

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**

**Fakulta filozofická**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2012**

**Daniela Vinopalová**

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**

**Fakulta filozofická**

**Bakalářská práce**

**Dalekohled: původ a důsledky jednoho vynálezu**

**Daniela Vinopalová**

**Plzeň 2012**

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**Fakulta filozofická**

Katedra filozofie

Studijní program Humanitní studia

Studijní obor Humanistika

**Bakalářská práce**

**Dalekohled: původ a důsledky jednoho vynálezu**

**Daniela Vinopalová**

Vedoucí práce:

PhDr. Daniel Špelda, Ph.D.

Katedra filozofie

Fakulta filozofická Západočeské univerzity v Plzni

**Plzeň 2012**

Prohlašuji, že jsem práci zpracovala samostatně a použila jen uvedených pramenů a literatury.

Plzeň, duben 2012 .....

Chtěla bych poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu PhDr. Danielu Špeldovi Ph.D. za velmi cenné rady a připomínky, za zapůjčení literatury a za veškerou energii, kterou do vedení mé práce vložil.

# Obsah

<b>1 Úvod.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Kosmologické koncepce v antice a středověku.....</b>	<b>3</b>
<b>3 Vynález dalekohledu.....</b>	<b>6</b>
3.1 Optické čočky.....	7
3.2 Zázračný přístroj.....	8
3.3 Konstrukce dalekohledu.....	9
3.4 Vlámský patent.....	10
3.5 Další vývoj konstrukce dalekohledu.....	12
<b>4 Galileova pozorování.....</b>	<b>14</b>
4.1 Hvězdný posel.....	14
4.1.1 Sestavení dalekohledu.....	15
4.1.2 Měsíc.....	16
4.1.2.1 Měsíční povrch.....	17
4.1.2.2 Atmosféra Měsíce.....	19
4.1.2.3 Porovnání povrchu Měsíce a Země.....	20
4.1.2.4 Popelavý svit Měsíce.....	20
4.1.2.5 Země a Měsíc.....	21
4.1.3 Souhvězdí.....	22
4.1.4 Medicejské hvězdy.....	23
4.2 Další Galileova pozorování.....	26
4.2.1 Saturn.....	26
4.2.2 Venuše.....	27
4.2.3 Sluneční skvrny.....	28
<b>5 Závěr.....</b>	<b>29</b>
<b>6 Seznam použité literatury.....</b>	<b>32</b>
6.1 Monografie a články.....	32
6.2 Elektronické zdroje.....	34
6.3 Zdroje příloh.....	34
<b>7 Resumé.....</b>	<b>35</b>
<b>8 Přílohy.....</b>	<b>36</b>

# 1 Úvod

Předkládaná bakalářská práce si klade za cíl stručně a přehledně zpracovat původ a důsledky vynálezu dalekohledu. V české literatuře neexistuje k tomuto tématu dostatek odborné literatury, a tak práce vychází především ze zahraničních publikací. Jmenovitě jsou to odborné články Alberta van Helden, který se problematikou vynálezu dalekohledu velmi podrobně zabýval, a dále jsou to knihy a články Alexandra Koyrého, Stevena Schapina či Hanse Blumenberga. Stěžejní kapitola této práce vychází ze spisu Galeliea Galilei *Hvězdný posel (Sidereus Nuncius)*.

Úvodní kapitola přiblíží čtenáři kosmologickou koncepci, která se zrodila v antice a s drobnými změnami přetrvávala až do dob renesance. Ačkoli tento výklad s vynálezem dalekohledu zdánlivě nesouvisí, je znalost středověké kosmologie zásadní podmínkou pro pochopení významu objevů, které byly s pomocí dalekohledu učiněny, a důsledků, ke kterým tyto objevy vedly.

Ve třetí kapitole, která vychází především ze článků Alberta van Helden, je objasněn samotný vynález dalekohledu. Je popsána jeho nejpravděpodobnější konstrukce a jsou zmíněny podmínky, které byly nezbytné k tomu, aby mohl být tento přístroj vynalezen. Dále je také stručně pojednáno o dalším vývoji a využití dalekohledu v průběhu sedmnáctého století.

Stěžejní kapitolou předkládané bakalářské práce je kapitola čtvrtá, která podrobně líčí Galileova pozorování oblohy. Výklad vychází přímo ze spisu *Sidereus Nuncius*. Protože tato kniha nebyla přeložena do češtiny, byl použit anglický překlad Maurice Finocchiaro *The Sidereal Messenger*. Tento spis byl zvolen zcela záměrně, protože se jedná o první publikaci, která se zabývá pozorováním hvězdné oblohy, za použití dosud neznámého přístroje – dalekohledu. Na jednotlivých Galileových objevech učiněných pomocí dalekohledu je jasně patrné, jak se měnila hranice lidského poznání a studium bible již nestačilo k vysvětlení nově pozorovaných jevů. Důležitý je také fakt, že Galileova pozorování dokazovala pravdivost heliocentrismu.

V závěru práce je zhodnocen význam vynálezu dalekohledu a jeho důsledků. Je to především změna chápání uspořádání světa a posun od geocentrismu k heliocentrismu. Dále je to přijetí možnosti existence nekonečného vesmíru, a tím pádem i odbourání hranic lidského poznání.

Součástí této bakalářské práce jsou i obrázkové přílohy, které přímo souvisí s prezentovaným tématem a jeho dílčími body. Byly zvoleny převážně jednoduché schematické (a pokud možno autentické) obrázky a diagramy, které by měly pomoci čtenáři blíže porozumět výkladu.

Při tvorbě práce byly kromě odborných monografií a článků použity také materiály, které jsou dostupné na internetových stránkách uvedených v soupisu použité literatury. Je nutné zmínit, že se jedná o portály, které jsou výsledkem spolupráce mnoha odborníků a obsahují mimo jiné i naskenované kopie autentických dobových dokumentů a další hodnotné informace, které často nejsou dostupné ani v odborných publikacích.

Všechny faktografické údaje o Měsíci jsou převzaty z internetového portálu: <http://mesic.astronomie.cz/cisla.htm>. K převodům jednotek bylo využito portálu: <http://www.converter.cz/prevody/delka-stare-cizi.htm>.



## 2 Kosmologické koncepce v antice a středověku

Ačkoli se pozorování oblohy nezrodilo na řecké pevnině a počátky astronomie můžeme vypátrat v oblasti Persie, byl to právě Aristotelés, kdo jako první dokázal formulovat takovou představu o uspořádání světa, která přetrvala několik století.<sup>1</sup>

Křesťanství přejalo Aristotelovu koncepci v jedenáctém a dvanáctém století. Většina zdrojů pocházela z arabského světa, kde se řecká vzdělanost udržela v množství překladů do arabštiny. Posléze byly dostupné i překlady do latiny. Církev se samozřejmě snažila upravit Aristotelův výklad tak, aby odpovídal křesťanským zásadám a byl dostatečně podepřen obsahem bible a v souladu s ním.<sup>2</sup> Nejvíce se o rozpracování Aristotelovy filosofie a kosmologie zasloužil řád dominikánů ve třináctém století.<sup>3</sup>

Aristotelem vytvořená koncepce vycházela z teorií jeho předchůdců, které byly běžně přijímány řeckým obyvatelstvem, a je popsána v jeho spise *De caelo (O nebi)*. Protože se však jedná o jeho rané dílo, nenajdeme zde komplexně vyloženou kosmologii. Například o prvním hybateli se Aristotelés zmiňuje až ve své *Fyzice*.<sup>4</sup>

Na rozdíl od svých předchůdců Aristotelés zcela popírá některé do té doby uznávané myšlenky. Ponechává sice sférický tvar vesmíru se Zemí ve středu, zcela však odmítá zemskou rotaci, jak ji hlásali pýthagorejci. Domnívá se totiž, že pokud by se Země pohybovala, znamenalo by to, že na obloze budeme pozorovat pohybující se hvězdy. A protože se hvězdy na obloze vždy jeví jako stálice, je pro Aristotela zemská rotace nepřijatelná.<sup>5</sup>

Uprostřed vesmíru se nachází Země, na které se objevují čtyři základní elementy. Jmenovitě jsou to: země, voda, vzduch a oheň. Země a voda jsou dva nejtěžší elementy, a aby našly své přirozené místo a spočinuly v klidu, musí být umístěny doprostřed kosmu. Vzduch a oheň jsou lehčí a mají tendenci stoupat, proto je jejich přirozené místo okolo Země. Pro nebeská tělesa, kterými jsou Slunce, hvězdy a ostatní

<sup>1</sup> NORTH, JOHN, *Cosmos an illustrated history of astronomy and cosmology*, str. 68.

<sup>2</sup> WALKER, CHRISTOPHER, *Astronomy before the telescope*, str. 177-178.

<sup>3</sup> RANDLES, W. G. L., *The unmaking of the medieval Christian cosmos*, str. 2.

<sup>4</sup> NORTH, JOHN, *Cosmos an illustrated history of astronomy and cosmology*, str. 82.

<sup>5</sup> Tamtéž, str. 82.

planety, však toto uspořádání neplatí. Nenajdeme zde čtyři elementy, ale pouze jeden prvek, který je označován jako kvintesence neboli éter. Jedná se o speciální látku, pro kterou platí zcela jiné zákony.<sup>6</sup> Prostor od Měsíce dál je vyplněn tímto éterem, který Aristotelés definoval jako nevytvořený, nezničitelný, nestárnoucí, nezaměnitelný a netečný.<sup>7</sup> Zatímco tedy Země táhne ke středu a setrvává v klidu, éter umožňuje, že se nebeská tělesa pohybují v dokonalých a neměnných kruzích.<sup>8</sup>

Vesmír je tvořen osmi sférami. Přičemž nejdokonalejší sféra stálic je nejvzdálenější od Země. Jelikož dle Aristotela nemůže existovat nekonečná rychlost, nemůže existovat ani nekonečný vesmír. Sféra stálic je hranicí celého univerza a vně neexistuje nic.<sup>9</sup> Ani prostor, ani prázdno, ani čas.<sup>10</sup>

Kromě sublunární sféry, která je vymezena prostorem mezi Zemí a Měsícem, se všechny sféry každý den otáčejí od západu na východ. Jejich pohyb je kruhový a dokonalý a je způsoben prvním hybatelem. Smyslově nevnímátný a nehybný první hybatel uděluje pohyb sféře stálic a ta pak tento pohyb předává sférám pod sebou. Každá sféra nese jednu planetu. V sublunární sféře již nenajdeme kruhový pohyb, který je prvotní a dokonalý, ale pouze lineární pohyb, který je z něho odvozený.<sup>11</sup> Proto také ve středověku převládal názor, že komety, které nemají pravidelnou dráhu, nejsou nebeská tělesa a prolétají v prostoru mezi Zemí a Měsícem, nejčastěji přímo v zemské atmosféře.<sup>12</sup>

Aristotelés se pokusil vysvětlit fungování vesmíru na základě fyzikálních principů, jmenovitě na protikladu pohybu a klidu. Uprostřed světa je nehybná Země, na které nacházíme nedokonalý lineární pohyb. Nad Měsícem se pak nachází sedm sfér, ve kterých se projevuje dokonalý kruhový pohyb.<sup>13</sup>

Stejně, jako se projevuje protiklad dokonalosti a nedokonalosti v pohybu, projevuje se i v dalších vlastnostech těles, která se nacházejí buď na Zemi, nebo ve sférách nad Měsícem. Jedná se o celkový protiklad nedokonalého pozemského světa

<sup>6</sup> SHAPIN, STEVEN, *The Scientific Revolution*, str. 22-23.

<sup>7</sup> RANGLES, W. G. L., *The unmaking of the medieval Christian cosmos*, str. 8.

<sup>8</sup> SHAPIN, STEVEN, *The Scientific Revolution*, str. 23-24.

<sup>9</sup> WALKER, CHRISTOPHER, *Astronomy before the telescope*, str. 181.

<sup>10</sup> RANGLES, W. G. L., *The unmaking of the medieval Christian cosmos*, str. 8.

<sup>11</sup> NORTH, JOHN, *Cosmos an illustrated history of astronomy and cosmology*, str. 82-83.

<sup>12</sup> SHAPIN, STEVEN, *The Scientific Revolution*, str. 17.

<sup>13</sup> WALKER, CHRISTOPHER, *Astronomy before the telescope*, str. 181.

a dokonalého nebeského světa, jak bylo interpretováno středověkými a především křesťanskými mysliteli. Odtud pochází též domněnka o dokonalosti nebeských těles.<sup>14</sup>

Středověká kosmologická koncepce, která kromě Aristotela navazovala též na Klaudia Ptolemaia, přisoudila ústřední roli člověku. Uprostřed dokonalého konečného vesmíru se nachází jeden nedokonalý pozemský svět obývaný lidmi. Tento svět byl stvořen jediným Bohem a lidé, kteří ho obývají, sami sebe považují za jedinečná boží stvoření. Jako trest za prvotní hřích je však lidstvo odsouzeno ke smrtelnému životu v bídě a utrpení a současně je vybaveno pouze nedokonalými smysly, které limitují možnost poznání. Dokonalému poznání se tak mohou přiblížit až ve splnutí s Bohem.<sup>15</sup>

Již od Aristotela známe pojem teleologie, nauku o tom, že vše ve světě spěje ke svému cíli a veškerý pohyb je vyvolán právě tímto cílem. Proto vyhozený kámen padá k zemi, protože jeho cílem (účelem) je spočinout na svém přirozeném místě. Odtud pak pochází domněnka o tom, že se Země nepohybuje – dosáhla již totiž svého přirozeného místa (element země a vody je těžký, a proto se nachází uprostřed). Podobné úvahy také vedly k přesvědčení o oduševnělé povaze všech existujících věcí. Kámen ví, kde má být, stejně tak, jako i člověk ví, kde má být a kam se má pohybovat.<sup>16</sup> Středověké vnímání světa bylo tedy především geocentrické, antropocentrické, teleologické a animistické. Zásadní změna tohoto názoru přišla až s heliocentrickou teorií Mikuláše Koperníka, kterou silně podpořily Galileovy objevy učiněné pomocí dalekohledu.

---

<sup>14</sup> SHAPIN, STEVEN, *The Scientific Revolution*, str. 17-18.

<sup>15</sup> Tamtéž, str. 24.

<sup>16</sup> Tamtéž, str. 29.

### 3 Vynález dalekohledu

Nejslavnější osobností, se kterou je vynález dalekohledu spojován, je bezesporu Galileo Galilei, který si vlastní dalekohled sestavil na přelomu let 1609 a 1610. A on sám ve svém spise *Hvězdný posel (Sidereus Nuncius)* zmiňuje, že není vynálezcem dalekohledu a že se k němu už v květnu roku 1609 z Paříže dostala zpráva, že jistý Vlám vynalezl instrument, se kterým lze vzdálené objekty pozorovat tak, jako by byly blízko.<sup>17</sup>

Kdo ale byl onen Vlám, který dalekohled poprvé sestavil? Již v první polovině sedmnáctého století se vedly spory o to, kdo je skutečným vynálezcem dalekohledu. Do hry vstupovala tři jména: Jacob Metius, Hans Lipperhey a Sacharias Janssen. V roce 1906 vydal holandský historik Cornelis de Waard spis *De uitvinding der verrekiijkers*, ve kterém zveřejnil mnoho nashromážděných materiálů o dalekohledu a jeho možných vynálezcích.<sup>18</sup>

Je nutno podotknout, že de Waardovy spisy nebyly nikdy přeloženy do žádného jiného jazyka a existují pouze v holandštině. Z tohoto důvodu se jeho závěry nikdy nedostaly do širšího povědomí.<sup>19</sup>

Na závěr své knihy vyslovil hypotézu, že dalekohled vůbec nevznikl v Holandsku, ale byl vynalezen v Itálii někdy kolem roku 1600. V anglicky mluvícím prostředí, kde Cornelis de Waard neměl velký vliv, byl však za nejpravděpodobnějšího vynálezce dalekohledu stále považován Hans Lipperhey (často též psáno Lippershey).<sup>20</sup>

Podle výzkumu Alberta van Helden nemohl být dalekohled vynalezen o mnoho dříve, než v roce 1600. Ve svém článku „The invention of the telescope“ předložil množství poznatků, které sice nevedly k určení vynálezce dalekohledu, ale dokázaly jednoznačně určit proces, který ke vzniku dalekohledu vedl.<sup>21</sup>

---

<sup>17</sup> GALILEI, GALILEO, *The Sidereal Messenger*, str. 49-50.

<sup>18</sup> VAN HELDEN, ALBERT, *The invention of the Telescope*, str. 8-9.

<sup>19</sup> VAN HELDEN, ALBERT, *The Telescope in the Seventeenth Century*, str. 38-39.

<sup>20</sup> VAN HELDEN, ALBERT, *The invention of the Telescope*, str. 8-9.

<sup>21</sup> Tamtéž, str. 9-10.

### 3.1 Optické čočky

Nutnou podmínkou pro vynález dalekohledu byla znalost optické čočky. Určité pomůcky pro zlepšení zraku byly známy již v antice, ale jejich použití bylo velmi omezené, neboť se jednalo o výrobky z drahých kamenů. Optické čočky jako takové byly vynalezeny na konci třináctého století. Konvexní čočky (spojky) byly využívány jako pomoc při čtení, zejména pro starší lidi trpící presbyopií (vetchozrakostí). K rozmachu konkávních čoček (rozptylek) došlo po roce 1450. Tyto sloužily ke zlepšení zraku lidem trpícím myopií (krátkozrakostí). Ta se začala ve větší míře projevovat po vynálezu knihtisku, kdy byly najednou knihy dostupné pro široké vrstvy obyvatel. Oční čočka zatížena čtením se deformuje (zplošťuje) a dochází k poškození zraku. Myopie byla tedy velmi často spojována s gramotností obyvatel.<sup>22</sup>

Po roce 1462 byly oba druhy čoček dostupné ve Florencii, odkud se rozšiřovaly dále na sever za Alpy. V Evropě byly čočky k sehnání relativně snadno někdy kolem roku 1525. Musíme však mít na paměti, že pouhá existence optických čoček nestačila k tomu, aby byl vynalezen takový přístroj, jako je dalekohled. K tomu, abychom získali dalekohled, musíme složit dohromady alespoň dvě čočky se správnou ohniskovou vzdáleností. Čočky běžně dostupné v šestnáctém století nedosahovaly dnešní kvality a technika jejich opracování často nezaručovala ani jejich správné sférické zbroušení. První odkazy na optické čočky nacházíme v literatuře renesančních myslitelů Johna Dee a Giambattista Della Porta. Důležitou součástí formální optiky se však studium optických čoček stalo až po vynalezení dalekohledu.<sup>23</sup> Nemálo k tomu přispěl i Johannes Kepler, který v roce 1611 vydal knihu *Dioptrice*, která obsahovala některé zásady teoretické optiky a poznámky ke konstrukci dalekohledu.<sup>24</sup>

Pokud se jednalo o konvexní čočky, bývaly běžně k dostání u prodejců, protože presbyopie se vyskytovala častěji než myopie. Prodejci nabízeli „standardizované čtecí brýle“, které měly ohniskovou vzdálenost přibližně třicet až padesát centimetrů (to odpovídá optickým sklům se dvěma až třemi dioptriemi). Konkávní čočky byly často vyráběny až na požádání a prověřovaly zručnost výrobců. Můžeme předpokládat,

<sup>22</sup> VAN HELDEN, ALBERT, The invention of the Telescope, str. 10.

<sup>23</sup> Tamtéž, str. 11-12.

<sup>24</sup> VAN HELDEN, ALBERT, The telescope in seventeenth century, str. 40-41.

že nejsilnější konkávní čočky, které byly k dostání kolem roku 1600, měly ohniskovou vzdálenost přibližně dvacet až třicet centimetrů (tři až pět dioptrií). Pokud budeme vycházet z tohoto předpokladu a sestavíme dalekohled za použití nejslabší konvexní a nejsilnější konkávní čočky, získáme přístroj, který je schopen zvětšovat přibližně dvakrát. Délka takového dalekohledu se bude pohybovat v rozmezí třicet až třicet pět centimetrů.<sup>25</sup>

### 3.2 Zázračný přístroj

Jak vyplývá z textu výše, na přelomu šestnáctého a sedmnáctého století nebyly optické čočky neznámou záležitostí. Máme dokonce důkazy, že se sestavováním čoček experimentoval již Girolamo Fracastoro v roce 1538 (přiložil k sobě dvě optické čočky) a po něm též Giambattista Della Porta, který v roce 1589 ve své knize *Magia naturalis* zmiňuje, že za pomoci konkávní čočky vidíme vzdálené věci ostře a za pomoci konvexní čočky vidíme předměty blíže a větší, ale nejasně. Avšak vhodnou kombinací těchto dvou čoček docílíme přiblížení i zvětšení a současně dosáhneme jasného obrazu pozorovaného předmětu. Víme také, že Porta sestavoval pro své přátele optické pomůcky, které jim napomáhaly korigovat špatný zrak. Vezmeme-li v úvahu, že k sestavování takových zařízení používal Porta běžně dostupné čočky, jeho pomůcky mohly dosahovat přibližně dvojnásobného zvětšení.<sup>26</sup>

Vlivný padovský občan Raffael Gualterotti napsal krátce po vydání *Hvězdného posla* Galileovi dopis, ve kterém popisuje, že již v roce 1598 sestavil podobný nástroj, jako je Galileův dalekohled, ale nevyužil ho k pozorování hvězd, nýbrž ho nabídl k používání v armádě. Vzhledem k tomu, že zvětšení bylo malé, na přístroj zanevřel a dále se jím nezabýval.<sup>27</sup>

Technicky vzato, bychom mohli zařízení, které se skládá ze dvou optických čoček vhodně složených k sobě a je schopno zvětšovat pozorovaný objekt, považovat za dalekohled. Z předchozího textu pak vyplývá, že i Porta i Gualterotti takové zařízení

<sup>25</sup> TAN HELDEN, ALBERT, The invention of the Telescope, str. 11.

<sup>26</sup> Tamtéž, str. 14-15.

<sup>27</sup> Tamtéž, str. 19.

sestavili. Proč tedy nepředvedli svůj vynález s náležitou slávou? Odpověď je prostá. Oba považovali dvojnásobné zvětšení za nevýznamné. Inspirováni Rogerem Baconem čekali na objev „zázračného přístroje“, který bude schopen mnohem razantnějšího zvětšení a přiblížení. S trochou nadsázky můžeme konstatovat, že dalekohled existoval ještě dříve, než o něm věděli sami jeho konstruktéři.<sup>28</sup>

### 3.3 Konstrukce dalekohledu

Albert van Helden ve svém článku „The invention of telescope“ uvádí, že dalekohled musel být vynalezen někdy mezi lety 1589 a 1608. Věnoval se také zkoumání toho, jaký byl nejpravděpodobnější postup při sestavování prvního dalekohledu.

Vychází z předpokladu, že okolo roku 1610 již byly k dostání optické čočky s ohniskovou vzdáleností patnáct centimetrů (to odpovídá přibližně šesti dioptriím) a že byly dobře dostupné oba druhy čoček – konvexní i konkávní. Dále předpokládá, že byly známy fakty, které uvedl již Porta ve své knize z roku 1598:

1. Konvexní čočka zvětšuje a rozostřuje.
2. Konkávní čočka zaostřuje, ale zmenšuje.
3. Čím silnější čočku máme, tím větší je její efekt.<sup>29</sup>

Pokud vezmeme v úvahu všechny tři předpoklady, nepřekvapí nás, že byl jako první sestrojen takzvaný galileánský dalekohled (viz Obr. 1, Schéma galileánského dalekohledu). Použití jedné konvexní a jedné konkávní čočky nám totiž poskytuje mnohem snadnější manipulaci při nacházení správného postavení čoček vůči sobě. Naproti tomu takzvaný kepleriánský dalekohled složený ze dvou konvexních čoček (viz Obr. 2, Schéma kepleriánského dalekohledu) je jednak náročnější na konstrukci,

---

<sup>28</sup> VAN HELDEN, ALBERT, The invention of the Telescope, str. 19.

<sup>29</sup> Tamtéž, str. 17-19.

neboť se správné postavení čoček hůře hledá a je také náročnější na velikost dalekohledu, která se pohybuje v hodnotách okolo šedesáti centimetrů (téměř dvojnásobek galileánského dalekohledu o stejném zvětšení). V neposlední řadě také musíme zmínit fakt, že kepleriánský dalekohled nám poskytuje výškově převrácený obraz. Pozorování s ním je tedy daleko náročnější.<sup>30</sup>

Jak tedy vypadal pravděpodobný první dalekohled? Byl sestaven ze dvou optických čoček. Ze silnější konkávní čočky, která měla ohniskovou vzdálenost přibližně patnáct centimetrů (odpovídá šesti dioptriím), a slabší konvexní čočky, která měla ohniskovou vzdálenost okolo čtyřiceti pěti centimetrů (odpovídá dvěma dioptriím). Tyto čočky jsou sestaveny za sebou tak, že konkávní čočka je blíže k oku a konvexní čočka je od ní vzdálena přibližně třicet centimetrů. V tomto bodě získáváme trojnásobné zvětšení.<sup>31</sup>

### 3.4 Vlámský patent

Ačkoli se první pokusy s optickými čočkami odehrály v Itálii, dalekohled byl vynalezen mnohem severněji, v Nizozemí. Jméno jeho vynálezce však bylo dlouhou dobu předmětem sporů. První zpráva o dalekohledu pochází od Rady Zeelandské provincie (sídlicí v městě Middelburg). Ta poslala 25. září roku 1608 do parlamentu v Haagu dopis, ve kterém popisuje právě vynalezený instrument, který je schopen přibližovat pozorované objekty. Princip tohoto nástroje spočívá v tom, že pozorovatel kouká skrze skla.<sup>32</sup>

1. října 1608 poslal na patentní úřad žádost Hans Lipperhey, rodák z Weselu, ale v té době žijící v Middelburgu. Chtěl si nechat patentovat vynález dalekohledu. Lipperhey byl Radou Zeelandské provincie požádán, aby vytvořil binokulární dalekohled, který umožní pozorovat oběma očima. Současně měl k výrobě použít kamenné krystaly, nikoli sklo. Lipperhey doručil požadovaný binokulár v prosinci 1608. Poté dodal ještě dva další kusy v únoru roku 1609. Mezitím však byla 15. prosince 1608

<sup>30</sup> VAN HELDEN, ALBERT, The invention of the Telescope, str. 17-19.

<sup>31</sup> Tamtéž, str. 18.

<sup>32</sup> Tamtéž, str. 20.



zamítnuta jeho žádost o patent dalekohledu. Důvod byl prostý. Ze záznamu schůze představitelů Zeelandu vyplývá, že 14. října bylo na radě diskutováno o jistém mladém muži, který také dokáže sestavovat dalekohled. Je pravděpodobné, že tímto mužem byl Sacharias Janssen (jak se domnívá Cornelis de Waard). Janssen tou dobou taktéž pobýval v Middelburgu. Třetím mužem, který vstoupil do hry, byl Jacob Adriaenszoon z Alkmaaru, známý též jako Jacob Metius. Ten podal svoji žádost o patent dalekohledu v období kolem 15. října 1608. Ve své žádosti uvedl, že se poslední dva roky zkoumání optických čoček intenzivně věnoval a během této doby vynalezl pomůcku, která umožňuje vidět i vzdálené předměty.<sup>33</sup>

Cornelis de Waard ve své době přišel s teorií, která měla rozřešit celý spor o pravého vynálezce dalekohledu. Isaac Beeckman, rektor latinské školy v Dordrechtu, napsal ve svém deníku v roce 1634, že mu Johannes Sachariassen, syn Sachariase Janssena, svěřil informaci o tom, že jeho otec sestrojil první dalekohled již v roce 1604. Nevymyslel jej však sám, ale okopíroval tento přístroj od jistého Itala. To by znamenalo, že dalekohled v Holandsku existoval již v roce 1604, ale nebyl vynalezen zde, nýbrž v Itálii, pravděpodobně kolem roku 1590. Italové zjevně nepovažovali onu specifickou konfiguraci dvou čoček za tajemství, pravděpodobně z toho důvodu, který uvedli již Porta a Gualterotti (efekt tohoto zařízení jim nepřišel nijak významný), a tak bylo snadné konstrukci dalekohledu zkopírovat.<sup>34</sup>

Do Nizozemí se „protodalekohled“, nebo jak správně označit pomůcku pro zlepšení špatného zraku, dostal s italskými vojáky ve španělské armádě. Ti často dezertovali a právě město Middleburg vyhledávali jako dočasné útočiště. V Middleburgu se nacházela dílna na výrobu optických čoček, a jak dokládají záznamy, mezi jejími zaměstnanci bylo několik Italů. Od roku 1605 tuto dílnu dokonce vedl Ital jménem Antonio Miotto.<sup>35</sup>

Z výše uvedených faktů vyplývá, že dalekohled nebyl vynalezen „ex nihilo“. Ještě před rokem 1600 existovaly pomůcky sestavené z konkávní a konvexní čočky. A ačkoli byly použity k jiným účelům, využívaly stejného principu, na jehož základě byly zkonstruovány první dalekohledy. Sám Methius přiznal, že jeho optický nástroj

<sup>33</sup> VAN HELDEN, ALBERT, The invention of the Telescope, str. 20-21.

<sup>34</sup> Tamtéž, str. 23-24.

<sup>35</sup> Tamtéž, str. 24.

je identický s dalekohledem, případně by bylo velmi snadné jej v dalekohled přeměnit. Otázkou tak není, kdo dalekohled vynalezl, protože jak vidíme, jeho princip byl již před rokem 1608 znám, ale kdo první přišel s myšlenkou využít jej k účelu, k jakému slouží dodnes.<sup>36</sup>

S určitostí můžeme říct, že se tak stalo v Nizozemí na konci léta roku 1608. A nezáleží na jméně vynálezce, ale je podstatné, že se tato událost odehrála v Middelburgu, odkud se pak dalekohled šířil dál. Můžeme se domnívat, že první s tímto nápadem přišel Jacob Metius z Alkmaaru, který přijel do Middelburgu pro optické čočky. Zde pak Lipperhey a Janssen snadno okopírovali jeho nápad. Metius pocházel ze vzdělané rodiny, jeho otec byl vojenským inženýrem Viléma Oranžského a jeho bratr profesorem matematiky na univerzitě ve Franekeru. To vše nasvědčuje tomu, že Methius sám začal experimentovat s optickými čočkami podle instrukcí, které se dočetl v Portově knize *Magia naturalis*, a sestavil tak jeden z prvních dalekohledů.<sup>37</sup>

Je tedy velmi obtížné určit, kdo byl skutečným vynálezcem dalekohledu. Jednak z toho důvodu, že jeho konstrukce je poměrně jednoduchá a je velmi snadné ji zkopírovat. Situaci taktéž ztěžuje i fakt, že se k vynálezu přihlásilo několik mužů v podstatě současně. Budeme-li se striktně držet faktů, první zmínka o dalekohledu pochází z dopisu Hanse Lipperheyho z 25. září 1608. Ale uznání Lipperheye vynálezcem dalekohledu je do značné míry pouze cvičením z historického pozitivismu.<sup>38</sup>

### 3.5 Další vývoj konstrukce dalekohledu

Jak již bylo naznačeno výše, konstrukce dalekohledu se dále proměňovala. Nejrazantnější změnou bylo, když se začal používat takzvaný hvězdářský (neboli kepleriánský) dalekohled, který byl tvořen pouze konvexními čočkami.

K tomuto obratu však došlo až po roce 1640, což je asi třicet let poté, co Kepler konstrukci hvězdářského dalekohledu zveřejnil. Předností tohoto dalekohledu je větší

<sup>36</sup> VAN HELDEN, ALBERT, The invention of the Telescope, str. 24-25.

<sup>37</sup> Tamtéž, str. 25.

<sup>38</sup> Tamtéž, str. 25.

zorné pole (Galileův dalekohled měl zorné pole přibližně patnáct minut) a dále pak kladná ohnisková vzdálenost, která umožňuje regulaci zvětšení pozorovaného objektu. K těmto závěrům však nelze dojít teoretickou cestou a je nutné je ověřit v praxi. Proto nebyl hvězdářský dalekohled používán hned, když byl Keplerem popsán. Jeho velkou nevýhodou je totiž převrácený obraz, který poskytuje. V dnešní době se s tímto nežádoucím jevem umíme vypořádat, ale na počátku sedmnáctého století se jednalo o skutečnou bariéru pro použití takového přístroje.<sup>39</sup>

V roce 1645 vydal v Antverpách Antonius Maria Schyrle de Rheita spis *Oculus Enoch et Eliae*, ve kterém popisuje dalekohled, který je složen ze čtyř konvexních čoček. Na rozdíl od Keplerova dalekohledu poskytuje nepřevrácený obraz a na rozdíl od Galileova dalekohledu nabízí mnohem širší zorné pole. Proto je tento dalekohled výborně použitelný pro pozorování na zemi. Ovšem při pozorování oblohy vykazuje závažné odchylky a je proto pro pozorování nebeských těles zcela nevhodný.<sup>40</sup>

Po roce 1645 bylo k pozorování oblohy využíváno především hvězdářského dalekohledu. Jeho klady předčily jedinou nevýhodu – převrácený obraz. V roce 1656 sestavil Christiaan Huygens hvězdářský dalekohled, který měl zorné pole sedmáct minut a zvětšoval téměř stonásobně. Pokud bychom dosáhli stejného zvětšení pomocí galileánského teleskopu, zorné pole by bylo menší než pět minut. Dá se předpokládat, že nejvhodnější konstrukci dalekohledu diktoval účel jeho použití pro pozorování objektů na zemi (na souši i na moři) a dalekohledy využívané pro pozorování nebeských objektů z těchto parametrů vycházely.<sup>41</sup>

---

<sup>39</sup> VAN HELDEN, ALBERT, *The telescope in seventeenth century*, str. 41-42.

<sup>40</sup> Tamtéž, str. 44.

<sup>41</sup> Tamtéž, str. 44.

## 4 Galileova pozorování

### 4.1 Hvězdný posel

Galileo Galilei se o dalekohledu poprvé dozvěděl na jaře roku 1609. Nejdříve se k němu dostala informace z neurčitého zdroje. Mezi lidmi kolovaly různé zvěsti o vynálezu, který umožňuje pozorovat i vzdálené objekty tak, jako bychom je sledovali zblízka. Oficiální potvrzení této informace zaslal Galileovi v dopise Jacques Badovere, ctihodný pařížský občan.<sup>42</sup>

Na základě studia optiky si poté Galileo sestavil vlastní dalekohled (o jeho konstrukci pojednáme dále v textu) a již na počátku roku 1610 uskutečnil pozorování oblohy.<sup>43</sup> Musíme připustit, že ve skutečnosti byla konstrukce prvních dalekohledů tak jednoduchá, že každý zběhlý brusič čoček musel být schopný sestavit takový nástroj i jen z letmého popisu tohoto zařízení. Galileo měl navíc velmi dobré znalosti matematiky a astronomie, avšak k sestavení dalekohledu bylo zapotřebí mnohem víc, než teoretických znalostí, neboť teoretická optika neobsahovala znalosti týkající se zvětšování pomocí čoček a jejich systémů.<sup>44</sup>

S vlastním dalekohledem, který zvětšoval třicetkrát, se poté Galileo věnoval zkoumání povrchu Měsíce, známých hvězd a nově zpozorovaných čtyř „planet“<sup>45</sup> v blízkosti Jupiteru. Výsledky svého pozorování sepsal a prezentoval je ve spisu *Hvězdný posel (Sidereus Nuncius)*. Dílo bylo vydáno v březnu roku 1610 v Padově a je věnováno toskánskému velkovévodovi - Cosimovi Medicejskému.<sup>46</sup>

Spis *Hvězdný posel* je rozdělen do několika pomyslných částí. V úvodu Galileo popisuje, jak se dozvěděl o vynálezu dalekohledu a jak si sám tento přístroj sestavil. Poté již popisuje svá jednotlivá pozorování. Velkou část věnuje výkladu své teorie

<sup>42</sup> GALILEI, GALILEO, *The Sidereal Messenger*, str. 49-50.

<sup>43</sup> Tamtéž, str. 49-50.

<sup>44</sup> VAN HELDEN, ALBERT, *The telescope in the seventeenth century*, str. 40.

<sup>45</sup> Jedná se o čtyři největší měsíce Jupiteru (Io, Europa, Ganymed a Callisto), které Galileo mylně považoval za planety.

<sup>46</sup> GALILEI, GALILEO, *The Sidereal Messenger*, str. 48.

o nerovnosti měsíčního povrchu, krátce uvádí princip výpočtu výšky měsíčních hor. Popisuje, jak pozoroval známé hvězdy a taktéž líčí objev čtyř nových planet v okolí Jupiteru. Nové planety pojmenoval Galileo podle svého patrona a zastánce, velkovévody toskánského, jako Medicejské hvězdy.

Poslední část spisu je napsána formou téměř protokolárního zápisu o pozorování postavení Medicejských hvězd na obloze.

Jedná se o unikátní knihu, která jako jedna z prvních přináší ucelený přehled vědeckého pozorování za použití speciálního přístroje. Její význam je často připomínán i dnes. Alexandre Koyré považuje *Hvězdného posla* za „dílo, jehož vliv – a význam – nelze přecenit, dílo, které ohlásilo řadu objevů, jež byly podivnější a významnější než všechny, k nimž došlo předtím.“<sup>47</sup>

#### 4.1.1 Sestavení dalekohledu

Jakmile se Galileo dozvěděl o vynálezu dalekohledu, začal pracovat na jeho sestavení, neboť byl přesvědčen, že je schopen tento instrument zkonstruovat sám. Začal studovat teorii lomu světla a po několika měsících uspěl a sestavil vlastní dalekohled.<sup>48</sup> Jak již bylo vysvětleno v předchozí kapitole, nejsnadněji sestavitelný dalekohled se skládal z jedné spojky a jedné rozptylky umístěné ve vzdálenosti asi třicet centimetrů od sebe.<sup>49</sup>

Galileo popisuje, že použil trubku, do které vložil dvě optické čočky. Každou čočku umístil zvlášť na jeden konec trubky. Pro správnou funkci dalekohledu bylo nutné použít dvě různé čočky. Obě byly na jedné straně rovné a na druhé sféricky zbroušené, sféricky zbroušená strana byla v případě čočky blíže oku vpadlá (konkávní). Dále od oka byla vypouklá (konvexní) čočka (viz Obr. 1, Schéma galileánského dalekohledu).<sup>50</sup>

<sup>47</sup> KOYRÉ, ALEXANDRE, *Od uzavřeného světa k nekonečnému vesmíru*, str. 75.

<sup>48</sup> GALILEI, GALILEO, *The Sidereal Messenger*, str. 50.

<sup>49</sup> VAN HELDEN, ALBERT, *The invention of the Telescope*, str. 18.

<sup>50</sup> GALILEI, GALILEO, *The Sidereal Messenger*, str. 50.

Objekt pozorovaný takto konstruovaným dalekohledem<sup>51</sup> byl zvětšen přibližně devětkrát a přiblížen asi třikrát. Další pokusy vedly Galilea k sestavení dalekohledu, který zvětšoval šedesátkrát, nakonec pak Galileo byl schopen sestavit i takový nástroj, který zvětšoval téměř tisíckrát a přibližoval asi třicetkrát.<sup>52</sup>

Již v září roku 1609 byly dalekohledy k dostání u prodejců. A do listopadu nabízel k prodeji dalekohled každý výrobce optických čoček. Galileova výjimečnost však spočívala v tom, že jeho dalekohledy nabízely nejlepší zvětšení. Galileo je také vyráběl sám v soukromí a nechtěl, aby se ostatní dozvěděli, jaký je jeho výrobní postup. Cítil totiž příležitost, jak využít dalekohled ke zvýšení vlastní prestiže a jak na jeho výrobě vydělat další peníze.<sup>53</sup>

Sám Galileo píše, že si je vědom rozmanitých možností použití dalekohledu při užití na souši i na moři, ale svoji pozornost zaměřil od počátku na hvězdy.<sup>54</sup> Z tohoto se můžeme domnívat, že Galileo sice chápal praktické využití dalekohledu pro námořníky či v armádě, ale on sám dal přednost použití dalekohledu jako nástroje sloužícího vědě.

Jak později napsal Albert van Helden, byl dalekohled zcela ojedinělým vynálezem a v době, kdy ho začal Galileo používat, neměl ve vědeckém světě obdoby. Optické principy, na nichž je založena konstrukce dalekohledu, nebyly ještě zcela pochopeny a význam tohoto přístroje naprosto předčil všechny dosud známé instrumenty. Doslova prorazil hranici mezi tradičními vědeckými disciplinami a jeho největším dopadem byla změna chápání světa a celé kosmologické koncepce.<sup>55</sup>

#### 4.1.2 Měsíc

Měsíc byl jedním z těles nebeské oblohy, kam Galileo namířil svůj dalekohled jako první. Můžeme se domnívat, že důvodem byla blízkost Měsíce Zemi a tudíž i jeho snadná pozorovatelnost. Jedná se o nejlépe pozorovatelný vesmírný objekt. Současně

<sup>51</sup> Galileo nazýval svůj dalekohled „perspicillum“.

<sup>52</sup> GALILEI, GALILEO, *The Sidereal Messenger*, str. 50.

<sup>53</sup> WESTFALL, RICHARD S., *Galileo and the Telescope*, str. 12-17.

<sup>54</sup> GALILEI, GALILEO, *The Sidereal Messenger*, str. 50

<sup>55</sup> VAN HELDEN, ALBERT, *Telescopes and Authority from Galileo to Cassini*, str. 9.

je také velmi dobře možné porovnat pozorování s použitím dalekohledu a bez něj. Můžeme říci, že Měsíc byl ideálním objektem, na kterém mohl Galileo vyzkoušet, jak funguje jím sestavený dalekohled.

#### 4.1.2.1 Měsíční povrch

Galileo nebyl první, kdo namířil dalekohled na Měsíc, ani první, kdo pořídil jeho nákresy. Prvenství mu však nelze upřít ve zcela originálním objevu, který učinil. Došel k závěru, že povrch Měsíce není hladký, jak se lidé domnívali po celá staletí, ale zvrásněný horami a údolími stejně, jako je povrch Země. Naboural tak teorii o dokonalosti nebeských těles, kterou důsledně hlásala církev na základě Aristotelovy kosmologie.<sup>56</sup>

Galileo si všiml, že hranice mezi osvětlenou a tmavou částí Měsíce není plynulá čára, ale nepravidelná zvlněná linka (viz Obr. 3, Galileovy nákresy Měsíce). Dále také pozoroval drobné černé skvrny, které se objevují v osvětlené části měsíčního povrchu. Charakteristické pro tyto skvrny je, že jejich tmavší místo je vždy na té straně, odkud jde světlo ze Slunce. Galileo sám tento jev přirovnává ke svítání na Zemi, kdy se světlo pomalu šíří. Zatímco údolí jsou ještě ve stínu, vrcholky hor jsou již zality světlem. Proto můžeme pozorovat tmavší skvrny v místech, kde se nachází údolí a zářící tečky v místech, kde jsou vrcholky hor. Místa, která jsou výše nad povrchem, jsou osvětlená o několik hodin dříve, než se světlo rozšíří po celém povrchu.<sup>57</sup>

Tento jev je nejlépe pozorovatelný v první a v poslední čtvrti Měsíce (viz Obr. 4, Fáze Měsíce), protože jasně vidíme přechod mezi osvětlenou a neosvětlenou částí měsíčního povrchu. V ostatních fázích nejsou výrazně světlejší či výrazně tmavší body tak jasně patrné.<sup>58</sup>

Galileo dále na povrchu Měsíce zpozoroval místa, která nejsou tak silně zvrásněna jako ostatní povrch. Tato území se dále vyznačují i tmavší barvou. Galileo

<sup>56</sup> EDGERTON, SAMUEL Y., Jr., Galileo, Flortentine „Disegno,“ and the „Strange Spottednesse“ of Moon, str. 225-226.

<sup>57</sup> GALILEI, GALILEO, *The Sidereal Messenger*, str. 52-53.

<sup>58</sup> Tamtéž, str. 52-53.

označuje tyto plochy jako velké skvrny na Měsíci.<sup>59</sup> V této souvislosti zmiňuje pythagorejskou teorii, která přisuzuje Měsíci stejnou podobu a stejné vlastnosti, jako má Země. Doslova uvádí hypotézu, podle níž bychom při pohledu na Zemi z určité vzdálenosti viděli, že jasnější místa na povrchu reprezentují souš a temnější místa jsou naopak vodní plochy. Proto se také pro velké skvrny na Měsíci vžilo označení „moře“. Měsíční moře jsou v porovnání s ostatním povrchem níž a ani ve fázi dorůstání či ubývání Měsíce v nich nepozorujeme světlejší a tmavší místa. To znamená, že se v těchto oblastech nenacházejí žádné horské hřebeny či jiné výrazné nerovnosti a povrch je zde téměř hladký.<sup>60</sup>

Měsíční moře jsou obklopena pásem výrazně plastických hor. Zde je velmi dobře možné pozorovat, že vrcholky jsou ozářeny na straně, odkud přichází světlo od Slunce, a naopak ve stínu zůstávají ta místa, která jsou od Slunce odvrácená. U prohlubní pozorujeme obrácený jev. Ta strana prolákliny, která je odvrácená od Slunce, je ozářená, zatímco opačná stěna kráteru zůstává ve stínu.<sup>61</sup>

Zhruba uprostřed Měsíce pozoroval Galileo prohlubeň, která je větší, než všechny ostatní. Její další zvláštností je její tvar. Galileo označuje tuto prohlubeň jako dokonale kulatou. Zmiňuje, že toto místo pozoroval pečlivě v první i v poslední čtvrti měsíční fáze, a dochází k závěru, že se tato prohlubeň chová stejně, jako by se chovalo území Čech (Galileo užívá výraz Bohemia) pokud bychom z adekvátní vzdálenosti pozorovali změny světla a stínu na povrchu Země. Hřebeny hor, které celou oblast obklopují, jsou tak vysoké, že nejvzdálenější vrcholek je ozářen již ve chvíli, než se světelná hranice posune do středu kruhu. Na základě tohoto konkrétního pozorování Galileo znovu trvá na tom, že měsíční povrch není hladký, ale je tvořen pohořími a krátery.<sup>62</sup>

K měsíčním mořím dále Galileo dodává, že existují určité výkyvy v intenzitě jasu, který pozorujeme při pohledu na ně. Určité plochy jsou někdy světlejší a jindy tmavší. Tato dočasná odlišnost je způsobena rozdílem v úhlu, pod jakým dopadají sluneční paprsky na povrch Měsíce. Nikdy však v těchto místech nebudeme pozorovat

<sup>59</sup> Jedná se o tzv. jednotvárné měsíční pláně běžně nazývané jako „moře“.

<sup>60</sup> GALILEI, GALILEO, *The Sidereal Messenger*, str. 53-54.

<sup>61</sup> Tamtéž, str. 55.

<sup>62</sup> Tamtéž, str. 55-56.



stejně úkazy, které jsou patrné na zbytku měsíčního povrchu (silně zvlněná linka mezi osvětlenou a neosvětlenou částí měsíce, zářící body uprostřed temného povrchu), kde výkyvy intenzity jasu způsobuje přímo struktura měsíčního povrchu a tmavá místa jsou tvořena výhradně stíny jednotlivých výčnělků.<sup>63</sup>

#### 4.1.2.2 Atmosféra Měsíce

V souvislosti s jasně předloženým důkazem o nerovnosti měsíčního povrchu se Galileo dostal do situace, kdy musel vysvětlit, proč se tyto nerovnosti nepromítnou do struktury obvodu Měsíce. Při pozorování nám měsíční obvod připadá jako dokonalý kruh, na okraji nepozorujeme žádné hrboly či jiné nerovnosti. Galileo přichází se dvěma teoriemi.

V jednom z vysvětlení Galileo uvádí, že hřebený pohoří na Měsíci tvoří souvislou linii a jejich vrcholy se nacházejí v relativní blízkosti a v přibližně stejné výšce, pro vzdáleného pozorovatele pak není možné odlišit jednotlivé nerovnosti, a proto vnímá celý obvod jakou souvislou čáru. Celý jev opět můžeme přirovnat k úkazům, které známe ze Země. Jestliže pozorujeme vlny na hladině moře z dostatečné vzdálenosti, nevidíme špičky jednotlivých vln, ale pozorujeme jednolitou hladinu.<sup>64</sup>

K tomuto vysvětlení dále Galileo předkládá další. Jedná se o hypotézu, že Měsíc je, stejně jako Země, obklopen atmosférou, která je tvořena určitou substancí s větší hustotou, než kterou má okolní éter. Tato atmosféra pak znesnadňuje pozorování povrchu Měsíce. Je osvětlená slunečním světlem, ukazuje nám Měsíc větší, než ve skutečnosti je, a mohla by být schopna zabránit nám pozorovat povrch Měsíce, kdyby byla silnější.<sup>65</sup>

Galileo předpokládá, že atmosféra okolo Měsíce je na všech místech stejně silná, ale při pozorování okrajových částí měsíčního povrchu musí lidský zrak proniknout přes silnější vrstvu této měsíční obálky, jak ji nazývá sám Galileo. Při pozorování míst na okraji Měsíce dopadá náš zrak pod úhlem. Neprochází tedy atmosférou přímo,

<sup>63</sup> GALILEI, GALILEO, *The Sidereal Messenger*, str. 56-57.

<sup>64</sup> Tamtéž, str. 57-58.

<sup>65</sup> Tamtéž, str. 58.

ale šikmo. Trajektorie pomyslného paprsku je tedy delší a prochází tak i silnější vrstvou atmosféry (viz Obr. 5, Schéma znázorňující pozorování Měsíce přes atmosféru). To způsobuje zkreslení a pozorovateli se jeví okraj Měsíce jako jasná hladká čára.<sup>66</sup>

#### 4.1.2.3 Porovnání povrchu Měsíce a Země

Galileo Galilei považuje důkazy, které předložil o nerovnosti měsíčního povrchu, za dostatečné. Považuje však za důležité zmínit rozdílnost mezi povrchem Měsíce a povrchem Země. Ač sám z pythagorejské teorie o podobnosti těchto dvou těles vychází, dospívá k překvapivému závěru.

Galileo pozoroval Měsíc v různých fázích a pozicích na obloze a pokaždé si všímal, že některé vrcholky měsíčních hor jsou ozářené, ačkoli jsou ještě hodně vzdálené od hranice světla. Zkusil tedy porovnat jejich vzdálenost od osvětlené části s průměrem Měsíce a zjistil, že tato vzdálenost v některých případech dokonce převyšuje 1/20 průměru<sup>67</sup>. Galileo považoval 1/20 průměru za základní jednotku a provedl výpočet (viz Obr. 6, Schéma výpočtu výšky měsíčních hor), na jehož konci bylo zjištění, že některé vrcholky na Měsíci přesahují svou kolmou výškou čtyři italské míle<sup>68</sup>. Galileo tvrdí, že toto je jasným důkazem, že nerovnosti měsíčního povrchu jsou mnohem výraznější než na povrchu Země. Galileo doslova tvrdí, že vrcholky hor na Měsíci jsou vznešenější než vrcholky na Zemi.<sup>69</sup>

#### 4.1.2.4 Popelavý svit Měsíce

Ve svém spisu *Hvězdný posel* Galileo dále upozorňuje na další fenomén, který sice pozoroval již dříve bez použití dalekohledu, ale považuje za důležité tento poznatek přiblížit v souvislosti s ostatními popsányi pozorováními. Galileo sám tento jev označuje jako „druhotný jas“. Jedná se o jev, který je dobře pozorovatelný, když je

<sup>66</sup> GALILEI, GALILEO, *The Sidereal Messenger*, str. 58.

<sup>67</sup> Průměr Měsíce je 3 474,8 km (rovníkový poloměr Měsíce 1 737,4 km).

<sup>68</sup> Tradiční italská míle je 1 488,6 m.

<sup>69</sup> GALILEI, GALILEO, *The Sidereal Messenger*, str. 59-60.

na obloze vidět pouze srpek Měsíce. Při pohledu zpoza nějakého většího předmětu, který nám zakryje výhled na zářící srpek, uvidíme na první pohled jemnou zářící linku, která dokresluje tvar Měsíce do plného kruhu. Při dalším pozorování se nám odhalí i neosvětlená část Měsíce. Za použití dobrého dalekohledu budeme schopni pozorovat i různé útvary na měsíčním povrchu, především měsíční moře.<sup>70</sup>

Tento druhotný jas vnesl zmatek do odborných kruhů a každý se přikláněl k jiné variantě o původu tohoto světla. Někteří tvrdili, že se jedná o vlastní světlo, které Měsíc vyzařuje ze sebe. Jiní se domnívali, že světlo předala Měsíci Venuše, případně ostatní hvězdy. Existovaly dokonce teorie, podle kterých i toto záření pocházelo ze Slunce, jehož paprsky pronikly pevnou hmotou měsíčního tělesa. Všechny tyto teorie však mohly být velmi lehce vyvráceny. Pokud by toto záření vycházelo přímo z Měsíce nebo bylo vysláno ostatními hvězdami, bylo by možné toto světlo pozorovat i během zatmění. Při zatmění však pozorujeme zcela opačný jev. Světlo pozorovatelné při zatmění je načervenalé a velmi slabé, zatímco Galileim pozorovaný druhotný jas je bělejší a jasnější. Z toho vychází Galileův závěr, že tento svit je způsoben slunečními paprsky, ty však neprocházejí skrz hmotu Měsíce, ale dostávají se do jeho blízkosti. Světlo se pak šíří do přilehlých oblastí na stejném principu, jako funguje svítání na Zemi.<sup>71</sup>

#### 4.1.2.5 Země a Měsíc

V závěru pasáže o pozorování Měsíce Galileo prezentuje svoji poslední domněnku, kterou ale nerozvádí do detailu. Vychází z toho, že tuto a další teorie shrne v díle *Systém světa*. Kniha *Hvězdný posel* nemá být obsáhlou publikací, která do detailu líčí všechny Galileovy závěry. Vzhledem k časovému horizontu, ve kterém vyšla (několik měsíců poté, co Galileo započal pozorování dalekohledem) se můžeme domnívat, že se samotnému Galileovi jednalo o co nejrychlejší vydání tohoto spisu. Vzhledem k jeho originalitě Galileo zcela správně očekával, že mu přinese věhlas a popularitu.

<sup>70</sup> GALILEI, GALILEO, *The Sidereal Messenger*, str. 60-61.

<sup>71</sup> Tamtéž, str. 61.

Posledním poznatkem o Měsíci, který je v knize uveřejněn, je působení odraženého světla ze Země na Měsíc a opačně. Galileo vychází z předpokladu, že Země odráží sluneční světlo, které pak dopadá na Měsíc. Důsledkem je výše zmiňovaný jev druhotného jasu. A dále předpokládá, že Země se pohybuje stejně tak, jako se pohybují všechna ostatní nebeská tělesa. Zcela nepokrytě tak napadá teorii, že Země nemůže vysílat světlo a nemůže se ani pohybovat. Jak již bylo řečeno, je Galileo odhodlán předložit důkazy k této své tezi, a to opět v knize *Systém světa*.<sup>72</sup> Tento zamýšlený spis byl však vydán až v roce 1632 pod názvem *Dialogy o dvou největších systémech světa*.

### 4.1.3 Souhvězdí

Krátká pasáž knihy *Hvězdný posel* je věnována pozorování stálic. Hned v úvodu uvádí Galileo podstatný rozdíl mezi pozorováním Měsíce a pozorováním hvězd za použití dalekohledu. Zatímco při pozorování Měsíce můžeme za užití dalekohledu docílit zvětšení v řádu desítek či stovek, při pozorování hvězd dokážeme se stejně výkonným přístrojem zaznamenat pouze čtyři a až pětinasobné zvětšení pozorované hvězdy. Vysvětlení je jednoduché. Hvězdy jsou od Země tak vzdálené, že nevidíme jejich skutečnou podobu, ale pouze světlo, které vysílají. Díky dalekohledu dojde nejprve k odclonění světla a až poté ke zvětšení objektu.<sup>73</sup>

Pozorujeme-li planetu, stále vidíme její přesně vymezený sférický tvar, zatímco při pozorování hvězdy spatříme pouze jakýsi „výbuch světla“, který ze sebe dál šíří paprsky na všechny strany. Hvězdy pozorované dalekohledem vidíme stále stejně, jen několikrát větší. Můžeme tedy pozorovat hvězdy šesté třídy (magnitudy)<sup>74</sup> a budou se nám jevit stejně velké, jako například Sirius.<sup>75</sup>

Galileo při pozorování oblohy dalekohledem zaznamenal minimálně dalších šest možných tříd hvězd. Doslova píše, že se jeho očím ukázalo neuvěřitelné množství

<sup>72</sup> GALILEI, GALILEO, *The Sidereal Messenger*, str. 63.

<sup>73</sup> Tamtéž, str. 63-64.

<sup>74</sup> Hvězdy jsou již od starověku (astronom Hipparchos) rozděleny podle své jasnosti do šesti tříd, neboli magnitud. Přičemž nejjasnější hvězdy jsou zařazeny v první třídě, hvězdy s nejslabějším světlem (sotva viditelné) jsou naopak v šesté třídě. Toto dělení respektuje pozorování pouhým okem a nebere v úvahu vzdálenost hvězd od Země, pouze jejich jasnost.

<sup>75</sup> GALILEI, GALILEO, *The Sidereal Messenger*, str. 64-65.

hvězd, které nemůžeme vidět pouhým okem. Nejjasnější z hvězd, které jsou pouhým okem neviditelné, vypadá při pozorování dalekohledem stejně velká a jasná jako hvězdy druhé třídy, když je pozorujeme prostým zrakem. Dále Galileo popisuje, v jak těsné blízkosti jsou hvězdy u sebe, k popisu této situace užívá spojení „nebe přeplněné hvězdami“.<sup>76</sup>

Tato pozorování Galileo předkládá ve dvou náčrtcích. Jsou jimi schéma souhvězdí Orionu a schematicky znázorněné Plejády. Galileo rozlišil hvězdy, které jsou viditelné pouhým okem, od těch, které nově pozoroval za použití dalekohledu (viz Obr. 7, Zobrazení nově pozorovaných hvězd v souhvězdí Orion).<sup>77</sup>

V souvislosti se zjištěním, že hvězd existuje mnohem více, než si do té doby bylo možno vůbec jen představit, přichází Galileo s dalším závěrem. Říká, že Mléčná dráha není nic jiného, než ohromné množství různě velkých hvězd a planet uspořádaných do shluků. Mléčné zbarvení, které můžeme pozorovat, nenáleží pouze naší galaxii, ale kamkoli namíříme dalekohled, uvidíme stejný jev. Galileo vyvrací, že útvary na obloze označované jako „mlhoviny“ jsou skutečně mlhovitého charakteru, a současně dokazuje, že se jedná o shluky malých hvězd, které nelze jednotlivě pozorovat pouhým okem.<sup>78</sup>

#### 4.1.4 Medicejské hvězdy

Jako Medicejské hvězdy označil Galileo nově zpozorované planety v okolí Jupiteru. Sám je považoval za nejdůležitější objev, který s dalekohledem učinil a jejich pozorování také věnoval největší zaujetí. Své jméno získaly podle Galileova tehdejšího ochránce a obdivovatele velkovévody Toskánského Cosima z rodu Medici. Ve skutečnosti se však nejedná ani o planety ani o hvězdy, jak by mohlo napovídat jejich pojmenování, ale o Jupiterovy čtyři největší měsíce – Io, Europu, Ganymed a Kallisto.

<sup>76</sup> GALILEI, GALILEO, *The Sidereal Messenger*, str. 65.

<sup>77</sup> Tamtéž, str. 65-66.

<sup>78</sup> Tamtéž, str. 66-67.

Pozorování Medicejských hvězd věnoval Galileo plně dva měsíce. Den po dni přesně zapisoval jejich polohu vůči Jupiteru i vůči sobě navzájem, jejich velikost a jasnost. Na konci pozorování formuloval předběžné závěry.<sup>79</sup> Ve *Hvězdném poslu* přesně zaznamenal všech šedesát čtyři pozorování, která provedl v období od 7. ledna do 2. března 1610. Nejen, že popsal polohu a jasnost každého měsíce, ale ke každému pozorování nakreslil i příslušný diagram (viz Obr. 8, Zápisy Galileových pozorování měsíců Jupiteru). Čtenář pak mohl ze sledu obrázků sám pozorovat pohyb satelitů okolo Jupiteru.<sup>80</sup>

7. ledna 1610 zpozoroval Galileo v okolí Jupiteru tři hvězdy. Domníval se, že se jedná o další z hvězd, které nebylo možno pozorovat pouhým okem, ale zaujaly ho, protože byly všechny tři v jedné přímce s Jupiterem a byly jasnější, než ostatní. Zaznamenal si tedy jejich přesnou polohu. Když se na oblohu podíval následující den, čekalo ho překvapení. Hvězdy se nacházely v úplně jiném postavení, než předtím. Galileo poté pořídil dalších šedesát tři záznamů o postavení těchto planet. Přičemž již třináctého ledna objevil, že se v okolí Jupiteru pohybuje ještě jedna, čtvrtá planeta.<sup>81</sup>

Na základě takto provedeného a metodologicky přesně zaznamenaného pozorování chtěl Galileo vyslovit teorii o pohybu těchto čtyř těles. Není pochyb o tom, že se všechny čtyři planety pohybují okolo Jupiteru, každá po své kružnici. Dále je snadno pozorovatelné, že planety na menších drahách se pohybují rychleji, neboť je často vidíme na opačné straně Jupiteru během jednoho až dvou dnů.<sup>82</sup>

To, že v některé dny vypadají pozorované měsíce větší a jindy menší, nepřikládá Galileo možnosti ekliptických drah jejich oběhu, ale faktu, že i Jupiter má jistou atmosféru, která zkresluje velikost pozorovaných těles. V apogeu<sup>83</sup> vypadají menší, zatímco v perigeu<sup>84</sup> se nám jeví větší. Galileo zakončuje svoji knihu vysvětlením, že z důvodu nedostatku času nemůže formulovat přesnější závěry a podložit je nezvratnými důkazy. Slibuje, že vše blíže osvětlí v další knize během krátké doby.<sup>85</sup>

<sup>79</sup> GALILEI, GALILEO, *The Sidereal Messenger*, str. 67-68.

<sup>80</sup> VAN HELDEN, ALBERT, *Telescopes and Authority from Galileo to Cassini*, str. 10.

<sup>81</sup> GALILEI, GALILEO, *The Sidereal Messenger*, str. 68-70.

<sup>82</sup> Tamtéž, str. 83.

<sup>83</sup> apogeum = bod, kdy je satelit na své oběžné dráze nejvzdálenější Zemi, pro měsíce Jupiteru se v astronomické literatuře běžně užívá označení apojovium

<sup>84</sup> perigeum = bod, kdy je satelit na své oběžné dráze nejbližší Zemi, pro měsíce Jupiteru se v astronomické literatuře běžně užívá označení perijovium

<sup>85</sup> GALILEI, GALILEO, *The Sidereal Messenger*, str. 84.

Galileo s vydáním knihy skutečně spěchal. Měl obavu z toho, že by ho někdo mohl předběhnout a přijít s nově pozorovanými úkazy první. Galileo byl na svůj dalekohled velice hrdý a nechtěl, aby mu někdo sebral prvenství v této oblasti. Dalším důvodem k urychlení vydání Hvězdného posla bylo pojmenování Medicejských hvězd. Galileo se chtěl Cosimu Medicejskému zavděčit a nechtěl dopustit, aby někdo před ním udělil oběžnicím Jupiteru jiné jméno.<sup>86</sup>

Ačkoli Galileo ukázal Medicejské hvězdy svému patronu Cosimu de Medici a jeho příbuznému Giuliovi de Medici, z laické veřejnosti se nenašel nikdo, kdo by tyto hvězdy spatřil, ačkoli Galileo předváděl svůj dalekohled v Boloni a později i v Toskánsku. Ani Kepler nebyl schopen Jupiterovy satelity na obloze rozeznat, prosil tedy Galilea, aby mu poskytl jednak svědectví, že měsíce jsou skutečně pozorovatelné, a posléze žádal i o dalekohled, kterým Galileo svá pozorování učinil. Ten jej však odmítl, protože chtěl svůj vynález prezentovat důležitým a potřebným patronům, nikoli dalším vědcům.<sup>87</sup>

Nedostatek dalších pozorovatelů Medicejských hvězd lze vysvětlit velmi jednoduše. Nejdříve musíme zmínit fakt, že pozorování pomocí dalekohledu je velmi obtížné a vyžaduje trochu cviku, aby člověk uviděl i ty útvary, o kterých ví, že na obloze jsou. Dalším zcela zásadním faktorem, který ovlivnil pozorování, je hodně úzké zorné pole, které poskytoval Galileův teleskop. V neposlední řadě je také třeba zmínit vady zraku, díky nimž nemusí dalekohled zprostředkovat stejný obraz pro dvě různé osoby. Albert van Helden v jednom ze svých článků uvádí, že ani dnes s pomocí stejného dalekohledu, jako měl Galileo, není každý člověk schopen pozorovat všechny čtyři satelity Jupiteru.<sup>88</sup> Je velmi pravděpodobné, že Galileo měl výborný zrak. Dále také můžeme předpokládat, že se s dalekohledem sžil velmi rychle, když dokázal bez zjevných potíží každý den pozorovat všechny čtyři viditelné měsíce. A to s přístrojem, který měl zorné pole pouze patnáct minut. Svědčí to o obrovském talentu a zaujetí Galilea pro nebeské pozorování.

---

<sup>86</sup> WESTFALL, RICHARD S., Galileo and the Telescope, str. 20.

<sup>87</sup> VAN HELDEN, ALBERT, Telescopes and Authority from Galileo to Cassini, str. 12.

<sup>88</sup> Tamtéž, str. 11-12.

Galileo prezentoval ve *Hvězdném poslovi* dalekohled jako zcela revoluční vynález, který má do té doby nepředstavitelné účinky, a předpokládal, že lidé začnou pozorovat oblohu mnohem častěji a důkladněji. Bohužel Galileo zůstal na dlouhou dobu sám, kdo pomocí dalekohledu oblohu pozoroval. V průběhu sedmnáctého století se dalekohled využíval v armádě a pro námořní účely a přes několik vskutku osamocených pokusů s ním nikdo neučinil žádné další významné objevy v oblasti nebeských těles a úkazů.<sup>89</sup>

## 4.2 Další Galileova pozorování

I po vydání *Hvězdného posla* se Galileo dále věnoval pozorování oběžnic Jupiteru, chtěl totiž určit jejich periody. Uspěl v roce 1612 a své poznatky publikoval v knize o hydrostatické problematice. Ta sice s tématem pozorování oblohy nijak nesouvisela, ale Galileo spěchal, aby získal prvenství nejen v objevu těchto těles, ale i v určení doby jejich oběhu.<sup>90</sup> Je to čtyřicet dva hodin pro nejbližší Io, tři a půl dne pro Europu, sedm dní pro Ganymed a šestnáct dní pro nejvzdálenější Kallisto.<sup>91</sup>

### 4.2.1 Saturn

V červenci roku 1610 Galileo zpozoroval, že Saturn nevypadá jako jedna planeta, ale je tvořen ze tří těles. Větší centrální koule je z každé strany obklopena další menší koulí, která se větší centrální planetě téměř dotýká. Hypotézu o tom, že se jedná (stejně jako v případě Jupiteru) o měsíce, Galileo rychle zavrhl, neboť se po celou dobu pozorování nezměnila poloha daných útvarů.<sup>92</sup>

O tento objev se chtěl podělit se svým patronem Giulianem Medicejským, který tou dobou pobýval v Praze, poslal mu tedy dopis se šifrou, kde mu vysvětlil svůj objev. Tato zpráva se dostala až k císaři, který pověřil Keplera, aby danou věc prověřil. V Praze se tak opakovalo pozorování uskutečněné předtím Galileim ve Florencii.<sup>93</sup>

<sup>89</sup> VAN HELDEN, ALBERT, *The telescope in the seventeenth century*, str. 42.

<sup>90</sup> WESTFALL, RICHARD S., *Galileo and the Telescope*, str. 22-23.

<sup>91</sup> GALILEI, GALILEO, *Dialogue on the Two Chief World Systems*, str. 207.

<sup>92</sup> VAN HELDEN, ALBERT, *Telescopes and Authority from Galileo to Cassini*, str. 14-15.

<sup>93</sup> WESTFALL, RICHARD S., *Galileo and the Telescope*, str. 23.



Galileo se o tomto úkazu poprvé zmiňuje v předmluvě k hydrostatickému spisu, vydanému v roce 1612. Když na konci tohoto roku „malé hvězdy“ z okolí Saturnu zmizely, Galileo předpověděl, že se objeví znovu v roce 1613, tak se také stalo.<sup>94</sup>

V roce 1616 Galileo vypožoroval, že se změnil tvar obou útvarů v okolí Saturnu. Najednou nepřipomínaly hvězdy, ale spíše jakási „držátka“. Galileo tak došel k závěru, že se nejedná o sférické útvary. Později také předpověděl jejich další zmizení v roce 1626. Domníval se, že změna tvaru těchto útvarů má přímou souvislost se vzájemnou polohou Saturnu a Země. Skutečná podoba prstence Saturnu však byla objevena až sedmnáct let po Galileově smrti - Christiaanem Huygensem v roce 1659.<sup>95</sup>

#### 4.2.2 Venuše

11. prosince 1610 odeslal Galileo do Prahy další dopis, který opět obsahoval zašifrovanou zprávu o jeho dalším objevu. V dopise stálo, že Venuše prochází fázemi, stejně jako Měsíc. Podrobnosti o tomto objevu však Galileo rozepsal až v dopise svému příteli a spolupracovníkovi Benedettu Castellimu (1578 – 1643) na konci prosince téhož roku. Když se Venuše objevuje na západě po horní konjunkci se Sluncem, má kulatý tvar a jeví se nám malá. Postupně se zvětšuje a ztrácí kulatý tvar, dokud nedosáhne maximální elongace<sup>96</sup> (viz Obr. 9, Znárodnění astronomických pozic planet). Poté z ní můžeme vidět pouze srpek. Toto Galileo pozoroval. Následující fáze již předpověděl na základě dosavadních zkušeností (viz Obr. 10, Fáze Venuše).<sup>97</sup> I za předpokladu, že bylo Galileovo stanovisko vůči Koperníkově domněnce doposud nevyhraněné, zcela jistě ho musel přijmout po tom, co ukončil pozorování fází Venuše.<sup>98</sup>

Pokud by se Venuše pohybovala pod Sluncem, musela by být na obloze viditelná stále jako srpek, pokud by se naopak pohybovala nad Sluncem, měla by vždy kulatý tvar. Pokud tedy Galileo pozoroval jednotlivé fáze Venuše, musel dojít k závěru, že Venuše obíhá okolo Slunce přesně tak, jak to tvrdili Mikuláš Koperník a Tycho Brahe.<sup>99</sup>

<sup>94</sup> MACHAMER, PETER K., *The Cambridge Companion to Galileo*, str. 260.

<sup>95</sup> MACHAMER, PETER K., *The Cambridge Companion to Galileo*, str. 260-261.

<sup>96</sup> Úhel, který svírá planeta a Slunce při pohledu ze Země.

<sup>97</sup> WESTFALL, RICHARD S., *Galileo and the Telescope*, str. 24.

<sup>98</sup> Tamtéž, str. 28.

<sup>99</sup> MACHAMER, PETER K., *The Cambridge Companion to Galileo*, str. 261.

### 4.2.3 Sluneční skvrny

Galileo začal pozorovat sluneční skvrny v roce 1610. Existovala domněnka, že se jedná a mnoho malých oběžnic Slunce, které se pohybují v jeho blízkosti. Tuto hypotézu však Galileo rychle zavrhl. Jedním z hlavních argumentů byl fakt, že skvrny jsou zřetelné nejprve v oblasti středu Slunce a pak se přesouvají k okraji. Galileo si byl jistý, že skvrny se nacházejí přímo na povrchu (nebo těsně nad ním), protože se pohybovaly po slunečním tělese proměnlivou rychlostí a když dosahovaly okraje, došlo k jejich deformaci. Všechny skvrny se objevovaly třicet stupňů severně i jižně od rovníku a pohybovaly se s tak malou úhlovou rychlostí a měly tak nepravidelný tvar, že se v žádném případě nemohlo jednat o planety.<sup>100</sup>

Galileo pořídil třicet osm diagramů slunečních skvrn v období od června do srpna roku 1612 (viz Obr. 11, Galileův nákres slunečních skvrn ze 3. a 4. července 1612). Na těchto obrázcích můžeme pozorovat, že se skvrny pohybují, deformují a objevují pokaždé na jiném místě slunečního povrchu. Po tomto objevu bylo zcela nemožné zachovat domněnku dokonalosti a neměnnosti vesmíru tak, jak ji prezentoval Aristotelés.<sup>101</sup>

---

<sup>100</sup> MACHAMER, PETER K., *The Cambridge Companion to Galileo*, str. 262-264.

<sup>101</sup> Tamtéž, str. 264.

## 5 Závěr

Ze všech astronomických přístrojů, které kdy byly vynalezeny, to byl právě dalekohled, který měl největší dopad na další vývoj astronomie, přírodních věd, ale i filosofie. Nemůžeme se proto nepozastavit nad skutečností, že dalekohled čekal na svoje objevení několik století. Jak vyplývá z výše uvedeného textu, pomůcky srovnatelné s optickými čočkami, jejichž existence byla nutnou podmínkou vynalezení dalekohledu, byly známé již v antice. Ve stejné době se též k pozorování oblohy používaly duté trubice, které sloužily k odclonění nežádoucích paprsků. Pozorovaný nebeský objekt byl poté lépe viditelný, ačkoli nebyl zvětšen ani přiblížen. Záznamy o používání těchto pomůcek nacházíme například u Aristotela.<sup>102</sup>

Oč delší však byla doba, kdy člověk oblohu pozoroval pouhým okem, o to bouřlivější pak byla reakce, kterou vynález dalekohledu způsobil. Astronomie se najednou začala ubírat zcela jiným, dosud neznámým, směrem. Astronomové jako například Galileo Galilei nebo Johannes Kepler začali pozorovat takové jevy, které nebyly slučitelné s Aristotelovým uspořádáním vesmíru. Do popředí se tak dostali nové teorie, z nichž nejznámější je heliocentrismus Mikuláše Koperníka.<sup>103</sup>

Koperník navázal na Aristotelovu a Ptolemaiovu koncepci vesmíru, ponechal sice nebeské sféry tak, jak byly známy, ale připustil, že se jednotlivá nebeská tělesa navzájem ovlivňují. Současně také přesně určil, že Země je třetí planetou od Slunce a Merkur a Venuše obíhají blíže Slunci, než ostatní čtyři planety.<sup>104</sup> Koperník dále vyslovil domněnku, že Země se pohybuje. Současně s tím však popřel pohyb Slunce. Je tedy zřejmé, že i s touto teorií bylo třeba nadále polemizovat.<sup>105</sup>

Na Koperníka později navázal Johannes Kepler. Zajímal se nejen o to, jak se nebeská tělesa pohybují, ale snažil se najít odpověď i na otázku, proč se tak děje. Ve svých závěrech uvádí, že zdrojem pohybu planet je Slunce, které svojí rotací vytváří určité magnetické síly, které přitahují či odpuzují planety a tím způsobují jejich pohyb,

<sup>102</sup> NORTH, JOHN, *Cosmos an illustrated history of astronomy and cosmology*, str. 360.

<sup>103</sup> Tamtéž, str. 361-368.

<sup>104</sup> V ptolemaiovském modelu nebylo přesně stanoveno, jestli se Merkur a Venuše nacházejí nad Sluncem a nebo pod ním.

<sup>105</sup> APPLEBAUM, W., *The Scientific Revolution and the Foundations of Modern Science*, str. 24-38.

který je eliptický. Rychlost planety se navíc mění podle toho, jestli se na své dráze nachází blíže Slunci, nebo je od něho vzdálena. Čím blíže Slunci se planeta nachází, tím rychleji se v daný čas pohybuje. Velkou pozornost si Kepler získal v roce 1627, kdy byla vydána jeho kniha *Tabulae Rudolphinae*, která obsahovala přesné předpovědi pohybu planet, včetně zatmění. Jedná se o převratnou věc, protože s takovouto přesností nebyl polohy planet schopen předpovídat žádný do té doby známý systém.<sup>106</sup>

Další zásadní změnou v chápání uspořádání vesmíru, byl přechod od neměnnosti k nestálosti. Zatímco do poloviny sedmnáctého století byl vesmír považován za pevně daný a neměnný, po roce 1640 se pomalu prosadila představa proměnlivého, nestálého prostoru, ve kterém se planety pohybují podobně, jako ve vodě. Jednalo se stále o konečné universum, ale koncepce vesmíru jako příbytku Boha byla už podepřena pouze teologickými důkazy.<sup>107</sup> Universum však dál zůstávalo rozděleno na dva kvalitativně odlišné světy – nedokonalý pozemský svět (který již nebyl středem vesmíru) a dokonalý nebeský svět. S kritikou této myšlenky přišel René Descartés, který vyslovil domněnku, že látka je jenom jedna a je stejná všude, jak na Zemi, tak na nebi. Ve svých úvahách pokračoval dále a tuto látku ztotožnil s rozlehlostí, čímž zcela popřel existenci prázdna a současně s tím i zavrhl konečnost a omezenost prostoru. Do konce sedmnáctého století se tak postupně z uzavřeného kosmu, kde existoval pouze dokonalý kruhový pohyb, který celému universu uděloval první hybatel, stal nekonečný vesmír, ve kterém tělesa obíhají po eliptických drahách a pro všechna platí stejné univerzální zákony matematiky.<sup>108</sup>

Definitivní změna v chápání kosmu pak přišla v roce 1687, kdy po dvou a půl letech intenzivní práce a pozorování oblohy vydal Isaac Newton svoji knihu *Philosophiae naturalis principia mathematica*. V tomto díle prezentoval zákony nebeské dynamiky – tři pohybové zákony a zákon gravitace.<sup>109</sup>

Význam dalekohledu tedy spočívá v tom, že sehrál jedinečnou roli prostředníka při formování novověkého vnímání světa a vesmíru. Díky dalekohledu bylo člověku umožněno vidět nebeské úkazy, které není schopen pozorovat pouhým okem.

<sup>106</sup> APPLEBAUM, W., *The Scientific Revolution and the Foundations of Modern Science*, str. 31-33.

<sup>107</sup> RANDLES, W. G. L., *The unmaking of the medieval Christian cosmos*, str. 151-181.

<sup>108</sup> KOYRÉ, ALEXANDRE, *Od uzavřeného světa k nekonečnému vesmíru*, str. 17-101.

<sup>109</sup> APPLEBAUM, W., *The Scientific Revolution and the Foundations of Modern Science*, str. 37-38.

Nově pozorované jevy se pak staly přímými i nepřímými důkazy pro vznikající vědecké teorie. Jedním z přímých důsledků vynalezení dalekohledu je změna způsobu lidského zkoumání: poznání již není limitováno omezenými schopnostmi našich smyslů. Alexandre Koyre uvádí, že věda od vynálezu dalekohledu zahájila „novou fázi svého vývoje, fázi, kterou můžeme nazvat instrumentální“.<sup>110</sup>

Vynález dalekohledu tak zapříčinil několik změn v chápání světa, vědy a filosofie vůbec. Byl překonán církevní dogmatismus a lidé začali spoléhat na poznatelnost okolního světa pomocí vlastních smyslů. Byly položeny základy moderní vědy, která využívá pomoci různých přístrojů, a zrodil se nový vesmír, který již není ani konečný, ani neomezený (jak jej chápal například již Mikuláš Kusánský), ale je v pravém slova smyslu nekonečný.

Veškeré úspěchy dalekohledu jako nástroje vědy však přináší ještě jeden mnohem komplexnější důsledek v gnoseologické rovině. Nedokonalost lidských smyslů již není limitujícím faktorem poznání. To se stává závislé na možnostech přístrojů, které je člověk schopen vytvořit. Otevírá se tak otázka, kam až může poznání dojít a kde jsou jeho hranice. Hans Blumenberg ve své knize *Die Genesis der kopernikanischen Welt* uvádí, že lidské poznání a rozšiřování poznatelného světa jdou spolu ruku v ruce. Vždy se jako první zvětšuje poznatelný svět a až poté dochází ke zdokonalení přístrojů, které nám umožní poznávat ty oblasti, které dosud nebyly známy. Z toho vyplývá, že možnosti lidského poznání se sice budou neustále prohlubovat, ale je nepravděpodobné, že by někdy mohlo být dosaženo absolutního vědění.<sup>111</sup>

---

<sup>110</sup> KOYRÉ, ALEXANDRE, *Od uzavřeného světa k nekonečnému vesmíru*, str. 76.

<sup>111</sup> BLUMENBERG, HANS, *The Genesis of the Copernican World*, str. 621.

## 6 Seznam použité literatury

### 6.1 Monografie a články

APPLEBAUM, WILBUR, *The Scientific Revolution and the Foundations of Modern Science*, Greenwood Press, Westport 2005, ISBN 0-313-32314-3.

BLUMENBERG, HANS, *The Genesis of the Copernican World*, translated by Robert M. Wallace, The MIT Press, 1987 Massachusetts Institute of Technology, ISBN 0 - 262 - 02267 - 2.

EDGERTON, SAMUEL Y., Jr., Galileo, Flortentine „Disegno,“ and the „Strange Spottednesse“ of Moon, *Art Journal*, Vol. 44, No. 3, Art and Science: Part II, Physical Sciences (Autumn, 1984), pp. 225-232, ISBN nevedeno.

GALILEI, GALILEO, *Dialogue on the Two Chief World Systems*, in: FINOCCHIARO, MAURICE A., *The Essential Galileo*, Hackett Publishing Company, Inc., Indianapolis 2008, ISBN -13:978-0-87220-937-4.

GALILEI, GALILEO, *The Sidereal Messenger*, in: FINOCCHIARO, MAURICE A., *The Essential Galileo*, Hackett Publishing Company, Inc., Indianapolis 2008, ISBN - 13:978-0-87220-937-4.

KOYRÉ, ALEXANDRE, Galileo and the Scientific Revolution of the Seventeenth Century, *The Philosophical Review*, Vol. 52, No. 4 (Jul., 1943), pp. 333-348, ISBN nevedeno.

KOYRÉ, ALEXANDRE, *Od uzavřeného světa k nekonečnému vesmíru*, The Johns Hopkins Press 1968, překlad Petr Horák, Vyšehrad, Praha 2004, ISBN 80-7021-856-0.

MACHAMER, PETER K., *The Cambridge Companion to Galileo*, Cambridge University Press, Publicated: July 2006, ISBN:9780511222504.

NORTH, JOHN, *Cosmos an illustrated history of astronomy and cosmology*, The university of Chicago press, Chicago 2008, ISBN-13:978-0-226-59441-5.

RANGLES, WILLIAM GRAHAM LISTER, *The unmaking of the medieval Christian cosmos, 1500-1760: from solid heavens to boundless aether*, Ashgate, Aldershot 1999, reprinted 2004, ISBN 1 84014 624 9.

SHAPIN, STEVEN, *The Scientific Revolution*, University of Chicago Press, Chicago 1996, ISBN 0-226-75021-3.

VAN HELDEN, ALBERT, *Telescopes and Authority from Galileo to Cassini*, *Osiris*, 2nd Series, 1994, vol. 9, Instruments, s. 8-29, ISBN neuedeno.

VAN HELDEN, ALBERT, *The invention of the Telescope*, *Transaction of the American Philosophical Society*, New Series, Vol. 67, No. 4 (1977), s. 1-67, ISBN neuedeno.

VAN HELDEN, ALBERT, *The Telescope in the Seventeenth Century*. *Isis*, March 1974, vol. 65, no.1, s. 38-58, ISBN neuedeno.

WALKER, CHRISTOPHER, *Astronomy before the telescope*, British Museum Press, London 1996, ISBN 0-7141-1746-3.

WESTFALL, RICHARD S., *Galileo and the Telescope*. *Isis*, Vol. 76, No. 1 (Mar., 1985), pp. 11-30, ISBN neuedeno.

## 6.2 Elektronické zdroje

<http://www.antiquetelescopes.org/history.html>

<http://brunelleschi.imss.fi.it/portalegalileo/index.html>

<http://galileo.rice.edu/index.html>

<http://www.scientus.org/timeline/telescope.html>

<http://mesic.astronomie.cz/cisla.htm>

<http://www.converter.cz/prevody/delka-stare-cizi.htm>

<http://hvezdarna.plzen.eu/ukazy/clanky/minislovnicek/index.html>

## 6.3 Zdroje příloh

Obr. 1: VAN HELDEN, ALBERT, *The Telescope in the Seventeenth Century*, str.42.

Obr. 2: VAN HELDEN, ALBERT, *The Telescope in the Seventeenth Century*, str.42.

Obr. 3: MACHAMER, PETER K., *The Cambridge Companion to Galileo*, str. 248.

Obr. 4: [http://paganinstitute.org/PIR/lunar\\_info.html](http://paganinstitute.org/PIR/lunar_info.html) [staženo 26.03.2012]

Obr. 5: GALILEI, GALILEO, *The Sidereal Messenger*, str. 58.

Obr. 6: GALILEI, GALILEO, *The Sidereal Messenger*, str. 59.

Obr. 7: GALILEI, GALILEO, *The Sidereal Messenger*, str. 65.

Obr. 8: <http://www.eg.bucknell.edu/physics/astronomy/astr101/calpages/9sep05.html>  
[staženo 10.04.2012]

Obr. 9: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Positional\\_astronomy\\_cs.png](http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Positional_astronomy_cs.png)  
[staženo 19.03.2012]

Obr. 10: MACHAMER, PETER K., *The Cambridge Companion to Galileo*, str. 222.

Obr. 11: MACHAMER, PETER K., *The Cambridge Companion to Galileo*, str. 264.



## 7 Resumé

This bachelor thesis deals with the telescope – a revolutionary instrument invented at the beginning of the 17<sup>th</sup> century. The origin and impact of this very influential device are described herein.

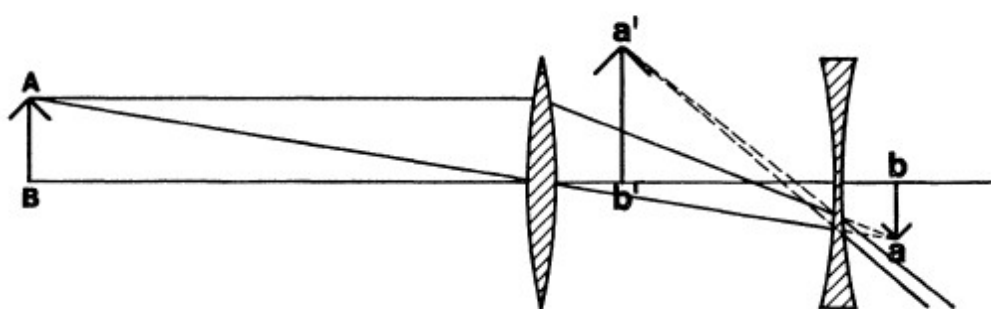
The first chapter contains a description of medieval cosmology. This helps to clarify how significantly the telescope influenced the early Modern Age perception of the Universe. The second chapter focuses on the invention itself and explains the construction of this device. Also Hans Lipperhey is presented - the person who is considered to be the inventor of telescope.

The third chapter is devoted to Galileo Galilei and his celestial observations. Galileo's discoveries were critical in the adoption of heliocentrism. In this thesis observations of the Moon, fixed stars, Jupiter, Medicean Stars, Venus, Saturn and Sun are all described. Most of those discoveries are submitted in Galileo's treatise *Sidereus Nuncius*.

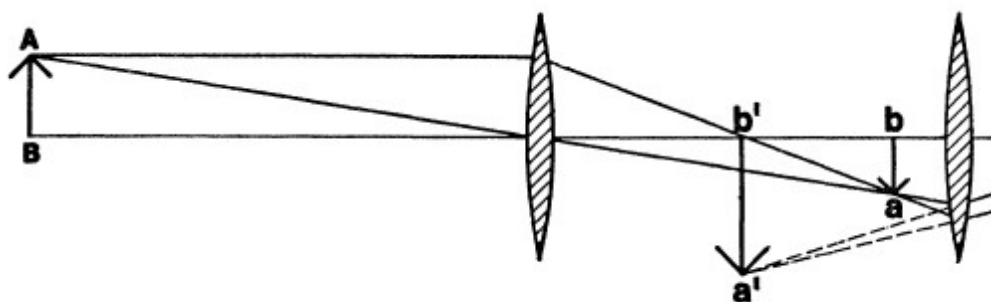
The conclusion of this thesis shows the impact the invention of the telescope had. Namely it was the adoption of heliocentrism and the idea of an infinite Universe. Also it raised up the questions of the limits of human knowledge.

## 8 Přílohy

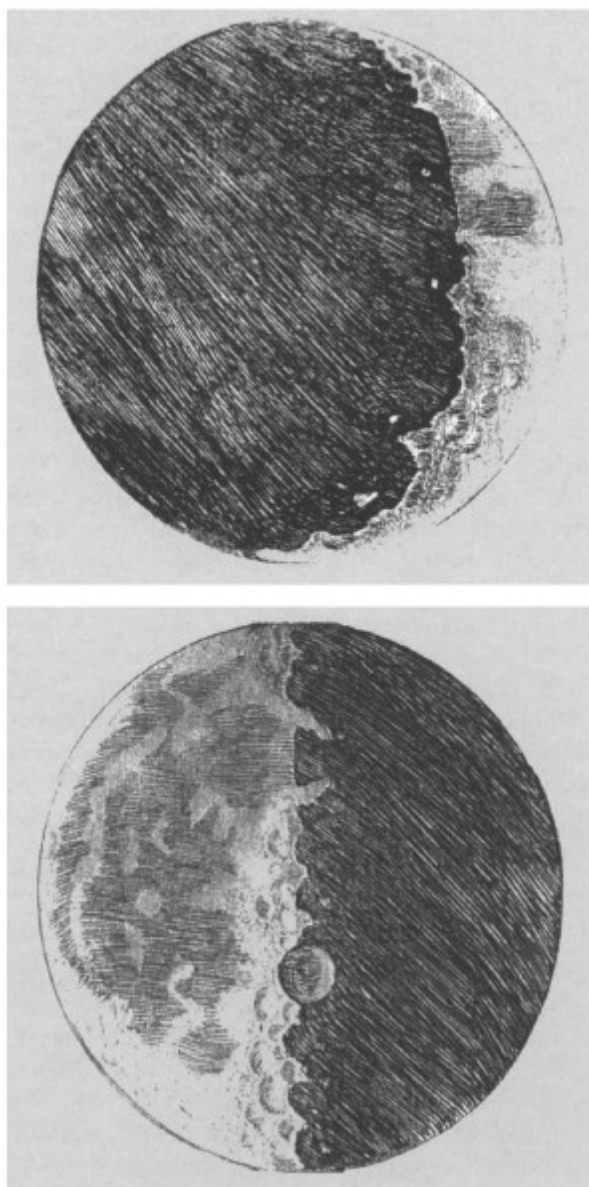
**Obr. 1** Schéma galileánského dalekohledu.



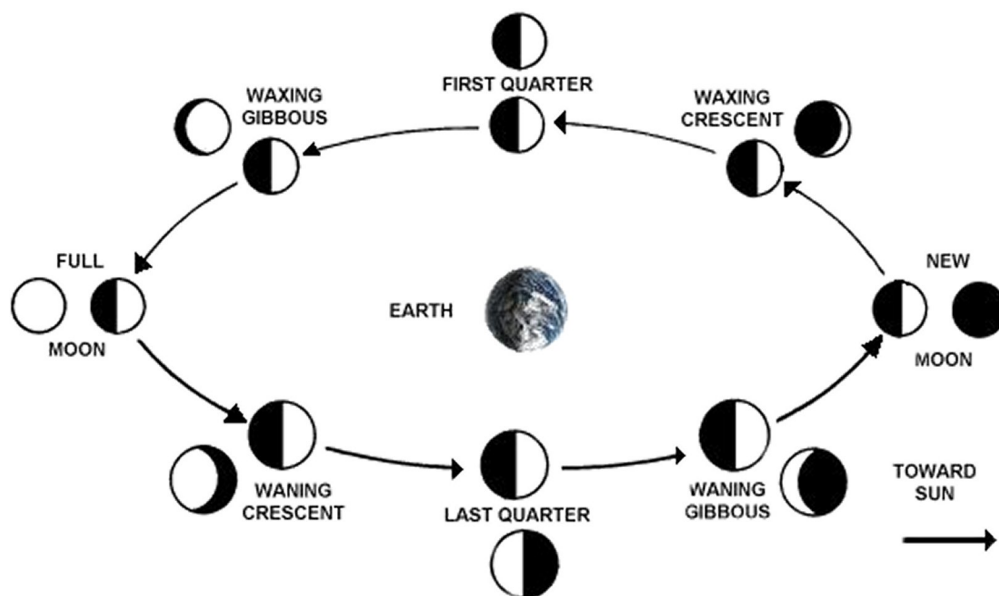
**Obr. 2** Schéma kepleriánského dalekohledu.



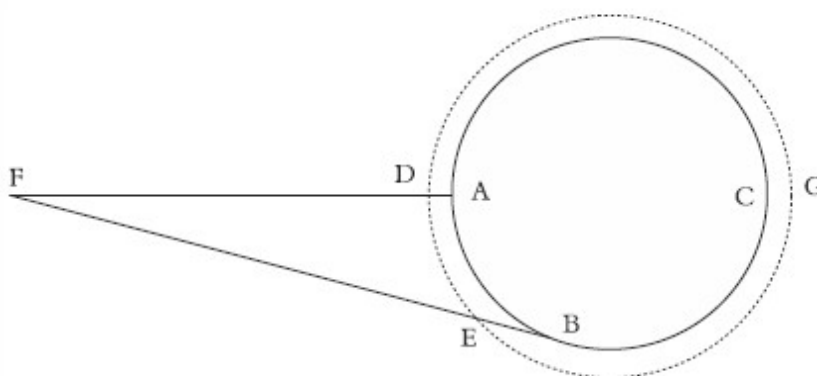
**Obr. 3** Galileovy nákresy Měsíce



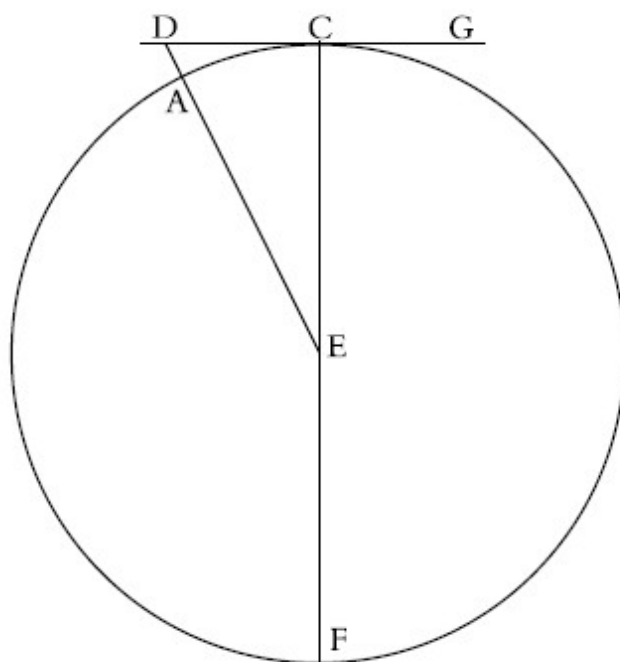
Obr. 4 Fáze Měsíce.



Obr. 5 Schéma znázorňující pozorování Měsíce přes atmosféru.



**Obr. 6** Schéma výpočtu výšky měsíčních hor.



**Obr. 7** Zobrazení nově pozorovaných hvězd v souhvězdí Orion.

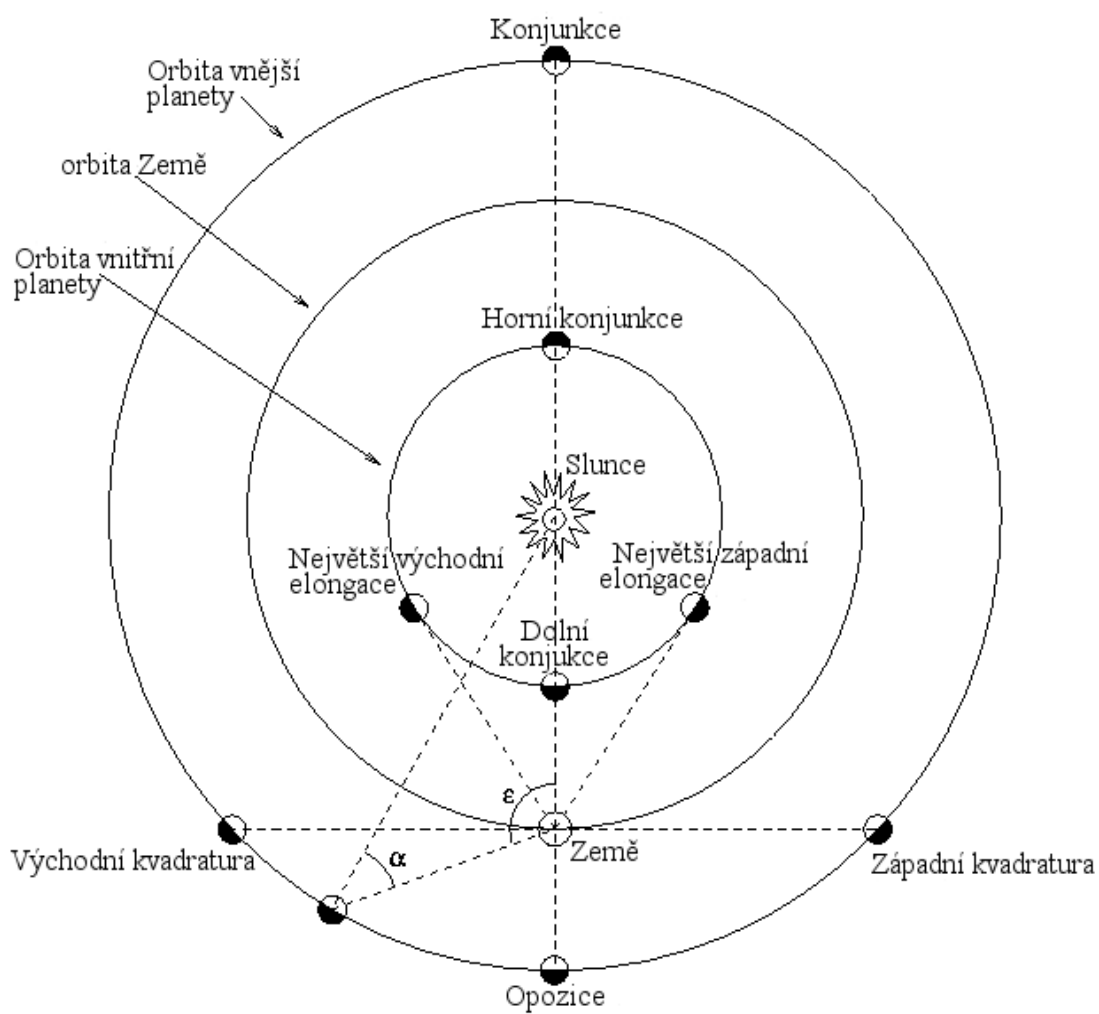


Obr. 8 Zápisy Galileových pozorování měsíců Jupiteru.

*Observationes Iovianae*  
(1610)

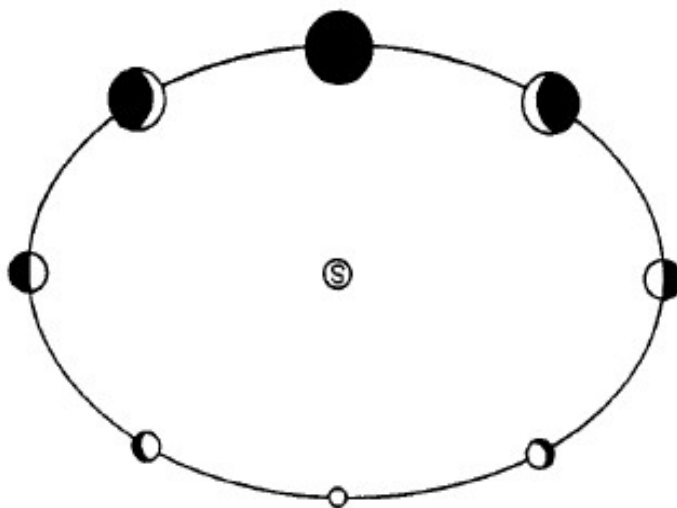
20. Febr. marci H. 12	○ **
30. marc.	** ○ *
2. Febr.	○ ** *
3. marc.	○ * *
3. Ho. s.	* ○ *
4. marc.	* ○ **
6. marc.	** ○ *
8. marc. H. 17.	* * * ○
10. marc.	* * * ○ *
11.	* * ○ *

**Obr. 9** Znáznornění astronomických pozic planet.





**Obr. 10.** Fáze Venuše.



**Obr. 11.** Galileův nákres slunečních skvrn ze 3. a 4. července 1612.

