

készítette: Bognár Gergely
intézmény: ELTE-TTK
témavezető: dr. Ropolyi László
(adjunktus, a természettudományok doktora)
jelige: Zénón paradoxonok a haladásért

A megoldatlan Zénón paradoxonok kétezer-ötszáz éve új gondolatokat ébresztenek

I. Bevezetés:

„Püthodórosz elmondta, hogy egyszer Zénón és Parmenidész Athénba jött a nagy Panathénai-ünnepre.[...] Eljött Szókratész is, sok társával, vágyva hallani Zénón művét, melyet ők hoztak magukkal Athénba; Szókratész akkor még nagyon fiatal volt.”¹ Miért fordult oly érdeklődéssel az ifjú Szókratész Zénón tanaihoz? Mi az oka annak, hogy Parmenidész tanítványának mozgásellenes érve, még a szerző életében híressé váltak, s végig kísérték az ókort, valamint fel-felbukkannak a filozófia története során a mai napig? Valamint a paradoxonok a legismertebb filozófiai problémák egyike, nem csak a filozófusok, hanem mások körében is. Mi adja népszerűségüket? Hiszen Zénón „csak” egy prszókratikus filozófus, ki nem hozott létre új filozófiai rendszert, mindössze néhány paradoxonját ismerjük. Érvelése világos, egyszerű, és a logika minden kritikájával szemben megállja a helyét. Elég lenne-e mindez a népszerűséghez? A válasz nem, bár elengedhetetlen hozzá. Népszerűségnek és filozófiatörténeti sikerének oka inkább témájában rejlik. A mozgás és a tapasztalat mindenkit foglalkoztat. A mozgás mindannyiunk számára látszólag alapvető és érthető, úgy gondoljuk, hogy e nélkül talán nem is élhetnénk. Az emberiségnek mégis évezredekre volt szüksége, hogy a fizika segítségével ezt az „evidens” dolgot valamelyest értelmezze.(A zénóni ellentmondásokat nem sikerült megoldania!!!) A mozgás hiába adott, számunkra a látszat ellenére, mégsem evidens. Gondoljunk a kisgyermekre kik, szeretnék megismerni a világot, számukra sokszor érthetetlen a mozgás. Mi sem különbözünk tőlük, pusztán nem törődünk, mozgással kapcsolatos kérdéseinkkel. A változások, mozgások mindenkit érdekelnek, és még érdekesebb a kérdés, hogy a tapasztalat és az elme lehet-e ellentmondásban. Dolgozatomban rávilágítok néhány gondolatra, ami kezelni vagy magyarázni szeretné Zénón érveit, ezzel illusztrálva, hogy milyen élő problémákat vet fel közel kétezer-ötszáz éve a mozgás, s miként hatott hat a tudományokra egészen napjainkig.

Történeti előzmények:

A teljesség igénye nélkül, röviden tekintsük át az aporiák kialakulásának előzményeit. Erre a látszólagos kitérésre azért van szükség, hogy jobban megérthessük azt az eszmetörténeti utat, mely Parmenidész filozófiájához vezetett. Utóbbi ismerete pedig elengedhetetlen, Zénón mozgás paradoxonjai vizsgálata során.

¹ Platón: Parmenidész. In *Platón összes művei II.* Európa Könyvkiadó, Bp. 1984. 812. p.

A mozgás felfogása a preszókratikusoknál:

Röviden tekintsük át, mit gondolt a többi preszókratikus filozófus a mozgásról. A kezdeti görög (ion) természetbölcselek (hylozoisták), a világot őselvekre *arkhé*ra próbálták visszavezetni. (Thalészénél ez a víz, Anaximenésnél levegő, Hérakleitosznál tűz.) Az *arkhé* hozza létre az anyagot, ami mint egy élőlény hordozza a növekedés, mozgás, változás képességét.

Az első jelentős gondolkodó, kit érdemes megemlíteni Empedoklész. A hylozoistáktól annyiban különbözik, hogy az univerzum nem egy, hanem négy elemből áll. „A föld, víz, tűz, levegő két erőnek, a Szeretetnek és a Gyűlöletnek a hatására egyetlen alakzattá egyesül, majd négy szeparált elemmé válik szét”² A tűz szétválasztó, pusztító, vagyis a Gyűlöletnek, míg a víz összetartó, egyesítő a szeretetnek felel meg. Empedoklész szavaival kifejezve: „*Egyszer a Szeretet révén mindenek eggyé egyesülnek, majd meg ismét egyesekké válnak szét a Gyűlölet ellenségeskedés révén.*”³ Az eggyé válás, majd újból részekre szakadás ciklikusan zajlik. Minden állandóan mozog, változik, de ismét visszatér eredeti állapotába, tehát nem változik, nem mozog. „*De amennyiben az állandóan változó sohasem pihen meg, annyiban örökké mozdulatlanok a körforgás során.*”⁴ Kijelenthetjük, hogy Empedoklész a később tárgyalandó Parmenidészhez hasonlóan, tagadja a mozgás létezését. Sok hasonlóságot fedezhetünk fel a két filozófus munkásságában, (egymásra gyakorolt hatásuk bizonyítható) de a tanításuk alapvető dolgokban eltér.

Anaxagorasz szerint végtelen sok „építőelem” van, és ezek keveréke, aránya alkotja ki az univerzumot. A keveredésükhöz (mozgáshoz) szükséges erőt az értelem (*nousz*) hozza létre.

Az atomisták Démokritos vezetésével a mozgást az üres térben képelték el, ahol az atomok szabadon esnek. A nehezebbek gyorsabban a könnyebbek lassabban zuhannak. A különböző sebességű atomok szükségszerűen összeütköznek, és létrehozzák a kozmoszt. „Ezzel új fogalom merült föl a fizikában: a *szükségszerűség*, a végzet. Ez tulajdonképpen azt jelenti, hogy a természet jelenségei racionális fölismerhető, kivétel nélkül természeti törvényektől függenek. A törvényekben megtaláljuk az események szükségszerű okait.”⁵ Ezzel a fizika és a természettudományok történetében fontos módszert alkottak meg az atomisták, hiszen ma is így járunk el a természet megismerése közben.

² Steiger Kornél: *Parmenidész és Empedoklész kozmológiája*, Áron kiadó, Bp. 1998. 21. p.

³ Uo: 130. p.

⁴ Uo: 18. p.

⁵ Maróth Miklós: *A görög filozófia története*, Pázmány Péter Katolikus Egyetem Bölcsészettudományi Kar, hn, 2002. 181. p.

II. Zénón paradoxonjai:

Parmenidész tanítása és az eleai iskola története:

Most, hogy megismertük milyen kortársak és előzmények közepette gondolkodott Parmenidész tekintsük át tanítását, és iskolájának történetét. Az eleai iskola alapítását hagyományosan Xenophanésznek tulajdonítjuk, ez azonban nem túl valószínű, bár a városban feltehetőleg tanított.⁶ Műveiben harcol Hérodotosz és Hesziadosz által megrajzolt istennel. Parmenidész filozófiájában Xenophanész annyiban fontos, hogy nála jelenik meg az egy és mozdulatlan „Isten” fogalma. Ezt a mozdulatlan és egy „Isten”, „alakul át” az eleai iskola egy és mozdulatlan létezőjévé.

Parmenidész (kb. i. e. 540-470)⁷ filozófiája egy ontológiai gondolatra épül. („*ugyanaz a gondolkodás és a létezés*”⁸) „Ami kimondható és elgondolható, annak léteznie is kell. Mert van létezés, és nincs, ami nem létezik.”⁹ „A tapasztalat, a hagyomány és a józanész vagy – hogy az ő kifejezésükkel éljünk – éthos polüpeiron alapján nem szerezhethünk tudást, csak a gondolkodás képes erre”¹⁰. (Kis kitérőként megragadom az alkalmat, hogy felhívjam a figyelmet, ez a gondolkodásmód áthatja az egész nyugati tudomány szemléletet. Például Szabó Árpád hívja fel a figyelmet arra, hogy Parmenidész után kezdenek a matematikusok definíciókra hivatkozni, és fokozatosan elvonatkoztatnak a szerkesztési tapasztalatoktól.¹¹) Létezőt a tapasztalat segítségével, nem ismerhetjük meg csak az elménkkel. Az elme nem tesz különbséget a dolgok között, egységesen gondolkodik, következésképpen a létező – ami azonos vele – is egységes! Parmenidész erről az egységes Létezőről a következőket mondja: „homogén, gömbhöz hasonlatos és egyetlen”¹². Ami létezik az, pedig egy, folytonos térben és időben („*kezdés és megszűnés nélkül létezik*”¹³) Egyetlen létező van, a legfontosabb jegye az un. „Egység”, emellett változatlan és mozdulatlan térben és időben (e szerint nincs mozgás!!!), nem született időtlen. („*nem-született, romlatlan, egész, egyetlen, rendületlen és teljes. Soha nem volt, nem lesz, mivel most teljességgel van, egy folytonos.*”¹⁴) Ha a külső világ nem erről tanúskodik, még akkor sem ütközünk ellentmondásba, fent kifejtettem, hogy ismereteket csak az elme szolgáltat. Röviden azt mondhatjuk, hogy az eleai iskola felfogása szerint a gondolkodás és létezés azonos, ismereteket csak a gondolkodás révén szerezhethünk, amiből az egy és mozdulatlan létezőre

⁶Kirk, G, S. - Raven, J, E. - Schofield, M: *A prszókratikus filozófusok*, Atlantisz, hn, 48-249. p.

⁷ Uo: 354. p.

⁸ Steiger Kornél: im. 118. p

⁹ Uo: 354.p .

¹⁰ Feyerabend, Paul: Ismeret, elmélet nélkül in *Magyar Lettre Internationale*, 1993/8. 25. p.

¹¹ Uo: 25-26. p.

¹² Steiger Kornél: im 49. p.

¹³ Kirk, G, S. - Raven, J, E. - Schofield, M: im. 370. p.

¹⁴ Steiger Kornél: im. 120. p.

következtetünk. Fontos, hogy kihangsúlyozzam, Parmenidész és követői nem tartják lehetségesnek (létezőnek) az ellentmondásos dolgokat.

Parmenidésznek két kiemelkedő tanítványáról tudunk Melissosról és Zénonról (az aporiák szerzőjéről). Előbbi mestere tanításától csak formailag tér el, az „Egy” és mozdulatlan, örök létező tanát, másképp tárgyalja, de lényegi gondolataik azonosak.¹⁵

Zénón élete és munkássága:

Parmenidész tanítványa Zénón, életéről nem sokat tudunk. Feltehetőleg i.e. 490 és 485 között született, a már említett Parmenidész című dialógus alapján. „Szerette Elaát, „az athéniak gőgjénél többre becsülte azt, hogy erényes embereket neveljen”[...] Az egyetlen olyan szövegösszefüggésnek, amelyben a neve többször is előfordul – részvétele a türannosz elleni összeesküvésben és a kínzások során megnyilvánuló bátorsága.”¹⁶

Parmenidész tanítványa, az eleai Zénón megkísérelte mestere tanítását érvek sorával alátámasztani, amelyek már az ókorban híressé váltak. Paradoxonokat készített, melyek az érzéki világ ellentmondásosságait mutatják meg, ezzel megmutatják az eleai iskola filozófiájának helyességét, hogy csak az egy és örök, változatlan létező létezik. Érveiben kifejti, hogy a tapasztalat ellentmondásra jut a tudatban, a mozgásokkal kapcsolatban, és ami ellentmondásos nem létezhet, azaz nincs mozgás. Konkrét munkásságát sajnos nem ismerjük, forrásaink – mint a preszókratikusoknál általában - Arisztotelész műveire és Platón dialógusaira korlátozódnak. Ezért nem is szabad túlzásokba esni, tanítását pontosan nem ismerjük. A 314-es platóni dialógus beszélgetés a sokról és az egyről, itt szóba kerül Zénón könyve. Munkásságát és műveit tekintve következő három álláspont a legelfogadottabb:

- Vannak, akik, úgy gondolják, Zénón egyetlen könyvet írt, és ez a mozgások abszurditásáról szól, és csak felhasználja a sok fogalmának lehetetlenségét.

- Mások szerint szintén egy könyvet írt, a sok lehetetlenségéről, és ebben érvként hozza fel a híres mozgásellenes gondolatmeneteket. Arisztotelész *Physica* című művében ezeket kiragadta, és speciálisan a mozgásra alkalmazta.

- Megint mások szerint két könyvet írt, egyikben a mozgást, másikban a sok fogalmát tagadja.

Mivel munkásságából leginkább a mozgással kapcsolatos gondolatokat ismerjük, ezért én elsősorban, ezekkel foglalkozom. A sokaság elleni érvet csak röviden vázolólok, éppen csak annyira, amennyire az előbbinek az utóbbira szüksége van.

¹⁵ Hegel: *Előadások a filozófia történetéről I*, Akadémiai kiadó, Bp, 1977. 220. p.

Platón dialógusai között találhatunk egy feltehetőleg eredeti Zénón töredéket, mely tanúskodik arról, hogy a sok nem lehet végtelen: „Ha sok dolog van, akkor éppen annyinak kell lennie, ahány van, sem többnek, sem kevesebbnek. De ha annyi van, akkor véges sokan volnának.”¹⁷ Továbbolvasva a dialógust megtudhatjuk, hogy ha a végtelenhez hozzáadunk végest, nem nő meg, és ha végeset elveszünk belőle, nem lesz kisebb. Zénón szerint egy különös paradoxonra leltünk, mert a semmi viselkedik úgy, hogyha hozzáadjuk, vagy elveszük valamiből, az nem változik meg, de mi nem semmit adunk hozzá. Konklúzióként levonhatjuk, hogy sok nem létezik. Az eleai egy másik érvében a geometria egy tételét alkalmazza, mely szerint egy (véges) szakasz végtelen számú darabra osztható. A végtelen azonban nem lehet véges, így a mennyiség, a sok fogalma – az előbbihez hasonlóan - értelmetlen. A dialógusokban még találhatunk hasonló töredékeket, de dolgozatom főcélja nem az, hogy ezeket feltárjam, ezért a sok és végtelen problémáját itt lezárom, és áttérek a mozgások idő és térbeli vizsgálatához.

Zénónak valószínűleg több mozgás ellenes érve is volt. Mi csak négyet ismerünk Arisztotelész *Physica* című műve alapján. Mielőtt azonban rátérnék ezek bemutatására, röviden vizsgáljuk meg mit is jelentett a parmenidészi iskolában a mozgás: „mint valamilyen dolognak, vagy valamilyen jegynek, illetve tulajdonságnak a keletkezését vagy megszűnését (amikor is valamely lét átmegy a nem-létbe, és viszont). Parmenidészről írott tanulmányokból világosan kiderül, hogy – amennyire az ilyesmit egyáltalán meg lehet állapítani – ezt pontosan így definiálta ő is.”¹⁸ A mozgást ma is sokan hasonlóképpen képzelik el, annak ellenére, hogy esetleg nem vallják az „Egy” és mozdulatlan létező filozófiáját. Ez a megállapítás még érdekesebbé teszi az érveket, hiszen akkor az ő kiindulópontjukból is különleges eredményeket szűrhetünk le a mozgásról. Ahhoz, hogy megmondhassuk mik is ezek az érdekességek, tekintsük át röviden az aporiák gondolatmenetét.

A paradoxonok ismertetése:

Az aporiákat elsősorban Maróth Miklós *A görög filozófia története* című könyve és Kirk, G. S. - Raven, J. E. - Schofield, M többször idézett munkájuk alapján tárgyalom.

Dikhotomia:

¹⁶ Kirk, G. S. - Raven, J. E. - Schofield, M: i.m. 385. p.

¹⁷ Kirk, G. S. - Raven, J. E. - Schofield, M: i.m. 389. p.

Nem lehetséges mozgás, hiszen a mozgó testnek először a megteendő út feléig kell eljutnia, de előbb annak a feléig és annak a feléig így tovább egészen a végtelenségig. A mozgónak végtelenül sok pontot kellene érintenie ($1/2$ $1/4$ $1/8$...), véges idő alatt, ami lehetetlen. Vagyis nem létezik mozgás!

Akhilleusz és a teknős:

„Ez abban áll, hogy a leggyorsabb futó soha nem fogja utolérni a leglassúbbat, mert az üldözőnek előbb el kell jutnia oda, ahonnan az üldözött elindult, így a lassúbbnak szükségképpen mindig lesz valamekkora előnye.”¹⁹ Ez az előny a mindig kisebb, de végtelen időre lenne szükség, hogy eltűnjön, hiszen a *stadionhoz* hasonlóan itt is végtelen pontot véges idő alatt kellene megtenni, ami ellentmond a józan észnek, tehát nem lehetséges mozgás.

Repülő nyíl:

A repülő nyíl a pályája során pontosan ott van, ahol tartózkodik (azonos saját méretével, van egy adott hossza). De ha pontosan ott van, akkor nyugalomban van, hiszen a két végpontja között tartózkodik. Nem mozoghat valami és lehet nyugalomban egyszerre, ez ellentmondás. Márpedig a repülő nyíl a mozgása során pontosan a két végpontja között van, tehát nyugalomban van. Nem létezik mozgás.

Stadion:

Ha a stadionban mondjuk AAAA egységek állnak, és hozzájuk képest a BBBB egységek balról, míg a CCCC egységek jobbról közelednek azonos sebességgel (1.ábra) úgy, hogy mikor az első B találkozik az első C-vel, akkor az említett B a második A-nál van, míg a C a harmadiknál, A-nál(2. ábra). A következő pillanatban egymást pontosan fedik (3.ábra). Ekkor az első C elhalad az összes B mellett, de az első B csak a fele A mellett. Az azonos gyorsasággal mozgó testek ugyanannyi idő alatt nem azonos utat tesznek meg, ez ellentmondás. A mozgás negyedszer is adabszurdnak, értelmetlennek adódik.

AAAA
BBBB→
←CCCC
(1. ábra)

AAAA
BBBB→
←CCCC
(2.ábra)

AAAA
BBBB→
←CCCC
(3.ábra)

Az aporiák értelmezése:

¹⁸ Kampis György: Eleaták egymás ellen, *Magyar Filozófiai Szemle*, 1990/5-6. szám, 474. p.

¹⁹ Kirk, G, S. - Raven, J, E. - Schofield, M: im. 397. p.

Meg kell jegyeznünk, hogy a paradoxonok mindegyike indirekt bizonyítás. Felteszik a mozgás létezését, az eljárás során ellentmondásra jutnak, így cáfolják meg a feltételt (mozgást). Tudomásunk szerint Zénón alkalmazta először az indirekt bizonyítást, ezért a paradoxonok logikatörténeti szempontból is jelentősek.

Az dikhotomia és az Akhilleus névre hallgató aporiák egy csoportba tartoznak, láthatjuk, hogy nagyon hasonlóak. Valahogy az ember érzi, hogy valamelyest azonos problémáról van szó. A dikhotomiánál egy szakaszt (távolságot) végtelen számú részzakaszra oszt Parmenidész tanítványa. Ahhoz, hogy ezeken végig haladhassunk végtelen hosszú időre, lenne szükségünk. A másikonál Akhilleus hiába ér oda, ahol az előtt a teknős volt, az mindig picit előre megy. Ebben az esetben még azt sem jelenthetjük ki, hogy a végtelen idő alatt beérné a teknőst arról, amiről a tapasztalat tanúskodik, hogy le is hagyja, abszolúte nem beszélhetünk. A két probléma valóban hasonló mindegyiknél egy adott szakasz végtelen részekre osztásáról van szó. Okvetlenül meg kell jegyezni, hogy Zénón felhasználja a pythagoreusok azon geometriai tételét, mely szerint egy szakasz végtelen számú részzakaszra osztható. Az első két paradoxon ezen az állításon nyugszik.

A kilőtt nyílvevő az előbbi kettőhöz képest már elvontabb „filozofikusabb” gondolatmenet. Az, hogy egy mozgó test pontosan hol van, már nehezebb megmondani, hiszen mikor az mondjuk, hogy ott van, akkor az már nem ott tartózkodik, egy picit előrébb ment. Az eleaták számára az, hogy valami „ott” a helyén van, nem mást jelent, mint a két végpontja között található. A mozgás során a nyíl mindig a két vége között van, tehát a helyén van, de ha a helyén van, nem mozoghat. A harmadik paradoxon lényege az, hogy a nyíl mindig a helyén van a mozgás során, vagyis nem mozog.

A stadion névvel illetett aporia a mozgások relatív mivoltával áll kapcsolatban. Az állítja, hogy az ellentétes irányú, de azonos sebességű mozgó sorok, nem azonos utat tesznek meg azonos idő alatt. A, B, C, sorok azonos hosszúságúak, a második ábra állása után azonban az első B csak két A-nyi távolságot tesz meg, míg az első C négy B-nyit. Azonos sebességű sorok nem azonos utat tesznek meg, ugyanannyi idő alatt, ez ellentmondás, vagyis nem létezik mozgás.

A paradoxonok kapcsán fel kell hívnom a figyelmet arra, hogy konklúziójuk csak akkor érvényesek, ha elfogadjuk Parmenidész filozófiájának egyik alap pillérét, vagyis csak az létezik, ami ellentmondás mentesen, elgondolható, mert a létezés és a gondolkodás azonos.

III. A paradoxonok utóélete a filozófiában:

A következő részben a teljesség igénye nélkül, megemlítek néhány gondolkodót. Akik vagy reagáltak az aporiákra, vagy akikre közvetlenül vagy közvetve hatottak Zénón paradoxonjai. Áttekintésem a mai korunkat nem érinti, ezeket egy későbbi fejezetben fogom tárgyalni. Az aporiák történetével azért foglalkozunk részletesen, hogy megmutassam, a különböző megoldások mennyire helytállóak vagy sem, és rávilágítsak arra, hogy a megoldások és következményeik, ha nem is helytállóak, de gazdagították az emberiség kultúráját.

Platón és az eleai iskola:

Szókratész és Platón nem foglalkoznak olyan mélységgel a mozgással, mint a későbbi Arisztotelész. Platón mozgással kapcsolatos gondolatait a Theaitétos és a Parmenidész című dialógusokban találjuk. A mozgást folyamatként képzelte el ugyanúgy, mint Arisztotelész, vagy mi tesszük. Az atomistákhoz hasonlóan Platón úgy gondolta, hogy a világot tovább nem osztható elemi részek (oktaéder, dodekaéder, ikozaéder, kocka) építik fel. A mozgás folyamatát és az elemi részeket azonban nem kapcsolta össze, ezért nem kellett foglalkoznia a Zénói problémákkal. Már említett Parmenidész című dialógusban az ifjú Szókratész beszélget Parmenidésszel és Zénónnal, itt azonban nem kerülnek szóba a mozgásellenes gondolatok. Az egy és oszthatatlan létezőről folyik a vita, Zénón sokaságellenes érvei azonban előkerülnek. (A dialógus vitatott, Platón nem Szókratész szájába, hanem Parmenidészébe adja a legértékesebb gondolatokat, és az ifjú Szókratész nem is tudja megcáfolni azokat.) Az eleatai félig közvetlen, félig közvetett hatása Szókratészre, Platónra, és ez által a későbbi korokra nem hagyható figyelmen kívül. Most elsősorban a már említett logikára gondolok. „Szókratész az első a logika iránt érdeklődést mutató athéni, a tudományágot maga Zénón alapította...”²⁰ Zénón aporiáiban alkalmazza először azt, hogy egyazon premisszából ellentétes következtetéseket von le, és így cáfolja meg maguknak, a premisszáknak a hitelét. A dialektikával együtt Zénón retorikára gyakorolt hatása is jelentős. „Miként egy ügyes politikai vagy népgyűlési szónok képes arra, hogy tetszése szerint, egyazon eljárásról vagy ügyről egyszer azt hisse el velünk, hogy jogos, másszor meg, hogy jogtalan...”²¹ Zénón tulajdonképpen nem tesz mást, mint átülteti a dialektikában alkalmazott módszerét a retorikába.

²⁰ Taylor, A. E.: *Platón*, Osiris, Bp, 1999. 134. p.

²¹ Uo: 434. p.

Szókratész és Platón tudománykritikájában a matematikát sem kíméli. „A szókratészi kritika alapvetően azt mondja ki, hogy maguk a matematikai tudományok sem felelnek, felelhetnek meg teljesen az általuk felállított módszertani eszményeknek. [...] Matematikai tudományokat is biztosabb alapokra kell majd fektetnünk a dialektika nyomán.”²² A szárnyait bontogató matematika első és súlyos válságát éppen Zénón okozta azzal, „hogy a püthagoreus gyakorlatban alkalmazott matematikai posztulátumok ellentmondanak egymásnak.”²³ Ezek az okok vezették az Akadémia tagjait és az i.e. IV. század gondolkodóit arra, hogy újrafogalmazzák a matematika alapjait, többek között Euklidészt is.

Arisztotelész megoldása:

Arisztotelész mozgással kapcsolatos gondolatai, először Zénón aporiáira keresik a megoldást, és csak utána foglalkoznak a mozgás mikéntjével. Rögtön meg kell jegyezni, hogy Arisztotelész megkülönböztet *változást* (keletkezés, pusztulás, minőségi növekedés és csökkenést, és térbeli elmozdulást) és *mozgást* (csak minőségi, mennyiségi és helyváltoztatást jelent). A mozgás vizsgálata során Arisztotelész osztályozza, hogy a dolgok miképpen állhatnak egymás mellett:

- ha nincs azonos elemű közöttük, állhatnak egymás után
- ha felszínük összeér, érintkeznek
- kontinuousak, ha határuk azonos.²⁴

Miután bevezettük ezeket az új fogalmakat minden készen áll arra, hogy a paradoxonokat feloldjuk. A mozgó testre mikor azt mondjuk, itt van, akkor éppen az addig megtett-útjának a végén van, de ez a pont egyben a még megteendő útjának a kezdete is, tehát a két pont azonos, vagyis az út kontinuous. Az idővel ugyan ez a helyzet. A most vége az addig eltelt időnek, de kezdete a hátralévőjének, vagyis az idő is kontinuous. Mivel a mozgás időben és térben zajlik (amik kontinuousak), ezért a mozgás is kontinuous lesz. Arisztotelész elismeri, hogy az út végtelenrészre osztható, hiszen ha kétszer olyan gyorsan megyünk fele addig tart az út, ha háromszor gyorsabban, akkor harmadáig és így tovább a végtelenségig. Megállapíthatjuk, hogy a kontinuous dolgok potenciálisan végtelen részre oszthatók. Arisztotelész elismeri, hogy a végtelen bejárhatatlan, ám hibának tartja, hogy Zénón az út azon tulajdonságát, hogy végtelen részre osztható össze kapcsolja a mozgással. A végtelen részre oszthatóság csak potenciálisan van jelen, a mozgó test nem osztja végtelen részre az előtte álló utat. (A mozgás nem úgy történik, hogy a futó elszalad az út feléig, egy pillanatra megáll, és tovább megy a maradék feléig és így tovább.

²² Uo: 405. p.

²³ Uo: 405. p.

²⁴ Maróth Miklós: im. 184-185. p.

Akhilleusz sem úgy éri utol a teknőst, hogy elszalad, odáig ahol az előtte volt, és megnézi mennyivel, vezet a teknős, és ismét csak addig fut (megállásai pillanatszerűek). Hanem folytonosan zajlik, nem szakad részekre, melyek végtelenek és bejárhatatlanok lennének.) Az első két aporiát ezzel meg is oldotta Arisztotelész, de mi a helyzet a harmadikkal. Ami röviden úgy fogalmazható meg, hogy nyugalomban van az a test, ami az általa elfoglalt helyet nem hagyja el, mivel a repülő nyíl végig a két végpontja között a „helyén” van, ezért nem mozog. Arisztotelész szerint a probléma gyökere ott van, hogy Zénón a most itt van a nyíl kijelentést, a repülő tárgy méretével azonosítja, vagyis valamiféle kiterjedést tulajdonít neki. Arisztotelész kontinuitás-elmélete pontosan azt cáfolja, hogy az idő kiterjedés nélküli most-okból áll össze, hiszen a most nem más, mint egy kiterjedés nélküli határpont, mely része a múltnak és jövőnek egyaránt.

Arisztotelész megoldásai figyelemre méltóak, de akik kritikai szemmel olvassák, nem tartják elégségesnek. Az első két megoldásban, ha még el is fogadjuk a kontinuitásra vonatkozó gondolatmentet, semmi okunk sincsen azt feltételezni, hogy a végtelen részre oszthatóság tulajdonságát nem szabad a mozgással összekapcsolni. A józanész is ezt diktálja, ha valami potenciálisan jelen van, miért ne lehetne valóságosan is jelen. Arisztotelész ezt a megkötést csak azért teszi meg, hogy valamiféle megoldást adjon a mozgás abszurdítására. A harmadik Apori megoldása is problémás. Arisztotelész azt állítja, hogy a most kiterjedés nélküli határpont az időben. Ez nehezen értelmezhető, hiszen ha nincsen kiterjedése, nem tart semeddig sem, vagy nem is létezik, vagy az időn kívül helyezkedik el. Mindegyik esetben nem adhat megoldást a felvetett problémára. Végül maga a kontinuitás elmélete is problémás, mert azt, hogy valami összeér, vagy sem nem olyan könnyű megállapítani, így például azt sem, hogy az idő „folyása” során a múlt és a jelen összeérnek, és a határuk a most. A józanész, amire már eddig is sokat hivatkoztam az utóbbi esetben Arisztotelésznek ad igazat.

Zénón és az objektív dialektika:

Hegel megkülönböztet kétféle dialektikát. Az egyik saját rendszerében igazol egy kijelentést, és ha egy másik rendszerben ez a kijelentés ellentétes, az egész rendszert hibásnak tartja. A másik az objektív dialektika. „Ebben a dialektikában azt látjuk, hogy az egyszerű gondolat nem marad meg többé a maga élő föltevésénél, hanem megerősödve, átviszi a háborút az ellenség földjére.”²⁵ Zénón az első alkalmazója, sőt mestere is az objektív dialektikának Hegel ezért nagyra becsüli. Paradoxonjaira mégis próbál megoldást nyújtani. Az első paradoxont úgy oldja fel, hogy nem cáfolja a tér folytonosságát, de a hagyományos kontinuumot már igen. „Azt kell mondani: a térnek nincsen fele, a tér folytonos; könyvet, fát lehet két félre osztani, de nem a

²⁵ Hegel: im, 227. p.

teret.²⁶ A második megoldás során is alkalmazhatjuk a fenti gondolatot, hogy nem oszthatjuk végtelen részre a teret. Hegel kitüntetett szereppel ruházza fel a teret. A kontinuitás tulajdonságának elvetése – különösen úgy hogy a folytonosság megmarad – önkényes felvetés. A térben elhelyezkedő dolgokat felelhetjük a végtelenségig, akkor a teret is a végtelenségig kell, hogy felelhessük. A tárgyak csak a térben léteznek, így a végtelen kicsi részük is a térben van, tehát a tér is végtelenül felelhető. Szemléletesebben megfogalmazva, ha Zénón első paradoxonját, egy asztal lapján mozgó testre alkalmazzuk, és a tér helyett az asztalt felezzük (amit Hegel szerint megtehetünk), akkor az aporia csak formailag változik, lényege megmarad. A harmadik ellentmondás feloldásához Hegel a már említett mozgási relativitást használja (amit hagyományosan a negyedikre szoktunk alkalmazni). Hegel szerint értelmetlen a repülő nyíl problémája, hiszen nem tudjuk, hogy a nyíl vagy mi mozgunk. Ez semmi esetre sem oldja fel a paradoxont, akár a nyíl akár mi mozgunk, nem foglaljuk el a helyünket eleai értelemben.

Bergson Zénón érveivel igazolja a változást:

Parmenidész filozófiájában egy abszolút létezőt találhatunk, ami mozdulatlan, változatlan és egy. Bergson mindezt megfordítja, és azt állítja, hogy változások vannak, de nincsenek dolgok. Ennek igazolására használja a repülő nyíl paradoxonját, amit ő nem úgy értelmez, hogy a nyíl nincsen a két végpontja között („helyén”) akkor nem mozog, hanem azért nincs a helyén, mert nem is létezik. Csak változások vannak, de nincsenek dolgok. Valóban a paradoxonokból egy ilyesfajta „megfordított” következtetést is levonhatunk. Ez a gondolat nem oldja meg a mozgás problémáját (hiszen megszünteti a mozgó dolgokat), csak az eddig tárgyalt problémákat tolja félre, úgy hogy előhúzza egy másikat. Bergson kritikája leginkább abban áll, hogy a változáshoz (mozgáshoz) szükség van dolgokra, amik változnak (mozognak). „Így a mozgás abból áll, ami mozog, nem a mozgásokból.”²⁷

Feyerabend Zénón aporiái a haladás jegyei:

Feyerabend tudomány kritikájában kifejti, hogy a tények és elméletek összeütközése, vagy ellentmondás az elméletben, akár a haladás jele is lehet. Zénón paradoxonjai pontosan ilyenek. Nem feltétlenül az ellentmondást kell figyelni bennük, hanem arra, hogy gondolkodásunk eleve nehézségeket hordoz.²⁸

²⁶ Uo: 233. p.

²⁷ Russell, Bertrand: *A nyugati filozófia története*, Göncöl, Bp, 1994, 658. p.

²⁸ Feyerabend, Paul: *A módszer ellen*, Atlantisz, Bp, 2002, 103-111. p.

IV. Zénón aporiái a fizikában és matematikában:

Fizika megoldásai:

Szakadjunk el most egy kicsit a filozófiától, és vizsgáljuk meg, mit mond a fizika, hiszen e tudomány tárgykörébe tartozik az arisztotelészi értelemben vett mozgás. A fizika órákon látszólag kidolgozott, letisztázott mozgástörvényeket tanulunk, melyek leírják a körülöttünk lévő világot. Megjósolják a napfogyatkozásokat, és eljuttatták az embert a Holdra, hogy csak a leglátványosabbakat említsem. Ezeken az órákon szóba sem kerülnek Zénón aporiái, és még hozzájuk hasonló problémáról sem hallunk. A dinamikának vajon sikerült megoldania a mozgás ellentmondásait?

Klasszikus fizika:

Haladjunk a szokásos módon, vizsgáljuk meg, hogyan oldja meg a fizika az első két aporiát. Megoldása elsősorban nem fizikai inkább matematikai, melynek lényege az un. határérték számítás. Filozófiailag megfogalmazva, a matematika Zénón azt a premisszáját támadja, hogy a végtelen bejárhatatlan véges idő alatt. Az aleiaiak, Arisztotelész és a fizikusok is úgy gondolták, hogy mind az idő mind az út végtelen sok részre osztható. Parmenidész tanítványa és Arisztotelész is elismeri, hogy a végtelen bejárhatatlan. Előbbi ezzel cáfolja is a mozgás létezését, míg utóbbi téves gondolatnak tartja a végtelen oszthatóságot és a bejárhatóságot összekapcsolni, mint azt fõnt már kifejtettem. A fizika kihasználja az út végtelen részre oszthatóságát a határérték számítás során, melynek lényege, hogy mind az utat, mind az időt végtelen részre osztja, és ezen elemek összegét veszi, ami ebben az esetben egy véges szám. Első ránézésre bizarnak tûnik az, hogy miként lehet a végtelen sok elemnek véges összege, s első olvasatra azt gondolnánk, hogy csak egy önkényes matematikai definícióról van szó, amivel a paradoxon megoldható. Bizonyos értelemben igaz az iménti ítélet, de picit elhamarkodott. Vegyünk például egy szakaszt, és felezzük el, majd az egyik részét felezzük tovább egészen a végtelenségig. Ezután az elfelezett részeket rakjuk egymás mellé, az új szakasz hossza feltehetően azonos lenne az eredetiével. Másik példában felezzük el egy egységnyi területű síkdarabot, és az egyik felét daraboljuk tovább a fenti módon. Ismét rakjuk egymás mellé az

elfelezett darabokat, az így adódó új test, területe, szintén kiadná az eredeti sík területét.²⁹ (A gondolatkísérletet elvégezhetnénk egy térbeli testre is, illetve nem szükséges felezést használni harmadolás vagy negyedelés stb. Megfelelő) a példák ismeretében ez a megoldás tűnik a legkonzekvensebbnek. Hiszen nem önkényesen támadja Zénón valamelyik premisszáját, hanem valamelyest megalapozott. A fizika ezzel az első két paradoxont megoldotta, hiszen ha a mozgó test az út feléig megy, majd a hátralévő feléig akkor ez az út nem lesz végtelen, hanem határértékben egy véges számhoz tart. A második hasonlóan oldható meg. A teknős és Akhilleusz közötti távolság határértéke nullához tart véges időn belül. A határérték-számítás bármennyire is megalapozott (fenti gondolat kísérletek), és ráadásul működik is, filozófiailag nem állja meg a helyét. Zénón rendszerében a fenti két gondolat kísérlet, nem eredményezne egyebet, mint hogy a kiterjedés is ellentmondásos. Ami nem oldja meg a mozgás problematikusságát, sőt egy újabb paradoxont is létrehoz, ami ellentmond a kiterjedésnek. Ha ez valóban így van, egy olyan elei paradoxont találtunk, ami igazolja Parmenidész „Egy” és mozdulatlan létezőről szóló filozófiáját. Hiszen ha nincsen kiterjedés, akkor minden mindenhol van, és sehol sincs, tehát csak egy dolog lehet. Kérdés a határérték-számítás igazolására felhozott két gondolatkísérlet valóban egy új paradoxonhoz vezet? Az eleai iskola számára a válasz igen! A végtelen bejárhatatlan, tehát nem lehet véges, így a végtelenszer felezett szakasz végtelen és nem azonos az eredetivel. Valóban egy új paradoxonra leltünk!!!

Az imént az új Zénón paradoxonnal már kritizáltam, a matematika megoldását, de ennél egyszerűbb és általánosabb kritika is létezik. Már említettem, hogy az elgondolás egy matematikai konvenció (ezt a két gondolatkísérlet megerősíti ugyan). A fenti két gondolat kísérlet, olyan eljárás, ami mindig is csak gondolat marad, hiszen nem tudunk semmit sem végtelen részre vágni, különösen nem végtelen kicsire is. Nem tudjuk állításunkat ellenőrizni, nem igazolhatjuk, hogy a két szakasz azonos, ez mindig gondolat marad, nem igazolható. Végső soron mégis csak egy matematikai konvencióról van szó. Van még egy logikai érv az un. szcenárió Thomson lámpa, mely cáfolja azt, hogy a végtelen bejárható lenne. Képzeljünk el egy lámpát, amit mondjuk kétpercnyi idő alatt végtelen sokszor le és felkapcsolunk. Kérdés: égni fog-e a lámpa vagy sem a két perc letelte után? Erre nem tudunk válaszolni.³⁰ Tehát nem lehetséges az, hogy a végtelent bejárjuk véges idő alatt, következésképpen Zénónak igaza van, el kell vetnünk a határérték számítás módszerét. A matematika azonban nem ezt mondja, vannak sorok,

²⁹ Sainsbury, R. M.: *Paradoxonok*, Typotex, Bp, 2002, 10-11. p.

sorozatok melyeknek nincsen határértéke, ilyen például a $1; -1; 1; -1; \dots$ sorozat, ami megfeleltethető a lámpa be és kikapcsolásának. A matematika kezeli ezt a paradoxont, már ugyanúgy, mint az imént axiomatikus feltevésekkel élve. Egy hasonló érv, ha egy ajtót két percen keresztül végtelen sokszor ki és becsukjuk, nyitva vagy csukva van-e a két perc bármelyik pillanatában. Az iméntihez hasonlóan nem tudunk válaszolni a kérdésre. Kijelenthetjük, hogy a Thomson lámpa és az ajtós gondolat is egyfajta bizonyíték a végtelen bejárhatatlansága mellett. (Érdekes gondolat, hogy a lámpa vagy az ajtó vajon nem azért hordoz-e logikai ellentmondást, mert gyakorlatilag soha, nem végezhetjük el a kísérletet. Válaszunk lehet igen, de Zénón aporiáit ez csak megerősíti, hiszen a mozgás gyakorlatban kivitelezhető.) A határérték számítás kapcsán talán az egyik legfontosabb gondolat, hogy e matematikai módszer anélkül, hogy végig menne a sorozat összes elemén, adja meg a határértékét. Ha végiggondoljuk, hogy a fent vázolt sor $(\frac{1}{2}; \frac{1}{4} \dots)$ sorozatnak nem eleme a nulla, tehát a matematika szerint nem szükséges végigmenni rajta, de ha be is járnánk minden elemét, akkor sem érnénk el a nullát, mert az nem eleme. Maga a sorozat elegendő ahhoz, hogy megmondjuk a határértékét, nem kell végigmenni rajta. Tehát a matematika nem járja be a végtelent, úgy éri el a célt.³¹ Zénón érve ezzel megdőlni látszik, ám ez még sincsen így. A módszer, ha nem is járja be a végtelent, akkor is csak egy matematikai axiómára épül. Amit éppen azért alkottak meg, mert ha gondolatban bejárná, akkor érkezne meg a határértékhez.

A repülő nyíl problémájának megoldásánál szintén egy matematikai módszert használ a fizika, az *nu.* függvénydifferenciálást, ami az imént vázolt határérték számításra épül. Ezért a továbbiakban fogadjuk el ezt helyesnek – még akkor is, ha fent rávilágítottam a hibáira – mert csak így haladhatunk tovább. A fizika a differenciálszámítás segítségével éppen ellenkezőt állít, mint Zénón. Ha a test a pályája mentén mozog, és ismerjük a sebességét egy adott pillanatban, pontosan meg tudjuk mondani, hol tartózkodik. Tehát át a pálya, sebesség és az idő nem függetlenek egymástól a mozgás során, ha bármelyik kettőt ismerjük, meg tudjuk mondani a harmadikat. A fizika összekapcsolja a differenciálás matematikai módszerével ezt a három fogalmat. A közép és általános iskolában ezt a

$$v = \frac{s}{t}$$

³⁰ Uo: 15-17. p.

³¹ Kampis György: Ζήνων. (kézirat) 9-10. p.

egyszerű képlettel fejezzük ki, ami jól használható a hétköznapi életben is. Ha arra vagyunk kíváncsiak, hol van a test a mozgássorán, a fenti matematikai módszer segítségével kiszámítjuk (persze ha ismerjük a pályát és az időt) vagy megmérjük, megfigyeljük. Utóbbi segítségével is látszólag megoldhatjuk a problémát. Ránézünk a repülő nyílra, és megmondjuk, hol van, ám ez nem ilyen egyszerű. Ha egy mozgó testet vizsgálunk, nem tudjuk megmondani, pontosan hol is van éppen ebben a pillanatban, mert mire megnéznénk, már odébb menne, csak azt tudhatjuk pontosan, hogy hol volt az előző pillanatban. Tehát ez az út nem járható, pusztán megfigyeléssel nem mondhatjuk meg, hol van a mozgó testünk.

Kanyarodjunk vissza a differenciálszámításhoz, és vizsgáljuk meg, milyen hatással van az imént vázolt megfigyelési, mérési korlát erre a matematikai módszerre. A differenciálszámítás feltételezi, hogy a mozgás folytonos, és nincsenek benne „éles” váltások. (A differenciálhatóság feltétele, hogy az út idő függvény folytonos legyen, és ne legyenek benne törések, hegyes csúcsok) Mivel a mozgás megfigyelésekor, ha a mozgó test nyomot hagy (pl: homokban), megállapíthatjuk, hogy folytonosan haladt végig a pályáján és nem tartalmaz az út hegyes csúcsokat. Ezzel az egyszerű megfigyeléssel alátámaszthatjuk a differenciálszámítás fizikai alkalmazhatóságát, Okoskodhatunk úgy is, hogy a mozgás során csak két pont között tudom megfigyelni a testet, és nem folyamatában. Elképzelhető, hogy a világunk olyan, mint a mozivászon statikus felvillanó kockákból áll, és csak mi érzékeljük dinamikusnak, a hiba pedig a mi műszereinkben van. Ebben az esetben nem alkalmazhatnánk a differenciálszámítást, hiszen az csak folytonos mozgásokra igaz, valamint újabb mozgásparadoxonra leltünk. Okoskodásunk mégsem helyénvaló, az imént említettem, hogy megfigyelhetjük, hogy a testek folytonos vonalat hagynak maguk után a homokban. Ez azonban nem elég a mintát statikus pontok sokasága is kialakíthatná. Elfogathatóbb ellenérv az, hogy műszereink pontossága túlmegy a klasszikus fizika határán, és a következő fejezetben tárgyalandó kvantummechanika nagyságrendjébe esik, ahol már nem okoskodhatunk így. Kijelenthetjük, hogy nem találtunk új paradoxont, ami a klasszikus fizikát illeti, de meg kell jegyezni, hogy az emberi elme nagyságát figyelhetjük meg az iménti okoskodásban, hiszen logikai leellentmondásra jutunk, ha igen parányi mozgásról gondolkodunk a klasszikus fizika felfogásában.

Első ránézésre a negyedik paradoxon tűnik a legkönnyebben megoldhatónak. Már jeleztem, hogy a fizika ezt az új Galilei-fele relativitásielvel megoldotta, vagyis a mozgás viszonylagos, ezért a megtett út is az tehát a mozgó sorok problémája megoldódik. A mai napig

ez a legelfogadottabb nézet. Zénón számára ez azonban mégsem oldaná meg a stadion problémáját, sőt egy általánosabb érvet szülne, mellyel a mozgás lehetetlenségét igazolná. Ha a sebességek egymáshoz képest relatívak, és nem tudunk különbséget tenni egyenletesen mozgó és nyugvó rendszerek között. (Semmilyen fizikai méréssel nem állapítható meg, hogy egy mozgó vagy nyugvó inercia rendszerben vagyunk.) Az eleiaiak ebből arra következtetnének, hogy ha a mozgások relatívak, és nem állapíthatjuk meg, hogy mi mozgunk, vagy a testek körülöttünk akkor nincs is mozgás. Hiszen ha nem tudom valamiről, hogy mozog, vagy nyugalomban van, én mozgok vagy a körülöttem lévő dolgok, akkor nem létezik mozgás. Ismét egy új paradoxonra leltünk. Ha nem tudom megmondani valamiről, hogy mozog, vagy nyugalomban van, akkor nem létezhet mozgás. Az inercia rendszerek csak látszólag oldják meg a „sorok” paradoxont, valójában elmélyítik. Zénón valószínűleg a következőt mondaná: ha valami egy rendszerből nézve nyugalomban van, és egy másikból szemlélve mozog, akkor egyszerre mozog, és nyugalomban van, ami ellentmondás. Nem létezik mozgás. A legtöbb ember a mai napig azt hiszi, hogy a negyedik aporia megoldott probléma, ám látjuk, hogy a megoldása újabb paradoxont vet fel, amit a fizika nem tud megoldani. Első ránézésre egyedül ezt az aporiát oldotta fel a fizika, ám éppen ebben aratta a legcsúfosabb kudarcát.

A klasszikus fizika filozófiai értelemben nem oldotta meg a mozgás problematikusságát, bár a határérték számítással érdekes módszert vezetett be, mellyel kezelhető az első két paradoxon, és az alapgondolata filozófiailag is helytálló, (ugyan Zénón számára csak egy újabb paradoxon felbukkanását jelenti.). A repülő nyíl paradoxonjának megoldása, már feltételezi a határ-értékszámítást, de ezek mellett is komoly problémákat vet fel, az igen kicsi mozgásokra vonatkozóan. Végül a mozgó sorokat sem oldotta fel a fizika – még ha sokan így is hiszik – sőt a mozgások relativitása miatt elmélyítette azt. Ezek ellenére a fizika védelmében fel kell hoznom, hogy filozófiai szempontból lehet, hogy nem oldotta meg a mozgás problémáit, de gyakorlati vonatkozásban igen. A klasszikus fizika nélkül nem fejlődhetek volna a technikai tudományok a mai szintjükre, és egy megfogható kezelhető mozgásfogalom nem alakult volna ki.

Zénón és a modern fizika:

A modern fizika különösen is a kvantummechanika új mozgásfogalmat vezet be. A klasszikus törvények immár nem érvényesülnek, a hétköznapi tapasztalatnak és a józanésznek ellentmondásosak. Mivel jelenlegi tudásunk „csúcsa” a kvantumfizika és a relativitáselmélet,

ezért dolgozatomban is szót kell ejtenem, miként kezelik a mozgást, és hogyan oldják meg Zénón aporiáit

Rögtön meg kell jegyeznem, hogy a modern fizika is használja a fent már kritizált, határérték-számítást és a differenciálást. Mindez azért is problémás, mert e két módszer védelmében felhozott példákat, a kvantummechanika megsemmisíti. Fent kifejtettem, ha elfelezzünk egy szakaszt vagy téglalapot egészen a végtelenségig, s a részeket egymás mellé illesszük, így az eredeti alakzatot kapjuk vissza. A modern fizikai elméletben elemi részecskék építik fel a világot, kvarkok, amiket már nem felezhetünk tovább. Valamint a tér és idő is különös szerkezetű melyben szintén nincs értelme a klasszikus értelemben vett végtelen felezésnek. A differenciálszámítás védelmére alkotott példa melyben, a mozgó testek nyomot hagynak a homokban – mely folytonos – szintén megsemmisül. A kvantummechanika nem értelmezi a pályát, az elemi részek nem folytonosan mozognak. Mindezek ellenére fogadjuk el az említett két matematikai módszer érvényesnek, mint egy definíciót.

A szokásos módon együtt kezelhetjük a Dikhotomiát valamint Akhilleus és a teknős névvel illetett paradoxonokat. Más szavakkal azt a kérdést, hogy miként tehetik meg a testek véges idő alatt azt az utat, amit végtelen részre oszthatunk. A kvantummechanika válasza meglepő, a „testek” (elektron, proton, neutron stb.) pályája nem értelmezett. Például az elektron nem úgy mozog, mondjuk A és B pontok között, hogy a két pontot összeköthetnénk valamilyen görbével, hanem egyszerűen valamikor itt valamikor ott bukkan fel, még az is elképzelhető, hogy A -ból egyből B -be „ugorjon”. A józanész nehezen fogja fel mindezt. A kvantumfizika mozgásképében nem merül fel ez a két paradoxon. Ha a testek pályája nem értelmezett, akkor ezen, probléma felvetése lehetetlen és értelmetlen.

Zénón úgy érvel, hogy az út azért osztható a végtelenségig, mert ha kétszer akkora sebességgel mozgunk dupla akkora utat, teszünk meg, vagy az eredeti hosszt fele annyi idő alatt, és gondolatban így haladhatunk négyszeres ötszörös... végtelenszeres sebességekig. A fizika mai állása szerint, van egy határsebesség (fénysebesség), amit nem léphetünk át. Az eleiaiak gondolatmenete ezzel megdőlt, hiszen nem mehetünk egy bizonyos sebességnél gyorsabba, tehát az út nem osztható a végtelenségig. Megjegyezném, hogy ha elfogadjuk a fénysebességet, mint határt Zénón érvelése megdőlt. Kritikaként érdemes lenne, megvizsgálni az a kérdést, hogy a fénysebessége csak az információ terjedésére jelent megkötést, ismerünk olyan kísérleteket, ahol ennél gyorsabban mozog maga a fény, de nem szállít információt. Zénónak nem szükséges, hogy

a fény információt szállítson, csak végtelen nagy sebességre van, ami elviekben elképzelhető, bár ez csak feltételezés.

A repülő nyíl kérdése már érdekesebb. Folytatva az iménti gondolatmenetet először a kvantumfizika felől közelítsünk a paradoxonhoz. Pontosan hol tartózkodik a mozgás alatt egy objektum (vajon a két vége között?), a kvantummechanika nem tudja megmondani. Sőt azt állítja, hogy nem is tartózik egy adott pontban sehol, csak egy adott térrészben bizonyos valószínűséggel. Ezt fejezi ki az ún. határozatlansági reláció, vagyis nem tudhatom tetszőleges pontossággal a helyet és az impulzust (sebességet) egyszerre. Az is mondhatjuk, hogy a mozgás során a test nincsen a helyén a két vége között, tehát Zénón paradoxonját ezzel megoldja a kvantumfizika. Azzal, hogy nem állítjuk azt, hogy nem tudjuk, hol tartózkodik a test mozgása során, megoldjuk ugyan az aporiát, de egy új paradoxont alkotunk.

Maradjunk még mindig ennél az aporiánál, és járjuk körbe a relativitáselmélet tükrében. A fizika azt állítja, hogy a hosszúság és az idő is sebességfüggő. A testek a mozgás során megrövidülnek a mozgás irányába. Azaz megváltozik a „helyük” a két végpont közötti távolság kisebb lesz. Megállapíthatjuk, hogy a speciális relativitáselméletben is úgy látszik, megoldódik Zénón aporiája, hiszen a test a mozgás során, nem marad a két helye között, hanem megváltozik az. Ha nincs a helyén, nem „ott” van, akkor mozoghat Zénón tanítása, ezzel megdől. A megoldás mégsem ilyen egyszerű. Fent már vázoltam, hogy a Galilei-féle relativitásielv sem oldja meg Zénón paradoxonját, csak elmélyíti azt. Itt is valami ilyesmiről van szó. Ha a távolság a sebességtől függ, és más a nagysága, más mozgó vagy álló rendszerből vizsgáljuk, és az időhasonlóan a távolsághoz a sebességtől függ. Az eleiaiak egyik mozgás ellenes érve elesett ugyan, de ha az idő és a távolság relatív, akkor újabb érvet találtunk az egy és mozdulatlan létező mellett.

Végezetül vizsgáljuk meg a negyedik paradoxont is. Mivel itt is fontos szerepet játszik a pálya fogalma, ezért a kvantummechanikában nem vethető fel hasonló probléma. A relativitáselmélet szemszögéből azonban érdemes áttekinteni. Az imént vázoltam, hogy a mozgó tárgyak hossza megváltozik. Különbözőek a távolságok, (álló és mozgó rendszerből szemlélve) valóban igaza van Zénónak, ám ez nem eredményezi azt, hogy nem létezik mozgás. A paradoxon úgy, mint az imént itt is megoldódik, de Parmenidész tanítványai fent vázolt új érvet kreálhatnak, mellyel alátámasztanák mesterük tanítását.

Kijelenthetjük, a kvantummechanikában nem merülnek fel Zénón aporiái, de új mozgásfogalma sok más ellenmondást hordoz (lásd: EPR paradoxon, kvantummechanikai Zénón paradoxon /ennek csak annyi köze van a tárgyalt paradoxonokhoz, hogy ugyan úgy a mozgás lehetlenségére hívja fel a figyelmet, és ezért kapta Zénónról a nevét/ vagy a határozatlansági reláció). A repülő nyíl problémája kapcsán, ugyan létezik egy kvantummechanikai „megoldás”, de mint említettem ez is ellentmondást hordoz. A relativitáselmélet sem oldja meg a problémát, csak eltolja, és egy másféle ellentmondáshoz vezet. A paradoxonok kapcsán mégis meg kell jegyeznem, hogy a kvantummechanika filozófiai szemszögből nézve olyan rendszert alkot melyben nem is lépnek fel a tárgyalt kérdések. A relativitáselmélet, pedig nem tartja ellentmondásosnak, a Zénón következtetéseit, és a hétköznapi tapasztalatokat.

Zénón érveinek egyik nagysága a fizika szemszögből nézve, pontosan abban rejlik, hogy gondolattal, megközelítette a mai igen absztrakt mozgásfelfogást. Rávilágít arra, hogy az igen kicsi részek mozgásának vizsgálata meglehetősen problematikus. Valamint felhívják a figyelmet, hogy a mozgás mélyebb vizsgálata, olyan furcsa következtetésre vezethet, mint a relativitáselmélet eredményei.

Zénón aporiái matematika egyéb gondolatainak tükrében:

A fizika mozgásfogalmának tárgyalása közben részletesen kitértem a határérték-számítás és a függvény differenciálás problémáira. A matematika más területein is találhatunk reagálásokat Zénón aporiáira. Elsősorban a fraktálokra és a nem-sztenderd analízisre gondolok, valamint egy egyszerű geometriai gondolatmenetre. Előljáróban megjegyzem, hogy áttekintésem csak megemlíti az első két matematikai területet, és a paradoxonok kapcsolatát. Annál is inkább, mert jó magam nem vagyok járatos a matematika e területein.

Zénón paradoxonjaiban, első ránézésre bár mennyire is furcsa, de nem állítja, azt hogy a mozgó test pályája minden pontját bejárja. Ha jól meggondoljuk ezzel a repülő nyíl problémáját vetné el. (Vezessük be a következő jelöléseket: A-ból B-be tart a test és F AB szakaszon található felezőpont, valamint korlátozódjunk a Dikhotomiára.) Ha a mozgás során a test nincs mind pontban, akkor mely pontokban kell lennie, a felénél (F pontban). Már utaltam rá, hogy a paradoxonhoz nem szükséges felezés bármilyen más osztással is működik (F tehát bárhol lehet A és B között). Még egy fontos dologra kell felhívni a figyelmet, a mozgás során a testnek van egy irányultsága. Azaz AF és BF szakaszok irányultság szempontjából különböznek, AF

tartományban már nincs mozgás, míg FB-ben lesz mozgás. A következőkben alkalmazzunk egy rekurziót. AF szakasz azon részét vágjuk ki, ahol a mozgó az előző lépésben tartózkodott, majd a meglévőre alkalmazzuk ismét ugyanezt. Az eljárás végén egy Cantor halmazzt kapunk.³² Tóth Imre ezek alapján világít rá arra, „hogy a zénóni gondolatmenetben nem található se a mozgás létezése mellet, se ellene szóló logikai kényszerűség. A mozgás létezésének elfogadása vagy elutasítása a zénóni gondolatmenettől független döntésen alapul.”³³ Lényege az, hogy a vázolt rekurziós lépések során akkor jutunk el B-be, ha elfogadjuk az aktuálisan végtelen létezését, ha ezt nem tesszük meg nem érkezünk meg a B pontba. A Cantor halmaz sem oldja meg az aporiát, rávilágít ugyanakkor, hogy jóval kevesebb föltételezéssel is eljuthatunk Zénón ellentmondásához, valamint olyan rendszert alkot, ahol a mozgás létezésének logikai szükségszerűségét a rendszeren kívülre helyezi. A fraktálok világa nem pusztán elzár matematikai rendszer, aminek a valósághoz nincsen túl sok köze, manapság oly népszerű és fejlődő káoszelmélet pontosan a vázolt matematikai fogalmakat használj.

Jelen korunk matematikájából, egész röviden még egy területet emelnék ki, ami érdemben hozzászól a paradoxonjaihoz, az un nem-sztenderd analízist. Mivel az analízis e területén nem vagyok jártas, ezért Benedek András tanulmányára hivatkozom. Munkájában kifejti, hogy a nem-sztenderd analízis új alapokra helyezi a matematika mozgásfogalmát, mely nélkülöz minden ellentmondást. Zénón paradoxonjait azonban nem sikerül feloldania.³⁴

Vegyünk egy AB szakaszt, és felezzünk el (felezőpont legyen F), továbbá tegyük fel, hogy F csak az egyik részzszakasznak AF-nek az eleme. Ez után egy íjásznak adjuk azt a feladatot, hogy lőjön el, az AF szakasz végéig, Ha elég ügyes pontosan F-be talál. Fordítsuk meg a feladatot, és FB szakasz F-hez közelebbi végébe lőjön az íjász. Hát ekkor már ugyancsak bajban van, hiszen FB szakasznak nincsen határa F mellett, bármennyire is közel megyünk F ponthoz, még mindig végtelen sok elem választ el tőle.³⁵ A feladat teljesíthetetlen! Egy új mozgásparadoxonhoz jutunk, ami abból adódik, hogy két szakasz összeér, de nincs közös pontjuk. Valóban, ha a szakaszok pontjait a természetes számoknak feleltetjük meg, ehhez az érdekes paradoxonhoz juthatunk.

³² Ropolyi László: Zénón paradoxonok, fraktálok, állapotterek. ELTE TTK Társadalomtudományi Kabinet, Bp, 2. p.

³³ Uő: A görögök fizikai és kémiai ismeretei. In *A tudományos gondolkodás története*. Szerk. Ropolyi László – Szegedi Péter, Eötvös Kiadó, Bp, 2000, 176. p.

³⁴ Benedek András: Válasz Zénónnak? in *Tudomány és történet* szerk: Forrai Gábor – Margitay Tihamér, Typotex, Bp. 2002, 231-257. p.

Tudomány kritika:

Fizikai és matematikai áttekintésem végén meg kell jegyeznem, hogy a tudományok filozófiailag nem megalapozottak. A paradoxonokra adott cáfolataik, logikai szempontból nem különböznek Arisztotelész vagy Hegel megoldásaitól. Bizonyos premisszákat támadnak, vagy mint a modern fizika olyan rendszert épít fel, melyben nem merülnek fel az aporiák, de súlyosabb paradoxonokba ütközünk (lásd kvantumfizika). Ha elfogadjuk Thomas Kun tudománytörténeti elképzelését, akkor csak paradigmáink lehetnek. Rövidre zárva elképzelhető, hogy egykoron, a modernfizika vázolt kijelentései a klasszikushoz hasonlóan elveszítik most nekik tulajdonított igazságtartalmukat, és egy új paradigma lép a helyébe, mely másképp kezeli a mozgást. A matematikával hasonló a helyzet. Le kell szögeznünk, hogy a fizika mozgás fogalma nem filozófiai, hanem praktikus, technikai szempontból jelentős. Hiszen, ha nem is minden ellentmondás nélkül, de segítségével értelmezhetjük a mozgást, megalapozva ezzel az emberiség máig tartó technikai fejlődését.

V. A paradoxonok egyéb megoldásai:

Eddig történeti és a tudományok szemszögéből vizsgáltam a paradoxonokat. Most dolgozatom rövidege miatt ismételen a teljesség igénye nélkül néhány megoldást, és kritikájukat vázoló fel. Erre azért nem a filozófiatörténeti részben került sor – bár jelentősek – de nem köthetők rendszeralkotó gondolkodókhoz.

Az első ilyen cáfolat, a tapasztalatra hivatkozik: „Ismeretes dolog, hogy a sinopéi Diogenész, a kynikus, egészen egyszerűen cáfolta meg a mozgás ellentmondásosságának ilyen bizonyítékait; - hallgatva felkelt s ide-odajárkált –, megcáfolta őket a cselekedettel. De az adomának folytatása is van. Mikor egy tanítványa meg volt elégedve a cáfolattal, Diogenész elverte őt abból az okból, hogy mivel a tanító érvekkel vitatkozott, a tanítvány is csak érvekkel való cáfolatot fogadhat el. Azaz nem szabad megelégedni az érzéki bizonyossággal, hanem meg kell érteni a dolgokat.”³⁵ A tapasztalatra való hivatkozás, nem az érvek premisszáit támadja, hanem Parmenidész filozófiáját, mely szerint a gondolkodás és nem a tapasztalat számít. Ha

³⁵ Sainsbury. R. M.: im. 19-24. p.

³⁶ Hegel: im. 229-230. p.

utóbbi nem is fogadjuk el teljes egészében, az iménti történet második fele, kritizálja a tapasztalat teljes elfogadását, a dolgok mélyebb megértésére teszi a hangsúlyt. A tapasztalat kapcsán meg kell még jegyeznem, hogy érzékeink könnyedén megcsalhatnak bennünket. (Gondoljunk csak arra, hogy a Földet mi síknak látjuk, ha körülnézünk, de tudjuk, hogy gömbölyű, hasonló a helyzet a forgásával kapcsolatban is.)

Vizsgáljuk meg a következő kijelentés igazságát, Sainsbury már többször használt munkája alapján: „Ha egy adott szakasz végtelen sok részből áll, amely részek mindegyike véges méretű, akkor maga az egész végtelen nagy.”³⁷ Ez az állítás az első két aporiával rokon. Dikhotomia paradoxon végtelen sok nem véges részre osztja, az állandó felezéssel az utat. Zénón azt állítja, hogy a felezés végtelenszer elvégezhető, és mindig marad valamekkora véges darab, ha utóbbi nem így lenne, értelmét vesztené az aporia. Mindebből az következik, hogy a fenti állítás hamis!

Amennyiben az iménti kijelentés hamis, megdől azon érvelés kritikája, melyet a határérték számítás védelmében alkottunk. (Ha egy szakaszt végtelenszer elfelezünk, és részeket egymásmellé állítjuk, az eredetit kapjuk vissza.) Ebből nem a paradoxon megoldására, hanem egy új aporiára következtettünk. Most ez azonban megsemmisülni látszik! Ha végtelen sok véges összege nem feltétlenül végtelen, és fenti okoskodásunk pontosan ezt fejezi ki. Ha az új Zénón paradoxon megsemmisült, vajon a többivel is ez történik? A válasz nem. Zénón nem azt állítja, hogy az út végtelenül hosszú lesz a Dikhotomiában, csak azt mondja, hogy végigmenni rajta végtelen ideig tartana. Sainsbury ezen érvelése nem oldja meg az első aporiát, de fent vázolt új paradoxont megsemmisíti.

Egy másik „megoldás”, nem tartja a mozgást ellentmondásosnak, de elismeri, hogy Zénón érvei hibátlanok és logikusak, még sem helyesek. Az emberi elme, néha logikusan gondolkodik de nem helyesen. Vagyis elgondolható valami logikusan, de nem helytálló. Ha újból új alapokból kiindulva ismét végiggondolja a problémát, már nem követ el hibát. Az emberi gondolkodás tévedhet, de a tévedését képes kijavítani. Hegel nagyon szépen fogalmazza meg ezt a gondolatot: „Az ember evett a jó és gonosztudásának fájáról, ez okozta a bűnbeesést, de meg is gyógyítja ezt a bajt. Nehéz dolog legyőzni a gondolkodást; pedig csakis a gondolkodás okozza a nehézséget.”³⁸ Bármennyire is újszerűnek tűnik ez a gondolat, gyakorlatilag ezt követve vázoltam fel a különböző megoldásokat. Tehát az elme ilyenfajta vizsgálata nem hoz semmiféle érdemi új dolgot.

Zénón paradoxonjait megfogalmazhatjuk úgy is a fizika és matematika szemszögéből, hogy a valóság leképezhető-e matematikai számokkal vagy sem. Parmenidész tanítványa a

³⁷ Sainsbury. R. M.: im. 12. p

Pythagoreusok cáfolatára alkotta meg az aporiákat, kik pontosan azt vallották, hogy a számok megfelelnek a dolgoknak.³⁹ A cáfolat sikerült, de ha elvetjük, hogy a világ megfeleltethető a számoknak, lemondunk ugyan a világ megismerhetőségétől, de megmentjük a mozgást az ellentmondástól. Ám ha valami nem ismerünk, nem tudhatjuk, hogy ellentmondásos vagy sem.

A Stadionnál vázoltam, hogy a fizika megoldása csak elmélyíti az aporiát. Elképzelhető azonban egy másféle feloldás is. Talán maga Zénón is egyetértene velem abban, hogy összemérni csak azonos dolgokat szabad különösen, ha arra vagyunk kíváncsiak egyenlők-e. A sorok azonban nem azonosak, hiszen valamelyik áll valamelyik mozog tehát nem szabad összemérni őket. A gondolat logikus, de végeredményben a speciális relativitáselmélethez vezet, amiről megmutattam, hogy feloldja ugyan az aporiát, de újat „szül” helyette. Látszólag e megoldás különbözik a fizikaitól, de valójában azonos a kiinduló pontjuk.

Elképzelhető még egy logikai megoldás. Zénón az utat a következő gondolatmenetre hivatkozva osztja fel végtelen részre. Ha kétszer olyan gyorsan haladunk végig az úton fele annyi ideig tart, és a duplázást folytathatjuk a végtelenségig. Ha elfogadjuk, hogy ebből az út végtelen részre osztható, akkor hasonlóan okoskodhatunk az idővel is. Ha az utat véges idő alatt teszi meg, ha fele olyan gyorsan mozog, ugyanannyi idő alatt fele akkora utat tesz meg, és ezt is folytathatjuk a végtelenségig. Látszik, hogy ezt a logikát követve az idő is végtelen részre osztható a véges időtartamú mozgás során. Tehát nem csak az út, de az idő is végtelen. Ha ez igaz Zénónak nem kell véges idő alatt végtelen utat megtennie, hiszen az idő is végtelen. A végtelen út végtelen idő alatt megtehető, tehát elképzelhető a mozgás. Ha összekapcsoljuk az út és idő végtelen részre osztását megoldható az aporia.

(Az iménti két gondolat önálló ötletem, de valószínűleg csak tájékozatlanságomat tükrözi, hogy nem találtam meg korábbi felfedezőjét.)

Végezetül csak egy út maradt, hogy megőrizhessük a mozgás létezését. Ha elvetjük azt a természetes igényünket, és Parmenidész filozófiájának sarokpontját, hogy csak az létezik, ami ellentmondásmentes. Vagyis elfogadhatjuk Zénón érvelését, de nem kell elfogadnunk a következtetést, hogy ami ellentmondásos nem is lehetséges. Parmenidész filozófiája természetesen kizárja ezt, de a dialektikus gondolkodás megengedni.⁴⁰ Valóban ez az egyedüli út, hogy megmenthessük a mozgást. A kérdés azonban felvetődik lemondhatunk-e arról, hogy a világot és a létet ellentmondásmentesen megismerjük? Az emberiség ősi igénye ez, mely motorja a tudományoknak, és a táplálója a filozófiának. Valóban meg kell-e válnunk tőle? Jelen dolgozatomnak nem célja, hogy e kérdést fejtegye, ezért az olvasóra bízom, hogy döntsön tetszése szerint.

³⁸ Hegel: im. 235. p.

³⁹ Kampis György: Ζήνων. 5.p.

⁴⁰ Ropolyi László: A görög fizikai és kémiai ismertetése. 172-173. p.

VI. A megoldatlan paradoxonok hatása gondolkodásunkra:

Miután a paradoxonok lehetséges megoldásait kimerítettük, nem maradt más hátra, mint az, hogy elfogadjuk a mozgás ellentmondásosságát. Zénón érveit vizsgálva – bár ezt nem jelenthetjük ki biztosan – megállapíthatjuk, hogy paradoxonjaival, nem a hétköznapi mozgást igyekezett megcáfolni, hanem a metafizikait. Ezt látszik igazolni, az is, hogy a mozgás létezése már az első aporiában megdőlt, tehát Akhilleusz nem indulhatna a teknős nyomába, valamint a nyíl nem röpködhetne, a mozgó sorok, pedig sem, nem mozognának, sem nem lennének a helyükön, vagyis összemérhetetlenek lennének. Zénón célja feltehetőleg a változás megcáfolása, vagyis a metafizikai mozgásé. (Mivel sem, az ő sem mestere tanítása nem maradt fent egészben, óvatosan kell bánni az ilyen kijelentésekkel.) Amennyiben elfogadjuk, hogy metafizikai értelemben nem létezik mozgás, egy statikus világgé juthatunk.

A metafizikai értelemben Zénón szerint nincs mozgás, változás. Ezt a fizikai mozgáson keresztül bizonyítja be, de mi a helyzet olyan változásoknál, mozgásoknál, melyek nem biztos, hogy e szerint működnek. Most nem a mechanikai mozgásra gondolok, hanem társadalmi, gazdasági, politikai és biológiai változásokra. A mai napig vitatott, hogy megfeleltethetőek-e ezek a klasszikus fizikai mozgásnak. Jómagam nem vagyok jártas ezen tudományokban, de a válsz nem.⁴¹ Elképzelhető, hogy ezekre a változásokra is érvényesek Zénón aporiái, vagy valami hasonló paradoxonok. Dolgozatomnak nem volt célja, hogy ezt feltárja, de az biztos, hogy e tudományok változásai nem mentesek az ellentmondásoktól. Kérdés csupán annyi ezek az ellentmondások azért vannak, mert maga a világ ilyen, vagy a mi elméletünk, tudásunk kevés ezek feloldásához. Ha az utóbbi igaz, megmenthető a metafizikai mozgás, ehhez azonban a vázolt tudományokat új alapra kell helyezni, és változásaikat lehetőség szerint, nem a fizika eszközeivel kell leírni. Az emberiségnek csak ez az egyetlen útja maradt, ha el akarja kerülni a merev statikus világgé.

A magam részéről leginkább Feyerabendel értek egyet, ki a paradoxonokban, nem feloldhatatlan ellentmondást látott, hanem annak a jelét, hogy jelenlegi gondolkodásunk hibákat hordoz, és az ellentmondások rávilágítanak ezekre. Nem kell megijednünk tőlük, sőt segítségünkre vannak, hogy milyen irányba haladjunk a jobb megértéshez. Jelenlegi mozgás és

változás fogalmunkkal nem kerülhetjük el Zénón aporiáit. Nem pusztán a fogalommal van probléma, hanem a módszerrel, amivel a változásokat vizsgáljuk. A paradoxonok csak rámutatnak ezekre a hibákra, de nem semmisítik meg, vagy teszik végleg ellentmondásossá a mozgást. Talán éppen az imént vázolt biológiai vagy társadalmi mozgások segítségével kellene elindulni az úton. Ha az emberiség egyszer lemond arról, hogy ellentmondásmentesen megismerje a világot, megáll a fejlődése is. Ám ha egyszer ellentmondásmentesen sikerül megismernie, akkor is megáll, mert azt hajtja, hogy megszüntesse az ellentmondásokat. Talán lényünkhöz tartozik az a vágy, hogy ellentmondások nélkül tárjuk fel világunkat, de végzetünk, hogy ez sosem sikerülhet. Mintha mi emberek csak megközelítenénk az igazságot, de nem érhetjük el, mert az az Isten(ek)nek van fenntartva.

VII. Befejezés:

Egyszerű mozgás paradoxonoktól eljutottunk, olyan metafizikai kérdésekhez, hogy vajon osztható-e a lélek, statikus-e az univerzum vagy elfogadhatunk-e ellentmondásos dolgokat, s megismerhetjük-e a világot. Eközben nem találtunk olyan gondolatmenetet, melyet kritika nélkül elfogadhatnánk. Csüggednünk azonban nem szabad. Előbbi gondolatomban rávilágítottam, hogy amíg vannak paradoxonok addig lehetséges megoldások is lesznek. Erre talán a legjobb példa történeti áttekintésem. Mennyi-mennyi új eszme filozófia s gondolat született pusztán azért, hogy megoldja Zénón aporiáit. Ezek, ha nem is jártak teljes sikerrel mégis gazdagították az emberiséget, s új filozófiákhoz, felfedezésekhez vezettek. Népszerűségük oka nem más, mint témájuk - ezt már a bevezetőben is leírtam - ennek lényege azonban nem pusztán a mozgás. Hanem az ember igénye, hogy a világot ellentmondások nélkül szemlélhesse. A paradoxonok ebben megakadályozzák. Zénón aporiái világosak és egyszerűek, hiszen a mindannyiunk számára ismert mozgásokról szólnak. A tárgyalt négy eleai gondolatban található a logikus gondolatmenet, az egyszerű, hétköznapi kép és az ellenmondás. Ez a három együtt ami ismerté és népszerűvé tette Zénón paradoxonjait.

⁴¹ Kampis György: Eleaták egymás ellen. 483. p.

Bibliográfia:

- Benedek András: Válasz Zénónnak? in *Tudomány és történet* szerk: Forrai Gábor – Margitay Tihamér, Typotex, Bp. 2002
- Feyerabend, Paul: *A módszer ellen*, Atlantisz, Bp, 2002
- Feyerabend, Paul: Ismeret, elmélet nélkül in *Magyar Lettre Internationale*, 1993/8. szám
- Hegel: *Előadások a filozófia történetéről I*, Akadémiai kiadó, Bp, 1977
- Kampis György: Eleaták egymás ellen, *Magyar Filozófiai Szemle*, 1990/5-6. szám
- Kampis György: Ζήνων. (kézirat)
- Kirk, G. S. - Raven, J. E. - Schofield, M: *A prszókratikus filozófusok*, Atlantisz, hn
- Maróth Miklós: *A görög filozófia története*, Pázmány Péter Katolikus Egyetem Bölcsészettudományi Kar, hn, 2002
- Platón: Pármenidész. In *Platón összes művei II*. Európa Könyvkiadó, Bp, 1984
- Ropolyi László: Zénón paradoxonok, fraktálok, állapotterek. ELTE TTK Társadalomtudományi Kabinet, Bp
- Ropolyi László: A görögök fizikai és kémiai ismeretei. In *A tudományos gondolkodás története*. szerk. Ropolyi László – Szegedi Péter, Eötvös Kiadó, Bp, 2000
- Russell, Bertrand: *A nyugati filozófia története*. Göncöl, Bp, 1994
- Sainsbury, R. M.: *Paradoxonok*. Typotex, Bp, 2002
- Steiger Kornél: *Parmenidész és Empedoklész kozmológiája*. Áron kiadó, Bp. 1998
- Taylor, A. E.: *Platón*. Osiris, Bp, 1999.

Tartalomjegyzék:

I. Bevezetés:	2
<u>Történeti előzmények</u>	2
<u>A mozgás felfogása a preszókratikusoknál</u>	3
II. Zénón paradoxonjai:	4
<u>Parmenidész tanítása és az eleai iskola története</u>	4
<u>Zénón élete és munkássága</u>	5
<u>A paradoxonok ismertetése</u>	6
Az aporiák értelmezése.....	8
III. A paradoxonok utóélete a filozófiában:	9
<u>Platón és az eleai iskola</u>	8
<u>Arisztotelész megoldása</u>	10
<u>Zénón és az objektív dialektika</u>	11
<u>Bergson Zénón érveivel igazolja a változást</u>	12
<u>Feyerabend Zénón aporiái a haladás jegyei</u>	12
IV. Zénón aporiái a fizikában és matematikában:	13
<u>Fizika megoldásai</u>	13
<u>Klasszikus fizika</u>	13
<u>Zénón és a modern fizika</u>	17
<u>Zénón aporiái matematika egyéb gondolatainak tükrében</u>	20
<u>Tudománykritika</u>	22
V. A paradoxonok egyéb megoldásai:	22
VI. A megoldatlan paradoxonok hatása gondolkodásunkra:	25
VII. Befejezés:	26
Bibliográfia:	27
Tartalomjegyzék:	28