

TARTU ÜLIKOOL  
FILOSOOFIA JA SEMIOOTIKA INSTITUUT

Carel Kivimaa

**Presentism ja erirelatiivsusteooria**

Bakalaureusetöö filosoofia erialal

Juhendaja: vanemteadur Bruno Mölder (PhD)

TARTU 2013

## SISUKORD

SISUKORD.....	2
SISSEJUHATUS.....	3
1. Ajateooriad.....	5
1.1. Presentism ja eternalism .....	6
2. Einsteini erirelatiivsusteooria.....	11
2.1. Einsteini teooria presentismi välistavad tulemused.....	12
2.1.1. Sündmuste samaaegsuse suhtelisus.....	12
2.1.2. Aja dilatatsioon .....	14
2.1.3. Pikkuste suhtelisus .....	16
2.2. Erirelatiivsuse täiendused.....	19
2.2.1. Lorentzi teisendused.....	21
2.2.2. Minkowski maailm.....	23
3. Presentismi rehabiliteerimine.....	26
KOKKUVÕTE.....	33
KASUTATUD KIRJANDUS .....	34
RESÜMEE .....	36
SUMMARY .....	37

## SISSEJUHATUS

Relatiivsusteooria on tänapäeva füüsika üks nurgakive. Sellel teorial on kaks osa: erirelatiivsusteooria ning üldrelatiivsusteooria. Esimese avaldas Einstein 1905. aastal artiklis „Liikuvate kehade elektrodünaamikast“. Üldrelatiivsuse esitas ta 1916. aastal. Esimene kirjeldab ühtlast ning sirgjoonelist liikumist ning teine on erirelatiivsuse üldistus, mis taandab gravitatsiooni aegruumi kõverustele. Metafüüsilisest vaatepunktist on eriti huvipakkuv just erirelatiivsusteooria, sest selle relatiivsuspostulaadist saab tuletada ontoloogilisi väiteid aja kohta.

Presentism on aja metafüüsikas vaade, mis on ehk kõige paremini vastavuses meie igapäevase ettekujutusega ajast. Nimelt presentismi järgi eksisteerib vaid olevik, tulevikku veel ei eksisteeri ning minevikku enam ei eksisteeri.

Nende kahe teooria seisukohad aja metafüüsiliste omaduste kohta on teineteist välistavad. Selles töös analüüsin, milles see vastuolu seisneb ning kumb teooriatest omab tugevamaid argumente. Einsteini teooria on tänapäevase füüsikalise maailmapildi üks alustest ja seega võib tunduda, et sellega fundamentaalsel tasandil vastuolus olevad teooriad on kindlasti ekslikud. Huvitav on see, et siiski leidub filosoofe, kes ennast presentistideks peavad ning püüavad neid kahte seisukohta lepitada. Üks aktiivsemaid on William Lane Craig, kelle argumente hindan kolmandas peatükis.

Töö on jagatud kolme suuremasse peatükki. Esimese osa eesmärk on esiteks tutvustada üldiselt ajateooriaid ning teiseks anda ülevaade presentistlikust aja metafüüsikast, selle tugevatest ja nõrkadest külgedest, võrreldes presentismi tema vastaspositiooni eternalismiga. Teine peatükk keskendub Einsteini erirelatiivsusteoriale. Selles osas peaks selgeks saama milles konkreetselt erirelatiivsusteooria ning presentismi vastuolu seisneb. Teine pool teisest peatükist annab ülevaate erirelatiivsuse matemaatilisest küljest, mis selgitab erirelativistliku maailmapildi erinevust traditsioonilisest ning on oluline ka presentismi rehabiliteerimistaktika kontekstis. Kolmandas peatükis esitan Craigi lahenduse presentismi

Kivimaa, Presentism ja erirelatiivsusteooria.

rehabiliteerimiseks ning üritan näidata, et tema privilegeeritud taustsüsteemi postuleerimise taktika ei ole õnnestunud.

## 1. Ajateooriad

Oma 1908. aastal ilmunud artiklis „Aja ebareaalsus“ rääkis J. M. E. McTaggart (McTaggart 2003) kahest viisist kuidas eristada ajalisi positsioone. Esiteks saame me rääkida igast positsioonist kui varasemast või hilisemast teiste ajaliste positsioonidega võrreldes. Näiteks aasta 2013 on varasem kui aasta 2014 ning 2014 hilisem kui aasta 2012. Sellised eristused on püsivad. Teiseks saame me rääkida igast positsioonist kui minevikus, olevikus või tulevikus asuvast sündmusest. Selle järgi oleks 2012 minevik, 2013 olevik ning 2014 tulevik. Seega on sellised eristused dünaamilised. Iga punkt ajas liigub tulevikust oleviku ning sealt minevikku. Esimese nimetab McTaggart B-seeriaks (ajavormitu) ning teise A-seeriaks (ajavormiline). Need on aja metafüüsikas kaks kategooriat, mis koondavad enda alla kõik aja teooriad. Kõik metafüüsilised teooriad, mis püüavad seletada aega sellisena, nagu see on, jagunevad ajavormilisteks või ajavormituteks teooriateks.

Ajavormitute teooriate järgi on kõik ajad võrdselt reaalsed ja nii on ka kõik objektid, mis nendes asetsevad. Näiteks on Platon sama reaalne tegelane nagu minagi. Ajavormitute teooriate järgi ei eksisteeri aja möödumist tulevikust olevikku ning olevikust minevikku. Seega peaksime me mõtlema, et objektid on teineteisega varem kui, hilisem kui ning samaaegne kui suhtes. Objektid ei muuda oma asukohta B-seerias: kui sündmus e on varasem kui sündmus a, siis on e alati varasem kui e (Bourne 2006: 3-4).

Ajavormiliste teooriate järgi ei asu sündmused ajas fikseeritult, vaid on pidevas liikumises. Igal sündmusel on A-omadused: tulevikulisus, minevikulisus ja olevikulisus. Aja möödumist kirjeldatakse kui iga aja järjestikust, erineva A-omaduse omamist (Carroll, Markosian 2010: 161).

## 1.1. Presentism ja eternalism

A-teooriatest tuntuim on presentism. Presentismi järgi on kõik olevik. Ehk kõik, mis päriselt eksisteerib, asub olevikus ja seega omavad vaid olevikusündmused õigust eksistentsile. Mineviku sündmused eksisteerisid kunagi, kuid enam mitte, samuti hakkavad tuleviku sündmused eksisteerima, kuid seni nad veel ei eksisteeri (Savitt 2005: 1523). Seega antakse olevikule presentismi järgi privilegeeritud staatus. Nagu öeldud, saab McTaggarti järgi sündmustest rääkida ja neid kirjeldada A-teooriast lähtuvalt (ajavormiline viis: tulevik, olevik, minevik) või B-teooriast lähtuvalt (ajavormitu viis: kirjeldatakse sündmuse varasemhilisem suhtest või samaaegsusest lähtuvalt). Presentismi järgi on A-seeria fundamentaalsem kui B-seeria. Presentistid usuvad, et ajaline diskursus vajab ajavormide kasutamist. B-teooria järgi saab ajalised väljendid või keele, milles aega kirjeldatakse, taandada ajatutele faktidele (Smith, Oaklander 2005: 65).

Presentismi otseseks vastaspositsiooniks oleks ajavormitu eternalism. Eternalismi järgi eksisteerivad kõik sündmused ajas (nii mineviku-, tuleviku- kui ka olevikusündmused) objektiivselt sama ontoloogilist staatust omades. Seega ükski sündmus, olgu ta ajaliselt teisest ees –või tagapool, ei oma privilegeeritumat staatust võrreldes teistega. Objektiivselt asuvad kõik sündmused staatilisel ajateljel ning see, kas mingi sündmus on tulevikus, olevikus või minevikus, oleneb asukohast, millest lähtuvalt sellele ajateljele lähenetakse. Ajaline kohalolu pole eternalismi jaoks sugugi erilisem kui ruumiline kohalolu (Savitt 2005: 1524).

Üheks presentismi tugevaks küljeks on see, et presentistid suudavad säilitada meie tavamõistuslikke arusaamu reaalsuse kohta. Näiteks tundub olevat küllaltki ilmne, et dinosauruseid pole olemas. Presentist on sellega täiesti nõus, sest dinosaurused olid küll kunagi olemas ja nad eksisteerisid täieõiguslikult, kuid seda umbes 200 miljonit aastat tagasi. Nüüd, 200 miljonit aastat hiljem, neid ei eksisteeri, eksisteerime meie ja kunagi pole ka meid, sest me jääme minevikku ning minevikku ei eksisteeri. Samuti on tavatunnetusele ilmne, et maallaste kosmosejaam Marsil aastal 2100 ei eksisteeri, ta küll võib saada reaalselt eksisteerivaks, kuid seda alles siis, kui aastast 2100 saab olevik.

Kivimaa, Presentism ja erirelatiivsusteooria.

Seega vastab presentism igati meie igapäeva intuitsioonidele, kuid eternalism pigem mitte, sest eternalist ütleks dinosauruste ja Marsil asuva kosmosejaama kohta, et nad eksisteerivad sama kindlalt ning reaalselt kui meie praegu, ainult et dinosaurused ja kosmosejaam asuvad meist erinevates ajalistes lõikudes. On selge, et selline arusaam on vastuolus meie tavamõistusliku arusaamaga reaalsusest.

Teine kuulus presentistide argument, mida samuti toetab meie igapäeva kogemus, tugineb inimeste hoiakutele erinevate sündmuste kohta lähtudes nende ajalisest positsioonist. Algselt pärineb selline argumentatsioon Arthur Priorilt (Prior 1959), kuid sellist lähenemist on kasutanud ka William Lane Craig artiklis „Tensed Time and Our Differential Experience of the Past and Future“ (Craig 1999). Artiklis väidab Craig, et ainult presentism saab ratsionaalselt seletada erinevaid hoiakuid erinevatesse sündmustesse, sest presentism eristab tulevikku, minevikku ning olevikku. Öeldes „tänu taevale, et see möödab on“ väljendab subjekt kergendust. Presentistliku metafüüsika järgi on selline kergendustunne täielikult õigustatud, sest sündmus, mis tekitab subjektis ebameeldivustunnet on minevikku liikudes lõpetanud eksisteerimise. Ebameeldiv sündmus, mis eksisteeris olevikus (nt hambavalu), on lausungi „tänu taevale, et see möödab on“ lausumise ajaks mitteeksisteeriv, ta on minevikus. Sama kehtib tuleviku kohta käivate hoiakute kohta Näiteks lausung „ma ei suuda jõule ära oodata“ väljendab ootust, kannatamatust või igatsust tulevaste jõulude vastu. Selline hoiak oleks õigustatud vaid siis, kui hetkel, mil selle lause lausuja end nii väljendab, jõule veel ei eksisteeri. Presentismi kohaselt see ka nii on, sest jõulud on tulevikus ja see tähendab, et neid pole olemas ning sellest ka igatsustunne millegi vastu, mis pole reaalsus, kuid saab reaalsuseks siis, kui tulevikust saab olevik. Presentismi järgi on meie sellised hoiakud erinevate mineviku -või tulevikusündmuste kohta õigustatud, sest minevikusündmuse ega tulevikusündmuse ei eksisteeri.

Tavaintuitsioonidest lähtuvalt oleks vasturääkiv kirjeldada selliseid hoiakuid eternalistlikust lähtekohast. Eternalist seletaks, et subjekti leevendustunne või igatsus millegi järele on tingitud meie omapärasest maailma kogemise viisist ning see ei vasta objektiivsele reaalsusele. Valu, mis tundub olevat möödab ning mille möödumise tõttu me leevendustunneme, eksisteerib siiski edasi, mulje, nagu valu enam ei oleks, on kõigest illusioon (Craig 1999: 520).

Eternalism ei luba dünaamilisust ega ajavormilisust. Kuigi tunnistatakse, et meie kogemus annab alust omistada sündmustele tulevikulisust, olevikulisust ja minevikulisust, ei

Kivimaa, Presentism ja eirelatiivsusteooria.

eksisteeri objektiivses reaalsuses selliseid omadusi. Tulevikulisus, olevikulisus ja minevikulisus omavad tähendust ainult subjektiivses mõttes. Näiteks inimeste jaoks kes elasid 100-aastat tagasi olid 1913. aasta sündmused olevikus ja praegused sündmused tulevikus ning samuti 100-aastat tulevikus elavate jaoks on 2113. aasta sündmused olevikus ning praegused sündmused minevikus. Eternalismi järgi ei ole ajaline saamine objektiivse reaalsuse osa, vaid lihtsalt viis, kuidas inimene aega ja maailma kogeb. Kõik sündmused asuvad ajateljel ning eksisteerivad samaväärselt. See, mis on olevik, on sellest, millise lõigu konkreetne subjekt sellel ajateljel hõivanud on. Nii on ka inimese elu pikkus just sellest, kui pika osa ta hõivab sellel ajateljel. Inimesed, kes peavad end koos olevikus olevaks, on sattunud oma ajalise ulatuvusega samale lõigule ajateljel (Carroll, Markosian 2010: 182-183).

Veel üheks presentismi eeliseks on see, et presentistid suudavad kirjeldada ajalist voolu või aja möödumist just sellisena, nagu see meie tavaarusaamade kohaselt on. Aeg tundub meile voolavat: sündmused ja asjad muutuvad ajas, saavad millekski muuks, tekivad ja hävivad (Dainton 2012: 125). Sellest ka Herakleitose kuuluis tähelepanek, et ühte ja samasse jõkke ei saa astuda kaks korda. Meile tundub, et reaalsus on pidevas liikumises ning kulgemises. Presentismi järgi on reaalselt eksisteeriv vaid olevik, seega on lihtne panna kogemust aja voolavusest selle teooria konteksti. Nimelt alustab igal hetkel eksisteerimist mingi ajaline lõik, mis kohe pärast olevikuks saamist hävib. Seega jõgi, kuhu ma astusin esimesel korral, on hävinenud selleks ajaks, kui astun sinna teist korda.

Eternalism on staatiline ajateooria ning selles pole kohta ajalisele voolavusele, olgugi et see meie kogemusele nii omane on. Eternalistid tunnistavad ka selle lihtsalt illusiooniks, millel ei ole tegeliku maailmaga mingit pistmist. Seega presentism toetub põhjalikult meie tavakogemusele, samal ajal kui eternalistid seda eksitavaks peavad (Dainton 2012: 125).

See, et eternalism välistab millegi, mis on küllaltki ilmne meie tavapärasele arusaamale maailmast ja seab kahtluse alla meie kogemuse vastavuse reaalsusele, on küllaltki ohtlik seisukoht, sest tegemist on skeptitsismiga meie tunnetuse suhtes. Kui võtta omaks seisukoht, et aeg inimese tavakogemuses ei vasta tegelikule reaalsusele, võib sellega liikuma pandud „skeptitsismi lumepall“ kontrollimatult kasvama hakata: kui meie tunnetus ei esita meile aega sellisena, nagu see reaalselt on, pole kindel, et meie tunnetus ka mõne teise valdkonnaga kooskõlas on. See võib aga kasvada globaalseks skeptitsismiks, mille järgi ei oleks meil oma tunnetuse kaudu üldse võimalik välise maailma kohta midagi teada saada. See oleks aga ilmselgelt soovimatu järeldus.



Kivimaa, Presentism ja erirelatiivsusteooria.

Kuigi presentismil on tugevaid külgi reaalsuse seletamisel, esineb tal siiski ka raskusi, millest mõned on suuremad kui teised. McTaggarti kuulsast artiklist „Aja ebareaalsus“ tuleb üks traditsiooniline A-teooriaid puudutav probleem. Steven Savitt on McTaggarti argumendi oma artiklis „Olemine ja millekski saamine tänapäeva füüsikas“ kokkuvõtnud järgnevalt:

„1) Ei saa olla aega, millel puuduks dünaamiline element (s.t. ilma et oleks olemas A-seeriat),

2) A-seeriat ei saa olemas olla, kuna oletus, et ta on olemas, viib vastuoluni.

Väidetav vastuolu seisneb järgnevas:

(A<sub>1</sub>) igal sündmusel peab olema mitu A-omadust /.../ või isegi nad kõik, samas kui

(A<sub>2</sub>) kuivõrd A-omadused on üksteist välistavad, ei saa neid ühelgi sündmusel olla enam kui üks.“ (Savitt 2005: 1526)

Järgmiseks raskuseks on see, et presentism ei suuda seletada mineviku sündmuste tõesust. Vähemalt ei suuda ta seda tõetagaja printsibiist (*The truthmaker principle*) lähtuvalt. Tõetagaja printsibi järgi peab selleks, et mingi väide oleks tõene, eksisteerima reaalsuses tõetagaja, mis teeb selle väite tõeseks (Tallant 2011: 1-16). Näiteks, kui ma ütlen: „pudel on laua peal“ siis selleks, et see väide tõene oleks, peab eksisteerima tõetagaja. Siin oleks tõetagajaks pudel, mis tõesti asub laua peal. Aga kui me tahame minevikusündmuse tõestada, näiteks, kui me tahame öelda, et dinosaurused olid olemas (eksisteerisid), satub presentist hätta, sest selle väite tõesuseks peab leiduma tõetagaja. Presentismi järgi minevikku ei eksisteeri ja seega ei saa sellist tõetagajat leida. Eternalist on siin palju soodsamal positsioonil, sest tema järgi on meie suhtes minevikusündmused sama reaalsed kui oleviku sündmused ning piisab viitamisest 200 miljoni aasta tagusele ajale (meie oleviku suhtes). Sellest raskusest välja saamiseks on presentistil kaks võimalust: kas leida põhjus ja viis tõetagaja printsipi modifitseerimiseks või leida mingi muu tõetagaja, milleks ei ole dinosaurused (Oaklander 2002: 74).

Viimaks probleem, mis minu arvates on presentismile kõige tõsisemaks väljakutseks. Nimelt ei ole presentism kooskõlas Einsteini relatiivsusteooriaga, täpsemalt selle erirelatiivsuse osaga. Nimelt räägib presentism üleüldisest „nüüd“ momendist. Kõik, mis eksisteerib, on olevikus. Igal hetkel eksisteerib vaid üks lõik sündmuse ja nad kõik asuvad olevikus. Minevik enam ei eksisteeri ning tulevik veel ei eksisteeri, seega saab olla vaid üks

Kivimaa, Presentism ja erirelatiivsusteooria.

olevik, kus kogu eksisteerimine toimuda saab. Erirelatiivsusteooria aga sellega nõus ei ole. Nimelt ütleb Einsteini teooria, et kahe üksteise suhtes liikuva subjekti jaoks on aeg erinev, pole olemas üldist samaaegsust. Erinevad positsioonid sarnanevad erinevate positsioonidega ruumis. Sellised tähelepanekud aja relatiivsusest on võimalikud küll ainult väga suurte kiirustel, kuid siiski viitab erirelatiivsusteooria edu presentismi nõrkusele. Järgnevas osas üritan selgitada erirelatiivsusteooriat ning seda, milles seisneb vastuolu presentismiga.

## 2. Einsteini erirelatiivsusteooria

Albert Einstein esitas 1905. aastal artiklis „Liikuvate kehade elektrodünaamikast“ (Einstein 2005) oma erirelatiivsusteooria, milles ta näitas, et seni kehtinud Galilei teisendustel (vt peatükk 2.2.) põhinev relatiivsus on osutunud valeks, ehkki selle paikapidavuses enam ammu ei kaheldud. Vana relatiivsus oli tuletatud kogemusest asjadega, mis liikusid küllaltki aeglaselt. Einsteini relatiivsus osutus kehtivaks aga mistahes kiiruste puhul. Muuhulgas näitas Einstein, et ruum ja aeg on omavahel põimunud – nii sõltub ajavahemik kahe sündmuse vahel sellest, kui kaugel teineteisest need aset leiavad ja ka vastupidi. Lisaks on see põimumine erinev ka üksteise suhtes liikuvate vaatlejate jaoks. Oluline presentismi välistav tulemus väidab, et aeg ei kulge kindlas tempos nagu seda mõõdab mehaanilise regulaarsusega kell. Aja kulg on pigem reguleeriv: relatiivne liikumine võib muuta aja kulgemise kiirust (Walker 2012: 1018-1019).

Relatiivsusteooria põhipostulaat ise kõlab järgnevalt: **valguse kiirus on ühesugune kõikide vaatlejate jaoks, kõikvõimalikes suundades, hoolimata vaatleja või valgusallika liikumisest** (March 2000: 157). Üheks tõukeks selle postulaadi tuletamisel oli Michelson-Morley eksperimendi tulemused (Einstein 1993). Tegemist oli katsega mõõta Maa liikumiskiirust antud hetkel eetri taustsüsteemist lähtuvalt. Eeter arvati olevat kogu universumit täitev meedium, mis vahendab maailmaruumis valguslaineid nii, nagu õhk vahendab helilaineid või meri veelaineid. Kuna Maa liigub ümber päikese, siis teooria järgi pidi ta ka liikuma läbi eetri. Läbi eetri liikumine tekitaks aga Maa pinnal eetrituule, just nagu tekib tuul maanteel väntava jalgratturi jaoks. Kui saata valguskiir vastu eetrituult ning alla eetrituult peaks kiiruste vahe olema märgatav (Kard 1978: 22-28). Teooria kohaselt levib valgus eetris igas suunas ühesuguse kiirusega 300 tuhat km/s. Kui Maa liigub eetris näiteks kiirusega 30 km/s, siis peaks laboris olema märgata valguse levimise kiiruse kahanemine labori liikumise suunas selle 30 km/s võrra täpselt nii, nagu kahaneb rongi kiirus temaga võidu sõitva jalgratturi suhtes. Midagi niisugust aga ei avastatud. Valgus levis laboris igas suunas ühesuguse kiirusega, nagu oleks Maa eetris paigal (Michelson, Morley 1993). Ka korduskatsed näitasid sama. Ootamatule tulemusele otsiti mitmesuguseid seletusi, kõige

Kivimaa, Presentism ja erirelatiivsusteooria.

vastuvõetavamaks osutus H. Lorentzi teooria, mille kohaselt eetris liikuvad kehad surutakse liikumissuunas kokku ja liikuvad kellad hakkavad käima pisut aeglasemalt ja seda täpselt nii palju, et varjata Maa absoluutset liikumist (Keres 2009: 90-91).

Einstein tõlgendas katse tulemusi teisti, esitades oma relatiivsuspostulaadi. Ta leidis, et mingit absoluutselt liikumatut eetrit üldse ei eksisteerigi (eelnevalt oli see füüsikute jaoks justkui kooliõpikutõde). Kaks Einsteini postulaadi otsesemat järeldust seisnevad selles, et 1) valguse kiirus on kõikvõimalike kiiruste ülempiir ( $c = 299\,792\,458$  m/s) ja 2) kaks üksteise suhtes liikuvat vaatlejat ei pruugi jõuda üksmeelele selles, kas kaks sündmust toimusid ühtaegu või mitte (March 2000: 159). Kokkuvõttes ei oma ükski taustsüsteem privileeeritud staatust mõne teise ees ning igal vaatlejal on õigus tugineda enda taustsüsteemist saadud vaatlusandmetele kui õigetele (Walker 2012: 1018).

## **2.1. Einsteini teooria presentismi välistavad tulemused**

Pikkuste kontraktsioon, aja dilatatsioon ning sündmuste samaaegsuse suhtelisus on erirelatiivsusteooria tagajärjed, mis on vastuolus meie intuitsioonidega. Kaks viimast on otseselt presentismi välistavad, kuigi kõige otsesemat vastandust pakub samaaegsuse suhtelisus. Erirelatiivsusteooria intuitsioonivastased järeldused on kinnitust leidnud erinevates katsetes ja seega peab tunnistama, et meie tavatunnetus reaalsusest ei pruugi olla nii objektiivne, kui arvata võiks ning seega langevad ära ka kõige olulisemad presentismi poolt rääkivad argumendid.

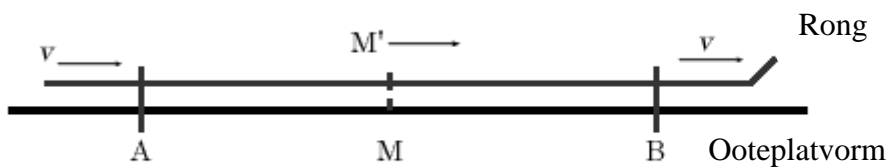
### **2.1.1. Sündmuste samaaegsuse suhtelisus**

Üheks Einsteini relatiivsusteooria põhipostulaadi järelduseks on sündmuste samaaegsuse suhtelisust. Selle järgi võivad sündmused tunduda ühele vaatlejale samaaegsed, teisele aga erinevatel aegadel toimuvateks. Seega ei eksisteeri ühte üldist „nüüd“ momenti, mis on presentismi põhieelduseks. Einstein oli tuntud oma mõtteliste eksperimentide poolest.

Kivimaa, Presentism ja erirelatiivsusteooria.

Oma postulaadi kirjeldamiseks tõi ta näite ühtlasel kiirusel liikuvast väga pikast rongist. Tegelikult pole rongi pikkus väga oluline, võib ka kujutada, et see rong sõidab väga kiiresti, näiteks kiirusega  $0,7c$ . Tähtis on vaid see, et valgus ei jõuaks vaatlejateni momentaalselt.

Kui sellise rongi mõlemat otsa peaks tabama kaks välgunoolt samaaegselt välise taustsüsteemi vaatleja jaoks, siis rongis reisiv vaatleja tajub, et üks pikselöök esineb ajas enne ning seejärel alles teine.



Joonis 1

(Einstein 2008: 27)

Kui me ütleme, et välgu tabas rongi punktides A ja B (joonis 1) samaaegselt välise vaatleja (punktis M) taustsüsteemis, siis see tähendab, et vaatleja asus mõlemast tabamuspunktist ühekaugusel ning temani jõudsid valguskiired punktides A ja B üheaegselt. Väline vaatleja võib nüüd järeldada, et reisija kogeb rongi eesosa tabanud piksenoolt varem kui tagaosas tabanud välgunoolt, sest vaatleja punktis  $M'$  kihutab esimese välgunoolte suunas, samal ajal kui põgeneb rong tagaosas tabanud valguskiirte eest. Seega võib perroonil seisja järeldada, et tegelikult tabasid välgunooled rongi samaaegselt, kuigi rongisistujale võib teisiti tunduda. Aga vaatleja jaoks, kes istus rongis, ongi reaalsuseks see, et üks välgutabamus esines ajaliselt varem kui teine ning Einsteini postulaadi teisest järeldusest selgub, et tegelikult on mõlemal õigus. Oluline on taustsüsteem, milles vaatleja viibib (Einstein 2008: 27-29).

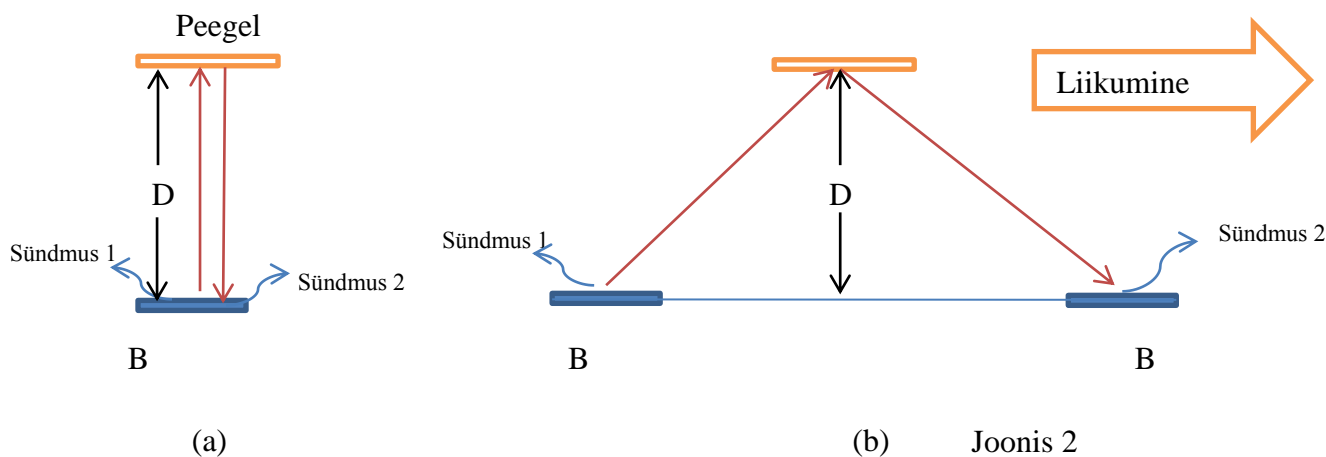
Kui Einsteini järgi on mõlemal vaatlejal õigus välgunoolte esinemise järjekorra osas, siis on sellega vastuolus väide, et kogu reaalsus eksisteerib vaid olevikus. Samaaegsuse suhtelisus tundub ümberlökkavat meie tavapäraselt arusaama olevikust, minevikust ning tulevikust. Raske on öelda millised sündmused eksisteerivad olevikus, sest nad võivad juba mõne teise taustsüsteemi vaatleja jaoks olla minevikus või vastupidi. Seega satuvad hätta teooriad, mis näevad eristust oleviku, tuleviku ja mineviku vahel. Presentism ütleb, et ainukesena eksisteerib olevik, minevikku ega tulevikku ei eksisteeri, selline seisukoht eeldab kogu universumit läbivat „nüüd“ momenti, milles kogu eksistents toimub. Ülal oleva näite puhul leiame momendi, kus rongi tagaosas tabanud välgunool on perroonil seisva vaatleja jaoks minevik ning reisija jaoks tulevik, pisut hiljem sõitja jaoks olevik ning perroonil seisja

jaoks veel kaugem minevik. Siit nähtub ilmne vastuolu kahe teooria vahel. Erinevate vaatlejate jaoks eksisteerivad erinevad olevikud. Erirelatiivsusteooria järgi on igal taustsüsteemil isiklik „nüüd“ moment ning ühegi taustsüsteemi vaatleja ei saa öelda, et tema kogetu on fundamentaalsem. Teatavasti on relatiivsusteooria seletusjõud väga suur, samuti on see saanud korralikud eksperimentaalsed tuleristsed ning ta on kindlalt valitsev teadusringkondades.

Füüsik Paul Kard on öelnud: „erirelatiivsusteooria on tänapäeva füüsikas üheks kõige üldisemaks teooriaks, mis kehtib pea mistahes nähtuste valdkonnas“ ning „iga uus teooria peab olema kooskõlas relatiivsusteooriaga /.../ ja kui mingi uus teooria satub relatiivsusteooriaga vastuollu, siis ei ole oluline mitte niivõrd selle teooria põhjendamine omaette, kuivõrd tema mõju uurimine relatiivsusteooria alustele. Et aga relatiivsusteooria aluseid ei ole kerge kõigutada, siis ongi meil õigus käsitleda relatiivsusteooriat väga suure kindlusega kui üht olulist osa tõekriteeriumist“ (Kard 1972: 4-5).

### 2.1.2. Aja dilatatsioon

Teiseks oluliseks Einsteini teooria tulemiks, mis ei nõustu presentismiga, on aja dilatatsioon. Aja dilatatsiooni põhimõtte ütleb, et kui üksteise suhtes liikuva vaatlejad mõõdavad ajavahemikku (ehk ajaliskaugust) kahe sündmuse vahel, siis üldiselt saavad nad erinevad tulemused, sest sündmuste ruumiline eraldatus mõjutab vaatlejate poolt mõõdetavaid ajavahemikke (Walker 2012: 1023-1024).



(Walker 2012: 1019)

Relatiivsusteooria postulaadist tuleneb, et valguse kiiruse mõõtmine peab alati andma sama tulemuse igale mõõtjale. See, mis suunas valgus levib või millises taustsüsteemis mõõtmine toimub, ei oma tähtsust. Joonisel 2 on kujutatud valguse liikumine kahest erinevast taustsüsteemist vaadeldes. Oletame, et eksperiment leiab aset liikuv rongis nii, et esimene vaatleja (a) asub rongis ning teine vaatleja (b) seisab perroonil. B on keha, mis saadab valguskiire peegli suunas, seega sündmus 1 on valguskiire väljutamine ning sündmus 2 on selle sama valguskiire tagasijõudmine allikani. D on rongi laius ning kokku läbib valguskiir (a) jaoks pikkuse  $2D$ . Väline vaatleja ei nõustuks reisijaga valguskiire edasi-tagasi teekonna pikkuse osas: kui sõitjale tundub, et kiir jõuab lähtepunkti tagasi, siis taustsüsteemist (b) lähtudes, jõuab see hoopis edasi nihkunud punkti. Sõitja jaoks läbib kiir pikkuse  $2D$  aga kõrvalvaataja jaoks pikkuse  $2\gamma D$ . Nüüd, et arvutada kiirust, millega valguskiir teekonna läbib, tuleb meil jagada teekonna pikkus ajaga, mis kulus valguskiirel selle tee läbimiseks (teepikkus jagatud ajaga võrdub kiiruse). Relatiivsusteooria põhipostulaadi järgi levib valgus iga vaatleja jaoks kiirusega  $c$ , seega on meil üks suurus võrrandis fikseeritud. Vahemaal on aga kummagi vaatleja jaoks erinevad (kõrvalvaataja jaoks levib kiir pikema tee), seega selleks, et võrrand annaks mõlema vaatleja jaoks võrdse valguse kiiruse peab eeldama, et ajavahemik on suurenenud sama palju, kui on pikenenud vahemaa. Täpsemalt peab aeg olema  $\gamma$  võrra pikenenud (March 2000: 172-174).

$$\frac{2D}{t} = c$$

Sõitja võrrand valguse kiiruse  
arvutamiseks

$$\frac{2\gamma D}{\gamma t} = c$$

Kõrvalvaataja võrrand valguse  
kiiruse arvutamiseks

Kuna teises võrrandis on valguse teekond esitatud Maa taustsüsteemis, siis peab nimetajas seisma aeg, mis möödus sama taustsüsteemi kella järgi. Sellisel juhul annab jagatis valguse kiiruse Maa süsteemis. Kuna  $\gamma$ -ga korrutamine suurendab  $t$ -d, on seisvas taustsüsteemis kulunud rohkem aega, kui liikuv kell näitab ja seda tähendabki väide, et liikuv kell käib aeglasemalt, jääb maha (March 2000: 174).

Kui on võimalik, et aeg liigub erinevate subjektide jaoks erineva kiirusega, ei saa olla vaid üht olevikku, milles kogu eksisteerimine aset leiab. Kaks subjekti on korraga erinevates olevikes ning samal ajal nad mõlemad eksisteerivad – see on ilmne vastuolu presentismiga.

Kivimaa, Presentism ja erirelatiivsusteooria.

Presentistide kahjuks räägib veel see, et aja dilatatsioon ei ole jäänud lihtsalt teooriaks, seda on ka tõestatud. Esimest korda viisid Joseph Hafele ja Richard Keating 1977. aastal läbi katse, kus lennutati neli sünkroniseeritud kaasaskantavat aatomkella reisilennukitel kaks tiiru ümber maakera, üks kord ühes, teine kord vastupidises suunas. Viies kell jäeti laborisse. Aatomkellad on teatavasti väga täpsed ning ainult nendega on võimalik meile kättesaadavatel kiirustel aja dilatatsioonist tulenevat erinevust kontrollida. Selle katsega kinnitati teooria paikapidavust 10% veaga (selles katses mängib osa ka Einsteini üldrelatiivsusteooria, mille järgi aja kulgemist kellas mõjutab ka gravitatsioonijõud). Mõned aastad hiljem korraldati sama eksperimenti suurema täpsusega. Siis tiirutasid Marylandi Ülikooli füüsikud aatomkella Chesapeake'i lahe kohal 15-tunniste lendudega ning neil õnnestus kontrollida aja dilatatsiooni ennustust alla 1% veaga (Walker 2012: 1026).

Teine tuntud katse, millega suudeti tõestada, et aja dilatatsioon on reaalsuses eksisteeriv nähtus, leidis aset juba 1963. aastal. David H. Frisch ja James H. Smith viisid läbi katse, milles mõõdeti valguse kiirusele lähedase kiirusega liikuvate müüonite ning paigalseisvate müüonite lagunemise kiirust. Aja dilatatsiooni järgi käivad kiiresti liikuvate osakeste kellad aeglaselt ja seega peaks nende eluiga olema pikem seisvate müüonite elueast. Frisch ja Smith leidsid, et müüonid on osakesed, mille paigalseisu lagunemise kiirus on niivõrd lühike, et ilma aja dilatatsioonita laguneksid nad kõik meie atmosfääri ülemistes kihtides. Tegelikuses on neid võimalik dekteerida ka merepinna tasemel. See tõestab, et kiiresti liikuvad kellad tõepoolest käivad aeglasemalt (Frisch, Smith 1963).

### **2.1.3. Pikkuste suhtelisus**

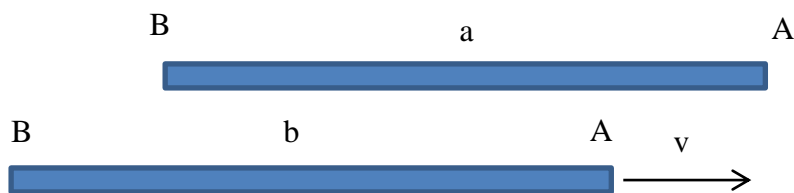
Kuna erirelatiivsusteooria ühe aluspostulaadi järgi on valguse kiirus, olenemata valgust kiirgava keha kiirusest, iga vaatleja jaoks alati  $c$ , tuleb järeldada, et aeg või kehade pikkused või koguni nad mõlemad, on suhtelised. Näiteks, kui kaks üksteise suhtes liikuvat vaatlejat A ja B mõõdavad valguskiire kiirust, mis väljub vaatleja A taskulambist, ei mõõda vaatleja B selle kiire kiiruseks  $c$  pluss A liikumise kiirus, vaid ainult  $c$ . Et selline asi saaks juhtuda, tuleb järeldada (lähtudes võrrandist kiirus võrdub pikkus jagatud aeg), et ülejäänud suurused (aeg ja keha pikkus) korrigeerivad end vastavalt kiirgava keha liikumise kiirusele, sest valguse kiirus on alati fikseeritud  $c$ . Üleval käsitletu kohaselt teame, et aeg liigub seda aeglasemalt, mida suurem on vastava taustsüsteemi liikumiskiirus. Siiski ei piisa vaid aja



Kivimaa, Presentism ja erirelatiivsusteooria.

dilatatsioonist, et kõik suurused omavahel klappima saada, lisaks peavad kehad oma liikumise suunas lühenema.

Kui ma tahan mõõta enda suhtes paigalseisva varda pikkust, võin soovi korral märkida varda otste asukohad paigalseisval joonlinal ja leida mõõtude vahe. Kui aga varras peaks liikuma, tuleb varda otste asukoht märkida samaaegselt (oma taustsüsteemis), sest muidu ei oleks saadav tulemus varda pikkus. Joonisel 3 on kujutatud kaks teineteise suhtes liikuvat paralleelset varrast. Varraste  $a$  ja  $b$  pikkused on võrdsed, kui samaaegselt kattuvad otsad  $A$  ja  $A'$  ning otsad  $B$  ja  $B'$ . Seega on liikuva varda pikkuseks selle varda otste samaaegsete asendite vaheline kaugus. Niiviisi defineeritult ei saa pikkus olla igas süsteemis ühesugune, sest sündmuste samaaegsus on teatavasti relatiivne (vt peatükk 2.1.1.), see sõltub konkreetsest vaatlejast. Sündmused, mis on samaaegsed ühes süsteemis, ei ole seda teistes. Järelikult, kui varraste mõlemad otsad ühtivad ühes taustsüsteemis ühel ja samal ajamomendil, siis teistes ühtivad nad eri hetkedel. Siit järeldub paratamatult: kui üksteise suhtes liikuvad vardad on võrdsed ühes taustsüsteemis, ei ole nad seda teistes taustsüsteemides. Tegelikult osutub varras seda lühemaks, mida suurema kiirusega ta liigub (Õiglane 1973: 125-126).



Joonis 3  
(Õiglane 1973: 126)

Liigume tagasi samaaegsuse suhtelisuse juures kasutatud rongi näite juurde. Seal nägi maapinnal olev vaatleja, et välgulöögid rongi otstes toimusid samaaegselt. Järelikult olid rongi otsad samaaegselt maapinnale jäänud välgumärkide kohal. Rong on seega niisama pikk kui välgumärkide vahe. Rongis sõitnud vaatleja arvates toimus välgulöök rongi eesotsas varem kui tagaotsas. See tähendab, et tema arvates ühtis rongi esimene ots maapinnale jäänud välgumärgiga varem kui rongi lõpp. Rong on järelikult pikem kui maapinnale jäänud välgumärkide vahe. Maapinnal olev vaatleja mõõtis liikuva rongi pikkust ja sai väiksema tulemuse kui rongis istuv vaatleja, kelle jaoks seisis rong paigal. Seega on liikuva keha liikumissuunaline mõõde väiksem kui sama mõõde paigalseisval kehal (Õiglane 1973: 126-127).

Kivimaa, Presentism ja erirelatiivsusteooria.

Aja dilatatsiooni üheks huvitavaks teoreetiliseks tulemuseks on ülal kirjeldatud kaksikute paradoks. Ka pikkuste suhtelisus on relativistlik efekt, mis võib tunduda igapäeva kogemusest lähtudes paradoksaalne. Kujutleme garaaži, mille mõlemas otsas on ukсед, mis avanevad automaatselt auto lähenedes ja sulguvad, kui auto on esimesest uksest sisenenud nii, et korraks asub auto garaaži suletud uste vahel. Olgu seisev auto garaažist pisut pikem. Oletame, et garaažis seisab vaatleja ning auto kihutab valguse kiirusele lähedasel kiirusel läbi garaaži. Garaaži taustsüsteemis viibiv vaatleja näeb, et auto on liikumissuunas lühenenud ja mahub hetkeks garaaži suletud uste vahele ära.

Auto taustsüsteemist vaadelduna on olukord aga teistsugune, sest sealt vaadeldes liigub hoopis garaaž ning autos viibiv vaatleja tajub, et lühenenud kehaks on garaaž. Tema jaoks ulatub mingil hetkel auto mõlemast garaažiuksest välja ning garaažiuksed on korraga avatud. Samaaegsuse suhtelisuse tõttu kogeb autojuht sõitu garaažis viibivast vaatlejast teisiti: lühenenud garaaž läheneb autole, avaneb esimene uks, auto siseneb, avaneb teine uks, sulgub esimene uks, auto väljub, sulgub tagumine uks. Kuna erirelatiivsusteooria kohaselt ei ole ühegi vaatleja hinnangud sündmuste kohta fundamentaalsemad mõne teise vaatleja hinnangutest, tuleb tõdeda, et mõlemal vaatlejal on õigus (March 2000: 167-170).

Nagu näha, on pikkuste suhtelisus erirelatiivsusteoorias väga lähedalt seotud sündmuste samaaegsuse suhtelisusega. Sündmuste samaaegsuse suhtelisus on üks olulistest erirelatiivsusteooria järeldustes, mis viib vastuoluni presentismiga.

All näeme, et üheks presentistide taktikaks lepitada oma teooriat erirelatiivsusteooriaga, on vaielda vastu sündmuste samaaegsuse suhtelisusele. Kuna pikkuste suhtelisus on lähedases seoses sündmuste samaaegsuse suhtelisusega, peavad presentistid ka sellega arvestama, et kaotades või modifitseerides viimast, vajab korrigeerimist ka esimene. Samas ei tundu olevat tõenäoline, et kooskõla presentismi ning samaaegsuse suhtelisuse vahel üldse võimalik on, sest kummagi alusväited on teineteist välistavad, nimelt eeldab presentism, et samaaegus on universaalne – sealt ka ettekujutus kogu universumit läbivast „nüüd“ momendist. Seega peab enese rehabiliteerimisel presentism arvestama ka pikkuste suhtelisuse põhimõttega ning sellega, kuidas või kas üldse seda modifitseerida, kui loobuda samaaegsuse suhtelisusest. See tundub olevad küllaltki keeruline ülesanne, sest eeldatavalt ei soovi presentistid erirelatiivsusteooriat terves mahus kõrvale heita, sest see pretensioon hävitaks presentismi tõsiseltvõetavuse.

## 2.2. Erirelatiivsuse täiendused

Järgnevalt annan ülevaate Lorentzi teisendustest ning Minkowski maailmast, mis on lähedalt seotud erirelatiivsusteooriaga ja selle matemaatilise esitusega. Oluline on neid selgitada, sest presentistid otsivad peamiselt nendest viise, kuidas saab lepitada erirelatiivsust presentismiga.

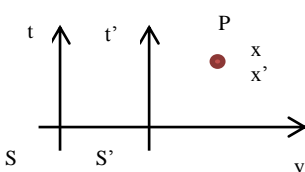
Klassikalise mehaanika relatiivsuspriintiip põhineb Newtoni inertsiseadusel. Selle järgi liiguvad kehad oma loomulikus olekus (eemal teistest kehadest) ühtlaselt ja sirgjooneliselt, seega ei tohiks me mõelda objektidest selliselt, et nad vajavad midagi, mis hoiaks neid liikumises (nagu Aristotelese füüsikas arvati), vaid nad vajavad midagi selleks, et peatuda (või selleks, et alustada liikumist) (Bourne 2006: 141). Tänu inertsiseadusele ei avalda mistahes taustsüsteemi ühtlane ja sirgjooneline liikumine mingit mõju selles taustsüsteemis kulgevatele mehhaanilistele protsessidele. Kõik inertsiaalsed taustsüsteemid on seega mehhaaniliste nähtuste kirjeldamisel samaväärsed (Kard 1972: 8).

Selleks, et kindlaks määrata mingi sündmuse asukohta, kasutame me koordinaatsüsteemi. Kõige tavalisem on Cartesiuse koordinaadistik, mis täpsustab sündmuse asukoha lähtekohast (vaatleja asukoht, koordinaattelgede ristumispunkt) ning kolmest koordinaatteljest lähtuvalt. Selline koordinaadistik kirjeldab ruumi kolme mõõtmelisenähtuse ja iga sündmus, mis selles ruumis aset leiab, on täpsustatud kolme telje väärtuste kaudu. Selleks, et täielikult iseloomustada mingi sündmuse asukohta, tuleb lisaks kindlaks määrata ka selle sündmuse ajaline positsioon (Bourne 2006: 141-142). Ei piisa ju ka kohtumise kokkuleppimiseks ainult sellest, et määratakse kindlaks koht, kus see aset leidma peaks, vaid oluline on ka aeg, millal kohtumine kokku on lepitud. Seega antakse sündmuse asukoht nelja numbri kaudu: kolm ruumikoordinaati ja aeg. Lisades sellise kombineerimise tulemusel saadavale taustsüsteemile inertsiseaduse saamegi inertsiaalsüsteemi, mis kirjeldab iga sündmuse asukohta vastavalt inertsiaalsüsteemist lähtuvalt. Edasi kasutan inertsiaalsüsteemile viitamiseks sõna „taustsüsteem“. Kuna taustsüsteemi alguspunkt on seotud vaatleja asukohaga, on selge, et igal vaatlejal on oma taustsüsteem (Kard 1972: 7-9).

Klassikalises mehhaanikas on aeg vastupidiselt ruumile absoluutne ehk aeg on taustsüsteemide ülene väärtus. Iga sündmuse ruumikoordinaadid erinevad vastavalt taustsüsteemile, millest lähtuvalt seda sündmust jälgime, aeg jääb aga kõigile ühiseks. Matemaatiliselt avaldub ruumide suhtelisus selles, et erinevates taustsüsteemides tuleb kasutada erinevaid ruumikoordinaate. Matemaatilised valemid, mille järgi ruumikoordinaate ühest taustsüsteemist teise teisendatakse, nimetatakse Galilei teisendusvalemiteks.

Galilei teisendusvalemid on oma kujult järgmised:

$$1) \quad x = (x' + vt')$$

$$2) \quad x' = (x - vt)$$


Joonis 4  
(Bourne 2006: 145)

Väärtused  $x$  ja  $x'$  on punktid, kus toimub vaadeldav sündmus erinevates taustsüsteemides, vastavalt taustsüsteemis  $S$  ja  $S'$ . Joonis 4 kirjeldab nende taustsüsteemide omavahelisi suhteid. Telg  $t$  on ajatelg, mis näitab aega, millal mingis taustsüsteemis konkreetne sündmus esines. Telg  $y$  on ruumitelg, kuhu on koondatud kolme ruumimõõtme väärtused. Oletame, et taustsüsteem  $S'$  liigub taustsüsteem  $S$  suhtes paremale poole kiirusega  $v$ . Joonisel on kujutatud punase täpina sündmus  $P$ , mille ruumikoordinaadid on vastavalt taustsüsteemile kas  $x$  või  $x'$ . Nagu näha, on sündmuse  $P$   $y$ -väärtus taustsüsteemist  $S$  lähtudes suurem, kui lähtuda  $S'$ . Galilei teisendusvalemid esitavad seose, milles kaks taustsüsteemi omavahel on. Kui taustsüsteemi  $S$  vaatleja (nimetame ta Antsuks) teab  $x$ -i väärtust (asukohta, kus sündmus  $P$  tema suhtes aset leidis), saab ta teisendusvalem 2) järgi välja arvutada  $P$  toimumispaiga  $S'$  taustsüsteemi vaatleja suhtes (nimetame ta Bellaks). Oluline on veel märkida, et Galilei teisenduste juures alati  $t = t'$  (aeg on universaalne kõigile vaatlejatele) (Bourne 2006: 142-146).

Oletame, et hetkel  $t = 0$  seisid Ants ning Bella kõrvuti ning hetkel  $t = 2$  (oletame, et  $t$  väärtuste puhul on tegemist sekunditega, seega  $t$  väärtus on 2 sekundit) liikus Bella Antsu suhtes kiirusega  $v = 3$  (ühikuteks võiks siin olla meetrit sekundis ehk Antsu kiirus Bella suhtes on 3 meetrit sekundis) paremale poole. Samuti ajal  $t = 2$  leidis aset sündmus  $P$ . Kui Ants teab, et  $P$   $x$  väärtuseks on 9, Bella liikumise kiirus 3 ning  $P$  esinemise aeg 2, saab ta valemi 2) järgi teada, et  $P$  väärtus Bella jaoks on 3 ( $x' = 9 - 2 \cdot 3 = 3$ ). Kuna Bella suhtes liikus Ants samuti kiirusel  $v = 3$  ning samuti ajal  $t = 2$  saab tema, kasutades valemit 1), teada sündmuse  $P$   $x'$  väärtuse.

Nagu näha, eeldavad Galilei teisendusvalemid ühe üldise taustsüsteemidest sõltumatu aja olemasolu, sest nii Ants kui Bella kasutasid üksteise taustsüsteemis esinenud sündmuse koordinaatide välja arvutamiseks ajaühikut  $t = 2$ . Seega on presentism ning Galilei teisendusvalemid üksteisega vastavuses, nad mõlemad tuginevad metafüüsilisel eeldusele, et aeg on universaalne ja absoluutne, s. o. ühesugune kõikides taustsüsteemides.

### 2.2.1. Lorentzi teisendused

Kui meenutada üleval toodud erirelatiivsusteooria aluspostulaate, siis selgub, et Galilei teisendused ei tööta väga suurte kiiruste juures. Einstein ütles, et valguse kiirus on iga vaatleja jaoks konstantne. Seega on ilmne, et tekib probleem, kui arvesse tuleb võtta kiirusi, mis lähenevad valguse kiirusele, sest kõik vaatlejad peavad alati saama valguse kiiruseks  $c$ .

Kujutame ette olukorda, kus ajal  $t = 0$  alustab punktist  $O$  liikumist Ants kiirusega  $0,5c$ . Samal ajal (ajal  $t = 0$ ) väljub samast punktist valgussignaali, mis pärast teatud vahemaa läbimist neeldub punktis  $P$ .  $P$  asub  $O$ -st kahe valgussekundi kaugusel (kohas, kuhu jõuab valgus kahe sekundiga). Punktis  $O$  asub Bella, kes kogu asja pealt vaatab. Tema taustsüsteemist lähtudes neeldub valguskiir punktis  $P$  ajal  $t = 2$  kohas, mis asub punktist  $O$  umbes  $600\,000$  km kaugusel (kahe sekundiga läbib valgus umbes nii pika vahemaa). Kui Bella kasutab Galilei teisendusvalemit, et teada saada punkti  $P$  asukohta Antsu taustsüsteemis, kasutab ta valemit 2) ning saab vastuseks  $300\,000$  km (Ants läbib kahe sekundiga  $300\,000$  km ning  $P$  asub Bellast  $600\,000$  km kaugusel, seega on Ants sündmuse  $P$  toimumise ajaks poolel teel). Erirelatiivsuspõhise postulaadi järgi peab aga Ants samuti mõõtma valguskiire levimiskiiruseks  $c$ , kuigi ta ise liigub samas suunas kiirusega  $0,5c$ . Tema jaoks asub samuti sündmus  $P$   $600\,000$  km kaugusel, see aga tähendaks, et ta asus Bellaga samas taustsüsteemis, tegelikult ta aga liikus Bella suhtes. On ilmne, et sellisel juhul Galilei teisendused ei anna õigeid vastuseid, peab leiduma veel mingisugune väärtus, mis on mõlema vaatleja jaoks erinev, kui valguse kiiruse osas peavad nad olema üksmeelel. Seega väga kiirete liikumiste puhul ei saa me kasutada Galilei teisendusi, et teada saada sündmuste asukohti teistes taustsüsteemides (Bourne 2006: 150).

Madalatel kiirustel on Galilei teisendused täpsed, sest relativistlikke omapärasusi neil kiirustel ei esine. Selleks, et arvutada sündmuste positsioone erinevates taustsüsteemides väga suurte kiiruste esinemisel, peavad uued teisendusvõrrandid andma madalatel kiirustel Galilei

Kivimaa, Presentism ja erirelatiivsusteooria.

teisendustega samasuguseid tulemusi. Samas peaksid need teisendused võtma arvesse, et valguse kiirus on kõigile vaatlejatele konstantne. Lisaks on oluline, et need valemid teisendaksid ka erinevate taustsüsteemide ajad, sest peatükis 2.1.2. nägime, et aeg on liikumise kiirusest lähtuvalt suhteline. Seega peavad uued teisendusvalemid lisaks ruumikoordinaatidele andma ka aja, millal vaadeldav sündmus teises taustsüsteemis toimus (Einstein 2008: 34-35).

Kuna Galilei teisendusvalemid on täpsed aeglastel kiirustel, võiksime eeldada, et uued teisendused omavad järgmist kuju (taustsüsteemide S ja S' puhul vastavalt):

$$3) x = \gamma(x' + vt')$$

$$4) x' = \gamma(x - vt),$$

kus  $\gamma$  oleks muutuja, mis korrutaks algse valemi läbi nii, et ta annaks meile täpselt õige väärtuse ning varieeruks erinevate kiiruste esinemisel. Teisendusvalemid 3) ja 4) kannavad nime Lorentzi teisendused. Esmakordselt tuletas need valemid hollandi füüsik Hendrik Lorentz 1904. aastal, hiljem jõudis samadele teisendusvalemitele ka Einstein, seetõttu kutsutakse neid mõnikord Lorentz-Einstein võrranditeks (Bourne 2006: 150).

Erirelatiivsusteoorias on ajalised positsioonid sõltuvuses taustsüsteemist, seega on tarvis ka sellist teisendusvalemit, mis annaks aja vastavas taustsüsteemis. Selleks on valem

$$5) t' = \gamma \left( t - \left( \frac{vx}{c^2} \right) \right).$$

Lorentzi teisendused sisaldavad Lorentzi faktorit  $\gamma$ , mille väärtus on:

$$6) \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left( \frac{v}{c} \right)^2}}$$

Siit on näha, et madalatel kiirustel ( $v$ ) saab  $\gamma$  väärtuseks umbes 1 ja siis taanduvad Lorentzi teisendused Galilei teisendusteks. Galilei teisendustes on aeg kõikidele taustsüsteemidele sama. Sellisena on ta kooskõlas presentismiga. Lorentzi teisendused tõlgivad lisaks ruumikoordinaatidele ka aegasid erinevate taustsüsteemide vahel. Sellest tulenevalt on näha, et nende tuletamisel on lähtutud ideest, et aeg on eri vaatlejatele erinev. See erinevus on seotud konkreetse taustsüsteemi liikumiskiirusega. Lorentzi faktoril on erinevate kiiruste sisestamisel alati erinev väärtus ning seega on ka ajad erinevad, sest Lorentzi faktori suurus mõjutab kõikide koordinaatide (nii ruumi kui aja) lõppväärtust.

### 2.2.2. Minkowski maailm

H. Minkowski esitas 1908. aastal erirelatiivsusteooria neljamõõtmelise sündmuste maailma geomeetria kaudu. Selliselt esitatud diagramm võimaldas kõiki teooria järeldusi lihtsate geomeetriliste skeemide abil tõlgendada (Õiglane 1973: 148). Minkowski taotlus oli näidata, et ruum ja aeg ei ole eraldiseisvad entiteedid, vaid reaalsuses eksisteerib midagi nende kahe vahepealset. Uus aja ja ruumi kontseptsioon, mis pärines suuresti Einsteini erirelatiivsusteooriast, on matemaatiliselt väljendatav ja seega kujutab selline aegruum füüsilist reaalsust (Minkowski 1973: 297). Minkowski aegruum on Einsteini teooria ontoloogia matemaatiline-geomeetiline tõstus, seega on sellel tugev antipresentistlik mõju, sest teatavasti esitab matemaatika reaalsust objektiivsemalt kui inimeste tavaintuitsioonid. Järgnevas selgitan Minkowski aegruumi.

Aegruumi diagrammi põhiline element on *sündmuse* kontseptsioon. Sündmus on iga fenomen, mis võtab enda alla väikese ala diagrammist nii, et seda saab pidada hetkeliseks. Seega saab sündmust kirjeldada ühe ajalise momendi  $t$  ning kolme ruumikoordinaadi  $(x, y, z)$  kaudu. Siit tulenevalt vastab iga sündmus neljanumbrihulga  $(x, y, z, t)$  aegruumi diagrammil. Kõik võimalikud sündmused moodustavad neljadimensioonilise hulga, mis koosneb kolmest ruumi- ja ühest ajadimensioonist. Seda hulka kutsutakse Minkowski maailmaks (Fayngold 2002: 39).

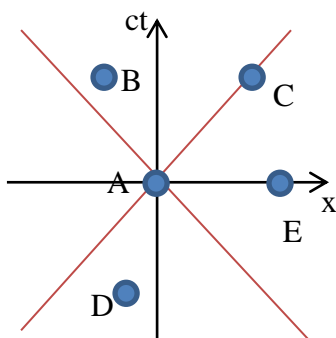
Minkowski käsitles aega ja ruumi kui kaht omavahel seotud osa ühest tervikust. Relatiivsuspostulaadist järeldub, et seos aja ja ruumi vahel ei ole identne, vaid analoogiline seosega ruumi eri mõõdete vahel. Minkowski ruumis anname me igale sündmusele ajalise positsiooni ning ruumilise positsiooni. Inimesed ja objektid eksisteerivad kõikides aegades aga liiguvad (ruumiliste) positsioonide vahel.

Ruumis on mõõtmed seotud Pythagorase teoreemi kaudu. Seega, kui vaadeldav punkt on meist 3 km ida pool ja 4 km põhja pool, saame lähima kauguse temani  $\sqrt{3^2 + 4^2} = 5$  km. Kui objekt on meist ka erineval kõrgusel, tuleb lihtsalt juuremärgi alla lisada kolmanda mõõtme ruut. Selleks, et saaksime õigeid tulemusi, tuleb kõiki mõõtmeid väljendada samades ühikutes (March 2000: 184). Selleks, et käsitleda aega neljanda mõõtmena peame esmalt seda mõõtma pikkusühikutes. See tähendab, et kasutada tuleb ühikut  $ct$  (näiteks valgussekund), mis on valguskiiruse ja aja korrutis ning annab meile kauguse, kuhu valgus vastava ajaga levib.

Kasutades valgussekundeid säilitame kõigi nelja dimensiooni kohta ühtse ühiku (Fayngold 2002: 39).

Selleks, et rõhutada aja ja ruumi analoogilisust, lisame aja Pythagorase valemisse eriviisil: selle asemel, et aja ruutu ruumidimensioonide ruutudele liita, tuleb see lahutada.

Selliseid ühikuid kasutades kujutame footoni maailmajoont graafikul neljakümne viie kraadise nurga all (vt joonis 5). Punktist igas suunas eemalduva valguse maailmajooned moodustavad selle punkti valguskoonuse. Valguskoonused, mis liiguvad tulevikku (graafikul ülesse), on tulevikusuunalised ning minevikku liikuvad valguskoonused on minevikusuunalised. Kuna me kasutame telge  $ct$ , on valgusimpulsi maailmajoon positiivses  $x$ -suunas  $x = ct$  ning negatiivses  $x$ -suunas  $x = -ct$ . Siit näeme, et iga sündmus, mis asub maailmajoonel, see tähendab, et liigub valguse kiirusel, saab Pythagorase valemisse pannes väärtuseks nulli. Sellised sündmused on valgussarnaselt eraldatud (C on A-st valgussarnaselt eraldatud). Sündmused A ja B (ka A ja D) on teineteisest ajasarnaselt eraldatud. B asub A tulevikusuunalises valguskoonuses ja kuna aeg lisatakse valemisse miinusmärgiga, saab ta väärtuse, mis on nullist väiksem. Sündmused A ja E on üksteisest ruumisarnaselt eraldatud ja E saab positiivse väärtuse. Kasutades Lorentzi teisendusi nõustuvad kõik vaatlejad selles, millised sündmused on valgussarnaselt, ruumisarnaselt või ajasarnaselt eraldatud (Bourne 2006: 152-153)



Joonis 5  
(Fayngold 2002: 40)

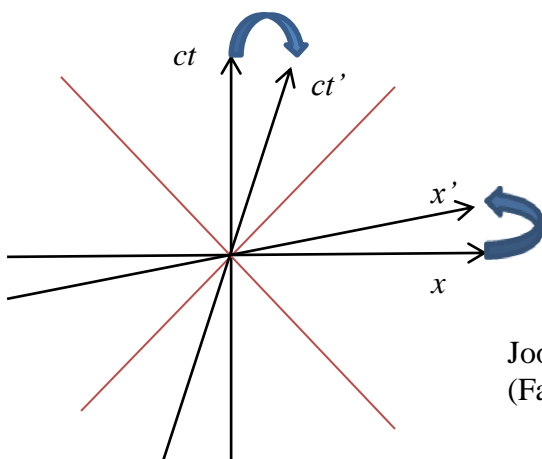
Kuna miski ei liigu valgusest kiiremini, määravad valguskoonused kindlaks, millised mineviku sündmused võivad mõjutada nüüdset aega ja milliseid sündmusi saavad praegused sündmused mõjutada. Sündmus D (joonis 5) asub sündmuse A valguskoonuses ja seega võib D A-d mõjutada, E seda teha ei saa. Sarnaselt võib A mõjutada B-d, aga mitte E-d. Seega saab erirelatiivsuses aja kohta ka absoluutseid väiteid teha. Kõik sündmused, mis asuvad minevikusuunalises valguskoonuses, on kõikide taustsüsteemide jaoks A absoluutses



Kivimaa, Presentism ja erirelatiivsusteooria.

minevikus, seega pole ühtegi vaatlejat, kelle jaoks D ei asuks A minevikus. Sama kehtib ka tulevikusuunalise valguskoonuse sees toimuvate sündmuste kohta (Savitt 2005: 1544).

Minkowski aegruum seletab edukalt Einsteini erirelatiivsuses esinevaid efektne nagu aja dilatatsioon ning pikkuste kontraktsioon. Kuna Minkowski maailmas on valguskoonuste kaudu esitatud põhimõte, et valguskiirus on kõigi jaoks invariantne väärtus, siis näeme, kuidas kiiruse suurenemisel teljed hakkavad valguskoonuse poole liikuma. Kuna Minkowski maailmas on ajal miinusmärk, liiguvad aja- ning ruumiteljed suurte kiiruste juures üksteise poole (joonis 6). Kui saavutame valguskiiruse, kattuvad teljed valguskoonusega, mis on nelikümmend viis kraadi. See tähendab, et valgus on alati konstantne. Kui ajatelg ja ruumitelg liiguvad kokku, surutakse kokku ka kõik sündmused, mis ei ole valgussarnased. See põhjustabki aja dilatatsiooni ning pikkuste kontraktsiooni. See telgede pöörlemine on Lorentzi teisenduste graafiline kujutamine (Bourne 2006: 154-155).



Joonis 6  
(Fayngold 2002: 45)

### 3. Presentismi rehabiliteerimine

Kogu eelnevat silmas pidades peaks olema ilmne Einsteini erirelatiivsusteooria ning presentismi vastuolu. Suuresti taandub see sellele, et viimane eeldab, kogu universumit läbivat „nüüd“ momenti, kuhu on koondunud kogu eksisteerimine. Relatiivsusteooria postulaatidest järeldub aga, et aeg on suhteline ning moment, mis on ühe vaatleja jaoks olevik, võib olla teise vaatleja jaoks alles tulevik või juba minevik, seega ei saa kogu eksisteerimine toimuda ühes kindlas olevikus. Põhimõtteliselt on igal vaatlejal oma olevik.

Einsteini relatiivsusteooria on olnud väga edukas reaalsuse kirjeldamisel alates selle sünnist peale. Selle intuitsiooni vastased järeldused on saanud kinnitust mitmetest eksperimentidest, millest paari on ka ülal kirjeldatud. Pole küsimustki, et relatiivsusteooria põhjendus – nii teoreetiline kui ka eksperimentaalne – on olnud sügav ja mitmekülgne, seega võib tunduda mõeldamatu, et presentistidel veel üldse midagi enda kaitseks öelda on. Siiski on siiani aja metafüüsikas mitmeid pioneere, kes soovivad näidata, et presentismi saab edukalt relatiivsusteooriaga lepitada.

Mõistes, et presentisid on tänapäevase füüsikalise maailmapildi kontekstis raskes olukorras, pakub Katherine Hawley neli võimalust, kuidas nad saaksid oma teooria erirelatiivsusteooriaga kooskõlla viia (Hawley 2009: 509-511). Kõige äärmuslikum viis oleks loobuda pretensioonist, et kõik olevikulised sündmused ja objektid eksisteerivad ning keskenduda ainult mina-praegu-siin lähenemisele: ei ole ju kõhkclusi selles osas, mis toimub nüüd ja siin. Selline lähenemine on väga subjektikeskne ning tegelikult ei jääks presentismist väga palju järele, kui rõövime sellelt universaalsuse taotluse. Metafüüsiliste teooriate eesmärk on siiski väita midagi välise maailma kohta üldiselt.

Teine, vähem drastiline võimalus on jääda veendumuse juurde, et ainult olevik eksisteerib, aga lisada, et olevikulisus on taustsüsteemist sõltuv ja seega järeldada, et sündmuste „eriline staatus“ on taustsüsteemi küsimus. Selline seisukoht on väga kummaline, sest taustsüsteem ei ole mitmekesine kontseptuaalne skeem, vaid võimalik hulk koordinaate. Teiseks, taustsüsteeme on loendamatu hulk, iga punkt ruumis moodustab oma taustsüsteemi.

Veel võivad presentistid öelda, et kuigi ei eksisteeri eelistatud taustsüsteemi, millest jälgida objektiivseid, universaalseid fakte samaaegsuse kohta, on siiski olemas privilegeeritud taustsüsteem iga vaatleja jaoks. Näiteks minu jaoks on selleks taustsüsteemiks see, millest lähtudes mina ise just praegu paigal olen ja hindan enda ümber toimuvaid sündmusi. Hawley toob aga näite, mille puhul ka sellisel lähenemisel on iseäralikud tulemused. Kujutleme, et perroonil seisab Ants ja Bella möödub temast reisijana rongis. Noorte pilgud kohtuvad ja südamed löövad võbelema. Kuna leidub vähemalt mõni taustsüsteem, mille järgi nad mõlemad on paigal, siis leidub sündmusi, mis on koos-olevikulised (*present-with*) Bella südame võbelusega, kuid ei ole koos-olevikulised Antsu võbelusega. Näiteks võtame kolmandaks sündmuseks Maria karjatuse Pariisis. Kui presentismil on õigus, siis Maria karjatus eksisteerib koos (*exist-with*) Bella võbelusega aga mitte koos Antsu omaga. Seega Antsu võbelus ja Bella võbelus on koos-eksisteerivad, samuti Maria karjatus ja Bella võbelus on koos-eksisteerivad aga Maria karjatus ja Antsu võbelus seda ei ole. Eeldatavalt peaks presentismis olema koos-eksisteerimine transitiivne suhe: kui A eksisteerib koos B-ga ja B eksisteerib koos C-ga, siis eksisteerib A koos C-ga, siin see sedasi ei ole.

Ükski neist võimalustest ei tundu olevat kuigi paljulubav, arvestades et presentism peaks säilitama meie intuitsioonidel põhineva arusaama aja möödumisest ning oleviku esmasusest. Neljandaks jääb veel võimalus aktsepteerida erirelatiivsuspõhiseid postulaate mööndusega, et kõik taustsüsteemid ei ole võrdsed, vaid eksisteerib üks privilegeeritud taustsüsteem, mis jääb erirelatiivsusteoorias märkamata. Sündmused selles taustsüsteemis on absoluutselt samaaegsed ning absoluutselt samaaegsed sündmused on absoluutselt olevikulised.

Nagu eelnevalt teame, on erirelatiivsusteooria järgi kõik taustsüsteemid samaväärsed erinevate sündmuste hindamisel aga kas on pädev presentistide väide, et tavavaatlejate ülese taustsüsteemi postuleerime täiendab erirelatiivsusteooriat nii, et erirelatiivsusteooria ning presentism võivad vastuoludeta üksteise kõrval seista? Iseenesest ei välista erirelatiivsuse sellise privilegeeritud taustsüsteemi olemasolu, millest presentistid räägivad aga siiski tundub, et filosoofilised põhjused sellise raami postuleerimiseks kaalutakse üles empiiriliste faktide poolt, mis ei anna ühtegi vihjet millegi sellise olemasolu kohta. Kõige lihtsam oleks presentistidel eelneva vastu väita, et kõnealune absoluutne raam on meie teaduslikule tunnetusele üldse kättesaamatu ja kuigi erirelatiivsus on empiiriliselt adekvaatne, ei suuda ta tuvastada kaugemaid fakte universumi kohta (Hawley 2006). Kõige viljakam on olnudki viimase taktika järgijate töö.

Kivimaa, Presentism ja erirelatiivsusteooria.

Käesoleva peatüki eesmärgiks ongi anda ülevaade presentismi rehabiliteerimiskatsetest, mis valitseva Einsteini teadusliku maailmapildi kontekstis püüavad näidata, et lähtudes taktikast, mis postuleerib mingi privilegeeritud taustsüsteemi, suudab presentism edukalt vältida vastuolusid erirelatiivsusteooriaga. Üks aktiivsemaid ja häälekamaid presentismi poolt kõnelejaid on teoloog ning analüütiline filosoof William Lane Craig, kelle argumentatsiooni vastu see osa suunatud on.

Artiklis „The metaphysics of special relativity: three views“ (Craig 2008: 11-49) esitab Craig kolm relatiivsusteooria versiooni: Einsteini, Minkowski ning Lorentzi tõlgenduse. Ta soovib näidata, et Lorentzi tõlgendus on neist ainuke, mis jätab alles ajavormilisuse ning ajalise saamise ja seega peaks eelistama seda versioon. Üldiselt on see kirjatöö pühendatud tõestusele, et samaaegsus on objektiivne ning üldine. Craigi motiveerib eelistatud taustsüsteemi kasuks vaidlemist veendumus, et see on Jumala eksisteerimise vajalikuks eelduseks. Siin Jumala eksisteerimise ning privilegeeritud taustsüsteemi seost ei käsitleta, keskendatud on vaid sellele, kas tõepoolest peaksime eelistama Lorentzlikku erirelatiivsusteooria tõlgendust, mis eetrilaadse eelistaustsüsteemi alles jätab.

Craigi järgi eksisteerib Einsteini relativistliku tõlgenduse kohaselt 3+1 dimensiooniline maailm. Ehk see on teooria füüsilistest objektidest, mis kestavad ajas. Aeg ja ruum on taustsüsteemi suhtelised ning nende kaudu defineeritakse samaaegsus, püsimine, liikumine ja liikumise kiirus. Valgusel on konstantne kiirus  $c$ , mis ei sõltu taustsüsteemi enda liikumisest. Craig leiab, et selline tõlgendus toob kaasa antirealistliku arusaama Minkowski aegruumist. Aegruum on vaid teoreetiline konstruktsioon, geomeetiline representatsioon teooriast, mis tegelikult räägib ainult füüsilistest objektidest, mis püsivad ajas. Minkowski diagramm on küll kasulik tööriist, kuid see ei kujuta reaalsust (Craig 2008: 12).

Selline kirjeldus vastab küllalt täpselt sellele, mis varasemates peatükkides välja on toodud. Kuigi esialgsel kujul ilmunud Einsteini erirelatiivsusteooriast võis tõepoolest järeldada, et aegruum on kõigest teoreetiline konstruktsioon, siis hiljem võttis Einstein omaks Minkowski seisukoha, et Minkowski maailmana kujutatud aegruum vastab reaalsusele. Nii ütleb ka Einstein ise: „Mittematemaatik on haaratud salapärasest värinast, kui ta kuuleb neljadimensioonilistest asjadest /.../ siiski ei ole ilmsemat väidet kui see, et maailm, milles me elame, on neljadimensiooniline aegruumi kontiinum.“ (Einstein 2008: 56). Võttes arvesse, et Einstein Minkowski aegruumi hiljem omaks võttis, peab Craig Einsteini relatiivsuse tõlgenduse all silmas teooriat sellisena, nagu see ilmus 1905. aastal.

Minkowski võttis oma aegruumi ontoloogiliselt: see ei ole lihtsalt geomeetiline representatsioon, selline maailm ongi. Taolise tõlgenduse keskne tunnus on valguskoonuse struktuur igas aegruumi punktis, mis määrab kindlaks aegruumi geomeetrilised omadused. Craigi järgi ei mängi sellises interpretatsioonis Einsteini algele tõlgendusele kesksed mõisted nagu taustsüsteemid, valguse kiiruse invariantsus, relatiivne liikumine jne erilist rolli. Seega need kaks erirelatiivsuse tõlgendust maalivad küllaltki erineva metafüüsilise pildi reaalsusest (Craig 2008: 13).

Kolmanda relatiivsuse tõlgenduse annab Lorentz, kes toetas lähenemist, mis jättis alles aja ja ruumi klassikalises mõttes. Lorentzi järgi võis empiiriliselt samaväärselt Einstein-Minkowski tõlgendusega eeldada, et siiski eksisteerib staatiline eeter, mis annaks meile privilegeeritud taustsüsteemi, millest lähtudes ei ole samaaegsus relatiivne, vaid absoluutne, sest eetri suhtes paigal olevad kellad näitaksid taustsüsteemide ülest aega. Kuna kõik need kolm tõlgendust on kooskõlas saadaval olevate empiiriliste andmetega (privilegeeritud taustsüsteemi olemasolu pole kinnitatud ega ümber lükatud), jääb füüsiku enda otsustada, millist tõlgendust pooldada. Craigi järgi on siiski eelistatum tavaintuitsioonidele vastav Lorentzi interpretatsioon. Ta ütleb, et põhjus, miks Lorentz ei loobunud eetrist kui privilegeeritud taustsüsteemist, on selles, et ta ei olnud positivist (Craig 2008: 13-16). Samas ei saa öelda, et eetri eeldamine õigustatud oleks olnud. Nimelt enne, kui Einstein jõudis järeldusele, et kogu universumit läbivat staatilist eetri ei ole olemas, olid füüsikut üritanud selle olemasolu tõestada juba pea sajandi (Balashov, Janssen 2003: 333). Üks potentsiaalsemaid ja paljulubavamaid katseid, mis oleks pidanud kõigi eelduste kohaselt eetri avastama, oli Michelson-Morley eksperiment, mida sai ülal kirjeldatud. Kui ka see luhtus, oli mõistlikum eeldada, et eetrit ei eksisteeri, kui *ad hoc* hüpoteeside kaudu pikendada luhtunud teooria eluiga, nagu seda Lorentz tegi (March 2000: 149).

Sellegipoolest jääb presentistidele võimalus väita, et eeter kui privilegeeritud taustsüsteem, on midagi sellist, mida ei olegi võimalik empiiriliselt avastada. Ka Craig lisab, et Lorentzi eetri kontseptsioon oli dematerialiseeritud ning põhimõtteliselt võrdne abstraktse privilegeeritud ruumiga.

Järgnevalt annab Craig hinnangu igale eelpool nimetatud tõlgendusele, alustades algupärasest Einsteini interpretatsioonist. Ta ütleb, et Einsteini tõlgendus on ebaveetlev, sest selle ontoloogia on fragmentaarne, teiseks probleemiks on selle tõlgenduse seletuslik

Kivimaa, Presentism ja erirelatiivsusteooria.

puudulikkus. Fragmentaarse ontoloogia all peab Craig silmas selle teooria intuitsiooni vastaseid järeldusi. Kõik, mis ta ütleb, on:

„ /.../ on fantastiline mõelda, et mina ja sina, hõivates ajas ning ruumis sama kohta, kuid olles suhtelises liikumises, peaksime lihtsalt liikumise loomu tõttu jagunema kahte erinevasse maailma, mis lõikuvad vaid punktis. Erirelatiivsuse järgi piisab isegi sellest, kui me teineteisest autodes möödume ja meie samaaegsuse hüpertasandid enam ei kattu ning piisava vahemaa tagant hakkavad juhtuma empiirilisel distinktsed sündmused, mis eksisteerivad minu jaoks, kuid on sinu jaoks tuleviks ja seega sinu jaoks nad ei eksisteeri. Teised sündmused, mis on tulevikus ning ebarealsed, on juba tõelised sinu jaoks. Aga kui me peaksime aeglustuma ja jääma teineteise suhtes paigale, jagame me jälle sama reaalsust.“  
(Craig 2008: 22)

Võrdluseks toob ta Minkowski tõlgenduse, mille järgi sündmused ei teki ega kao kõigest taustsüsteemi vahetades, seal eksisteerib vaatlejast sõltumatu reaalsus ning me kõik oleme samas aegruumilises maailmas.

Autorile tundub fragmentaarse ontoloogia etteheite eelduseks A-teoreetiline lähenemine, et igal momendil eksisteerib erinev reaalsus. Sellisest lähtekohast võib tõepoolest tunduda Einsteini tõlgendus kaootiline ning fragmentaarne, isegi fantastiline, kuid kui eternalistlikust blokk-universumi vaatepunktist probleemile läheneda, selgub, et see ei pea nii olema. Kui kõik ajad eksisteerivad samaväärselt ühel ajateljel, võib ette kujutada, et subjekti isiklik olevikulõik blokk-universumis muutub vastavalt sellele, millisel kiirusel ta liigub teiste taustsüsteemide suhtes ja nii sõltuvad ka temaga samaaegsed sündmused sellest, mis parasjagu temaga seda lõiku jagavad. Kiiruse muutumisel muutub ka lõik, mida vaatleja enda olevikuks peab ja nii on võimalik, et ühe olevik on teise tulevik jne.

Craigi järgi seisneb Einsteini teooria seletuslik puudulikkus selles, et Einstein ei selgita miks füüsilised objektid omavad massi, kestvust ning kuju ainult taustsüsteemi relatiivselt. Ei ole selge, miks kolmedimensioonilised ja ajas püsivad objektid on mõjutatavad relativistlike efektide nagu aja dilatatsioon ning pikkuste kontraktsioon poolt. Samas on sellised efektid olemas ka Lorentzi teoorias, kuid seal on selgitatud, et neid tekitab objektide ning eetri vastastikmõju. Lisaks ei ole relativistlikud efektid Einsteini teoorias pelgalt näivused, vaid füüsilised reaalsused. Craigi järgi puudub Einsteini interpretatsioonis nende iseärasuste selgitus, need on tuletatud otse relatiivsusteooria postulaatidest (Craig 2008: 23-24).

Kivimaa, Presentism ja erirelatiivsusteooria.

Yuri Balashov ja Michel Janssen on artiklis „Critical notice: Presentism and Relativity“ (Balashov, Janssen 2003) Craigi seletusliku puudulikkuse argumendi vastu ülesastunud. Alustuseks tuletavad nad meelde Einsteini printsibiteooriate ja konstruktiivsete teooriate eristust. Esimest laadi teooriad võrsuvad üldistest tähelepanekutest empiiriliste regulaarsuste kohta ja formuleeritakse postulaatidena, nad on fenomenikesksed. Teist laadi teooriad sihivad postulaatide alust reaalsust. Einsteini algupärane tõlgendus oli printsibiteoreetiline. Craigi taktika on näidata, et konstruktiivsed teooriad on printsibiteoreetilisest teooriatest väärtuslikumad. Kuna Minkowski tõlgendus on konstruktiivne, tuleb seda eelistada Einsteini tõlgendusele ja seega tuleks viimasest loobuma. Balashov ja Janssen on nõus seda liiki teooriate hierarhilisusega, kuid näitavad, et aegruumiline teooria on Einsteini interpretatsiooni täiendus ning seega ei saa sellele ette heita puudulikkust (Balashov, Janssen 2003: 332-334).

Minkowski tõlgenduse puuduseks märgib Craig, et selles pole võimalik ajaline „saamine“, samuti ei luba aegruumi realism ajavormilisi omadusi ega eksistentsi vorme nagu olevikulisus. Seega pole Minkowski teooria kooskõlas meie ajakogemusega. See on Craigi jaoks piisavalt suur probleem, et jätta kõrvale aegruumiline relatiivsuse tõlgendus ning liikuda edasi Lorentzi interpretatsioonini.

See argument ei ole kindlasti piisav, et Minkowski tõlgendus kõrvale lükata. Erirelatiivsusteoorial on palju tulemusi, mis ei ühti meie tavatunnetusega, see tähendab pigem seda, et meie intuitsioonid ei pruugi anda meile objektiivset pilti reaalsusest. Tänapäeva teaduses on arvukalt igapäeva arusaamadele mittevastavaid tulemusi (eriti kvantmehaanikas), siiski ei lükka me neid kõrvale, vaid jäeldame, et teadusliku meetodi teel saadud tulemused esitavad meile maailma sellisena, nagu see on.

Kuna Lorentzi tõlgendus säilitab klassikalise aja ja ruumi, jääb alles ka ajaline saamine ning absoluutne samaaegsus. Üks peamist põhjust, miks Lorentzlikku relatiivsustõlgendust tõsiselt ei võeta, on eeter, mille olemasolu kunagi kinnitust pole leidnud. Kuna puudus eksperimentaalne tõestus eetri eksisteerimise kohta, oli mõistlik eeldada, et midagi eetrilaadset üldse ei eksisteerigi. Craig aga pakub välja mõned modernse füüsika avastused, mida tema arvates võiks käsitleda taustsüsteemidena, mille suhtes absoluutset samaaegsust võiks defineerida.

Kivimaa, Presentism ja erirelatiivsusteooria.

Esimese näitena toob Craig kosmilise mikrolaine-taustkiirguse, mis täidab ruumi ja on isotroopne iga vaatleja jaoks, kes on paigal ruumi paisumise suhtes. Tegemist on universumi algusaegadest pärineva kosmilise kiirgusega. See võiks sobida üldiseks taustsüsteemiks.

Teiseks, kogu füüsilise reaalsuse aluseks olev kvantmehaaniline vaakum on täis kaduvaid ning tekkivaid osakesi, samuti energiat. Nagu praeguseks teame, ei ole kosmoses valitsev vaakum sugugi nii tühi, kui seda arvati. Seega võiks olla vaakumis valitsev mitmekesisus uueks eetriks. Elektrodünaamika kohaselt on vaakum täis elektromagnetilisi välju.

Siiski ei kohusta universaalse taustsüsteemi postuleerimine meid valima presentismi. Üldise samaaegsuse eeldamine on vaid mündi üks külg, lisaks ütleb presentism, et ranges mõttes eksisteerib ainult olevik. Me võime aktsepteerida privilegeeritud taustsüsteemi ning samas öelda, et absoluutselt minevikuline ning absoluutselt tulevikuline eksisteerib sama tõeliselt kui olevik (Hawley 2006).

Craigi peamiseks eesmärgiks on näidata, et kuigi erirelatiivsusteooria kolm tõlgendust on vähemalt empiirilisel samaväärsed, peaksime me eelistama Lorentzlikku tõlgendust, mis jätab alles privilegeeritud taustsüsteemi. Sellegipoolest ei suuda Craig suudab selle kasuks piisavalt veenvalt argumenteerida, pealegi ei tõesta privilegeeritud taustsüsteem presentismi, sest selline taustsüsteem ei tingi, et ainult olevikus toimub kogu eksisteerimine.



## KOKKUVÕTE

Presentism on aja metafüüsikas teooria, mille järgi eksisteerib vaid olevik. Minevikku enam ei eksisteeri ning tuleviku veel ei eksisteeri. Igal momendil alustab eksisteerimist uus ajaline lõik ning hävib järgmisel. Selline kirjeldus võimaldab hästi seletada meie kogemust aja möödumisest.

Erirelatiivsusteooria põhipostulaadist järeldub, et aeg siiski selline ei ole. Kuna kõik vaatlejad peavad alati saama valguse kiiruseks  $c$  olenemata kiirgava keha enda liikumisest, selgub, et aeg ning kehade pikkused peavad olema suhtelised. Sellest ka kolm relativistlikku efekti: sündmuste samaaegsuse suhtelisus, aja dilatatsioon ja pikkuste kontraktsioon. Kaks esimest on otseselt presentismi välistavad, sest esiteks eeldab presentistlik lähenemine, et eksisteerib absoluutne samaaegsus, mingisugune kogu universumit läbiv üldine „nüüd“ moment, kus kogu eksisteerimine aset leiab ja teiseks võimaldab aja dilatatsioon kaksikute paradoksis nähtud ajarännakut tulevikku, ajarännakut presentism aga lubada ei saa, sest tulevikku ei eksisteeri veel.

William Lane Craig väidab, et erirelatiivsusteooriale tuleks anda Lorentzlik tõlgendus, mis jätaks alles privilegeeritud taustsüsteemi, millest lähtuvalt saaks otsustada sündmuste samaaegsust. Ta pakub välja kolm erirelatiivsuse interpretatsiooni ning lükkab erinevate probleemide tõttu tagasi Minkowski ning Einsteini tõlgendused. Ta leiab, et eelistatum nendest kolmest on Lorentzlik interpretatsioon. Siiski ei suuda Craig piisavalt veenvalt näidata, et kuigi eelistatud taustsüsteemi empiirilisel pole tuvastatud, peaksime seda eeldama, sest selline tõlgendus haakub enim meie tavatunnetusega.

## KASUTATUD KIRJANDUS

Balashov, Yuri; Janssen, Michel (2003). „Critical notice. Presentism and relativity“. – *The British Journal for the Philosophy of Science*, **54**, 327-346.

Bourne, Craig (2006). *A Future for Presentism*. Oxford : Oxford University Press.

Carroll, John W.; Markosian, Ned (2010). *An Introduction to Metaphysics*. Cambridge : Cambridge University Press.

Craig, William Lane (1999). „Tensed Time and Our Differential Experience of the Past and Future“. – *The Southern Journal of Philosophy*, **37**, 515-537.

Craig, William Lane (2008). „The metaphysics of special relativity: three views“. – *Einstein, Relativity and Absolute Simultaneity*. Ed. William Lane Craig, Quentin Smith. London ; New York: Routledge. 2008, 11-49.

Dainton, Barry (2012). „Time and Temporal Experience“. – *The Future of the Philosophy of Time*. Ed. Adrian Brandon. London ; New York: Routledge. 2012.

Einstein, Albert (1993). „Kõnesid Michelsonile“. – *Akadeemia*, **4**, 834-836.

Einstein, Albert (2005). „Liikuvate kehade elektrodünaamikast“. – *Akadeemia*, **7**, 1392-1407.

Einstein, Albert (2008). *Relativity: the special and the general theory*. London ; New York : Routledge.

Fayngold, Moses (2002). *Special Relativity and motions faster than light*. Weinheim : Wiley-VCH.

Frisch, David H., Smith James H. (1963). „Measurement of the Relativistic Time Dilation Using  $\mu$ -Mesons“. – *American Journal of Physics*, **31**, 342-355.

Hawley, Katherine (2006). „Science as a Guide to Metaphysics?“. – *Synthese*, **149**, 451-470.

Kivimaa, Presentism ja erirelatiivsusteooria.

Hawley, Katherine (2009). „Metaphysics and relativity“. - *The Routledge Companion to Metaphysics*. Ed. Robin Le Poidevin *et al.* London ; New York : Routledge. 2009, 507-516.

Kard, Paul (1972). *Erirelatiivsusteooria I*. Tartu : Tartu Riiklik Ülikool.

Kard, Paul (1978). *Relatiivsusteooria algkursus*. Tartu : Tartu Riiklik Ülikool.

Keres, Harald (2009). *Ruum ja aeg*. Tartu : Ilmamaa.

March, Robert H. (2000). *Füüsika võlu*. Tartu : Ilmamaa.

McTaggart, John M. Ellis (2003). „Aja ebareaalsus“. – *Akadeemia*, **5**, 939-957.

Michelson, Albert; Morley, Edward (1993). „Maa ja valgust kandva eetri suhtelisest liikumisest“. – *Akadeemia*, **4**, 837-849.

Minkowski, Hermann (1973). „Space and Time“. – *Problems of Space and Time*. Ed. J. J. C. Smart. New York : Macmillan ; London : Collier-Macmillan. 1973, 297-312.

Oaklander, L. Nathan (2002). „Presentism, Ontology and Temporal Experience“. - *Royal Institute of Philosophy Supplement*, **50**, 73-90.

Prior, A. N. (1959). „Thank goodness that’s over“. - *Philosophy*, **34**, **128**, 12-17.

Savitt, Steven (2005). „Olemine ja millekski saamine tänapäeva füüsikas“. – *Akadeemia*, **7**, 1520-1552.

Smith, Quentin; Oaklander, L. Nathan (2005). *Time, Change and Freedom*. London ; New York : Routledge.

Tallant, Jonathan (2011). *Metaphysics: An Introduction*. London: Continuum

Walker, Jearl (2012). *Füüsika põhikursus : õpik kõrgkoolilise II köide*. - Tartu : Eesti Füüsika Selts.

Õiglane, Harry (1973). *Vestlus relatiivsusteooriast*. Tallinn : Valgus.

## RESÜMEE

Käesoleva lõputöö eesmärgiks on uurida presentismi ning erirelatiivsusteooria vastuolu, mis tuleneb nende erinevatest ontoloogilistest väidetest aja kohta. Kuna selgub, et vastuolu on ilmne, jääb üle küsida kas ja kuidas on võimalik presentistlikku vaadet tänapäevase teadusparadigma kontekstis rehabiliteerida. Üks aktiivsemaid presentismi advokaate on William Lane Craig, kes pakub kolm erirelatiivsuse tõlgendust ning argumenteerib Lorentzliku interpretatsiooni kasuks, mis jätab alles privilegeeritud taustsüsteemi, millest lähtudes saaksime defineerida absoluutse samaaegsuse. Peamiselt taandub tema põhjendus sellele, et kuna kõik kolm interpretatsiooni on empiiriliselt samaväärsed, peaksime me eelistama Lorentzi tõlgendust, sest see ühtib kõige paremini meie tavaarusaamadega. See ei ole aga kuigi veenev põhjendus, sest meie eesmärgiks on kirjeldada reaalsust sellisena, nagu ta on ning meie tavatunnetus ei pruugi meile esitada maailma sellisena, nagu ta tegelikult on.

## **SUMMARY**

### **PRESENTISM AND SPECIAL THEORY OF RELATIVITY**

The aim of this thesis is to give an overview of presentism and special theory of relativity and how the basic ontological claims of these two theories contradict each other. Since the contradiction will be clear, the further aim is to evaluate William Lane Craig's attempt to reconcile presentism with special theory of relativity. He gives three interpretations to the theory and argues that the Lorentz's is the one we should choose because it is the only one that allows temporal becoming and absolute simultaneity. Since all three interpretations are empirically equivalent, Craig claims, we should prefer Lorentz's interpretation because it is closest to our everyday conception of time. This, however, is not enough. Our goal is to describe the world as it is and Einstein's theory has much more backing it up than mere intuitions.

Kivimaa, Presentism ja erirelatiivsusteooria.

## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

Mina, Carel Kivimaa

(sünnikuupäev: 02.12.1990)

annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

„Presentism ja erirelatiivsusteooria“,

*(lõputöö pealkiri)*

mille juhendaja on Bruno Mölder,

*(juhendaja nimi)*

- 1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
- 1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 02.05.2013 (kuupäev)