

# Keplerova Nová hvězda v patě Hadonoše

*Kepler's the New Star in the Foot of the Serpent Handler*

Vladimír Štefl

Ústav teoretické fyziky a astrofyziky, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Kotlářská 2, 611 37 Brno; steff@physics.muni.cz

## Úvod

Začátkem 17. století vyvolal zájem myslitelů, učenců a astronomů celého světa neobvyklý úkaz na obloze, výskyt nové hvězdy – novy. Byla sledována v Evropě a v Asii déle než rok. V článku budeme užívat původní Keplerův termín nova, avšak jak dnes víme, jednalo se o supernovu Ia. Objevila se na podzim roku 1604 současně s velkou konjunkcí Marsu, Jupiteru a Saturnu na stejném místě oblohy. Tato koincidence vedla k různým astrologickým interpretacím, jak dále rozebereme.

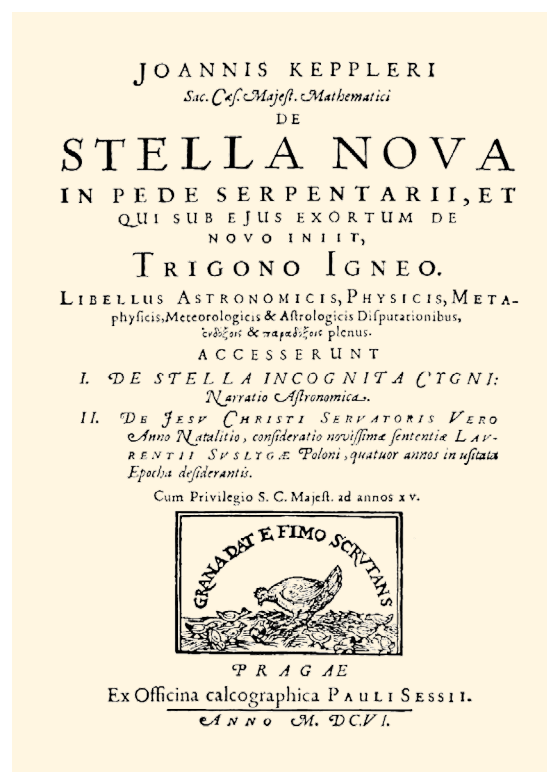
Mezi mnoha pozorovateli byl i Johannes Kepler (1571–1630), v té době působící v Praze. Byl na novu upozorněn meteorologem Janem Brunovským 11. října 1604. V článku uvádíme data podle gregoriánského kalendáře. Vzhledem ke zhoršenému počasí ji bylo možné pozorovat až 17. října 1604. V následujících měsících Kepler a jeho spolupracovníci novu sledovali a shromažďovali o ní údaje. Na jejich základě a z pozorování jiných si německý astronom vytvářel o ní představu, uvažoval přitom také o astrologických souvislostech.

V roce 1606 vydal v Praze spis *De stella nova in pede Serpentarii et qui sub ejus exortum de novo iniiit, Trigono igneo* [1] česky *Nová hvězda v patě Hadonoše, která vstoupila na nový vzestup pod ohnivým trojúhelníkem*, titulní list viz obr. 1, zkráceně *Nová hvězda v patě Hadonoše*.

Spis Kepler s určitou obezřetností věnoval Rudolfovi II. V úvodu vysvětlil příčiny, které ho k odkladu jeho vydání vedly. Pro získání celkového obrazu o nově chtěl zpracovat její úplné pozorování, proto posečkal, až přestane být pozorovatelná. Neméně závažným důvodem zdržení bylo správné vystižení původu a podstaty zcela nového jevu novy, určení její vzdálenosti a objasnění souvislosti s tím spojených.

## Pozorování novy, její jasnost a poloha

Chronologický přehled pozorování novy je zachycen v první kapitole *Historie nové hvězdy, která zářila v souhvězdí Hadonoše v letech 1604 a 1605*. Kepler sledoval změny jasnosti novy, které porovnával s jasností planet a hvězd. V textu [1] je termín *magnitudine* – velikost, s upřesněním větší, menší, stejná, měl na mysli jasnější, slabší, stejně jasná. Šlo o zachycení jasnosti novy, velikostí rozuměl hvězdnou velikost v magnitudách. Příkladně zapsal [1]: „Nova byla pozorována

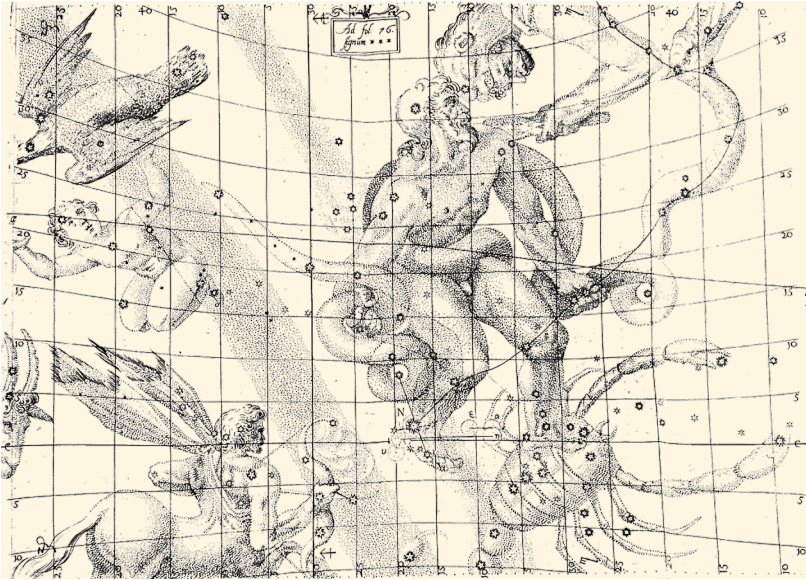


Obr. 1 Titulní list De Stella Nova.

s téměř stejnou velikostí po celý měsíc říjen.“ Nova v souhvězdí Hadonoše je na obr. 2.

Stručně popíšeme Keplerovo pozorování novy podle textu z *první kapitoly* [1]. Začal ji sledovat 17. října 1604, kdy byla mnohem jasnější než Jupiter, do začátku prosince narostla hvězdná velikost o více než 0,3 mag, následně začal pokles její jasnosti. V lednu 1605 byla jasnější než Antares  $\alpha$  Sco (0,6–1,6 mag) a mnohem slabší než Arktur  $\alpha$  Boo (–0,05 mag).<sup>1</sup> Ve druhé polovině března zaznamenal [1], „ne o moc jasnější než“ Han –  $\zeta$  Oph 2,6 mag a Sabik –  $\eta$  Oph 2,4 mag. Postupně do března 1605 její jasnost klesala. V dubnu byla jasná jako  $\eta$  Oph, v srpnu slabší než Aggia –  $\xi$  Oph 4,4 mag a konečně v říjnu již byla obtížně pozorovatelná, slabší než  $\xi$  Oph. Z údajů lze zrekonstruovat přibližný vývoj jasnosti novy. V maximu v říjnu dosahovala –2,6 mag,

1 Antares je nepravidelně proměnná hvězda s několika různými periodami – pro získání názorných představ o jasnosti novy uvádíme hvězdné velikosti v soudobých magnitudách.



Obr. 2 Nova v patě Hadonoše.

koncem ledna 1,0 mag, koncem března 2,2 mag, v dubnu 2,4 mag a v říjnu 4,8 mag. Podobná srovnání jasností prováděli David Fabricius (1564–1617), Michael Maestlin (1550–1631) a řada dalších a tyto údaje se staly východzími k rekonstrukci historické světelné křivky, viz předposlední část článku.

Vedle jasnosti Kepler zkoumal také světlo a barvu novy. Vylíčil tvar hvězdy jako dokonale kulatý, vyzařované světlo připodobnil světlu stálic. Barvu charakterizoval v [1]: „... proměnlivá jako barva duhy“. Měnila se od bílé k žlutočervené a v závěru k převládající bílé barvě. Dospěl k závěru, že vzhledem ke své jasnosti, intenzitě světla a neměnné poloze přináležejí ke sféře hvězd stálic.

Nova v říjnu a v listopadu 1604 byla tak jasná, že při jejím sledování lidským zrakem se uplatňovalo barevné vidění prostřednictvím čípků na sítnici oka – proto bylo pozorováno zabarvení novy odpovídající postupnému poklesu teplot rozpínající se obálky. Později po dalším snížení jasnosti novy nastoupilo černobílé vidění pomocí tyčinek, z toho důvodu bylo pozorováno bílé zabarvení novy. Po věcné stránce první fáze homologické exploze novy, jak jsme již uvedli supernovy Ia, probíhala rychlostí  $\approx 10\,000\text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$  a trvala zhruba 50 dnů po maximu, tedy v říjnu, listopadu a počátkem prosince. Následně expandující obal přestal být opticky tlustý. Byl tak zaznamenán pokles jasnosti v prosinci a v dalších měsících, jak je zachyceno v části o korespondenci.

Pozorování bylo narušováno scintilací, mihotáním obrazu hvězd, což Kepler chybně vylíčil jako pulsující jiskření světla novy. Připomínáme, že nepřijal názor Vitella, že scintilace je vyvolána jevy v zemské atmosféře. Proto ji připisoval pohybu uvnitř novy, napsal [1]: „... přirozená světelná síla, která se nešíří bez pohybu“. Pohyb světla uvnitř tělesa novy považoval za hlavní příčinu jiskření. Předpokládal, že nova je pulsující hvězda s rychlou rotací. Domníval se, že nova je plamen, v němž postupně dohořívá palivo. Odmítl v jeho době rozšířené mínění, že se jedná o bývalé hvězdy nebo komety, které se vrátily. Dospěl k přesvědčení, že nova vznikla z hmoty nebes, z éteru.

Podrobnější údaje o pozorování jsou shrnuty ve dvanácté kapitole *Pozorování nové hvězdy*. Jde o po-

zorování Keplera samotného, respektive v jeho přítomnosti, jakož i dalšími pozorovateli – Jostem Būrgim (1552–1632) a Francem Gansnebem Tenguagem (1576–1622). Německý astronom prováděl vedle sledování již výše popsaných změn jasnosti také určování její polohy. Používal při tom proměřování úhlových vzdáleností od známých relativně jasných hvězd souhvězdí Střelce, Hadonoše a Štíra sextant stejně jako od Jupiteru, Saturnu a Marsu, což však bylo méně spolehlivé, neboť teorie pohybu planet nebyla ještě dostatečně propracovaná. Kepler v [1] zaznamenal v první etapě pozorování pět poloh a jasností novy 17., 18., 21., 27. října 1604 a 12. února 1605 v Praze. Přesnost stanovení úhlů je odhadována na jednu až dvě obloukové minuty.

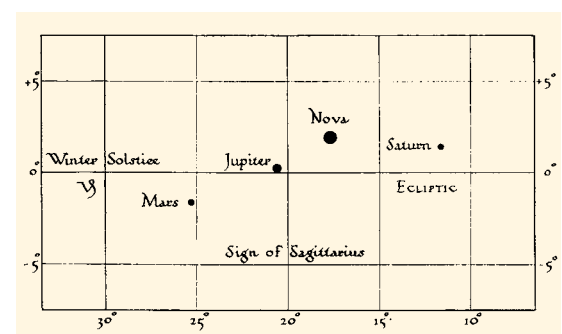
Komentujeme pozorování v [1] 17. října 1604, kdy se nova na obloze nalézala mezi třemi planetami v konjunkci – Marsem, Jupiterem a Saturnem. Její polohu určoval pomocí úhlové vzdálenosti mezi ní a planetami či blízkými hvězdami. K jejich identifikaci uplatnil popisný způsob, obdobně jako Mikuláš Koperník (1473–1543) v katalogu hvězd v *Oběžích nebeských sfér* [2]. Obdržel úhlové hodnoty mezi novou a Jupiterem  $3^\circ 28\frac{1}{2}'$ , Marsem  $8^\circ 31'$ , Saturnem  $6^\circ 12' - 6^\circ 14'$  a ramenem Střelce  $20^\circ 0'$ , přesněji levým ramenem (v soudobém označení  $\sigma\text{Sgr} - \text{Kaus Media}$ ) a pravým kolénem Hadonoše  $7^\circ 35' - 7^\circ 39'$  ( $\eta\text{Oph} - \text{Nunki}$ ). K poslední hvězdě přidal poznámku „obtížně pozorovatelná“.

Ze zpracování pozorování 17. října 1604 ve třinácté kapitole *Zjištění skutečné polohy zvířetníku, nových hvězd z těchto pozorování* stanovil délkovou souřadnici novy vzhledem k prvnímu bodu znamení Střelce, šířku uváděl k ekliptice. Obr. 3 podle [3] zachycuje polohu objektů k 17. říjnu 1604, souřadnice v [1] byly následující:

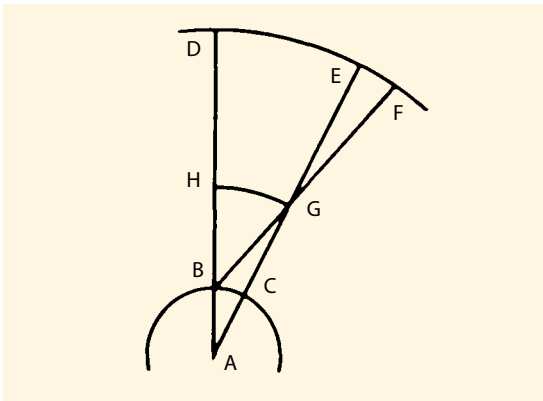
	délka	šířka		délka	šířka
Saturn	$11^\circ 39'$	$1^\circ 26'$ s.š.	Jupiter	$20^\circ 35'$	$0^\circ 13'$ s.š.
Nova	$17^\circ 40'$	$1^\circ 56'$ s.š.	Mars	$25^\circ 17\frac{1}{2}'$	$1^\circ 36'$ j.š.

Výslednou délku novy určil Kepler na  $17^\circ 40'$ , o rovníkových souřadnicích napsal v [1]: „... určujeme její rektascenzi a deklinaci... rektascenze  $256^\circ 47'$ ...  $21^\circ 1'$  deklinace novy, jak je výpočtem prokázáno.“

V další části *dvanácté kapitoly* německý astronom zmiňoval Fabriciova pozorování, uvedená v [4], jednalo se o úhlovou vzdálenost novy od hvězd již zmíněných souhvězdí Hadonoše, Střelce a Štíra. Nejprve pochválil samotného Fabricia slovy [1] „pilný astronom David Fabricius“. Prospěšnost jeho pozorování vyzdvihl takto [1]: „... Bude užitečné k těmto našim pozorováním přidat ta, která provedl David Fabricius“



Obr. 3 Poloha novy a planet na obloze 17. října 1604.



Obr. 4 Schéma paralaktické metody v Doplnku k Vitellově optice.

ve Východním Frísku: vskutku takový muž v astronomii, v jehož vlastnictví je pilnost při pozorování nebeských věcí...“ Fríský astronom, jak jsme uvedli, k určení polohy novy užíval především hvězdy z jejího okolí, propočítal hodnotu délky na  $17^{\circ} 39' 20''$ .

V souladu s Keplerovým celoživotním zvykem veškerá pozorování pečlivě a detailně zapisoval, včetně i neúspěšných, kdy trojúhelníkový sextant nebylo možné použít, neboť nemohl být nastaven na polohu hvězd. Také kriticky posuzoval Fabriciem naměřené úhlové vzdálenosti. V jiných případech, v kapitole třinácté, potvrzoval shodu výsledků pozorování obou astronomů slovy [1]: „Proto pozorování Fabricia jsou téměř stejná jako naše a určují polohu hvězdy od  $17^{\circ} 36\frac{3}{4}'$  Střelce až po  $17^{\circ} 46\frac{3}{4}'$  Střelce. Začlenil je do svého spisu, což sdělil slovy [1]: „... nyní předkládám Fabriciovy úvahy z jeho germánské knihy vytištěné v Hamburku a z došlých mi dopisů...“ Měl na mysli odkaz na v německém jazyce vydané pojednání Kurtzer und Gründtlicher Bericht/Von Erscheinung und Bedeutung des grossen Newen Wunder-Sterns/ welcher den 1. Octobr. deß 1604. Jahrs/ gegen dem Südtwesten/ nach der Sonnen Untergang/ zu leuchten angefangen/ und noch anjetzo zu sehen ist [4], česky Stručná a podrobná zpráva o zjevení a významu velké nové zázračné hvězdy, která začala zářit 1. října roku 1604 na jihozápadě po západu Slunce a je vidět dodnes.

### Posouzení vzdálenosti novy a její podstaty

K určení vzdálenosti novy použil Kepler paralaktickou metodu. Její geometrický výklad provedl již v Doplnku k optice Vittela, v němž v deváté kapitole O paralaxách sdělil [5]: „Kolem středu A necht' je opsán velký kruh BC na povrchu Země a další kruh DEF na povrchu nejvzdálenější sféry stálic a necht' A, B, D leží na stejné přímce procházející zenitem daného místa, viz obr. 4. A v mezilehlém místě necht' je nebeské těleso v bodě G, který neleží na svíslé přímce AD.“ ... „Astronomové tedy, jak jsem uvedl, nejprve naleznou úhel DAG nebo oblouk DE, velikost tohoto úhlu, tj. oblouk pozorované vzdálenosti tělesa od zenitu, který je DE, podle toho, co bylo určeno na začátku“... „Z toho vyplývá, že úhel BGA astronomové označují jako paralaxu nebeského tělesa v bodě G. Tato paralaxa má v astronomii božský význam. Kdykoliv lze různými astronomickými způsoby obdržet oblouk DF skutečné vzdálenosti nebeského tělesa od zenitu v určitém okamžiku a oblouk DF viditelné vzdálenosti od zenitu je změřen vhodnými přístroji a s požadovanou přesností v daném okamžiku...“

V *Nové hvězdě v patě Hadonoše* se Kepler rozhodl objasnit paralaktickou metodu jednodušším způsobem. Použil analogie z každodenních zkušeností. Přirovnal nebeské objekty v různých vzdálenostech od Země s nosem a prstem ukazováčku čtenáře a knihou, kterou četl. Záměrem bylo co nejnázorněji vyložit paralaktickou geometrickou metodu. Podle Lombardiho [6] byla nova vhodnou příležitostí pro demonstraci paralaktické metody a stanovení její vzdálenosti. Německý astronom dospěl k závěru, že nova se nemůže nacházet v bližší vzdálenosti než Měsíc, Slunce nebo Saturn. Odtud dovodil, že se jedná o novou hvězdu ve sféře stálic.

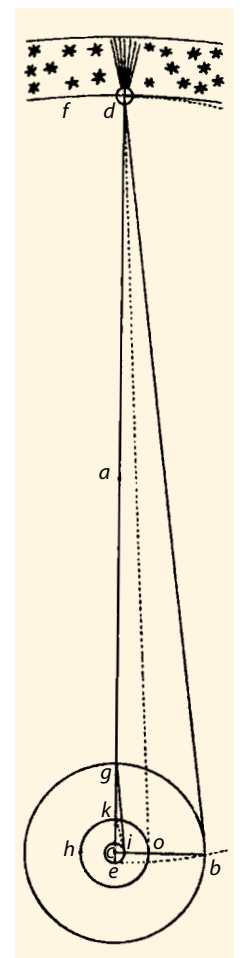
V obsahu patnácté kapitoly *O poloze této hvězdy v průměru světa aneb o její obrovské vzdálenosti od středu Země* Kepler vystihl heliocentrický systém slovy [1]: „Necht' na obr. 5 C je Slunce, HKO sféra oběhu Země, D poloha novy poblíž prostředí dráhy Saturnu nebo Saturnu samotného. Podle pruteniků je možné vidět, že kdyby se Saturn nacházel nehybně v nejvyšším bodě své oběžné dráhy, který je v D (kdy je desetkrát vzdálenější, než je Slunce od Země), Země by se nacházela na přímce CD, která spojuje Slunce se Saturnem, její bod K by se odchyloval od krajní strany O její oběžné dráhy, paralaxa Saturnu neboli úhel CDO by byla asi 6 stupňů.“<sup>2</sup>

Z hlediska významu v klíčové šestnácté kapitole *O nesmírnosti sféry stálic v hypotéze Koperníka a o velikosti novy* se Kepler věnoval problematice vzdálenosti novy, vývoji její jasnosti, jakož i číselným hodnotám rychlostí planet. Poslední vylíčil v [1] – využijeme i anglický překlad [7]: „V tomto bodě jsem si jist, že mezi čtenáři jsou někteří, kteří jsou připraveni vysmívat se šilenství Koperníka. Jiní čtenáři, kteří přijímají jeho stanovisko na základě různých astronomických a fyzikálních argumentů, jsou nicméně znepokojeni tou nesmírností a začínají pochybovat... V souladu s tím je pohyb těles ve vesmíru v Koperníkových hypotézách takový, že za jednu hodinu Saturn urazí vzdálenost asi 300 německých mil; Jupiter 400; Mars 600; střed Země 740; Venuše 800; Merkur 1 000 – krásný poměr, kde to, co je blíže k nehybnému Slunci (zdroji veškerého pohybu) je vždy rychlejší. A protože Země se nejen pohybuje po oběžné dráze jednou za rok, ale také se otáčí kolem své osy jednou za den, za jednu hodinu urazí oblasti Země, které jsou blízko rovníku, 240 německých mil kolem středu.“ [německá míle 5 522,6 m]

Kepler předpokládal, že v Koperníkově heliocentrickém modelu existuje koncepce „úměrných rychlostí“, myšleno klesajících oběžných rychlostí pohybujících se planet s rostoucí vzdáleností od Slunce, což vyjádřil ve formulaci [1]: „Dokonalost vesmíru spočívá v pohybu.“

Kvantitativní úvahu o pohybech těles v různých prostředích formuloval slovy [1]: „Pokud se Vám průlet tisíc mil za hodinu stále jeví jako reálně neuvěřitelný, doporučuji Vám zvážit poměr hustoty vzduchu k hustotě éteru, který jsem demonstroval v Optice. Tam je ukázáno, jak může být průlet dlouhý tisíc mil za hodinu éterem neuvěřitelně mnohonásobně klidnější než průlet dlouhý jednu míli za hodinu naším vzduchem.“

2 Pojem *sphaera* užíval Kepler jak u stálic, tak i planet, u kterých rovněž uváděl termín *orbis*, pruteniky nazval astronomy, kteří vycházeli z prutenických tabulek, propočítaných podle heliocentrické teorie. V textu [1] autor zvolil velká písmena, zatímco na obrázku jsou malá.



Obr. 5 Schéma kuželoseček.

» Nehybné  
Slunce je  
hybatelem. «

Německý astronom popsal obr. 5 zobrazující schematicky vzdálenosti Země a Saturnu od Slunce, jakož i sféry stálic v textu vyjádřené v jednotkách poloměru Země  $R_Z$  [1]: „Na obrázku je poloměr tělesa Slunce CE, vzdálenost Země od Slunce CK 1 423  $R_Z$ . Nejbližší sféra Saturnu je GB. Saturn je nyní desetkrát vzdálenější než Slunce, konkrétně je CG desetkrát větší než CK. Je to sice o něco méně, ale přesto toto číslo postačuje. Saturn je tudíž vzdálen 14 320  $R_Z$ , což je délka CG. A tak nyní jako je poloměr slunečního tělesa CI šest poloměrů Země k poloměru dráhy Saturn CG nebo CB (14 320  $R_Z$ ), takto je CB k poloměru stálic CD, vytvořeném pokračováním CG ke stálicím. Na této přímkce je nakreslen půlkruh EBD, procházející body E a B, jehož středem je A.“ ... „Po dosažení stálic nám CG ukáže maximální počet poloměrů Země ... což je 34 177 066%.“ Kepler v celém textu [1] nebyl terminologicky jednotný, zde používal pojmy sféra, respektive poloměr dráhy Saturnu.

Ve výše uvedeném odstavci německý astronom upřesnil a numericky rozvinul model vesmíru vytvořený Koperníkem, podle něhož je Sluneční soustava obklopena sférou nehybných stálic, nacházejících se velmi velké vzdálenosti od dráhy tehdy poslední známé planety – Saturnu. Při sluneční chybně stanovené paralaxe 2' 24", byla podle německého astronoma vzdálenost Slunce od Země 1 432  $R_Z$ . Správná hodnota je  $\approx 23 500 R_Z$ , vychází z moderní hodnoty sluneční paralaxy 8,794". Sluneční průměr dle Keplera činil  $1\,432 \cdot \text{tg } 15' = 6,25 R_Z$ , dnes víme, že  $R_S = 109 R_Z$ . Poloměr sféry stálic  $r$  vypočetl ze vztahu  $6 : 14\,320 = 14\,320 : r$ , odtud  $r = 34\,177\,067$ , viz [1] a přepočty van Helden [8].

Příčiny pohybu planet objasnil textem [1]: „Nehybné Slunce je hybatelem. Udrží střední polohu vesmíru. Těleso Slunce, které se otáčí na místě, rotací kruhovitě rozvíří po celém vesmíru nehmotnou substanci (tuto skutečnost jsem si vymyslel pouze na základě fyzikálního uvažování v komentářích týkajících se pohybu planety Mars), hybatele, který řídí všechny putující hvězdy [planety]. A co je blíže k Slunci, je rychlejší.“

Následovala diskuse zabývající se fyzickou velikostí stálic. V ní Kepler zmínil pohled Tycho Braheho (1546–1601), podle něhož v Koperníkově heliocentrickém modelu by hvězdy měly být menší než Slunce. S tím německý astronom opírající se o závěry svých pozorování a měření nesouhlasil. Novu umístil mezi stálice. V posledním odstavci šestnácté kapitoly to podpořil číselnými údaji [1]: „Neboť pokud zabírá [nova] pouze čtyři minuty (úhlová velikost Siria), pak je podle Koperníkovy hypotézy mnohem větší než celá konstrukce pohyblivých těles. Dříve jsme této konstrukci připsovali pouze minuty při pozorování ze stálic.“ Za předpokladu úhlové velikosti novy stejné jako Sirius  $-4'$ , by byla větší než celá sféra Saturnu. Její vypočítaný průměr by činil  $34\,177\,067 \text{ tg } 4' = 39\,767 R_Z$ . Keplem uváděná hodnota poloměru sféry Saturnu se rovnala 14 320  $R_Z$ . Tyto mylné hodnoty za předpokladu Koperníkovy vzdálenosti sfér stálic 80 milionů  $R_Z = 5,1 \cdot 10^{14} \text{ m}$  by vedly k velikostem poloměrů hvězd dosahujících  $1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$ , 220  $R_S$ . Dnes víme, že takových poloměrů dosahují pouze veleobří.

Komentováno, německý astronom ve svých úvahách při proměňování vesmíru používal velikost sféry Saturnu, tehdy nejbližší planety od Slunce. To pozorované ze Země má úhlový průměr třicet úhlových minut a Saturn je desetkrát dále od Slunce než Země, takže

Slunce pozorované ze Saturnu by mělo úhlový průměr tři minuty. Kepler předpokládal, že poměr vzdálenosti Slunce–sféra stálic a velikosti sféry Saturnu je stejný jako poměr vzdálenosti Slunce–Saturn a průměru samotného Slunce; odhadl tak jeho vzdálenost od stálic na něco málo přes 34 000 000 násobek poloměru Země.

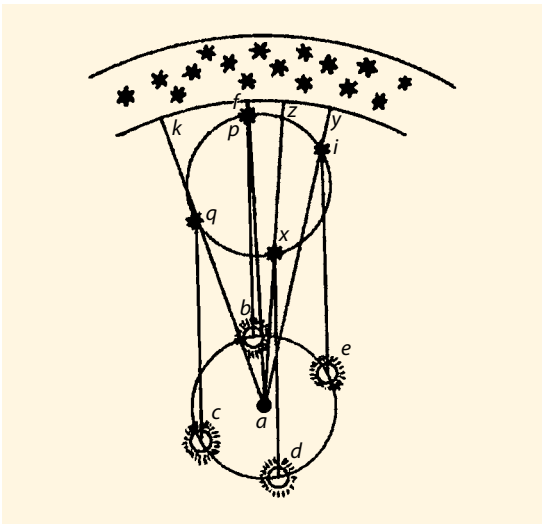
V šestnácté kapitole německý astronom pokračoval [1]: „Jak je však možné, že vesmír zdobený proporciemi, které jsem zde plně vysvětlil, je stále tak úzký a tak blízko, že stálice mohou vytvářet určitou paralaxu? To znamená, že poměr přímkce CK nebo CO, o kterou jsou Slunce a Země od sebe vzdáleny, může být znatelný ve srovnání s CD, vzdáleností mezi Sluncem a stálicemi. Nikoliv.“ ... „Nebo jinými slovy stručněji. Protože Slunce zahrnuje 30 minut při pohledu ze Země, to je, protože úhel CKI je 15' a Saturn je jistě desetkrát výše, pak viděno ze Saturnu bude mít desetinu z 30', to znamená 3'. Tato veličina je skutečně dvojnásobkem úhlu CGI. Ale předpokládáme, že IC je Slunce a CG je poloměr kruhu Saturnu, tedy CG nebo CB je poloměr sféry stálic. A tak, spojíme-li body BD, trojúhelníky BCD a ICG budou podobné, proto úhly BDC a IGC jsou stejné. Tudíž i kruh Saturnu CB, viděný ze sféry stálic, nebo bodu D, může vytvářet 1½' minuty. A protože CO kruh Země může být desetinou poloměru kruhu Saturnu CB, bude úhel ODC přibližně desetinou úhlu BDC.“

Graney v [7] zkoumal výpočty mylné Keplem předpokládaných závislosti mezi skutečnými fyzickými velikostmi a jasnostmi vizuálního vjemu hvězd. Ten konstatoval, že hvězda s pozorovaným úhlovým průměrem tří minut, což je desetina úhlového průměru Měsíce, má stejný fyzický průměr, jako je průměr oběžné dráhy Saturnu, a že Sirius, nejjasnější z hvězd, je ještě větší, a nova ještě větší. Z uvedených čísel vyplývalo, že jakákoliv hvězda, jejíž fyzická velikost by byla stejná jako průměr oběžné dráhy Země, by měla pozorovaný úhlový průměr tři desetin minuty neboli osmnáct vteřin, což zhruba odpovídalo pozorovanému úhlovému průměru, který určila astronomická autorita konce 16. století Tycho Brahe pro hvězdy sotva viditelné pouhým okem (šesté magnitudy). Dánský astronom vytvořil tabulku, pro každou hvězdnou velikost vyjádřenou v magnitudách předpokládal jiný úhlový průměr hvězd. U hvězd první magnitudy to bylo 120", u šesté magnitudy 20". Úhlové poloměry nejjasnějších hvězd v jeho koncepci měly dosahovat přibližně 1' až 2'. Protože fyzický průměr Slunce je podle německého astronoma menší než jedna setina průměru oběžné dráhy Země, je zřejmé, že každá hvězda na obloze je větší než Slunce. Celá Sluneční soustava tak je obklopena pouze obřími hvězdami. Velké hodnoty fyzické velikosti novy se Kepler na druhé straně obával, z toho důvodu na konci šestnácté kapitoly sdělil [1]: „Tuto velikost odmítám vyjádřit číselně.“ Zřejmě se nechtěl vystavovat posměchu.

Myšlenkově chybnou představu o fyzických velikostech hvězd a Slunce německý astronom spojil se vzdáleností [1]: „Čím větší je vzdálenost hvězd, tím více každá z nich převyšuje průměr Slunce.“<sup>3</sup>

Odhady hvězdných velikostí Tycho Braheho se přibližně shodují se soudobými. Nesprávně se však domníval, že lze okem změřit úhlové velikosti hvězd

3 Doplníme, že prostřednictvím interferometrie změřené úhlové velikosti dvou v článku zmiňovaných hvězd činí u Antaresu 0,037" a Arktura 0,020". Patří k úhlově největším hvězdám.



Obr. 6 Schéma vzniku smyčky u vnějších planet v Tycho-nové soustavě.

a při znalosti vzdálenosti tak zjistit jejich fyzické průměry. Lidské oko však má pouze omezenou rozlišovací schopnost, pozorované úhlové průměry hvězd jsou zrakem neměřitelné. Nemohly tak poskytovat reálnou představu o skutečných fyzických velikostech hvězd. Proto údaje o úhlových průměrech hvězd dánského astronoma byly nesprávné.

Ve druhé kapitole *Ohnivý trojúhelník a o prvním významu slova trojúhelník* řešil Kepler ještě podstatnější otázku – odkud se novy berou, z čeho vznikají? Odmltl hypotézu Tychona Braheho jejich zrodu z Mléčné dráhy. Rovněž za nesprávný považoval v jeho době rozšířené mínění, že se jedná o bývalé hvězdy nebo komety, které se vrátily. Německý astronom předpokládal obrovskou hmotnost novy. Kde se však vzala? Zamítl stanovisko, že by mohla pocházet ze Země, která je příliš malá, aby ji mohla poskytnout. Dospěl k přesvědčení, že nova vznikla z hmoty nebes, z éteru.

Do sedmácté kapitoly *O dalších argumentech, kterými se dokazuje, že tento nový jev existuje mezi stálicemi* Kepler zařadil závěry paralaktických měření novy. Výsledek jejího zařazení mezi stálice podpořil rozbohem vzniku smyček u vzdálených planet při pohybu Slunce kolem Země v Tycho-nové soustavě, viz obr. 6. Nova nevytvářejí stejné smyčky jako planety, tedy se nemohla nacházet ve stejné vzdálenosti.

Rozvahy o poloze novy, sféry hvězd, jakož i jejich úhlových a fyzických velikostech byly předloženy do dvacáté první kapitoly *Je tato hvězda přijatá pohybem do hlubin éteru a pokračuje sféra stálic do nekonečna?* Kepler na příkladu diskutoval úhlové velikosti hvězd [1]: „Vezměme si například tři hvězdy s velikostí druhé magnitudy v pásu Orionu, vzdálené od sebe 81', z nichž každá má průměr nejméně dvě minuty.“ [mínily hvězdy  $\delta$  Ori – Mintaku 2,2 mag,  $\epsilon$  Ori – Alnilam 1,7 mag a  $\zeta$  Ori – Alnitak 1,7 mag]. Případný pozorovatel nacházející se v pásu hvězd Orionu by na obzoru viděl souvislé moře navzájem téměř se dotýkajících hvězd, neboť předpokládal jejich obří fyzické velikosti. Vysvětlil, že pouze při sledování ze Země se nám hvězdy jeví velmi malé. Slunce německý astronom nepovažoval za hvězdu, ale za objekt mnohem menší.

Ve dvacáté třetí kapitole s názvem *Hmota nebe je proměnlivá* Kepler otevřeně přiznal [1]: „... jak je nepřipustný tento názor pro aristotelovské filozofy.“ Ti

museli nyní přijmout fakt, že éter mezi hvězdami by mohl měnit svoji hustotu, a dokonce vytvářet nové hvězdy. Vedle jiných německý astronom výstižně charakterizoval šíření aristotelovské koncepce neměnnosti nebo pomocí analogie [1]: „Stejně jako u sádry – když je čerstvě nalitá, lze do ní vtisknout jakýkoliv tvar, ale jakmile ztverdne, odolává jakémukoliv vtisku. Obdobně, dokud názory vycházejí z úst filozofů, lze je ještě snadno vylepšit, ale jakmile je přijmou učedníci, stanou se tvrdými jako kámen a nelze je tak snadno rozbít žádnými argumenty.“ Aristoteles opíral podle Keplera své stanovisko o neměnnosti sféry stálic o skutečnost, že v předchozích stoletích se na ní nic nového neobjevilo.

### Astrologické zřetele novy

Původem vzniku novy z astrologického pohledu se Kepler začal zabývat již v první kapitole a druhé kapitole. V období trvajícím přibližně 200 roků probíhaly konjunkce horních planet Jupiteru a Saturnu pouze ve znamení ohnivého trojúhelníku, který tvoří znamení zvířetníku Beran, Lev a Střelec. Kepler používal termín *trigonus igneus*, česky *ohnivý trojúhelník*, tvořený uvedenými třemi znameními, viz obr. 7. Konstelaci přikládal astrologický podtext, například ji spojoval s určováním správného data narození Ježíše. Při její interpretaci vycházel z relací zachycujících vzájemné polohy planet, konstrukcí úhlů mezi světelnými paprsky ze dvou planet sledovaných na Zemi. Poměry považoval za nedílnou součást geometrie, která ztělesňovala matematickou harmonii nebes.

Možné důvody rozdělení zvířetníku na dvanáct stejných částí zkoumal Kepler ve čtvrté kapitole *Zda je rozdělení zvířetníku na dvanáct stejných částí přirozené*. Šestá kapitola *Pojmenování trojúhelníků podle elementů nevychází z přirozené podstaty věcí, ale z vůle lidí* pojednávala o souvislosti znamení zvířetníku s živly. Po důkladném zvážení příčin německý astronom dospěl k tomu, že připomínané spojení vychází pouze z rozhodnutí jejich tvůrců.

Kinematické parametry pohybu Jupiteru a Saturnu na základě znalosti délek oběžných dob obou planet vyložil Kepler v sedmé kapitole *Jaká přirozená příčina spojuje znamení zvířetníku oddělená třetinami kruhu do jedné trojice? Jaké je pořadí period zvířetníku?* Napsal v [1]: „Astrologové označují ohnivý trojúhelník jako období časově dlouhé přibližně 200 let, během kterého se konjunkce vyšších planet Jupiteru a Saturnu objevují pouze ve znameních ohnivého trojúhelníku, který tvoří znamení Berana, Lva a Střelce.“... „Jak je možné, že



Obr. 7 Ohnivý trigon.

» Nova  
neměnila svoji  
polohu. «

konjunkce uvedených planet nastávají pouze ve znameních jedné trojice? Je možné vyložit následovně. Saturn projde zvířetníkem za 30 roků, Jupiter za 12 roků. Roční dráha Saturnu tedy činí  $1/30$  dráhy celkové, dráha Jupiteru  $1/12$ . Odečteme  $1/30$  od  $1/12$  a zbude  $1/20$ . Jupiter tak každý rok předstihne Saturn o  $1/20$  celkové dráhy a dostihne tak Saturn jednou za 20 roků.“ V závěru shrnul, že Jupiter každoročně projde jedním znamením, což představuje  $1/12$  zvířetníku, za 20 roků projde dvaceti znameními.

Astrologické aspekty ohnivého trojúhelníku, které podle jeho soudu nepocházely z povahy věci, ani nevyjadřovaly přirozené rozdělení, zkoumal Kepler v *sedmé kapitole*. Odrážely podle něj pouze geometrické, respektive aritmetické souvislosti. Německý astronom vyzval astrology k pokračování hledání jiných příčin. Poukázal na zajímavé shody důležitých událostí, které doprovázely s periodou 800 roků začátek každého nového cyklu ohnivého trojúhelníku. Mimo jiných zde zmiňuje rok 4000 př. n. l., spojený s Adamem, 1600 př. n. l., spojený s Mojžíšem a exodem z Egypta, či rok 1600 n. l. s vládnutím Rudolfa II.

Předpovědi budoucnosti spojované s polohami objektů na zvířetníku byly podle německého astronoma bez racionálního základu. Určitou souvislost mezi nebeskými jevy a lidským životem však zcela nepopíral. Různé velikosti zdrojů světla a polohy Slunce a Měsíce na obloze by mohly ovlivňovat život lidí, příkladně svým vlivem na zemědělství. Pohled rozšířil i na jiná nebeská tělesa, která v menší intenzitě rovněž mají vliv na život lidí. Zamítl tak mínění Pica della Mirandoly (1463–1494), který nepřipouštěl žádnou spojitost mezi nebeským a pozemským světem.

Do deváté kapitoly *O účinnosti ostatních aspektů, zejména trojúhelníku v protikladu k Giovannimu Picovi della Mirandolovi* zařadil Kepler kritiku postoje italského filozofa, který, jak jsme uvedli, vylučoval jakýkoliv vliv nebeských jevů na lidské jednání. Rovněž do kapitoly umístil svoji definici harmonických poměrů. Objasn timer, že poměr pěti ku osmi je harmonický, protože výsledek odečtení pěti od osmi je tři, což je po odečtu od pěti rovno dvěma, což je po odečtení od tří rovno jedné. A čísla 1, 2, 3, 5 a 8 jsou podle německého astronoma označení geometrických obrazců částí kruhu.

Kapitola jedenáctá *O velkém období konjunkce, která označila začátek ohnivého trojice* popisovala zvláštní postavení Marsu, Jupiteru a Saturnu. Rozdíl ně od uvedených planet nova neměnila svoji polohu. V této rozsáhlé kapitole německý astronom zmínil zdalouhavé a obtížné numerické výpočty při zpracování pozorovacích údajů. Určil správný čas a polohu planet při konjunkcích např. Jupiteru se Saturnem na podzim roku 1603 či Marsu s Jupiterem a Saturnem na podzim 1604. Tedy jevy, které sám pozoroval. Složitě výpočty s využitím poloh referenčních hvězd autor zkrátil originálním způsobem.

Do bu a polohu konjunkce Saturnu a Jupiteru v prosinci 1603, viz obr. 8, Kepler zkoumal v obsahu *jedenácté kapitoly*, k čemuž napsal [1]: „Pokud jde o konjunkci Saturnu a Jupiteru, kterou astronomové předpověděli na 16., 17. nebo 18. prosince. Z pozorování jsem zjistil, že se tento den výrazně posunuly vpřed. Dokážu to výpočtem: V azimutu  $45\frac{1}{2}^\circ$  se Saturn s Jupiterem nacházejí ve stejné vertikální rovině. Ve výšce je rozdíl mezi Jupiterem a Saturnem, tj. skutečná vzdálenost mezi



Obr. 8 Konjunkce Jupiteru a Saturnu v prosinci 1603.

Saturnem a Jupiterem, která je  $1.32'$ , přičemž Jupiter je níže.“ Německý astronom na základě pozorovaného denního pohybu obou planet posuzoval, kdy přesně proběhla jejich konjunkce. Podle soudobých výpočtů se odehrála 17. prosince 1603.

Ve dvacáté šesté kapitole *Shodovala se tato hvězda v čase a místě velké konjunkce náhodou si položil zásadní otázku o náhodnosti pozorovaného jevu*. Kepler sdělil, že velká konjunkce, blízké přiblížení Marsu, Jupiteru a Saturnu, se uskutečnila v říjnu 1604. Navrhl hypotézu, že také Betlémská hvězda se zřejmě objevila za podobných okolností.

Do poslední, dvacáté sedmé kapitoly *Přezkoumání srovnávaných názorů* začlenil zkoumání otázky, zda současnost objevení se novy a konjunkce planet je náhodná, nebo zda jde o záměr stvořitele. Podrobně německý astronom charakterizoval čtyři základní názory. První, radikálních astrologů, tvrdil, že nova byla vytvořena konjunkcí planet. Druhý, bystrých fyziků, hledal skryté příčiny jevů na základě jejich účinků a znaků. Zkoumal souběh jevů na obloze, v němž viděl dílo uspořádající duše prostupující celým vesmírem, která byla schopna vnímat konjunkci viditelnou ze Země a vytvořit hvězdu zařaditelnou mezi stálice. Třetí byl názor fyziků, kteří jev přisouvali shodě okolností – souběh konjunkce planet a novy byl náhodný jako při vrhu kostek. Časová a prostorová shoda byly neplánované. Samotná nova vznikla pohyby atomů. Teologové ve čtvrtém názoru se domnívali, že stvořitel umístil novu jako zázrak všemohoucnosti v místě a času konjunkce planet, aby se snížil k lidem. Po uvedeném přehledu následovalo Keplerovo vlastní stanovisko, vycházející z obecného výkladu pojetí přírody.

## Korespondence

Novu také pozorovali a zaznamenali ve svých spisech či dopisech G. A. Magini (1555–1631), G. Galilei (1564–1642), H. Roeslin (1545–1616), J. G. Brengger (1559–1637) a další. Pro náš článek jsme vybrali dvě osobnosti, které byly s Keplerem v častějším písemném styku a nejpodrobněji popsali pozorování novy: David Fabricius, který provedl větší počet určování polohy, a Michael Maestlin, jenž vedle polohy sledoval rovněž jasnost a změnu barvy. Oba též realizovali paralaktická měření novy. Vše uvedené je zachyceno v korespondenci [9] a komentováno v [10, 11, 12]. Ve výběru z [9] jsme sledovali časový úsek od poloviny roku 1604 do konce roku vydání Keplerova spisu 1606. Rovněž jsme charakterizovali nedávno nalezený zajímavý manuskript Maestlina [12].

Prvně zmiňovaná vzájemná početná korespondence Kepler–Fabricius byla chronologicky stručně

popsána Granadou v [10]. Ve vytčené době výrazně převažují dopisy Fabricia Keplerovi – celkem deset dopisů, zatímco Kepler v tomto období zaslal pouze dva. Hlavním tématem korespondence však byla problematika zpracování pozorovacích údajů Marsu a hypotéz výkladu pohybu této planety. Z korespondence v [9], věnované nově, lze vyzdvihnout první pozorování a dojmy z ní zasláné Fabriciem 27. října 1604 Keplerovi s uvedením polohy novy, vztahované k různým hvězdám souhvězdí Hadonoše. Opačně německý astronom 18. prosince 1604 zaslal frískému astronomovi počáteční pozorování novy vzhledem k polohám planet a hvězd, zmínil také úvahy spojené s paralaktickou metodou. Fabricius v psaní z 14. ledna 1605 Keplerovi podal svůj důkladnější první výklad vzniku novy. V rozsáhlejší dopisu znovu zachytil polohu novy vztahovanou ke hvězdám v souhvězdí Hadonoše na podzim 1604. Upozornil na zkrslující refrakci, zejména u horizontu. Doplňme, že nova byla v říjnu 1604 poměrně nízko na jihozápadní večerní obloze, proto bylo přihlídnutí k vlivu refrakce nezbytné. Ne ve všech případech pozorování Fabricius i Kepler prováděli korekci poloh objektů na obloze na refrakci.

Kompletní prezentace pozorování novy, včetně zhodnocení jejího významu, byla zaslána Fabriciem 23. září 1605. Kepler odpověděl 11. října 1605 s odmítnutím teologické představy fríského astronoma o vzniku novy. Psaní 10. prosince 1605 Fabricia vedle dalších údajů o pozorování poloh planet a hvězd obsahovalo rovněž přílohu s pojednáním [4] o nově.

Fríský astronom základní vlastnosti novy charakterizoval správně: její jasnost v říjnu 1604 označil za větší než Jupiteru, jev scintilace mu dosvědčoval hvězdný charakter, neexistence vlastního pohybu odpovídala stálícím. Na druhé straně koncepce vzniku novy spojená s ohnivým trojúhelníkem a konjunkcí planet nebyla korektní. Kepler ve dvacáté kapitole *Zda existovaly hmota a těleso novy již dříve* ji proto kritizoval. Nesouhlasil také s tím, že Fabricius v [9] „připisoval Stvořiteli činnost, která z něj dělala stvořitele něčeho nového“. Potvrdil tak své námitky vyjádřené již dříve ve zmiňovaném dopise z 11. října 1605. Německý astronom interpretoval vznik novy spíše fyzikálními příčinami, což považoval za přirozené a pravděpodobnější. Plně to zapadalo do jeho koncepce nebeské fyziky – astrofyziky.

Význam novy ze společenského hlediska vyjádřil Fabricius po vydání spisu *Nová hvězda v patě Hadonoše* v dopise z 1. června 1607 [9] slovy: „*Tato nová hvězda znamená mír a bude také znamenat mír, stejně jako změnu k lepšímu.*“

Oba astronomové si vyměňovali poznatky o vzniku a povaze novy, informovali se o svých stanoviscích o ní. Přes řadu shodných aspektů se v některých rozcházel, především v problematice původu novy. Kratší Fabriciovo pojednání v německém jazyce [4] nebylo tak odborně zaměřené jako Keplerův spis [1].

Korespondence Keplera s Maestlinem ve výše vymezeném období byla méně četná. Jednalo se o tři psaní Keplera a jedno Maestlina. Ten 28. ledna 1605 zaslal dopis Keplerovi [9] s omlouvou za delší odmlčení se v korespondenci, sebekriticky přiznal vlastní nekompetentnost ve sledovaném tématu. Sdílel však, že pokračuje ve vlastním pozorování [9] „*úžasně novy, která se objevila ve znamení Štřelce*“. Informoval, že

porovnával jasnosti Jupiteru, Saturnu a novy, u které v posledním období konstatoval její pokles. Vylíčil změnu barvy novy měnící se od bílé ke žluté a následně oranžově červené. Světlo charakterizoval jako třepotavé až jiskřivé.

Podrobnější objasnění problematiky spojené s novou obsahoval Maestlinův manuskript [12] *Consideratio astronomica inusitatae Novae et prodigiosae Stellae, superiori 1604 anno, sub initium Octobris, iuxta Eclipticam in signo Sagittarii vesperi exortae, et adhuc nunc eodem loco lumine corusco lucentis*, česky *Astronomické posouzení neobvyklé a ohromné nové hvězdy, která vyšla večer začátkem října roku 1604 poblíž ekliptiky ve znamení Štřelce a která stále září jasným světlem na stejném místě*. Latinský rukopis přeložil a analyzoval Granada [11], z něhož a z anglického překladu [12] budeme vycházet. Tübingenský astronom v obsahu poeticky vyzvedl význam novy. Kupříkladu psal o účtě, již prokazují nově všechny planety, které při svém pohybu kolem ní jí nebránily v její pozorovatelnosti. Na základě pozorování poznamenal, že planety se k ní připojily v přímém pohybu. Přivítaly novu s dobrou vůlí, jako by ji očekávaly, a přenechaly jí své místo ve znamení Štřelce. Podle Maestlina stvořitel odložil první výskyt novy do doby, kdy byla slavná a opěvovaná, spojená s konjunkcí tří horních planet Marsu, Jupiteru a Saturnu.

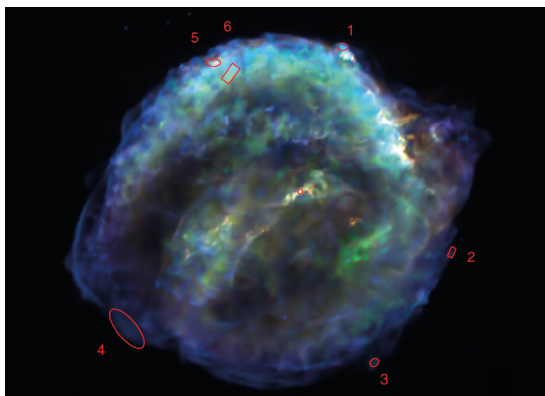
Především jsou v manuskriptu detailně popsána různá pozorování novy. Začátkem října 1604 ji počátku zaměnil s jasným Jupiterem, který se nalézal poblíž. Svou jasností v říjnu a listopadu předčila hvězdy Arktur, Vega a Sirius, vyrovnala se planetě Venuši. Vypovídající je Maestlinovo zachycení vývoje barev novy. S obdivem poznamenal, že byla zpočátku bílá nebo stříbrná, později s načervenalými náznaky. Konstatoval, že „*získávala různé barvy*“, přirovnal ji k „*otočné obruči*“ několika barev, která se velmi rychle otáčela. Začátkem prosince 1604 její jasnost poklesla, následně se až do poloviny ledna 1604 neměnila. Od února do poloviny března pokračoval pokles jasnosti, takže stěží převyšovala jasnosti hvězd třetí magnitudy, jimiž byly Acrab –  $\beta$  Sco 2,6 mag, Dschubba –  $\delta$  Sco 2,3 mag a Wei –  $\epsilon$  Sco 2,3 mag ze souhvězdí Štíra. Maestlin vyslovil předpoklad, že koncem května 1605 již nebude pozorovatelná, což se však nenaplnilo. Jednoznačně se vyjádřil k poloze novy slovy [12]: „*Na základě pozorování je nova zproštěna veškerých změn paralaxy stejně jako veškerého vlastního pohybu.*“

Vedle Fabricia a Maestlina Kepler zmínil v různých částech spisu [1] také i Brenggerova pozorování, hlavně v *dvacáté a třinácté kapitole*. Později je v ucelenější podobě zaslal v psaní Keplerovi [13] 1. září 1607.

### Současný pohled na supernovu

Z evropských a korejských pozorování v období mezi říjny 1604 až 1605 byla v současnosti provedena rekonstrukce světelných křivek novy, vycházejících z údajů odhadů jasnosti novy v okolí maxima a posléze také v jejím poklesu. Ke srovnávacím odhadům hvězdných velikostí novy byly užívány okolní hvězdy, u kterých nebyla předpokládána výraznější proměnlivost. Při zpracování údajů byla provedena jejich normalizace. Nárůst jasnosti novy byl zjištěn od prvních pozorování, maxima dosáhla ve druhé polovině října s hvězdnou velikostí  $m = -2,6$  mag. Následně její

» Interpretoval vznik novy spíše fyzikálními příčinami. «



Obr. 9 Snímek SN 1604 v rtg. oboru ve falešných barvách.

jasnost postupně klesala až do října 1605, kdy se stala lidským zrakem již nepozorovatelnou. Za předpokladu registrace změn hvězdné velikosti o 0,2 mag bylo provedeno modelování světelné křivky novy SN 1604 a její porovnání se současnými supernovami Ia s podobným maximem jasnosti v [14, 15, 16, 17]. Na základě historických světelných křivek byla stanovena v [18] její vzdálenost  $r = (5 \pm 1)$  kpc. Soudobá studia SN 1604 v rtg. oboru [17] ukázala, že poměr O/Fe u jejích pozůstatků odpovídá typu supernov Ia. Snímek zbytků viz obr. 9 ve falešných barvách.

### Závěr

V *Nové hvězdě v patě Hadonoše* byla shromážděna vizuální pozorování novy z počátku 17. století, získaná v průběhu více než roku v Evropě. Jednalo se o přesné údaje o poloze novy vzhledem k planetám a stálícím, jakož i popisy změn její jasnosti i vzhledu. Kepler při jejich zpracování a objasnění prokázal víru v přesná pozorování a racionální uvažování.

Ve spisu hledal odpověď na otázku, co nova představuje, a nastínil řadu hypotéz. Pochopil, že jde o nové těleso – hvězdu patřící mezi stálice. Svůj pohled opíral o pozorování, ve kterých nenalezl změnu polohy novy v důsledku ročního pohybu Země kolem Slunce. Z toho vyplývalo, že se nachází v obrovské vzdálenosti. Kepler tak nejen potvrdil heliocentrický model Koperníka, ale v numerických přepočtech při určování vzdálenosti novy ho rozvinul o pokus kvantitativního proměřování vesmíru do vzdáleností mimo Sluneční soustavu.

Na základě tehdy uvažovaných úhlových velikostí hvězd na obloze německý astronom usoudil, že hvězdy musejí být fyzicky obrovské, aby byly viditelné na tak velké vzdálenosti. Vesmír byl podle jeho představ zaplněn obřími hvězdami, zatímco uprostřed planetární soustavy se nalézalo malé Slunce.

Pozorované kvalitativní změny v jasnosti a barvě novy a její zařazení do sféry stálic vyvracely Aristotelovu koncepci neměnnosti nadměsíčního světa, měly kosmologický a filozofický dopad.

Za jedno z nejzávažnějších považoval Kepler stanovisko k významu novy, proto se k němu několikrát ve spisu vracel – zřejmě si nebyl jist správnou interpretací. Objevení novy podobně jako jiní dával do spojitosti s konjunkcí horních tří planet Marsu, Jupiteru a Saturnu v ohnivém trojúhelníku. V jeho době nebyla striktně oddělována skutečná věda – astronomie od astrologie a teologie, což se promítalo do obsahu spisu, viz příloha o biblické chronologii.

### Literatura

- [1] J. Kepler: KGW, Band I. *Mysterium Cosmographicum. De Stella Nova*. Herausgegeben von Walther von Dyck und Max Caspar. C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München 1938.
- [2] M. Kopernik: *Obehy nebeských sfér*. Veda, Bratislava 1974. Slovenský překlad.
- [3] W. Burke-Gaffney: Kepler and the Star of Bethlehem. *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, **31**, 417 (1937).
- [4] D. Fabricius: *Kurtzer und Gründtlicher Bericht/Von Erscheinung und Bedeutung des grossen Newen Wunder-Sterns/ welcher den 1. Octobr. deß 1604. Jahrs/ gegen dem Südtwesten/ nach der Sonnen Untergang/ zu leuchten angefangen/ und noch anjetzo zu sehen ist*. Paul Langen in verlegung M. Frobenii, Hamburg 1605.
- [5] J. Kepler: KGW, Band II. *Astronomiae pars optica*. Herausgegeben von Franz Hammer. C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München MCMXXXIX.
- [6] A. Lombardi: Kepler's Observations of the Supernova of 1604. *Supernovae as Cosmological Lighthouses, ASP Conference Series*, **342**, 21 (2005).
- [7] Ch. M. Graney: Of Mites and Men: Johannes Kepler on Stars and Size. English translation of Chapter 16 of his 1606 *De Stella Nova*.
- [8] A. Helden: *Measuring the Universe*. The University of Chicago Press, Chicago, London 1985.
- [9] J. Kepler: KGW, Band XV. *Briefe 1604-1607*. Herausgegeben von Max Caspar. C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München MCMLI.
- [10] M. A. Granada: Johannes Kepler and David Fabricius. Their Discussion on the Nova of 1604. In *Kepler's New Star (1604)*. Context and Contraversy. Brill, Leiden 2020. P. J. Boner.
- [11] M. A. Granada: Michael Maestlin and his unpublished treatise on the nova of 1604. *Journal for History of Astronomy* **44**, 91 (2014).
- [12] M. Maestlin: Consideratio Astronomica inusitatae Novae et prodigiosae Stellae, superiori 1604 anno, sub initium Octobris, iuxta Eclipticam in signo Sagittarii vesperi exortae, et adhuc nunc eodem loco lumine corusco lucentis. *Manuskript*.
- [13] J. Kepler: KGW, Band XVI. *Briefe 1607-1611*. Herausgegeben von Max Caspar. C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München MCMLIV.
- [14] W. Baade: Nova Ophiuchi of 1604 as a supernova. *The Astrophysical Journal* **97**, 119 (1943).
- [15] P. Ruiz-Lapuente: The Light Curve and Distance of Kepler Supernova: News from Four Centuries Ago. *The Astrophysical Journal* **842**, 112 (2017).
- [16] A. de Angelis, S. Broccio: First Observations of SN 1604 (Kepler's Supernova). *Universe* **7**, 430 (2021).
- [17] S. P. Reynolds, K. J. Borkowski, U. Hwang et al.: A Deep Chandra Observation of Kepler's Supernova Remnant, A type Ia Event with Circum Stellar Interaction. *The Astrophysical Journal* **668**, L 135–138 (2007).
- [18] T. Kasuga, J. Vink, S. Katsuda et al.: Spatially Resolved RGS Analysis of Kepler's Supernova Remnant. *The Astrophysical Journal* **915**, 42 (2021).

### Abstract

This article deals with Kepler's treatise *De Stella Nova* written and published during his stay in Prague. A new star, which we now know to be a Type Ia supernova, appeared in the constellation Serpent Handler in October 1604. It was observed for more than a year by scholars and astronomers in Europe and Asia. In his treatise, Kepler collected and evaluated his own observations of the supernova, as well as those of others in Europe, examining its position, brightness, colour, and distance. Based on parallax measurements, he correctly placed it in the sphere of fixed stars.