

Temporalinės logikos sistemų CL ir K_b semantinės interpretacijos su tradicinių teisingumo reikšmių pertrūkiiais

Živilė Pabijutaitė

Vilniaus universiteto
Filosofijos istorijos ir analitinės filosofijos katedra
E. paštas zivile.pabijutaite@fsf.vu.lt
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4928-7298>

Santrauka. Nuo XX a. vidurio temporalinės logikos srityje buvo sukurta bent keliolika konkuruojančių semantinių teorijų, pateikiančių skirtingus atsitiktinių teiginių apie ateitį vertinimo kriterijus. Straipsnyje nagrinėjamos dvi temporalinės logikos sistemos K_t plėtinių – CL (*Cocchiarella Linear*) ir K_b (*Kripke Branching*) – semantinės interpretacijos, kuriose tokiems teiginiams būdingi standartinių teisingumo reikšmių pertrūkiiai: 1) J. Łukasiewicziaus $L3$; 2) S. C. Kleene'o $K3$; 3) A. Prioro okazizmas; 4) R. Thomasono supervaluacionizmas; 5) J. MacFarlane'o reliatyvizmas. Šio straipsnio tikslas – pateikti išsamią minėtų semantinių teorijų tipologiją ir vertinimą pagal šiuos kriterijus: a) gebėjimą pagrįsti retrospektyvų teiginių vertinimą; b) teorijos adekvatumą sprendžiant paralelią visažinystės ir atviros ateities santykio problemą; c) santykį su negalimo trečiojo dėsnio; d) santykį su kitomis indeterministiniame kontekste intuityviai priimtinais formulėmis. Straipsnyje ginama tezė, jog vienintelė teorija, visiškai tenkinanti visus keturis išsikeltus kriterijus, yra J. MacFarlane'o reliatyvizmas, tačiau ir joje susiduriama su rimtais sunkumais svarstant retrospektyvų teiginių vertinimą teologiniame kontekste.

Pagrindiniai žodžiai: atsitiktiniai teiginiai, determinizmas, temporalinė logika, dvireikšmiškumas

Semantical Interpretations of the Temporal Logic Systems CL and K_b with the Gaps of Traditional Truth-values

Abstract. Over the past several decades, in the field of temporal logic there have been created a great number of semantical theories that provide different truth conditions for tensed propositions. In this article we deal with five non-bivalent semantical interpretations of the temporal logic systems CL (*Cocchiarella Linear*) and K_b (*Kripke Branching*): 1) $L3$ by J. Łukasiewicz; 2) $K3$ by S. C. Kleene; 3) Ockhamism by A. Prior; 4) supervaluationism by R. Thomason; 5) relativism by J. MacFarlane. The aim of this article is to present a detailed typology of the five semantical theories based on these criteria: a) the ability to deal with the problem of retrospective evaluation of future contingent propositions; b) the ability to deal with the problem of divine omniscience and free will; c) their relation to the law of excluded middle; d) their relation to other formulas that are intuitively acceptable in an indeterministic context. It is argued that the only theory that satisfies all four criteria is the relativism of J. MacFarlane; however, it faces some serious challenges when dealing with the problem of retrospective evaluation of future contingent propositions in the theological context.

Keywords: future contingents, determinism, temporal logic, bivalence

Received: 12/11/2019. Accepted: 27/01/2020

Copyright © Živilė Pabijutaitė, 2020. Published by Vilnius University Press.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Licence (CC BY), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

1. Atsitiktinių teiginių apie ateitį problema ir galimi jos sprendimo būdai

Atsitiktinių teiginių apie ateitį problema – tai klausimas, ar galima (jei galima, tai koku būdu) priskirti tradicines teisingumo reikšmes *teisinga* arba *klaidinga* būsimojo laiko teiginiams, išreiškiantiems vien tik galimai įvyksiančią – tokią, kuri nėra nei prieštaringa, nei būtina – dalykų padėtį. Aristotelio *De interpretatione* devintajame skyriuje pateikiamas jūrų mūšio samprotavimas¹ laikomas viena ankstyviausių ir istoriškai įtakingiausių atsitiktinių teiginių apie ateitį problemos formuluočių. Čia pateikiama supaprastinta šio samprotavimo versija:

- 1) kiekvienas teiginys apie praeitį, dabartį ir ateitį yra teisingas arba klaidingas;
 - 2) teiginys yra teisingas, jei ir tik jei egzistuoja jį atitinkanti dalykų padėtis;
 - 3) teiginys yra klaidingas, jei ir tik jei egzistuoja jam priešinga dalykų padėtis;
- ∴ jau dabar egzistuoja apibrėžta viena būsimų įvykių eiga².

Išspręsti atsitiktinių teiginių apie ateitį problemą – tai rasti įtikinamą būdą, kaip išvengti šio samprotavimo išvados. Nesutinkant su šio pagrįsto samprotavimo išvada, reikia atmesti bent vieną jo prielaidų: arba visuotinį dvireikšmiškumo principo galiojimą (prielaida (1)), arba korespondencinę (arba kitaip – klasikinę) tiesos teoriją (prielaidos (2) ir (3))³.

Šio straipsnio objektas – problemos sprendimų, paremtų pirmosios prielaidos atmetimu, grupė. Ši sprendimų grupė yra vienijama pažiūros, vadinamos *semantiniu inkompatibilizmu* (remiantis ja, atviros ateities intuicija ir visuotinis dvireikšmiškumo principo galiojimas yra tarpusavyje nesuderinamos idėjos), ir bendroje galimų problemos sprendimų tipologijoje atrodo taip, kaip pateikta 1 schemeje.

¹ Ši *De interpretatione* devintojo skyriaus fragmentą (*DI* 9 18a34–18b16) įprasta įvardyti kaip jūrų mūšio „paradoksą“, tačiau, atsižvelgiant į šio darbo tikslus, šią *De interpretatione* ištrauką čia parankiau pateikti ne kaip kelių tarpusavyje nederančių teiginių rinkinį, o kaip samprotavimą, kuriame intuityviai priimtinos prielaidos veda į intuityviai nepriimtina išvada.

² Originaliame tekste esama bent dviejų samprotavimo, vedančio į loginį fatalizmą, formuluočių:

I formulotė (*DI* 9 18a34–b9):

- 1) kiekvienas teiginys yra teisingas arba klaidingas;
- 2) įmanoma, kad kas nors vienas šiandien sakytų, jog rytoj jūrų mūšis įvyks, o kitas tai neigtų;
- 3) pasitvirtins tik vieno iš judviejų spėjimas;
- 4) spėjimas, kuris (ne)pasitvirtins, yra teisingas (klaidingas) jau dabar;
- 5) jei šiandien teisinga (klaidinga), kad rytoj įvyks jūrų mūšis, tai rytoj būtinai (ne)įvyks jūrų mūšis.

II formulotė (*DI* 9 18b9–16):

- 1) kiekvienas teiginys yra teisingas arba klaidingas;
- 2) jei įvykis vyksta, anksčiau buvo teisinga teigti, kad jis įvyks;
- 3) jei anksčiau buvo teisinga teigti, kad įvykis įvyks, jis negali nevykti;
- 5) jei anksčiau buvo teisinga teigti, kad įvykis įvyks, jis vyksta būtinai (pagal operatorių ekvivalenciją $\sim\Diamond \equiv \Box$).

Tai, jog spėjimas apie įvykio (ne)įvykimą išsakomas iki (ne)įvykstant įvykiui, yra bendras abiejų samprotavimo formuluočių bruožas. Kita vertus, antroje formulotėje įvykio baigtis jau aiški, o pirmojoje – dar nežinoma. Suprasdamas, jog pirmosios formulotės prielaida, esą į įvyksiančius įvykius nurodantys teiginiai yra teisingi jau dabar, gali būti intuityviai nepriimtina, Aristotelis pateikia alternatyvią ir patrauklesnę jos versiją antroje formulotėje. Spėjimo apie būsimą įvykį data čia perkeliama iš dabarties į praeitį, o įvykio vyksmas – iš ateities į dabartį: jei įsivaizduotume, jog teiginys „Rytoj įvyks jūrų mūšis“ buvo išsakytas ne šiandien, o vakar, šiandien šiam mūšiu įvykus vakarykštį spėjimą linktume laikyti teisingu. Tokiu atveju teisingu ar klaidingu analogiškai turime laikyti ir šiandienį teiginį apie tai, kas galbūt bus rytoj – perspektyvos pasikeitimas, Aristotelio nuomone, esmės čia nekeičia.

³ Žinoma, svarstant nesutrumpintą samprotavimo versiją, susidedančią iš daugiau prielaidų, atsirastų ir daugiau jo atmetimo galimybių.

1 schema



Semantiniai inkompatibilistai, sutikdami, jog atsitiktiniai teiginiai apie ateitį išreiškia prasmingą turinį, neigia, jog tokiems teiginiams gali būti taikomas dvireikšmiškumo principas. Dvireikšmiškumo principo galiojimas gali būti apribojamas dviem būdais – arba nepriskiriant atsitiktiniams teiginiams apie ateitį jokios reikšmės ir išpažįstant teisingumo reikšmių pertrūkius (*truth-value gaps*), arba priskiriant tokiems teiginiams kitą, trečią teisingumo reikšmę. Šiame straipsnyje bus nagrinėjami abu šie dvireikšmiškumo principo apribojimo būdai, kurių rezultatas čia įvardijamas kaip tradicinių teisingumo reikšmių pertrūkiai plačiaja to žodžio reikšme.

Tolesniuose darbo skyriuose nagrinėjamos šios semantiniame inkompatibilizmui atstovaujančios teorijos: i) J. Łukasiewicziaus *L3*; ii) S. C. Kleene'o *K3*; iii) A. N. Prioro okamizmas; iv) R. Thomasono supervaluacionizmas; v) J. MacFarlane'o reliatyvizmas.

Straipsnio tikslas yra pateikti išsamią aptariamąs sprendimų grupės analizę remiantis šiais kriterijais:

- a) teorijos santykiu su negalimo trečiojo dėsnio, kuris čia formuluojamas būsimuoju laiku – $Fp \vee F\sim p$. Kadangi ši išraiška, tesakanti, jog „Rytoj jūrų mūšis įvyks arba rytoj jūrų mūšis neįvyks“, atrodo tarsi tautologija, teorijos, išlaikančios negalimo trečiojo dėsnį, bus laikomos pranašesnėmis už šio dėsnio neišlaikančias;
- b) galimybe išreikšti alternatyvias ateities galimybes – t. y. galimybe išraiškai $\diamond Fp \ \& \ \diamond F\sim p$ (kai abu F operatoriai nurodo į ateities momentus, vienodai nutolusius nuo dabarties momento⁴), sakančiais, jog „Gali būti, jog jūrų mūšis įvyks, ir gali būti, jog jūrų mūšis neįvyks“, būti išpildomai;
- c) gebėjimu pagrįsti retrospektyvų teiginių vertinimą – remiantis šiuo kriterijumi, pranašesnėmis bus laikomos tos semantinės teorijos, kuriose esama galimybės suderinti dvi prieštaraujančias intuicijas: pagal vieną jų, teiginys Fp , kol įvykis p dar nėra įvykęs, nėra nei teisingas, nei klaidingas, pagal kitą – įvykiui p jau įvykus ir vėlesniu laiko momentu atliekant retrospektyvų teiginio Fp vertinimą, jam priskiriama reikšmė *teisinga* arba *klaidinga*;

⁴ Paprastai, norint pasakyti, kad Fp ir Fq kalba apie įvykius, vyksiančius praėjus vienodam laiko kiekiui nuo dabarties momento, pasitelkiami metriniai temporaliniai operatoriai, pavyzdžiui, F_{10q} (skaityti – „ q įvyks ateityje praėjus 10-čiai laiko vienetų nuo dabarties momento“), tačiau čia, siekiant kuo didesnio paprastumo, metriniai operatoriai nenaudojami.

d) teorijos adekvatumu sprendžiant paralelią visažinystės ir atviros ateities santykio problemą, kurios formuluotė pateikiama penktajame darbo poskyryje.

Taigi, pagrindinis straipsnio siekinys – ši tipologija, turėsianti parodyti, kuri iš nagrinėjamų teorijų geriausiai atitinka mūsų intuityvius įsitikinimus apie laiko tėkmę bei jos sąsajas su tiesa ir galimybe (žr. 2 schemą).

2 schema

	ATSITIKTINIAI TEIGINIAI APIE ATEITĮ				
	Negalioja dvireikšmiškumas				
	Neturi teisingumo reikšmės			Turi kitą (trečią) teisingumo reikšmę	
Struktūra	K_b			CL	
Semantinė interpretacija	Reliatyvizmas	Supervaluacionizmas	Okamizmas	Kleene $K3$	Lukasiewicz $L3$
$Fp \vee F\sim p$					
$\diamond Fp \ \& \ \diamond F\sim p$					
$p \supset PFp$					
$K_Dp \vee K_D\sim p$					

Straipsnyje naudojamas lyginamosios analizės metodas reikalauja padaryti porą svarbių pastabų. Šiuolaikinėje temporalinėje logikoje laikinų matmenų turinčias išraiškas įprasta užrašyti pasitelkiant A. N. Prioro (1914–1969) įvestus laikinius operatorius (Prior 1957, 1967)⁵, o šių išraiškų teisingumo sąlygas nusakyti naudojant kiek kitaip interpretuotą S. Kripke'ės galimų pasaulių semantiką (Kripke 1959, 1963). Kai kurios šiame straipsnyje nagrinėjamos teorijos buvo sukurtos dar iki pastarųjų Prioro ir Kripke'ės atradimų (pavyzdžiui, J. Lukasiewicziaus sistema $L3$, sukurta 1920 m., arba S. C. Kleene'o sistema $K3$, pasirodžiusi 1952 m.), tačiau, siekiant kuo aiškiau atskleisti ankstyvųjų teorijų privalumus ir trūkumus vėlesnių teorijų atžvilgiu, jose pateikiamos atsitiktinių teiginių apie ateitį semantinės charakteristikos bus persakytos pagal šiuolaikinius standartus (jie apibūdinami kitame darbo poskyryje).

Atlikus penkių semantiniams inkompatibilizmui atstovaujančių teorijų analizę ir sudarius išsamią jų tipologiją, darbe ginama tezė, jog vienintelė tradicinių teisingumo reikšmių pertrūkiškas paremta teorija, visiškai tenkinanti visus keturis išsikeltus kriterijus, yra J. MacFarlane'o reliatyvizmas, tačiau ir joje susiduriama su rimtais sunkumais svarstant retrospektyvų teiginių vertinimą teologiniame kontekste.

⁵ Nuo pirmųjų temporalinei logikai skirtų Prioro darbų pasirodymo iki šių dienų buvo įvesta daug kitų laikinių operatorių, išplečiančių temporalinės logikos raiškos galimybes (pvz., S (*since*) ir U (*until*) operatoriai (Kamp 1968)), tačiau išraiškos su jais šiame straipsnyje neatliks jokio vaidmens.

2. Laikinį matmenį turinčių išraiškų formalizavimas ir teisingumo sąlygos temporalinėje teiginių logikoje

Šio poskyrio tikslas – trumpai nusakyti pagrindinius temporalinės teiginių logikos, paremtos laiko momentais⁶, sintaksės ir semantikos principus, kuriais bus vadovaujama šiame straipsnyje.

Būtina pastebėti, kad teiginio samprata, kuria paprastai remiamasi temporalinėje logikoje bei kuria bus vadovaujama šiame tekste, smarkiai skiriasi nuo kituose kontekstuose šiandien paplitusios teiginio sampratos. Įprasta manyti, kad teiginio statusą turi tokios išraiškos, kurių teisingumas nepriklauso nuo jų išsakymo aplinkybių (pavyzdžiui, *Karvės kailis yra trumpesnis nei avies* arba *Pirmoji 1992-ųjų metų diena yra trečiadienis*), o tokios išraiškos kaip *Aš priklausau daugiau nei vienai bendruomenei* arba *Ten vyksta kažkas įdomaus* laikomos nepilnomis tol, kol jose nėra specifiukuotas *aš*, *ten* bei kitų į juos panašių indeksinių žodžių konkretus turinys (taigi, išraiškos *Ten vyksta kažkas įdomaus* ir *Čia vyksta kažkas įdomaus* čia gali būti laikomos skirtingais sakiniais (*sentence*, *statement*), išreiškiančiais tą patį teiginį (*proposition*)). Nors nepilnais analogiškai būtų galima laikyti ir tokius teiginius kaip *Rytoj įvyks jūrų mūšis* – tol, kol ši išraiška nėra perrašoma panaikinant joje bet kokį temporalinį indeksiškumą, – klasikine A. Prioro tradicija besiremiančioje temporalinėje logikoje vadovaujama kiek kitokia, dar Antikoje ir viduramžiais susiformavusia laikinį matmenį turinčių teiginių samprata. Ankstyvosiose Antikos ir viduramžių laiko logikos plėtotėse beveik be išimčių operuojama teiginiais, kuriuose, nors ir pasižymintuose laikiniu turiniu, arba išvis nepateikiamos konkrečios laiko nuorodos, arba jos yra indeksinės (priklausančios nuo teiginio išsakymo aplinkybių), ir tokie teiginiai nelaikyti nepilnais ar reikalaujančiais patikslinimo. Tai reiškia, jog, priešingai nei šiandien, standartinio teiginio pavyzdys klasikiniu laikotarpiu buvo ne *Jūrų mūšis vyksta laiko momentu T* su stabilia teisingumo reikšme, bet *[Dabar] vyksta jūrų mūšis* su besikeičiančia teisingumo reikšme; tokia laikinę informaciją išreiškiančio teiginio samprata bus vadovaujama ir čia (plačiau apie tai žr. Prior 1967: 15–17; Øhrstrøm, Hasle 1995: 9).

Taisyklingomis loginėmis išraiškomis čia bus laikomi:

- teiginiai p, q, r, \dots , priklausantys atominių teiginių aibei At (pavyzdžiui, *stipriai lyja lietus* (q), *šiuo metu vyksta jūrų mūšis*⁷ (p) ir pan.);
- iš atominių teiginių ir standartinių teiginių logikos operatorių ($\sim, \&, \vee, \supset, \equiv$) sudaryti teiginiai (pavyzdžiui, *stipriai lyjant lietuvi, jūrų mūšis nevyksta* ($q \supset \sim p$));
- atominiai arba sudėtiniai teiginiai, modifikuoti A. Prioro silpnaisiais (F (*bent syki ateityje*), P (*bent syki praeityje*)) arba stipriaisiais (G (*visada ateityje*), H (*visada praeityje*)) laikiniais operatoriais (pavyzdžiui, *rytoj įvyks jūrų mūšis* (Fp) arba *visada ateityje bus teisinga, kad vakar lijo stiprus lietus* (GPq));

⁶ Apie laiko intervalais paremtą temporalinę logiką, pasižymintą didesnėmis raiškos galimybėmis, šiame darbe kalbama nebus.

⁷ Pagal temporalinėje logikoje įsigalėjusį standartinį požiūrį, atominiai teiginiai, nedomifikuoti jokiais laikiniais operatoriais, yra esamojo laiko – dėl šios priežasties klasikinėje A. Prioro sintaksėje nėra išskiriamas atskiras esamojo laiko operatorius (žr. punktą (c)), kuris čia laikomas pertekliniu.

- d) atominiai arba sudėtiniai teiginiai, modifikuoti modaliniais galimybės (\diamond) ir būtinybės (\square) operatoriais (pavyzdžiui, *gali būti, kad rytoj įvyks jūrų mūšis* ($\diamond Fp$) arba *būtina, kad rytoj lis arba nelis stiprus lietus* ($\square(Fq \vee \sim Fq)$)).

Temporalinių išraiškų teisingumo sąlygos bus nusakomos remiantis adaptuota Kripke'ės modalinių teiginių semantika, susidedančia iš šių elementų:

- 1) struktūros $S = \langle T, \prec \rangle$, kur T – laiko momentų aibė, o \prec – ryšys *anksčiau nei*, siejantis aibės T elementus;
- 2) interpretacinės funkcijos v , visiems teiginiams $p \in At$ priskiriančios teisingumo reikšmes teisinga ($v(p)=1$) arba klaidinga ($v(p)=0$) visais laiko momentais $t \in T$. Tokiu būdu gaunamas temporalinis modelis $M = \langle T, \prec, v \rangle$;
- 3) temporalinių išraiškų teisingumo sąlygų apibrėžimo modelyje, t. y. jų vertinimo metodo. Šiame darbe aktualiausias bus išraiškų, modifikuotų silpnuoju būsimojo laiko operatoriumi F , vertinimo metodas, kuris gali skirtis priklausomai nuo kelių veiksnių:
 - 3.1) parametrų, į kuriuos reikia atsižvelgti vertinant teiginį;
 - 3.2) teisingumo reikšmių, kurias gali įgyti temporalinė išraiška, skaičiaus ir pobūdžio;
 - 3.3) sąlygų, kurioms esant temporalinė išraiška, atsižvelgiant į (3.1) nurodytus parametrus, įgyja vieną iš (3.2) nurodytų teisingumo reikšmių.

Akivaizdu, kad tas pats temporalinis modelis M gali būti kaip pagrindas skirtingiems atsitiktinių teiginių apie ateitį vertinimo metodams. Siekiant kuo aiškesnio skirtingų semantinių teorijų palyginimo, jos bus pristatomos remiantis tuo pačiu modeliu – vienu modeliu bus remiamasi lyginant linijinę laiko struktūrą numatančias sistemas $K3$ ir $L3$, kitu – išsišakojančio laiko struktūrą numatančius okamizumą, supervaluacionizmą ir reliatyvizmą.

3. Linijinės struktūros CL semantinės interpretacijos: $K3$ ir $L3$

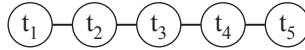
Loginiu požiūriu stipresnės ir sudėtingesnės, tačiau istoriškai ankstyvesnės yra linijinės laiko struktūros, o viena populiariausių tokių struktūrų yra žinoma CL (pagal *Cocchiarella Linear*, Cocchiarella 1965) pavadinimu. Šioje struktūroje aibės T elementus siejantis ryšys \prec yra (1) *tranzityvus*, (2) *linijinis į kairę* ir (3) *linijinis į dešinę*:

- (1) $\forall x \forall y \forall z ((x \prec y) \& (y \prec z)) \rightarrow (x \prec z)$;
- (2) $\forall x \forall y \forall z ((y \prec x) \& (z \prec x)) \rightarrow ((y=z) \vee (y \prec z) \vee (z \prec y))$;
- (3) $\forall x \forall y \forall z ((x \prec y) \& (x \prec z)) \rightarrow ((y=z) \vee (y \prec z) \vee (z \prec y))$ (kur x, y, z – kintamieji, žymintys skirtingus laiko momentus).

Ši struktūra, kurioje kitos laiko tėkmės savybės – tokios kaip tankumas, pirmo ar paskutinio momento (ne)turėjimas – yra nespécifikuotos⁸, grafiškai vaizduojama 3 schemeje.

⁸ Išmetus iš sistemos pirmą ir paskutinį laiko momentą (t. y. specifikuojant ryšį \prec kaip, atitinkamai, $\forall x \exists y (y \prec x)$ ir $\forall x \exists y (x \prec y)$) gaunama sistema SL (*Scott Linear*), o pridėjus tankumą ($\forall x \forall y (x \prec y \rightarrow \exists z (x \prec z \wedge z \prec y))$) pereinama prie dar stipresnės sistemos PL (*Prior Linear*).

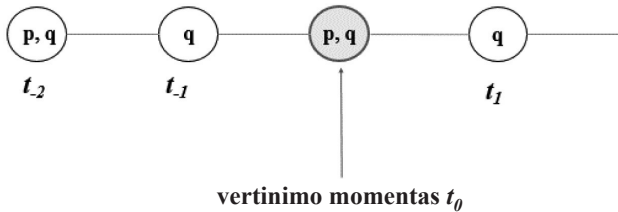
3 schema



Tarkime, kad atominių teiginių aibę At sudaro du nariai – p ir q , o t_0 – atskaitos taškas (momentas, kuriuo bus išsakomi / vertinami teiginiai⁹). Pagal antrajame poskyryje įvardytą etapą (2), arbitraliai parenkama, kuriais laiko momentais šie atominiai teiginiai yra teisingi, ir tokiu būdu gaunamas šis modelis M_I :

$$v_{t-2}(p) = 1; v_{t-2}(q) = 1; v_{t-1}(p) = 0; v_{t-1}(q) = 1; v_{t_0}(p) = 1; v_{t_0}(q) = 1; v_{t_1}(q) = 1; v_{t_1}(p) = 0$$

4 schema



Atsižvelgiant į šį modelį, vienintelis intuityviai priimtinas būsimąjo laiko išraiškos Fp teisingumo sąlygų apibrėžimas yra šis:

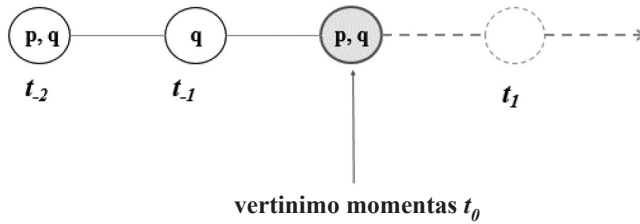
$$v_{t_0}(Fp) = 1, \text{ jei ir tik jei } v(t,p) = 1 \text{ bent vienam } t', \text{ kai } t_0 < t'$$

Remiantis šiuo vertinimo metodu, modelyje M_I teiginys Fp vertinimo momentu t_0 yra klaidingas. Tačiau indeterministiniame kontekste – tokiaime, kuriame neigiama, jog dabartiniu laiko momentu esama veiksmų, leidžiančių daryti išvadas apie dalykų padėtį vėlesniu laiko momentu – 3 schemoje pateiktas laiko tėkmės modelis atrodo sunkiai pritaikomas: čia paprasčiausiai nesama motyvo priskirti reikšmę *teisinga* arba *klaidinga* atsitiktiniams teiginiams laiko momentais, vėlesniais nei t_0 , mat įvykių, į kuriuos nurodo šie teiginiai, (ne)įvykimas yra dar nenuspręstas. Siekiant išlaikyti ir linijinę laiko struktūrą, ir nedeterministines pažiūras, kur kas adekvatesnis atrodo šis modelis M_2 :

$$v_{t-2}(p) = 1; v_{t-2}(q) = 1; v_{t-1}(p) = 0; v_{t-1}(q) = 1; v_{t_0}(p) = 1; v_{t_0}(q) = 1; v_{t_1}(q) = ?; v_{t_1}(p) = ?$$

⁹ Kol kas šie momentai sutampa.

5 schema



Kokia tokiu atveju momentu t_0 yra išraiškos Fp teisingumo reikšmė? Į šį klausimą vienodas atsakymas pateikiamas dviejose linijine struktūra paremtose semantinėse teorijose – J. Łukasiewicziaus $L3$ ir S. C. Kleene'o $K3$: čia, dalykų padėčiai laiko momentu t_1 esant neapibrėžtai, išraiškai Fp laiko momentu suteikiamas įvertis $\frac{1}{2}$, funkcionuojantis kaip trečia teisingumo reikšmė greta *teisinga* ir *klaidinga*. Formaliai išraiškos Fp teisingumo sąlygos čia gali būti nusakytos taip:

$$L/K_{t_0}(Fp) = 1, \text{ jei ir tik jei } L/K_t(t,p) = 1 \text{ bent vienam } t, \text{ kai } t_0 < t$$

$$L/K_{t_0}(Fp) = 0, \text{ jei ir tik jei } L/K_t(t,p) = 0 \text{ visiems } t, \text{ kai } t_0 < t$$

$$\text{kitu atveju } L/K_{t_0}(Fp) = \frac{1}{2}$$

Akivaizdu, jog, remiantis tokiu vertinimo metodu, modelyje M_2 vertinimo momentu t_0 reikšmę $\frac{1}{2}$ įgyja ir Fp priešinga išraiška $F\sim p$ ¹⁰. Tai sistemose $L3$ ir $K3$ veda į pirmą nepageidaujamą pasekmę: kadangi tuo pačiu laiko momentu nėra teisingas nei Fp , nei $F\sim p$, nebegalioja negalimo trečiojo dėsnis (žr. 6 schemą).

6 schema

Kleene $K3$				Łukasiewicz $L3$			
\supset	0	$\frac{1}{2}$	1	\supset	0	$\frac{1}{2}$	1
0	1	1	1	0	1	1	1
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	1
1	0	$\frac{1}{2}$	1	1	0	$\frac{1}{2}$	1
\vee	0	$\frac{1}{2}$	1	\vee	0	$\frac{1}{2}$	1
0	0	$\frac{1}{2}$	1	0	0	$\frac{1}{2}$	1
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
1	1	1	1	1	1	1	1

Kaip matyti iš šių teisingumo lentelių, negalimo trečiojo dėsnio negaliojimas nėra vienintelis nepageidaujamas šių trireikšmių sistemų bruožas. Pagrindinis $L3$ ir $K3$ sistemų

¹⁰ Neigimo operatoriaus vieta šiuo atveju turi būti būtent čia, nes išraiška $\sim Fp$ yra kur kas stipresnė nei $F\sim p$: jei $F\sim p$ tesako, kad ateityje bent vienu laiko momentu nebus taip, kad p , tai $\sim Fp$ teigia, kad tokio momento, kai p , ateityje nebus visai.

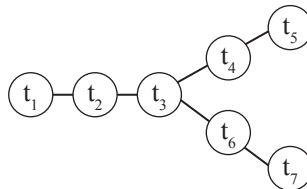
skirtumas – reikšmė implikacijos, sudarytos iš narių, turinčių reikšmes $\frac{1}{2}$. Jei $L3$ teiginys „Jei rytoj įvyks jūrų mūšis, tai rytoj įvyks jūrų mūšis“ ($Fp \supset Fp$) turi reikšmę *teisinga*, tai $K3$ šio teiginio, atrodančio tarsi tautologija, įvertis yra $\frac{1}{2}$.

Nei $L3$, nei $K3$ sistemose nėra įtikinamo būdo pagrįsti retrospektyvaus atsitiktinių teiginių apie ateitį vertinimo: šiose sistemose nesama priemonių, kurios leistų paaiškinti, kaip teiginys Fp , turintis reikšmę $\frac{1}{2}$ laiko momentu t_0 , gali turėti reikšmę 1 arba 0 atsidūręs būtojo laiko operatoriaus galiojimo srityje laiko momentu t_1 (t. y. tada, kai laiko momentu t_1 sakoma, kad $P(Fp)$). Kaip bus matyti, šiuo trūkumu pasižymės visos semantinės teorijos, kuriose teisingumo reikšmė priskiriama vien tik teiginio ir vertinimo momento porai bei nėra įtraukiami papildomi parametrai.

4. Išsišakančio laiko struktūros K_b semantinės interpretacijos: okamizmas, supervaluacionizmas ir reliatyvizmas

Ribotos linijinių struktūrų raiškos galimybės skatino temporalinės logikos tyrėjus ieškoti alternatyvių laiko tėkmės vaizdavimo būdų¹¹. Viena tokių struktūrų, šiandien temporalinės logikos srityje jau tapusi standartine¹², yra išsišakančio laiko (*branching-time*) struktūra, žinoma K_b pavadinimu (pagal *Kripke Branching*). Šios struktūros, nors ir konceptualiai sudėtingesnės už ką tik aptartą linijinę, ryšiai < keliama mažiau reikalavimų: čia apsiribojama tuo, jog jis yra (1) tranzityvus ir (2) linijinis į kairę, o dešinėje pusėje paliekama išsišakojimo galimybė¹³ (žr. 7 schemą).

7 schema



Arbitraliai parinkus, kuriais laiko momentais atominių teiginių aibei priklausantys teiginiai p ir q yra teisingi, gaunamas modelis M_3 :

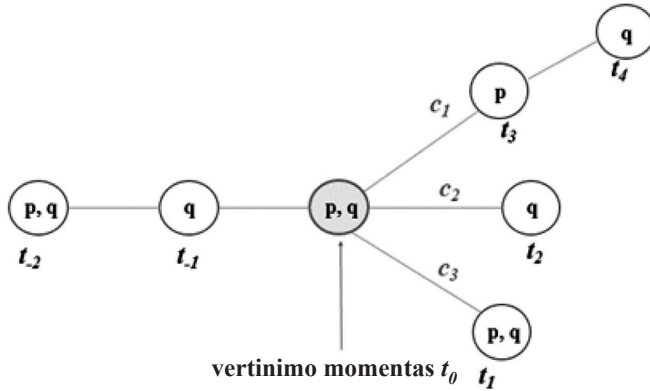
$$v_{t_2}(p) = 1; v_{t_2}(q) = 1; v_{t_1}(p) = 0; v_{t_1}(q) = 1; v_{t_0}(p) = 1; v_{t_0}(q) = 1; v_{t_1}(q) = 1; \\ v_{t_1}(p) = 1; v_{t_2}(q) = 1; v_{t_2}(p) = 0; v_{t_3}(q) = 0; v_{t_3}(p) = 1; v_{t_4}(q) = 1; v_{t_4}(p) = 0$$

¹¹ Nors linijinė struktūra paremtos temporalinės logikos sistemos turi ribotą pritaikomumą filosofinėms reikmėms, jomis plačiai remiamasi informatikos moksle: ten viena populiariausių yra linijinė temporalinė logika *LTL*, kurioje naudojami tik trys ateities operatoriai X (*next*), G (*always going to be*) ir U (*until*) (plačiau žr. Pnueli 1977).

¹² Su retomis išimtimis: išsišakančio laiko modelį kaip nereikalingą komplikaciją kalbant apie atviro ateities galimybes atmeta Rosenkranz (2013), taip pat Benovsky (2013).

¹³ Temporalinėje logikoje išsišakojimas vyksta savaime, todėl išsišakančio laiko struktūros apibrėžiamos per tai, ko joms trūksta (linijškumo į kairę ir / arba į dešinę), ir tokiomis struktūromis paremtos sistemos yra silpnesnės už linijines.

8 schema



Akivaizdu, jog bet kuri išsišakojančio laiko struktūra paremta semantinė teorija turi pranašumą linijine struktūra paremtų teorijų atžvilgiu dėl didesnių raiškos galimybių – kelių skirtingų ateities šakų buvimas daro teiginį $\diamond Fp \ \& \ \diamond F\sim p$ (kai abu F operatoriai nurodo į ateities momentus, vienodai nutolusius nuo dabarties momento) išpildomą¹⁴.

Naudojant išsišakojančio laiko struktūrą, esminis tampa klausimas, kokios yra išraiškos Fp teisingumo sąlygos. Matyti, jog teisingumo sąlygos, taikytos linijinei laiko struktūrai, čia nebetinka:

$$v_{t_0}(Fp) = 1, \text{ jei ir tik jei } v(t,p) = 1 \text{ bent vienam } t, \text{ kai } t_0 < t$$

To paties vertinimo metodo taikymas išsišakojančio laiko struktūroje vestų į absurdišką situaciją: čia sykiu taptų išpildomos tokios tarpusavyje nesuderinamos išraiškos kaip $F(p\&q)$ ¹⁵, $F\sim p$ ir $F\sim q$: modelyje M_3 visos šios išraiškos taptų teisingos vertinimo momentu t_0 (daugiau apie tai žr. Thomason 1970: 266–267).

Tai, jog intuityviai priimtinas būsimojo laiko operatoriaus F teisingumo sąlygų apibrėžimas veda į tokias nepageidaujamas pasekmes, kai kuriems modalinės ir temporalinės logikos tyrėjams buvo priežastis apskritai atmesti išsišakojančio laiko modelį¹⁶. Tačiau šios situacijos išvengti galima ir ne tokiais kraštutiniais būdais: toliau bus nagrinėjamos trys strategijos, kaip išsišakojančio laiko modelyje būsimojo laiko teiginių teisingumo sąlygos apibrėžiamos įtraukiant į jas papildomus parametrus.

¹⁴ Kur išraiška Fp vertinamuoju momentu t_0 teisinga tada ir tik tada, jei p teisingas bent vienu už t_0 vėlesniu laiko momentu bent vienoje istorijoje c , kuriai priklauso vertinamasis momentas t_0 .

¹⁵ Kai konjunkcijos teisingumo sąlygos – tos pačios kaip ir klasikinėje teiginių logikoje, t. y. čia: $v_{t_0}(F(p\&q)) = 1$, jei ir tik jei bent vienam t , kai $t_0 < t$, $v_t(p) = 1$ ir $v_t(q) = 1$.

¹⁶ Dėl to, jog nepridėjus papildomų parametrų išsišakojančio laiko modelyje per daug tarpusavyje nesuderinamų teiginių tampa teisingi, šią struktūrą atmetė Davidas Lewisas, indeterministinę visatą siūlęs vaizduoti kaip paraleliai viena kitos einančias linijas („O jei kas nors teigtų, kad rytoj įvyks jūrų mūšis – žinoma, turėdamas galvoje jo paties pasaulyje įvyksiančią ateitį, – ir kitądien viename iš pasaulių jūrų mūšis įvyktų, o kitame – ne?“ (Lewis 1973: 359–360)).

4.1. A. Prioro okamizmas

Kartu su pirmąja formalia išsišakojančio laiko modelio formuluote 1967 m. studijoje A. Prioras pateikė ir dvi konkuruojančias šio modelio semantines interpretacijas, kurias įvardijo kaip Peirce'o¹⁷ ir okamistinę¹⁸ sistemas. Peirce'o sistema, išsitenkanti dvireikšmėje logikoje ir visus atsitiktinius teiginius apie ateitį paverčianti klaidingais, nepakliūva į šio straipsnio ribas ir čia plačiau nagrinėjama nebus.

Esminis okamistinės sistemos bruožas yra tas, jog į teiginio teisingumo sąlygas čia įtraukiamas papildomas parametras c , žymintis *istoriją* arba *kroniką*, kurios 8 schemeje pažymėtos kaip c_1 , c_2 ir c_3 . Istorijos arba kronikos – tai maksimalios linijine tvarka išdėstytos laiko momentų aibės, sutampančios iki laiko momento t_0 ir vėliau išsiskiriančios ($c_1 = (t_{-2}, t_{-1}, t_0, t_3, t_4)$, $c_2 = (t_{-2}, t_{-1}, t_0, t_2)$, $c_3 = (t_{-2}, t_{-1}, t_0, t_1)$). Taigi, atsitiktinio teiginio apie ateitį Fp teisingumo sąlygos čia yra tokios:

$$Ock(t,c,Fp) = 1, \text{ jei ir tik jei } Ock(t',c,p) = 1 \text{ bent vienam } t' \in c, \text{ kai } t < t'$$

$$Ock(t,c,Fp) = 0, \text{ jei ir tik jei } Ock(t',c,p) = 0 \text{ visiems } t' \in c, \text{ kai } t < t'$$

Matyti, jog, priešingai negu linijine struktūra paremtose teorijose, kur temporalinės išraiškos teisingumas priklauso tik nuo vertinimo momento (t. y. išraiškos Fp teisingumo reikšmė kinta priklausomai nuo to, kuris iš laiko momentų $t \in T$ parenkamas kaip atskaitos taškas), okamizme jis priklauso ir nuo to, kurios iš galimų istorijų atžvilgiu teiginys yra vertinamas. Pavyzdžiui, modelyje M_3 teiginys Fp yra teisingas vertinimo momentu t_0 atsižvelgiant į istorijas c_1 ir c_3 , tačiau klaidingas, jei į vertinimo parametrus įtraukiama istorija c_2 .

Okamistinėje sistemoje einama teisinga linkme siekiant išvengti ketvirtajame poskyryje aprašyto paradokso, kai tarpusavyje nesuderinamos išraiškos tuo pačiu laiko momentu gali tapti teisingos, tačiau pagrindinė problema čia lieka neišspręsta – kurios iš daugelio istorijų / ateities linijų atžvilgiu turėtume vertinti atsitiktinius teiginius apie ateitį? Klausimas, ar indeterministiniame kontekste apskritai įmanoma kalbėti apie vieną privilegijuotą ateities liniją, kurios atžvilgiu būtų vertinami atsitiktiniai teiginiai apie ateitį, yra didžiulės kontroversijos objektas (argumentus už žr. Borghini, Torrenco 2013: 123 ir toliau, argumentus prieš – Belnap et al. 2001). Prioro okamizme į šį klausimą atsakoma neigiamai: pripažįstant, jog dabartinėje dalykų padėtyje nesama nieko, kas leistų (bent iš principo) apskaičiuoti vėlesnę įvykių padėtį, vienos ateities linijos išskyrimas vertinamas kaip nesuderinamas su pačia indeterminizmo idėja (Prior, *op. cit.*, 126–127). Dėl šios priežasties teiginiai, turintys formą Fp arba $F\sim p$, čia nėra nei teisingi, nei klaidingi – taigi, dėl tų pačių priežasčių kaip ir sistemose $\mathcal{L}3$ bei $\mathcal{K}3$ čia negalioja negalimo trečiojo

¹⁷ Taip pavadinta pagal galimas sąsajas su amerikiečių filosofo ir logiko C. S. Peirce'o (1839–1914) darbais.

¹⁸ Nors akivaizdu, kad sistemos pavadinimas sugalvotas pagal viduramžių filosofo ir logiko Viljamo Okamo vardą, konceptualiųjų panašumų tarp šios sistemos ir Okamo pažiūrų esama nedaug. Atsitiktinių teiginių apie ateitį problemos tyrimų lauke plačiai žinomas nemažą painiavą keliantis nesutapimas tarp istorinio Okamo požiūrio (pagal kurį visi atsitiktiniai teiginiai apie ateitį yra arba teisingi, arba klaidingi) ir to, ką Prioras vadina okamizmu (pagal kurį atsitiktiniai teiginiai apie ateitį nėra nei teisingi, nei klaidingi). Šiame darbe okamizmo terminas visur vartojamas turint galvoje Prioro okamizmą.

dėsnis. Nors ir ekspresyvesnė už $\mathcal{L}3$ bei $K3$, okamistinė sistema vis dar neteikia galimybių retrospektyviam teiginių vertinimui pagrįsti bei nepaaiškina, koku būdu žvelgiant iš kito vertinimo taško teiginys Fp įgyja apibrėžtą teisingumo reikšmę.

4.2. R. Thomasono supervaluacionizmas

R. Thomasono aštuntajame dešimtmetyje pasiūlyta supervaluacionistinė semantinė teorija buvo sukurta siekiant išvengti pagrindinių ligtoliniuose atsitiktinių teiginių apie ateitį problemos sprendimuose kylančių anomalijų (Thomason, *op. cit.*)¹⁹. Išskirtinis šios teorijos bruožas – tai, jog joje teiginio teisingumas arba klaidingumas nusakomi atsižvelgiant į tai, kokia dalykų padėtis yra *visose* ateities šakose:

$Thom(t, Fp) = 1$, jei ir tik jei $Thom(t', p) = 1$ visoms c , kur $t \in c$, bent vienam $t' \in c$, kai $t < t'$;

$Thom(t, Fp) = 0$, jei ir tik jei $Thom(t', p) = 0$ visoms c , kur $t \in c$, visiems $t' \in c$, kai $t < t'$; kitu atveju $Thom(t, Fp)$ lieka neapibrėžtas.

T. y. teiginys Fp laiko momentu t čia teisingas tada ir tik tada, jei įvykis p vėlesniu už t laiko momentu įvyksta visose galimose ateities įvykių eigose (ir atitinkamai: klaidingas – jei neįvyksta nė vienoje jų). Akivaizdu, jog nė vienas atsitiktinis teiginys tokių sąlygų netenkina – teiginiai, esantys teisingi visose galimose ateities linijose, yra neatsitiktiniai, o būtini (ir atitinkamai: teiginiai, klaidingi visose galimose ateities linijose, yra neatsitiktiniai, o neįmanomi). Pažvelgus į modelį M_3 , matyti, jog, taikant supervaluacionistinius Thomasono teisingumo kriterijus, teiginys Fp vertinimo momentu t_0 nėra nei teisingas, nei klaidingas – istorijoje c_2 įvykių padėties p nėra.

Didelis Thomasono teorijos privalumas lig šiol nagrinėtų teorijų atžvilgiu yra tas, jog nepaisant fakto, kad nei Fp , nei $F\sim p$ vertinimo momentu t_0 nėra nei teisingi, nei klaidingi, jų disjunkcija $Fp \vee F\sim p$ vertinimo momentu t_0 yra teisinga – tai reiškia, kad išsaugomas negalimo trečiojo dėsnis. Šio rezultato pasiekama kiek liberaliau traktuojant įprastas teisingumo lentelių technikas. Pagal standartines klasikinės logikos teisingumo lenteles, disjunkcija yra teisinga, jei ir tik jei yra teisingas bent vienas jos narių, o supervaluacionistinėje semantikoje disjunkcija $Fp \vee F\sim p$ gali būti teisinga ir tada, kai reikšmės *teisinga* neturi nė vienas iš ją sudarančių narių. Kaip jau buvo minėta, remiantis supervaluacionistiniais teisingumo kriterijais ir vadovaujantis 8 schema, vertinimo momentu t_0 ir teiginys Fp , ir teiginys $F\sim p$ pasižymi teisingumo reikšmės pertrūkiu: žvelgiant iš laiko momento t_0 , teiginys Fp yra teisingas c_1 istorijos atžvilgiu, klaidingas c_2 istorijos atžvilgiu ir teisingas c_3 istorijos atžvilgiu, todėl absoliučia prasme (neatsižvelgiant į konkrečią istoriją) neturi jokios teisingumo reikšmės. Kitaip yra su disjunkcija $Fp \vee F\sim p$: žvelgiant iš laiko momento t_0 , toks teiginys yra teisingas ir c_1 bei c_3 istorijų atžvilgiu (nes jų atžvilgiu teisingas teiginys Fp), ir c_2 istorijos atžvilgiu (nes jos atžvilgiu teisingas teiginys $F\sim p$) – vadinasi, teiginys $Fp \vee F\sim p$ vertinimo momentu t_0 čia yra teisingas ir absoliučia prasme.

¹⁹ Thomasonas čia glaudžiai remiasi B. van Fraasseno idėjomis, tik pritaiko jas kitame kontekste – dar 1968 m. supervaluacionistinę semantinę teoriją van Fraassenas (1968) pasiūlė kaip būdą spręsti savireferencijos paradoksus.

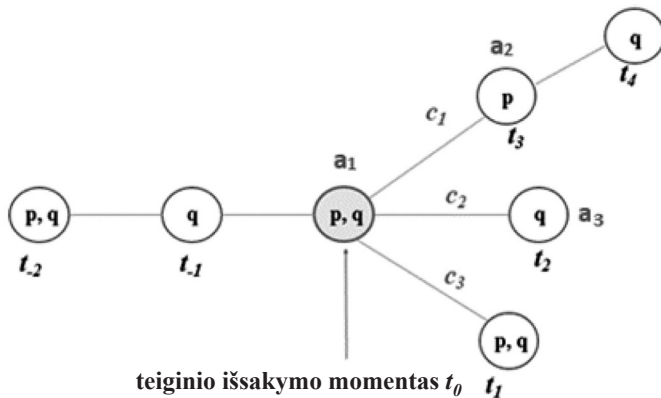
Taigi, Thomasono supervaluacionizmas lenkia lig šiol nagrinėtas teorijas bent pora aspektų – šioje teorijoje, besiremiančioje išsišakojančio laiko struktūra, sudaromos galimybės išraiškai $\diamond Fp$ & $\diamond F\sim p$ būti teisingai; čia taip pat išsaugomas negalimo trečiojo dėsnis. Deja, čia, kaip ir ankstesnėse teorijose, vis dar nėra techninių galimybių parodyti, koku būdu teiginiai Fp , vertinamam atgaline data, gali būti priskiriama tradicinė teisingumo reikšmė *teisinga* arba *klaidinga*.

4.3. J. MacFarlane'o reliatyvizmas

J. MacFarlane'o reliatyvistinė semantinė teorija (MacFarlane 2003) buvo sukurta siekiant pašalinti visoms iki šiol nagrinėtoms teorijoms būdingą trūkumą – negebėjimą suderinti neapibrėžtumo intuicijos, pagal kurią atsitiktiniai teiginiai apie ateitį, vertinami iš dabarties taško, nėra nei teisingi, nei klaidingi (t. y. įsitikinimo, jog šiandien išsakomas teiginys „Rytoj įvyks jūrų mūšis“ neturi jokios teisingumo reikšmės), ir apibrėžtumo intuicijos, kai tie patys teiginiai vertinami jau (ne)įvykus atitinkamiems įvykiams (t. y. manymo, jog jau įvykus jūrų mūšiui pagrįsta sakyti, kad asmuo, vakar išsakęs teiginį „Rytoj įvyks jūrų mūšis“, buvo teisus).

Galimybę šioms dviem intuicijoms egzistuoti drauge MacFarlane'as sudaro įvesdamas į būsimojo laiko teiginių teisingumo sąlygas papildomą parametą – greta vertinimo momento t ir istorijos c čia atsiranda vertinimo kontekstas (*context of assessment*) a . Pasak MacFarlane'o, pagrindinė ankstesniųjų semantinių teorijų yda yra įsitikinimas, jog temporalinių išraiškų reikšmė yra absoliuti – t. y. nepriklausanti nuo teiginio vertinimo aplinkybių. Remiantis reliatyvistinėmis nuostatomis, į modelį M_3 įtraukiami trys skirtingi vertinimo kontekstai – a_1, a_2 ir a_3 (siekiant aiškumo, parametras t čia pervadintas teiginio išsakymo momentu) (žr. 9 schema).

9 schema



Jeigu teiginio išsakymo momentas t ir teiginio vertinimo kontekstas a sutampa, teiginio Fp vertinimas šiame modelyje atrodo labai panašiai kaip supervaluacionizme:

Jei ir tik jei $a=t$:

$MacF(t,a,Fp)=1$, jei ir tik jei $MacF(t',p)=1$ visoms c , kur $t \in c$, bent vienam $t' \in c$, kai $t < t'$;

$MacF(t,a,Fp)=0$, jei ir tik jei $MacF(t',p)=0$ visiems $t' \in c$, visoms c , kur $t \in c$, kai $t < t'$; kitu atveju $MacF(t,a,Fp)$ lieka neapibrėžtas.

Taigi, čia teiginys Fp , išsakytas momentu t_0 ir vertinamas kontekste a_1 , neturi jokios teisingumo reikšmės, mat istorijose c_1 , c_2 ir c_3 vėlesniu už t_0 momentu t teiginys p turi skirtingas reikšmes. Tačiau jei teiginio vertinimo momentas a yra vėlesnis už teiginio išsakymo momentą t (t. y. $t < a$), Fp teisingumo sąlygos yra šios:

Jei ir tik jei $t < a$:

$MacF(t,a,Fp)=1$, jei ir tik jei $MacF(t',p)=1$ bent vienam $t' \in c$, kai $t < t'$, visoms c , kur $t, a \in c$;

$MacF(t,a,Fp)=0$, jei ir tik jei $MacF(t',p)=0$ visiems $t' \in c$, kai $t < t'$, visoms c , kur $t, a \in c$

Matyti, jog tada, kai vertinimo kontekstas nusikelia į vėlesnį laiką (pavyzdžiui, a_2), pakanka, jog p teisingas tik toje istorijoje (šiuo atveju – c_1), kuriai priklauso vertinimo kontekstas.

Taigi, jei Fp reiškia „Rytoj įvyks jūrų mūšis“, reliatyvizme šio teiginio reikšmė atrodo taip (pagal 9 schemą):

- 1) teiginys Fp yra nei teisingas, nei klaidingas, jei teiginio išsakymo momentas yra t_0 , o vertinimo kontekstas yra a_1 ;
- 2) teiginys Fp yra teisingas, jei teiginio išsakymo momentas yra t_0 , o vertinimo kontekstas yra a_2 ;
- 3) teiginys Fp yra klaidingas, jei teiginio išsakymo momentas yra t_0 , o vertinimo kontekstas yra a_3 .

Reliatyvistinėje teorijoje ne tik išsprendžiama retrospektyvaus teiginių vertinimo problema – čia taip pat išlaikomas ir negalimo trečiojo dėsnis: kaip ir supervaluacionizme, teiginys Fp v $F\sim p$ laiko momentu t_0 čia yra teisingas visų galimų ateities linijų atžvilgiu visuose vertinimo kontekstuose. Be to, joje, paremtoje išsiskiriantis laiko struktūra, yra išpildoma išraiška $\diamond Fp \ \& \ \diamond F\sim p$. Kol kas ši teorija atrodo konkurencingiausia sprendžiant atsitiktinių teiginių apie ateitį problemą, tačiau kitame skyriuje bus aptarti dar keli iššūkiai, kurie kelia sunkumų visoms penkioms šiame darbe nagrinėtoms semantinėms teorijoms.

5. Tradicinių teisingumo reikšmių pertrūkiai ir dieviškoji visažinytė: teologinio fatalizmo įrodymas

Atsitiktinių teiginių apie ateitį problema ne visada buvo svarstoma loginiame kontekste – nemažai įtakingų šios problemos sprendimų buvo pasiūlyta sprendžiant teologinę jos formuluotę: klausimą, ar ir kaip apibrėžtos teisingumo reikšmės turėjimas suderinamas su atviros ateities intuicija, atitinka klausimas, kaip šią atviros ateities intuiciją galima

suderinti su idealaus pažįstančiojo subjekto, kuriam yra žinomi visi teiginiai apie praeitį, dabartį ir ateitį, egzistavimu.

Bet kurioje episteminės logikos sistemoje galioja ši visai nekontroversiška implikacija, tesakanti tai, kad jei agentas A žino teiginį p , tai teiginys p yra teisingas (kitaip sakant, žinoti galima tik teisingus teiginius – jei teiginys p nėra teisingas, jo atžvilgiu galima tik silpnesnė (pavyzdžiui, manymo ar tikėjimo) episteminė nuostata):

$$K_A p \supset p$$

Priėmę prielaidą, jog egzistuoja idealus pažįstantysis subjektas D , jo atžvilgiu turime priimti abipusę implikaciją, arba ekvivalenciją, sakančią ne tik tai, jog, jei agentas D žino teiginį p , tai teiginys p yra teisingas, bet ir tai, jog, jei teiginys p yra teisingas, tai agentas D jį žino:

$$K_D p \equiv p$$

Ši ekvivalencija leidžia performuluoti pirmajame darbo skyriuje pateiktą samprotavimą taip:

1. Egzistuoja esybė, žinanti visus teiginius apie praeitį, dabartį ir ateitį;
 2. Ši esybė žino teiginį, jei ir tik jei egzistuoja jį atitinkanti dalykų padėtis;
 3. Ši esybė teiginio nežino, jei ir tik jei egzistuoja jam priešinga dalykų padėtis;
- ∴ Jau dabar egzistuoja apibrėžta viena būsimų įvykių eiga.

Tradicinių teisingumo reikšmių pertrūkiai kelia akivaizdžių problemų svarstant teologinę atsitiktinių teiginių apie ateitį problemos versiją. Priimdami ekvivalenciją $K_D Fp \equiv Fp$, privalėtume sutikti, jog teiginys „Visažinė būtybė žino, kad Fp “ čia nėra teisingas, kai p – atsitiktinis teiginys. Akivaizdu, jog visose aptartose teorijose, kuriose negalioja negalimo trečiojo dėsnis ($L3$, $K3$ ir okazizme), teisingas nėra ir jam ekvivalentiškas teiginys $K_D Fp \vee K_D \sim Fp$, tesakantis tik tai, jog arba visažinė būtybė D žino, kad įvyks p , arba visažinė būtybė žino, kad p neįvyks. Tačiau tai, jog tokie teiginiai nėra teisingi, atrodo sunkiai suderinama su pačios visažinės būtybės egzistavimu.

Paradoksalią situaciją, kai teiginiai $K_D Fp$, $K_D \sim Fp$ ir $K_D Fp \vee K_D \sim Fp$ nėra teisingi, galima bandyti pateisinti bent pora būdų:

- 1) išpažįstant vieną iš metafizinių teorijų, atmetančių realų ateities įvykių bei objektų egzistavimą (pavyzdžiui, prezentizmą (*presentism*), kuriame griežta prasme egzistuoja tik dabartis, arba augančios visatos teoriją (*growing block theory*), kur realumo statusas suteikiamas tik tam, kas buvo, ir tam, kas yra), ir teigiant, kad Fp formą turintys teiginiai, nurodantys į neegzistuojančius objektus arba įvykius, apskritai nėra prasmingi ir todėl negali būti dieviškojo pažinimo domeno dalis;
- 2) pasinaudojant viduramžiais populiaria strategija ir teigiant, jog idealus pažįstantysis subjektas, arba Dievas, apskritai nėra laike (tokios pozicijos laikėsi, pavyzdžiui, Boecijus ir Tomas Akvinietis), todėl tada, kai pažinimo agentas yra D , išraiškos su laikiniais operatoriais negali pakliūti į episteminio operatoriaus K sritį.

Deja, net jei šią nepageidaujamą situaciją ir būtų galima išspręsti vienu iš pasiūlytų būdų, tradicinių teisingumo reikšmių pertrūkių egzistavimas palieka kitų problemų svarstant visažinystės ir atviros ateities santykio problemą.

Viena tokių problemų buvo suformuluota visai neseniai (žr. Todd, Rabern 2019) ir įtikinamo sprendimo jai kol kas nerasta – bus matyti, jog ji ypač aktuali MacFarlane'o reliatyvizme, visais kitais atžvilgiais lenkiančiame kitas nagrinėtas semantines teorijas. Aptariama problema kyla svarstant retrospektyvaus atsitiktinių teiginių apie ateitį vertinimo galimybę teologiniame kontekste. Atsižvelgiant į šias intuityviai priimtinas ekvivalencijas (pagal Todd, Rabern, *op. cit.*, p. 9):

$p \equiv K_D p$ (p , jei ir tik jei visažinė būtybė / idealus pažįstantysis subjektas $_D$ žino, kad p)
 $Fp \equiv Ant_D p$ (bent syki ateityje bus p , jei ir tik jei visažinė būtybė / idealus pažįstantysis subjektas $_D$ anticipuoja / iš anksto žino (Ant), kad p)
 $Pp \equiv Rem_D p$ (bent syki praeityje buvo p , jei ir tik jei visažinė būtybė / idealus pažįstantysis subjektas $_D$ atsimena (Rem), kad p)

– teiginio $p \supset PFP$ atitikmuo teologiniame kontekste yra $p \supset Rem_D(Ant_D p)$. Net ir MacFarlane'o reliatyvizme, kuriame išraiška $p \supset PFP$ nekelia didesnių problemų, sudėtinga atsakyti, koku būdu galima suderinti šias dvi nuostatas (atsižvelgiant į modelį M_3):

- 1) netiesa, jog visažinė būtybė laiko momentu t_0 žino, kad Fp ;
- 2) visažinė būtybė laiko momentu t_3 atsimena, kad laiko momentu t_0 anticipavo / iš anksto žinojo, kad p .

Atrodo, jog perėjimą nuo teiginio „Netiesa, jog visažinė būtybė laiko momentu t_0 žino, kad Fp “ prie teiginio „Visažinė būtybė laiko momentu t_0 žinojo, kad Fp “ paaiškinti kur kas sudėtingiau nei perėjimą nuo teiginio „Ištara Fp nėra teisinga laiko momentu t_0 “ prie teiginio „Ištara Fp buvo teisinga laiko momentu t_0 “. Nuo to, ar ir kaip galima suderinti šias dvi priešingas idealaus pažįstančiojo subjekto nuostatas tos pačios dalykų padėties atžvilgiu, priklauso MacFarlane'o reliatyvistinės teorijos sėkmė.

6. Apibendrinimas ir tolesnio darbo perspektyvos

Šiame darbe aptartos penkios semantinės teorijos, atsitiktinių teiginių apie ateitį problemos sprendimų tradicijoje atstovaujančios semantinio inkompatibilizmo pozicijai. Atlikus jų analizę, gauta ši išsami tipologija (žr. 10 schemą).

1. $L3$, $K3$ ir okamistinę sistemas vienijantis trūkumas – negalimo trečiojo dėsnio negaliojimas: čia išraiška $Fp \vee F\sim p$, kai p – atsitiktinis teiginys, turi reikšmę $\frac{1}{2}$; be to, nė viena šių sistemų negeba pagrįsti retrospektyvaus atsitiktinių teiginių vertinimo. Okamistinė teorija $L3$ ir $K3$ atžvilgiu išlieka pranašesnė dėl didesnių raiškos galimybių – joje, paremtoje išsišakojančio laiko struktūra, išpildoma tampa išraiška $\diamond Fp \ \& \ \diamond F\sim p$.
2. Negalimo trečiojo dėsnis išlaikomas supervaluacionistinėje ir reliatyvistinėje semantinėse teorijose – jose, paremtose išsišakojančio laiko struktūra, išraiška $\diamond Fp \ \& \ \diamond F\sim p$ taip pat yra išpildoma).

3. Tik reliatyvistinėje teorijoje esama būdų pagrįsti retrospektyvų atsitiktinių teiginių apie ateitį vertinimą: čia, įvedus papildomą parametą, paaiškinama, kokiu būdu teiginys Fp gali įgyti skirtingas reikšmes atsižvelgiant į skirtingą vertinimo kontekstą.
4. Nė viena iš nagrinėtų teorijų nėra adekvati nagrinėjant teologinę-epistemologinę atsitiktinių teiginių apie ateitį problemos formuluotę, įtraukiančią idealų pažįstančių agentą: visose iš nagrinėtų teorijų teiginiai $K_D p$ ir $K_{D,p}$ nėra nei teisingi, nei klaidingi, o tose, kuriose neišsaugomas negalimo trečiojo dėsnis, teisingas nėra nei dar trivalesnis teiginys ($K_D p \vee K_{D,p}$). Reliatyvistinėje teorijoje kyla rimtų sunkumų paaiškinant, kokiu būdu gali būti suderinami teiginiai „Netiesa, jog višažinė būtybė laiko momentu t_0 žino, kad Fp “ ir „Visažinė būtybė laiko momentu t_0 žinojo, kad Fp “.

10 schema

	ATSITIKTINIAI TEIGINIAI APIE ATEITĮ				
	Negalioja dvireikšmiškumas				
	Neturi teisingumo reikšmės			Turi kitą (trečią) teisingumo reikšmę	
Struktūra	K_b			CL	
Semantinė interpretacija	Reliatyvizmas	Supervaluacionizmas	Okamizmas	Kleene $K3$	Lukasiewicz $L3$
$Fp \vee F\sim p$	+	+	-	-	-
$\diamond Fp \ \& \ \diamond F\sim p$	+	+	+	-	-
$p \supset PFp$	+	-	-	-	-
$K_D p \vee K_{D,p}$	+	+	-	-	-

Atsižvelgiant į pateiktus analizės rezultatus, sprendžiant atsitiktinių teiginių apie ateitį problemą galimi šie tolesni veiksmai:

- 1) sekti pastarųjų metų mėginimais modifikuoti teorijas su tradicinių teisingumo reikšmių pertrūkiais taip, jog jose liktų kuo mažiau nepageidaujamų pasekmių: pavyzdžiui, neseniai būta mėginimų pakeisti $L3$ sistemą taip, jog šioje būtų išlaikomas negalimo trečiojo dėsnis – vienas žymiausių tokių bandymų paremtas neigimo apibrėžimo $L3$ sistemoje pakeitimu (žr. Akama et al. 2007);
- 2) rinktis dvireikšmėje logikoje išsitenkančius atsitiktinių teiginių apie ateitį problemos sprendimus. Garsiausios teorijos, suteikiančios visiems Fp formą turintiems teiginiams teisingumo reikšmes *teisinga* arba *klaidinga* – tai išsišakojančio laiko struktūra paremta „plonos raudonos linijos“ (*thin red line*) teorija²⁰ ir D. Lewiso „antrininkų“ (*counterparts*), egzistuojančių paraleliose, tarpusavyje nesusijungiančiose laiko linijose, teorija (Lewis, *op. cit.*). Šios dvireikšmės semantinės teorijos susiduria su visai kitokio pobūdžio iššūkiais nei čia aptartieji, tačiau jų analizė yra atskiro tyrimo objektas, nebeatpildantis į šio straipsnio ribas.

²⁰ Formaliai pirmąkart ji pristatyta Øhrstrøm 1981: 91–95.

Literatūra

- Akama, S., Nagata, Y. et al., 2007. A Three-Valued Temporal Logic for Future Contingents. *Logique et Analyse* 50 (198): 99–111. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11225-008-9102-0>
- Belnap, N., 2001. Double Time References: Speech-act Reports as Modalities in an Indeterminist Setting. In: *Advances in Modal Logic*, eds. Wolter, F. et al., vol. 3. Stanford: CSLI Publications. DOI: https://doi.org/10.1142/9789812776471_0003
- Belnap, N., Perloff, M., Xu, M., 2001. *Facing the Future: Agents and Choices in Our Indeterminist World*. Oxford: Oxford University Press.
- Benovsky, J., 2013. Branching and (in)Determinism. *Philosophical Papers* 42 (2): 151–173. DOI: <https://doi.org/10.1080/05568641.2013.806286>
- Borghini, A., Torrenzo, G., 2013. The Metaphysics of the Thin Red Line. In: *Around the Tree*, eds. F. Correia and A. Iacona, A., Synthese Library vol. 361, 105–127. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-007-5167-5_7
- Cocchiarella, N. B., 1965. *Tense and Modal Logic: A Study in the Topology of Temporal Reference* (Ph. D. thesis, University of California at Los Angeles).
- Lukasiewicz, J., 1970. *Selected Works*. L. Borkowski (Ed.). London, UK: North-Holland Publishing Company.
- Kamp, H., 1968. *Tense Logic and the Theory of Linear Order* (Ph.D. thesis). University of California, Los Angeles.
- Kripke, S. A., 1959. A Completeness Theorem in Modal Logic. *Journal of Symbolic Logic* 24 (1): 1–14. DOI: <https://doi.org/10.2307/2964568>
- Kripke, S. A., 1963. Semantical Analysis of Modal Logic I. Normal Propositional Calculi. *Zeitschrift für mathematische Logik und Grundlagen der Mathematik* 9 (5–6): 67–96. DOI: <https://doi.org/10.1002/malq.19630090502>
- Lewis, D. K., 1973. *Counterfactuals*. Blackwell & Harvard University Press.
- MacFarlane, J., 2003. Future Contingents and Relative Truth. *The Philosophical Quarterly* 53 (212): 321–36. DOI: <https://doi.org/10.1111/1467-9213.00315>
- Øhrstrøm, P., 1981. Problems Regarding the Future Operator in an Indeterministic Tense Logic. *Danish Yearbook of Philosophy* 18: 91–95.
- Øhrstrøm, P., Hasle, P., 1995. *Temporal Logic: from Ancient Ideas to Artificial Intelligence*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. DOI: <https://doi.org/10.2307/2275590>
- Pnueli, A., 1977. The Temporal Logic of Programs. *Proceedings of the 18th IEEE Symposium on Foundations of Computer Science*, 46–67.
- Prior, A. N., 1957. *Time and Modality*. Oxford: Clarendon Press.
- Prior, A. N., 1967. *Past, Present and Future*. Oxford: Clarendon Press.
- Rosenkranz, S., 2013. Determinism, Open Future, and Branching Time. In: *Around the Tree: Semantic and Metaphysical Issues Concerning Branching and the Open Future*, eds. F. Correia, F. and A. Iacona, A., Synthese Library vol. 361, 47–72. Dordrecht: Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-007-5167-5_3
- Thomason, R. H., 1970. Indeterminist Time and Truth Value Gaps. *Theoria* 36: 264–281. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1755-2567.1970.tb00427.x>
- Todd, P., Rabern, B., 2019. Future Contingents and the Logic of Temporal Omniscience. *Noûs* 0 (0): 1–26. DOI: <https://doi.org/10.1111/nous.12294>
- van Fraassen, B., 1968. Presupposition, Implication, and Self-Reference. *Journal of Philosophy* 65 (1968): 136–152. DOI: <https://doi.org/10.2307/2024557>