

Tartu Ülikool

Filosoofia ja semiootika instituut

Aja nool B-seerias

Filosoofia eriala bakalaureusetöö

Oliver Roio

Juhendaja: Bruno Mölder

Tähemärkide arv: 43920

Aja nool B-seerias

Sissejuhatus.....	3
B-seeria	5
1. Termodünaamilise asümmeetria aja nool.....	6
1.1. Termodünaamika vastuargument	7
1.2. Vastus termodünaamika vastuargumendile	9
2. Põhjuslikkuse asümmeetria aja nool.....	12
2.1. Põhjuslikkuse asümmeetria vastuargument	12
2.2. Vastus põhjuslikkuse asümmeetria vastuargumendile	13
3. Inimese kui infot koguva süsteemi aja nool.....	16
3.1. Inimese kui infot koguva süsteemi vastuargument	17
3.2. Vastus inimese kui infot koguva süsteemi vastuargumendile	18
Kokkuvõte	20
Kasutatud kirjandus	23
Summary	24

Sissejuhatus

Käesoleva töö üheks kahest kõige olulisemaks terminiks on McTaggartilt tulenev A-seeria ja B-seeria: B-seeria järgi on kõik sündmused seotud kõigi teiste sündmustega varem kui ja hiljem kui suhetes. Kuna sündmuste suhe ajas ei muutu kunagi, siis näib, et ajal pole kindlat liikumise suunda ehk noolt. Sellist probleemi ei esine A-seerias, kus on olemas minevik-olevik-tulevik, milles sündmus muutub tuleviku sündmusest oleviku sündmuseks ja edasi mineviku sündmuseks. Käesolev bakalaureusetöö tegeleb probleemiga, kas B-seerias on aja noole olemasolu võimalik. Probleem on oluline, kuna nii B-seeria kui ka aja nool on levinud ajakäsitlused, mis esmapilgul võivad näida ühildamatud. bakalaureusetöö tegeleb probleemiga, kas B-seerias on aja noole olemasolu võimalik. Probleem on oluline, kuna nii B-seeria kui ka aja nool on levinud ajakäsitlused, mis esmapilgul võivad näida ühildamatud. (McTaggart, 1908: 458; Bardon, 2013: 112-113) B-seeria on kooskõlas ka tänapäevase füüsikaga, eelkõige erirelatiivsusteooriaga, mis sarnaselt B-seeriaga kujutab aja momente suhtelisena, kus pole üht objektiivset universaalset momenti, nagu A-seerias on. Antud kaalutluste tõttu on B-seeria eelistatud ajakäsitlus, millele käesolevas töös keskendutakse. (Lowe, 2002: 326-327)

Teine oluline termin on aja nool, mille idee algab intuiitiivselt: tundub esmasel mõtlemisel, et minevik ja tulevik on erinevad, sest kui tuleviku sündmused on meie jaoks avatud erinevate võimalustega, mis võivad toimuda, on aga mineviku sündmused juba kindlalt-muutumatu määratud (Callender, 2017: 13). Näib, et ajal on suund minevikust olevikku ja edasi tulevikku, kuna kujutada vastupidist tulevikust minevikku ja olevikust minevikku suunatud liikumist, kus kõik hakkaks vastupidi toimuma – vihmaajus ei langeks enam piisad maale, vaid tõuseksid õhku –, näib absurdne väita, järelkult on ajal olemas suund (Price, 1996: 17; Lowe, 2002: 343). Ilmneb, et sündmustel on ajas kindel liikumise suund asümmeetrilise tõttu tulevikust olevikku ja edasi minevikku ehk nende sündmuste vahel liikuv ajahetk saab mineviku hetkest oleviku hetkeks ja edasi tuleviku hetkeks, mida nimetatakse aja nooleks (Bardon, 2013: 113).

Olles selgitanud aja noole suunda, tuleb ilmsiks, et aja nool põhineb asümmeetrilisel: minevik-tulevik kui aja osad pole täpselt samasugused, vaid nad erinevad teineteisest mingil viisil ehk nad on asümmeetrilised, mistõttu on neil kindel voolamise suund. A-seerias, milles on olemas minevik

ja tulevik ning ka olevik, mille suhtes mineviku sündmus on varasem ja tuleviku sündmus hilisem – tekib asümmeetria, kuna tuleviku sündmus läheb oleviku sündmuseks ja edasi mineviku sündmuseks ehk leiab aset aja kindel voolamine ehk aja nool. B-seerias, kus mineviku-tuleviku sündmused on teineteisega staatilises suhtes ehk sündmus on alati varasem-hilisem suhtes teiste sündmustega, pole ajas endas enam voolamist ehk sündmuste liikumist, mille põhjal aja noolt määrata. (Price, 1996: 16-17; Bardon, 2013: 112-113) Probleem, millele bakalaureusetöös vastust otsitakse, seisnebki nende ajakäsitluse ühildamatuses: aja noole järgi toimub sündmuste tulevikust olevikku ja olevikust minevikku suunaline sündmuste muutus ehk aeg on asümmeetriline. B-seeria järgi ei toimu mingit muutust, vaid kõik sündmused on alati kindlas ja püsivas ehk staatilises suhtes teineteisega – aeg on sümmeetriline. (Lowe, 2002: 320-321) Kas meil on võimalik ühildada intuiitvset arusaama aja noolest teaduslikult soositud ajakäsitlusega B-seeriast?

Esialgne vastus esitatud küsimusele on, et B-seerias on aja nool olemas. Antud väite poolt argumenteeritakse selgitustega, kuidas ilmneb aja nool psühholoogilistest omadustest, ilma et oleks vaja asümmeetriat ajas endas, mida B-seeria ei võimalda. Aja nool ei tulene aja enda asümmeetrilistest omadustest, vaid on ajast toimuvate füüsiliste protsesside asümmeetria. B-seerias ilmneva aja noole kasuks argumenteeritakse järgnevalt: aja nool on olemas aega moodustavate sündmuste omaduste kaudu – termodünaamika, põhjuslikkuse või IGUS-e (informatsiooni koguv ja kasutatav süsteem ehk *information gathering and utilizing system*) kaudu – ja selgitatakse, miks need on kooskõlas B-seeria ajakäsitlusega. Antud argumentidele B-seerias olla võivate aja noolte kasuks on olemas ka vastuargumente, mis tuuakse välja ja seejärel ületatakse need vastuargumendid.

B-seeria

Sissejuhatuses mainitakse John McTaggart Ellis McTaggartit, kelle artiklis 20. sajandi algusest „Aja ebareaalsus“ („Unreality of time“) tehakse eristus kahe kasutuses oleva ajakäsitluse A-seeria ja B-seeria vahel tõestamaks aja ebareaalsust. Eristus A- ja B-seeria vahel on leidnud laiemat käsitlust aja filosoofilisel uurimisel, mistõttu käsitatakse neid ka siin. A-seeria järgi on olemas minevik-olevik-tulevik telg, millele saaksime sündmused asetada ja kus nad muudaksid oma positsiooni. Näiteks on väide „Ma õpin koolis“ oleviku sündmus, kuid minevikus oli tuleviku sündmus ja tulevikus saab olema mineviku sündmus. B-seeria puhul on kõik alatises varem-hiljem suhtes: 15. märts 2001 on alati hiljem kui 15. märts 2000, hoolimata ajahetkest, mil seda väidetakse. McTaggart kasutas A- ja B-seeriat aja ebareaalsuse tõestamiseks väites, et kõik sündmused on mõlemas seerias esitatavad ja kõik B-seeria sündmused on taandatavad A-seeriasse, kuid A-seeria on vastuoluline, kuna sündmus ei saa olla korruga minevikus-olevikus-tulevikus. Kuna B-seeria on A-seeriasse taandatav ning A-seeria ise on vastuoluline, siis on aeg ebareaalne. (McTaggart, 2018: 458–462)

Käesolevas töös keskendutakse B-seeriale A-seeria asemel, kuna antud ajakäsitlus on kooskõlas aja füüsikaliste käsitlustega, nagu relatiivsusteooria, ning A-seerial on teistsugused argumendid aja noole jaoks, mis antud töö raamesse ei mahuks. A- ja B-seeria erinevused aja noole käsitlusele ilmnevad nendega seostatud teooriate eternalismi ja presentismi puhul. Eternalism seostub B-seeria käsitlusega ajast, mille järgi on inimene (ja kõik asjad, mis ajas on olemas) kõikidel ajahetkedel samamoodi reaalselt olemas, erinedes A-seeriaga seostuvast presentismist, mille järgi on inimene (ja muud asjad) ainult olevikus reaalselt olemas. (Bardon, 2013: 85–88)

1. Termodünaamilise asümmeetria aja nool

Käesolevas ja järgnevas kahes peatükis käsitletakse kolme levinut viis selgitada aja asümmeetriat B-seerias. Igas peatükis tutvustatakse antud lähenemise – termodünaamilise, põhjusliku või psühholoogilise asümmeetria – põhiargumente: kuidas niisugune asümmeetria tekib ja kuidas sellega antakse ajale nool ning miks see aja nool on võimalik B-seerias. Kõigi kolme peatüki esimeses alapeatükis tuuakse välja antud asümmeetria probleemid – miks antud asümmeetria ei sobi aja noole selgitamiseks B-seerias. Kõigi kolme peatüki teises alapeatükis ületatakse esimeses alapeatükis püstitatud probleemid.

Termodünaamilisel asümmeetrial põhinev aja nool tuleneb termodünaamika teisest seadusest, mille kohaselt isoleeritud füüsikalise süsteemi entroopia kasvab. (Price, 1996: 22, 430, 455) Entroopia ise on füüsikaline suurus, mis mõõdab süsteemi korratuse määra. Molekulid liiguvad pidevalt ringi ehk on kineetilise energiaga ning aine „siseenergia kineetilise energia komponenti nimetatakse soojusenergiaks ehk soojuseks.“ Kui külm ja soe keha ühendada, siis nende temperatuur ehk soojushulk tasakaalustub: soojus liigub kuumast külma, mitte vastupidi, kuna suurema kineetilise energiaga molekulid annavad põrkudes energiat madalama kineetilise energiaga kehadele. Entroopia kasvab, korratus suureneb, kuid see suurenemine, mida kirjeldatakse on soojuse levik – meil on vaja kahte eri soojusega keha, et entroopia asümmeetriliseks muutuks. Niisugune Rudolf Clausiuse poolt määratud termodünaamika kirjeldab entroopia kasvu soojuse ülekande kaudu, kuid ei selgita, miks entroopia kasvab ka isoleeritud süsteemis, kus soojusvahetust väliskeskkonnaga ei toimu, nagu universum. (Rovelli, 2018: 20–24; Kirsman, 2016)

Ludwig Boltzmann oli see, kes selgitas entroopia kasvu suletud süsteemis: tema käsitluse järgi on entroopia seotud süsteemi võimalike konfiguratsioonide arvuga, mida väljendab valem $S = k \log(n)$, kus S on entroopia, k on Boltzmanni konstant ning n on võimalike seisundite arv. Boltzmanni valemi järgi ei mõõda entroopia enam kõnealuste molekulide energiat ehk keha soojust, vaid lõpmatu hulga võimalike seisundite mahtu kehas – mida rohkem võimalikke seisundeid, seda suurem entroopia. Entroopia kasv on statistiline tõenäosus: kõrge entroopiaga seisundid on määratult tõenäolisemad, kuna neile vastab kehas rohkem võimalikke molekulide paigutusi. (Albert, 2000: 50-51)

Entroopia kasvuga tekib asümmeetria, kus varasemad sündmused on madalama entroopiaga kui hilisemad sündmused. (Price, 1996: 17, 22) Niisugune aja käsitlus on B-seeriaga kooskõlas, kuna meil on võimalik eristada sündmuste järgnevust varasem-hilisem suhtes entroopia suuruse põhjal ning pole oleviku hetke, mida tavamõistus või A-seeria eeldaks.

Aja nool antud käsitluses ilmneb entroopia asümmeetriast: varasem sündmus on vähema entroopiaga kui hilisem sündmus. Niisugune aja nool pole ajale asümmeetriale omane, vaid omane sündmustele. Kuna aeg pole universumi fundamentaalne osa, vaid entroopiast ilmnev, siis on ka aja nool ilmnev nähtus, olles füüsiliste objektide entroopiast tingitud. Niisugune ilmnev aja nool on kooskõlas B-seeriaga, kus ajal endal asümmeetriat pole, kuna sündmuste füüsilistel omadustel on asümmeetria – entroopia väärtus –, mille suunatus entroopia kasvu suunas annab ajale noole minevikust tulevikku.

1.1. Termodünaamika vastuargument

Kuigi entroopia kasvust tulenev aja nool näib esmapilgul elegantne, on aja noole selgitamiseks termodünaamika teise seadusega kaks peamist probleemi. Ühe probleemina on Price esitanud universumi praeguse kõrge entroopia seisundist ja entroopia kasvust tuleneva genealogia probleemi (Price, 1996: 17-18). Oletame, et meil on kaks suletud toruga ühendatud kambrit gaasidega, kus ühe gaasi entroopia (ehk soojus) on suurem kui teisel. Kui toru avame, siis liigub soojus soojemalt gaasilt jahedamale, kuniks kummagi gaasi temperatuurid on tasakaalu ehk ühe gaasi entroopia kahaneb, teisele tõuseb kuniks mõlema entroopia olid tasakaalus. Saame, et ühe gaasi entroopia kasvas, teisel langes samaaegselt, mistõttu poleks antud juhul termodünaamilise aja noole põhjal võimalik otsustada gaaside aja suund, sest näiks nagu ühel oleks nool suunatud tulevikku, teisel minevikku. Gaasidega välja toodud näidet saab üldistada ka universumile, sest on võimalik, et entroopia on universumis ebaühtlaselt jaotunud: võimalik, et entroopia on suurem nii tulevikus kui ka minevikus. Boltzmann arvestab universumis ebaühtlaselt jaotunud entroopiaga oma käsitluses ajast, mille järgi praegune korrastatud ehk madala entroopiaga universum ei pruugi olla pikk areng minevikust, vaid juhuslikult tekkinud seisund. See tähendab, et aja voolamine, mis moodustab meie ajaloo, on fluktuatsioon, mitte suunatud voolamine. (Price, 1996: 30–36) Siit

tulenebki genealoogia probleem – kuidas oli entroopia minevikus madalamas olekus, kui füüsika seaduste järgi, mis on ajaliselt sümmeetrilised, pole võimalik aja noolt eristada: minevikust tulevikku nool oleks olemas samaaegselt tulevikust minevikku noolega. Eristamiseks aja noole suunda on vaja selgitada, kuidas universum sai minevikus olla madala entroopia seisundis ja sellele põhinedes luua üldise entroopia asümmeetria aja noole jaoks. Kui me ei suuda universumi madalat entroopiat universumi alguses selgitada, siis pole kindlust, et entroopia kasv pole ajutine nähtus, mis mingil suvalisel hetkel muutub: entroopia hakkab kahanema-kasvama näiliselt suvaliselt. (Price, 1996: 17-18)

Edasi tuleneb siit ka teine probleem, kuna entroopia kasv on tõenäoline, siis on veel ka võimalik ja Poincaré teoreemi järgi kindel, et mingil hetkel hakkab entroopia suletud süsteemis langema, võides jõuda madala entroopia seisundini. (Price, 1996: 30–33) Poincaré teoreemi järgi suletud ruumis süsteem naaseb oma suvalisse algseisundisse, kui selleks on piisavalt kaua aega. Tõestus niisuguseks väiteks põhineb Hamiltoni funktsioonil (H): Hamiltoni funktsiooni kasutatakse klassikalise mehaanika raames süsteemi koguenergia (kineetilise ja potentsiaalse energia summa) väljendamiseks. 1) $\frac{dx_i}{dt} = \frac{dH}{dp_i}$ ja selle ümberpööratud kuju 2) $\frac{dp_i}{dt} = -\frac{dH}{dx_i}$ on Hamiltoni võrrandid, mida kasutatakse liikumise kirjeldamiseks – need on deterministlikud võrrandid, kus üks olek määrab ära süsteemi mineviku ja tuleviku. Osakese puhul kehtiv võrrand $H = \frac{p^2}{2m}$, millest tuleneb, et 1) puhul $\frac{dx}{dt} = \frac{p}{m}$ ja 2) puhul $\frac{dp}{dt} = 0$, mis kirjeldavad osakese liikumist. Süsteemide ehk paljude osakeste puhul on Hamiltoni funktsioon kujul $H = \sum \frac{p_i^2}{2m_i} + V(x_1, \dots, x_{3N})$, kus V viitab potentsiaalsele energiale, mis sõltub osakeste asukohtadest x_1, \dots, x_{3N} , ja $\frac{p_i^2}{2m_i}$ kineetilisele energiale. Koos valemitega $\frac{dx_i}{dt} = \frac{p_i}{m}$ ning $\frac{dp_i}{dt} = -\frac{dV}{dx_i}$ moodustab Hamiltoni funktsioon kokku Newtoni teise seaduse $F = -\nabla V$, kus F (ehk $\frac{dp}{dt}$) on potentsiaalse energia (V) negatiivne gradient (∇). Teame lisaks ka, et $F = ma = m \frac{dv}{dt} = m \frac{d^2x}{dt^2}$, kus m on mass ja a on kiirendus ja v kiirus, ehk $ma = m \frac{d^2x}{dt^2}$ ja saame $m \frac{d^2x}{dt^2} = -\nabla V$ ning kuna antud valemis on aja kahekordne integreerimine, kus kõigepealt 1-st integreeritakse t (kuna t tuletis on 1) ja sellest omakorda $\frac{t^2}{2}$ (2 on konstant, mis ei mõjuta aja väärtust), siis saame aja väärtuseks valemis t^2 , mispuhul pole aja suund $+t$ või $-t$ süsteemis oluline ehk seadus on ajaliselt sümmeetriline, sest $(+t)^2 = (-t)^2 = t^2$. Süsteemi täielikku

seisundit kujutatakse punktina 6N-mõõtmelises süsteemis ja kui kujutame selles voolamist, siis saame, et kogu välja voolamine igast suvalisest punktist on null. (Albert, 2000: 73–76) See tähendab, et meil pole võimalik eristada aja noolt, kuna entroopia muutus füüsilises maailmas pole asümmeetriline, mistõttu pole võimalik entroopia sümmeetria põhjal seletada aja asümmeetriat.

1.2. Vastus termodünaamika vastuargumendile

Genealoogia probleemi ületuseks tuleb selgitada madala entroopia seisundit universumi minevikus ja seeläbi õigustamaks entroopia kasvu kindlust – et pole tegu juhusliku fluktuatsiooniga –, millel põhineb antud aja noole käsitus. Probleemi lahenduseks võetakse kasutusele kaasaegne kosmoloogia käsitus Suurest Paugust, mille järgi sai universum alguse Suure Pauguga, mis polnud kaootiline, vaid unikaalne homogeenne ehk sile seisund – madala entroopia seisund, pärast mida on entroopia kasvanud. Homogeense seisundi ebatavalisus ning tõestus seisneb gravitatsioonis ja praeguses galaktikate olemasolus. Gravitatsiooni oleks materia mitte-siledas universumi algseisundis tõmmanud kokku mustadeks aukudeks, kuid liiga siledas universumis poleks galaktika suurusteks kuhjadeks, mis meie universumis toimus, materiat kokku tõmmatud. (Price, 1996: 78-79) Aja noole suund entroopia kasvu suunas oleks antud Suure Pauguga universumile omane. Lahtiseks jääb küsimus, mis teistes universumites võiks aja suunaks olla: vähemalt entroopia kahanemine näib võimalik, kui universum mingil põhjusel algaks kõrge entroopia seisundist või entroopia seisund ei muutuks? Samuti jääb seletamata, miks universum polnud liiga sile ega tõmbunud kokku mustadesse aukudesse, vaid teatud-sobival määral siledas algseisundis – tõenäosus niisuguseks seisundiks on $\frac{1}{10^{10^{123}}}$. Teame, et füüsika seadused on sümmeetrilised, mis tähendab, et kui universumi algseisund on sile, siis peaks olema ka lõppseisund sile, kui universum kokku tõmbub. Universumi kokku tõmbumine toimub gravitatsiooni mõjul ja tekivad mustad augud ehk mitte-sile universum: antud käsitus aga pole kooskõlas sümmeetrilise füüsikaga. Probleem madala entroopia algseisundist taandatakse probleemile, kuidas on võimalik aja nool, kui entroopia hakkab kahanema. (Price, 1996: 80–83, 104-105)

Entroopia kahanemise ette kujutamiseks ei pea me teisi universumeid kujutlema, vaid keskenduma oma universumi tulevikule, kus mingil hetkel hakkab entroopia kahanema. Entroopia kahanemise

selgitamiseks ja sümmeetrilise füüsika ning sileda alg- ja lõppseisundi ühendamiseks toob Price kasutusse Thomas Goldi universumi mudeli, mille järgi universumi paisumine suurendab maksimaalse entroopia suurust, mistõttu entroopia suureneb kuniks vähemalt maksimaalse entroopia suurusega universum on saavutatud. Kui niisugune eeldus kehtib, siis sümmeetriline – nagu eelnevas peatükis mainitu – füüsika tingib madala entroopia seisundi, mis on sile, ka universumi lõpus, kus universum on hakanud kokku tõmbuma ja entroopia kahaneb. (Price, 1996: 46, 81) See tähendaks, et „Kiirgus koonduks tähtedele, õunad koguneksid kompostihunnikutes ja hüppaksid puudele ning humanoidid kerkiksid omaenda tuhast, kasvaksid nooremaks ja jääksid sündimata.“ (Price, 1996: 100) Antud juhul on universum sümmeetriline terviklikult, kuid aja asümmeetria jääb alles entroopial põhinevana, võimaldades aja noole olemasolu ka entroopia kahanemisel, mispuhul aja noole suund muutub minevikust-olevikku-tulevikku suunatust entroopia kasvul tulevikust-olevikku-minevikku suunatuks entroopia kahanemisel.

Siiski on probleeme ka Goldi mudeliga. Esimene probleem on, et Goldi mudeli järgi peaks entroopia kasvama samaaegselt universumi maksimaalse entroopia potentsiaali kasvuga, kuid niisugune väide pole kindel. On liikumisseadusi, nagu Newtoni liikumisvõrrandid, mida eelmises alapeatükis mainiti, mis lubavad olekuid, kus universumi raadius kasvab, kuid entroopia kahaneb, või vastupidi David Alberti järgi. See tähendab, et entroopia kasv-kahanemine ei tulene universumi paisumisest ega kokku tõmbamisest ehk Goldi mudel ei selgita entroopia muutust. (Albert, 2000: 90)

Lahenduse neile probleemidele pakub Price välja Archimedese (vaate-)punkti ehk vaade eikunagilt (*view from nowhen*) (Price, 1996: 114). Argument põhineb tõdemusel, et füüsikale põhinedes ei suudeta adekvaatselt selgitada aja noole olemasoluks vajalikku asümmeetriat, mistõttu on vajalik võtta omaks ajatu seisukoht: punkt väljaspool aega, mis on vaba inimlikest moonutustest – need tulenevad asjaolust, et oleme ajas olevad olendid –, seega on vaja vaadet eikunagilt. Niisuguse vaate puhul eemaldame inimeste endi ajalise perspektiivi iseärasused, nagu entroopia kasv kogu universumi ulatuses. (Price, 1996: 4, 21) Vaade eikunagilt lahendaks Goldi mudeli veidruse, kus aeg liiguks vastassuunas entroopia kahanemisel – aja nool oleks endiselt entroopia kasvu suunas inimese vaatepunktist, isegi kui pole seda universumi terviku vaatepunktist (Price, 1996: 100–103). Samasugune lahendus näib sobivat ka entroopia kasvu määramisele universumi kasvuga probleemile Goldi mudelis. Kuna vaates eikunagilt pole entroopia muutus oluline universumi

terviku puhul, vaid inimese vaatepunktist, ei vaja selgitus entroopia muutus universumi terviku puhul – vastus jääb lahtiseks –, vaid inimese vaatepunktist, kust entroopia on mõõdetav soojushulkadega. Inimlikust vaatepunktist saame soojushulka mõõta ehk määrata entroopia muutust termodünaamika seadustega (Kisman, 2016).

Alles jääb siiski probleem Goldi mudeliga, et entroopia ei kahane ainult universumi kahanemisega, vaid kahanemine on võimalik universumi lokaalses osas samaaegselt universumi paisumisega. Niisugune lokaalne kahanemine leiab aset mustades aukudes, kus leiab aset universumi kahanemisega sarnane kokku tõmbamine gravitatsiooni tõttu – peaks toimuma lokaalne aja tagasi liikumine. Tekib küsimus, mis juhtub entroopia kasvu ja kahanemise piirijoonel – kas seal asuv süsteem asub ainult ühe või mõlema entroopia muutuse osal. (Price, 1996: 100–104)

Kokkuvõtteks on üheks viisiks selgitada aja noolt B-seeria entroopia kasv – varasem sündmus on madalama entroopiaga kui hilisem, mis puhul aja nool on suunatud entroopia kasvu suunas. Niisugune käsitlus on võimalik meie universumis, kuna universum algas Suure Pauguga, mis oli unikaalne madala ja ühtlaselt jaotunud entroopiaga sile seisund. Sümmeetriliste füüsikaseaduste järgi hakkab entroopia tulevikus kahanema, mis Goldi mudeli järgi toimub universumi kokku tõmbumise siledasse seisundisse. Goldi mudeli probleemiks jääb, et entroopia muutus ei pruugi olla kooskõlas universumi suuruse muutusega, mistõttu pole entroopia muutus selgitatud. Lahenduseks on mitte vajada selgitada entroopia muutust kogu universumi olemasolu puhul, mistõttu võetakse kasutusele „vaade eikunagilt“ inimliku moonutuse eemaldamiseks, mille vaatepunktist ei oleks aja nool universumi terviku sümmeetrilise entroopia omadus, vaid inimlikust perspektiivist tajutava asümmeetrilise – väike inimesele hoomatav osa terviklikust sümmeetrilisest – entroopia omadus, mis on lõplikult selgitatav inimlikust vaatepunktist kehtivate termodünaamika seadustega.

2. Põhjuslikkuse asümmeetria aja nool

Leibnizilt pärineva argumendi järgi tuleneb aja nool põhjus-tagajärje seosest: kui sündmus e_1 põhjustab e_2 , siis on e_1 varasem kui e_2 (Bardon, 2013: 116-117). Täpsemini on Edward Jonathan Lowe kirjeldanud tänapäevast argumenti aja asümmeetria seletamiseks põhjuslikkuse asümmeetriaga: kui sündmus e_1 on varasem kui sündmus e_2 , siis e_1 põhjuseks ei ole sündmus e_2 . Sündmus e_1 on varasem kui e_2 siis ja ainult siis, kui e_1 on sündmuse e_2 potentsiaalne põhjus. See tähendab, et nende sündmuste vahel on võimalik olla (suunatud) seos, mis on oluline, kuna eksisteerib sündmusi, millel ei pruugi olla ühtegi põhjust või tagajärge, nagu Suur Pauk, kuid mis peavad sellegipoolest kuuluma ühtsesse ajalisse järjestusse. Lowe eeldab, et metafüüsiliselt on võimatu, et tagajärg eelneks ajaliselt oma põhjusele, mis välistab tagurpidi põhjuslikkuse kui võimaliku nähtuse. (Lowe, 2002: 329-330)

Niisugune põhjuslik aja käsitlus on kooskõlas McTaggarti B-seeriaga, kuna põhjus-tagajärg sündmuste vaheline seos on alatine – ei toimu sündmuse üleminekut tulevikust olevikku ega olevikust minevikku. Kui sündmus e_1 on põhjuslikult seotud sündmusega e_2 , siis on suhe staatiline. Antud juhul ilmneb ka aja nool, kuna e_1 -le antud põhjuslik omadus on seotud sündmuse e_2 tagajärjeliku omadusega asümmeetriliselt: liikumine on alati suunatud põhjusest tagajärje poole, mitte vastupidi, mistõttu on ajal kindel suund ehk asümmeetria ja tekib aja nool.

2.1. Põhjuslikkuse asümmeetria vastuargument

Põhjuslikkuse asümmeetria seletus aja noolele seisab silmitsi kahe peamise probleemiga: definitsiooni tsirkulaarsus ja tagurpidi põhjuslikkuse loogilise võimalikkusega.

Esimese probleemina käsitleme definitsiooni tsirkulaarsuse probleemi. Probleem ilmneb, kui mõtleme, kuidas põhjuslikkus on defineeritud: „põhjus **eelneb** tagajärjele“ – juba põhjuslikkuse defineerimisel kasutame aja asümmeetriat, varasust (ajalist terminit „eelneb“). Tekib küsimus, mida peaksime põhjuslikkuse definitsioonis kasutatud asümmeetrilise aja(-termini) defineerimiseks kasutama, säilitamaks asümmeetriat põhjuse ja tagajärje vahel ilma ajalist terminit

kasutamata. Kui pole võimalik aja või põhjuslikkuse asümmeetriat üksteiseta selgitada, siis muutub põhjuslik aja asümmeetria tautoloogiaks: aja asümmeetria (aja nool) põhineb põhjuslikkuse asümmeetrial (põhjus-tagajärg), mis omakorda põhineb aja asümmeetrial (eelnejärgneb), mille asümmeetria peaks tulema põhjuslikkusest ehk kordaks ennast. (Lowe, 2002: 330) Selgitus pole adekvaatne, kuna kasutatakse tautoloogilist tõestust asümmeetria jaoks, mis eeldab seda, mida tõestada tahetakse. Niisuguse põhjuslikkuse definitsiooni kasutab Hume, kelle definitsioon põhjus-tagajärje jaoks nõuab ühe punktina nende ajalist kõrvuti paiknemist (Hume, 2017: 116).

Teine probleem on tagurpidi põhjuslikkuse loogilise võimalikkuse probleem. Kuigi esmapilgul võib kogemusele toetudes tunduda võimatu, et põhjus ei ole alati varasem kui tagajärg, ei ole põhjuse **järgnemine** tagajärjele loogiliselt välistatud. (Lowe, 2002: 330-331). Niisugune olukord võib leida aset kvantseisundite määramises, kus footoni praegune olek sõltub tema tuleviku olekust (Price, 1996: 174). Kui nendime niisuguse põhjuse-tagajärje suhte võimalikkust, isegi kui seda kunagi ei koge, siis pole põhjus-tagajärg suhe enam olemuselt asümmeetriline, millele saaksime aja noolt põhineda.

2.2. Vastus põhjuslikkuse asümmeetria vastuargumendile

Esimeseks lahenduseks on võtta käsitlusele teistsugune viis aja asümmeetriat tuletada põhjuslikkusest. Aja asümmeetria pole enam kõigi põhjus-tagajärje seoste samasuguse asümmeetria suund, vaid **enamiku** põhjuslikkuse asümmeetria suund. Tagajärjele järgneva põhjuslikkuse probleem laheneks, kuna tagantjärele põhjus oleks erand ning tagajärjele eelnev põhjus oleks enamiku põhjus-tagajärg suhete puhul kehtiv seos, mis annaks ajale suuna. (Lowe, 2002: 330-331)

Tagurpidi põhjuslikkuse lahendus seisneb põhjussuhte sisemises – mitte-ajalises – tunnuses, mis ei vaja ajalist selgitust. Kui sündmused pole üksteisega paratamatus põhjus-tagajärg suhtes, siis on need samaaegsed. E_1 sündmus on varasem e_2 -st, kui enamik e_2 -ga samaaegseid sündmusi on e_1 aegsete sündmuste tagajärjed. Siinpuhul jääb lahtiseks eelduse tõesuse kontroll: kas tagantjärele põhjustamise võimalikkuse kontrollimiseks on vaja apriorset metafüüsilist argumenti

(tsirkulaarne põhjus ajarännuga) või empiirilist kogemust – kontrollimatu. (Lowe, 2002: 331) Lahendus võib kehtida endiselt B-seerias, kuna kuigi kõigi põhjus-tagajärg suhete asümmeetria suund pole alati sama, on enamuse sündmuste suhe sama suunaline ehk staatiline. Aja asümmeetria põhinemine põhjus-tagajärg suhetel on endiselt võimalik, kuna enamuse põhjus-tagajärje asümmeetria suund on kindel pikema aja jooksul, mistõttu on ajal kindel suund üldiselt, isegi kui mõnes üksikul puhul on aja suund vastupidine üldisele.

Tsirkulaarsuse probleemi lihtsaimaks ületuseks on käsitleda põhjuse eelnemist tagajärjele primitiivsena – see ei vaja selgitust, sest tegu on fundamentaalse maailma osaga. (Lowe, 2002: 331) Teiseks viisiks probleemi ületada oleks võtta kasutusele järgmises peatükis lähedamalt käsitletav lähenemine aja noole selgitamiseks, milleks on antropoloogiline lähenemine. Antropoloogilise käsitluse järgi ei ole maailmas põhjus ja tagajärg asümmeetrilises suhtes, vaid nende asümmeetria tuleneb inimeste kui agentide perspektiivist. (Price, 1996: 131) See tähendab, et põhjuse eelnemine tagajärjele on inimlikust vaatest ilmnev seos, mis on põhjuslikkuse enda omadus.

Kokkuvõtteks, põhjuslikkuse asümmeetria tuleneb tõdemusest, et kui sündmus e_1 põhjustab e_2 , siis on e_1 varasem kui e_2 , tegu on staatilise asümmeetriaga, mis annab ajale kindla suuna ehk noole ning on püsivuse tõttu kooskõlas. Põhjuslikkuse asümmeetria probleemid seisnevad tsirkulaarsuses – põhjust defineeritakse eelnevusega tagajärjele – ja tagurpidi põhjuslikkuses – tagajärg võib eelneeda põhjusele. Tagurpidi põhjuslikkuse probleem lahendatakse väitega, et aja suuna määramiseks piisab enamiku põhjuslike seoste suunast: üksikud erandid ei muuda üldist põhjuslikkuse suunda. Tsirkulaarsuse probleemi ületuseks käsitletakse põhjuse eelnemist tagajärjele kui universumi fundamentaalset omadust või kui inimlikku kogemust. Jääb lahtiseks küsimus, kumb tsirkulaarsuse probleemi ületus on tõene või parem, sest mõlemad korraga tõesed olla ei saa – primitiivne seos ei saa olla põhjendatud inimliku kogemusega. Kuigi antropoloogiline ületus tundub rohkem põhjendatud ja sarnaselt vaatega eikunagilt ning IGUS süsteemi määratud aja noolega inimese psühholoogial põhinev, on maailmas fundamentaalseid seoseid, mis ei vaja selgitust, nagu $0 < 1$. Ei ole ilmselget põhjust, miks põhjuse eelnemine tagajärjele ei võiks olla üks maailma primitiivsetest seostest. Kuna primitiivne seos on lihtsamini, vähemate eelduste ja ekslike või ümber lükatavate järelduste-oletuse potentsiaaliga, kui inimese kogemusele toetumine, siis

tundub primitiivne seos olevat kahest valikust parem seletus selgitamaks põhjuse eelnemist tagajärjele.

3. Inimese kui infot koguva süsteemi aja nool

Antud peatüki olulisim termin on IGUS – informatsiooni koguv ja kasutatav süsteem (*information gathering and utilizing system*), antud puhul rakendatakse terminit ainult inimestele, kuid IGUS-t võib rakendada ka robotitele ja muudele bioloogilistele organismidele. IGUS on nagu kaamera, mis salvestab pildi P maailmast P_0 -st, ..., P_n -ni mällu ja loob nende põhjal maailmast skeemi. Skeem on kasulik maailma mudel, mis näiteks tiigri puhul sisaldab toidu, paariliste, vaenlaste asukohti ning P_0 -st, ..., P_n -ini olevast teabest tuletatud üldistusi. Tegutsemiseks kasutab IGUS eraldi protsessi, mis võtab sisendiks ainult uusima pildi, mis on salvestatud P_0 -s ja skeemis ning nende abil arvutab välja kõige tõenäolisema tuleviku ja otsustab, mida teha, põhinedes kulude-tulude analüüsil. Näiteks tiigri puhul, arvestades skeemil olevat maailmamudelit ja P_0 -s kujutatud nälga, võib IGUS süsteem tiiger arvutada, et joosta saagi püüdmiseks. (Callender, 2017: 232-233)

Aja nool IGUS süsteemist tuleb IGUS süsteemi informatsiooni asümmeetriast mälus: teame rohkem ja kindlamalt minevikust mälu salvestatud piltide, artefaktide ja üleskirjutuste kaudu, kuid tuleviku kohta on info vähene ja põhineb ebakindlatel ennustustel. IGUS süsteemil on pildid maailmas olevikust P_0 -st kuni mineviku P_n -ni, kuid mitte tuleviku kohta. Oleviku pilt P_0 uueneb pidevalt ajas regulaarselt. (Callender, 2017: 236–245) See on vajalik, kuna IGUS süsteem eksisteerib signaalide tihedas keskkonnas, milles toimimiseks on vaja – ning evolutsiooniga ka omandatud – võimet pidevalt luua olevikust pilte. Kuna inimestel on pikaajaline planeerimine vajalik on meil olemas püsiv mina ja kuna inimesed on sotsiaalsed olendid, kes suhestuvad enda ja teistega lugude kaudu, siis põhinedes asümmeetrilisel informatsioonil, loome endast loo, kus iga hetk oleme loo viimasel hetkel tegutsev tegelane. Niisuguse pidevalt kasvava loo kulgemise tajumine ongi antud puhul aja nool. (Callender, 2017: 304) Aja nool on ka kooskõlas B-seeriaga, kuna kõik konkreetsed pildid P_0 kuni P_n – hetked, mis moodustavad aja – on kõik muutumatus varasem-hilisem suhtes teineteisega: P_0 kuni P_n sisu ja n -i väärtus on alati muutuvad, kuid konkreetsed pildid, mis ühes hetkes pildi rea moodustavad, on alati samas suhtes teineteisega ja varasemad kõigi uute konkreetsete piltidega.

3.1. Inimese kui infot koguva süsteemi vastuargument

Peamine probleem IGUS süsteemil põhinevale aja noolele on selle illusoorus: aja noolt tajutakse mälu asümmeetriast – tegu on mälu pettega, mis määratleb füüsilist maailma. (Callender, 2017: 310) Kui aja suund on pelgalt mälu asümmeetriast tulenev piltide P_n kuni P_0 tajutav pete ega kirjelda füüsilist maailma, siis probleem väljendub kahel kujul: aeg ei seleta enam füüsilist maailma ja mälu ise on ebakindel.

Esmalt keskendume ilmselgeimale IGUS süsteemi poolt loodud aja noolele: aja nool pole füüsilist maailma kirjeldav ja on füüsilise arusaamaga ajast vastuolus. Tänapäeva füüsika suudab selgitada maailma ja teha ennustusi seal toimuva kohta ilma aja vooluta, mistõttu on aja vool võimalik vaid inimese enda kogemustest ilmnevas manifestses ajas (*manifest time*), mitte füüsilises ajas. (Callender, 2017: 23–26) Näiteks ei vaja aja noolt erirelatiivsusteooria, mille järgi on aeg olemas ainult suhtes kahe objekti vahel: aeg on vaatlusest. Liikuva rongi tagaotsast A ja esiotsast B võrdsel kaugusel asuv seisev vaatleja näeb mõlemat punkti tabanud välku samal ajal, sest valgus läbib võrdsed vahemaad. Rongi keskel asuv ja selle rongiga sõitev vaatleja aga näeb B punktis toimunud sähvatust varem kui A punktis toimunud, sest liigub B sähvatuse poole ja A punkti välgust eemale rongi kiirusega. Aeg on kiiruse ja vahemaaga selgitatud ega ole füüsiliselt olemas antud juhul. (Einstein, 2022: 26–30) Lisaks oleks niisugune käsitus aja noolest ekslik maailma kirjeldus – maailma täpsema kirjeldamise asemel hägustab aja nool arusaama maailmast: loome endale väärarusaama maailmast. (Rovelli, 2018: 26-27) See tähendab, et IGUS süsteemi poolt loodud aja nool on illusoorne – ei selgita füüsilist maailma, mida B-seeria kirjeldab.

Teine probleem on mälu ebakindlusest tulenev. Kui aja nool toetub mälestuste kogunemisele, siis tekib oht skeptilisuse ohtu. Siin kohal tuleb taaskord kasutusele võtta entroopia, mis endiselt alles füüsilises maailmas, ja selle kasvu. Entroopia seisundi muutumine ajas on määratud seadustega: „maailma praegune makrotingimus (maailma kui terviku suurus, kuju, mass, liikumine, temperatuur, rõhk ja ruumala – Newtoni mehaanika rakendus) + ühtlane mikrojaotus selle makrotingimuse ulatuses (üldistame maailmast välja üksikud termodünaamika seaduste rikkumised mikromaailmas) + liikumisseadused (Newtoni liikumisseadused $F=ma$)“. (Albert, 2000: 7, 23, 67, 114–116) Nende andmete-seaduste abil pole võimalik täpselt tuletada minevikus toimunut, mistõttu on andmed mineviku kohta vähe tõenäoliselt tõesed. Palju tõenäolisemalt on

tõene, et andmed on molekulide hetkelise fluktuatsiooni väljendus, mitte põhjustatu minevikus olnust. (Albert, 2000: 115-116) Andmed minevikust on vajalikud mälu – sellesse salvestatud piltide P_0 kuni P_n – tõesuse kontrollimiseks, mis antud juhul pole võimalik, kuna andmete enda tõesus vajab kontrolli. Kui me ei saa olla kindlad P_1 kuni P_n tõesuses, mille järjestusest aja nool moodustub, siis pole aja noole olemasolu antud juhul kindel: aja nool võib olla ajutine fluktuatsioon nagu mälestuski. See tähendab, et aja nool on ekslik, mistõttu pole põhjust aja noolt luua, kuna loodu oleks väär – mälestus ei vasta tõe – või ajutine – omane antud fluktuatsioonile –, kumbki nool poleks kooskõlas B-seeriaga, kus varasema-hilisema suhted on tõesed ja alatised. Oletame, et soovime moodustada aja noolt P_2 poole suunatud P_3 -st. Kui loodud aja nool on ajutine, siis ei oleks mälus olev pilt P_3 alatises seose P_2 -ga, kuna seos võidakse tühistada ehk mingi teine mälestus, nagu P_4 , võib tulevikus P_2 -ks saada ehk astub samasse suhtesse P_3 -ga, milles varem esialgne oli P_2 . Kui P_4 saaks uueks P_2 -ks, siis see pilt enam varasem kui P_3 , vaid hilisem – varasem-hilisem suhe pole alatine suhe. Mittekontrollitavatest mälu pilditest moodustatud aja noole puhul kaob pärast antud fluktuatsiooni pildi tõestus, mistõttu enam kindel need pildid P_0 -st kuni P_n -ni on kõik muutumatus varasem-hilisem suhetes kõigi teiste piltidega, mida B-seeria eeldab – antud aja nool pole võimalik B-seerias.

3.2. Vastus inimese kui infot koguva süsteemi vastuargumendile

Aja ja seeläbi aja noole illusoorisuse probleem ületatakse argumendiga ilmneva aja illusiooni kasulikkusest: manifestne aeg, võimaldamaks inimeste ellujäämist, on tekkinud kohastumuse tõttu inimestele sagedaste probleemide lahendamiseks. Mälu asümmeetriat, kus minevik on määratud ja tulevik on avatud, rakendatakse aja asümmeetria saamiseks samamoodi avatud tulevikuga ning määratud minevikuga, et suudaksime tuleviku plaane teha. Niisugune asümmeetria on oluline, et suudaksime pikaajalisi tulevikuplaane teha, kuna meil oleks kasulik keskenduda tulevikule, mida suudame kujundada, mitte minevikule, mida pole võimalik muuta – sellele ressursside kulutamine oleks raiskamine, mis ei soosiks ellujäämist. (Callender, 2017: 12–14, 18, 248)

Inimestel on tulevikku võimalik ette planeerida, kuna meil on selle üle võimu. Inimestel on selline võim olemas, kuna manifestne aeg on evolutsiooni kaudu seotud füüsilise maailmaga füüsiliste

haakepunktidega (*physical hooks*) – need on füüsikalised tunnused, mis aitavad seletada, miks me maailma ajaliselt just nii kogeme. Need haakepunktid pole aga piisavad manifestse aja tekkimise selgitamiseks, mille tekkimiseks on lisaks haakepunktidele vaja ka antud keskkonda evolutsiooni ja subjekti mäluga manifestses aja ja seeläbi ka aja nool tekkimiseks, mis on seotud füüsilise maailmaga. Kuna inimestel on võime tulevikku ette planeerida ehk mõjutada ja aeg on seotud füüsilise maailmaga, siis on füüsiline maailm mõjutatud IGUS loodud manifestsest ajast ja seeläbi aja noolest. See tähendab, et IGUS süsteemi loodud aja nool pole illusoorne, kuna selgitab füüsilises maailmas toimuvat. (Callender, 2017: 23, 305-306) Laheneb ka ebakindlal mälul põhinemise probleem, sest mäluga loodud manifestses ajas on võimalik teha kasulikke plaane tuleviku füüsilise maailma kohta, mis poleks kasulikud, kui pildid mälust pole tõesed, sest siis looksid mitte-tõesed andmed mälus eksliku ettekujutuse ja seetõttu ekslikud plaanid maailmast, mis ei võimaldaks ellu jäämist ehk pole kasulikud.

Kokkuvõtteks selgub, et IGUS süsteemi poolt loodud manifestne aeg suudab ületada tekkivad probleemid. Aja voolamise kindluse ja seeläbi aja noole põhinemine ebakindlal mälul probleem ületatakse argumendiga aja kindlast kasulikkusest tuleviku planeerimiseks. Aja noole illusoorse probleem ületatakse argumendiga IGUS süsteemi poolt loodud aeg avaldab inimeste tegevuste kaudu mõju füüsilisele maailmale ehk pole illusoorne.

Kokkuvõte

Käesolevas töös proovitakse ühildada McTaggartilt tulnud B-seeria aja noolega. B-seerias on tuleviku ja mineviku sündmused teineteisega staatilises suhtes ehk mineviku-tuleviku sündmused on korruga olemas. Aja nool kirjeldab sündmuste kindlat ühesuunalist ehk asümmeetrilist liikumist tulevikust olevikku ja edasi minevikku, olles suunatud tulevikku ehk mineviku hetkest saab oleviku hetk ja edasi tuleviku hetk, kuna sündmus liigub ajas vastassuunas. Tekib konflikt, kuidas saab sündmuste muutusel põhinev aja nool eksisteerida staatilises sündmuste vahelise suhtega B-seerias.

Üheks viisiks selgitada aja noolt B-seerias on entroopia kasv, mille puhul varasem sündmus on madalama entroopiaga kui hilisem, antud juhul ilmneb aja nool, mis on suunatud entroopia kasvu suunas. Antud käsitlus on B-seeriaga kooskõlas, kuna sündmuste füüsilisel omadusel – entroopia – on asümmeetria, mille suunatus entroopia kasvu suunas annab ajale noole. Entroopia põhinev asümmeetria seisab silmitsi kahe peamise probleemiga: miks kasvab entroopia – vajab kinnitust, et tegu pole juhusliku nähtusega – ja kuidas on aja noolel võimalik entroopia kasvul põhineda, kui tulevikus hakkab entroopia kahanema – vajab selgitust, sest kui entroopia hakkab tulevikus kahanema pole entroopia enam asümmeetriline, vaid on sümmeetriline ehk pole võimalik enam aja noolt määrata. Entroopia kasvu selgitatakse universumi algust madala ja ühtlaselt jaotunud entroopiaga: universum algas Suure Pauguga, mis oli unikaalne madala ja ühtlaselt jaotunud entroopiaga ehk siledas seisundis. Entroopia hakkab sümmeetriliste füüsikaseaduste järgi tulevikus kahanema, lahenduseks võetakse kasutusele Goldi mudel, mille järgi toimub universumi kokku tõmbumise tõttu entroopia kahanemine universumi algusega samasse siledasse seisundisse. Goldi mudeli probleemiks jääb võimalus, et entroopia muutus ei ole vastavuses universumi suuruse muutusega, mistõttu pole entroopia muutus selgitatud. Lahenduseks on mitte vajada entroopia muutuse selgitust kogu universumi olemasolu puhul, mistõttu võetakse kasutusele „vaade eikunagilt“, millest vaatepunktist ei ole aja nool universumi terviku omadus, vaid inimlikust perspektiivist tajutav asümmeetriline omadus, mis on lõplikult selgitatav inimlikult kindlalt määratud termodünaamika seadustega.

Teine viis aja noolt B-seerias selgitada on Leibnizilt pärineva põhjuslikkuse asümmeetriaga, mille järgi sündmus e_1 põhjustab e_2 , mispuhul on e_1 varasem kui e_2 – tegu on staatilise asümmeetriaga, mis annab ajale kindla suuna põhjuselt tagajärje poole, mis on sündmuste suhte püsivuse tõttu kooskõlas B-seeriaga. Põhjuslikkuse asümmeetria probleemid seisnevad tsirkulaarsuses – põhjust defineeritakse eelnevusega tagajärjele ehk ajaliselt – ja tagurpidi põhjuslikkuses – tagajärg võib eelneeda põhjusele. Tagurpidi põhjuslikkuse probleem lahendatakse väitega, et aja suuna määramiseks piisab enamiku põhjuslike seoste suunast: üksikud erandid ei muuda suunda. Tsirkulaarsuse probleem laheneb põhjuse eelnemise tagajärjele käsitlemisega kui universumi primaarse omadusena, mis ei vaja selgitust, või kui inimese vaatepunktist ilmnev seos ehk kirjeldus, mitte põhjus-tagajärje enda vahelise seose definitsioon.

Kolmandaks aja noole viisiks B-seerias on psühholoogiline asümmeetria: IGUS süsteem, mille alla inimene kuulub, loob endast pidevalt salvestatud mälopiltide abil loo, kus ta ise on iga hetk loo viimasel hetkel. Antud lugu on pidevalt kasvav ning selle loo kulgemise tajumine on asümmeetriline, andes ajale noole inimese loodud manifestses, mitte-füüsilises ajas. Aja noole põhinemine ebakindlal mälu probleem ületatakse argumendiga manifestes aja kasulikkusest – vajalik inimeste ellu jäämiseks –, mis vajab kindlat mälu. Aja noole illusoorse probleem füüsilise maailma kirjeldamiseks – psühholoogiliselt loodud aeg ei seleta füüsilist maailma – ületatakse argumendiga, et IGUS süsteemi poolt loodud aeg avaldub inimeste tegevuste kaudu mõjuna füüsilisele maailmale.

Kõik katsed põhjendada aja noole olemasolu B-seerias jõuavad lõpuks seisukohale, et aja nool ilmneb inimese psühholoogia kaudu. Entroopia kasvul põhinev aja nool satub raskustesse entroopia esialgse kasvu ja tulevikus toimuva kahanemise selgitamisega, mille ületamiseks võetakse kasutusele inimlik vaatepunkt, mis ei ulatu tulevikku, kus entroopia kahaneb. Põhjuse-tagajärje ajalisel järjestusel põhinev aja nool tuletab niisuguse järjestuse inimlikust kogemusest. IGUS süsteemil põhinev aja nool on manifestses ajas, mitte füüsilises ajas, kus aja noolt ei proovitagi tõestada. Nimetatud käsitlustes on aja nool võimalik B-seerias, kuid sellised aja nooled on võimalikud vaid koos inimese psühholoogiaga. Probleemiks on, et B-seeria ei formuleeritud kirjeldama ainult inimese kogetavat aega, vaid maailma kui terviku aega, mida ükski eelmainitud lahendus kui inimesest lähtuv pole suutnud teha – järeldub, et B-seerias pole aja nool võimalik. Antud järeldus põhineb eeldusel, et põhjuse eelnevus tagajärjele ei ole primitiivne maailma osa,

millega oleks võimalik selgitada B-seerias olevat aja noolt ilma inimeste psühholoogiata. Lahtiseks jääb ka võimalus, et vaatega eikunagilt või IGUS süsteemiga selgitatud aja nooled põhineva ekslikul ja ajutisele arusaamal füüsikast, mis ei suuda selgitada aja noolt ilma inimeseta, sest on võimalik, et täpsem-korrektsem arusaam ajast tulevikus selgitab aja noolt B-seerias ilma inimese vaatepunkti vajamata. Järeldub, et aja noole olemasolu B-seerias on võimalik, kui B-seeriale lisada inimpsühholoogia, eeldusel, et põhjuse eelnemine tagajärjele pole primaarne seos.

Kasutatud kirjandus

- Albert, D.Z. (2000) *Time and Chance*. Cambridge (Mass.): Harvard university press.
- Bardon, A. (2013) *A Brief History of the Philosophy of Time*. Oxford; New York: Oxford University Press.
- Callender, C. (2017) *What Makes Time Special?* Oxford: Oxford University Press.
- Einstein, A. (2022) *Eri- ja üldrelatiivsusteooriast (üldarusaadavalt)*. Tartu: Ilmamaa.
- Hume, D., Norton, D.F. and Norton, M.J. (2007) *A Treatise of Human Nature: a Critical Edition*. Oxford: Clarendon press (The Clarendon edition of the works of David Hume, 1–2).
- Lowe, E.J. (2002) *A Survey of Metaphysics*. Oxford: Oxford University Press.
- McTaggart, J.E. (1908) *The Unreality of Time*. *Mind, New Series*, 17(68), lk. 457–474.
- Price, H. (1996) *Time's Arrow and Archimedes' Point: New Directions for the Physics of Time*. New York Oxford: Oxford university press.
- Rovelli, C. *et al.* (2018) *Aja kord*. Tallinn: Ühinenud Ajakirjad.
- Kirsman, Enn. (2016) *Soojusnähtused. Füüsika põhivara*. Kättesaadav: <https://opik.kirsman.ee/gymna/g5/soojusnahtused/> (Kontrollitud: 28 aprill 2026).

Summary

The arrow of time in the B-series

This thesis attempts to reconcile McTaggart's B-series with the arrow of time. McTaggart introduced the B-series, in which future and past events are in a static relationship, i.e. past and future events exist simultaneously in an unchanging relation to each other. The arrow of time describes a certain one-way, i.e. asymmetric movement of events from the future to the present and onward to the past, the arrow itself being directed towards the future. A conflict arises between B-series and the arrow of time because the movement of events from the future to the past in the arrow contradicts the static nature of events in the B-series.

The thesis argues for the possibility of the arrow of time in B-series. One way to explain the arrow of time in the B-series is with the increase in entropy: an earlier event has a lower entropy than a later one, in which case the arrow of time appears with the direction towards the direction of increasing entropy. Another way to explain the arrow of time in the B-series is with the asymmetry of causality, according to which if an event e_1 causes e_2 , in which case e_1 is earlier than e_2 – this is a static asymmetry, which gives time a definite direction from cause to effect, which is consistent with the B-series due to the constancy of the relationship of events. The third way for the arrow of time in the B-series is through psychological asymmetry: the IGUS system, which can be a person, creates an arrow of time from a constantly increasing memory of itself. It is concluded that the arrow of time in the B-series is impossible without the addition of human psychology, provided that a cause preceding its consequence is not a primitive connection.

Annotatsioon

Käesolev töö analüüsib aja noole võimalikkust B-seerias. McTaggarti B-seeria kohaselt eksisteerivad mineviku ja tuleviku sündmused üheaegselt muutumatus seoses, samas kui aja nool tähistab sündmuste asümmeetrilist kulgu tulevikust minevikku. Töös püütakse B-seeria ja aja noole ühitada, argumenteerides, et aja nool B-seerias on võimalik. Selle tõestuseks esitatakse kolm võimalust: entroopia kasv – aja suund ühtib entroopia kasvuga –, põhjuslikkuse asümmeetria – põhjuse eelnemine tagajärjele annab aja suuna põhjusest tagajärjele – ning psühholoogiline asümmeetria – infot koguvad süsteem ehk IGUS loon aja noole pidevalt täieneva mälu kaudu. Töö järeldeb, et aja noole olemasolu võimatus B-seerias on võimalik, kui B-seeriale lisada inimpsühholoogia, eeldusel, et põhjuse eelnemine tagajärjele pole primaarne seos.

Märksõnad: filosoofia, B-seeria, aja nool, aja asümmeetria

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Oliver Roio,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose „Aja nool B-seerias“, mille juhendaja on Bruno Mölder, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 4.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Oliver Roio

18.05.2026