatelské dílo dějin kultury, učinil z italské renesance v očích historiků a milovníků umění rozhodující epochu ve vývoji evropské civilizace. Oslavil italský městský stát kolem poloviny quattrocenta jako vědomý, na reflexi závislý, na přesně vypočtených viditelných základech zbudovaný výtvar. Prohlásil*

² BUCKHARDT, J. Kultur der Renaissance in Italien (1860, český překlad *Renesanční kultura Itálie*, 1912)

³ Tretera uvádí **tři období renesance**, která se v podstatě kryjí s Burckhardtovým vymezením: 14. století, kdy se renesance omezuje na oblast Florencie, 15. století, kdy se šíří do dalších oblastí a z umění a literatury proniká i do filosofie a 16. století, kdy proniká i do zaalpských oblastí. (TRETERA, I. Nástin dějin evropského myšlení: od Thaléta k Rousseauovi, s. 243.)

⁴ **Velká renesance:** 1. od pol. 14. století do pol. 15. století, 2. od pol. 15. století do počátku 16. století, kdy se renesance rozšířila z Florencie do celé Itálie, 3. od pol. 16. století do počátku 17. století, kdy renesance vstoupila do zaalpských zemí. (ŠEVČÍK, O. Architektura - historie - umění: kulturně-civilizační vývoj v Evropě od antiky do počátku 19. století, s. 167.)

jej za základní podmínku pro zrod moderního individualismu, a tím také moderního člověka.⁵

Renesanční kultura je považována za přechod mezi středověkým a moderním pojetím filosofie a vědy. Toto období přináší sociální a ekonomické změny, jejichž hybnou silou se stává měšťanská společnost. Renesance může být chápána jako výsledek ekonomických, třídních a politických změn v západní Evropě, symbolizovaných odklonem od teologie, novým způsobem myšlení a zesvětštěním životního stylu. Renesance jako nový kulturní směr vzniká v italské Florencii a projevuje se především v architektuře, malířství a sochařství. Renesance raného 15. století byla zpočátku omezena na malou skupinu florentských umělců. Jejich přínosem se stala inovace a kritika tradičních myšlenek a hodnot. Z místa svého vzniku, Florencie, se toto revitalizační hnutí začalo šířit nejprve do Toskánska a později do celé Itálie. Následovaly další evropské státy, do kterých se myšlenka humanismu šířila především prostřednictvím studentů, kteří studovali na italských univerzitách a vzdělavců, kteří naopak jako vyučující působili v zahraničí. Nový postoj se vzápětí odrazil i ve filosofii a vědě, přinesl nové vnímání vědeckých poznatků. Humanisticky pojatá svoboda názorů se stala základem kritiky společenských poměrů, která v Německu vyvrcholila reformací.⁶

3.1 Přechod od středověku k renesanci

Středověká společnost se vyznačovala přísnou hierarchickou strukturou založenou na uspořádaných vrstvách světských i církevních. Nejvýznamnější byla šlechta, rovněž hierarchicky diferencovaná

⁵ SAVICKÝ, N. Renesance jako změna kódu: o komunikaci slovem a obrazem v italském rinascimentu, s. 13.

⁶ KOČKA, J. Antológia z diel filozofov. Humanismus a renesancia, s. 9 – 10, 14 – 15.

od panovníků přes vyšší šlechtu k nižší. Nejvyššími představiteli církevní hierarchie byli papež a kardinálové, nejnižší faráři a mniši. Města byla utvářena převážně svobodnými občany, vrchol jejich hierarchického žebříčku patřil radním a bohatým obchodníkům, dále řemeslníkům organizovaných v příslušném cechu, nejnižší postavení měli tovaryši a učni. Obdobně venkov byl organizován od sedláků, přes chalupníky k čeledi a nevolníkům. Společnost středověku byla složená z typizovaných sociálních rolí s predefinovaným statutem. Jedinec byl celý život odkázán na svůj sociální původ a prostředí, které nemohl z vlastní vůle změnit. Sociální nerovnoprávnost na tomto světě byla kompenzována náboženskou rovností na onom světě. I nadpozemský svět měl své hierarchické uspořádání na vrcholu s Bohem a anděly, jehož protipólem se stal ďábel a různí démoni.⁷ Středověká hierarchičnost se promítala i do soudobé kosmologie, která vycházela z Ptolemaiova geocentrického světového systému⁸ s centrálním postavením Země.

Významnými společenskými formacemi byly kláštery, které se staly zdrojem duchovního vlivu, vzdělání a šíření křesťanství. Světskou obdobou klášterního zřízení bývala hradní sídla lokálních šlechticů, která vytvářela vlastní kulturní identitu v podobě rytířství s dvorními slavnostmi a turnaji. Nejvýraznější vliv na vznik novodobé kultury však neměla ani církve, ani šlechta, ale svobodná a samosprávná města, organizovaná v městských svazech. Nejrozvinutější městské oblasti se vytvořily

⁷ SCHWANITZ, D. Vzdělanost jako živý dialog s minulostí: vše, co musíte vědět, chcete-li rozumět přítomnosti, s. 88 – 89.

⁸ **Ptolemaiov model vesmíru** vychází z představy Země jako centrálního jádra osmi kulovitých vrstev. Poslední, největší sféra je považována za hranici vesmíru. Tvoří jakýsi obal, ve kterém jsou pevně ukotveny hvězdy. Ty spolu s ním rotují, a proto se jejich poloha nemění. Jednotlivé planety se nacházejí ve vnitřních sférách, na rozdíl od hvězd nejsou pevně ukotveny, a proto se mohou posunovat v malých kruzích, tzv. epicyklech. Rotace jednotlivých vnitřních sfér s planetami vytváří složité dráhy vzhledem k Zemi. Ptolemaios tak vysvětluje komplikovanost planetárních pohybů. Tento model umožňoval relativně přesně předpovídat polohu nebeských těles na obloze. (KRAUS, I. Fyzika od Tháléta k Newtonovi s. 54 - 55.)

v severní Itálii, Flandrech a Německu. Města pak dala novověkému člověku novou možnost získávání vzdělání – univerzity. Nejstarší univerzity můžeme najít například v Boloni, Paříži, Oxfordu, Cambridge, Padově a Praze. Výuka byla založená na sedmi svobodných uměních, triviu a kvadriviu, doplněných o právo, medicínu, teologii a filosofii.⁹

Smysl měšťanstva pro praktický život se v oblasti vědy projevil především v důrazu na empirickou zkušenost. Staré knihy a dokumenty, které již nepředstavovaly dostatečnou vědeckou autoritu, byly nahrazeny fakty získávanými soustředěným pozorováním a systematickým výzkumem. Vědecká metoda se nejprve uplatnila zejména ve fyzice a mechanice, která se stala vzorem pro další přírodní vědy. Středověká křesťansko-scholastická věda byla považována za úpadek empirického i praktického poznání. Příčinou tohoto nedostatku se jeví sociální struktura a životní styl feudální společnosti, založené převážně na zemědělské výrobě s málo rozvinutým technickým zázemím, které nepodporovalo zájem o technické myšlení a pokrok. Negativní vliv na duchovní rozvoj společnosti měla i atmosféra teologické hegemonie. Přírodní vědy, které vznikly jako protiklad teologické koncepce, jsou považovány za nejhodnotnější přínos renesanční kultury pro světový vědecký názor.¹⁰

3.2 Rozvoj italských městských států

Schwanitz spojuje vznik renesance v Itálii s hospodářským rozvojem městských států. Renesanční Itálie byla významným střediskem obchodu díky své výhodné geografické poloze ve Středozezemním moři.

⁹ SCHWANITZ, D. Vzdělanost jako živý dialog s minulostí: vše, co musíte vědět, chcete-li rozumět přítomnosti, s. 90 – 94.

¹⁰ KOČKA, J. Antológia z diel filozofov. Humanizmus a renesancia , s. 32 -33.

Tvořila křižovátku zámořských i suchozemských tras, z čehož plynul značný příjem do městských pokladen. Centry renesance se staly mocné městské státy - Florencie, Řím, Benátky a Milán. Po mnoha válkách a dobovačných vpádech se utvořilo na území Itálie pět významných městských států, k nimž kromě jmenovaných patřila ještě Neapol. Florencie byla ovládána rodem Medicejských, jehož členové byli zároveň i velkými mecenáši umění a vzdělání. Burke předkládá následující charakteristiku florentské společnosti: *„Florencie byla v novodobých dějinách pozoruhodná četností a intenzitou svých vnitřních svárů a zálibou obyvatel ve všech druzích vědy a umění. Jakkoliv se tyto charakteristiky mohou jevit jako protikladné, není obtížné je smířit... Obraně svobody vždy připadla úloha rozvíjet a posilovat lidskou mysl.“*¹¹ Rozvoj Říma i církevního státu ovlivnil rod Borgiaů, zatímco Milán rod Sforzů. Benátky byly spravovány nikoliv dynastií, ale oligarchií, jejíž rada tvořená ze senátorských rodin volila dóžete jako svého vládce. Na rozdíl od Benátek, které vynikaly politickou stabilitou a prosperitou, došlo u zbylých městských států koncem renesance v 16. století k úpadku. Tento úpadek byl zapříčiněn ztrátou dominantní pozice na obchodní mapě vlivem objevení Ameriky, rozšířením zámořské plavby a novými objevy. Svou roli sehrála i církevní cenzura a pronásledování pokrokově smýšlejících učenců, která zapříčinila přesun těžiště nově vznikající vědecké obce do západní Evropy.¹²

3.3 Specifické znaky italské měšťanské společnosti

Burke se ve své studii renesanční Itálie zaměřuje na významná města – Florencii, Řím, Benátky, Janov, Neapol. Přichází s teritoriálním

¹¹ BURKE, P. Italská renesance: kultura a společnost v Itálii, s. 37.

¹² SCHWANITZ, D. Vzdělanost jako živý dialog s minulostí: vše, co musíte vědět, chcete-li rozumět přítomnosti, s. 88 – 94.

dělení měst na sociální zóny, jejichž význam nespočíval pouze v oddělení chudiny od vrstvy šlechty, ale i v striktním oddělení významných patricijských rodin v jednotlivých městech. Italská městská šlechta si velmi potrpěla na zdůraznění svého sociálního statusu, jehož výrazem se staly tzv. „fasády“. Tento výraz vystihuje jak vzezření jedince, jeho styl odívání, tak vymezení vůči svému okolí pomocí vyjadřování. Italskou společnost označuje Burke jako „teatrální“ a řadí ji k „velké mediteránní kultuře“. Veřejný život byl založen na patřičném zviditelnění každého významného jedince a zároveň na pečlivém pozorování a hodnocení ostatních. Bylo považováno za důležité hrát příslušnou společenskou roli náležitým způsobem, pracovat na zvýšení prestiže a vytvářet vlastní, nezaměnitelnou identitu. Jako místa veřejného setkávání sloužila náměstí a jejich jednotlivé zóny, zejména obchodní nebo politické lodžie.¹³

Dalším výrazným rysem italské společnosti byla okázalá zbožnost, která byla poněkud v rozporu s emocionálním realismem světsky zaměřeného měšťana. Burke poukazuje na výrazný fenomén náboženských slavností a procesí. Součástí těchto shromáždění byly nezřídka projevy sebetryznění zúčastněných, provázené plamennými kázáními a extatickou hudbou. Náboženské násilí, v tomto případě směřované dovnitř jedince, mělo svou protiváhu v násilí světském, projevujícím se formou soubojů nebo obyčejných rvaček, v závislosti na postavení zúčastněných. Řešení rozepří mělo svá specifická pravidla. Jednotlivé kombinace gest a slovního doprovodu vytvářely stereotypy chování, vhodné pro přilákání pozornosti co největšího počtu přihlížejících neboť, jak jsem již zmínila, výrazná prezentace vlastní osoby byla stěžejním faktorem při vytváření individuální identity.

¹³ BURKE, P. Žebráci, šarlatáni, papežové: historická antropologie raně novověké Itálie: eseje o vnímání a komunikaci, s. 197 – 201.

Formování jedince v tomto prostředí pak nutně přinášelo excentrické povahové rysy, jaké můžeme vidět například u Giordana Bruna nebo Galilea Galilei.¹⁴

Měšťanská společnost hledala nový zdroj inspirace, kterým se stala antická tradice. Její literární a umělecké prameny vytvářely protipól odmítané středověké scholastiky. Antická literatura, jazykověda a studium antických reálií se staly součástí humanitních studií. Měšťanstvo již nepředstavovalo pokorné a asketické občany, jejichž život se na cestě k posmrtné věčnosti vyznačuje odříkáním a utrpením. Cílem se stalo dosažení úspěchu, bohatství a štěstí v reálném životě. Renesanční kultura odrážela tyto praktické a materialistické aspekty, společenským vzorem jsou úspěšní a cílevědomí lidé typu Cesare Borgii. Ve výtvarném umění se tento obrat projevuje odklonem od biblických témat a nástupem zobrazování běžného života a realistickými výjevy. Italská města se stala výstavními centry s osobitou architekturou, do kterých přicházeli známí umělci té doby a vytvářeli zde svá nejslavnější díla. Jako příklad lze uvést Monu Lisu Leonarda da Vinci nebo Michelangelovu výmalbu Sixtinské kaple v Římě.¹⁵

3.4 Humanismus

Humanismus¹⁶ se jako nový směr univerzitní výuky z Itálie rozšířil do celé Evropy. Humanisté byli považováni za nový typ profesionálních

¹⁴ BURKE, P. Žebráci, šarlatáni, papežové: historická antropologie raně novověké Itálie: eseje o vnímání a komunikaci, s. 122 – 123.

¹⁵ KOCKA, J. Antológia z diel filozofov. Humanismus a renesancia, s. 12 - 13.

¹⁶ „**Humanismus** je první fází renesanční kultury 14. století. LITTERAE HUMANES, HUMANIORES bylo označení pro latinu a řečtinu. Humanismus byl takto původně převážně filosofickou záležitostí, úsilím o nápravu barbarské středověké latiny... Postupně do sebe zahrnoval i další humanitní obory, stával se studiem všeho toho, co je lidské (tj. světské – studia humana – na rozdíl od scholastiky, jejímž předmětem bylo to, co je věčné, zásvětné, božské –

vzdělavců, kteří již nepocházeli jen z církevních řad, a jejich působení bylo často podporováno vlivnými mecenáši. Výuka humanitních věd vytvářela společenství učenců spojených pocitem sounáležitosti. Jejich členové zakládali spolky a akademie k posílení kolektivní identity. Renesanční humanismus se vymezoval vůči tradičně přijímaným scholastickým názorům. Nepřichází však s novým pojetím vzdělání, ale vrací se k antické tradici. Jako jedni z prvních poukázali na důležitost studia antických pramenů významní literáti Petrarca a Dante. Dali popud nejen k studiu antických rukopisů, ale i jejich sbírání a opisování, a zároveň i zakládání nových veřejných knihoven.

Florence se stala útočištěm mnoha řeckých učenců, kteří do města přišli v průběhu koncilu ke sjednocení římskokatolické a řeckokatolické východní církve v roce 1439 a později v roce 1453 po dobytí Cařihradu Turky. Také jejich prostřednictvím vzrůstá v učených kruzích zájem o antickou tradici. Humanisté své názory konfrontovali prostřednictvím diskuzí v rámci nově vzniklé instituce, kterou po vzoru oblíbeného Platóna nazvali akademie. Akademie se ukázala jako vhodné prostředí pro hledání nových myšlenek a poznatků. V roce 1600 bylo jen v Itálii téměř čtyři sta akademií a další existovaly i v západní a střední Evropě. Nejvýznamnější akademií se stala Platónská akademie ve Florencii, založená roku 1459 a podporovaná mecenáši z rodu Medicejských. Dalšími významnými akademiemi se staly římská a neapolská.¹⁷

Šíření humanismu považuje Mackenney za jeden z nejdůležitějších zdrojů historických změn 16. století. Z humanismu vzešla řada nových hodnot, myšlenek a názorů, jejichž vzájemná interakce napříč Evropou

studia divina). *Takto humanismus dostával i význam určitého světového a životního názoru.*“ (TRETERA, Ivo. *Nástin dějin evropského myšlení: od Thaléta k Rousseauovi*, s. 245.)

¹⁷ TRETERA, I. *Nástin dějin evropského myšlení: od Thaléta k Rousseauovi*, s. 246, srovnej BURKE, P. *Společnost a vědění: od Gutenberga k Diderotovi*, s. 53 – 54.

přispěla k rozvoji badatelských snah oproštěných od církevních dogmat. V 15. a 16. století došlo k výraznému nárůstu vzdělávacích institucí a současně s tím i zvýšení počtu studentů. Byl rozšířen a přepracován studijní plán univerzitní výuky, jeho základem se staly předměty jako gramatika a rétorika, přírodní filosofie, matematika a astrologie, přírodní vědy, ale i studium církevních otců, hudba nebo tělocvik. Důležitou se stala znalost latiny a řečtiny. Vzdělání bylo považováno za důležitý prostředek ovlivňování obyvatelstva z nejširších vrstev. Byl zdůrazňován význam vzdělání mládeže pro obecné blaho, neboť se ukázalo vhodným nástrojem k šíření křesťanství.¹⁸

„V období od 15. až 18. století se učenci běžně označovali za příslušníky „učené obce“, respublica litteraria. Tímto úslovím dávali najevo, že přísluší ke společenství, které překračuje jednotlivé národní hranice.“¹⁹ Středověcí vzdělanci, učitelé i studenti se rekrutovali z řad duchovenstva a náboženských řádů, jako například učitel Tomáš Akvinský nebo přírodovědec Albert Veliký. Výuka probíhala pod vedením scholastických filosofů a teologů, kteří kromě univerzit působili také jako učitelé u dvora. Zastánci nového humanitního pojetí univerzitní výuky se stavěli k středověkému scholastickému vzdělávacímu systému značně skepticky.²⁰

Humanisté se ve svých názorech a postojích často rozcházeli a zřejmě již od počátku se jejich společenství štěpilo na dvě větve. První z nich, nazývaná Mackem „feudální humanismus“ byla spřízněná se šlechtickými a církevními mecenáši, proto se dílo jejich představitelů nevyhraňovalo zásadním způsobem vůči feudálním anachronismům.

¹⁸ MACKENNEY, R. Evropa šestnáctého století, s. 129 -131, 146.

¹⁹ BURKE, P. Společnost a vědění: od Gutenberga k Diderotovi, s. 33.

²⁰ Tamtéž, s. 35 – 36.

„Těmto humanistům, učencům a literátům šlo vskutku často jen o vzkříšení antické kulturní tradice a o její formální rozvíjení. Postupně se zcela vytratil z jejich díla duch vzpoury proti zkostratělé metafysice scholastiky, zahlazeny byly všechny ostny, jež by mohly bodnout hebké dlaně urozených chlebovárců.“²¹ Oproti tomu „měšťanský humanismus“, jehož představiteli²² byli i učenci Giordano Bruno a Galileo Galilei, zaujímal důsledně protifeudální postoj, a to jak odporem k církevní i šlechtické moci, tak anti-scholastickou filosofií a gnoseologií. Macek však poznamenává, že nebylo výjimkou, aby jedna osobnost svojí tvorbou obsáhla oba jmenované směry. „Humanismus byl jen citlivým zrcadlem své doby, plné přeměn a zvrátů, plné protifeudálního boje, zároveň však poznamenané feudalizací. Tato přechodnost je zřejmá v chaotičnosti myšlenkové koncepce humanismu, který častokráte tápe, vrací se, hledá, ba chytračí. Často v díle téhož myslitele najdeme dokonce v témže časovém úseku myšlenky protifeudální, proticírkevní a výrazně měšťanské propleteny ideami feudálními, pravověrně církevními, metafysickými.“²³

3.5 Vzdělání a gramotnost

V renesanční a raně novověké Itálii existovalo vedle sebe velké množství jazykových variací. Významné bylo postavení latiny jako jazyka vzdělaných vrstev, literární díla byla často psána ve francouzštině, rozšířená byla i okcitanština, kterou psala řada básníků. Latina se vyskytovala ve třech variantách, souvisejících s rozdílnými sociálními

²¹ MACEK, J. Italská renesance, s. 199.

²² Představiteli měšťanského humanismu byli mimo jiné i Dante, Petrarca, Boccaccio, Lorenzo Valla, Pico della Mirandola, Leonardo da Vinci, Michelangelo Buonarotti nebo Nicolo Machiavelli. (Macek, J. Italská renesance, s. 200.)

²³ Tamtéž, s. 200.

kontexty. Byla doménou církve, její psanou i mluvenou podobu využívaly i právní instituce a v neposlední řadě byla latina užívána na akademické půdě, jak v psaném, tak mluveném projevu. V raném období nebylo výjimkou, že vzdělaní muži prokládali italštinu latinskými frázemi. Variabilita italštiny nespočívala jen v množství dialektů, ale i specifických jazykových variant spojených s konkrétními povoláními nebo sociálními skupinami.²⁴

Z Burkeho studie vyplývá, že v severní Itálii byla gramotnost vysoká vzhledem k ostatním částem Evropy, a to zřejmě až do konce 16. století. Gramotnost kleriků se obzvlášť zvýšila po roce 1560 s nástupem katolické reformace. Byly zakládány semináře v Miláně, Padově, Římě a dalších významných městech. Kněží se stávali vzdělanějšími a to prohlubovalo jejich odcizení od běžného obyvatelstva. Před církví vyvstal problém gramotnosti laiků. Hrozbou mohla být jak negramotnost, ze které pramenila pověrčivost, tak samotná gramotnost, která laikům umožňovala číst nevhodné knihy a propadnout herezi. S rozšířením knihtisku se zvýšila dostupnost i jiné, než zbožné literatury. Od druhé poloviny 15. století byly tiskem rozmnožovány texty nejrůznějšího zaměření. Gramotnost se tak mohla stát nástrojem politického protestu a hereze. Dilema šíření gramotnosti církev vyřešila důslednou kontrolou. Byla zavedena politická i náboženská cenzura tisku, která později znemožnila vydání některých předních děl významných myslitelů. Dvacátá léta 16. století se stala obdobím duchovní krize, kritiky církve, zakládání nových a přísných církevních řádů a očekávání duchovní obrody.²⁵

²⁴ BURKE, P. Společnost a vědění: od Gutenberga k Diderotovi, s. 167 – 170.

²⁵ BURKE, P. Žebráci, šarlatáni, papežové: historická antropologie raně novověké Itálie: eseje o vnímání a komunikaci, s. 181 – 187.

3.6 Vliv knihtisku na šíření vědomostí

Pro intelektuální rozvoj obyvatelstva měl zásadní význam vynález knihtisku. *„Ještě sto let před Galileovým narozením existovalo na světě necelých třicet tisíc knih, všechny napsané ručně, díky Gutenbergovi a jeho průkopnickému způsobu využití pohyblivých liter se však v praxi rychle rozšířil knihtisk. Do roku 1564, kdy se Galileo narodil, už na světě existovalo přibližně 50 miliónů tištěných knih.“*²⁶ Tištěné knihy umožňovaly šíření teoretických poznatků a tím přispívaly k usnadnění jejich aplikace v praxi. Burke vidí hlavní přínos knihtisku v *„rozšíření možnosti profesního uplatnění učenců“*²⁷ v oblasti tvorby odborné literatury. Technologie knihtisku se kolem roku 1500 zdokonalila natolik, že mohla být masově využívána v téměř dvou stovkách evropských měst, k nimž patřily Benátky, Řím, Štrasburk, Frankfurt a další. Také Mackenney uvádí, že dostupnost tištěných materiálů se ukázala klíčovým faktorem v šíření vzdělanosti a novátorských idejí. Například Lutherova první edice německého *Nového zákona* byla rozprodána nákladem tří tisíc výtisků během jednoho měsíce v září 1522.²⁸

Zároveň se v průběhu 16. století zlepšovala cenová dostupnost knih, což přispělo k šíření nejen Božího slova, ale i reformních myšlenek. *„Jedním z nejpozoruhodnějších aspektů rané historie evropského knihtisku je to, co se dovídáme o kultuře prostých nevzdělaných lidí. Spíše než myšlenkám humanistické elity sloužil knihtisk vyjádření pocitů běžných laiků.“*²⁹ Jednou z hlavních změn, které humanismus přinesl,

²⁶ WHITE, M. Antikrist Galileo, s. 38.

²⁷ BURKE, P. Žebráci, šarlatáni, papežové: historická antropologie raně novověké Itálie: eseje o vnímání a komunikaci, s. 36.

²⁸ MACKENNEY, R. Evropa šestnáctého století, s. 147.

²⁹ Tamtéž, s. 149.

byla intelektuální i duchovní nezávislost laiků. Knihtisk umožnil tvorbu nejen textových dokumentů, ale i dalších tiskovin. Příkladem mohou být proticírkevně zaměřené dřevoryty, jejichž pomocí se reformační myšlenky šířily mezi negramotným obyvatelstvem Německa. Tiskem rozšiřovaná kultura seznamovala s humanistickými myšlenkami širokou veřejnost a vzdělání přestávalo být výsadou privilegovaných jedinců.³⁰

V souvislosti s novými možnostmi knihtisku nelze nezmínit církevní cenzuru, která se stala na dlouhou dobu vlivným omezujícím faktorem šíření pokrokových myšlenek. *Index librorum prohibitorum*, *Seznam zakázaných knih*, je soupis, za jehož vytvoření odpovídala Svátá kongregace inkvizice římskokatolické církve. První verze římského *Seznamu*, kterou nechal vytisknout papež Pavel IV. v roce 1557, byla publikována až v roce 1559 a obsahovala díla 550 autorů. Tato verze byla v roce 1564 revidována Tridentským koncilem z popudu papeže Pia IV. a vešla ve známost jako *Tridentine index*, *Tridentický seznam*. Cílem publikování seznamu byla obrana věřících před šířením teologicky nesprávných myšlenek, zejména z oblasti vědy. Na tomto seznamu se ocitla i díla Mikuláše Koperníka a Galilea Galileiho.³¹ „Roku 1616 se *Koperníkův spis o heliocentrismu* dostal na „*index librorum prohibitorum*“ na základě dobrozdání, jež znělo takto: *Tvrditi, že slunce nepohnutě stojí ve středu světa, je nesmyslné, ve zřejmém odporu k písmu svatému. Tvrditi, že země nestojí ve středu světa, že není nehybná, nýbrž že se dokonce denně otáčí, je nesmyslné, filosoficky klamné a při nejmenším chybná domněnka.*“³²

³⁰ MACKENNEY, R. Evropa šestnáctého století, s. 149.

³¹ WHITE, M. Antikrist Galileo, s. 42.

³² DRTINA F. Myšlenkový vývoj evropského lidstva, s. 326.

3.7 Působení církve

White připisuje katolické církvi značnou odpovědnost za pomalý rozvoj občanské společnosti. Křesťanská církev představovala instituci, která v protikladu humanistických intelektuálních snah, procházela stagnací a zastávala radikální postoje vůči změnám a pokroku. V Itálii a dalších částech Evropy byla církev dlouhá staletí dominantním faktorem veškerého života. *„Katolická církev byla až do šestnáctého století všemocnou institucí, která jakékoli odlišné názory rychle a nemilosrdně potlačovala. Kacíři se stávali psanci, jejich díla církev zakazovala, jejich názory umlčovala.“*³³ White vidí všední realitu 16. století jako poměrně zaostalou. Na rozdíl od Burkeho popisuje běžné obyvatele jako nevzdělané a poznamenané náboženskou indoktrinací. Vzdělání bylo výsadou bohatých lidí, venkovská i městská chudina čerpala své vědomosti převážně z Bible a ortodoxních náboženských textů. *„Většina obyčejných lidí se za celý život nedostala dál než nějakých patnáct kilometrů od svého domova. Měli chorobnou nedůvěru k cizincům, protože byli nevzdělaní, většinou vůbec netušili, jaký je právě rok, ani nevěděli nic o světě kousek za svojí vesnicí nebo městem. Jejich náboženství, i když navenek katolické, tvořily z devadesáti procent pověry a přírodní magie a z deseti procent Matouš, Marek, Lukáš a Jan, křesťanství, jež jim církev vnucovala, zahalené jakousi kvazimystickou terminologií, příliš nerozuměli.“*³⁴

Římskokatolická církev se ocitla v ohnisku kritiky pokrokově smýšlejících učenců. Zejména otázky pozemských záležitostí, které v průběhu středověku postavily církev do role materialistické a zpolitizované instituce, byly podnětem k reformním snahám. Jedním

³³ WHITE, M. Antikrist Galileo, s. 34.

³⁴ Tamtéž, s. 39.

z prvních odpůrců církevních praktik se stal katolický univerzitní profesor Erasmus, který poukázal na pokrytectví duchovenstva a směřoval své útoky i proti papeži Juliu II. Jeho kniha *Encomium moriae* byla přeložena do více než deseti jazyků a stala se velmi populární. Byla zpřístupněna laické veřejnosti, která byla doposud udržována v nevědomosti, pramenící z toho, že veškeré knižní texty i bohoslužby vycházely pouze v latině. Dalším kritikem církve byl německý duchovní Martin Luther, jehož záměrem bylo vytvoření nového náboženství, protestantismu, nezávislého na Římu a papežském vedoucím postavení. Ve stejné době se církvi postavil i anglický král Jindřich VIII., který se prohlásil hlavou anglikánské církve. Odpovědí katolické církve na působení odpůrců a rozšíření knihtisku bylo založení řádu jezuitů, Tovaryšstva Ježíšova, Ignácem z Loyoly v roce 1534. Následovalo ustavení římskokatolické inkvizice v roce 1542 papežem Pavlem III. Jejím cílem bylo čelit protestantismu, vědeckému myšlení a kacířství. Přestože oficiálním posláním měla být převýchova, stala se inkvizice nástrojem pomsty a vraždícím mechanismem. White ji nazývá „jednotkami SS šestnáctého století“, organizací, která zahubila více než milion lidí, což byl v té době každý dvoustý obyvatel zeměkoule.³⁵

Působení inkvizice zahrnovalo důmyslné vyšetřovací metody, založené na psychologickém nátlaku. Skupiny vyškolených vyšetřovatelů cestovaly evropskými městy a vesnicemi, získávaly informace o potenciálních kacířích a organizovaly sporné soudní procesy. Vytipovaní jedinci byli na základě udání předvedeni před inkvizitora a vyzváni k doznání se k hříchům a kacířství. Motivací udavačů byla možnost dosáhnout odpuštění tím, že hříšník aktivně vyhledal a udal tučet jiných podezřelých. K praktikám inkvizice patřilo dlouhodobé

³⁵ WHITE, M. Antikrist Galileo, s. 43 – 44.

věznění, kruté fyzické mučení a odmítání přítomnosti obhájce u soudních líčení. Procesy probíhaly v utajení a nebylo výjimkou, že oběti často jednoduše zmizely. Není pochyb o tom, že inkviziční zvůle měla drastický dopad na politické a společenské uspořádání západního světa. Nejen pokrokově smýšlející lidé žili v permanentním strachu z křivého obvinění a následků vykonstruovaného procesu. Náboženská horlivost se stala destruktivní silou, která vedla extrémisty bez rozdílu vyznání k pronásledování a vraždění svých spoluobčanů. V důsledku těchto represí však došlo k tomu, že *„stále více filozofů si začínalo uvědomovat, že ortodoxní náboženství už z intelektuálního hlediska nevyhovuje a je odsouzeno k zániku, že je to filozofický systém příliš nezralý na to, aby dokázal člověka provést nově se rodícím světem. Někteří výjimeční duchové dokonce začínali tušit nástup alternativního paradigmatu založeného na racionalitě, logice a matematické přesnosti, paradigmatu, jemuž se jednoho dne začne říkat 'věda'.*“³⁶

S církevní institucí je spojen osud všech osobností, jejichž příspěvkem k vytvoření základů moderní vědy se má práce zabývat. Zatímco například dílo Kusánského nebo Koperníka nevyvolalo v průběhu jejich života zvlášť negativní odezvu církevních autorit, Bruno a Galilei se ocitli v přímém rozporu s oficiálním učením a jejich cesta k poznání byla provázena mnohými strastmi a ústrky. Brunova násilná smrt předznamenala následný vývoj církevních stanovisek k problematice vědy. Z pohledu Whita je téměř s podivem, že přes všechny překážky tvořené církevními zákazy a nařízeními, docházelo k pokroku a rozvoji racionálního myšlení. Galilei sám zřejmě viděl, že církev nezvolila správnou cestu, když veškeré vědecké výzkumy a objevy odsuzovala a zatracovala. Přesto svým působením paradoxně k rozvoji vědy sama

³⁶ WHITE, M. Antikrist Galileo, s. 48.

přispěla. White považuje za dva hlavní důvody prosperity evropské vědy vliv řeckých filosofů a tradici monoteistického náboženství, z něhož vycházel smysl pro systematické uspořádání vesmíru a jeho řád. „*Církev tedy nevědomky, díky důslednému lpění na tradicích, poskytla mnoha generacím vědců poznávací rámec, a jejich dílu se pak podařilo podkopat základy křesťanství a na místo pověr dosadit logiku a rozum.*“³⁷

3.8 Renesanční filosofie

Renesanční filosofie se stala obdobím ideového přechodu od středověku k modernitě. Je pro ni typická anti-scholastická orientace, metodologie empirického poznání přírody a snaha o spojení filosofie a vědy. Ačkoliv se toto období vyznačuje novými poznatky a teoriemi, jejich spojení se scholastickým odkazem bylo stále ještě zřetelné. Renesanční filosofie přichází se snahou o propojení s vědeckými poznatky, zejména z oblasti přírodních věd, neboť středověký odkaz ve formě aristotelovsko-galénovské vědy nebyl dostatečnou oporou pro otevřenou vědeckou diskuzi a nebylo tedy možné se vyhnout spekulacím a protikladnými formulacím. Vyznačuje se zájmem o řešení z dnešního pohledu vysloveně vědeckých otázek a zároveň se nepřiklání k předmětové specializaci, ale zůstává univerzálním souborem poznání jak v teorii, tak praxi. Na rozdíl od scholastiky, kde ústřední kategorií filosofie představuje Bůh, renesance vidí jako hlavní předmět zájmu přírodu. S tím souvisí i odmítnutí scholastické metodologie a její nahrazení empirickou a induktivní metodou vytvořenou Francisem Baconem na přelomu 15. a 16. století.³⁸

³⁷ WHITE, M. Antikrist Galileo, s. 70.

³⁸ KOČKA, J. Antológia z diel filozofov. Humanizmus a renesancia, s. 15 – 16.

V renesanci se projevují tři významné filosofické proudy – aristotelismus, platonismus a přírodní filosofie. Aristotelův odkaz předávaný prostřednictvím komentářů Averroa a Alexandra z Afrodisie rozdělil Aristotelovy přívržence na dvě odlišně se vymezující skupiny. Racionalističtější zaměřený alexandristus, jehož představitelem byl Pietro Pomponazzi³⁹ (1462 – 1525), soustředil pozornost na řešení problémů nesmrtnosti duše, přírodních zákonitostí a lidské svobody. Platonismus se v renesančním podání mísil s orientální mystikou. Založení Platónské akademie podporované rodem Medicejských, jejímž významným představitelem byl Marsilio Ficino (1433 – 1499), obohatilo filosofii o nové překlady Platóna, Plotina a novoplatónských mystiků. Základem přírodní filosofie se stala díla zabývající se řešením kosmologických otázek. Filosofické úvahy jsou propojeny s vědeckými poznatky a filosofie představuje soubor obecného poznání bez výrazné předmětové specializace. Přírodní filosofie se však stává důležitým ideovým předpokladem renesanční přírodovědy z obsahového a metodologického hlediska.⁴⁰

Od pozdního středověku dochází k postupnému oddělení filosofie a vědy a zároveň vytváření nového ekonomického modelu, který již není svázán s morálními a teologickými principy. Do popředí se dostává kritický rozum a hospodářská kritéria přizpůsobená potřebám jednotlivců. Společenská hierarchie se mění v závislosti nikoliv na rodovém původu, ale schopnostech a výkonu. Statický systém stavovského řádu typický

³⁹ **Pomponazzi** nachází v řešení problému lidské svobody i nesmrtnosti duše nedostatek důkazů pro magické a mystické předsudky, jakými byla víra v zázraky a působení démonů. Vychází z předpokladu, že údajné zázračné jevy mají své přirozené příčiny. Odmítá křesťanské odevzdání se do vůle Boží a uznává pozemské bytí a nevyhnutelnost vyplývající ze světových zákonitostí směřující k pokroku a morálnímu zdokonalování. (KOCKA, J. Antológia z diel filozofov. Humanizmus a renesancia, s. 18.)

⁴⁰ KOCKA, J. Antológia z diel filozofov. Humanizmus a renesancia , s. 19 -20.

pro feudální společnost je nahrazen pluralistickým sociálním řádem, který postupně eliminuje tradiční omezení v možnostech uplatnění jednotlivců. Zájem filosofie a vědy v novověku se přesouvá od transcendentních cílů k imanentním a vytváří novou autonomní disciplínu nezávislou na teologii. Vzniká tak zřetelná hranice mezi věděním a vírou. Novým cílem vědy je zkoumání světských příčin skutečností, přírodních a společenských procesů a zákonitých souvislostí, které formují lidskou existenci. Programové ovládnutí přírodních sil za pomoci technických prostředků má přinést jejich lepší využití ve prospěch člověka a tím i zkvalitnění pozemské existence.⁴¹

3.9 Shrnutí

Vývoj společenských vztahů byl poznamenán ústupem klasických středověkých hierarchických struktur, které formalizovaly jednání v rámci pevně daných sociálních rolí. Jednotlivým aktérům se s renesančním obrozením naskytla možnost oprostít se od schematismu teologie a scholastiky. Renesanční kultura umožnila zejména všestranný rozvoj osobnosti prostřednictvím nově vznikajících vzdělávacích institucí a masového šíření inspirativních myšlenek pomocí knižního trhu. Učenci formovaní měšťanskou společností nacházeli uplatnění nejen v akademické sféře, ale i ve společenském životě. Zvýšený zájem o otázky přírodních věd mezi měšťanskou elitou, jejíž patronace badatelských aktivit pomohla uskutečnit mnohé významné objevy směřující k modernímu pojetí vědy, přispěl k prosazení osobností jako Kepler nebo Galilei. Postupné odloučení vědy od církevního vlivu se stalo základem svobodného myšlení a podnětem ke vzniku pluralitního vědeckého prostředí.

⁴¹ RÖD, W. Novověká filosofie, s. 10 – 12.

4 FORMOVÁNÍ NÁZORU NA VESMÍR A NEKONEČNO

Renesanční epocha přináší změnu v chápání univerza jako hierarchicky uspořádaného celku. Nově se prosazuje myšlenka vrstevnatě uspořádaného univerza, jehož jednotlivé části jsou si podobné v závislosti na schématické analogii vesmíru, člověka a lidských výtvorů. Přetrvávající aristotelský systém kategorií je i nadále používán, ale je podrobován kritice a revizi. Pojetí prostoru vychází ze dvou myšlenkových tendencí, substanciální a isomorfní. V prvním případě se jedná o prostor, jako nehmotný předpoklad existence všech věcí, jejichž vnímání nám umožňují naše smysly. Ve druhém případě je důraz kladen na vzájemný vztah a ovlivňování věcí s využitím matematického vyjádření jejich proporcí. Obě tyto tendence byly předznamenány Kusánského koncepcí neohraničitelného prostoru a nekonečností vztahů nekonečného počtu věcí v něm.⁴²

Jednou z důležitých součástí filosofie bylo formování nové kosmologie a přijetí myšlenky geocentrického světového systému. Novátorské a pokrokové myšlenky se staly východiskem pro tzv. vědeckou revoluci, která vyvrcholila dílem anglického učenice Isaaca Newtona. Ten na základě teorií svých předchůdců formuloval známé fyzikální zákony setrvačnosti, síly, akce a reakce, které platí jak na Zemi, tak ve vesmíru a zákony gravitace. Těmito tématy se již dříve zabýval Galileo Galilei nebo Johannes Kepler.⁴³ Renesanční věda sice nezavrhovala středověkou kauzalitu, ale neužívala pojmu Boha jako prvotního činitele. Bůh byl v novém pojetí ztotožněn s přírodní nutností

⁴² PATOČKA, J. Mikuláš Kusánský: Život a dílo renesančního filosofa, matematika a politika, s. 30 – 31.

⁴³ KRAUS, I. Fyzika od Thaléta k Newtonovi: kapitoly z dějin fyziky, s. 267, srovnej ASENBAUM, K. H. Encyklopedie vědění lidstva: převratné objevy, s. 144.

a vyjadřoval přírodní příčinnou souvislost. Přírodní procesy a zákonitosti se staly stěžejními badatelskými tématy. Příroda byla považována za rovnu Bohu, což bylo v rozporu se středověkou představou o jeho nadřazenosti nad veškerým pozemským světem. Bůh v této představě nestál mimo známý svět jako tvůrce a stvořitel, ale splýval s přírodou a utvářel přírodní řád a zákony. Tato nová formulace vyzdvihla význam dříve opomíjených přírodních sil a tvůrčích schopností lidského ducha.⁴⁴

V 17. století kosmologie definitivně opustila tradiční koncepci kosmu jako konečného celku se sublunárním a supralunárním světem, které se odlišovaly stupněm dokonalosti a fyzikálními zákonitostmi. Pozemská i nebeská fyzika se staly jednotnými, stejně jako procesy probíhající v celém universu. Prostřednictvím eukleidovské geometrie se vyvinula teze o homogenitě a nekonečnosti fyzikálního prostoru. Problém nekonečna se odrážel i v dalších otázkách, jako je například dělitelnost hmoty. Galilei se dle Röda vyhnul otázce nekonečnosti prostoru, jejím zastáncem byl naopak Descartes, který pokládal za nemožné najít hranice prostoru, tedy i kosmu. Jedním z prvních zastánců nekonečnosti vesmíru se stal již v 15. století Mikuláš Kusánský.⁴⁵

4.1 Kusánského koncepce nekonečného vesmíru

Mikuláš Kusánský (1401 – 1464) je jedním z novátorských myslitelů raně renesanční epochy, který svými názory předznamenal změnu středověkého dogmatu o vesmíru, nekonečnu a postavení Země v systému planet. Kusánský (obr. I.) jako první odmítl středověké pojetí kosmu. V této době bylo obecně platné teologické pojetí vesmíru

⁴⁴ SMOLKA, J. Galileo Galilei: Legenda moderní vědy, s. 14.

⁴⁵ RÖD, W. Novověká filosofie, s. 16 – 17.

založené na Ptolemaiově geocentrickém světovém systému. Přijatelným pro církve byl tento systém zejména kvůli možnosti, že za konečnou sférou stál obklopující známý vesmír zbýval prostor pro umístění sídla Boha, andělů a jiných nadpřirozených bytostí. Myšlení člověka ještě zdaleka nedozrálo k možnosti chápání vzniku, existence a dění ve světě i universu bez účasti Boha. Kusánské kosmologie pohyblivého, matematicky řízeného vesmíru inspirovala další významné představitele novodobé astronomie. Na tuto teorii nekonečného vesmíru později navazuje například Giordano Bruno.⁴⁶

Kusánský studoval na univerzitách v Heidelbergu, Padově a Kolíně. V průběhu padovských studií, která skončil roku 1422, byl ovlivněn italským humanismem a ranou renesancí. Padova patřila k centrům evropské vzdělanosti, Kusánský měl možnost setkat se s mnohými významnými osobnostmi, jako byl Leonardo Bruni, významný překladatel Platónových i Aristotelových spisů nebo Poggio Bracciolini, objevitel dosud neznámých antických rukopisů. Kusánský se zajímal o dílo Dionysia Areopagity, Epikura a před Sokratovských filosofů. Stal se duchovním a aktivně působil v diplomatických službách. V roce 1450 přesídlil do Říma jako kardinál. V té době byl již známou politickou osobností a spolu s papežem Mikulášem V. podporoval záměr učinit z Říma duchovní a mocenské centrum západního křesťanstva. Ještě téhož roku byl vysvěcen na biskupa brixenského a stal se iniciátorem církevní reformy v Německu a Nizozemí. V posledních letech života se věnoval intenzivně filosofii a napsal řadu významných spisů.⁴⁷

⁴⁶ PATOČKA, J. Mikuláš Kusánský: život a dílo renesančního filosofa, matematika a politika, s. 26, 46-47; srovnej TRETERA, I. Nástin dějin evropského myšlení: od Thaléta k Rousseauovi, s. 256.

⁴⁷ PATOČKA, J. Mikuláš Kusánský: život a dílo renesančního filosofa, matematika a politika, s. 17 – 21.

Ve spisu *De Docta Ignorantia II (Vědění o nevědění II)* z roku 1440 Kusánský popisuje universum, jako kontrahované maximum⁴⁸ a jednotlivé stránky světa a vesmíru jsou buď sami o sobě absolutním maximem, nebo z tohoto maxima pocházejí. Tuto skutečnost vysvětluje na příkladu Boha, naprosté maximálnosti a jednosti, která předchází navzájem nespojeným věcem, za něž lze považovat protiklady bez vlastního středu. Maximálnost v absolutním pojetí všech věcí je potom naprostým počátkem, cílem a jsočností v podstatě každé této věci. Stejně tak kontrahované univerzum nebo svět předcházejí kontrahovaným protikladům. Zde přichází s myšlenkou kontrahované nekonečnosti jako protikladu kontrahovaného jsočna. Tento protiklad je předpokladem kontrahované nekonečného světa, protože vše ve světě i univerzu je samostatným kontrahovaným maximem bez mnohosti, s kontrahovanou jednoduchostí a nerozlišeností a tvoří všemi svými tvary maximální kontrahovanou linii.

Kusánský klade důraz na pochopení kontrahovanosti, které je důležité pro pochopení nekonečného světa a univerza. Boha považuje za naprostou bytnost světa i veškerenstva, přičemž veškerenstvo označuje tuto bytnost jako kontrahovanou. Bůh jako jeden je obsažen v jediném veškerenstvu, existuje v něm a tedy i ve všech věcech. “V první

⁴⁸ Patočka ve svém překladu *De Docta Ignorantia II* přidává k tomuto pojmu následující poznámku: „Kusánus rozlišuje bytí takto:

1. bytí absolutní, kde (v němž) není ani mnohosti ani různosti;
2. bytí kontrahované čili konkrétní (překládáme skloubené nebo srostlé).

Kontrahované bytí je:

- a) bytí veškerenstva, vesmíru, světa (universum), což není nic jiného nežli kontrahovaný výraz absolutního maxima;
- b) bytí jednotlivých věcí, z nichž každá vyjadřuje na svůj způsob veškerenstvo (každá je svým způsobem zrcadlem veškerenstva, jak to jednou Leibnitz řekne o monádách).“ (PATOČKA, J. Mikuláš Kusánský: Život a dílo renesančního filosofa, matematika a politika, s. 163.)

*knize se totiž stalo zjevným, že Bůh je ve všech věcech tak, že jsou všecky věci v něm, kdežto nyní se ukázalo, že Bůh jakoby prostřednictvím universa (či světa) je ve všech věcech, a z těchto dvou věcí vyplývá, že všechno je ve všem a cokoli v čemkoliv.”*⁴⁹ Universum je kontrahované v reálných věcech a vytváří tak soubor reálných věcí.

Bůh představuje skutečnost všeho, skutečnost, která je dovršením a cílem možného. Tato myšlenka pak vede Kusánského k závěru, že universum existuje samo ve svém kontrahovaném jsovcu a cokoli v universu je universem samo. Vysvětlení dokládá příkladem, že každá konečná linie pochází od linie nekonečné a tím je dáno, že obsahuje právě to, co linie nekonečná. Nekonečná linie je představována geometrickými tvary: přímkou, trojúhelníkem, kruhem a koulí a ve skutečné linii jsou všechny obrazce skutečně linie sama. *“Neboť všecko je v kameni kamenem, v růstové duši tou duší, v životě životem, ve smyslu tímto smyslem, ve zraku zrakem, ve sluchu sluchem, v obraznosti obrazností, v rozumu rozumem, v intelektu intelektem, v Bohu Bohem. A nyní pohledme, jak spočívá jednota věcí čili universum v mnohosti, a naopak mnohost v jednotě.”*⁵⁰ Jednota věcí představuje spjatost těchto věcí za účelem vytvoření funkčního celku.

Od geometrie se Kusánský uchyluje k anatomii a ilustruje princip jednoty na pohybovém aparátu člověka. Uvádí, že oko nemůže být rukou nebo jiným orgánem a každý z těchto orgánů má pro lidský organismus svou nezastupitelnou úlohu. Všechny orgány fungují ve vzájemném souladu a z toho můžeme vyvodit, že každý orgán je v člověku skrze kterýkoliv jiný a člověk je celek všech částí skrze kteroukoliv část

⁴⁹ PATOČKA, J. Mikuláš Kusánský: život a dílo renesančního filosofa, matematika a politika, s. 166.

⁵⁰ Tamtéž, s. 167.

v kterékoli jiné. Lidství představuje esenci, která se nadá sloučit s ničím jiným, ale na druhé straně člověk má v sobě určitou část kontrahovaného lidství. Toto absolutní lidství a lidství obsažené v člověku přirovnává k Bohu a kontrahovanému světu.⁵¹

V kapitole *O duchu universa* Kusánský se vrací k antickému pojetí pohybu. Propojení formy a látky je zprostředkováno jakýmsi centrem, duchem, který je hybatelem všech věcí. Tento duch je obsažen v universu a jeho jednotlivých částech, ve kterých je zhuštěn. Rozeznáváme odlišný druh pohybu stálic, planet a pozemských věcí. Jednoduchý pohyb stálic byl považován za jednosměrný, od východu k západu. Planety se naopak pohybují jednoduše od západu k východu. Pohyb věcí pozemských byl považován za dílo náhody, která jim vládne. Pozemské věci jsou tvořeny látkou, která má schopnost přijímat formu a ta k ní sestupuje, aby se spojila s možností, dotvářela ji a omezovala. Kusánský uvádí, že: *“pohyb je prostředím sepětí možnosti a skutečnosti, protože z pohyblivé možnosti a pohybující formy vzniká samo zprostředkování obého, totiž pohyb.”*⁵²

Pohyb sestupuje z universa do jednotlivých částí, ale duch-pohyb pochází od Ducha svatého, čímž zůstává v mezích teologického dogmatu o Boží účasti. Naprosto největší pohyb dle Kusánského neexistuje, protože naprostý pohyb představuje klid a Boha, který zahrnuje všechny pohyby. I zde se projevuje vliv Trojice a to v podobě harmonického spojení Otce, Syna a Ducha, které vytváří trojjedinosti universa. V universu tedy není nic, co by nebylo *“sjednoceno z možnosti, skutečnosti a spojení pohybem; že nutně nic v universu naprosto nemůže*

⁵¹ PATOČKA, J. Mikuláš Kusánský: život a dílo renesančního filosofa, matematika a politika, s. 166 – 169.

⁵² Tamtéž, s. 173.

*existovat bez jiného, takže to uvedené trojí je ve všem v nejrozmanitějším odstupnění tak rozličné, že v universu nemohou naprosto být dvě věci ve všem si rovné.*⁵³

A zde Kusánský popírá geocentrický světový systém. Uvádí, že Země nemůže být středem světa, protože není bez pohybu. Bere v úvahu pohyby nebeských sfér a nemožnost existence pevného a nehybného centra. Přichází s vysvětlením, že pokud nelze dospět k minimálnímu pohybu, který by tvořil pevný střed na základě nutnosti splývání minima s maximem, musí se krýt střed světa s jeho obvodem. Z toho vyplývá, že svět, který nemá střed, nemá ani obvod a tedy ani začátek a konec. Protože kdyby měl začátek a konec, byl by omezen, ohraničen vůči něčemu jinému, co je vně tohoto světa. Kusánský dochází v tomto bodě k následujícímu závěru: *“Ježto tedy není možné uzavřít svět mezi tělesný střed a obvod, není tento svět, jehož středem a obvodem je Bůh, námi pochopen. A nejsa konečným světem, přece nemůže být pojat jako konečný, nemaje hranic, do nichž by byl uzavřen.”*⁵⁴

Kusánský rozvádí myšlenku, že pokud Země není střed světa, není ani sféra stálic jeho obvodem. A tak jako Země nemá střed, nemá ho ani žádná jiná sféra. Středem světa a všech sfér je jedinečný Bůh a zároveň je jeho nekonečným obvodem. Z této myšlenky je jasné, že ačkoliv Kusánský přichází s převratným nápadem, nedokáže se zcela vymanit ze soudobého schematického vnímání důležitosti Boha. Je otázka, zda bychom něco takového měli očekávat od člověka, který byl vysokým církevní hodnostářem a svůj život zasvětil snaze o církevní reformu, v duchu šíření vzdělanosti a vzájemného porozumění. Tím se liší

⁵³ PATOČKA, J. Mikuláš Kusánský: život a dílo renesančního filosofa, matematika a politika, s. 174.

⁵⁴ Tamtéž, s. 175.

například od Bruna, který svým vystupováním a neortodoxními názory pobuřoval nejen církev, ale i mnoho učenců a myslitelů své doby.⁵⁵

Tato teorie má ještě jeden zajímavý aspekt, kterým je nepřítomnost jakéhokoli centra v planetárním systému jako celku. Kusánský tedy ještě neuvažuje o heliocentrickém systému universa, Slunce vidí jen jako jednu z dalších hvězd. Zemi považuje za *“vznešenou hvězdu, která má své světlo a teplo i vliv jiný a odlišný ode všech hvězd, tak jako každá z nich se liší od kterékoli světlem, přirozeností a vlivem.”*⁵⁶ Zdá se tedy, že Kusánský nerozlišuje mezi planetou a hvězdou a nepovažuje Slunce za zdroj energie světelné a tepelné energie. Pouze uvažuje o možnosti, že oblasti hvězd se vzájemně ovlivňují. Dále připouští možnost, že i ostatní hvězdy jsou obydlené bytostmi, ale ty nejsou v žádném poměru k obyvatelům tohoto světa a oblast oné hvězdy *“má nějaký nám skrytý poměr k účelu universa”*⁵⁷ a tudíž nám zůstává neznámá, stejně jako její obyvatelé. Ačkoliv je Kusánský konzervativním teologem hledajícím pojmenování nekonečného Boha, jeho cílem je rozšířit poznání svých současníků a poučit je v jejich nevědomosti. Klade důraz na funkci rozumu a rozumové úvahy považuje za určující pro měření a kvantifikaci jevů. Rozumové postupy ztotožňuje s matematickými, čímž předjímá Galileiho matematizaci, spolu s myšlenkou, že záměry Boží jsou zapsány v knize přírody.⁵⁸

⁵⁵ PATOČKA, J. Mikuláš Kusánský: život a dílo renesančního filosofa, matematika a politika, s. 176.

⁵⁶ Tamtéž, s. 178.

⁵⁷ Tamtéž, s. 180.

⁵⁸ HANKINS, J. Renesanční filosofie, s. 255.

4.2 Koperníkův heliocentrický světový systém

Mikuláš Koperník představuje významnou osobnost dějin astronomie, neboť svým učením přispěl ke vzniku moderní koncepce planetárního systému. Veden pochybnostmi o Ptolemaiově geocentrickém systému a soudobé kosmologii začal vytvářet svůj vlastní model planetární soustavy. Dlouholetým pozorováním hvězdné oblohy Koperník dospěl k převratné teorii o postavení Země ve vesmíru, která zpochybnila obraz světa předkládaný křesťanským učením. *„Koperník zajistil půdu pro rozvoj fyziky, který v jeho době nebylo možno předvídat. Například Galileovy objevy o povaze a pádu těles a Newtonovo pojetí mechaniky, optiky a gravitace společně vedly k jedinečnému vývoji trvajícím až do našich dnů. Započalo to, co dnes nazýváme Kopernikánská revoluce – jeden z nejvlivnějších intelektuálních a kulturních převratů v dějinách.*⁵⁹

Mikuláš Koperník (1473 – 1543) pocházel z polské Toruně. Koperník (obr. II.) si již v mládí oblíbil matematiku a astronomii, k nimž jej přivedl profesor Brudzewski. Astronomii dále studoval ve Vídni u tehdy pokrokových učenců Regiomontana⁶⁰ a Rubacha. Již v této době začíná pochybovat o správnosti Ptolemaiova světového systému. Studia jej zavedla i do Boloni, Padovy, ve které absolvoval lékařská studia a Ferrary, kde roku 1503 získal titul doktora církevního práva. Po návratu ze studijního pobytu v Itálii se stal roku 1512 kanovníkem Varmijské kapituly ve Frauenburgu a získal byt v baště opevnění frauenburské katedrály. Jeho výhodná poloha a přístup na hradby umožňovala prostory využívat jako observatoř za účelem pozorování. Zde strávil Koperník

⁵⁹ POLÁCH, R. O pojmu vesmír: společník na cestách staletími se známými mysliteli, s. 167.

⁶⁰ **Regiomontanus, Johannes de Regio Monte**, vlastním jménem Johannes Müller (1436–1476) byl německý astronom a matematik, astrolog a překladatel. (From Wikipedia, the free encyclopedia, dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Regiomontanus>, navštíveno 28. 3. 2013.)

téměř třicet let a veškerý volný čas věnoval vědecké práci, zejména astronomickým pozorováním. Koperníkovým záměrem bylo vytvořit dílo, které by svým zaměřením a rozsahem obsáhlo důležité astronomické znalosti své doby, nový „*Almagest*“.⁶¹ Tento záměr nakonec neuskutečnil, neboť pro nezbytná pozorování a výpočty neměl patřičné technické vybavení. Koperník používal jednoduché astronomické přístroje, kvadrant (obr. IV.) a trikvetrum neboli paralaktický přístroj (obr. III.).⁶² Koperníkovým životním dílem se stal spis *De revolutionibus (Oběhy)*. Jeho první vydání bylo opatřeno předmluvou A. Osiandera, která prezentovala obsah knihy jako soubor domněnek a tak oslabovala jeho věrohodnost i význam nové teorie. Zřejmě i díky tomu se Koperník nedostal do konfliktu se zájmy církevních představitelů. Působení Koperníkova učení si katolická církev uvědomila až mnohem později, kdy roku 1616 odsoudila heliocentrismus jako kacířství a spis *O oběžích nebeských těles zakázala*.⁶³

Koperník přichází s vlastním pohledem na vesmír, heliocentrickým světovým systémem (obr. V., VII., VIII.). Za nehybný střed soustavy považuje Slunce. Kolem něj v kruhových drahách obíhají Země a další planety. Byl mnohem jednodušší než Ptolemaiov systém (obr. VI.), ale jeho význam docenili až Galilei a Kepler. Kepler přišel s názorem, že planety včetně Země se nepohybují v kruhových, ale v eliptických drahách a tento pohyb je řízen magnetickými silami. Přestože se nejedná o magnetické síly, které by určovaly tvar planetárních drah, byla důležitá myšlenka existence síly odpovědné za pohyb planet. Vysvětlení přinesl

⁶¹ **Almagest** je nejznámější spis slavného řeckého astronoma a geografa Klaudia Ptolemaia z 2. století n. l., který vznikl v egyptské Alexandrii a shrnoval veškeré antické vědění z oboru astronomie (KRAUS, I. Fyzika od Thaléta k Newtonovi, s. 56.)

⁶² BAJEV, K. L. Tvorcovia novej astronomie, s. 20.

⁶³ KRAUS, I. Fyzika od Thaléta k Newtonovi: kapitoly z dějin fyziky, s. 140 – 141.)

teprve v roce 1687 Newton, který zformuloval zákon o gravitaci. V důsledku gravitačního působení Slunce se Země a další planety pohybují po eliptických drahách. Tento nový pohled ukazuje, že Země není středem vesmíru a také sluneční soustava není ve vesmíru jedinečná. Proměna lidského myšlení způsobená novým pohledem na svět znamenala počátek moderního chápání vesmíru.

Koperníkův astronomický výzkum vyústil sepsáním pojednání o heliocentrickém světovém systému *De revolutionibus orbium coelestium (O pohybu nebeských těles)* z roku 1543. V tomto díle Koperník shrnuje poznatky o pohybu planet a formuluje šest základních zásad heliocentrického učení.⁶⁴ Předcházel mu drobný rukopis *Commentariolus (Komentář)*, který v roce 1530 předznamenal základy heliocentrismu. Vytvoření teorie heliocentrické představy vesmíru a její zveřejnění bylo zlomovou událostí ve vývoji novověké vědy, neboť se stalo vzorem pro přehodnocení světového názoru a podnětem k duchovní revoluci.⁶⁵

⁶⁴ **Šest zásad heliocentrického učení:**

- 1) Pro všechna nebeská tělesa a dráhy existuje jen jedno centrum.
- 2) Centrum Země není centrem světa, ale jen centrem měsíční dráhy a věcí na Zemi.
- 3) Všechny planety se pohybují kolem Slunce, které je středem všech kruhových drah, proto za střed světa můžeme považovat Slunce.
- 4) Poměr vzdálenosti mezi Sluncem a Zemí k poloměru sféry stálic je menší než poměr zemského poloměru k vzdálenosti Země od Slunce.
- 5) Pohyby, které vidíme na obloze, nejsou výsledkem pohybu samotné oblohy, ale pohybu Země.
- 6) V důsledku pohybu Země se nám zdá, že se pohybuje i Slunce; pohyb planet je zapříčiněn pohybem Země. (BAJEV, K. L. Tvorcovia novej astronomie, s. 27.)

⁶⁵ HAWKING, S.. Stručnější historie času, s. 14 – 17, srovnej BAJEV, K. L. Tvorcovia novej astronomie, s. 26 – 27, KOCKA, J. Antológia z diel filozofov. Humanizmus a renesancia, s. 37.

4.3 Brunova představa moderní kosmologie

Giordano Bruno (1548 – 1600) pocházel z vesnice Nola v neapolské oblasti. V osmnácti letech se Bruno (obr. IX.) stal členem dominikánského řádu v Neapoli. Při studiu teologie se zajímal rovněž o antickou filosofii, averroismus, nauku Kusánského, Koperníka, Paracelsa a Telesia. V roce 1576 byl představeným řádu obviněn z hereze a okolnosti jej donutily opustit Itálii. Po návratu byl uvězněn inkvizicí pro podporu Koperníkova učení, shledán vinným z kacířství a upálen. Bruno navazuje na Koperníkovo učení o heliocentrismu a rozvíjí Kusánského myšlenku nekonečnosti vesmíru. Tento vesmír je vyplněn nekonečným počtem tzv. světů. Světy jsou soustavy planet obíhajících kolem hvězd, podobně jako Země a ostatní planety kolem Slunce. Formuloval kosmologický princip o tom, že žádný bod ve vesmíru není jedinečným středem a všechna místa jsou vzájemně rovnocenná.⁶⁶

Ve spise *Dialogy* prezentuje Bruno vlastní astronomické představy a názory⁶⁷. Účastníky dialogů jsou Filoteo, který představuje samotného Bruna, Elpino, partner dialogu s Brunem, zřejmě představuje anglického učenice Thomase Hilla, Fracastoro, italský renesanční filosof, jehož

⁶⁶ KRATOCHVÍL, Z. Filosofie mezi mýtem a vědou: od Homéra po Descarta, 438 – 439.

⁶⁷ **Zásadní myšlenky Brunovy kosmologie:**

- 1) Hvězdy jsou slunce v obrovské vzdálenosti od Země.
- 2) Slunce je hvězda nejbližší k Zemi.
- 3) Slunce i Země se otáčejí kolem své osy.
- 4) Nejen Země, ale i další planety, které obíhají kolem Slunce, jsou obyvatelné.
- 5) V blízkosti hvězd, sluncí vesmíru, existují soustavy planet podobné naší sluneční soustavě. Tyto nesčíslné planety jsou obyvatelné.
- 6) Světový prostor je nekonečný a množství světů v něm obsažených je rovněž nekonečné.
- 7) Celý vesmír je z hlediska chemického složení celistvý. (BAJEV, K. L. Tvorcovia novej astronomie, s. 50.)

některé teorie Bruna ovlivnily, Burchio, imaginární postava a zastánce aristotelské filosofie, Albertino, který zřejmě představuje Alberico Gentiliho, italského znalce římského práva, který působil v Oxfordu.

Bruno navrhuje myšlenku o nehybnosti světa a klade důraz na nekonečnost vesmíru. Dialog začíná úvahou o nestálosti smyslového vnímání, na smysly se nelze spoléhat, pravda však může být vyvozena ze srovnání více zdrojů. Stěžejním tématem dialogu je nekonečnost vesmíru, prvním argumentem pro tento názor je myšlenka, že svět nelze ohraničit jen kvůli neschopnosti představy nekonečna. Je nesprávné nazývat svět konečným a domnívat se, že je obsažen sám v sobě. Zde můžeme postřehnout narážku na Aristotela. Aristoteles se ptá, co je mimo svět, a když to není nic, tak svět se nebude nalézat nikde. Bruno kritizuje Aristotela, vrací se k otázce, co by se stalo, kdyby někdo prostrčil ruku povrchem nebes. Dochází k závěru, že z Aristotelových tvrzení nutně vyplývá, že za nebem již nenásleduje nic. Brunovým argumentem proti prázdnému prostoru je, že proti němu mluví zkušenost, zatímco představě „vyplněného“ prostoru nic neodporuje. Prostřednictvím Filotea předkládá následující tvrzení: *„Bud'si: prohlásil jsem, že je nekonečné množství jednotlivých světů, podobných tomuto světu naší Země, o níž se s Pýthagorem domnívám, že je to hvězda, které se podobají Měsíc, jiné planety a jiné hvězdy, jichž je nekonečně mnoho, a že všechna tato nebeská tělesa jsou bezpočetné světy, které pak dohromady dávají nekonečnou vesmírnost v nekonečném prostoru, a tomu se říká nekonečný vesmír, v němž je světů bezpočtu.“*⁶⁸ Dále tvrdí, že zcela nekonečný je pouze Bůh, protože nezná žádné omezení. Nekonečnost

⁶⁸ KRAUS, I. Fyzika od Thaléta k Newtonovi: kapitoly z dějin fyziky, s. 158.

vesmíru oproti tomu spočívá v úhrnném celku, nikoliv v částech, které v něm můžeme rozlišit.⁶⁹

Moderní vědci nejsou jednotní v pohledu na Brunovu kosmologii. Někteří tvrdí, že Bruno navazuje na tradici antického myšlení a je její součástí, jiní jej vidí jako reprezentanta nové moderní vědy. G. Candela se domnívá, že není jednoduché v této věci vyvodit jednoznačné stanovisko a je nezbytné přihlídnout k širším souvislostem renesanční kulturní změny. Dále uvádí, že Bruno vychází ze vzájemné shody vesmíru a Boha. Jestliže božská tvořivost je nekonečná, musí být vesmír jako stvořený Bohem rovněž nekonečný. Bruno odmítá v té době přijímaný názor o dvou světech, supralunárním a sublunárním. V Brunově podání je vesmír tvořen pouze jedním „světem“. Bruno vidí Boha jako součást přírody, jako podstatu všech věcí, včetně těch nejmenších a nejjednodušších. V této souvislosti nemá vesmír žádné centrum ani periferii, žádná oblast není důležitější než jiná. Ostatní planety jsou nekonečným důsledkem nekonečné příčiny.⁷⁰

Koyré zastává názor, že Bruno byl prvním učencem, který přišel s představou nové moderní kosmologie. Nekonečnost vesmíru nebyla nikdy předtím tak jednoznačně a rozhodně vyjádřena. „*Nenechme se uvést do rozpaků starou námitkou, dodává Bruno, že nekonečno není ani dosažitelné, ani pochopitelné. Pravý opak je pravdou: nekonečno je nutné, a je to dokonce první věc, která přirozeně cadit sub intellectus /na niž intelekt připadá/.*“⁷¹ Ovšem dodává, že Brunovo myšlení nelze považovat za moderní, protože jeho světový názor je vitalistický

⁶⁹ BRUNO, G. *Dialogy*, s. 10, 15 – 16.

⁷⁰ CANDELA, G. *An Overview of the Cosmology, Religion and Philosophical Universe of Giordano Bruno*, s. 348.

⁷¹ KOYRÉ, A. *Od uzavřeného světa k nekonečnému vesmíru*, s. 50.

a magický, což vyvozuje z jeho pohledu na volný pohyb planet prostorem. Ten podle Bruna vychází z toho, že planety jsou oduševnělé bytosti. V celkovém hodnocení Brunova přínosu k formování moderní vědy Koyré dodává: „Nevím, zda Bruno hodně ovlivnil své bezprostřední současníky, nebo zda je dokonce vůbec ovlivnil. Osobně o tom velmi pochybuji. Svým učením velice předběhl svou dobu. Domnívám se proto, že jeho vliv se projevil se zpožděním. Teprve po velkých objevech, které učinil Galileo díky dalekohledu, byl Bruno akceptován a stal se významným faktorem světového názoru sedmnáctého století.“⁷²

4.1 Keplerovy planetární zákony

Německý matematik, astronom a astrolog Johannes Kepler (1571 – 1630) pocházel z württemberského města Weil der Stadt, patřícího ke Svaté říši římské. Kepler (obr. X.) studoval na v klášterní škole v Maulbronnu a poté získal stipendium na univerzitě v Tübingenu, kde byl jeho učitelem astronomie Michael Mästlin, stoupenec Koperníkova heliocentrického názoru. V letech 1594 – 1600 vyučoval na evangelickém gymnáziu ve Štýrském Hradci matematiku a astronomii. Roku 1596 vydává svou první astronomickou práci *Mysterium cosmographicum (Tajemství vesmíru)*, kde se otevřeně hlásí ke Koperníkovu odkazu a podává vysvětlení oprávněnosti heliocentrické soustavy. V roce 1600 přišel Kepler do Prahy. Stal se asistentem Tychona Brahe a po jeho smrti císařským matematikem a astrologem. Na rozdíl od Keplera Brahe nevěřil Koperníkově heliocentrické teorii. Zastával názor, že Země je centrem vesmíru, zatímco ostatní planety obíhají okolo Slunce. Na Braheho podnět Kepler propočítal dráhu Marsu a po dlouhých výpočtech objevil první dva ze svých slavných zákonů o pohybu planet. Tyto výsledky publikoval v roce 1609 v práci *Astronomia Nova*. V Praze se seznámil

⁷² KOYRÉ, A. Od uzavřeného světa k nekonečnému vesmíru, s. 51.

s řadou humanistů, například Martinem Bacháčkem,⁷³ Janem Jeseniem⁷⁴ nebo Tadeášem Hájkem z Hájku.⁷⁵ Během pobytu na dvoře císaře Rudolfa II. vydává v roce 1612 spis *Dissertatio cum Nuncio Sidereo (Rozprava s Hvězdným poslem)*. Kepler tímto spisem reagoval na dílo *Sidereus Nuncius (Hvězdný posel)*, ve které Galileo Galilei publikoval svá první pozorování provedená dalekohledem, především objev fází Venuše a Jupiterových měsíců.⁷⁶ Kepler byl všestranným učencem, jehož přínos novodobé vědě spočívá zejména v pokrokovém přístupu k řešení astronomických otázek a komplexním rozpracování pravidel optiky.

Keplerův spis *Optika* se zabývá například vlastnostmi paprsků a jejich přímočarým šířením. Rozebírá vlastnosti dírkové komory a princip zrcadlového odrazu. Formuluje zákon o poklesu intenzity světla se čtvercem vzdálenosti od zdroje a zákon o odrazu. Charakterizuje lom světla, osvětlení Měsíce a rozložení světla ve stínu Země pozorovaném při zatmění Měsíce. Na základě poznatků pražského lékaře Jana Jessenia (1566 – 1621) vytváří fyzikální popis funkce lidského oka. Uvádí také popis přístroje (*instrumentum eclipticum*) vynalezeného k měření

⁷³ **Bacháček Martin** Nouněřický z Nouněřic (1539 – 1612) český učenec a pedagog, rektor Karlovy univerzity. Věnoval se matematice, geografii a astronomii, působil na filosofické fakultě Karlovy univerzity a roku 1591 byl povýšen do šlechtického stavu. (Leccos, dostupné z: <http://leccos.com/index.php/>, navštíveno 5. 4. 2013.)

⁷⁴ **Jan Jesenius** (1566 – 1621) lékař, rektor a kancléř Karlovy univerzity, věnoval se anatomii a chirurgii, provedl první veřejnou pitvu. Publikoval řadu chirurgických prací a byl osobním lékařem císaře Rudolfa II. a Matyáše. Po bitvě na Bílé hoře se stal obětí procesu s dvaceti sedmi českými pány. (FERGUSONOVÁ, K. Tycho a Kepler: nesourodá dvojice, jež jednou provždy změnila náš pohled na vesmír, s. 282 – 283, 364.)

⁷⁵ **Tadeáš Hájek z Hájku** (1525 – 1600) všestranný český humanistický učenec, astronom, matematik, osobní lékař císařů Maxmiliána II. a Rudolfa II. Provozoval lékařskou praxi, ale věnoval se aktivně i astronomii a vydal několik astronomických spisů. (FERGUSONOVÁ, K. Tycho a Kepler: nesourodá dvojice, jež jednou provždy změnila náš pohled na vesmír, s. 190 a 239.)

⁷⁶ KRAUS, I. Fyzika od Thaléta k Newtonovi: kapitoly z dějin fyziky, s. 166 – 169, srovnej ŠOLCOVÁ, A. Johannes Kepler: zakladatel nebeské mechaniky, s. 4 – 10.

průměrů Slunce a Měsíce. Následující spis *Dioptrika* vydaný roku 1611 je inspirován zejména astronomickými objevy, kterých dosáhl Galilei pomocí dalekohledu. Kepler zde využívá bohatých teoretických znalostí optiky a přináší návrh vlastní vylepšené konstrukce dalekohledu. Na Keplerovy práce o optice navázali například Christian Huygens nebo Isaac Newton.⁷⁷

Nejznámějším astrologickým Keplerovým dílem se stal spis *Astronomia Nova (Nová astronomie)*⁷⁸ vydaný v roce 1609 v Heidelbergu. Pojednává o nebeské fyzice založené na studiu příčin formou komentářů o pohybu planety Marsu. Komentáře vychází z pozorování Tychona de Brahe. Spis má sedmdesát kapitol a podrobně pojednává o působení Slunce na planety. Kepler zde předkládá své dva první zákony planetárního pohybu.⁷⁹ Popis třetího zákona však vydává až v roce 1619 v práci *Harmonice mundi*.⁸⁰

Zvláštní pozornost zaslouží Keplerův spis *Sen neboli měsíční astronomie*. Tento spis vznikl postupně od roku 1608 a byl vydán až po Keplerově smrti jeho synem. Dílo vznikalo v době, kdy byla Keplerova matka Kateřina, kořenářka a tradiční léčitelka, obviněna z čarodějnictví.

⁷⁷ KEPLER, J. *Sen, neboli, Měsíční astronomie*, s. 102 – 104.

⁷⁸ Celý název zní: **Nová astronomie**, založená na studiu příčin, čili nebeská fyzika, podávaná v komentářích o pohybu planety Marsu, kterou na základě pozorování urozeného pana Tychona Brahe, z rozkazu a na náklad Rudolfa II., císaře římského atd., vypracoval za několikaletého vytrvalého studia v Praze Johannes Kepler, matematik svatého císařského veličenstva. (KRAUS, I. *Fyzika od Thaléta k Newtonovi: kapitoly z dějin fyziky*, s. 171.)

⁷⁹ Podle **prvního zákona** se planety pohybují po elipsách, v jejichž společném ohnisku je Slunce. **Druhý zákon** je důsledkem proměnné vzdálenosti planety při jejím oběhu kolem Slunce: Rychlost planety se mění v nepřímé závislosti na její vzdálenost od Slunce. Nebo jiným slovy: Rychlost planety se mění tak, že úsečka spojující Slunce a planetu opisuje za stejný čas stejné plochy. (ŠOLCOVÁ, A. *Johannes Kepler: zakladatel nebeské mechaniky*, s. 4 – 10.)

⁸⁰ **Třetí zákon**: poměr třetí mocniny velké poloosy (a) eliptické dráhy planety k druhé mocnině její oběžné doby (T) je pro všechny planety stejný. (KRAUS, I. *Fyzika od Thaléta k Newtonovi: kapitoly z dějin fyziky*, s. 171.)

V roce 1612 odešel Kepler do Lince, kde se ujal její obhajoby a dosáhl osvobození. Kepler však přesto nedal spis do tisku vzhledem k možnosti nepříznivých reakcí inkvizice na neobvyklé myšlenky, které by mohly být považované za kacířské.⁸¹ *Sen* bývá často řazen do žánru vědecko-fantastické literatury, ale i k literatuře populárně naučné. Základní myšlenkou byla představa, že důkaz o pohybu a otáčení Země lze nejlépe získat pohledem zvenčí, tedy například z Měsíce. Spis popisuje cestu démona na Měsíc, vylíčenou autorovi v podobě snu. Vypráví o životních podmínkách na Měsíci a také o pohledu na Zemi a okolní vesmír očima měsíčních obyvatel. Kepler používá smyšlený umělý jazyk, ze kterého je možné postřehnout narážky na heliocentrické uspořádání vesmíru, rotaci Země a Měsíce, gravitaci, setrvačnost a další fyzikální jevy.⁸²

Autor líčí trýznivou cestu na Měsíc (Levanii), nesmírnou zimu a obtíže s dýcháním. Cestování na Měsíc dává do souvislosti se zatměním Slunce. Domnívá se, že pohled z Levanie na stálice je shodný s pohledem ze Země, ale liší se vnímání pohybů planet a jejich velikosti. Z toho důvodu je zde jiné pojetí astronomie. *„Levania se svým obyvatelům jeví, že stojí nepohnutě a hvězdy že obíhají: neméně než*

⁸¹ Pro ilustraci může posloužit následující úryvek: **„Démon z Levanie**. Padesát tisíc německých mil v hlubině éteru leží ostrov Levania. Cesta k němu odtud nebo z něho na Zemi se otvírá jen velmi zřídka, a když se otevře, je snadná pro našince, avšak pro lidi, které je třeba přepravit, je neskonale obtížná a spojená s nejvyšším ohrožením života. Do této naší společnosti nepřijímáme žádné pecivály, žádné tlustochy, žádné rozmazlené lidi, ale vybíráme ty, kteří jsou v životě uvyklí neustále harcovat na koních, nebo ty, kteří se často plavívají do Indie a jsou zvyklí žít se suchary, česnekem, sušenými rybami a nechutnými jídly. V první řadě jsou pro nás vhodné vyschlé stařeny, které již od doby svého dětství mají běžně ve zvyku jezdit po nocích na kozlech, vidlích nebo omšelých pláštích a prohánět se nesmírnými zemskými prostory. Žádní muži z Německa nejsou pro tohle vhodní, nepohrdáme však suchými těly Španělů.“ (KEPLER, J. *Sen, neboli, Měsíční astronomie*, s. 29 – 30.)

⁸² KEPLER, J. *Sen, neboli, Měsíční astronomie*, s. 114 – 119.

*naše Země našim lidem.*⁸³ Dále je popisováno střídání dnů a nocí, rozdíl v jejich délce a další jevům spojených s oběhem planet kolem Slunce, odlišnosti na odvrácené a přivrácené polokouli Levanie, kdy pozorování Země (Volvy) je umožněno jen z její přivrácené strany. Zajímavý je i popis geografie. Obvod Levanie je sice pouze čtvrtinový oproti Zemi, ale jeho pohoří jsou velmi vysoká a údolí hluboká a široká. Její kruhovitý tvar však není zdaleka tak dokonalý jako tvar Země. *„Celá je pórovitá a jakoby prokopaná četnými jeskyněmi a slujemi, nejvíce na území obyvatel odvrácené polokoule, což je pro ně hlavní útočiště proti horku a chladu.*⁸⁴ Vše na Levanii je nepřírozeně velké, stádia růstu jsou rychlá a život krátký. Obyvatelé nemají stálé obydlí, putují po krajině jak po souši, tak i pod vodou, neboť mají přirozenou schopnost pomalého dýchání. Živí se nalezenou kůrou nebo houbovitými tvory, které cestou naleznou.⁸⁵

4.2 Shrnutí

Transformace středověké kosmologie vedla nejen ke změně chápání světa a vesmíru jako heliocentrické soustavy, ale i astronomie jako vědy. Jedním z prvních kroků k modernímu pojetí univerza se stala Kusánské koncepte nekonečna, která popřela do té doby uznávanou hierarchii vesmíru a umožnila vznik teorie heliocentrismu. Koperníkův heliocentrický model sluneční soustavy se stal symbolickou revolucí v pohledu na ústřední postavení Země v systému planet. Koperník, stejně jako Kusánský, se stali představiteli převratných názorů, ale skutečného uznání dosáhli až v následujících generacích učenců. Za svého života se nedostali do sporů s církevní autoritou a nebyli vystaveni působení

⁸³ KEPLER, J. Sen, neboli, Měsíční astronomie, s. 40.

⁸⁴ Tamtéž, s. 84.

⁸⁵ Tamtéž, s. 86 – 90.

inkviziční justice zřejmě právě proto, že nebyl zcela doceněn či pochopen obsah jejich novátorských myšlenek.

Radikální obrat přišel až s Brunovým problematickým výkladem vesmíru, který kombinuje prvky teorií Kusánského i Koperníka. Brunova hereze však nevychází jen z anti-scholastické povahy kosmologických názorů, ale především z reformačních postojů vůči soudobé církvi a jejím strukturám. Jeho význam je často spatřován právě jen ve fatálním vyústění inkvizičního procesu, který předznamenal postavení církve v rodícím se vědeckém světě. Jak Kusánský, tak Koperník i Bruno vycházeli z teoretických předpokladů o fungování vesmíru a jeho zákonitostech, zejména proto, že nebylo k dispozici adekvátní technologické vybavení. O poznání jiný charakter můžeme pozorovat u Keplera či Galileiho, jejichž obhajoba kopernikánského systému vychází z praktického pozorování umožněného vynálezem dalekohledu. Verifikovatelnost teoretických předpokladů se stala jedním z klíčových předpokladů vědeckosti astronomie i dalších přírodovědných oborů. Kepler ve svých úvahách došel ještě dál, když popsal zákonitosti vesmíru z pohledu obyvatele Měsíce a inspiroval tak vědeckou fantasií.

5 ZÁKLADY MODERNÍ VĚDY V GALILEIHO DÍLE

Zřejmě nejdůležitějším impulsem ke vzniku novodobé vědy se stalo dílo Galilea Galilei (obr. XI.). Tento pozdně renesanční učenec a badatel vynaložil značné úsilí k prosazení nových poznatků z oblasti astronomie, mechaniky a matematiky významně předznamenal rozvoj vědeckého myšlení. Svým vystupováním a názory se však dostal, stejně jako před ním například Bruno, do konfliktu s církevními autoritami a uznávanými věroučnými tezemi. Tento spor dnes symbolizuje antagonismus mezi náboženstvím a vědou, který z pohledu M. Whita přetrvává až do dnešních dnů.⁸⁶ Přes závažné problémy, jimž byl kvůli své práci vystaven, Galilei nepřestával věřit ve správnost a smysluplnost svých objevů, jejichž význam byl doceněn až následujícími generacemi. *„Mnozí historikové vědy považují Galileovy myšlenky o tom, jak se hmota chová a jak funguje energie a síla, za předěl ve vývoji fyziky. Galileo mohl vycházet ze zhruba dvou tisíc let postupných změn v chápání povahy vesmíru; mezi jeho největší úspěchy patří fakt, že objasnil a propojil jednotlivé průlomové objevy, ke kterým dospěli jeho předchůdci, a položil rámcové základy, které pak Newton a další pomohli přetvořit v současnou vědu.“⁸⁷*

Galileo Galilei (1564 – 1642) se narodil v Pise v Toskánsku. Zlomovým okamžikem Galileiho vědecké dráhy bylo florentské setkání s otcovým přítelem Ostiliem Riccim, který v té době vyučoval aristokratickou mládež základům matematiky a techniky. Galilei u něj začal studovat praktickou techniku. Součástí studia bylo i konstruování jednodušších strojků a modelů. Postupně dospěl k řešení složitějších

⁸⁶ WHITE, M. Antikrist Galileo, s. 16.

⁸⁷ Tamtéž, s. 69.

otázek, jako je například plavání těles nebo určování jejich těžiště. Zdrojem inspirace mu byly Eukleidovy *Základy*⁸⁸ z doby kolem roku 300 př. n. l. Toto dílo ve třinácti knihách definuje základní matematické a geometrické představy a jeho význam je zásadní pro vývoj vědy.⁸⁹

Od roku 1589 Galilei zastával místo profesora na univerzitě v Pise. Z mnoha důvodů, mezi něž patřila především nevraživost univerzitních kolegů, systém výuky založený na aristotelismu a církevní kontrola, nebyl se svým postavením spokojen a toužil po změně. V této době také začal studovat Koperníkovo učení, pohyby nebeských těles a pozemskou mechaniku, neboť nebyl ochoten přijmout soudobou aristotelickou nauku. Soustředil se rovněž na experimenty a pozorování. Vítaná změna přišla v roce 1592, kdy přijal místo na padovské univerzitě (obr. XII.). V Padově v té době vládl rod Medicejských a na rozdíl od provinční Pisy se zde projevovala nábožensky tolerantnější a svobodomyšlnější atmosféra.⁹⁰

V průběhu roku 1597 obdržel Galilei od Keplera spisek *Mysterium cosmographicum* spolu s dopisem, ve kterém jej Kepler žádal o podporu Koperníkova heliocentrického systému a navrhoval společná pozorování. Galileovu odpověď však neobdržel a společná pozorování se také neuskutečnila. Ve skutečnosti se spolu Galilei a Kepler nikdy osobně nesetkali. V době Galileiho působení na padovské univerzitě, roku 1600, došlo k dramatickému vyvrcholení inkvizičního procesu s Brunem, který

⁸⁸ White uvádí: „**Základy** trvale a výrazně ovlivňovaly lidské konání takřka od chvíle, kdy vznikly, a tento vliv přetrvává až téměř do současnosti. Příkladně do příchodu neeukleidovské geometrie v devatenáctém století byly hlavním pramenem geometrického myšlení, pouček a metod. Občas se tvrdí, že Základy jsou ze všech knih, které kdy v západním světě vyšly, spolu s Biblí knihou nejčastěji překládanou, vydávanou a studovanou.“ (WHITE, M. Antikrist Galileo s. 49 – 50.)

⁸⁹ SMOLKA, J. Galileo Galilei: Legenda moderní vědy, s. 4 -6, srovnej WHITE, M. Antikrist Galileo s. 49 - 50.

⁹⁰ Tamtéž, s. 8 – 10.

byl veřejně upálen na římském náměstí Campo dei Fiori. Tento proces zřejmě otrásl Galileiho přesvědčením o nutnosti hledání pravdy a šíření koperníkovského učení. Obava z inkvizičního procesu jej na čas přinutila nevyjadřovat přímou podporu heliocentrickému systému. O pár let dříve, roku 1597 zaslal Galilei Keplerovi list, ve kterém projevil naprostý souhlas s učením Koperníkovým. Galilei v tomto listě napsal: „*Je to neštěstí, že ti, kteří pravdy hledají a žádné nesprávné metody nesledují, tak vzácní jsou. Před mnohými lety dospěl jsem k názoru Koperníkovu a našel jsem s tohoto hlediska příčiny mnohých úkazů přírodních, jež obyčejnou hypotézou nedaly se naprosto vysvětlit. Napsal jsem mnohé důvody i vyvrácení, jež jsem se však neodvážil vydati na světlo, ježto osudem učitele našeho Koperníka jsem byl zastrašen, který ovšem u několika lidí nesmrtelnou slávu si získal, u nesčetných však - je tolik bláznů na světě - stal se předmětem vtipu a posměchu.*“⁹¹

V polovině roku 1609 změnil Galilei své působiště. Po odchodu z padovské univerzity nastoupil jako matematik a filosof velkovévody toskánského v Pise, kde byl rovněž matematikem pisánské školy. V roce 1611 pobýval krátce v Římě. Setkal se i s papežem a církevními představiteli, tentokrát ještě v přátelském duchu. Později Galileiho podpora Koperníkova systému vyvolala negativní odezvu církve, zejména po vydání spisu *Dialog o dvou světových systémech*, což v závěru vedlo k inkvizičnímu procesu v Římě. Roku 1633 byl po několika měsících nátlaku donucen odvolat své učení o heliocentrismu a zavázat se k nerozšiřování kacířských myšlenek.⁹² White se domnívá, že střet mezi Galileim a církevními představiteli měl mnoho různých příčin. Díky intenzitě konfliktu se stal symbolem rozporu mezi církví a vědou. White popisuje Galileiho následujícími slovy: „*Galileo měl neústupnou povahu,*

⁹¹ DRTINA F. Myšlenkový vývoj evropského lidstva, s. 326.

⁹² SMOLKA, J. Galileo Galilei: Legenda moderní vědy, s. 21, 24, 35, 37, 43.

*byl to člověk rozhodný a často až přehnaně sebejistý. Nechybělo mu silné sebevědomí ani výrazný pocit vlastní důležitosti. S lidmi, kteří s ním ve vědeckých otázkách nesouhlasili, neměl žádnou trpělivost, a hned se každému vysmíval nebo jej zesměšňoval. Znepřátelil si tak mnoho lidí, z nichž někteří měli velkou moc a vliv a nakonec ho pokořili.*⁹³

Poslední léta svého života strávil Galilei v jakémsi domácím vězení ve vile v Arceti u Florencie. Opět se věnoval své vědecké práci, převážně z oboru mechaniky. Po pěti letech pobytu v Arceti se mohl na čas vrátit do svého domu ve Florencii. Po tajném vydání spisu *Dialog* v Leidenu v roce 1638 se musel odebrat zpět do vyhnanství v Arceti, aby nemohl dále šířit své zakázané učení. Přestože postupně oslepl, nepřestával pracovat a setkávat se při diskuzích se svými žáky. Nechával si předčítat a diktoval korespondenci. Jeho poslední dílo *Matematické rozpravy a pokusy zaměřené na dvě nové vědy*, položilo základ moderní fyzice.⁹⁴

5.1 Objevy ve fyzice a mechanice

Jedním z oblíbených vědeckých výzkumných problémů renesanční doby byl kyvadlový pohyb. Galilei věnoval poměrně značnou pozornost pozorování působení gravitace na kyvadle. V mládí údajně pozoroval kývání lustru v kostele a zaujal jej rytmus kyvadlového pohybu. Snažil se prokázat závislost rychlosti kývání na vzdálenosti vrcholů kyvu. S využitím počítání vlastního tepu zjistil, že kyvy jsou izochronické. Z kyvadlového pohybu Galilei vyvodil závěry, které se ukázaly užitečnými i pro měření gravitačního zrychlení. Galileiho hlavní dílo, *Rozpravy o dvou nových vědách*, vyšlo v Leydenu roku 1638.⁹⁵ Galileův odkaz teorie

⁹³ WHITE, M. Antikrist Galileo, s. 16.

⁹⁴ SMOLKA, J. Galileo Galilei: Legenda moderní vědy, s. 46 – 48.

⁹⁵ WHITE, M. Antikrist Galileo: životopis, s. 124.

kyvadlového pohybu rozvinul a prakticky využil Christian Huygens.⁹⁶ Své znalosti uplatnil při konstrukci kyvadlových hodin, které sestrojil v roce 1655. V roce 1657 zveřejnil zprávu o vynálezu kyvadlových hodin s netlumeným pohybem kyvadla. Hodiny v této podobě používáme dodnes. O svém technickém vynálezu vydal v roce 1673 spis nazvaný *Horologium oscillatorium*.⁹⁷

Dalším Galileiho oblíbeným fyzikálním tématem se stal volný pád těles a pohyb po nakloněné rovině (obr. XVIII.). První zmínky o volném pádu přináší pojednání *De motus* (O pohybu) z roku 1590, ve kterém je zřejmá snaha o vyvrácení Aristotelovy teze.⁹⁸ Galilei vycházel z předpokladu, že rychlost volně padajících těles má vztah k době pádu. Uskutečnil výzkum, v jakém vztahu jsou dráha a doba pádu a dospěl k závěru, že všechna tělesa dosahují při pádu z výšky stejné rychlosti bez ohledu na svou hmotnost. Později při stanovení zákonitostí volného pádu využil izochronického pohybu kyvadla a pokusů s pohybem kulovitých těles po nakloněné rovině. Důležitým faktorem se ukázal sklon roviny a její délka. Galilei vyzoroval, že čím větší vzdálenost koule urazí, tím je její okamžitá rychlost vyšší a mezi veličinami existuje matematická souvztažnost. „*Experimentálně prokázal, že rychlost pohybu těles na nakloněné rovině roste rovnoměrně s časem, řídí se tedy*

⁹⁶ **Christiaan Huygens** (1629-1695), významný nizozemský matematik, fyzik, astronom, horolog a autor rané science fiction. K jeho zásluhám patří teleskopická pozorování vesmíru, díky nimž vysvětlil povahu prstenců kolem Saturnu a objevil jeho měsíc Titan, dále pak pokusy týkající se měření času, či výzkumy optiky a odstředivé síly. Huygens vyslovil myšlenku, že světlo je tvořeno vlněním (dnes je známá jako Huygensův princip), která byla klíčová pro pochopení duality částice a vlnění. Znám je i pro svůj objev odstředivé síly a zákonů o kolizích vesmírných těles, vliv na vývoj moderního kalkulu a pokusy týkající se vnímání zvuku (COUPER, H. Dějiny astronomie, s. 165.)

⁹⁷ WHITE, M. Antikrist Galileo: životopis, s. 158.

⁹⁸ **Rychlost volně padajících těles** v různých prostředích je nepřímo úměrná hustotám prostředí a je určována jejich hmotností. (KRAUS, I. Fyzika od Thaléta k Newtonovi: kapitoly z dějin fyziky, s. 181.)

*stejným zákonem jako volný pád.*⁹⁹ Na základě dalších pozorování a pokusů vyjádřil zákon o volném pádu, který podrobně popsal v knize *Rozpravy o dvou nových vědách*.¹⁰⁰

5.2 Technická zařízení a přístroje

Galilei přicházel s novinkami využitelnými v astronomii, stavebnictví i válečném umění. Pracoval na úpravách konstrukce benátských válečných lodí, navrhl vylepšení pro stavbu obranných prvků města a věnoval se i zefektivnění techniky střelby. Jedním z technických přístrojů, které Galilei zdokonalil, byl i námořní a vojenský kompas a vojenské kružidlo,¹⁰¹ které později našlo využití i v matematice nebo účetnictví. Vyrobil také jednoduchý teploměr (termoskop),¹⁰² který fungoval na principu tepelné roztažnosti vzduchu. Později jej vylepšil, ale ani tak jej nepovažoval za seriózní vědecký přístroj. Vyrobil také hydrostatické vážky, umožňující stanovit podíl jednotlivých složek ve slitinách kovů na základě vážení pevných látek ve vzduchu a ve vodě. Tento přístroj popsal v pojednání *La Bilancetta (Vážky)*. Jeho nejznámějším technickým přístrojem se však stala inovovaná verze dalekohledu.¹⁰³

⁹⁹ KRAUS, I. Fyzika od Thaléta k Newtonovi: kapitoly z dějin fyziky, s. 181.

¹⁰⁰ WHITE, M. Antikrist Galileo: životopis, s. 122 – 124.

¹⁰¹ **Kružidlo** bylo tvořeno dvěma rameny spojených čepem a propojených kvadrantem, přičemž do každé části byla vyryta stupnice a značky. S pomocí kružidla bylo možné řešit jednoduché aritmetické problémy na způsob dnešního logaritmického pravítka. (WHITE, M. Antikrist Galileo: životopis, s. 115.)

¹⁰² **Teploměr** tvoří uzavřený skleněný válec naplněný vodou, ve kterém je ponořeno několik skleněných baněk s obarvenými kapalinami různé hustoty. Změnou teploty se mění hustota kapalin v baňkách a tím se mění i jejich výška. (WHITE, M. Antikrist Galileo: životopis, s. 114.)

¹⁰³ WHITE, M. Antikrist Galileo: životopis, s. 114 – 115, srovnej KRAUS, I. Fyzika od Thaléta k Newtonovi: kapitoly z dějin fyziky, s. 181 – 182.

Roku 1608 pronikl do Itálie dalekohled postavený pravděpodobně optikem Hansem Lippersheiem z Holandska. Tento přístroj Galileiho natolik zaujal, že začal pracovat na své vlastní vylepšené verzi, poskytující dvacetinásobné zvětšení (obr. XIII.).¹⁰⁴ Galilei využil dalekohledu pro veřejná pozorování hvězd a získávání finančních prostředků z jeho prodeje rozličným zájemcům.¹⁰⁵ Galileiho model dalekohledu v roce 1611 zdokonalil Kepler a tento typ je v podstatě používán dodnes.¹⁰⁶

Vogl a Anrahan přichází s novým pohledem na objev a využití dalekohledu, který charakterizují jako médium, zprostředkující poselství pozorovaných objektů skrze dalekohled badateli a následně jeho dílem čtenáři. Dalekohled představuje více než jen prostředek k demonstraci kopernikánského učení, upevňování pozice nové kosmologie nebo vzniku udivujících náčrtů hvězdné oblohy. Je zřejmé, že se jedná o významnou změnu vztahu člověka k technologii. Galileiho dalekohled se stává z jednoduchého zařízení důmyslným přístrojem, médiem, umožňujícím získávání unikátních dat. Pohled dalekohledem je vázán nejen na pozorovaný objekt, ale i na samotného pozorovatele. Jeho možnosti překonávají nedostatky běžného lidského vidění.¹⁰⁷

¹⁰⁴ **Galileiho dalekohled** byl složen ze dvou částí trubkovitého charakteru o různém průměru. V jedné z nich byla umístěna konkávní čočka (rozptylka), která sloužila pro pohled do přístroje. Druhá část s konvexní čočkou (spojkou) sloužila pro zaměření na pozorovaný objekt. (ASENBAUM, K. H. Encyklopedie vědění lidstva: převratné objevy, s. 120.)

¹⁰⁵ SMOLKA, J. Galileo Galilei: Legenda moderní vědy, s. 9, 18 - 19.

¹⁰⁶ **Keplerova verze dalekohledu** je sestavena pomocí dvou konvexních čoček, které poskytovaly ostřejší obraz a vyšší zvětšení. Jedinou nevýhodou tohoto složení bylo převrácení sledovaného obrazu, která se ale ukázala jako dost podstatná, například při využití dalekohledu pro vojenské účely. Všechny další astronomické dalekohledy využívají Keplerův model. (ASENBAUM, K. H. Encyklopedie vědění lidstva: převratné objevy, s. 120.)

¹⁰⁷ VOGL, J. a B. ANRAHAN. Becoming-Media: Galileo's Telescope, s. 16 – 18.

Feyerabend v *Rozpravě proti metodě* uvádí příklad, kdy Galileiho pozorování hvězdné oblohy za pomoci dalekohledu způsobilo změnu přirozených interpretací. Galilei tak údajně mění nejen interpretace, ale i vjemy, které by mohly ohrožovat Koperníkovu teorii. Nepopírá existenci negativních vjemů, avšak tvrdí, že je lze pomocí dalekohledu odstranit. Feyerabend se domnívá, že Galilei nemůže uvést přesvědčivé teoretické důvody pro podporu pravdivosti obrazu oblohy, zprostředkovaného právě pomocí dalekohledu. „Ani první zkušenosti s dalekohledem neposkytly takové důvody. První teleskopická pozorování nebe jsou nezřetelná, neurčitá a odporují si vzájemně i tomu, co může kdokoli vidět vlastníma očima. A jediná teorie, která by mohla pomoci oddělit teleskopické iluze od opravdových vjemů, byla vyvrácena jednoduchými testy.“¹⁰⁸

5.3 Objevy v astronomii

Galileiho první vylepšená verze dalekohledu umožnila potvrdit některé dříve spekulativní závěry ohledně výskytu, vzhledu a pohybu nebeských těles. Galilei mohl spatřit například Mléčnou dráhu, která doposud působila dojem pouhé pásovité mlhoviny, neboť její jednotlivé hvězdy jsou pouhým okem nerozeznatelné. Pozorování dalekohledem (obr. XV.) ukázalo, že se skládá z obrovského množství světélkujících bodů, o jejichž hvězdné podstatě už nemohlo být pochyb. Dále se zaměřil na pozorování povrchu Měsíce. Vysledoval, že Země a Měsíc jsou si mnohem podobnější, než se obecně předpokládalo. Došel k závěru, že měsíční povrch je tvořen nejen pohořími a krátery, ale také plochami, které připomínaly moře nebo oceán. Pořídil několik kreseb tohoto úkazu (obr. XVII.), ale nesetkal se s přílišným pochopením okolí. Měsíc byl totiž považován za dokonale hladkou kouli, která je stejně jako další nebeské objekty neměnná. Další pozorování přinesla poznatky o Venušiných

¹⁰⁸ FEYERABEND, P. K. Rozprava proti metodě, s. 18.

fázích. Sledováním planety Saturn zjistil výskyt podivných úkazů, které svým nedokonalým přístrojem nemohl rozeznat. Dnes víme, že se jednalo o Saturnovy prstence.¹⁰⁹

V lednu roku 1609 použil Galilei dalekohledu k pozorování planety Jupiter. Jeho pozornost zaujaly „tři hvězdičky“ v blízkosti planety. O několik dní později se jejich počet rozrostl na čtyři. Galilei došel k závěru, že se jedná o Jupiterovy měsíce, které krouží kolem této planety stejně jako Měsíc kolem Země. Bylo mu zřejmé, že Jupiter i Země musí disponovat nějakou fyzikální silou, která udržuje měsíce v pohybu okolo planety i spolu s planetou. Tento svůj objev zveřejnil ve spise *Hvězdný posel* a Jupiterovy měsíce nazval „Medicejské hvězdy“ na počest svého mecenáše.¹¹⁰ Galilei však nebyl jediný, kdo se zabýval pozorováním hvězdné oblohy a byl si vědom skutečnosti, že je třeba publikovat objevy co nejdříve. Proto ještě před vydáním *Hvězdného posla* předvedl velkovévodovi Medicejskému pozorování Měsíce a sepsal krátkou zprávu o svých objevech pro toskánský dvůr.¹¹¹

Spis *Sidereus Nuntius (Hvězdný posel)* vydaný roku 1610 věnoval Galilei toskánskému velkovévodovi Cosimovi II. medicejskému, čímž si jej příznivě naklonil. Květnatě sepsané věnování v úvodu spisu bylo v té době běžnou praxí, neboť vědecká práce závisela zejména na štědrosti patronů. Galilei tak psal pro dvě odlišné skupiny čtenářů, potenciální mecenáše a vědeckou obec.¹¹² Spis (obr. XVI.) se rozšířil v evropských centrech vzdělanosti, jako například v Paříži, Leidenu a Praze. Ještě před vytištěním *Hvězdného posla* požádal Galilei Keplera, který toho času

¹⁰⁹ ASENBAUM, K. H. Encyklopedie vědění lidstva: převratné objevy, s. 124 srovnej SMOLKA, J. Galileo Galilei: Legenda moderní vědy, s. 18 - 19.

¹¹⁰ SMOLKA, J. Galileo Galilei: Legenda moderní vědy, s. 18 - 19.

¹¹¹ GALILEI, G. Sidereus nuncius - The Sidereal messenger, s. 19.

¹¹² Tamtéž, s. 20 – 21.

působil v Praze, o posouzení rukopisu. Kepler hodnotil Galileiho spis kladně, zřejmě i proto, že spíše než pro tradiční aristotelismus hovořily nové objevy pro Koperníkovo učení. První část spisu je věnována hvězdářskému dalekohledu, druhá Měsíci a jeho pozorovatelným útvarům. Ve třetí části se Galilei věnuje stálicím a Mléčné dráze. Čtvrtá část, která zaujala Keplera nejvíce, přichází s objevem Jupiterových čtyř měsíců. Kepler, stejně jako Galilei považoval tento objev za důležitý z hlediska harmonie vesmíru. Zastával názor, že kdyby Jupiterovy satelity byly planetami, narušilo by to i spekulativní harmonii světa, na které si velmi zakládal. Kepler potvrdil Galileovy objevy, aniž by předtím s dalekohledem pracoval nebo si jeho tvrzení přímo ověřoval. V českém prostředí dosáhl *Hvězdný posel* značného ohlasu, především na pražském dvoře Rudolfa II.¹¹³

Nejznámějším dílem Galileiho se stal spis *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, tolemaico e copernicano* (*Dialog o dvou světových astronomických systémech*) z roku 1632, založený na sokratovském dialogu. Jednalo se o Ptolemaiovův geocentrický systém a Koperníkův heliocentrický systém. V tomto spise předkládá Galilei fiktivní rozpravu tří postav, které konfrontují své názory na současné vědecké problémy. Salviati a Sagredo jsou na straně Galileiho názorů, Simplicio, jehož jméno odkazuje k nižšímu intelektu, je zastáncem aristoteléské tradice. Dialog probíhá formou konverzace na různá témata z oblasti astronomie a je rozdělen do čtyř dnů. Prvního dne se diskuze točí kolem vyvrácení aristoteléského učení, další den následuje rozprava o rotaci Země kolem vlastní osy podpořená částečně Koperníkovými a částečně osobními argumenty. Třetí den Galilei obhájí teorii heliocentrismu. V protikladu vůči Ptolemaiovi, Koperníkovi a Keplerovi,

¹¹³ KRAUS, I. Fyzika od Thaléta k Newtonovi: kapitoly z dějin fyziky, s. 178.

ale ve shodě s Kusánským a Brunem zavrhuje koncepci středu vesmíru, ať už by centrem měla být Země nebo Slunce. Nestaví se však jednoznačně k myšlence nekonečnosti vesmíru, v *Dialogu* se spíše přiklání k myšlence konečnosti, obdobně jako Kepler považuje za nemožné, aby prostor nad stálicemi byl nekonečný. Čtvrtý den přichází na řadu vysvětlení přílivu a odlivu prostřednictvím pohybu Země. Tato čtvrtá myšlenka se později ukázala jako mylná. Galilei rukopis dokončil v lednu 1630. Po zásahu církevní cenzury a dodatečných opravách byl vytištěn ve Florencii v roce 1632. Galileiovi přátelé se postarali o rozšíření rukopisu, jako by tušili, co bude následovat. Papež Urban VIII. byl prostřednictvím svých poradců a Galileiho nepřátel informován, že postava hloupého Simplicia z *Dialogu*, má být obrazem papeže samotného. Tato urážka nezůstala bez odezvy a Urban VIII. zakázal další šíření knihy. Rozhodnutí o zákazu bylo doručeno kromě Galileiho i tiskaři. Dostupné exempláře prvního vydání *Dialogu* byly zabaveny.¹¹⁴

5.4 Matematizace a geometrizace přírody

Významným rysem renesanční epochy byla matematizace a geometrizace přírody a tedy i prostoru, v němž člověk realizuje svoji existenci. V umění se tento trend projevuje vytvořením perspektivní kompozice. Perspektivní pohled vytváří iluzi neuzavřeného prostoru a zvyšuje reálnost prostorových vztahů objektů zobrazených v kompozici. Aplikace matematiky má však v této době svá omezení. O univerzu bylo uvažováno často jako o živém organismu, ve kterém formu a esenci nahrazují duchové, jejichž úloha spočívá v oživení hmoty a jejím

¹¹⁴ SMOLKA, J. Galileo Galilei: Legenda moderní vědy, s. 36 – 37, srovnej KRAUS, I. Fyzika od Thaléta k Newtonovi: kapitoly z dějin fyziky, s. 179, KOYRÉ, A. Od uzavřeného světa k nekonečnému vesmíru, s. 80 – 81.

ovládání.¹¹⁵ Bruno například zastává názor, že volný pohyb planet prostorem vychází z toho, že planety jsou oduševnělé bytosti.¹¹⁶ Symbolem matematizace přírody se stal právě Galileo Galilei.

Grygar poukazuje na změny, ke kterým docházelo již od renesance v matematice, euklidovské geometrii a vědě o přírodě, astronomii. Ještě před koperníkovskou revolucí došlo v Itálii ve 14. století k proměně vnímání prostoru vlivem objevu matematické perspektivy. Byla provedena transformace různých lokálních geometrií do jediného prostoru daného Eukleidovskou geometrií založené na jediném druhu měření. V renesanci došlo díky Leonardovi a Galileimu k „*restauraci věd ve spojení s technologiemi, které ve vědě nabývaly čím dál větší váhy*“. Moderní věda je založena na dvou vůdčích dimenzích, idealizaci matematických entit v platónském pojetí a deduktivní metodě. Deduktivní metoda vychází od základních postulátů a axiomů a následně umožňuje vytvářet nekonečný počet teorémů. Tento rámeček pak ustanovil novověký smysl vědecké metodiky, indukce, hypotéz, experimentování a testování.¹¹⁷

Galileiho matematizace přírody se stala předmětem kritiky Husserla v díle *Krise evropských věd a transcendentální fenomenologie*. Geometrie a matematika předkládá ideálně konstruované formy a útvary a tím, že Galilei zmatematizoval přírodu, stala se vlivem matematiky idealizovanou, matematickou mnohostí. Galilei bezpochyby podnítl vznik moderní fyziky, ale jeho myšlení nemohlo ještě obsáhnout samozřejmosti, které se formulovaly postupným historickým vývojem.¹¹⁸ Galilei přišel

¹¹⁵ PATOČKA, J. Mikuláš Kusánský: Život a dílo renesančního filosofa, matematika a politika, s. 31.

¹¹⁶ TRETERA, I. Nástin dějin evropského myšlení: od Thaléta k Rousseauovi, s. 254.

¹¹⁷ GRYGAR, F. Kritika založení galileovské vědy, s. 62 – 65.

¹¹⁸ HUSSERL, E. Krise evropských věd a transcendentální fenomenologie, s. 44.

s myšlenkou vědeckého zkoumání, založeném na příčinnosti.¹¹⁹ Její hlavní význam spočíval v tom, že utvářela teoretické základy novověké vědy. Galilei vnímal svět jako předmět bádání, který je „*možno uchopit vědeckými prostředky a vysvětlit vědeckými metodami.*“¹²⁰

V běžném životě obvykle nerozlišujeme prostor a prostorové tvary geometrie od prostoru a prostorových tvarů empirické zkušenosti. Geometrický prostor neodráží jakýkoli fantazií vytvořený svět, ale ideální tvary, jejichž vymezení a konstruování je právě předmětem čisté geometrie. Místo reálné praxe skutečných nebo reálně možných empirických těles vytváříme „*ideální praxi „čistého myšlení“, jež se pohybuje výlučně v říši čistých mezních tvarů.*“¹²¹ Na rozdíl od reálné, empirické praxe, v matematice lze dosáhnout exaktnosti díky ideálním tvarům, u kterých je možné „*určit je v jejich absolutní identitě a poznat je jako substráty absolutně identických a metodicky jednoznačně určitelných vlastností.*“ Pomocí privilegovaných elementárních tvarů, kterými jsou například přímka, trojúhelník a kruh, lze operativně konstruovat další tvary, systematicky „*všechny vůbec myslitelné tvary.*“ Přejít od praktického na teoretický zájem stvořil pomocí idealizace čisté geometrický způsob myšlení, novou univerzální geometrii a její svět čistých mezních tvarů.¹²²

¹¹⁹ **Galileiho mechanicko-materialistický výklad světa** vycházel z předpokladu nekonečné řady mechanických příčin a následků. Do popředí se dostává karteziánský typ racionality, který je založen na takovém postupu uvažování, kdy lze logickými postupy z explicitních premis dedukcí vyvodit nepochybné závěry. Tento metodologický postup je založen na víře, že jestliže budeme zachovávat zmíněná pravidla správného uvažování, dospějeme k nepochybným závěrům. Metodologický základ položil Descartes v práci Pravidla na vedení rozumu. (OCHRANA, F. Metodologie vědy: úvod do problému, s. 41 – 42.)

¹²⁰ OCHRANA, F. Metodologie vědy: úvod do problému, s. 41.

¹²¹ HUSSERL, E. Krize evropských věd a transcendentální fenomenologie, s. 46.

¹²² Tamtéž, s. 47 – 48.

Galilei měl dle Husserla k dispozici relativně rozvinutou geometrii, jak v pozemském tak astronomickém využití, součástí jejíž tradice bylo i měřictví se snahou o stále dokonalejší přesnost měření a přesnost objektivního určení samotných tvarů. Geometrie se stala prostředkem techniky, spolu s požadavkem vytváření systematické metody pro zvyšování přesnosti vzhledem ke geometrickým ideálům. Tato metodika překonává relativitu pojetí empiricko-názorného světa, kterou lze získat jen „*identickou, nerelativní pravdu*“ a lze tedy poznat „*samo pravé jsoucno, i když jen ve formě aproximace vycházející z empirické danosti, ale ustavičně tíhnoucí až ke geometrickému ideálnímu tvaru, jenž je tu vůdčím pólem*“.¹²³

Matematika idealizací světa těles vytváří z prostoročasových tvarů ideální objektivitu a zároveň spojením s měřictvím se vrací ze světa idealit k empiricky názornému světu. Galilei vycházel z předjaté „*idei přírody, kterou lze stejným způsobem konstruktivně určit i po všech ostatních stránkách*“. V renesanci se začínaly vnímat nové hypotézy a matematika jako předpoklad „*pravého objektivního poznání*“. Galilei s určitou samozřejmostí pojímal „*univerzální použitelnost čisté matematiky*“. Za vlastní jádro koncepce Galileiho fyziky považuje Husserl nepřímou matematizovatelnost. Vychází z idealizovatelnosti tvarů a náplní a obecné myšlenky, že v názorovém světě vládne „*univerzální induktivita*“, která se projevuje každodenní zkušeností, ale ve své nekonečnosti je skrytá. Dle Galileiho však nebyla univerzální induktivita hypotézou a proto zřejmě nepovažoval za nutné její ověřování. Fyzika se dle Husserla stala pro Galileiho téměř tak jistou jako čistá a užitá matematika, která mu zároveň

¹²³ HUSSERL, E. Krize evropských věd a transcendentální fenomenologie, s. 49 – 50.

ukazovala metodický postup realizace. Galilei se snažil o získání zdokonalené metody v rámci ideálu čisté matematiky.¹²⁴

Svět se vztahením k čisté matematice stal sférou matematického použití s matematickým smyslem a měření smysl aproximace i ideálnímu, ale nedosažitelnému pólu. Metoda měla dle Husserla od začátku obecný smysl i přes zacházení s individuálními fakty. Nepřímé matematizování světa probíhalo jako „*metodická objektivace názorného světa*“. Výsledkem byly všeobecné číselné vzorce, které pak dále mohly sloužit k provádění objektivace jednotlivých případů. „*Formule vyjadřují přirozeně obecně kauzální zákonitosti, přírodní zákony*“ a jejich smysl není v čistých číselných souvislostech, ale v Galileiho ideji univerzální fyziky, procesu vytváření speciálních metod, matematických vzorců a teorií. Galileiho hypotéza o fyzice a jejím poslání se Husserlovi jeví jako „*hypotéza neobyčejně zvláštního druhu*“. Její zvláštností je, že přes své ověření zůstává i nadále a provždy hypotézou a ověřování je tak nekonečný proces. Dodává, že podstatou přírody a jejího apriorního bytí je i fakt, že „*je hypotézou do nekonečna a ověřováním do nekonečna*“. Příslušná dobová přírodověda jako souhrn teorií podléhá zdokonalovacímu pokroku, kdy dochází ke zvyšování dokonalosti a stále lepší představě o ideálu „*pravé přírody*“.¹²⁵

Zájem přírodovědců se soustředil převážně na získané a získávané vzorce. S postupem matematizace přírody fyzikou vzrůstal počet matematicko-přírodovědných pouček a prohloubil se rozsah možných deduktivních závěrů na nová fakta a odkazů na patřičné verifikace. Ověření se stalo záležitostí experimentální fyziky, jakož i celý postup od názorného světa a experimentů k ideálním pólům. Matematická fyzika

¹²⁴ HUSSERL, E. Krize evropských věd a transcendentální fenomenologie, s. 58 – 60.

¹²⁵ Tamtéž, s. 60 – 63.

formalizovala mathesis universalis, fyzikální kompetentní nástroj, který pracoval s dodanými matematicko-fyzikálními vzorci jako zvláštními čistými výtvary formální mathesis zachovávající neměnné konstanty zákonů faktické přírody. Ale i experimentální fyzikové se stále zaměřovali k ideálním pólům, číselným veličinám a obecným vzorcům, které byly ohniskem přírodovědného bádání. Smysl vzorů je v idealitách, proces jejich získávání je však pouhou cestou k cíli. Zde se projevila technizace, která poznamenala všechny metody typické pro přírodovědu a postupně je mechanizovala. Přírodověda procházela mnohostrannou proměnou smyslu a počáteční rozdíl mezi technikou a vědou se brzy vytratil.¹²⁶

Husserl zastává myšlenku, že Galilei podvrhl matematicky substruovaný svět idealit za jediný reálný svět, idealizovanou přírodu za předvědecky názornou přírodu. Reálný svět byl označován jako „přirozený“ svět každodenního života empirické zkušenosti. Galileiho myšlení pak převzali jeho následovníci v dalších stoletích. Galilei sám převzal myšlenku čisté geometrie a způsob názorného vymýšlení, dokazování a názorných konstrukcí, které byly zbaveny smyslu. Zděděná geometrie se jevila jako nástroj „svébytné absolutní pravdy“, kterou bylo možno použít bez příslušné reflexe vytvářející smysl exaktnosti. Pro vědce a vzdělance tento symbolicko-matematický svět zastupuje a zastírá přirozený svět našeho života. Tento ideový svět se nám pak zdá být pravým bytím, ačkoliv se jedná o metodu, která původně měla jen předvídání v rámci předvědeckého světa systematizovat vědeckým postupem. *„Ideové přestrojení způsobuje, že vlastní smysl metody, vzorců a teorií zůstal nepochopitelný a při naivním vzniku metody nikdy nebyl pochopen.“*¹²⁷ Husserl tvrdí, že si nikdo neuvědomil „radikální problém“ jak mohla vzniknout metoda zaměřená k systematickému řešení

¹²⁶ HUSSERL, E. Krize evropských věd a transcendentální fenomenologie, s. 68 – 70.

¹²⁷ Tamtéž, s. 73.

nekonečného vědeckého úkolu, která přinášela bezesporné výsledky a po staletí užitečně sloužila, aniž by byl pochopen její smysl a vnitřní nutnost samotných vědeckých výkonů. Poukazuje také na chybějící reálnou evidenci, která byla nahrazena trvalými předpoklady svých výtvorů, pojmů, vět a teorií, například pomocí tradicionalizace.¹²⁸

Husserl považuje Galileiho za dovršujícího objevitele fyziky a fyzikální přírody a nazývá jej „odhalujícím i zakrývajícím géniem“. Galilei objevil matematickou přírodu, metodickou ideu a razil cestu nekonečnosti fyzikálních objevitelů a objevů. Staví univerzální kauzalitu názorného světa proti kauzálním zákonům idealizovaného a matematizovaného světa, vycházejícího z exaktních zákonů. Nová fyzika z Husserlova pohledu zachovává principiální podstatu, protože příroda, která je matematická, je popisována ve vzorcích. Pomocí těchto vzorců teprve může být interpretována. I přes výhrady ke Galileiho práci jej Husserl považuje za jednoho z největších objevitelů novověku.¹²⁹

Z Husserlova pohledu Galileiho matematizace přírody způsobila prosazení nesprávných konsekvencí přesahujících přírodu, které byly z hlediska tohoto přetlumočení tak přirozené, že dokázaly ovládnout veškerý další vývoj pohledu na svět. Jako příklad uvádí Galileiho učení o pouhé subjektivitě specifických smyslových kvalit, které Hobbes přijal jako učení o subjektivitě všech konkrétních fenoménů, které jsou v subjektech jako kauzální důsledky pochodů odehrávajících se v opravdové přírodě, i když pochody samy existují jen v matematických vlastnostech. Ztechnizovaná forma fyziky a její metody dle Husserla obsahovala jasný rozdíl mezi „čistou“ (apriorní) a „užitou“ matematikou a „matematickou existencí“ a existencí matematicky

¹²⁸ HUSSERL, E. Krize evropských věd a transcendentální fenomenologie, s. 70 - 73.

¹²⁹ Tamtéž, s. 74.

ztvárněného reálna. Husserl poukazuje na to, že i Leibniz sám nemohl dlouho postihnout pravý smysl jedné i druhé existence a jejich vzájemný vztah. Dále se tyto nejasnosti odrazily i v kantovské problematice syntetických soudů.¹³⁰

Husserl vyzdvihuje základní rys novodobého zkoumání přírody. *„Galilei při svém zaměření pohledu z pozic geometrie a toho, co se jeví smyslově a dá se matematizovat, abstrahuje od subjektů jakožto osob personálního života, abstrahuje ode všeho v jakémkoli smyslu duchovního, od veškerých kulturních vlastností, jež lidská praxe přidává věcem.“*¹³¹ Dodává, že z takovéto abstrakce vyplývají jen tělesné věci, konkrétní reality. Idea přírody chápaná jako „reálně uzavřený svět těles“ se objevuje teprve u Galileiho, kdy ve spojení s matematizací vytváří samozřejmost, ve které je vše předem jednoznačně determinováno. Byla tak připravena cesta Descartovu dualismu. *„Ve zmatematizování přírody, jak se jí rozumělo jako ideji a úkolu, byl obsažen předpoklad, že koexistence nekonečného úhrnu těles v prostoročasu, zkoumána o sobě, je matematicky racionální. Jenomže induktivní přírodověda mohla mít jen induktivní přístupy k souvislostem, o sobě matematickým. V každém případě jako věda indukující matematicko a vedená čistou matematikou měla již sama nejvyšší racionalitu.“*¹³²

5.5 Metodologie Galileiho výzkumů

Galilei přišel s myšlenkou vědeckého zkoumání, založeném na příčinnosti. Její hlavní význam spočíval v tom, že utvářela teoretické základy novověké vědy. Galilei vnímal svět jako předmět bádání, který je

¹³⁰ HUSSERL, E. Krize evropských věd a transcendentální fenomenologie, s. 77.

¹³¹ Tamtéž, s. 81.

¹³² Tamtéž, s. 82.

„možno uchopit vědeckými prostředky a vysvětlit vědeckými metodami.“¹³³ Jeho mechanicko-materialistický výklad světa vycházel z předpokladu nekonečné řady mechanických příčin a následků. Do popředí se dostává karteziánský typ racionality, který je založen na takovém postupu uvažování, kdy lze logickými postupy z explicitních premis dedukcí vyvodit nepochybné závěry. Tento metodologický postup je založen na víře, že jestliže budeme zachovávat zmíněná pravidla správného uvažování, dospějeme k nepochybným závěrům. Metodologický základ položil René Descartes (1596 – 1650) v práci *Pravidla na vedení rozumu*.¹³⁴ Descartes zároveň pracoval na vytvoření obecné nauky „*mathesis universalis*“ shrnující racionálně, analyticky a soustavně poznatky o světě, závazné pro všechny vědy.¹³⁵

*„Karteziánská a galileovská věda byla nesmírně důležitá pro inženýry a techniky, v podstatě stvořila technickou revoluci. I když nebyla vytvořena a rozvíjena techniky nebo inženýry, ale teoretiky a filosofy.“*¹³⁶ Tato pravidla charakterizují nový typ vědeckého myšlení, které je založené na dedukci. Předpoklad, že použitím této metody lze dosáhnout

¹³³ OCHRANA, F. Metodologie vědy: úvod do problému, s. 41.

¹³⁴ **Descartes: Čtyři pravidla vědeckého postupu:**

1) Za evidentní neboli zřejmou ideu máme považovat jen takovou ideu, která je jasná (tzn.: je přítomná, jestliže ji nazíráme) a která je zřetelná (tzn.: s ničím ji nesměšujeme).

2) Každou řešenou otázku máme rozdělit na co nejvíce částí.

3) Svoje myšlenky máme vyvozovat v náležitém pořadí, postupovat od jednoduchých k složitým.

4) Máme činit tak úplné výčty a tak obecné přehledy, abychom si byli jisti, že jsme nic neopomenuli. (Tretera, I. Nástin dějin evropského myšlení, s. 299 – 300.)

¹³⁵ OCHRANA, F. Metodologie vědy: úvod do problému, s. 41 – 42, srovnej Tretera, I. Nástin dějin evropského myšlení, s. 300.)

¹³⁶ „*The Cartesian and Galilean science has, of course, been of extreme importance for the engineer and the technician; ultimately it has produced a technical revolution. Yet it was created and developed neither by engineers nor technicians, but by theorists and philosophers.*“ (KOYRÉ, A. Galileo and Plato, s. 401.)

spolehlivých výsledků, se ale může uplatnit pouze v případě, že premisy a podmínky zůstanou neměnné. To navíc vyžaduje důkladnou znalost relevantních faktů, což přináší řadu významných omezení. Kratochvíl uvádí, že *„Galilei je zakladatelem novověké fyziky jakožto striktně matematické vědy, která své matematické hypotézy ověřuje experimentem nebo zkušeností z pozorování prostřednictvím přístroje. Galilei vyšel z ockhamistické fyziky a dovedl její empirickou a matematizující tendenci k úplnosti nové metody. Navázal na Koperníka a rozvinul novou fyziku také v pozemské oblasti světa. Pokusil se též o filosofické zobecnění své fyzikální metody.“*¹³⁷

Přesto se Galilei snažil poznávat příčiny přírodních jevů a zákonitostí. Rozlišil dva metodologické postupy, jež nazval „metodo risolutivo“ (analytický) a „metodo compositivo“ (syntetický). Tyto metody Galilei názorně vyložil především v práci o volném pádu. V rámci vědy požaduje tato metoda rozložení výpovědi popisující skutečnost, která vyžaduje vysvětlení tak, aby v ní použité termíny byly převedeny na relativně jednoduché pojmy a s jejich pomocí formulovány zákonité principy, které umožní odvození empiricky přezkoumatelných důsledků. K rezolutivnímu aspektu analytické metody patří podle Galileiho nejen rozkládání pojmů, ale také postulování hypotéz o zákonitostech, zatímco odvozování přezkoumatelných důsledků je přiřazeno ke kompozitivnímu aspektu.¹³⁸

Zjednodušeně lze říci, že explanace určitého jevu, závisí na teoretických předpokladech, které napomáhají výkladu závěrů z učiněných pozorování. Při formulování tohoto vysvětlení je však potřeba provést abstrakci pozorovaného jevu. V praxi to znamenalo, že některé

¹³⁷ KRATOCHVÍL, Z. Filosofie mezi mýtem a vědou: od Homéra po Descarta, s. 441.

¹³⁸ RÖD, W. Novověká filosofie, s. 50 – 51.

specifické vlastnosti daného jevy nebyly brány na zřetel. Galileiho koncepci podrobil kritice Descartes, který poukazuje na skutečnost, že Galilei uplatňoval výjimky z matematických důkazů, čímž se sice vyvaroval omylů scholastiky, ale omezil se na pouhé vysvětlování skutečností.¹³⁹ V dopise Mersennovi¹⁴⁰ z 11. října 1638 píše, že Galilei nepátral po prvotních příčinách a nebral v úvahu přiměřený řád. Jeho práce se soustředila jen na příčiny dílčích skutečností.¹⁴¹ Přesto je zřejmé, že Galilei významně přispěl k změně pohledu na podstatu vědy. Hawking jej hodnotí slovy: „Galilei měl jako osobnost na zrození moderní vědy snad největší vliv; byl jedním z prvních, kdo došli k přesvědčení, že člověk může porozumět vesmíru, a co více, že k tomu lze dospět pozorováním okolní přírody.“¹⁴²

Finocchario ve svém článku poukazuje na skutečnost, že Galilei byl považován za představitele nejrůznějších filosofických směrů v závislosti na studovaných zdrojích jeho práce. Hlavní rozdíl vidí Finocchario v odlišnostech Galileiho publikovaných a nepublikovaných rukopisů a dokumentů, které ovlivnily variabilitu interpretací. Galilei byl představován různými autory jako aristotelik, platonik, empirista, racionalista i anarchista. Finocchario se domnívá, že lze nalézt důkazy pro každé z těchto tvrzení. Například Feyerabendova teorie představuje Galileiho jako anarchistu, který porušoval důležitá metodologická pravidla. Feyerabend tvrdí, že Galilei využíval ke své práci anarchistickou

¹³⁹ RÖD, W. Novověká filosofie, s. 127 – 128.

¹⁴⁰ **Marin Mersenne** (1588-1648) byl francouzský teolog, filosof, matematik a hudební teoretik. Věnoval se vědě, zabýval se soukromým bádáním a vydal řadu matematických spisů. Byl vytrvalým zastáncem Galileiho a roku 1634 vydal v Paříži spis „*Les mécaniques de Galilée*“, věnovaný jeho objevům z oboru mechaniky. (From Wikipedia, the free encyclopedia. dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Marin_Mersenne, navštíveno 20. 1. 2013.)

¹⁴¹ RÖD, W. Novověká filosofie, s. 73.

¹⁴² HAWKING, S. Stručnější historie času, s. 137.

metodologii, což však mohlo být důvodem úspěchu.¹⁴³ Finocchiaro považuje takové hodnocení za povrchní a neuspokojivé a přiklání se k názoru, že Galilei byl především cílevědomou osobností se smyslem pro systematizaci a racionalizaci vědeckého bádání, což považoval za základní předpoklad vědy jako univerzální disciplíny.¹⁴⁴

5.6 Role experimentu v Galileově práci

Za svého působení na univerzitě v Pise se Galilei věnoval výzkumu volného pádu těles, aby vyvrátil tvrzení Girolama Borra, konzervativního zastánce aristotelských tradic.¹⁴⁵ Galileiho životopisec Viviani¹⁴⁶ stvořil legendární historku o sérii pokusů na šikmé věži v Pise, ze které měl Galilei postupně shazovat kovové koule různé hmotnosti a velikosti. Bez ohledu na to, jak a kde pokusy ve skutečnosti probíhaly, Galilei v roce 1590 nezvratně dokázal, že „*všechna tělesa padají stejnou rychlostí bez ohledu na jejich fyzikální vlastnosti nebo hmotnost*“. K této problematice se váže Galileiho pojednání *De motu (O pohybu)*, ve které popisuje svá

¹⁴³ (1) Galileo was a successful scientist. (2) There must be a cause of this success, since every event has a cause. (3) Galileo practiced an anarchist methodology. (4) Galileo's anarchist methodology is a possible cause of his success. (Or, pedantically stated: the fact that (3) is a possible cause for the fact that (1). (5) There is no other feature of Galileo's work which could have been the cause of his success. (6) Therefore, Galileo's anarchist methodology was the cause of his success. (FINOCCHIARO, M. A. Galileo and the Philosophy of Science, s. 132.)

¹⁴⁴ FINOCCHIARO, M. A. Galileo and the Philosophy of Science, s. 130 – 131.

¹⁴⁵ **Girolamo Borro** (1512 – 1592) pokládal Aristotelovy myšlenky za skutečný základ vědy, avšak chápal i nutnost experimentálního přístupu. Několik let před Galileim se pokusil ověřit Aristotelovu teorii o pádu těles, která vychází z předpokladu, že předměty padají rychlostí, která je závislá na jejich vlastnostech a hmotnosti. Borro na základě pokusů s různě těžkými dřevěnými a kovovými koulemi dospěl k závěru, že doba pádu závisí na hmotnosti předmětu. (WHITE, Michael. Antikrist Galileo: životopis, s. 90.)

¹⁴⁶ **Vincenzo Viviani** (1622 – 1703) byl od roku 1639 Galileiho asistentem a prvním životopiscem. Od roku 1665 redigoval první souborné vydání Galileiova díla. Sám se intenzivně věnoval vědě, studiu matematiky a po Galileiho smrti vyučoval na florentské malířské akademii a později inženýrem říčního úřadu. Roku 1666 byl Ferdinandem II. jmenován velkovévodským matematikem. (WHITE, M. Antikrist Galileo, s. 314.)

zjištění z experimentu. V tomto spise uplatnil nové literární pojetí prezentace objevů v podobě dialogu vzájemně si protiřečících postav, aristotelika a galileovce. Vzhledem k tomu, že se svým dílem nebyl příliš spokojen, rozhodl se jej nezveřejnit a později použil některé části k přípravě jiných knih, jako například *Rozpravy o dvou nových vědách*.¹⁴⁷

Naylor se ve svém článku o Galileiho metodě analýzy a syntézy zaměřuje na objasnění průběhu pokusů s kyvadlem a nakloněnou rovinou, jejichž principu se Galilei věnuje ve svém posledním důležitém spisu *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze (Rozpravy o dvou nových vědách)* z roku 1638. V roce 1973 Drake¹⁴⁸ upozornil na zvláštní význam Galileiho nepublikovaných rukopisných poznámek o průběhu zkoušek, které svědčí o důležitosti experimentu pro Galileiho práci, zejména pro nový vědecký pohled na zákonitosti pohybu těles. Drake tak odmítá Koyrého¹⁴⁹ tvrzení, že v Galileiho vědeckém myšlení nehrál experiment žádnou podstatnou roli. Spis *Rozpravy o dvou nových vědách* je Galileovým vrcholným dílem v oblasti mechaniky. Je napsán opět ve formě dialogu tří postav, obdobných jako v *Dialogu o dvou světových systémech*. Diskuze se týká otázek mechaniky: zkoumání volného pádu, pevnosti těles, místního pohybu a principu setrvačnosti, parabolické dráhy vržených těles a změny polohy těžiště

¹⁴⁷ WHITE, M. Antikrist Galileo: životopis, s. 93, 96.

¹⁴⁸ **Stillman Drake** (1910 – 1993) – kanadský historik vědy známý svou prací o Galileo Galileim, přeložil například Galileiho Dialog o dvou světových systémech. (From Wikipedia, the free encyclopedia, dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Stillman_Drake, navštíveno 20. 1. 2013.)

¹⁴⁹ **Alexandre Koyré** (1892 – 1964) – francouzský filosof ruského původu, zabýval se historií a filosofií vědy se zaměřením na Galileiho, Newtona a Platona. (From Wikipedia, the free encyclopedia, dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Alexandre_Koyr%C3%A9, navštíveno 20. 1. 2013.)

tělesa. Tyto *Rozpravy* shrnují výsledky Galileovy celoživotní práce, některé názory vycházejí z dříve publikovaného *Dialogu*.¹⁵⁰

Galileiho experimenty s nakloněnou rovinou lze rozdělit do dvou částí, kdy matematické vztahy vycházející z definice přirozeně zrychlujícího pohybu těles jsou testovány dvěma způsoby. Jedním je sledování zrychlení tělesa z klidu v závislosti na vzrůstajícím čase a druhým změna zrychlení související s různým náklonem roviny. Důležitým faktorem pokusu bylo měření vzdálenosti, jakou urazí koule při změně náklonu roviny za různou dobu a následné srovnání výsledků. Galilei dospěl k závěru, že čím větší vzdálenost koule urazí, tím je její rychlost vyšší a padající koule svůj pohyb zrychluje. Právě při provádění takových experimentů bylo největším problémem to, že nebyl k dispozici žádný přesný přístroj pro měření času. Galilei tento nedostatek překonal využitím rytmických časových jednotek nebo vodních hodin. Důležitým momentem však bylo vytvoření metody k získání a srovnání výsledků. Tato metoda zahrnovala provádění přesného měření a opakování pokusu se změněnými vstupními parametry. White k této skutečnosti uvádí: „Šlo o revoluční přístup, který je podle některých historiků okamžikem zrození moderní vědy, okamžikem, v němž se matematika důsledně propojila s experimentem.“¹⁵¹

Galilei striktně odděloval výchozí teoretické předpoklady od vlastního experimentu jako by spolu vzájemně nesouvisely. O tom svědčí i fakt, že matematická teoretická část byla psána v latině, zatímco popis praktických testů Galilei uvedl v běžné italštině. Jeho metoda experimentu byla názorná a poměrně jednoznačná. V části manuskriptu věnované pokusům s nakloněnou rovinou, která zahrnuje několik stran

¹⁵⁰ NAYLOR, R. H. Galileo's Method of Analysis and Synthesis, s. 695.

¹⁵¹ WHITE M. Antikrist Galileo, s. 123.

poznámek a náčrtů (obr. XVIII.), však není zcela zřejmé, jak Galilei experimenty prováděl, neboť on sám nenapsal žádný podrobný komentář postupu. Naylor se zabývá podrobným rozbořením těchto poznámek, jejichž výklad konfrontuje s analýzou Drakea a dalších.¹⁵²

Obdobnou formou je zachycena i dřívější série experimentů s pohybem kyvadla. Naylor dochází k závěru, že přes neúplný záznam průběhu jednotlivých experimentů není pochyb o jejich zásadním významu pro závěrečnou definici pohybu v parabolické trajektorii. Tím dokazuje, že Galilei nevycházel jen z neověřených teoretických předpokladů, ale systematickým testováním možných eventualit přispěl k odhalení souvisejících zákonitostí. Bohužel ve svém spisu Galilei neuvádí, jak jeho teorie vlastně vznikla a že pro její formování měl experiment důležitou roli. To mohlo vést mnohé k domněnce, že je pouze výsledkem procesu matematické dedukce. Naylor se domnívá, že způsob, jakým ve spisu Galilei definuje kyvadlový pohyb i pohyb po nakloněné rovině naznačuje jednoznačné zakotvení ve zkušenosti z experimentu. Vzhledem k tomu, že však Galilei nepovažoval ve své době empirické ověření teorie za nezbytné a průběh testování teorie nezveřejnil, nebylo možné jednoznačně posoudit, jakým způsobem dospěl ke svým zásadním zákonům o pohybu těles.¹⁵³

5.7 Shrnutí

Galilei se prosadil jako všestranná osobnost a jeho životní osud se stal předmětem obdivu i kritiky. Kritika mu nezřídka vytýká zbabělost a nedůsledné vystupování v církevním procesu, při kterém na rozdíl od Bruna odvolal své názory na Kopernikánský systém a pluralitu světů.

¹⁵² NAYLOR, R. H. Galileo's Method of Analysis and Synthesis, s. 696.

¹⁵³ Tamtéž, s. 706 – 707.

Zastánci v něm naopak vidí mučedníka vědy. Gould oba tyto názory považuje za zkreslené a vidí v Galileim člověka prozíravého a praktického, který zabezpečil vydání a rozšíření svého hlavního díla, přestože očekával nepříznivé následky a nelze jej odsuzovat za to, že nezvolil Brunovu cestu mučení a exekuce. Po relativním neúspěchu tohoto procesu Galilei zbytek svého života prožil v domácím vězení, což mu nadále umožnilo věnovat se práci a vytvořit další výjimečné dílo, *Rozpravy o dvou nových vědách*.¹⁵⁴

Ačkoli je obecně známější Galileiho přínos v astronomii, on sám se považoval spíše za matematika a fyzika a těmto oborům přikládal i větší důležitost. Aplikací matematiky na studium pohybu dospěl například k formulaci zákonů o pohybu těles, které se staly východiskem Newtonovy mechaniky. Na rozdíl od svých předchůdců vycházejících převážně z Aristotela přistoupil k problematice pohybu z experimentálního hlediska, vycházejícího ze systematických opakovaných měření a definováním příslušných fyzikálních veličin umožnil jejich následnou klasifikaci a komparaci. Newton později prohlásil, že byl schopen dojít tak daleko také proto, že „stál na ramenou velikánů“, z nichž nejvýznamnější byl právě Galilei.¹⁵⁵

¹⁵⁴ GALILEI, G. Dialogue concerning the two chief world systems, Ptolemaic and Copernican, s. xxxiv – xxxv.

¹⁵⁵ WHITEHOUSE, D. Renaissance genius: Galileo Galilei, s. 216.

6 RENESANČNÍ ODKAZ NOVODOBÉ VĚDĚ

Za renesanční odkaz novodobé vědě můžeme považovat zejména následující faktory, ovlivňující celkovou atmosféru veřejného života a způsob myšlení a jednání jednotlivců v kontextu kulturních a sociálních změn. Jedná se zejména o změnu komunikačního kódu, která přinesla možnost vzniku formalizovaných komunikačních prostředků, vznik nových kosmologických tezí a prosazení racionálního myšlení, umožňujícího pohlédnout na fenomény a procesy bez teologicky implementované předpojatosti. *„Klasická novověká představa ztotožňuje pojem racionality a vědeckosti. Nepřipouští žádnou pochybnost o tom, že racionalita má nejlepší podmínky pro svou realizaci ve sféře přírodních věd.“*¹⁵⁶ Přírodní vědy se stávají nosným vědeckým oborem, založeným na experimentu, systematické metodologii a využití technologických prostředků. Neméně důležitá je i popularizace vědy, která umožnila šíření vědeckých poznatků nejen v úzkém kruhu odborníků, ale i širší veřejností.

6.1 Změna komunikačního kódu

Savický považuje za důležitý předpoklad vzniku moderního myšlení změnu komunikačního kódu renesanční společnosti. Z umění vzešlé technické prostředky zobrazování podnítily snahu o využití matematické formalizace obrazu světa. *„Praktická řešení problémů souvisejících nejprve s možností úspěšné námořní navigace mimo dohled známých břehů a později s možností věrohodného zobrazení trojrozměrného prostoru v ploše a umístění figur v něm jsou klíčová pro vývoj tohoto druhu schematizace a zobrazování světa.“*¹⁵⁷ Matematická formalizace

¹⁵⁶ DEMJANČUK, N. O povaze vědy: věda v kulturních kontextech, s. 69.

¹⁵⁷ SAVICKÝ, N. Renesance jako změna kódu, s. 21.

spolu s nově pojatým využitím antického literárního, historiografického a přírodovědného odkazu se staly významnými „komunikačními kódy“, které „jsou dodnes nedílnou součástí struktur naší komunikace“. Zásadní změny prodělala i verbální komunikace. Způsob argumentace založený na antickém vzoru, byť ne vždy zcela vhodně užívaný, poskytl legitimitu novému uspořádání společnosti. „Zavedení tohoto nového komunikačního kódu ve vědomí mocenských a intelektuálních elit (v té době často splývaly) de facto legalizovalo změny společenských struktur, k nimž v severní Itálii od 13. do 15. století došlo.“¹⁵⁸

Tento nový životní styl vytvořil šlechtice a dvořany, kteří již neměli oporu ve středověkých rodových vazbách, a proto se často alespoň ideově hlásili rodokmenům antických Římanů. Ve skutečnosti pocházeli z rodin zámožných měšťanů, jejichž bohatství a výsady často v souviselo s krachem bankovních domů nebo následky morové epidemie v průběhu 14. století. Příkladem takové „nové šlechty“ může být rod Medicejských. „Proces změny komunikačního kódu a vzniku deklarované diskontinuity životního stylu stejně jako všech oblastí umění a kultury nebyl přímočarý, měl mnoho rovin a zajímavých dobově podmíněných aspektů. Jeho výsledkem však byla pozvolná, ale o to hlubší změna paradigmatu, k níž došlo v průběhu 15. století a která rozhodujícím způsobem zasáhla do formování mentality moderního člověka.“¹⁵⁹ Savický k tomu dodává, že dnešní technická civilizace závislá na informačních technologiích vděčí za mnohé právě svým humanistickým a renesančním předchůdcům.¹⁶⁰

¹⁵⁸ SAVICKÝ, N. Renesance jako změna kódu, s. 22.

¹⁵⁹ Tamtéž, s. 23.

¹⁶⁰ Tamtéž, s. 22 – 23.

6.2 Vznik nových kosmologických tezí

Významným přínosem renesančnímu myšlení se stala filosofie Mikuláše Kusánského, ve které se projevují prvky novoplatonismu. Ve svém díle se zcela zásadně vymezil vůči soudobé kosmologii a přišel se svým vlastním pojetím univerza jako nekonečného celku, odmítl středověkou hierarchii a nastínil možnost obyvatelnosti dalších planet. V kontextu Kusánského filosofie se může zdát, že jeho teorie o nekonečnosti vesmíru vznikla spíše jako nezamýšlený důsledek uvažování o bytí a mezích tohoto světa v návaznosti na neohraničenost Boha samotného. Koyré hodnotí Kusánského jako velkého filosofa, ale nikoli vědce. Kusánský nevychází ve svých kosmologických úvahách z kritiky soudobých astronomických teorií, ani jeho myšlení zřejmě nepředpokládá vědeckou revoluci. Přesto svými myšlenkami značně ovlivnil zejména Koperníka a Bruna.¹⁶¹

Koperníkův heliocentrický model sluneční soustavy a světa „přesáhl svým významem oblast astronomie a stal se revolučním světonázorovým prvkem.“¹⁶² Koperníkovo učení nebylo za jeho života plně zhodnoceno a jeho smysl docenily až následující generace. Heliocentrický planetární systém se stal východiskem pro správné pochopení postavení Země ve vesmíru. Bruno Koperníkovy teorie systematicky dopracoval a dospěl nejen k nekonečnosti vesmíru, ale i k mnohosti světů, které by mohly být osídlené stejným způsobem jako Země.¹⁶³ Bruno, který svým vystupováním a neortodoxními názory pobuřoval nejen církve, ale i mnoho učenců a myslitelů své doby, se však také nedokázal oprostít od představy světa a vesmíru závislého na boží

¹⁶¹ KRATOCHVÍL, Z. Filosofie mezi mýtem a vědou: od Homéra po Descarta, s. 404 – 409.

¹⁶² BAJEV, K. L. Tvorcovia novej astronomie, s. 35.

¹⁶³ TRETERA, I. Nástin dějin evropského myšlení: od Thaléta k Rousseauovi, s. 251 – 252.

vůli jako rozhodujícím aspektu veškerého bytí a jednání.¹⁶⁴ Podporu heliocentrismu vyjádřil přesvědčivě Kepler a jeho pozici upevnil formulací tří základních zákonů pohybu planet sluneční soustavy. Kepler, stejně jako před ním i Kusánský uvažuje o možnosti, že i ostatní planety mohou být obydlené bytostmi podobným lidem. Tuto myšlenku poměrně přesvědčivě rozvinul ve svém spisu *Sen neboli měsíční astronomie*, díle, které předznamenalo současnou vědecko-fantastickou literaturu. Dověšením kosmologické transformace se stala Galileiho pozorování hvězdné oblohy, která umožnila blíže specifikovat astronomické jevy a dodat tak dříve spekulativní teorii chybějící rozměr vědeckosti. Jeho objevy uskutečněné pomocí dalekohledu přinesly zásadní změnu obrazu vesmíru a přispěly k upevnění pozic heliocentrického systému.¹⁶⁵

6.1 Prosazení racionálního myšlení

Kusánský přichází s originálním pojetím racionální filosofie, založené na studiu antických a středověkých pramenů, svá díla píše na základě vlastního uvažování a zkušenosti. Ačkoliv jsou jeho názory na svou dobu převratné, nedokáže se zcela vymanit ze schématického vnímání důležitosti Boha a nutno poznamenat, že soudobé myšlení ani jiný přístup neumožňuje.¹⁶⁶ V renesanci se postupně začíná prosazovat „autorita rozumu“. Tretera mluví o autonomním rozumu, který je nezávislý na autoritách jak institucionálních, tak duchovních. Oproti středověku, který prosazoval nadpřirozené pojetí bytí, nastává obrat k naturalismu a zkoumání přírody. Renesanční myšlení je založeno na individualismu

¹⁶⁴ CANDELA, G. An Overview of the Cosmology, Religion and Philosophical Universe of Giordano Bruno, s. 348.

¹⁶⁵ JANKO, J. Věda v renesanci a novověku, s. 44.

¹⁶⁶ KOYRÉ, A. Od uzavřeného světa k nekonečnému vesmíru, s. 18.

a preferenci světského životního stylu, čímž se jednoznačně projevuje snaha o ukotvení lidské existence v konkrétně uchopitelné realitě.¹⁶⁷

Teoretické a praktické úspěchy započínající Galileim daly světu vědy novou tvář. Nový smysl racionality, převzatý z matematiky nebo zmatematizované přírody, předurčil snahu o vybudování univerzální vědy o světě a sjednocující teorie. Husserl se domnívá, že racionální přírodověda musela nutně narážet na těžkosti ve spojitosti s ideou Boha, který byl nepostradatelným rozumovým principem předchozích století. Došlo k odloučení psychického bytí, které se stalo ústředním tématem například Kantových „kritik rozumu“. Racionální filosofie přinesla ideu specializované vědy, která se odráží i v Descartově odloučení přírody od ducha a Hobbesově nové psychologii.¹⁶⁸

6.2 Systematizace bádání pomocí teoretické metodologie

Z předchozích údajů je zřejmé, že utváření základů moderní vědy neprobíhalo systematicky a nové poznatky nebylo možno jednoduše verifikovat ani vyvrátit. Soudobí učenci a badatelé přistupovali k utváření teorií a hypotéz ze spekulativního filosofického hlediska, většinou bez praktických důkazů. V tomto směru dochází k výraznému zlepšení díky Galileiho nové teoretické metodologii a využití technických zařízení v praktických pokusech. Galilei uvažoval o vědě jako o matematické přírodovědě a předpokládal, že matematicky vyjádřená hypotéza může vyjadřovat fyzickou souvislost. Tuto hypotézu stavěl jako měřítko výsledků svých experimentů. Hypotézy, které se touto cestou ukázaly jako platné, bylo možné dále využít pro dedukci některých nových

¹⁶⁷ TRETERA, I. Nástin dějin evropského myšlení: od Thaléta k Rousseauovi, s. 241.

¹⁶⁸ HUSSERL, E. Krize evropských věd a transcendentální fenomenologie, s. 82 - 84.

skutečností.¹⁶⁹ Odpor proti aristotelským i církevním dogmatům stvořil z Galileiho symbol boje nastupující moderní vědy proti středověké teologické tradici. Jeho objevy v mechanice sehrály významnou roli v utváření novověkého mechanistického materializmu, na který navázal Newton. Neméně důležitým přínosem se stal výklad a konkretizace metody vědeckého poznání.¹⁷⁰

Galilei spojil řešení praktických problémů s matematikou a filosofickou reflexí. Po řadě experimentů s pohybem těles dospěl k závěru, že matematickým vyjádřením fyzikálních vztahů lze dospět k exaktnější charakteristice reality než pouhým smyslovým zkoumáním. Matematická formulace zákonitostí pohybu přispěla k vytvoření metodologické základny vědeckého výzkumu. Galileiho „zlaté pravidlo mechaniky“ vyjadřuje vztah síly k délce dráhy a rychlosti. Pokud se zvýší síla pomocí stroje, dojde ke zkrácení dráhy nebo snížení rychlosti. „*Ve své metodice postupovat promyšleně, podle zásady, že je nutné vytvořit nejprve racionální věty nižšího řádu a ty pak verifikovat pokusy a pozorováním – základy deduktivně-induktivní metody.*“¹⁷¹

Galileiho metodologický přístup překonává závislost na smyslových údajích a vytváří z objektů svých experimentů matematické konstrukty, jejichž vzájemné vztahy a chování lze explicitně definovat. „*Matematika nám říká pravdu o přírodě, překonává nejistotu smyslů a vede k jistotě rozumového poznání.*“¹⁷² Ačkoli by se dalo očekávat, že Galilei vytvoří ucelený systém vědeckých poznatků, toto pojetí lze vysledovat až v jeho pozdním díle *Rozpravy o dvou nových vědách*. Galilei byl přesvědčen,

¹⁶⁹ RÖD, W. Novověká filosofie, s. 58 – 59.

¹⁷⁰ KOČKA, J. Antológia z diel filozofov. Humanizmus a renesancia , s. 37 – 38.

¹⁷¹ JANKO, J. Věda v renesanci a novověku, s. 41.

¹⁷² Tamtéž, s. 41.

že „kniha přírody“ je psána matematickým jazykem a k jeho pochopení je třeba pochopit význam jednotlivých geometrických obrazců, kterými je vytvořen. Tato Galileiho idea byla dovršena Descartovou racionalistickou koncepcí, která navázala na matematické vyjádření fyzikálních jevů a jejich vztahů rozšířením o algebraické definování geometrických útvarů a tím byl uskutečněn další krok v matematizaci přírodovědy.¹⁷³ „Z myšlenek, které Galileo zformuloval v *Rozpravách o dvou nových vědách*, vyvodil Newton padesát let po jeho smrti závěry, jež sepsal ve svém díle *Principia mathematica*; od něj se pak začala odvíjet průmyslová revoluce.“¹⁷⁴

6.3 Šíření nových technologií a popularizace vědy

Za významnou technologii, která umožnila změnu koncepce vzdělávání i sdělování poznatků, lze považovat knihtisk. Bez něj by jen těžko Galileiho objevy dosáhly takové popularity. Nové technické objevy posunuly soudobé bádání blíže k modernímu pojetí vědy. Přestože ze současného pohledu nelze mluvit o nijak převratných technologiích, před čtyřmi sty lety představovaly skutečný pokrok. Například Galileiho dalekohled, který zvětšoval dvacet až třicetkrát, významně ovlivnil astronomii a přispěl k mnoha novým objevům ve vesmíru. Galilei zaujímá výjimečné místo v dějinách vědy a kultury a jeho díla jsou považována za základ moderní vědy. Svým zaujetím pro objevy a vynálezy ovlivnil následující generace badatelů. Keplerova práce v oblasti optiky

¹⁷³ JANKO, J. *Věda v renesanci a novověku*, s. 42.

¹⁷⁴ WHITE, M. *Antikrist Galileo*, s. 288.

a alternativní verze Galileiho dalekohledu přinesly možnost získávání nových poznatků z astronomie, ale i dalších přírodovědných oborů.¹⁷⁵

Galilei využil svých znalostí pro vojenské účely při zdokonalování armádních lodí a obranných konstrukčních prvků hradeb. V armádě našel uplatnění i již zmiňovaný dalekohled či vylepšené kružidlo. „*Vojenští stratégové a velitelé něco podobného potřebovali již mnoho let, ovšem teprve člověk s takovými konkrétními schopnostmi, jakými disponoval Galileo (který ovládal teorii a chápal potřeby praxe), dokázal vyrobit použitelný přístroj.*“¹⁷⁶ Dnes můžeme jen stěží popřít fakt, že k největšímu technologickému pokroku dochází především v průběhu válečných konfliktů nebo v období potenciální vojenské či teroristické hrozby. Galileiho zájmem však bylo širší uplatnění vynálezů i v nevojenských profesích, což se mu podařilo díky promyšlené obchodní strategii a podnikatelským schopnostem.¹⁷⁷ Již v průběhu 16. století došlo k výraznému nárůstu publikací různých autorů, vydaných na základě zkušeností získaných s nově konstruovanými stavebními, dopravními i vojenskými zařízeními a technologiemi, čímž byl dán podnět k popularizaci vědy a techniky.¹⁷⁸

Vývoj obecné metody vědeckého poznání a rozvoj vědeckých poznatků v období renesance považuje Macek za první fázi vědecké revoluce. S počátky vědecké činnosti se zároveň začíná prosazovat popularizace vědy. Věda se stávala společenským fenoménem, který pomáhal lidem zbavovat se tmářských předsudků a slepé autority.

¹⁷⁵ KOCKA, J. Antológia z diel filozofov. Humanizmus a renesancia, s. 37, srovnej FINOCCHIARO, M. A. Galileo and the Philosophy of Science, s. 130, KOYRÉ, A. Galileo and Plato, s. 400.

¹⁷⁶ WHITE, M. Antikrist Galileo, s. 115.

¹⁷⁷ Tamtéž, s. 116.

¹⁷⁸ JANKO, J. Věda v renesanci a novověku, s. 40.

Oblíbené byly i přednášky vědců před širokou veřejností, které umožnily předávat nově získané poznatky a konfrontovat dřívější dogmatický obraz světa s moderním myšlením. Pro renesanci byl charakteristický optimismus a humanistický kolektivismus spolu s vírou ve společenské poslání vědy.¹⁷⁹ Popularizace vědy je spjatá i s rozšířením aktivit zámožných mecenášů kultury a vědy. Galileiho oporou se stal rod Medicejských a Kepler se těšil přízni pražského císařského dvora Rudolfa II. Podporou významných učenců získávali mecenáši na oplátku část popularity z uskutečněných objevů. Rod Medicejských je tak navždy spojen s odhalením Jupiterových měsíců, přestože se jejich pojmenování zveřejněné Galileim „medicejské hvězdy“ neujalo. Především Galilei se zasloužil o popularizaci vědy prostřednictvím vydávání spisů o konstrukci a využití technických přístrojů a nástrojů a jejich šikovnou obchodní propagací mezi vlivnou klientelou. Veřejné předvádění dalekohledu a jiných praktických pomůcek se stalo odrazovým můstkem pro formování obrazu vědy a techniky i u laických uživatelů. Galileiho soudní spor o autorství jednoduchého kružítka s bývalým žákem Balthasarem Caprou ukazuje, že v renesanci stejně jako dnes nebylo mnohdy jednoduché obhájit originalitu svých myšlenek a nápadů.¹⁸⁰

¹⁷⁹ MACEK, J. Renesanční Itálie, s. 311 - 312.

¹⁸⁰ SMOLKA, J. Galileo Galilei: Legenda moderní vědy, s. 15.

7 ZÁVĚR

Na otázku vlivu kulturního prostředí na utváření vědy lze téměř jednoznačně odpovědět, že renesanční společenské změny související s rozvojem osobnosti, byly důležitým předpokladem vzniku moderního myšlení. Novodobá mentalita vychází z důvěry ve vlastní schopnosti a racionální úsudek. Proti církevní nadřazenosti a Boží vůli je postavena nezávislost a individualismus člověka. Ten byl jako závislá bytost po dlouhá staletí postaven do role „stvořeného jsoucná“¹⁸¹ s poměrně jednoznačně definovaným prostorem bytí a konání. Novodobý člověk se začíná vymezovat vůči přírodě, uvědomuje si důležitost vlastní vůle a rozumu. Se změnou kulturního kontextu přichází nové možnosti uplatnění svobodného rozhodování jedince, projevující se zejména snahou o dosažení objektivního poznání prostřednictvím výzkumu přírodních zákonitostí a jejich ověřování praktickými experimenty.

Renesanční obrození vyneslo do centra dění nově se utvářející, raně kapitalistickou měšťanskou společnost, která zejména v italských městech přispěla k přehodnocení kulturních priorit. Navázáním na antickou tradici byl vytvořen progresivní systém vzdělávání, který formoval zájem o humanitní obory a přírodovědné bádání. Vzrostl počet vzdělávacích center univerzitního typu, která odchovala mnohé z novátorských učenců a badatelů. Jedním z faktorů působících na vývoj filosofie a vědy se stala kosmologie založená na odklonu od teologických dogmat a zaměřená na hledání jednotících principů v pohledu na fungování univerza. Zavržením systému hierarchie a duality pozemského a nebeského světa se vytvořil prostor pro zdůraznění

¹⁸¹ TRETERA, I. Nástin dějin evropského myšlení, s. 242.

významu pozemského života a hledání prostředků k jeho smysluplnému naplnění.

Ve druhé části práce jsem představila důležité osobnosti, jejichž myšlenky byly na svou dobu pokrokové a daly podnět k další badatelské činnosti, vedoucí k ustanovení vědy jako samostatného oboru. K předním učencům renesančního období patří Mikuláš Kusánský, který ve svém díle přišel s teorií nekonečnosti vesmíru a odmítnutím světové hierarchie. Přestože se astronomii věnoval spíše v zájmové rovině, ovlivnil své následovníky Koperníka a Bruna, kteří rozvinuli jeho myšlenky a dospěli k inovativním závěrům. Koperníkova teorie heliocentrismu a Brunova formulace nové kosmologie podnítila zvýšení zájmu o problematiku přírodních věd. Za velký přínos v oblasti astronomie můžeme považovat Keplerovy zákony o pohybu planet.

Na základě prostudovaných materiálů jsem dospěla k závěru, že nejvýznamnějším iniciátorem změn vedoucích k vědecké revoluci, která vyvrcholila dílem Isaaca Newtona, byl bezesporu Galileo Galilei. Jeho snaha o vytvoření metodologie výzkumu a požadavek experimentálního ověřování výsledků se staly předobrazem vědeckosti badatelské práce. Galilei rovněž přispěl k systematizaci získávaných poznatků pomocí matematizace a geometrizace přírodních jevů, což umožnilo utváření specifických, vzájemně kombinovatelných vzorců. Galileiho technologické objevy a konstrukce užitečných přístrojů umožnily formování obrazu vědy v povědomí odborné i laické veřejnosti a přispěly značnou měrou k její popularizaci. V závěrečné části práce jsem zhodnotila aspekty kulturního vývoje důležité pro utváření kosmologických teorií a nové koncepce přírodních věd s přihlédnutím k přínosu jednotlivých osobností.

8 LITERATURA A ZDROJE

ASENBAUM, Karl-Heinz. *Encyklopedie vědění lidstva: převratné objevy*. 4. vyd. Editor Jörg Meidenbauer. Překlad Ondřej Šanca. Čestlice: Rebo, 2011, 400 s. ISBN 978-80-255-0547-2.

BAJEV, K. L. *Tvorcovia novej astronomie Kopernik, Bruno, Kepler a Galilei*. Bratislava: Tatran, 1949. Malá naučná knižnica.

BARROW, John D. *Kniha o nekonečnu: stručný průvodce světem bez hranic, počátku a konce*. Vyd. 1. Překlad Jan Novotný. V Praze: Paseka, 2007, 266 s. Fénix, sv. 19. ISBN 978-807-1858-225.

BURKE, Peter. *Italská renesance: kultura a společnost v Itálii*. Vyd. 1. Praha: Mladá fronta, 1996, 319 s. ISBN 80-204-0589-5.

BURKE, Peter. *Žebráci, šarlatáni, papežové: historická antropologie raně novověké Itálie: eseje o vnímání a komunikaci*. Vyd. 1. Jinočany: H, 2007. ISBN 978-80-7319-069-9.

BURKE, Peter. *Společnost a vědění: od Gutenberga k Diderotovi*. 1. české vyd. Překlad Martin Pokorný. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2007, 304 s. Limes. ISBN 978-802-4613-192.

BRUNO, Giordano. *Dialogy*. Vyd. 2., v Academii 1., rev. Překlad Jan Blahoslav Kozák. Praha: Academia, 2008, 386 s. Europa, sv. 15. ISBN 978-802-0016-683.

CANDELA, Giuseppe. *An Overview of the Cosmology, Religion and Philosophical Universe of Giordano Bruno*. Italica [online]. 1998, roč. 75, č. 3, 348 - 364, 27/09/2012 12:13 [cit. 2012-10-07]. Dostupné z: <http://www.jstor.org/stable/480055>, navštíveno 27. 9. 2012.

COUPER, Heather a Nigel HENBEST. *Dějiny astronomie*. Vyd. 1. Praha: Knižní klub, 2009, 288 s. ISBN 978-80-242-2367-4.

DEMJANČUK, Nikolaj. *O povaze vědy: věda v kulturních kontextech*. 1. vyd. V Plzni: Západočeská univerzita, 2010, 155 s. ISBN 978-80-7043-921-0.

DRTINA František. *Myšlenkový vývoj evropského lidstva*. Vydavatelství Jan Laichtner na Královských Vinohradech, Praha 1902.

FERGUSONOVÁ, Kitty. *Tycho a Kepler: nesourodá dvojice, jež jednou provždy změnila náš pohled na vesmír*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2009. ISBN 978-802-0017-130.

FEYERABEND, Paul K. *Rozprava proti metodě*. Vyd. 1. Překlad Jiří Fiala. Praha: Aurora, 2001, 430 s. ISBN 80-729-9047-0.

FINOCCHIARO, Maurice A. *Galileo and the Philosophy of Science*. Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association. 1976, s. 130-139. Dostupné z: <http://www.jstor.org/stable/192356>, navštíveno 20. 2. 2013.

GALILEI, Galileo a Albert VAN HELDEN. *Sidereus nuncius, or, The Sidereal messenger*. Chicago: University of Chicago Press, 1989, xii, 127 p. ISBN 02-262-7903-0.

GALILEI, Galileo a Stillman DRAKE. *Dialogue concerning the two chief world systems, Ptolemaic and Copernican*. New York: Modern Library, c2001, xxxvii, 586 p. Modern Library science series (New York, N.Y.). ISBN 03-757-5766-X.

GRYGAR, Filip. *Kritika založení galileovské vědy v Husserlově "Krizi evropských věd a transcendentální fenomenologii"*. Červený Kostelec:

Pavel Mervart, 2005, 268 s. Práce Katedry filosofie a dějin přírodních věd Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze, sv. 1. ISBN 80-868-1806-3.

HANKINS, James, editor. *Renesanční filosofie*. Vyd. 1. Překlad Martin Pokorný. Praha: Oikoymenh, 2011, 547 s. Dějiny filosofie (Oikoymenh), sv. 7. ISBN 978-807-2984-183.

HAWKING, Stephen a Leonard MLODINOW. *Stručnější historie času*. Vyd. 1. Praha: Argo, 2006, 148 s. ISBN 80-720-3725-0.

HUSSERL, Edmund. *Krise evropských věd a transcendentální fenomenologie: úvod do fenomenologické filozofie*. Vyd. 2. Překlad Oldřich Kuba. Praha: Academia, 1996, 568 s. Filosofická knihovna (Academia). ISBN 80-200-0561-7.

JANKO, Jan. *Věda v renesanci a novověku*. 1. vyd. V Plzni: Západočeská univerzita, 2006, 98 s. ISBN 80-704-3523-2.

KEPLER, Johannes. *Sen, neboli, Měsíční astronomie*. Vyd. 1. Editor Alena Hadravová, Petr Hadrava. Praha: Paseka, 2004, 150 s. ISBN 80-703-7124-2.

KOCKA, Ján, ed., Pažitka, Mikuláš, ed. a Hrušovský, Igor, ed. *Antológia z diel filozofov. Zv. 4, Humanizmus a renesancia*. Bratislava: Vydavateľstvo politickej literatúry, 1966. 627 s.

KOYRÉ, Alexandre. *Od uzavřeného světa k nekonečnému vesmíru*. Vyd. 1. Překlad Petr Horák. Praha: Vyšehrad, 2004, 261 s. Dějiny idejí, sv. 1. ISBN 80-702-1586-0.

KOYRÉ, Alexandre. *Galileo and Plato*. Journal of the History of Ideas. 1943, roč. 4, č. 4, s. 400 - 428. Dostupné z: <http://www.jstor.org/stable/2707166>, navštíveno 20. 2. 2013.

KRAUS, Ivo. *Fyzika od Thaléta k Newtonovi: kapitoly z dějin fyziky*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2007, 329 s. ISBN 978-80-200-1540-2.

KRATOCHVÍL, Zdeněk. *Filosofie mezi mýtem a vědou: od Homéra po Descarta*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2009, 471 s. Galileo, sv. 36. ISBN 978-802-0017-895.

KRISTELLER, Paul Oskar. *Osm filosofů italské renesance*. Vyd. 1. Praha: Vyšehrad, 2007, 203 s. Dějiny idejí, sv. 3. ISBN 978-807-0218-327.

MACEK, Josef. *Italská renesance*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1965.

MACKENNEY, Richard. *Evropa šestnáctého století*. Vyd. 1. Překlad Martin Hořák. Praha: Vyšehrad, 2001, 395 s. Dějiny Evropy (Vyšehrad). ISBN 80-7021-469-4.

NAYLOR, Ronald H. *Galileo's Method of Analysis and Synthesis*. Isis. 1990, roč. 81, č. 4, s. 695 - 707. Dostupné z: <http://www.jstor.org/stable/233812>, navštíveno 20. 2. 2013.

OCHRANA, František. *Metodologie vědy: úvod do problému*. Vyd. 1. Praha: Karolinum, 2009, 156 s. Galileo, sv. 36. ISBN 978-802-4616-094.

PATOČKA, Jan a Pavel FLOSS. *Mikuláš Kusánský: život a dílo renesančního filosofa, matematika a politika*. Vyd. 1. Praha: Vyšehrad, 2001, 257 p. ISBN 80-702-1472-4.

POLÁCH, Rudolf. *O pojmu vesmír: společník na cestách staletími se známými mysliteli*. Vyd. 1. Pelhřimov: Nová tiskárna Pelhřimov, 2007, 309 s. ISBN 978-80-86559-66-7.

RÖD, Wolfgang. *Novověká filosofie*. Vyd. 1. Praha: Oikoymenh, 2001, 383 s. Dějiny filosofie (Oikoymenh), sv. 8. ISBN 80-729-8039-4.

SAVICKÝ, Nikolaj. *Renesance jako změna kódu: o komunikaci slovem a obrazem v italském rinascimentu*. Vyd. 1. Praha: Prostor, 1998, 204 p. ISBN 80-851-9076-1.

SCHWANITZ, Dietrich. *Vzdělanost jako živý dialog s minulostí: vše, co musíte vědět, chcete-li rozumět přítomnosti*. V českém jazyce vyd. 1. Překlad Dana Petříčková, Miroslav Petříček. Praha: Prostor, 2011, 551 s. Obzor (Prostor), sv. 81. ISBN 978-807-2602-568.

SMOLKA, Josef. Galileo Galilei: *Legenda moderní vědy*. Havlíčkův Brod: Prometheus, spol. s r. o., 2000. Velké postavy vědeckého nebe. ISBN 80-7196-171-X.

ŠEVČÍK, Oldřich. *Architektura - historie - umění: kulturně-civilizační vývoj v Evropě od antiky do počátku 19. století*. 1.vyd. Praha: Grada, 2002, 318 s. ISBN 80-247-0345-9.

ŠOLCOVÁ, Alena. *Johannes Kepler: zakladatel nebeské mechaniky*. 1. vyd. Praha: Prometheus, 2004, 48 s., [8] s. obr. příl. Velké postavy vědeckého nebe, sv. 12. ISBN 80-719-6274-0.

TRETERA, Ivo. *Nástin dějin evropského myšlení: od Thaléta k Rousseauovi*. 4. vyd. Praha: Paseka, 2002, 374 s. ISBN 80-718-5171-X.

VOGL, Joseph a Brian HANRAHAN. *Becoming-Media: Galileo's Telescope*. Grey Room: New German Media Theory. 2007, č. 25, s. 14-

25. Dostupné z: <http://www.jstor.org/stable/20442773>, navštíveno 20. 2. 2013.

WHITE, Michael. *Antikrist Galileo: životopis*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2011, 342 s. Galileo. ISBN 978-80-200-1899-1.

WHITEHOUSE, David. *Renaissance genius: Galileo Galilei*. New York, NY: Sterling, 2009, 256 s. ISBN 14-027-6977-6.

9 RESUMÉ

In my dissertation I follow up the renaissance epoch aiming a role of culture and philosophy in formation of modern science. Renaissance culture is meant to be an important condition of scientific origins. I suppose the significance of reversion in Italian city state citizens mind and upward trend of interest in natural science. There is a new trend of individualism and social model change. The first revision of medieval cosmology set up by early renaissance philosopher Cusanus followed by extraordinary ideology of Bruno, culminated in Copernican astronomical revolution. Copernicus expressed a crucial heliocentric theory as an antithesis of Ptolemy's geocentric world system. The theory heralded by Copernicus was confirmed by Galilee's observations of the heaven and discoveries of Kepler. The scientific reasoning by Galileo is regarded as one of the most important achievement in the history of human knowledge. The most important things for development of modern science are: a change of communication code, new cosmological theories, implementation of rationality, systematization of scientific research by theoretical methodology, application of new technologies and popularization of science.

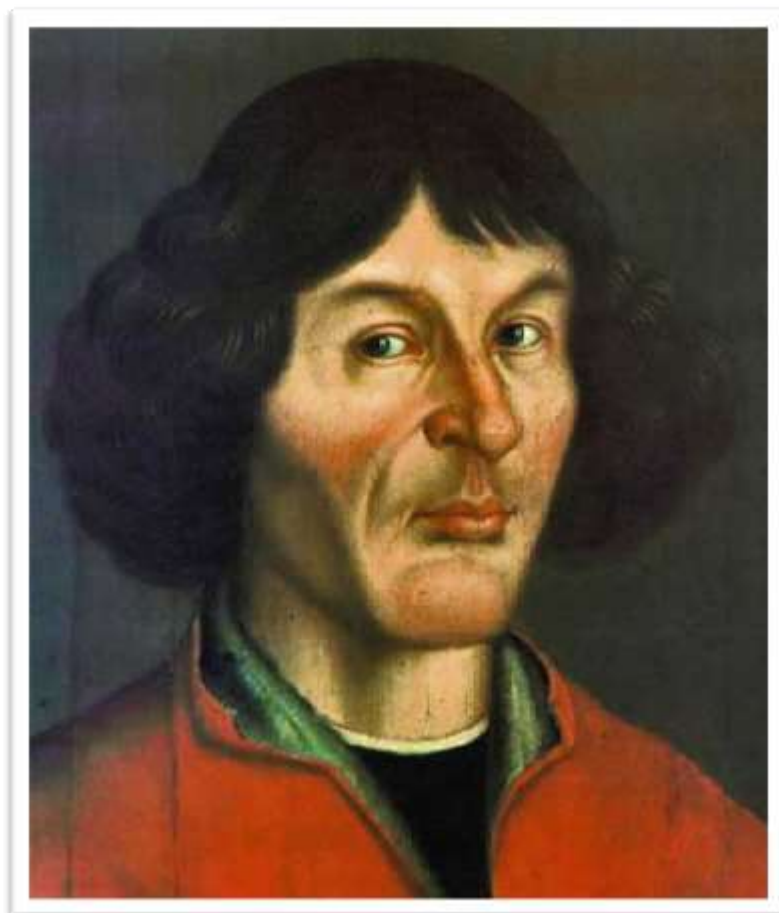
10 PŘÍLOHA

I. Mikuláš Kusánský (malba ze špitálu v Kues)¹⁸²



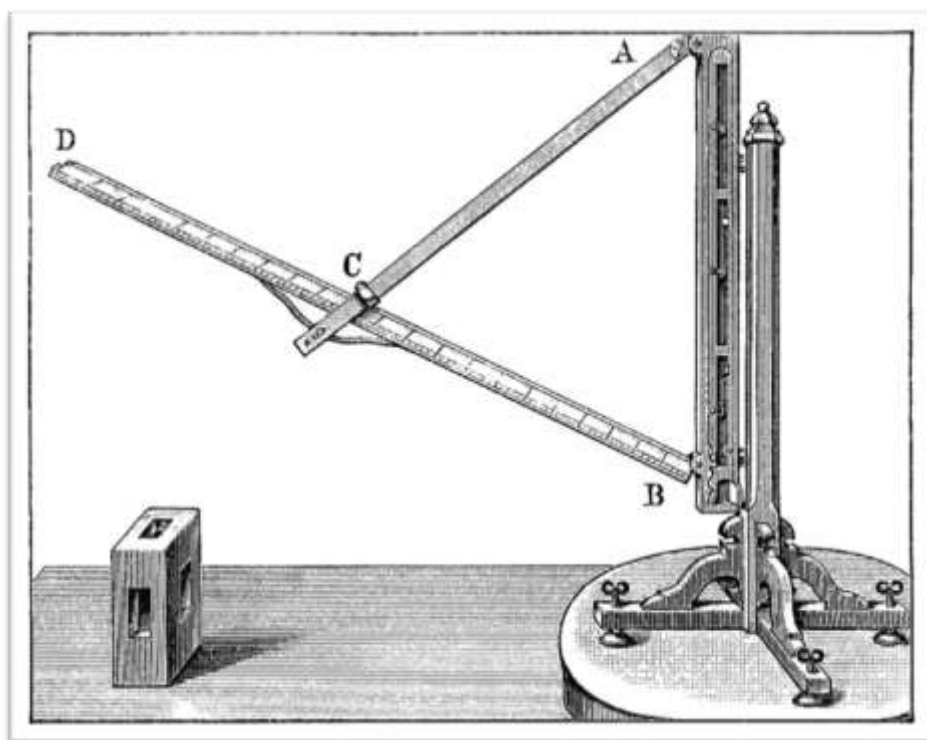
¹⁸² http://cs.wikipedia.org/wiki/Mikul%C3%A1%C5%A1_Kus%C3%A1nsk%C3%BD

II. Mikuláš Koperník¹⁸³



¹⁸³ <http://www.outerspaceuniverse.org/category/pioneer-astronomers>

III. Koperníkovo trikvetrum¹⁸⁴



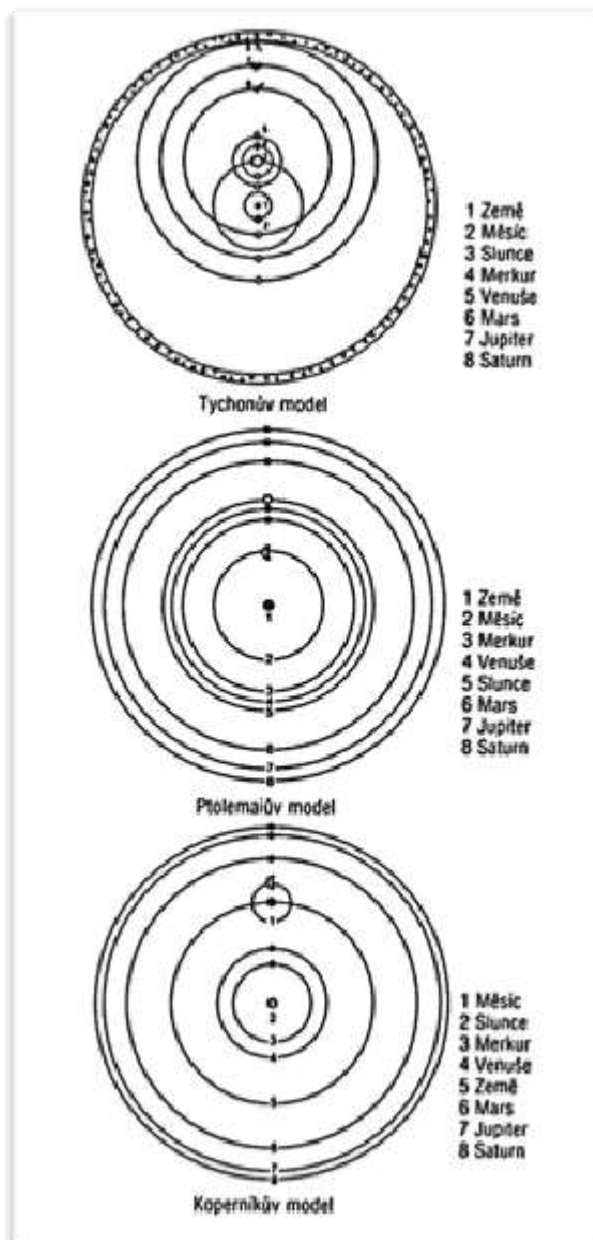
¹⁸⁴ <http://images.zeno.org/Meyers-1905/l/big/Wm02010a.jpg>

IV. Astronomický kvadrant¹⁸⁵



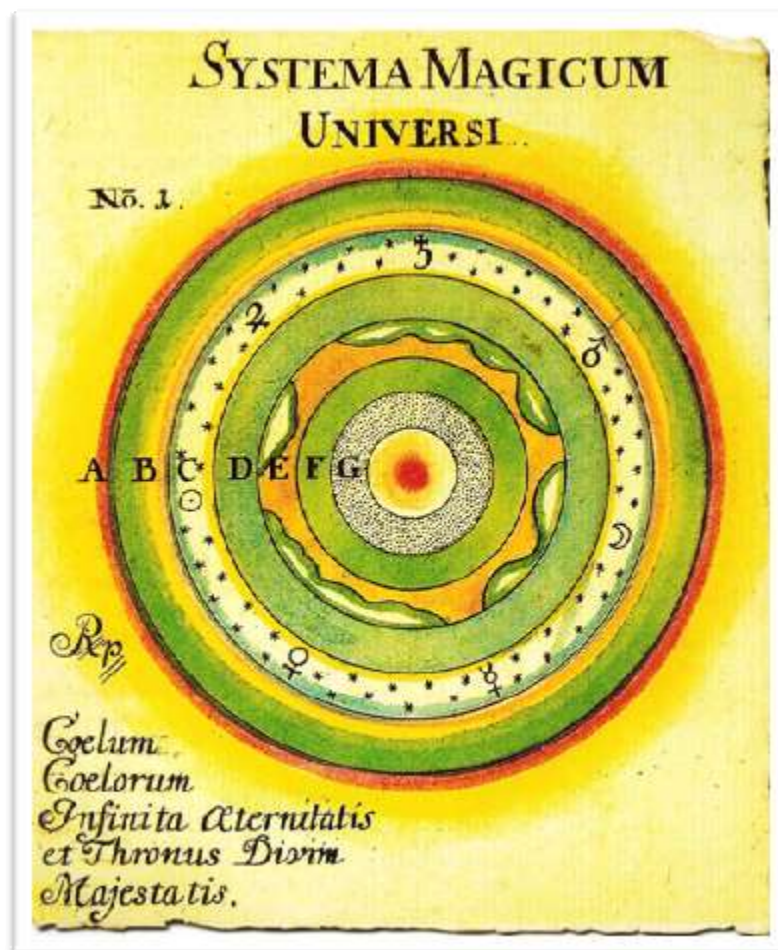
¹⁸⁵ <http://fyzmatik.pise.cz/110779-stredoveke-gps-kvadranty-a-sextanty.html>

V. Srovnání Ptolemaiova, Koperníkova a Braheova světového systému¹⁸⁶



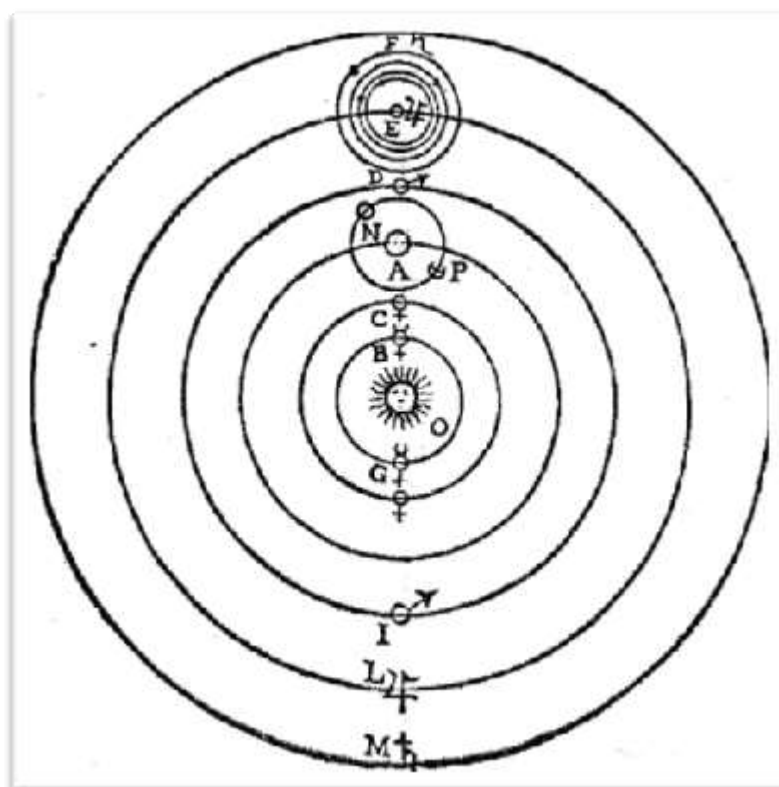
¹⁸⁶ Fergusonová, K. Tycho a Kepler, s. 161.

VI. Ptolemaiov geocentrický světový systém¹⁸⁷



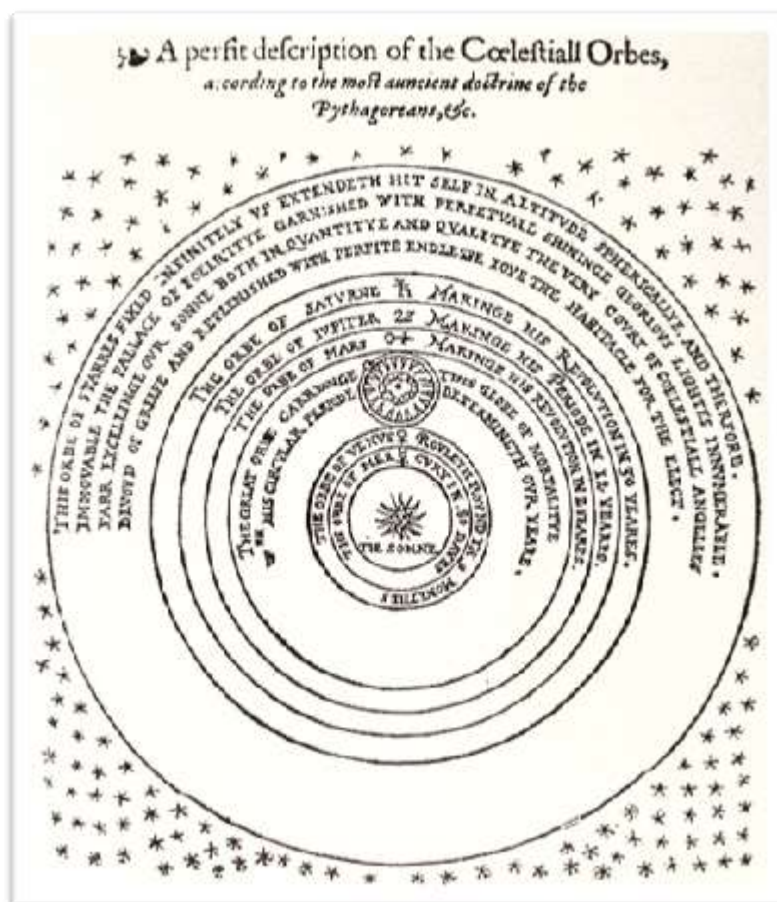
¹⁸⁷ WHITEHOUSE, D. Renaissance genius: Galileo Galilei, s. 71.

VII. Koperníkův heliocentrický světový systém na Galileiho kresbě¹⁸⁸



¹⁸⁸ WHITEHOUSE, D. Renaissance genius: Galileo Galilei, s. 204.

VIII. Heliocentrický systém vyobrazený T. Diggesem¹⁸⁹



¹⁸⁹ WHITEHOUSE, D. Renaissance genius: Galileo Galilei, s. 131.

IX. Giordano Bruno¹⁹⁰



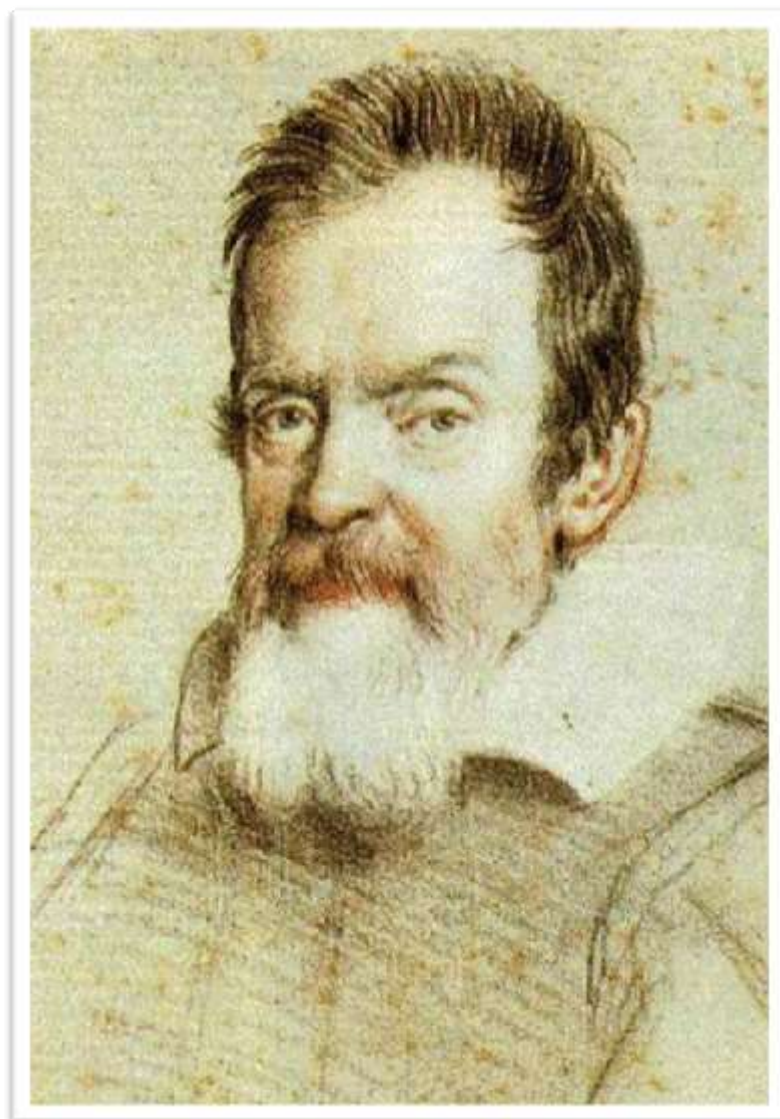
¹⁹⁰ <http://yalepress.yale.edu/yupbooks/book.asp?isbn=9780300094510>

X. Johannes Kepler, podobizna z roku 1610.¹⁹¹



¹⁹¹ Fergusonová, K. Tycho a Kepler, s. 225.

XI. Galileo Galilei (kresba Ottavia Leoniho z roku 1624)¹⁹²



¹⁹² <http://fineartamerica.com/featured/galileo-galilei-granger.html>

XII. Galilei demonstruje nové astronomické teorie na univerzitě v Padově¹⁹³



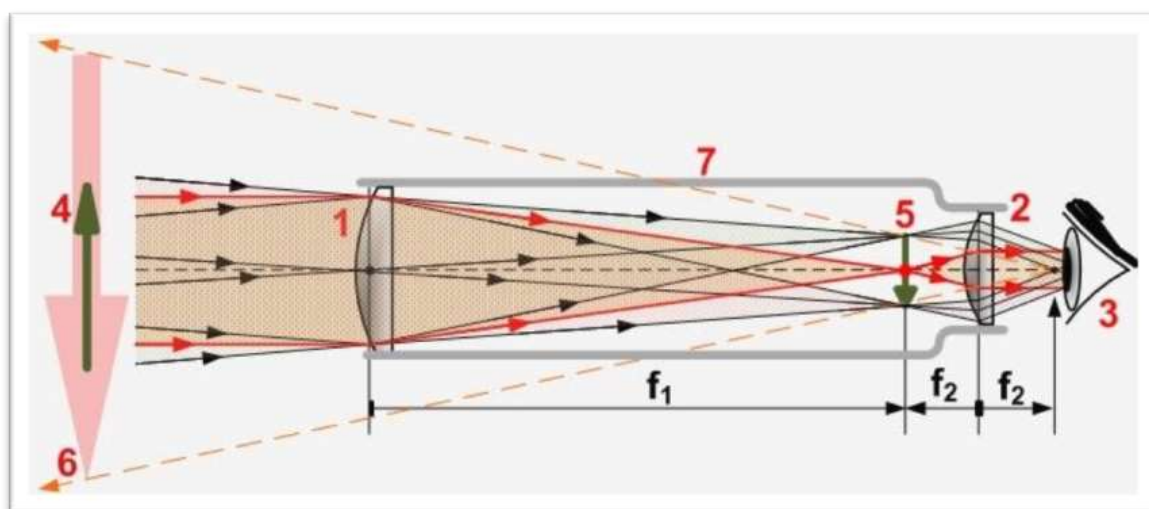
¹⁹³ <http://fineartamerica.com/featured/galileo-galilei-demonstrating-his-new-astronomical-theories-at-the-university-of-padua-felix-parra.html>

XIII. Galileiho dalekohled¹⁹⁴



¹⁹⁴ WHITEHOUSE, D. Renaissance genius: Galileo Galilei, s. 70.

XIV. Schéma dalekohledu¹⁹⁵



1 - objektiv, 2 - okulár, 3 - oko, 4 - předmět, 6 - zvětšený obraz, 7 - tubus;
 f_1 - ohnisková vzdálenost objektivu, f_2 - ohnisková vzdálenost okuláru

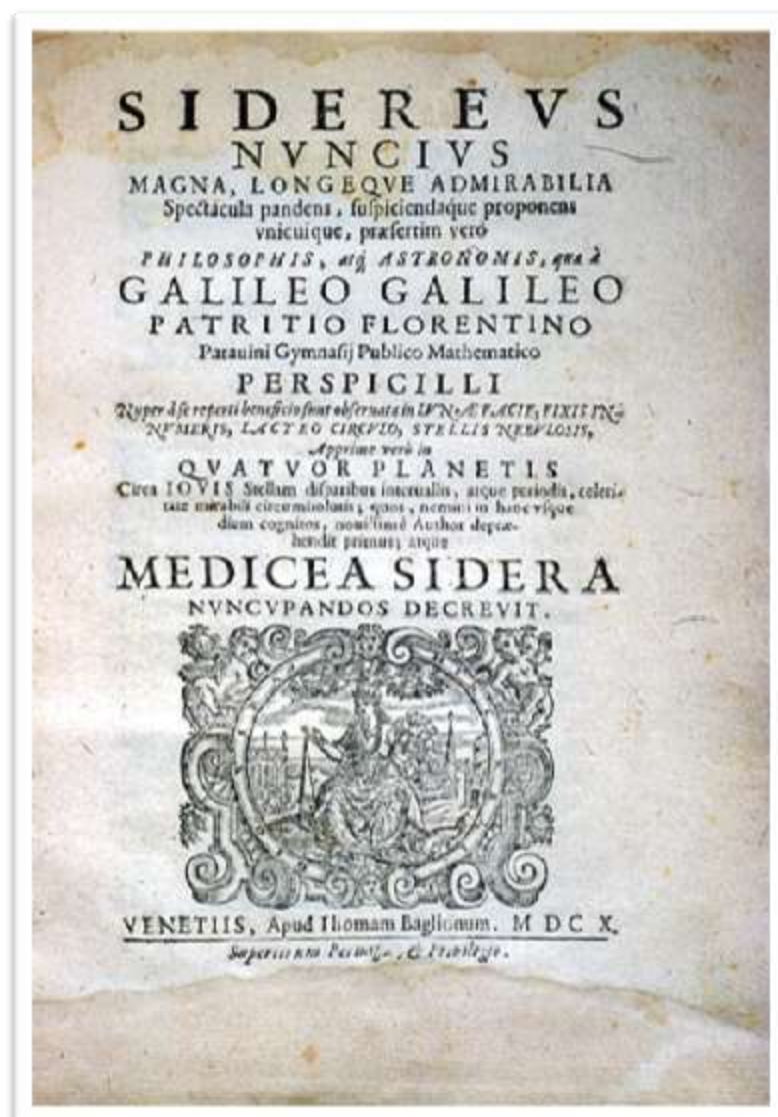
¹⁹⁵ <http://www.inoptik.cz/advisor/dalekohled-vyvoj-a-konstrukce>

XV. Galilei předvádí dalekohled benátskému dóžeti¹⁹⁶



¹⁹⁶ WHITEHOUSE, D. Renaissance genius: Galileo Galilei, s. 76.

XVI. Titulní strana spisu *Hvězdný posel*¹⁹⁷



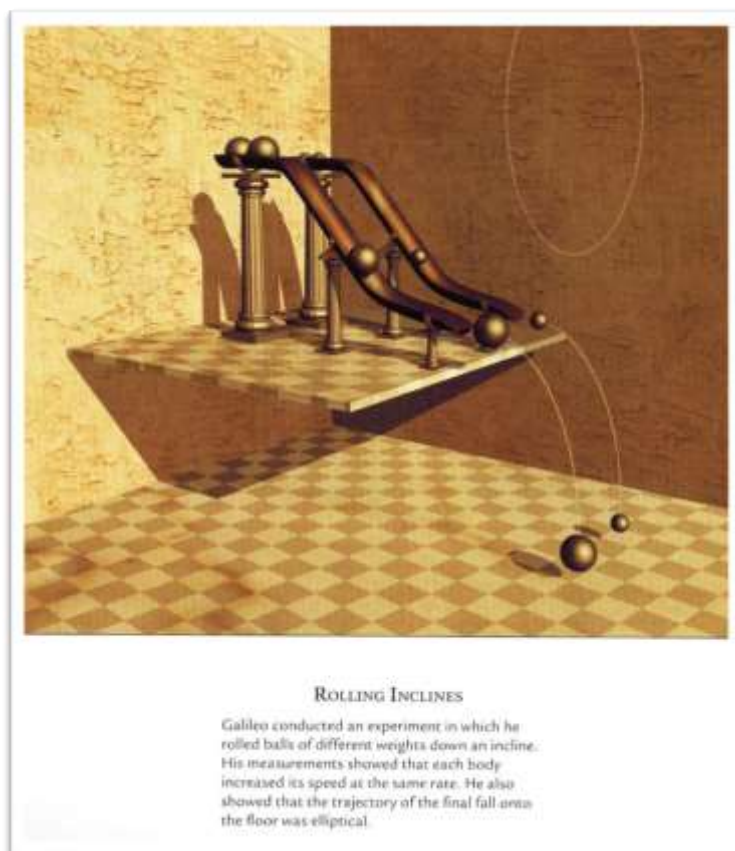
¹⁹⁷ <http://ilpiccolofriedrich.blogspot.cz/2011/07/il-sidereus-nuncius-di-galileo-galilei.html>

XVII. Kresba fází měsíce ze spisu *Hvězdný posel*¹⁹⁸



¹⁹⁸ WHITEHOUSE, D. Renaissance genius: Galileo Galilei, s. 87.

XVIII. Galileův experiment s nakloněnou rovinou¹⁹⁹



¹⁹⁹ WHITEHOUSE, D. Renaissance genius: Galileo Galilei, s. 38.