

Univerzita Karlova  
Filozofická fakulta  
Katedra logiky

Bakalářská práce

Eliška Schůtová

Zénónovy paradoxy a jejich (ne-)řešitelnost  
prostředky moderní matematiky a logiky

Zeno's paradoxes and their solution or failure thereof by the means of  
modern mathematics and logic

2024

Vedoucí práce: Mgr. Pavel Arazim, Ph.D.

## Poděkování:

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu práce Mgr. Pavlu Arazimovi, Ph.D. za odbornou pomoc a za jeho velkou ochotu a trpělivost při vedení této práce.

## Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně, že jsem řádně citovala všechny použité prameny a literaturu a že práce nebyla využita v rámci jiného vysokoškolského studia či k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze, dne 18. května 2024

Eliška Schůtová

## Abstrakt:

Bakalářská práce je zaměřena na Zénónovy paradoxy ze dvou různých hledisek, nejdříve antického, a poté modernějšího. V historické části jsou představeny jednotlivé paradoxy pohybu a jejich autor Zénón z Eleje. Taktéž jsou zde probrány reakce Platóna a Aristotela. Moderní část se zabývá řešitelností těchto paradoxů z pohledu moderní matematiky a zaměřuje se na Henriho Bergsona a Bertranda Russella a jejich odlišný postoj k problematice Zénónových paradoxů.

Klíčová slova: Zénónovy paradoxy, pohyb, Henri Bergson, Bertrand Russell

## Abstract:

The bachelor's thesis is focused on Zeno's paradoxes from two different points of view, first an ancient one, and then a more modern one. In the historical part, the paradoxes of movement and their author, Zeno of Elea, are presented. The reactions of Plato and Aristotle are also discussed here. The modern part deals with the solvability of these paradoxes from the point of view of modern mathematics and focuses on Henri Bergson and Bertrand Russell and their different position on the issue of Zeno's paradoxes.

Keywords: Zeno's paradoxes, movement, Henri Bergson, Bertrand Russell

# Obsah

1	Úvod .....	6
2	Historický úvod .....	8
2.1	Zénón z Eleje.....	8
2.2	Paradoxy pohybu.....	10
2.3	Reakce na Zénónovy paradoxy .....	12
2.3.1	Platónův „Parmenidés“.....	13
2.3.2	Aristotelés.....	14
3	Moderní pohled na Zénónovy paradoxy.....	21
3.1	Henri Bergson .....	22
3.2	Bertrand Russell .....	27
4	Závěr.....	32
5	Seznam použité literatury a pramenů .....	34
5.1	Literatura .....	34
5.2	Internetové zdroje.....	35

# 1 Úvod

Tato práce se zabývá čtyřmi paradoxy pohybu antického filosofa Zénóna z Eleje. Je rozdělena na dvě hlavní části. První je věnována historickému úvodu, kde jsou představeny dochované informace o Zénónově životě a jeho díle, které je zasazeno do kontextu filosofie dalších představitelů elejské školy, především Zénónova učitele Parmenida. Zaměřena je ale zejména na znění jednotlivých paradoxů pohybu a na otázky týkající se jejich autentické podoby, jelikož jejich původní verze se nezachovala a dnes jsou známy především díky Aristotelovi.

V této části jsou také uvedeny dvě důležité reakce na Zénónovo dílo. První je z Platónova dialogu „Parmenidés“, který nabízí pohled eleatů na problematiku pohybu, a taktéž na možné motivy sepsání paradoxů, jelikož v dialogu vystupuje sám Zénón z Eleje. Druhým je již zmíněný Aristotelés, který se ve svých spisech zabýval přímo jednotlivými paradoxy pohybu a snažil se je vyvracet svým zkoumáním přírodních zákonů.

Hlavními zdroji historické části tak bude Aristotelova „Fyzika“, Platónův dialog „Parmenidés“ a kniha „Předsókratovští filosofové“, která poskytuje základní informace o Zénónovi z Eleje a dalších eleatech.

Nyní je přirozené se ptát, jestli dnes již nejsou Zénónovy paradoxy překonané s využitím poznatků moderní matematiky nebo fyziky. Nejčastěji se hovoří o tom, že Leibniz a Newton paradoxy vyřešili pomocí infinitesimálního počtu. Někteří ale tvrdí, že jsou řešitelné až pomocí nestandardní analýzy,<sup>1</sup> nebo že je zapotřebí důkaz, že hustota uspořádání částí pohybu nebo vlastnosti, které s sebou přináší, netvoří překážky vzniku a završení pohybu.<sup>2</sup> Práce se nebude dopodrobna zabývat jednotlivými přístupy, jen na nich ilustruje, že i když se mnoho lidí shoduje, že paradoxy pohybu již vyřešeny jsou, už se neshodují na tom, jakým způsobem.

Druhá část se tak zabývá moderním pohledem na jednotlivé paradoxy pohybu. Jsou zde představeni dva významní filosofové z přelomu devatenáctého a dvacátého století, Henri Bergson a Bertrand Russell. Oba ve svých dílech reagovali na Zénónovy paradoxy, ale jejich

---

<sup>1</sup> Například Patrick Reeder. „Zeno’s Arrow and the Infinitesimal Calculus“, *Synthese* 192, no. 5 (2015), s. 1315-1335 a William I. McLaughlin. „Resolving Zeno’s Paradoxes“, *Scientific American* 271, no. 5 (1994), s. 84-89.

<sup>2</sup> [K vyvrácení Zénónových námitek proti matematické teorii pohybu je zapotřebí důkaz, že ani hustota uspořádání jednotlivých událostí tvořících pohyb ani takové prvky tohoto procesu, které tato vlastnost hustoty přináší, netvoří překážky jeho vzniku a završení.] Přeložila Eliška Schütová. Adolf Grünbaum, „Modern Science and Refutation of the Paradoxes of Zeno“, *The Scientific Monthly* 81, no. 5 (1955), s. 237.

pohled na tuto problematiku je poměrně odlišný, z určitého hlediska se může jevit až jako opačný. Russell tyto paradoxy zkouší vyřešit čistě matematickou cestou pomocí nekonečných čísel a nekonečných součtů, jak o nich pojednává moderní logika a matematika, především teorie množin. Oproti tomu Bergson využívá filosofickou analýzu pohybu a je za to také Russellem kritizován.

Vyvstávají zde tak možné otázky, jakým způsobem, a jestli vůbec lze Zénónovy paradoxy pohybu úplně odstranit, nebo jestli nemají svůj význam i v dnešní době. V této části je čerpáno především z „Času a svobody“ a „Vývoje tvořivého“<sup>3</sup> od Henriho Bergsona a „Naše znalost vnějšího světa jako prostor pro vědeckou metodu ve filosofii“<sup>4</sup> a článku „Philosophy of Bergson“ od Bertranda Russella. Důležitým zdrojem je také několik novějších článků, které se na problematiku Zénónových paradoxů dívají z pohledu moderní matematiky a fyziky.

---

<sup>3</sup> Ze sborníku „O špatném nekonečnu“ od Vojtěcha Kolmana.

<sup>4</sup> Tamtéž.

## 2 Historický úvod

V první části této práce bude představen Zénón z Eleje a jeho dílo v kontextu elejské školy. Důraz bude kladen hlavně na paradoxy pohybu a jejich souvislost s vnímáním času a prostoru. Bude ale také rozebrán Platónův dialog „Parmenidés“, v němž Zénón z Eleje vystupuje, protože je v něm ilustrováno chápání pohybu z pohledu eleatů, a umožňuje tak pochopit kontext, ve kterém byly paradoxy pohybu vytvořeny. Na závěr bude uvedena reakce Aristotela, který se již nezabýval metafyzickou stránkou Zénónových argumentů, ale soustředil se na jednotlivé paradoxy pohybu v souvislosti s přírodní filosofií: „We saw that Aristotle is mainly interested in Zeno’s paradoxes in so far as they are relevant for natural philosophy. By contrast, the plurality paradoxes clearly belong to a metaphysical investigation. The need for a conceptual basis for plurality was clearly raised by Parmenides’ poem and Zeno’s paradoxes.“<sup>5</sup>

### 2.1 Zénón z Eleje

Není mnoho dochovaných dat, která by mapovala Zénónův život, ani přesné datum jeho narození není známo. Většina zdrojů se shoduje na první polovině pátého století před naším letopočtem, konkrétněji kolem roku 490. Dále se uvádí, že celý život strávil ve svém rodném městě Elea.<sup>6</sup> Toto město se nacházelo na západním pobřeží Apeninského poloostrova, v dnešní provincii Salerno. Bylo založeno v roce 540 před naším letopočtem.<sup>7</sup>

V šestém až pátém století před naším letopočtem zde vznikla elejská škola, jejímž zakladatelem je Xenofanés z Kolofónu. Ten se narodil přibližně v roce 570 před naším letopočtem v Kolofónu v Iónii, který opustil, když byl dobyt Médy roku 546/545 před naším letopočtem. Dožil se nejméně 92 let a část svého života strávil jako potulný básník a pěvec. Psal ve verších a údajně složil báseň i o založení Eleje.<sup>8</sup> Zabýval se především teologií, kritizoval Homéra a Hésioda, které kárá za antropomorfní představu o bozích a za přisuzování lidských vlastností a hanebných činů bohům, kteří mají být nejvyšší a nejlepší. Z toho také

---

<sup>5</sup> [Viděli jsme, že Aristotelés se převážně zajímá o ty Zénónovy paradoxy, které jsou podstatné pro přírodní filosofii. Oproti tomu paradoxy mnohosti očividně patří k metafyzickému zkoumání. Potřeba koncepčního základu mnohosti byla zřejmě vyvolána Parmenidovou básní a Zénónovými paradoxy.] Přeložila Eliška Schütová. Barbara M. Sattler, „What about Plurality? Aristotle’s Discussion of Zeno’s Paradoxes“, *Peitho. Examina Antiqua* 12, no. 1 (2021), s. 100.

<sup>6</sup> Geoffrey S. Kirk, John E. Raven a Malcolm Shofield, *Předsókratovští filosofové*, přel. Filip Karfik, Petr Kolev a Tomáš Vítek (Praha: OIKOYMENH, 2004), s. 341.

<sup>7</sup> Kirk, Raven a Shofield, *Předsókratovští filosofové*, s. 212.

<sup>8</sup> Kirk, Raven a Shofield, *Předsókratovští filosofové*, s. 210-212.



usuzuje, že pokud má být Bůh nejvyšší a nejlepší, nemůže být vícero bohů, ale musí existovat jen jeden. Tohoto jediného Boha považuje Xenofanés za identického s jednotou celku světa a jeho nauku lze považovat za panteistickou.<sup>9</sup>

Na Xenofanovu myšlenku navázal jeho žák Parmenidés. Ten zformuloval Xenofanovu nauku o neproměnlivém bytí a došel k závěru, že nemůže existovat dění ani pohyb. Aby byl totiž pohyb možný, muselo by existovat nějaké nejsoucno, protože když se jsoucno pohybuje na nějaké místo, musí toto místo být prázdným prostorem. Stejně je to i s děním, protože aby se mohlo něco stát, nesmí to již předtím být jsoucím. Parmenidés tak připouští jen to, že něco je nebo není, ale nikoliv proces „stávání se“, který by vyžadoval změnu stavu z nejsoucího na jsoucí.<sup>10</sup>

Parmenidova nauka může být považována za poměrně zranitelnou nejen svými myšlenkami, ale někteří kritici také zmiňují, že Parmenidés nebyl nadaným spisovatelem a jeho komplikované vyjadřování způsobuje nejasnost jeho argumentů.<sup>11</sup> Proto se také často uvádí, že jeho žák, Zénón z Eleje, věnoval svůj spis především obraně Parmenidovy nauky.<sup>12</sup>

Díogenés Laertios o Zénónovi píše: „Jeho názory byly tyto: Je mnoho světů, prázdný prostor však nikoli. Všechno v přírodě pochází z tepla a chladna, sucha a vlhka, jež se v sebe navzájem přeměňují. Lidé povstali ze země a duše je smíšením jmenovaných prvků, přičemž žádný z nich nepřevládá.“<sup>13</sup> Tím, že vylučuje existenci prázdného prostoru, navazuje na svého učitele Parmenida a jeho argumenty ohledně nemožnosti pohybu.

Ze Zénónova původního díla není již téměř nic dochováno, takže obsah i forma jeho spisu jsou předmětem spekulací, jisté ale je, že šlo o filosofickou knihu hlavolamů.<sup>14</sup> Předpokládá se, že obsahovala kolem 40 antinomií,<sup>15</sup> ze kterých se dochovaly pouze dvě a jen jedna ve své původní podobě. V tomto jediném bezesporu autentickém úryvku Zénón uvádí: „Jestliže jsou věci mnohé, je nutné, aby jich bylo právě tolik, kolik jich je, tj. ani více, ani méně. Avšak kdyby jich bylo tak mnoho, kolik jich je, byly by omezené. Jestliže jsou věci mnohé, jsou neomezené, poněvadž vždy jsou mezi nimi nějaké další a mezi nimi opět další. A tak jsou věci neomezené.“<sup>16</sup>

---

<sup>9</sup> Hans Joachim Störig, *Malé dějiny filozofie*, přel. Petr Rezek (Praha: ZVON, české katolické nakladatelství, 1991), s. 100.

<sup>10</sup> Störig, *Malé dějiny filozofie*, s. 101.

<sup>11</sup> Kirk, Raven a Shofield, *Předsókratovští filozofové*, s.313.

<sup>12</sup> Störig, *Malé dějiny filozofie*, s. 101.

<sup>13</sup> Díogenés Laertios, *Životy, názory a výroky proslulých filosofů*, přel. Antonín Kolář (Pelhřimov: Nová tiskárna Pelhřimov, 1995), s. 357, *DL IX, 5, 29*.

<sup>14</sup> Kirk, Raven a Shofield, *Předsókratovští filozofové*, s.343.

<sup>15</sup> „Zeno's Paradoxes“, *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, poslední úprava 11. června 2018, <https://plato.stanford.edu/entries/paradox-zeno/>.

<sup>16</sup> Kirk, Raven a Shofield, *Předsókratovští filozofové*, s.344.

Zénón tak, oproti Parmenidovi, díky své schopnosti argumentovat a tvořit promyšlené důkazy, přinutí čtenáře k zamyšlení nad problematikou mnohosti věcí, a byl proto Aristotelem v jeho ztraceném spisu „Sofisté“ označen za zakladatele dialektiky.<sup>17</sup> Výraz dialektika je odvozen z řeckého slova dialektos, které znamená rozhovor. Definice pojmu dialektiky procházela během času vývojem. V antické filosofii bylo dialektikou původně označováno „umění rozmlouvat“. Pro Sokrata a Platóna to byla „metoda diskuze“, kde se pomocí konfrontace protikladných stanovisek má dojít k pravdě a u Aristotela nabývá dialektika dvojího významu. Je buď chápána jako umění vyvracet nepravdivé soudy, nebo jako umění induktivním způsobem nalézat výchozí předpoklady nezvratných soudů. Ve středověku byla poté dialektika používána jako označení logiky i jako označení ontologie a filosofie.<sup>18</sup> V novověké filosofii pak dialektika opět mění svůj význam a je chápána mnoha způsoby. Tento pojem je používán Immanuelem Kantem, který dialektiku definuje jako „logiku iluze“ a zavádí pojem transcendentální dialektiky, která se snaží „odhalit iluzi v transcendentních soudech“.<sup>19</sup> V Hegelově filosofii se pak dialektikou rozumí vývoj pojmů a metoda poznání, tedy schopnost rozumu tyto pojmy uchopit v jednotě mnohostranných protikladných určení.<sup>20</sup>

## 2.2 Paradoxy pohybu

Zénón byl nejspíše autorem většího množství antinomií, jako „Zénónovy paradoxy“ se ale většinou chápou jeho paradoxy pohybu a někdy se též uvádí paradox „Padajícího zrna prosa“. Ten říká, že zatímco jedno zrno prosa při pádu nevydá žádný zvuk, celý bušl<sup>21</sup> ano. Tento bušl je ale zhotoven přidáváním vždy dalšího a dalšího zrna, tedy jedno jediné zrno musí taktéž vydat zvuk. Tudíž jedno zrno při pádu vydává a nevydává zvuk. Tato struktura, že něco je i není, je poměrně běžná i u dalších Zénónových argumentů.<sup>22</sup>

Paradoxy pohybu byly dochovány především díky Aristotelovi, který na ně ve svých spisech reagoval. Jedná se o speciální druh antinomií, které se snaží dokázat neexistenci pohybu. Jsou celkem čtyři a není jasné, jak byly přesně uspořádány samotným Zénónem, ale existují různé koncepce, které se snaží vysvětlit jeho možnou strategii při jejich tvorbě.

---

<sup>17</sup> „Zeno of Elea“, Stanford Encyclopedia of Philosophy, poslední úprava 8. dubna 2021, <https://plato.stanford.edu/entries/zeno-elea/>.

<sup>18</sup> „Dialektika“, Sociologická encyklopedie, poslední úprava 11. prosince 2017, <https://encyklopedie.soc.cas.cz/w/Dialektika>.

<sup>19</sup> Immanuel Kant, *Kritika čistého rozumu*, přel. Jaromír Loužil, Jiří Chotaš a Ivan Chvatík (Praha: OIKOYMENH, 2020), B350.

<sup>20</sup> „Dialektika“, Sociologická encyklopedie.

<sup>21</sup> Jedná se o starou objemovou a hmotnostní míru používanou pro obilniny.

<sup>22</sup> Sattler, „What about Plurality?“, s. 91-92.

Oblíbená teorie je, že lze paradoxy rozdělit na dva páry. První skupinou by tak byly „Achilles a želva“ spolu s „Dichotomií“. Oba se snaží ukázat, že pohyb neexistuje využitím toho, že čas a prostor je možné donekonečna dělit. Druhou dvojicí je „Stojící letící šíp“ a „Stadion“, které jsou založené na předpokladu, že prostor a čas se skládají z nedělitelných minim, tedy jednotlivých bezrozměrných okamžiků, tudíž pokud pohyb neexistuje v jednotlivých okamžicích, nemůže existovat ani v čase celkově. V obou dvojicích by tak jeden paradox byl zaměřen na pohyb jednotlivého tělesa a druhý na souvislosti pohybu jednoho tělesa vůči pohybu jiného tělesa.<sup>23</sup>

Nejnámějším ze Zénónových paradoxů je pravděpodobně „Achilles a želva“. Achilles, jenž je považován za nejrychlejšího běžce, závodí s želvou, která je mnohem pomalejší než on. Želva ovšem dostane na začátku malý náskok, tudíž když Achilles doběhne na místo, odkud želva vykročila, želva se už posune o další kus vpřed. Až se Achilles dostane na místo, kde předtím byla želva, želva už opět bude o něco napřed. Takto to bude stále pokračovat až do nekonečna, takže Achilles nikdy želvu nemůže dohonit.

Dalším paradoxem, který je založen na podobném principu jako Achilles a želva, je „Dichotomie“ čili „Půlení“ (některé zdroje uvádí tento paradox i pod označením „Stadion“<sup>24</sup>). Spočívá v tom, že pokud běžec chce uběhnout celou vyměřenou trať, musí nejprve uběhnout polovinu této dráhy. Aby uběhnul tuto polovinu, musí nejprve uběhnout polovinu poloviny. Takto se dále bude dělit trasa až na nekonečné množství bodů, tedy za konečný čas se běžec do cíle nemůže dostat.

Prvním z pomyslné druhé skupiny paradoxů je „Stojící letící šíp“. Když je z luku vystřelen šíp, dostane se do pohybu a během svého letu stále v pohybu je. Pokud se ale zaměříme na jediný časový okamžik, jediné „nyní“ tohoto letu, tak se šíp nachází pouze na jednom místě, a je tomu tak v každém momentu celého letu. Šíp se tedy během svého letu nemůže pohybovat, protože v každý jeden okamžik je nehybný, a když se tyto jednotlivé momenty spojí v celkový čas letu šípu, šíp vlastně celou dobu stojí.

Posledním ze čtyř paradoxů pohybu je „Stadion“, někdy též označován jako „Pohyblivé řady“.<sup>25</sup> Schematické znázornění tohoto paradoxu se nachází na obrázku 1, kde je vidět výchozí pozice těles i směr jejich pohybu. Princip paradoxu zní, že ve středu stadionu se nachází tři řady těles (všechna tato tělesa jsou stejně velká) a v každé z těchto řad čtyři tělesa (většinou se pro přehlednost označují jako bloky A, B a C), přičemž první B je pod druhým A a první C je pod

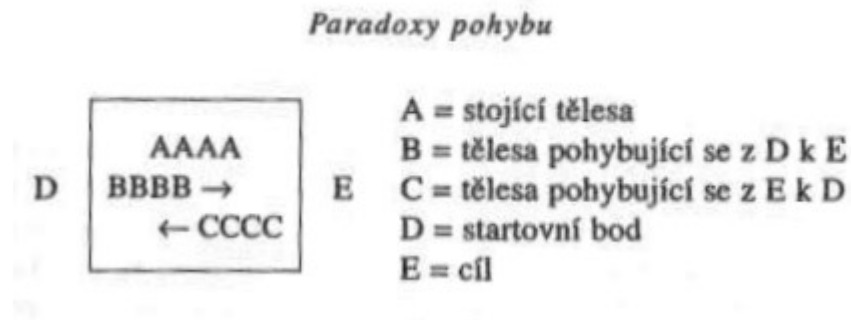
---

<sup>23</sup> Kirk, Raven a Shofield, *Předsókratovští filosofové*, s. 344.

<sup>24</sup> Kirk, Raven a Shofield, *Předsókratovští filosofové*, s. 349.

<sup>25</sup> Kirk, Raven a Shofield, *Předsókratovští filosofové*, s. 355.

třetím A. Bloky A jsou v klidu. Bloky B se pohybují podél A směrem ke konci stadionu. Bloky C se také pohybují podél A (stejnou rychlostí jako B), ale opačným směrem. V momentě, kdy první blok B mine všechny bloky C, první blok C mine pouze dva bloky A. Vzhledem k blokům pohybujícím se opačným směrem se tedy bloky posunou o dvojnásobnou dráhu než vzhledem k blokům, které se nepohybují. Z toho vyplývá, že je pohyb proměnlivý dle pozorovatele, tedy pohyb jako takový nemůže existovat.



### 2.3 Reakce na Zénónovy paradoxy

Platón i Aristotelés se oba zabývali Zénónem a jeho paradoxy, ale každý v kontextu své vlastní filosofie. Platón se primárně soustředí na Zénónovy úvahy o mnohosti a na návaznost jeho díla na Parmenida. Aristotelés se oproti tomu zaměřil na Zénónovy paradoxy pohybu a jejich souvislost s přírodní filosofií. Rozdílné pohledy Platóna a Aristotela na Zénóna a jeho filosofii jsou velmi dobře vysvětleny v článku Barbary Sattler:

„It seems as if the Zeno of Aristotle and of Plato are very different thinkers. Aristotle hardly connects Zeno with Parmenides, and almost leaves out the plurality paradoxes completely, while these are exactly the two points Plato focuses on. However, the main reason for this difference lies in the different contexts in which Plato and Aristotle discuss Zeno: we saw that Plato takes up Zeno mainly in the context of ontology, which explains his focus on the plurality paradoxes and on Zeno’s relationship to

<sup>26</sup> Kirk, Raven a Shofield, *Předsókratovští filosofové*, s. 357.

Parmenides, while for Aristotle, Zeno's philosophy is most relevant in the context of establishing a science of nature."<sup>27</sup>

### 2.3.1 Platónův „Parmenidés“

V Platónově dialogu „Parmenidés“ nejsou sice uvedeny reakce přímo na jednotlivé Zénónovy paradoxy, ale Parmenidés v něm diskutuje o Zénónově spisu, z něhož pochází jediný bezesporu autentický dochovaný úryvek Zénónova díla. Zénón v něm navíc vysvětluje důvody sepsání svého spisu, když říká: „[...] pravou podstatou je ten spis jakási pomoc myšlence Parmenidově proti těm, kteří se pokoušejí na ni dělat vtipy a tvrdí, že jestliže jest jedno, vychází z toho mnoho směšných důsledků pro tu myšlenku, a to jí odporujících.“<sup>28</sup> Tímto by se také potvrdilo, že Zénón své dílo věnoval obraně Parmenidovy nauky. V dialogu také zmiňuje, že svůj spis napsal z „bojovné nálady“,<sup>29</sup> tedy lze dokonce usuzovat, že Zénón si byl vědom, že svými paradoxy zpochybní existenci něčeho tak nezpochybnitelného, jako je pohyb, ale jeho hlavním záměrem bylo poukázat na to, že z argumentů Parmenidových odpůrců plynou rovněž rozporuplné závěry.

Parmenidés v dialogu rozvíjí tezi, že neexistuje vícero věcí, ale pouze jedna, takzvané „Jedno“ (myšleno substantivní *Jedno* jako protiklad „mnohosti“<sup>30</sup>), které nemůže obsahovat více částí, a důsledky, které z tohoto tvrzení vyplývají. Parmenidés vede dialog s Aristotelem (nejedná se o Aristotela ze Stageiry, jméno Aristotelés bylo v Athénách běžné),<sup>31</sup> nejmladším účastníkem čtení. Parmenidés sám požádal o to, aby mu odpovídal ten nejmladší, protože prý „ten by nejméně zabíhal do zbytečností a nejlépe by odpovídal tak, jak si to myslí“.<sup>32</sup> Tento předpoklad se ukázal jako adekvátní, Aristotelés do zbytečností skutečně nezabíhá, Parmenidovi na vše přitakává, popřípadě se doptává na doplňující otázky, ale nevyvrací žádný jeho argument. Aristotelovy odpovědi jsou velmi stručné, někdy i jednoslovné a dialog tak může působit poměrně jednostranně.

---

<sup>27</sup> [Zdá se, jako by Aristotelův Zénón a Platónův Zénón byli velmi odlišní myslitelé. Aristotelés Zénóna s Parmenidem téměř nespojuje a skoro úplně vynechává paradoxy mnohosti, zatímco právě na tyto dva body se Platón zaměřuje. Nicméně hlavní důvod tohoto rozdílu spočívá v různých kontextech, ve kterých Platón a Aristotelés pojednávají o Zénónovi: viděli jsme, že Platón se Zénónem zabývá především v kontextu ontologie, což vysvětluje jeho zaměření na paradoxy mnohosti a na Zénónův vztah s Parmenidem, zatímco pro Aristotela je Zénónova filosofie převážně důležitou v kontextu vybudování přírodní vědy.] Přeložila Eliška Schütová. Sattler, „What about Plurality?“, s. 102.

<sup>28</sup> Platón, *Parmenidés*, přel. František Novotný (Praha: OIKOYMENH, 2003), s. 11, 128c-d.

<sup>29</sup> Platón, *Parmenidés*, s. 11, 128d-e.

<sup>30</sup> Platón, *Parmenidés*, s. 389. Poznámka překladatele.

<sup>31</sup> Platón, *Parmenidés*, s. 388. Poznámka překladatele.

<sup>32</sup> Platón, *Parmenidés*, s. 23, 137b.

Parmenidés taktéž v dialogu uvádí své argumenty na podporu nemožnosti pohybu. Vychází z toho, že existuje-li jedno, nemůže obsahovat části, tedy ani začátek ani konec ani střed. „[...] kdyby se pohybovalo, buď by měnilo svou polohu, nebo by se přejinačovalo; to jsou totiž jediné druhy pohybu. [...] Ale kdyby se jedno přejinačovalo samo proti sobě, není asi možno, aby to ještě bylo jedno. [...] kdyby jedno měnilo svou polohu, buď by se otáčelo na téže místě kolem dokola, nebo by přecházelo z místa na místo. [...] Jistě pak při otáčení musí mít nějaký střed a zase jiné své části, které se pohybují kolem toho středu; ale co nemůže mít ani střed ani části, jakým způsobem by se toto mohlo kdy otočiti kolem svého středu? [...] Jestliže se něco do něčeho dostává, je jistě nutné, aby to v tom ještě nebylo, když se tam teprve dostává, a zase aby to již nebylo zcela vně toho, když se již do toho dostává. [...] Tedy ani nemění místo tak, že by někam šlo a do něčeho se dostávalo, ani se na téže místě neotáčí, ani se nepřejinačuje. [...] Tedy jedno se nepohybuje žádným druhem pohybu.“<sup>33</sup>

Parmenidés zde rozděljuje pohyb na dva druhy, změnu polohy a „přejinačování“. Tvrdí, že pokud by existovalo jedno, které by prošlo změnou, nemohlo by zůstat stále tím jedním, tudíž není možné, aby se pohybovalo „přejinačováním“. Dále uvádí, že pokud by se toto jedno pohybovalo změnou polohy, muselo by se buď otáčet kolem své osy, nebo se přemístit někam jinam. Kdyby se otáčelo, tak by ale muselo být složeno z více částí, které by se otáčely kolem středu. Protože toto jedno není mnohost, ale jen jedno samo, nesmí být rozložitelné na jednotlivé části a nesmí mít ani střed, jelikož tento střed by byl jeho částí.<sup>34</sup> Poslední možností by tedy byl pohyb na jiné místo. To by znamenalo, že by se jedno dostávalo někam, kde předtím nebylo, k tomu by se ale opět muselo skládat z více částí. Část by již byla na cílovém místě a část by tam ještě nebyla. Jedno tudíž není schopné se pohybovat, protože ani jeden druh pohybu nemůže vykonat.

### 2.3.2 Aristotelés<sup>35</sup>

Jak již bylo zmíněno, Zénónovy paradoxy se dochovaly především díky Aristotelovým spisům. V šesté knize své „Fyziky“ v kapitolách „Čas jest spojitý. Vyvrácení námitek

<sup>33</sup> Platón, *Parmenidés*, s. 25-27, 138b-139a.

<sup>34</sup> Platón, *Parmenidés*, s. 23-24, 137c-137d.

<sup>35</sup> Citace z Aristotela jsou uvedeny podle standardního Bekkerova vydání, ale číslování řádků je nepřesné, což bylo způsobeno překladem tohoto konkrétního vydání, jak je uvedeno v Ediční poznámce: „Obdobně jako u našich předchozích vydání jsme překlad doplnili číslováním řádků podle Bekkerova vydání; toto číslování ovšem slouží pouze k orientaci, protože překlad není doslovný.“ [Aristotelés, *Fyzika*, přel. Antonín Kříž (Praha: Nakladatelství Petr Rezek, 1996), s. 494].

Zénónových“ a „Vyvrácení Zénónových klamných úsudků o pohybu“ popisuje jednotlivé paradoxy pohybu a navrhuje jejich řešení.

Ve svém díle Zénónovy argumenty považuje už od počátku za chybné a ve svých spisech neuvažuje možnost neexistence pohybu. Již ve druhé kapitole první knihy „Fyziky“ říká: „Naší zásadou však budiž, že věci, které jsou od přírody, buď všechny nebo některé jsou v pohybu.“<sup>36</sup>

Aristotelés Zénónovy úvahy sice pokládá za nesprávné, nepopírá ale, že řešení jeho paradoxů nejsou snadná: „Zénónovy důkazy o pohybu jsou čtyři, které působí obtíže těm, kdo je chtějí vyvracet.“<sup>37</sup>

Základním poznatkem, který Aristotelés využívá ve svých argumentech, je, že pohyb je spojitý.<sup>38</sup> Když ale mluví o spojitosti, nabízí se otázka, co přesně spojitostí myslí, a kolik by jeho představa o spojitosti měla společného s dnešní definicí. Aristotelés totiž dále rozlišuje pohyb přímočarý a pohyb v kruhu a uvádí, že jediný neomezený prostorový pohyb, který může být spojitý, je pohyb v kruhu: „Nyní však pojednejme o tom, že je možný nějaký neomezený pohyb, který jest jeden a spojitý, a že je to pohyb v kruhu“.<sup>39</sup> Pohyb přímočarý oproti tomu podle Aristotela spojitý není, protože to, co se pohybuje v přímé čáře, se obrací a vzniká pohyb protivný, tedy „pohyb od  $a$  k  $b$  je protivný pohybu od  $b$  k  $a$ “.<sup>40</sup> Dále to také vysvětluje Antonín Kříž ve své poznámce k této pasáži: „Přímocharý pohyb může pokračovat bez konce jen obrácením, tím však pozbývá své jednoty a spojitosti. Neboť nový pohyb je s dosavadním v tak nepatrné míře jeden, že je spíše jeho protivou a ruší jej, a mimoto obrácení vyžaduje také mezidobí klidu, poněvadž v jednom okamžiku nic nemůže být pohybováno zároveň v jednom a protivném směru.“<sup>41</sup> Aristotelés taktéž zdůrazňuje, že „jsou tři věci, počátek, střed a konec“,<sup>42</sup> přičemž pokud střed rozdělí dráhu pohybu na dva úseky, tak se „střed stává počátkem a koncem, totiž počátkem pohybu pozdějšího a koncem prvního“.<sup>43</sup> Tudíž i když je střed pouze jediným bodem, který nelze dále dělit, stává se dvěma pojmy. „Rozdělí-li totiž někdo spojitou čáru ve dvě poloviny, ten užívá jednoho bodu jako dvou, neboť jej činí počátkem a koncem.“<sup>44</sup>

Aristotelés tak přijímá Parmenidovo rozdělení pohybu „změny polohy“ na „otáčení se kolem dokola“ a „přecházení z místa na místo“. Neuvažuje už o jsoucím, které by nemohlo obsahovat části, ale také využívá toho, že celek se skládá z individuálních částí, když rozděluje

<sup>36</sup> Aristotelés, *Fyzika*, s. 21, 185a10.

<sup>37</sup> Aristotelés, *Fyzika*, s. 182, 239b10.

<sup>38</sup> Aristotelés, *Fyzika*, s. 68, 200b15.

<sup>39</sup> Aristotelés, *Fyzika*, s. 240, 261b25.

<sup>40</sup> Aristotelés, *Fyzika*, s. 240, 262a5.

<sup>41</sup> Aristotelés, *Fyzika*, s. 379. Poznámka překladatele.

<sup>42</sup> Aristotelés, *Fyzika*, s. 241, 262a15-20.

<sup>43</sup> Aristotelés, *Fyzika*, s. 241, 262a25.

<sup>44</sup> Aristotelés, *Fyzika*, s. 243, 263a20-25.

dráhu na jednotlivé úseky. U přemístování jsou to počáteční a konečný bod  $a$  a  $b$  a u kruhového pohybu používá středu  $a$ , když říká, že „tu se to, co se pohybuje od  $a$ , bude zároveň pohybovat k  $a$ “,<sup>45</sup> ale zdůrazňuje, že co se pohybuje v kruhu „nebude se pohybovat zároveň protivnými ani protikladnými pohyby“,<sup>46</sup> tedy kruhový pohyb bude spojitý. Také je ale třeba zmínit, že všechny dochované Zénónovy paradoxy se zabývají přímočarým pohybem a žádný pohybem v kruhu.

Dále Aristotelés uvádí, že „pohyb je nemožný bez místa, prázdna a času“.<sup>47</sup> Oproti Parmenidovi a Zénónovi tedy akceptuje existenci prázdného prostoru. Pomocí spojitosti a těchto předpokladů se postupně snaží vyvracet jednotlivé paradoxy pohybu. Kromě důkazu „Achilleus“ neuvádí k jednotlivým paradoxům žádná jména, tedy jejich označení, jak je známe dnes, byla nejspíše formulována až pozdějšími interprety.

Nejdříve popisuje paradox, který je dnes nazýván „Dichotomie“: „První je, že není pohybu, poněvadž to, co se pohybuje, musí dojíti dříve do poloviny cesty, než dojde k cíli.“<sup>48</sup> Jako druhý uvádí důkaz zvaný „Achilleus“: „Je to ten, že pomalejší tvor nemůže být v běhu nikdy dostižen nejrychlejším, neboť pronásledující musí dříve dojíti tam, odkud vyběhl prchající, takže pomalejší je nutně vždy o něco napřed.“<sup>49</sup>

Aristotelés chápe tyto dva paradoxy jako velmi podobné, tvrdí, že se liší jen tím, že u paradoxu „Achilla“ se velikost dráhy nedělí přesně na poloviny. U obou paradoxů je tak výsledkem, že je nemožné dosáhnout cíle, protože velikost se nějak dělí.<sup>50</sup> Aristotelés ale vysvětluje, že velikost a čas jsou spojitě, tudíž i dráha, po které se bude objekt pohybovat, musí být spojitá. Když totiž budeme chtít rozdělit tuto dráhu, musíme rozdělit i čas a naopak: „jestliže v polovičním čase něco probíhá také poloviční dráhu, a vůbec v kratším čase kratší dráhu; neboť tatáž dělení budou dělení času a velikosti“.<sup>51</sup> Aristotelés zde využívá závislosti dráhy a času, protože dráhu sice budeme rozdělovat na stále menší a menší úseky, čas ale nutně také a získáme tak sice nekonečně mnoho extrémně malých jednotek délky, ale také nekonečně mnoho extrémně malých jednotek času. Pokud budeme mít nějaký bod A, který se nachází ve směru pohybu, ale je daleko před Achillem i želvou, jak Achillovi, tak želvě bude nějakou dobu trvat, než se do bodu A dostanou, ale Achilles se tam dostane dříve (když uvážíme Aristotelovo pojetí vztahu prostoru a času a bod A bude tak daleko, aby počáteční náskok ztratil význam), tedy

---

<sup>45</sup> Aristotelés, *Fyzika*, s. 246, 264b10.

<sup>46</sup> Aristotelés, *Fyzika*, s. 246, 264b10.

<sup>47</sup> Aristotelés, *Fyzika*, s. 68, 200b20.

<sup>48</sup> Aristotelés, *Fyzika*, s. 182, 239b10.

<sup>49</sup> Aristotelés, *Fyzika*, s. 182, 239b15.

<sup>50</sup> Aristotelés, *Fyzika*, s. 182-183, 239b15-25.

<sup>51</sup> Aristotelés, *Fyzika*, s. 163, 233a5-20.



želvu musel předběhnout. Stále zde ale zůstává popis situace, který nabízí Zénón, tedy že Achilles želvu nepředběhne a lze se tedy ptát, jak je Zénónův popis možný.

Dále Aristotelés zmiňuje paradox „Nehybného pohybujícího se šípů“. Uvádí, že Zénón chybně předpokládal, že čas je složením jednotlivých odloučených okamžiků,<sup>52</sup> a toto tvrzení tak vyvrací spojitost času: „čas se neskládá z nedělitelných ‚nyní‘, podobně jako ani žádná jiná velikost.“<sup>53</sup> Tento Aristotelův argument se zdá být přesvědčivý. Kdybychom vzali dobu, za kterou šíp uletí celkovou vzdálenost, a začali ji postupně dělit na menší časové úseky, získávali bychom kratší a kratší čas, ale nedostali bychom jednotlivé dále nedělitelné okamžiky. A ani zpětně pokud bychom vzali samostatné okamžiky, jejich složením by se nám nepodařilo získat čas. Rozdílný pohled od Aristotela na to má ale například Bertrand Russell, podle něj se čas skutečně z jednotlivých „nyní“ skládá, ale je jich nespočetně mnoho, což z jeho pohledu tento paradox vyřeší.

Jako poslední uvádí Aristotelés paradox, který je dnes známý pod názvem „Stadion“: „Čtvrtý důkaz je o tělesech, která se pohybují na závodní dráze v stejném počtu podél stejného počtu se stejnou rychlostí z opačných stran, jedna tělesa z konce závodního a druhá z prostředka; přitom, jak Zénón myslí, se stává, že se poloviční čas rovná dvojnásobnému.“<sup>54</sup> Aristotelés vysvětluje, že chyba v Zénónově úsudku spočívá v tom, že předpokládá, že se „jedna tělesa pohybují podél pohybovaných těles, druhá podél těles v klidu se stejnou rychlostí v stejném čase. To je však nepravda.“<sup>55</sup>

Aristotelés dále přidává své vysvětlení pomocí těles  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , tedy představuje paradox „Stadionu“ v podobě, v jaké bývá nejčastěji interpretován dnes:

„Bud'tež například stejná stojící tělesa  $a$  a, druhá pak  $b$  b, počínající od středu těles  $a$  a stejná počtem i velikostí s nimi, a třetí  $c$  c, počínající na konci, stejná s obojím počtem i velikostí a stejně rychlá jako  $b$ . Výsledek je ten, že se první  $b$  dostane na konec závodního zároveň s prvním  $c$ , když se podél sebe pohybovala. Stane se také, že tělesa  $c$  projdou podél všech  $[b]$ , ale  $b$  jen podél polovice  $a$ , takže čas je poloviční, neboť obojí je stejně dlouhý čas podél každého. Zároveň se stane, že tělesa  $b$  projdou podél všech  $c$ ,

---

<sup>52</sup> Aristotelés, *Fyzika*, s. 183, 239b30.

<sup>53</sup> Aristotelés, „O neomezeném“, přel. Antonín Šíma, in: Vojtěch Kolman, Robert Roreitner (vyd.), *O špatném nekonečnu* (Praha: Filosofia, nakladatelství Filosofického ústavu AV ČR, 2013), s. 91. Tato pasáž byla převzata ze „Sborníku o špatném nekonečnu“ z důvodu rozdílné formulace oproti překladu Antonína Kříže, kde je uvedeno: „čas se neskládá z nedělitelných okamžiků, jako ani žádná jiná velikost“. „Nyní“ se zde může jevit jako vhodnější výraz, protože při paradoxu „Letícího šípů“ se vždy soustředíme na jeden určitý moment v současnosti, kdy se šíp nachází na konkrétním místě.

<sup>54</sup> Aristotelés, *Fyzika*, s. 183, 239b30-240a1.

<sup>55</sup> Aristotelés, *Fyzika*, s. 183, 240a1.

neboť první  $c$  a první  $b$  bude zároveň na opačných koncích, [příčemž se podle jeho slov pohybuje stejně dlouhý čas podél každého z  $b$  jako podél každého z  $a$ ] ježto se obojí pohybuje stejně dlouhý čas podél  $a$ .“<sup>56</sup>

Aristotelés používá těles  $a$ ,  $b$ ,  $c$  pro lepší orientaci, ovšem ve svém důkazu uvádí, že výsledkem bude, že první z řady těles  $b$  dojde na konec stadionu současně s prvním z řady těles  $c$  (každé na opačný konec stadionu, protože tělesa se pohybují opačným směrem). Aby se ale první  $b$  dostalo na konec závodistiště s prvním  $c$ , za předpokladu, že se pohybují stejnou rychlostí opačným směrem, muselo by první  $b$  být stejně daleko od středu stadionu jako první  $c$ . To by ale neodpovídalo popisu situace, který Aristotelés uvádí předtím, tedy že jedna tělesa se pohybují z konce a druhá ze středu závodistiště.

Nabízí se tedy otázka, jaká byla původní podoba „Stadionu“ v Zénónově spise. Pokud by Zénón skutečně paradox formuloval tak, že se jedna tělesa pohybují z konce a druhá z prostředka závodistiště, pak by Aristotelova formulace pomocí těles  $a$ ,  $b$ ,  $c$  neodpovídala původnímu zadání paradoxu.

Možným vysvětlením by bylo, že jde o překladatelskou nepřesnost. Ve verzi anglického překladu je první věta k tomuto paradoxu napsána jako: „The fourth argument [known as the ‚Stadium‘] deals with ‚equal bodies moving at the same rate in opposite directions in a race-course past bodies equal to themselves, one set moving in the direction away from the end of the race-course and the other set moving in the direction away from the turning-point.“<sup>57</sup> Zde není upřesněno, co se míní označením „turning-point“, tedy kde přesně se mají tělesa nacházet ve výchozím stavu, ale později je v textu použité schéma (viz obrázek 5), které je obdobou nejčastěji užívané interpretace tohoto paradoxu.

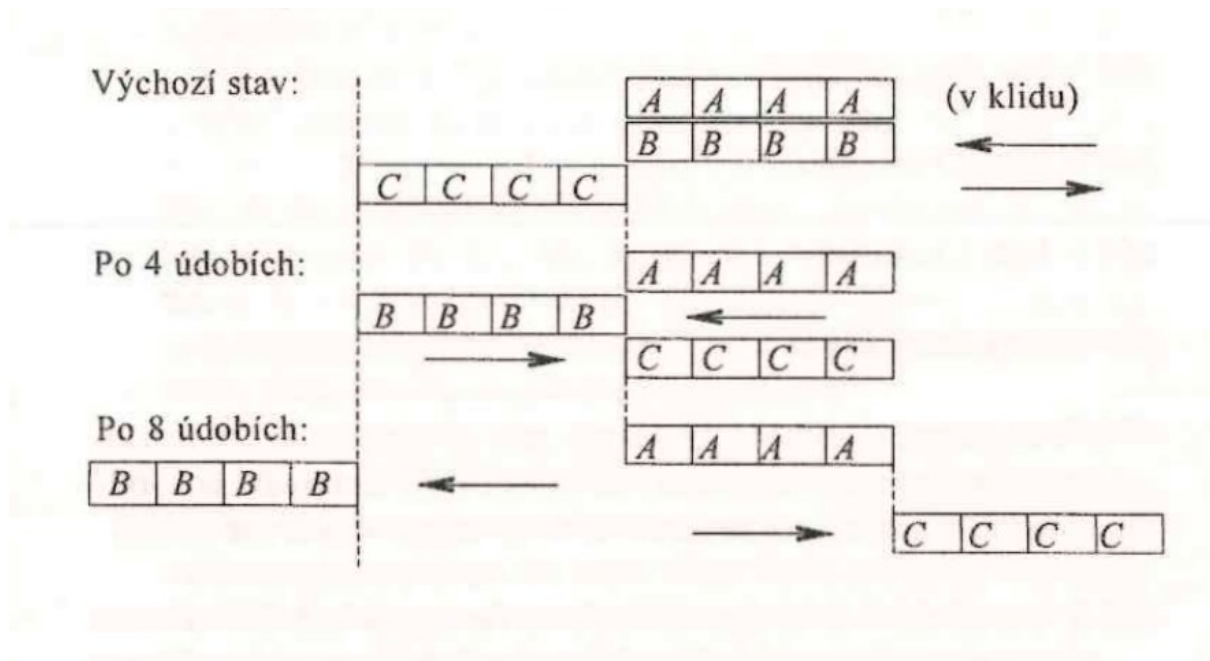
Dále je ale zajímavé si povšimnout, že Aristotelův interpret Alexandros z Afrodisias vytvořil k tomuto paradoxu schematické zobrazení (viz obrázek 2), které lze nalézt v poznámkách překladatele v české verzi „Fyziky“, a které se zdá být kombinací postavení těles prvního znění paradoxu a pozdějším Aristotelovým pomocným označením  $a$ ,  $b$ ,  $c$ . Toto schéma se očividně liší od modernějších verzí, které se běžně k tomuto paradoxu uvádějí (viz obrázky 1 a 3). Dalším možným důvodem, proč se přiklánět k českému překladu, by mohlo být, že v řecké verzi (viz obrázek 4) je v této větě obsaženo slovo μέσου, které v překladu znamená

---

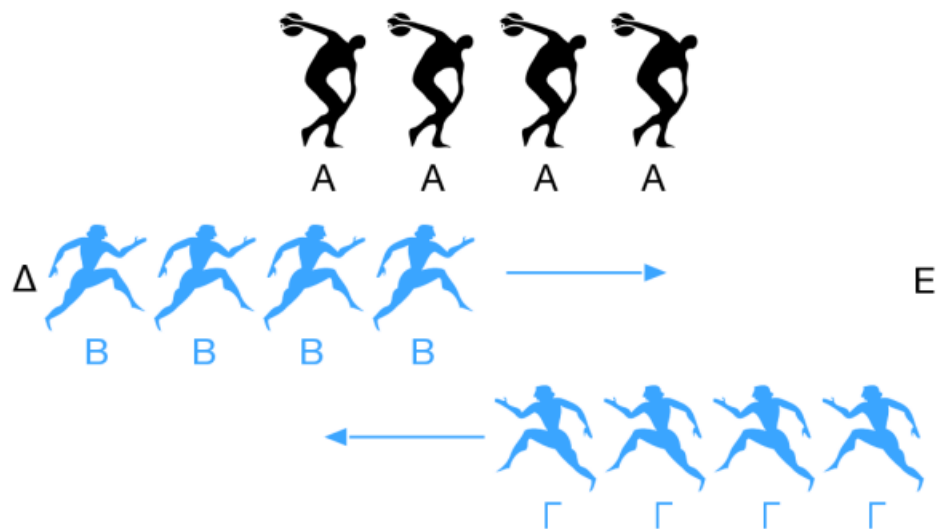
<sup>56</sup> Aristotelés, *Fyzika*, s. 183, 240a1-15.

<sup>57</sup> Aristotle, *Physics*, přel. Richard Hope (Lincoln: University of Nebraska Press, 1961), s. 124, 239b30, <https://archive.org/details/physics00aris/page/124/mode/1up?view=theater>.

střední a τέλος, které značí konec, tedy jedna tělesa by se pohybovala od středu a jedna od konce.



Obrázek 2<sup>58</sup>



Obrázek 3<sup>59</sup>

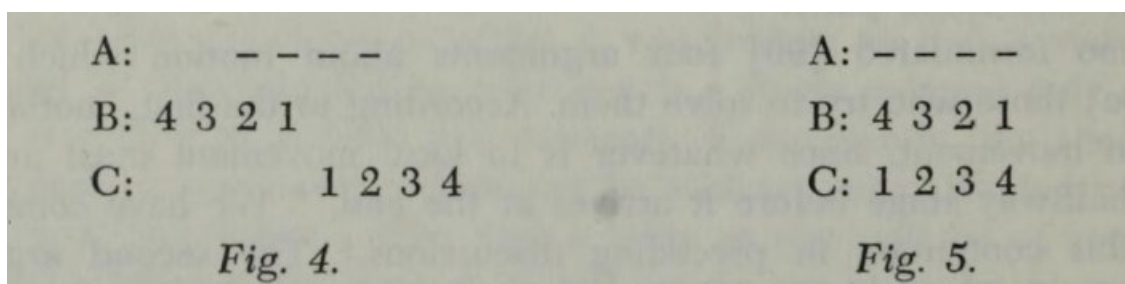
<sup>58</sup> Aristotelés, *Fyzika*, s. 361.

<sup>59</sup> Ondřej Kubů, „Zenónovy paradoxy aneb Chápeme prostor a čas?“ (příspěvek do fyzikálního semináře, ČVUT, 2015), s. 3, <http://fyzsem.fjfi.cvut.cz/2015-2016/Zima15/proc/zenon.pdf>.

(iv) *Pohyblivé řady*

325 Aristotelés, *Phys.* VI,9,239b33 (DK 29 A 28): τέταρτος δ' ὁ περὶ τῶν ἐν σταδίῳ κινουμένων ἐξ ἐναντίας ἴσων ὄγκων παρ' ἴσους, τῶν μὲν ἀπὸ τέλους τοῦ σταδίου τῶν δ' ἀπὸ μέσου, ἴσῳ τάχει, ἐν ᾧ συμβαίνειν οἴεται ἴσον εἶναι χρόνον τῷ διπλασίῳ τὸν ἡμισυν. ἔστι δ' ὁ παραλογισμὸς ἐν τῷ

Obrázek 4<sup>60</sup>



Obrázek 5<sup>61</sup>

Přesné původní znění paradoxů od Zénóna z Eleje je již nezjistitelné, ovšem i pozdější interpretace jsou poměrně nejasné. Nejstarší dochovaná zmínka pochází od Aristotela, který žil před více než dvěma tisíci let, jeho dílo bylo v průběhu času mnohokrát překládáno a vznikalo i více verzí jednotlivých paradoxů, zvláště paradox „Stadion“ asi prošel nejvíce interpretačními změnami. Stále se tedy nabízí otázka, jaké bylo původní znění, a k jakým přesně závěrům se Zénón snažil se svými paradoxy dojít, proto problematiku paradoxů pohybu můžeme stále považovat za otevřenou i v dnešní době.

<sup>60</sup> Kirk, Raven a Shofield, *Předsókratovští filosofové*, s. 355.

<sup>61</sup> Aristotle, *Physics*, s. 124, 240a1.

### 3 Moderní pohled na Zénónovy paradoxy

Otázka Zénónových paradoxů je stále významnou z hlediska historického bádání, co se ale týče studia samotné povahy pohybu, času a prostoru, není to už úplně jednoznačné. V současnosti jsou Zénónovy paradoxy mnohými považovány za vyřešené a překonané, protože je lze objasnit pomocí prostředků moderní matematiky: „This work remains the ‘received’ view.“<sup>62</sup> Už se ale všichni neshodují, jak přesně jsou paradoxy řešitelné. Někteří říkají, že je lze objasnit pomocí nekonečna a infinitesimálního počtu a někteří sahají po nestandardní analýze.<sup>63</sup>

Grünbaum má na situaci jiný pohled a ve svém článku říká, že dnes je velmi rozšířená mylná představa, že Zénónovy paradoxy nejsou ničím více než matematickým anachronismem, a že toto tvrzení se pouze snaží vyřešit otázku fyzikálních skutečností pomocí definice součtu nekonečné řady.<sup>64</sup> Sám pak specifikuje, co musí případné řešení splnit: „What is required in order to refute Zeno's objections to the mathematical theory of motion is a proof that neither the denseness of the ordering of the constituent events of the motion nor such features of this process as are entailed by this denseness property constitute obstacles to its inception and consummation.“<sup>65</sup>

Existují ale i pohledy, podle kterých jsou Zénónovy paradoxy stále relevantní pro diskuse o povaze času a prostoru. Například O. Kubů z ČVUT upozorňuje na rozdíl diskrétního a spojitého časoprostoru a na dosud neexistující teorii, která by dostatečně popisovala makrosvět i mikrosvět.<sup>66</sup>

Ukazuje se zde, že paradox „Stadion“ se liší od zbylých třech. První tři paradoxy pohybu jsou totiž podle Kubů řešitelné pomocí kvantové mechaniky, která zavádí diskrétní časoprostor, ovšem nikoliv paradox „Stadion“. Ten by byl řešitelný pomocí teorie relativity, která ale předpokládá spojitý časoprostor, tedy by zde nastal problém s prvními třemi paradoxy.

Problém paradoxů pohybu je tak stále otevřený, protože „matematika se snaží pracovat jak s diskrétním, tak spojitým časem a prostorem. I přes to, že nám fyzika vybudovaná na

---

<sup>62</sup> [Tato práce zůstává „přijatým“ pohledem.] Přeložila Eliška Schütová. „Zeno’s Paradoxes.“ - Podle Stanfordské encyklopedie se touto prací myslí snahy vysvětlit Zénónovy paradoxy pomocí moderní matematiky, logiky a fyziky, které navazují na práci Bertranda Russella.

<sup>63</sup> „Zeno’s Paradoxes“, Stanford Encyclopedia of Philosophy, Reeder. „Zeno’s Arrow and the Infinitesimal Calculus“, s. 1315-1335 a McLaughlin. „Resolving Zeno’s Paradoxes“, s. 84-89.

<sup>64</sup> Grünbaum, „Modern Science“, s. 236-237.

<sup>65</sup> [K vyvrácení Zénónových námitek proti matematické teorii pohybu je zapotřebí důkaz, že ani hustota uspořádání jednotlivých událostí tvořících pohyb ani takové prvky tohoto procesu, které tato vlastnost hustoty přináší, netvoří překážky jeho vzniku a završení.] Přeložila Eliška Schütová. Grünbaum, „Modern Science“, s. 237.

<sup>66</sup> Kubů, „Zénónovy paradoxy aneb Chápeme prostor a čas?“, s. 1-4.

infinitesimálním počtu byla a je velmi prospěšná, zůstává otázkou, jestli nám mohou teoretické výpočty samy o sobě poskytnout spolehlivé informace o světě kolem nás.<sup>67</sup>

Tato otázka je už spíše filosofického než fyzikálního charakteru a je možné diskutovat o tom, zda je teoretické zjednodušení skutečnosti postačující, nebo jestli je třeba stále hledat skutečné mechanismy fungování reálného světa. Ve druhé části této práce tak budou představeni Henri Bergson a Bertrand Russell a jejich rozdílné pohledy na Zénónovy paradoxy, pojetí času a problematiku pohybu. Henri Bergson jako filosof, který zpochybňuje řešení paradoxů pomocí jakékoliv matematiky a fyziky a Bertrand Russell jako jeho oponent.

### 3.1 Henri Bergson

Henri Bergson byl francouzský filosof židovského původu. Narodil se 18. října 1859 v Paříži.<sup>68</sup> Vystudoval gymnázium Lycée Condorcet (dříve Lycée Fontanes<sup>69</sup>), a poté nastoupil na École Normale Supérieure, kde později také vyučoval.<sup>70</sup> Kromě filosofie se zabýval též matematikou a psychologií. Ve svých dílech se zaměřoval na problematiku času a zavedl pojem *reálného trvání* (*durée réelle*).<sup>71</sup> Roku 1914 byl zvolen členem Francouzské akademie<sup>72</sup> a v roce 1928 získal Nobelovu cenu za literaturu za rok 1927 jako „uznání jeho bohatých a nepostradatelných nápadů a brilantní dovednosti, se kterou byly prezentovány“.<sup>73</sup> Zemřel 4. ledna 1941 v Paříži ve věku 81 let.<sup>74</sup>

Pro Bergsonovu filosofii je podstatný rozdíl mezi kvalitou a kvantitou. Ve svém raném spise „Čas a svoboda“ říká, že by bylo třeba „připustit dva druhy mnohosti, dva možné smysly slova rozlišovat, dva pojmy, jeden *kvalitativní* a druhý *kvantitativní*“.<sup>75</sup> Vysvětluje to tak, že „vědomí provádí kvalitativní rozlišení, bez jakékoli postranní myšlenky sčítati kvality, nebo dokonce dělati z nich několik; existuje tudíž *mnohost bez kvantity*“.<sup>76</sup>

---

<sup>67</sup> Kubů, „Zenónovy paradoxy aneb Chápeme prostor a čas“, s. 3-4.

<sup>68</sup> „Henri Bergson“, Stanford Encyclopedia of Philosophy, poslední úprava 3. července 2021, <https://plato.stanford.edu/entries/bergson/>.

<sup>69</sup> Mark Sinclair, *Bergson*, (Abingdon: Taylor & Francis Group, 2020), s. 7, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/cuni/detail.action?docID=5847315>.

<sup>70</sup> „Henri Bergson“, The Nobel Prize, navštíveno 18. března 2024, <https://www.nobelprize.org/prizes/literature/1927/bergson/facts/>.

<sup>71</sup> Henri Bergson, *Čas a svoboda, O bezprostředních datech vědomí*, přel. Boris Jakovenko (Praha: Samcovo knihkupectví, 1947), s. 5-7.

<sup>72</sup> „Henri Bergson“, Stanford Encyclopedia of Philosophy.

<sup>73</sup> „The Nobel Prize in Literature 1927“, The Nobel Prize, navštíveno 18. března 2024, <https://www.nobelprize.org/prizes/literature/1927/summary/>.

<sup>74</sup> „Henri Bergson“, Stanford Encyclopedia of Philosophy.

<sup>75</sup> Bergson, *Čas a svoboda*, s. 98.

<sup>76</sup> Bergson, *Čas a svoboda*, s. 98.

Bergson dále toto rozlišení využívá, když se zabývá vztahem mezi kvalitativním časem (trvání) a kvantitativním prostorem. Hlavně ale zdůrazňuje rozdílnost těchto termínů a upozorňuje na to, že čas a prostor bývají některými filosofi mylně směřovány:

„Dotýkáme se zde prstem omylu těch, kteří považují čisté trvání za věc analogickou prostoru, leč povahy jednodušší. Kladou rádi vedle sebe stavy psychologické, aby vytvořili z nich řetěz nebo čáru, a nepředstavují si nikdy, že do této operace zakročuje pravá idea prostoru, idea prostoru v jeho totalitě, ježto prostor jest prostředí trojrozměrné.“<sup>77</sup>

Podle Bergsona je možné „chápat postupné momenty času nezávisle na prostoru“.<sup>78</sup> Čisté trvání chápe jako sled, jako vzájemné pronikání a jako příklad používá melodii, jejíž tóny spolu splývají dohromady:

„*Trvání zcela čisté* je forma, které nabývá sled našich stavů vědomí, když se naše Já nechá žít, když se zdržuje toho, aby odlučovalo stav přítomný od stavů minulých. Nepotřebuje k tomu absorbovat se zcela a úplně v procházejícím počítku nebo ideji, neboť by, díky tomu, přestalo trvat. Nepotřebuje ani zapomenouti předchozí stavy. Stačí, aby při připomínání těchto stavů nekladlo je vedle aktuálního stavu jako bod vedle jiného bodu, nýbrž je s ním organisovalo, jak se děje, když si vzpomínáme na tóny nějaké melodie, splývající abychom tak řekli, dohromady. Nemohlo by se pak říci, že následují-li *tyto tóny* po sobě, nicméně je vnímáme jedny v druhých, a že *jejich souhrn je srovnatelný s bytostí živou*, jejíž části, třeba odlišné, se pronikají právě následkem jejich solidarity?“<sup>79</sup>

Čas je důležitým pojmem i ve fyzice, kde se používá jako veličina při měření rychlosti. To Bergson nepopírá, ale zdůrazňuje, že tím není měřeno trvání, ale jen se zde sčítají jednotlivé současnosti:

„Sleduji-li očima na ciferníku hodinek pohyb ručičky, který odpovídá výkyvům kyvadla, neměřím – jak by se myslilo – trvání; omezují se na sčítání současností, což je

---

<sup>77</sup> Bergson, *Čas a svoboda*, s. 85.

<sup>78</sup> Bergson, *Čas a svoboda*, s. 68.

<sup>79</sup> Bergson, *Čas a svoboda*, s. 83.

něco zcela jiného. Mimo mne existuje vždy v prostoru jen jediná poloha ručičky a kyvadla, neboť z minulých poloh ničeho nezbylo.“<sup>80</sup>

Své úvahy o čase úzce spojuje s pohybem. Překladatel Boris Jakovenko uvádí: „*Trvání jest vnitřní dění, vnitřní pohyb*, neboť Bergson jest pevně přesvědčen, že hmota je nehybná a inertní, a existuje-li nějaký pohyb, tedy se děje uvnitř.“<sup>81</sup> Proto taktéž odkazuje na Zénóna a o jeho paradoxech tvrdí, že „se všechny zakládají na předpokladu, podle něhož to, co je pravdou o přímce, je pravdou i o pohybu přeneseném na přímku“<sup>82</sup> a tento předpoklad označuje za chybný. Na rozdíl od přímky, která i po rozdělení stále zůstane stejnou, dělit pohyb je možné pouze pro vnějšího pozorovatele.

Bergson zdůrazňuje spojitost pohybu a ve svém spise „Vývoj tvořivý“ ji ilustruje na příkladu kinematografie,<sup>83</sup> kdy se mezi dva obrázky vkládají další a vytváří se tak iluze pohybu, ale o skutečný pohyb se přitom nejedná, protože ten se neskládá z jednotlivých částí: „každá snaha o rekonstrukci změny na základě stavů předpokládá nesmyslné tvrzení, že se pohyb skládá z nehybností“.<sup>84</sup> Zde se odkazuje na antickou filosofii a konkrétně na Zénóna z Eleje a jeho paradoxy. Tvrdí, že „Zénónovy argumenty, byť byly formulovány za jiným účelem, neříkají nic jiného“.<sup>85</sup>

Pohyb je podle něj nerozložitelný a taktéž ho nelze zpětně složit z nehybností. Eleaté tak došli k paradoxním závěrům, protože směřovali pohyb a prostor, kterým pohybující se těleso proběhlo. U příkladu „Achilla a želvy“ nepochybuje, že Achilles želvu dohoní, protože krok Achilla i krok želvy jsou pohyby. „Když Achilles pronásleduje želvu, každý z jeho kroků by měl být pokládán za něco nedělitelného. Podobně by tomu mělo být i s krokem želvy.“<sup>86</sup>

Chybou zde totiž je, že eleaté předpokládali, že „jsou oprávněni obnoviti totální pohyb Achillův, nikoli už *kroky* Achillovými, ale *želvinými*: na místo Achilla, který pronásleduje želvu, dosazují vskutku dvě želvy, které jsou odsouzeny dělati kroky téhož druhu, nebo akty současné, takže by se vzájemně nikdy nedohonily.“<sup>87</sup> Zénón tak přehlíží, že pohyb a prostor jsou různé veličiny, které spolu nelze zaměňovat, a tím vznikne tento paradox. Bergson tvrdí,

---

<sup>80</sup> Bergson, *Čas a svoboda*, s. 88-89.

<sup>81</sup> Bergson, *Čas a svoboda*, s. 6. Poznámka překladatele Borise Jakovenka.

<sup>82</sup> Henri Bergson, „O kinematografickém pohybu“, přel. Jindřich Černý, in: Vojtěch Kolman, Robert Roreitner (vyd.), *O špatném nekonečnu* (Praha: Filosofia, nakladatelství Filosofického ústavu AV ČR, 2013), s. 440.

<sup>83</sup> Slovo kinematografie pochází z řeckého kinéma (pohyb) a grafein (zapisovat/nahrávat), tedy jde o „záznam pohybu“.

<sup>84</sup> Bergson, „O kinematografickém pohybu“, s. 438.

<sup>85</sup> Bergson, „O kinematografickém pohybu“, s. 438.

<sup>86</sup> Bergson, „O kinematografickém pohybu“, s. 440.

<sup>87</sup> Bergson, *Čas a svoboda*, s. 92.



že „Zénónův klam se naproti tomu zakládá na snaze opětovně složit Achillův pohyb podle libovolně zvoleného zákona.“<sup>88</sup>

Snahou zpětně složit pohyb vzniká i paradox „Stojícího letícího šípu“. Když je totiž v jednotlivých okamžicích šíp nehybný, pak musí být v klidu i v celé době svého pohybu. Tak tomu ale může být jedině „pokud předpokládáme, že šíp může kdy *být* v nějakém určitém bodě své dráhy“,<sup>89</sup> tedy i přesto, že je právě v pohybu, a „pokud připustíme, že šíp, který se hýbe, může kdy splynout se svou polohou, která je nehybná“.<sup>90</sup>

Šíp se sice může zastavit v nějakém bodě své dráhy, ale i kdyby to bylo jen na jediný okamžik, šíp by tím přerušil svůj pohyb, tedy z tohoto jednoho pohybu by se staly pohyby dva, jeden od vystřelení z luku po zastávku a druhý od zastávky do svého cíle. Tím navazuje na Aristotela, který tvrdil, že existují tři věci – počátek, střed a konec a rozdělením pohybu se střed stane počátkem druhého pohybu a koncem prvního. Bergson pak zdůrazňuje, že „šíp ale nikdy *není* v žádném bodě své dráhy“,<sup>91</sup> protože je v pohybu, který je kvalitativní, nikoli kvantitativní, tedy ho nemůžeme nijak rozložit.

Poslední paradox pohybu „Stadion“ považuje Bergson za neprávem opomíjený. Opět zde používá pojmu trvání, o kterém tvrdí, že je nezávislé na vzdálenosti. Zénón totiž podle něj využívá pouze „stopy v prostoru“, nikoliv skutečné trvání:

„Nejpoučnějším ze všech Zénónových argumentů je však zřejmě argument čtvrtý (o stadionu), kterým bylo podle našeho názoru neprávem opovrhováno a jehož absurdnost je zjevná jenom proto, že je v něm nejpřímněji vyložen postulát skrytý ve třech předchozích. [...] Úvaha vpravdě dětinská, řekneme si, vždyť Zénón zapomíná na to, že v jednom případě je rychlost dvakrát větší než ve druhém. Dobře, ale ptám se, jak by si toho mohl všimnout? Že těleso za stejný čas urazí od tělesa, které je v klidu, jinou vzdálenost než od tělesa, které je v pohybu, je jasné tomu, kdo považuje trvání za cosi absolutního a ukládá je buď do vědomí, nebo do něčeho, co s vědomím souvisí. Během *určitého* úseku takového vědomého nebo absolutního trvání stejné těleso skutečně urazí podél jednoho z těles vzdálenost dvojnásobnou vzhledem k vzdálenosti, kterou urazí podél tělesa druhého, aniž by z toho ovšem vyplývalo, že jisté trvání je dvojnásobkem sebe sama, protože trvání je něčím, co je na obou vzdálenostech nezávislé. Omylem Zénónovy argumentace je právě to, že nechává stranou skutečné trvání a uvažuje pouze

---

<sup>88</sup> Bergson, „O kinematografickém pohybu“, s. 441.

<sup>89</sup> Bergson, „O kinematografickém pohybu“, s. 439.

<sup>90</sup> Bergson, „O kinematografickém pohybu“, s. 439.

<sup>91</sup> Bergson, „O kinematografickém pohybu“, s. 439.

jeho objektivní stopu v prostoru. Proč by potom dvě stopy zanechané jedním tělesem nezasluhovaly stejnou pozornost jakožto míry trvání? A proč by jenom proto, že jedna je dvojnásobkem druhé, neměly představovat totéž trvání? Závěr, že určité ‚jedno trvání je dvojnásobkem sebe sama‘, svědčí o tom, že Zénón zůstal věren logice své hypotézy, a jeho čtvrtý argument tak vypovídá tolik, co tři předchozí.“<sup>92</sup>

Zénónovu argumentaci dále rozšiřuje na kvalitativní a vývojové stávání se, konkrétně fáze lidského života. Život můžeme rozdělit na dětství, dospívání, dospělost a stáří, toto dělení ale provádíme zvnějšku. Snažíme se najít jednotlivá místa, která by nám umožňovala se zastavit i přesto, že lidský život neustále plyne, a zastavit ho tudíž v žádném okamžiku nelze:

„To, že se z dítěte stává dospívající chlapec a z něho následně zralý muž a nakonec stařec, lze pochopit jen tehdy, když uvažujeme o životním vývoji jakožto o skutečnosti samé. Dětství, dospívání, dospělost, stáří – to jsou jen prostá hlediska myslí; místa, která si pro vlastní potřeby z vnějšku přimýšlíme ke spojitosti vývoje a která nám *umožňují zastavit se*. Jestliže si naopak představujeme dětství, dospívání, dospělost a stáří jako podstatné části vývoje, pak se pro nás stávají *skutečnými zastaveními*, což nám znemožňuje pochopit, co vývoj činí možným, jelikož taková zastavení, položíme-li je vedle sebe, nikdy nemohou dát dohromady žádný pohyb. Jak by bylo možné znovu vytvořit to, co se děje, pomocí toho, co se stalo? Jak by bylo možné například z dětství, které je chápáno jako nějaká *věc*, přejít k dospívání, jestliže jsme podle předpokladu uvažovali pouze o dětství?“<sup>93</sup>

Bergson tak upozorňuje, jak je vnímání pohybu ovlivněno přirozeným jazykem a naším obvyklým způsobem myšlení a říká, že by „stačilo vzdát se kinematografických návyků našeho intelektu“, <sup>94</sup> protože „pohyb je něčím *víc* než jen řadou poloh, tzn. možných zastavení“. <sup>95</sup> Tento způsob uvažování by ale vyžadoval, abychom „čelili síle našich myšlenkových návyků“. <sup>96</sup>

Myšlenky totiž podle něj řadíme vedle sebe jako jednotlivé snímky, naopak stavy našeho vědomí se navzájem pronikají. Řeč ale tyto stavy označuje stejně u všech lidí a bere jim individualitu. Podle Bergsona myšlení a řeč spojuje asociativita, která klade termíny vedle sebe

---

<sup>92</sup> Henri Bergson, *Hmota a paměť*, přel. Alan Beguivin (Praha: OIKOYMENH, 2003), s. 143.

<sup>93</sup> Bergson, „O kinematografickém pohybu“, s. 441-442.

<sup>94</sup> Bergson, „O kinematografickém pohybu“, s. 442.

<sup>95</sup> Bergson, „O kinematografickém pohybu“, s. 443.

<sup>96</sup> Bergson, „O kinematografickém pohybu“, s. 443.

a způsobuje přehlížení trvání a kvality a naše skutečné prožívání tak zůstává nesouměřitelné s řečí:

„Já dotýká se vskutku vnějšího světa svým povrchem; a ježto tento povrch uchovává otisk věcí, bude asociovati pomocí soumeznosti termíny, které dostává jako vedle sebe kladené: právě na vazby tohoto druhu, na vazby počitků zcela jednoduchých a, abychom tak řekli, neosobních, hodí se asocianistická theorie. Leč v míře, v níž se více kope pod tento povrch, v míře, v níž se Já stává se opět sebou samým, v té míře také jeho stavy vědomí přestávají se klásti vedle sebe, aby se vzájemně pronikly, aby se splývaly, aby každý z nich nabyl zabarvení všech ostatních. *Tak každý z nás má svůj způsob milovati a nenáviděti a tato láska a tato nenávisť obrážejí celou naši osobnost.* Avšak řeč označuje tyto stavy týmiž slovy u všech lidí; proto mohla fixovati jen objektivní a neosobní aspekt lásky, nenávisti a tisíce citů, které zmítají duši. Usuzujeme o talentu romanopisce podle schopnosti, s nímž vybírá city a ideje ze společenské domény, kam jim řeč dala sestoupiti, a snaží se jim vrátiti pomocí rozmanitosti detailů, které se vedle sebe kladou, jejich *původní a živou* individualitu. Leč právě tak jako se může vložit mezi dvě polohy hybného tělesa nekonečné množství bodů, aniž bychom někdy vyplnili proběhnutý prostor, právě tak, jen proto, že mluvíme, jen proto, že vzájemně ideje asociujeme, a že tyto ideje se vedle sebe kladou, místo aby se pronikaly, ztroskotáváme při úplném překladu toho, co naše duše cítí: myšlení zůstává nesouměřitelné s řečí.“<sup>97</sup>

### 3.2 Bertrand Russell

Jak již bylo zmíněno, Russell se k problémům Zénónových paradoxů staví jinak než Bergson, a nejen to, je také jeho velkým kritikem. Zmiňuje ho i v souvislosti se Zénónovými paradoxy a jeden článek věnoval kritice jeho filosofie. Proto zde také bude ze zástupců odlišného pohledu na paradoxy pohybu představen právě on.

Bertrand Arthur William Russell byl britský filosof, logik, esejista a sociální kritik aristokratického původu. Narodil se 18. května 1872 v Trellecku. Vystudoval univerzitu v Cambridge, kde později také vyučoval.<sup>98</sup> Roku 1901 objevil paradox v naivní teorii množin,

---

<sup>97</sup> Bergson, *Čas a svoboda*, s. 130.

<sup>98</sup> „Bertrand Russell“, Stanford Encyclopedia of Philosophy, poslední úprava 27. května 2020, <https://plato.stanford.edu/entries/russell/>.

který se dotkl základních principů Cantorova pojmu množiny.<sup>99</sup> Mluví o množině všech množin, které nejsou svým vlastním prvkem. Tato množina je svým vlastním prvkem právě tehdy, když svým vlastním prvkem není, tedy vzniká paradox. Byl po Russellovi pojmenován a dodnes je jedním z nejznámějších logických paradoxů,<sup>100</sup> protože po jeho objevení mnoho matematiků přehodnotilo názor na teorii množin a jejich zkoumání přineslo nový rozvoj logiky a zásadně změnilo pohled na matematiku.<sup>101</sup> V roce 1950 získal Russell Nobelovu cenu za literaturu jako „uznání jeho rozmanitých a významných spisů, ve kterých prosazuje humanitární ideály a svobodu myšlení“.<sup>102</sup> Zemřel 2. února 1970 v Penrhynedeudraeth ve věku 97 let.<sup>103</sup>

Je autorem článku „The Philosophy of Bergson“, ve kterém kritizuje Bergsonovu filosofii, dokonce o něm tvrdí, že narozdíl od ostatních filosofů nezdůvodňuje své názory, ale pouze spoléhá na jejich přitažlivost: „In the above outline, I have in the main endeavored merely to state Bergson's views, without giving the reasons adduced by him in favor of their truth. This is easier than it would be with most philosophers, since as a rule he does not give reasons for his opinions, but relies on their inherent attractiveness, and on the charm of an excellent style.“<sup>104</sup>

Také ale přiznává, že Bergsonovo rozlišení matematického času a trvání je velmi obtížný koncept a sám mu úplně nerozumí: „I do not fully understand it myself, and therefore I cannot hope to explain it with all the lucidity which it doubtless deserves.“<sup>105</sup> Proto se také některé pasáže Russellova článku (například, když Bergsona řadí mezi hmyz: „in the main intellect is the misfortune of man, while instinct is seen at its best in ants, bees, and Bergson“<sup>106</sup>) mohou zdát lehce přehnané, zvláště když ve svém pozdějším díle upozorňuje na Aristotelovu možnou desinterpretaci Zénónových paradoxů: „Ti ze současných filosofů, kteří mají zkušenost

---

<sup>99</sup> Bohuslav Balcar a Petr Štěpánek, *Teorie množin* (Praha: Academia, nakladatelství AV ČR, 2001), s. 19.

<sup>100</sup> „Russell's Paradox“, Stanford Encyclopedia of Philosophy, poslední úprava 12. října 2020, <https://plato.stanford.edu/entries/russell-paradox/>.

<sup>101</sup> Balcar a Štěpánek, *Teorie množin*, s. 19-20.

<sup>102</sup> „The Nobel Prize in Literature 1950“, The Nobel Prize, navštíveno 11. dubna 2024, <https://www.nobelprize.org/prizes/literature/1950/summary/>.

<sup>103</sup> „Bertrand Russell“, Stanford Encyclopedia of Philosophy.

<sup>104</sup> [Ve výše uvedeném nástinu jsem se převážně snažil představit pouze Bergsonovy názory, aniž bych uváděl důvody, které předložil ve prospěch jejich pravdy. Je to snazší, než by to bylo u většiny filosofů, vzhledem k tomu, že své názory zpravidla nezdůvodňuje, ale spoléhá se na jejich vlastní přitažlivost a na půvab skvělého stylu.] Přeložila Eliška Schůtová. Bertrand Russell, „The Philosophy of Bergson“, *The Monist*, 22, no. 3 (1912), s. 332.

<sup>105</sup> [Sám tomu úplně nerozumím, a tedy nemohu doufat, že to vysvětlím s veškerou srozumitelností, kterou si to bezpochyby zaslouží.] Přeložila Eliška Schůtová. Russell, „The Philosophy of Bergson“, s. 327.

<sup>106</sup> [„...intelekt je převážně neštěstím člověka, zatímco instinkt je nejlépe vidět u mravenců, včel a Bergsona.] Přeložila Eliška Schůtová. Russell, „The Philosophy of Bergson“, s. 323.

s tím, že jejich protivníci formulovali jejich stanoviska, mi jistě dají za pravdu, že nestrannou a korektní prezentaci Zénónovy pozice lze od Aristotela čekat jen stěží.“<sup>107</sup>

Russell totiž Zénónovy argumenty považuje sice za vyřešené, ale stále důležité i ve své době: „V každém případě tyto argumenty nejsou pouhé bláznivé malichernosti, ať už se k nim stavíme jakkoli: jedná se o závažné argumenty, které poukázaly na problémy, u kterých trvalo dva tisíce let, než byly vyřešeny, a které jsou dokonce i dnes osudné pro učení většiny filosofů.“<sup>108</sup>

K vyvrácení argumentu „Dichotomie“ využívá nekonečných řad, konkrétně řady, jejíž limita se blíží 1: „Jestliže polovina běhu zabere půl minuty, následující čtvrtina běhu zabere čtvrt minuty atd., pak celý běh zabere minutu. Zdánlivá síla argumentu, jak je pojat v této interpretaci, staví pouze na chybném předpokladu, že mimo nekonečnou řadu už nic není, což můžeme shledat jako nepravdivé třeba na základě pozorování, že 1 je za celkem nekonečné řady  $\frac{1}{2}, \frac{3}{4}, \frac{7}{8}, \frac{15}{16}, \dots$ “<sup>109</sup> Paradox „Achilla a želvy“ považuje za podobný „Dichotomii“ a také ho pokládá za snadno vyvrátitelný, protože „není pravda, že nekonečný počet okamžiků dává dohromady nekonečně dlouhý časový úsek, a proto závěr, že Achilles nikdy nepředstihne želvu, není platný.“<sup>110</sup>

Za zajímavý považuje Russell ale především paradox „Šípu“, u kterého se odkazuje i na Bergsona a jeho kinematografický pohyb a k jeho řešení využívá spojitosti:

„Pokud to neplatí v případě prvních dvou argumentů, tak přinejmenším u tohoto se zdá, že se v něm pracuje s předpokladem, že konečný časový úsek sestává z konečné řady po sobě jdoucích okamžiků; každopádně se zdá, že plauzibilita argumentu závisí na předpokladu, že existují po sobě jdoucí okamžiky. V rámci libovolného okamžiku, dozvídáme se, je pohybující se těleso tam, kde je: v daném okamžiku se těleso nemůže pohybovat, neboť to by vyžadovalo, aby měl okamžik části. Předpokládejme tedy, že nějaký časový úsek sestává z tisíce okamžiků a že šíp je během tohoto úseku v letu. V každém z tohoto tisíce okamžiků je šíp tam, kde je, třebaže v příštím okamžiku již je někde jinde. Ve skutečnosti se šíp vůbec nehýbe, ale jakýmsi záhadným způsobem musí změna pozice nastávat *mezi* okamžiky, tj. v žádném čase. Máme zde to, co Bergson

---

<sup>107</sup> Bertrand Russell, „Problém nekonečna z historického hlediska“, přel. Milan Soutor, in: Vojtěch Kolman, Robert Roreitner (vyd.), *O špatném nekonečnu* (Praha: Filosofía, nakladatelství Filosofického ústavu AV ČR, 2013), s. 421.

<sup>108</sup> Russell, „Problém nekonečna z historického hlediska“, s. 423.

<sup>109</sup> Russell, „Problém nekonečna z historického hlediska“, s. 425.

<sup>110</sup> Russell, „Problém nekonečna z historického hlediska“, s. 425.

nazývá kinematografickou reprezentací skutečnosti. Problém se stává tím skutečnější, čím více jej promýšlíme. Řešení se zakládá na teorii spojitého řadu: sledujeme jako velmi obtížné zbavit se předpokladu, že v okamžiku, kdy je šíp v letu, existuje nějaké *následující* místo, které šíp zaujme v *následujícím* okamžiku; ve skutečnosti ale žádné následující místo ani následující okamžik neexistují, a jakmile si tento fakt ujasníme, problém zmizí.“<sup>111</sup>

U paradoxu „Stadionu“ Russell také upozorňuje na možné překladatelské nepřesnosti a obecně na jeho komplexitu: „Tento argument vůbec není lehké sledovat a navíc je platný pouze za předpokladu, že konečný úsek času sestává z konečného počtu okamžiků.“<sup>112</sup> To, že jsou paradoxy založeny na předpokladu složení konečného úseku z konečného počtu částí ostatně zdůrazňuje u všech Zénónových argumentů: „Shledali jsme, že všechny jeho argumenty jsou (za přijetí jistých rozumných hypotéz) platné, jestliže se držíme předpokladu, že konečný úsek prostoru se skládá z konečného počtu bodů a konečný úsek času z konečného počtu okamžiků“.<sup>113</sup>

Russell tak vidí problém v tom, že „mnozí filosofové od Zénóna po Bergsona založili valnou část svého metafyzického myšlení na předpokladu nemožnosti nekonečných souborů.“<sup>114</sup> Existenci nekonečna přitom považuje za zásadní u problémů týkajících se spojitosti: „Všechny problémy uvažované v souvislosti se spojitostí vyvěrají z toho, že spojitá řada musí mít nekonečný počet členů, a proto jde ve skutečnosti o problémy týkající se nekonečna.“<sup>115</sup> Spojitost je důležitým motivem u Zénónových paradoxů, Russell tedy vidí důležitost nekonečna i zde a tvrdí, že „k vyřešení celého souboru problémů odvozených analogicky ze Zénónových paradoxů musíme objevit nějakou udržitelnou teorii nekonečných čísel.“<sup>116</sup>

Obecně Russell tvrdí, že paradoxům pohybu se můžeme vyhnout třemi způsoby. První možností je, že stejně jako Zénón popřeme existenci časoprostoru, druhou, že jako Bergson řekneme, že se časoprostor neskládá z bodů a okamžiků a poslední možností, kterou zastává sám Russell je, že přistoupíme na to, že se časoprostor z bodů a okamžiků skládá, ale dodáme, že v konečném intervalu je jich nekonečně mnoho:

---

<sup>111</sup> Russell, „Problém nekonečna z historického hlediska“, s. 426-427.

<sup>112</sup> Russell, „Problém nekonečna z historického hlediska“, s. 429.

<sup>113</sup> Russell, „Problém nekonečna z historického hlediska“, s. 430.

<sup>114</sup> Russell, „Problém nekonečna z historického hlediska“, s. 418.

<sup>115</sup> Russell, „Problém nekonečna z historického hlediska“, s. 409.

<sup>116</sup> Russell, „Problém nekonečna z historického hlediska“, s. 431.

„Paradoxům se pak můžeme vyhnout buďto přitakáním tezi, že prostor sice sestává z bodů a čas z okamžiků, ovšem s tím dodatkem, že je jich v libovolném konečném intervalu nekonečně mnoho, nebo popřením, že prostor a čas sestávají z bodů a okamžiků, nebo nakonec tím, že popřeme skutečnost času a prostoru vůbec. Jakožto obhájce Parmenida Zénón nejspíš usoudil na poslední z těchto tří možností, zcela jistě co se týče času. Valná část filosofů jej v tom následovala. Mnoho jiných, mezi nimi např. Bergson, raději odmítlo tezi, že prostor sestává z bodů a čas z okamžiků. Obě řešení si poradí s problémy v té formě, v jaké je předložil Zénón. Ale jak jsme viděli, tyto problémy mohou být rovněž vyřešeny, jestliže lze připustit nekonečná čísla. Na bázi důvodů, které jsou na otázce času a prostoru nezávislé, musí být každopádně připuštěna nekonečná čísla stejně jako řady, v nichž žádné dva členy nenásledují jeden bezprostředně po druhém.“<sup>117</sup>

Russell tak ukazuje, že Bergsonovu filosofii považuje za důležitou, i přestože je velmi odlišná od té jeho. Bergson ale nebyl jediný, kdo s Russellovým pojetím paradoxů pohybu nesouhlasil. Například William James tvrdí, „že Russellovy formulace se vyhýbají skutečné obtíži, jež se týká výhradně ‚rostoucí‘ varianty nekonečna, a nikoli ‚stálé‘ varianty, na kterou se omezuje, když předpokládá, že závod už proběhl, a myslí, že jediný problém, který zbývá, je numerické srovnání drah.“<sup>118</sup> James totiž rozlišuje mezi stálým a rostoucím nekonečnem, přičemž stálým myslí například prostor, minulý čas a existující jsoucna a rostoucím například pohyb, změnu a činnost.<sup>119</sup> Tvrdí, že „rostoucí nekonečno musí být bráno jako nespojité“, <sup>120</sup> tedy i pohyb, který řadí mezi rostoucí nekonečna, musí být nespojitý.

---

<sup>117</sup> Russell, „Problém nekonečna z historického hlediska“, s. 430-431.

<sup>118</sup> William James, „Novost a nekonečno“, přel. Jakub Mihálik, in: Vojtěch Kolman, Robert Roreitner (vyd.), *O špatném nekonečnu* (Praha: Filosofia, nakladatelství Filosofického ústavu AV ČR, 2013), s. 489.

<sup>119</sup> James, „Novost a nekonečno“, s. 480.

<sup>120</sup> James, „Novost a nekonečno“, s. 484.

## 4 Závěr

Zénón z Eleje byl bezpochyby významná postava ve své době a jak jsme ukázali v této práci, lze ho považovat za důležitého i dnes, po více než dvou tisících letech od jeho smrti. Upozornili jsme na to, že původní podoba paradoxů, jak je zamýšlel Zénón, je již nezjistitelná a mohla se značně lišit od verze paradoxů, jak je známe v současnosti. Proto se také nabízí otázka, jestli by dnes byl jiný pohled na pohyb, čas a prostor, kdyby se Zénónovo dílo dochovalo v celé své podobě, a paradoxy bychom měli i se Zénónovými komentáři. Aristotelés se totiž sice jednotlivé paradoxy pohybu snaží vysvětlit, ale jeho spis je psán se záměrem paradoxy vyvrátit, tedy ho rozhodně nemůžeme chápat jako nezaujatého čtenáře a jeho podání Zénónových paradoxů může být ovlivněno jejich kritikou.

Od Zénónových paradoxů se ale odvíjí i naše chápání nekonečna. To zdůrazňují i James s Russellem, a i přesto, že měli na problematiku paradoxů pohybu jiné názory, na tomto se shodují. James říká, že „skutečný problém nekonečna začal se slavnými argumenty proti pohybu od Zénóna z Eleje.“<sup>121</sup> A Russell dokonce tvrdí, že „Zénónovy argumenty v té či oné podobě poskytly základ téměř všem teoriím času, prostoru a nekonečna, počínaje těmi, které vznikly v jeho době, konče těmi současnými.“<sup>122</sup>

Možná tedy není důležitá původní podoba paradoxů, i když by bylo jistě zajímavé ji znát, ale podstatný je především Zénónův odkaz. Odborníci se stále neshodnou, jak jednotlivé paradoxy vyřešit, a dokonce ani na skutečné povaze času a prostoru a jejich dělení.

Samozřejmě se nabízí otázka, které přístupy jsou adekvátnější, ale ať už se na problematiku paradoxů pohybu podíváme z pohledu Bertranda Russella, který se s nimi snaží vypořádat čistě matematickou cestou, nebo Henriho Bergsona, který je zasazuje do více filosofického a psychologického kontextu, opět si pouze můžeme vybrat ze dvou různých pojetí, ale skutečnému rozluštění paradoxů se tím nepřiblížíme a jejich problematika tak zůstane stále otevřená.

Matematika a fyzika může poskytnout mnoho užitečného a bez teoretických výpočtů, které zjednodušují realitu a které se poté využijí v praktických projektech, by nemohlo vzniknout mnoho nových objevů. Otázkou ale zůstává, jestli to, co nám můžou povědět o skutečném světě, je dostačující, jestli čas a prostor skutečně dělitelné jsou, nebo jestli se je pouze snažíme rozdělovat, protože je na to naše vědomí navyklé. Matematický pohled totiž také

---

<sup>121</sup> James, „Novost a nekonečno“, s. 475.

<sup>122</sup> Russell, „Problém nekonečna z historického hlediska“, s. 430.



není ničím jiným než pojetím pohybu z pohledu člověka, proto se nabízejí možnosti, že chování času a prostoru jsou úplně odlišné od všech našich představ.

Dělení času a prostoru je ale jistě pro člověka užitečné, ať už při složitých výpočtech nebo každodenním fungování, když časové i prostorové jednotky využíváme v pohybu životem. Můžeme se ale ptát, jestli toto rozdělení časoprostoru vypovídá o realitě, nebo jestli jsme ho zavedli pouze k usnadnění našich životů.

## 5 Seznam použité literatury a pramenů

### 5.1 Literatura

Aristotelés. *Fyzika*. Přeložil Antonín Kříž. Praha: Nakladatelství Petr Rezek, 1996.

Aristotelés. „O neomezeném“. Přeložil Antonín Šíma. In: Vojtěch Kolman, Robert Roreitner (vyd.), *O špatném nekonečnu*, s. 79-100. Praha: Filosofía, nakladatelství Filosofického ústavu AV ČR, 2013. Překlad výňatků z *Fyzika a Metafyzika*.

Aristotle. *Physics*. Přeložil Richard Hope. Lincoln: University of Nebraska Press, 1961.  
<https://archive.org/details/physics00aris/page/124/mode/1up?view=theater>.

Balcar, Bohuslav – Štěpánek, Petr. *Teorie množin*. Praha: Academia, nakladatelství AV ČR, 2001.

Bergson, Henri. *Čas a svoboda, O bezprostředních datech vědomí*. Přeložil Boris Jakovenko. Praha: Samcovo knihkupectví, 1947.

Bergson, Henri. *Hmota a paměť*. Přeložil Alan Beguivin. Praha: OIKOYMENH, 2003.

Bergson, Henri. *L'évolution créatrice*. Paris: PUF, 1969. Kapitola „O kinematografickém pohybu“ ve sborníku *O špatném nekonečnu*.

Bergson, Henri. „O kinematografickém pohybu“. Přeložil Jindřich Černý. In: Vojtěch Kolman, Robert Roreitner (vyd.), *O špatném nekonečnu*, s. 435-443. Praha: Filosofía, nakladatelství Filosofického ústavu AV ČR, 2013. Překlad výňatku z Bergsonovy knihy *L'évolution créatrice*.

Diógenés Laertios. *Životy, názory a výroky proslulých filosofů*. Přeložil Antonín Kolář. Pelhřimov: Nová tiskárna Pelhřimov, 1995.

Grünbaum, Adolf. „Modern Science and Refutation of the Paradoxes of Zeno“. *The Scientific Monthly* 81, no. 5 (1955), s. 234–239.

James, William. „Novost a nekonečno“. Přeložil Jakub Mihálik. In: Vojtěch Kolman, Robert Roreitner (vyd.), *O špatném nekonečnu*, s. 473-493. Praha: Filosofía, nakladatelství Filosofického ústavu AV ČR, 2013. Překlad výňatku z Jamesovy knihy *Some Problems of Philosophy. A Beginning of an Introduction to Philosophy*.

James, William. *Some Problems of Philosophy. A Beginning of an Introduction to Philosophy*. New York: Longmans, Green and Co., 1911. Kapitola „Novost a nekonečno“ ve sborníku *O špatném nekonečnu*.

Kant, Immanuel. *Kritika čistého rozumu*. Přeložil Jaromír Loužil, Jiří Chotaš a Ivan Chvatík. Praha: OIKOYMENH, 2020.

Kirk, Geoffrey S. – Raven, John E. – Shofield, Malcolm. *Předsókratovští filosofové*. Přeložili Filip Karfík, Petr Kolev a Tomáš Vítek. Praha: OIKOYMENH, 2004.

Kolman, Vojtěch – Roreitner, Robert, *O špatném nekonečnu*. Praha: Filosofía, nakladatelství Filosofického ústavu AV ČR, 2013.

McLaughlin, William I. „Resolving Zeno’s Paradoxes“. *Scientific American* 271, no. 5 (1994), s. 84-89.

Platón. *Parmenidés*. Přeložil František Novotný. Praha: OIKOYMENH, 2003.

Reeder, Patrick. „Zeno’s Arrow and the Infinitesimal Calculus“. *Synthese* 192, no. 5 (2015), s. 1315-1335.

Russell, Bertrand. *Our Knowledge of the External World as a Field for Scientific Method in Philosophy*. London: George Allen and Unwin, 1926. Kapitola „Problém nekonečna z historického hlediska“ ve sborníku *O špatném nekonečnu*.

Russell, Bertrand. „Problém nekonečna z historického hlediska“. Přeložil Milan Soutor. In: Vojtěch Kolman, Robert Roreitner (vyd.), *O špatném nekonečnu*, s. 409-433. Praha: Filosofía, nakladatelství Filosofického ústavu AV ČR, 2013. Překlad výňatku z Russellovy knihy *Our Knowledge of the External World as a Field for Scientific Method in Philosophy*.

Russell, Bertrand. „The Philosophy of Bergson“. *The Monist*, 22, no. 3 (1912), s. 321-347.

Sattler, Barbara M. „What about Plurality? Aristotle’s Discussion of Zeno’s Paradoxes“. *Peitho. Examina Antiqua* 12, no. 1 (2021), s. 85-106.

Sinclair, Mark. *Bergson*. Abingdon: Taylor & Francis Group, 2020. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/cuni/detail.action?docID=5847315>.

Störig, Hans Joachim. *Malé dějiny filozofie*. Přeložil Petr Rezek. Praha: ZVON, české katolické nakladatelství, 1991.

## 5.2 Internetové zdroje

Kubů, Ondřej. „Zenónovy paradoxy aneb Chápeme prostor a čas?“. Příspěvek do fyzikálního semináře, ČVUT, 2015. <http://fyzsem.fjfi.cvut.cz/2015-2016/Zima15/proc/zenon.pdf>.

Sociologická encyklopedie. „Dialektika“. Poslední úprava 11. prosince 2017. <https://encyklopedie.soc.cas.cz/w/Dialektika>.

Stanford Encyclopedia of Philosophy. „Bertrand Russell“. Poslední úprava 27. května 2020. <https://plato.stanford.edu/entries/russell/>.

Stanford Encyclopedia of Philosophy. „Henri Bergson“. Poslední úprava 3. července 2021. <https://plato.stanford.edu/entries/bergson/>.

Stanford Encyclopedia of Philosophy. „Russell’s Paradox“. Poslední úprava 12. října 2020. <https://plato.stanford.edu/entries/russell-paradox/>.

Stanford Encyclopedia of Philosophy. „Zeno of Elea“. Poslední úprava 8. dubna 2021. <https://plato.stanford.edu/entries/zeno-elea/>.

Stanford Encyclopedia of Philosophy. „Zeno’s Paradoxes“. Poslední úprava 11. června 2018. <https://plato.stanford.edu/entries/paradox-zeno/>.

The Nobel Prize. „Henri Bergson“. Navštíveno 18. března 2024. <https://www.nobelprize.org/prizes/literature/1927/bergson/facts/>.

The Nobel Prize. „The Nobel Prize in Literature 1927“. Navštíveno 18. března 2024. <https://www.nobelprize.org/prizes/literature/1927/summary/>.

The Nobel Prize. „The Nobel Prize in Literature 1950“. Navštíveno 11. dubna 2024. <https://www.nobelprize.org/prizes/literature/1950/summary/>.