

BOŠKOVIĆEVA ANALIZA SRAZA – METODOLOŠKI ASPEKT

DARIO ŠKARICA

(Institut za filozofiju, Zagreb)

UDK 167/168 Bošković
Izvorni znanstveni članak
Primljen: 17. 10. 2001.

Fenomen sraza neposredan je povod nastanku Boškovićeve temeljne prirodnofilozofijske teorije, teorije uzajamnih sila. Ta je teorija izrasla iz Boškovićeve analize sraza.¹ Pritom sâm Bošković naglašava da njegovo tumačenje sraza ne može biti neposrednim svjedočanstvom sjetilā niti potvrđeno niti opovrgnuto.² Na čemu ono onda počiva? Na čemu se temelji? I kojim postupkom biva izvedeno – možda dedukcijom iz kakvih istina *a priori*? Dakle – mimo sjetilnog opažanja? Što uopće biva sa sjetilnim opažanjem u tom tumačenju? Biva li ono odbačeno – kad već ne može to tumačenje niti potvrditi niti opovrgnuti?

Razmatranja što slijede trebala bi pokazati, prvo, da u Boškovićevu tumačenju sraza sjetilno opažanje ne biva odbačeno, nego samo korigirano (u nekim svojim pojedinostima), ujedno (u tim istim pojedinostima) i objašnjeno; drugo, da se Boškovićovo tumačenje sraza temelji na obilnom indukcijom potkrijepljenu i metafizički (*a priori*) dokazanu načelu neprekinutosti, što međutim ne znači da ono iz tog načela biva deducirano (mimo bilo kakva sjetilnog opažanja), nego nastaje korekcijom sjetilnog opažanja, pri čemu načelo neprekinutosti ima ulogu načela prema kojem to opažanje biva korigirano; treće, da fenomen sraza biva neposrednim povodom te korekcije, tog tumačenja i same Boškovićeve teorije uzajamnih sila upravo kao iznimka

¹ Usp. Bošković, *De viribus vivis*, br. 40–67, str. 31–49. Usp. također Bošković, *De lumine II*, 41–49, str. 18–20. Usp. također Bošković, *De materiae divisibilitate*, br. 65–75, str. 218–229. Usp. također Bošković, *De continuitatis lege*, br. 158–169, str. 73–79. Usp. također Bošković, *De lege virium*, br. 25–29, str. 12–13. Usp. također Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 16–17 te 63–80, str. 8–9, odnosno 28–37.

² Usp. Bošković, *De viribus vivis*, br. 42, str. 33: »Ea omnia adduximus, ut ante quam fundamenta ipsa nostrae sententiae aperimus; ostendamus manifesto, neque ejus veritatem, neque ejus falsitatem hujusmodi experimentis, et sensuum testimonio evinci, ac in ipsis sensibus nullum prorsus fundamentum haberi posse pro utralibet.«

od načela neprekinutosti, koja zahtijeva posebno objašnjenje, kako bi mogla biti usklađena s tim pouzdanim, dapače sigurnim načelom. (Pouzdanost i sigurnost³ načela neprekinutosti ovdje ne dovodim u pitanje. Moj je pristup u ovom članku isključivo interpretativan, a ne kritički. Boškovićev argument nastojim samo razumjeti, ne upuštajući se u ocjenu njegove vrijednosti.)

Bošković o neprekinutosti

Ovdje izlažem Boškovićev pojam neprekinutosti tek toliko koliko je potrebno za razumijevanje njegove analize sraza. Opširnije i sustavnije o neprekinutosti u Boškovića pisali su Franjo pl. Marković, Željko Marković, Žarko Dadić, Ernest Stipanić, Ivica Martinović, Stipe Kutleša, Josip Talanga i dr.

Narav neprekinutosti

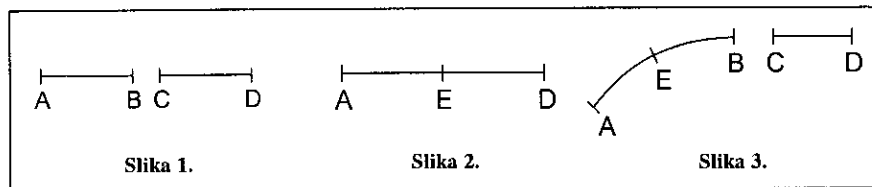
Neka su na sl. 1 dužinama AB i CD prikazane veličine od 4 do 7, odnosno od 8 do 11. Dijeli ih razmak BC, tj. veličine od 7 do 8. Taj razmak zovemo prekidom (skokom) u slijedu veličina od A do D, od 4 do 11.

Neka je na sl. 2 predložen konačan ishod međusobnog primicanja dužina AB i CD sa sl. 1. To se primicanje sastoji u smanjivanju razmaka među dotičnim dužinama, tj. u međusobnom primicanju točaka B i C. Konačan je ishod toga primicanja stapanje točaka B i C u jednu točku E, tako da nestaje svaki razmak među njima – drugim riječima, svaki prekid u slijedu veličina od A do D (veličine $B=7$ i $C=8$ postaju pritom jedna te ista veličina E – npr. uz istu brzinu primicanja s obje strane, jedna te ista veličina $E=7,5$). Takav slijed veličina zovemo neprekinutim slijedom veličina. Odlikuje ga to da među njegovim dijelovima (AB i CD) nema prekida – drugim riječima, to da su njegovi dijelovi, zapravo, spojeni jedan s drugim nekom zajedničkom (jednom te istom) međom E. U toj odlici – pozivajući se na Aristotela – Bošković prepoznaje samu narav, bit neprekinutosti.⁴ (Služi se pritom slikom 3, koju

³ O razlici između pouzdanoga i sigurnoga usp. ovdje poglavlje pod naslovom *Pouzdanost i sigurnost načela neprekinutosti*.

⁴ Usp. Bošković, *De continuitatis lege*, br. 6, str. 4–5: »Continuae quantitatis natura in eo ipso sita est ipso Aristotele teste, [...]/ quod eorum partes se excipientes immediate communem habeant terminum«. Usp. također Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 48, str. 22: »At ejusdem continuitatis aliam metaphysicam rationem adinveni, et proposui in dissertatione *De Lege Continuitatis*, petitam ab ipsa continuitatis natura, in qua quod Aristoteles ipse olim notaverat, communis esse debet limes, qui praecedentia cum consequentibus conjungit«. Opsežnije i sustavnije o Aristotelovu pojmu neprekinutosti i o aristotelovskom podrijetlu Boškovićeva pojma neprekinutosti usp. Stipanić, *Continuité de la ligne chez Bošković et Dedekind*, str. 120. Usp. također Dadić, *Razvoj matematike*, str. 60–61. Usp. također Stipanić, *Naučni i istorijski komentar*,

komentira sljedećim riječima: »Concipiatur /.../ linea ABCD, quae sit interrupta in B, C. Ibi continuitas laeditur quia B finis partis AB praecedentis distat a C principio partis CD, quae ipsam AB immediate consequitur. Contra vero linea AEB est continua quia idem punctum E est limes communis partis AE et partis EB.«⁵)



Bitno je dakle – da bi neki slijed veličina bio neprekinut – to da u njemu nema međe koja bi bila kraj svega prethodnoga, a da ne bi bila ujedno i početak svega sljedećega. U neprekinutu slijedu veličina svaka je međa takva da spaja (prethodno s nadolazećim), a ne takva da razdvaja, prekida.

Neprekinutost vremena

Bošković drži neprekinutim npr. tijek vremena. Prema Boškoviću, nema trenutka u kojem bi završilo sve dotadašnje, a da ne bi ujedno (u tom istom trenutku) počelo sve sljedeće. Svaki je trenutak vremena, prema Boškoviću, ujedno i kraj (svega bivšega) i početak (svega budućega) – drugim riječima, upravo zajednička granica što spaja sve vrijeme prije i sve vrijeme poslije. Nema tako u vremenu nikakva skoka, nikakva prekida, ono teče kontinuirano, neprekidno.⁶

Bošković odbacuje pretpostavku da postoje dva trenutka vremena takva da jedan slijedi neposredno za drugim (isključujući bilo kakvo međuvrijeme) i tvrdi – tome nasuprot – da između bilo koja dva trenutka, ma koliko bliski

str. 99 (u: Ruđer Bošković, *O zakonu kontinuiteta*, Beograd, 1975). Usp. također Martinović, *Problem neprekinutosti i beskonačnosti kod Ruđera Boškovića*, str. 15–21. Usp. također Dadić, *Ruđer Bošković*, str. 72–73. Usp. također Kutleša, *Prirodnofilozofijski pojmovi Ruđera Boškovića*, str. 23–27. Usp. također Talanga, *Uvod*, str. 8–9 (u: Boscovich, *De continuitatis lege*, Zagreb, 1996). Potanje o pojmu međe/granice u Boškovića usp. Marković, *Ruđer Bošković*, str. 180 i 272–273. Usp. također Stipanić, *Predgovor*, str. 8–9, i *Naučni i istorijski komentar*, str. 99 i 120–121 (u: Ruđer Bošković, *O zakonu kontinuiteta*, Beograd 1975). Usp. također Dadić, *Ruđer Bošković*, str. 73–74. Usp. također Kutleša, *Prirodnofilozofijski pojmovi Ruđera Boškovića*, str. 35–37.

⁵ Usp. Bošković, *De continuitatis lege*, br. 7, str. 5.

⁶ Usp. Bošković, *De continuitatis lege*, br. 33, str. 15: »Inter ea autem, quae continua sunt, tempus quoque numerari debet /.../. Tempus enim continuo fluit et sine ullo intermedio hiatu partes ipsius sibi continuo succedunt aliae aliis.«

bili, teče neko vrijeme. Ili je dakle posrijedi neko vrijeme (ma koliko kratko bilo) što dijeli trenutak od trenutka, ili je pak posrijedi *jedan* trenutak (a ne dva). Dvaju trenutaka između kojih nema nikakva vremena da ih dijeli jedan od drugoga naprosto nema.⁷ Drugim riječima, ako se što ima dogoditi od trenutka do trenutka (recimo, skok), onda će se dogoditi tijekom nekog vremena. Ako se pak ima dogoditi u jednom trenutku, onda će se dogoditi trenutačno, a ne tijekom vremena. *Tertium non datur*.

Bošković također naglašava da trenuci nisu dijelovi vremena, nego samo međe s pomoću kojih vrijeme dijelimo. Dijelovi tom diobom dobiveni sama su različita vremena (razdoblja), kraća ili dulja jedna od drugih. Vrijeme se, prema Boškoviću, dijeli uvijek na vremena, razdoblja (makar i sasvim kratka, gotovo trenutačna, ali ipak vremena, koja teku), a ne na trenutke (u kojima vremena nema, nego stoje, ne teku).⁸

Načelo neprekinutosti

Načelo se neprekinutosti odnosi na mijenu u pogledu veličine, tj. na rast (povećavanje) ili pak pad (smanjivanje). Prema načelu neprekinutosti, ta mijena (povećavanje ili smanjivanje) ne trpi skoka – prijelaz iz jedne veličine

⁷ Usp. Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 36, str. 15: »nullum est in tempore momentum ita proximum alteri praecedenti momento, ut sit primum post ipsum, sed vel idem momentum sunt, vel interjacet inter ipsa tempusculum continuum per alia intermedia momenta divisibile in infinitum«. Usp. također Bošković, *De continuitatis lege*, br. 10, str. 6: »Ex ipsa termini natura consequitur etiam illud, terminum termino contiguum esse non posse. Nam semper haberi debet illud continuum ipsis interiacens cuius ii ipsi termini sunt. Neque alter potest esse finis praecedentis et alter principium sequentis cum ex natura continui [...] communis esse debeat eorum terminus.« Potanje o tom usp. Marković, *Filosofijski rad Boškovića*, str. 612. Usp. također Varičak, *Matematički rad Boškovića*, str. 3. Usp. također Stipanić, *Continuité de la ligne chez Bošković et Dedekind*, str. 116–117. Usp. također Martinović, *Problem neprekinutosti i beskonačnosti kod Rudera Boškovića*, str. 128. Usp. također Dadić, *Ruder Bošković*, str. 74–75. Usp. također Kutleša, *Prirodnofilozofijski pojmovi Rudera Boškovića*, str. 37–38.

⁸ Usp. Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 33, str. 14: »Quemadmodum in Geometria in lineis puncta sunt indivisibiles limites continuorum lineae partium, non vero partes lineae ipsius; ita in tempore distinguendae erunt partes continui temporis respondentes ipsis lineae partibus, continuae itidem et ipsae, a momentis, quae sunt indivisibiles earum partium limites, et punctis respondent; nec in posterum alio sensu agens de tempore *momenti* nomen adhibebo, quam eo indivisibilis limitis; particulam vero temporis utcumque exiguum, et habitam etiam pro infinitesima, tempusculum appellabo.« Usp. također Bošković, *De continuitatis lege*, br. 29, str. 13: »In primis evidenter consequitur ex iis quae demonstrata sunt puncta non esse partes lineae sed terminos ita ut linea non e punctis sed e lineolis componatur et in lineolas resolvatur. Nam divisione in infinitum continuata semper lineae cuiuspiam partes sunt aliae lineae binis singulae extremis punctis terminatae.« Potanje o tom usp. Marković, *Filosofijski rad Boškovića*, str. 615. Usp. također Marković, *Rude Bošković*, str. 180 i 272. Usp. također Stipanić, *Naučni i istorijski komentar*, str. 107 (u: Ruder Bošković, *O zakonu kontinuiteta*, Beograd, 1975). Usp. također Kutleša, *Prirodnofilozofijski pojmovi Rudera Boškovića*, str. 40.

u neku drugu veličinu (veću ili manju) zbiva se uvijek tijekom vremena kroz sve međuveličine, a ne skokom.⁹

Bošković formulira načelo neprekinutosti u *De viribus vivis*, br. 45,¹⁰ u *De materiae divisibilitate*, br. 66,¹¹ u *De lumine II*, br. 41,¹² u *De lege virium*, br. 3,¹³ u *Theoria philosophiae naturalis*, br. 32,¹⁴ i drugdje, te se s početka poziva na nj kao na stav među znanstvenicima uglavnom prihvaćen,¹⁵ potkrepljujući ga obilnom indukcijom, dakle *a posteriori*, navodeći brojne njegove potvrde u prostoru i vremenu i u prirodi,¹⁶ da bi ga u kasnijim svojim djelima – ne

⁹ Načelo neprekinutosti zagovarali su u XVII. i XVIII. st. naročito Leibniz i njegovi pristaše. O leibnizovskom podrijetlu Boškovićeva načela neprekinutosti usp. Marković, *Boscovich's Theoria*, str. 133. Usp. također Stipanić, *Naučni i istorijski komentar*, str. 96–97 (u: Ruđer Bošković, *O zakonu kontinuiteta*, Beograd, 1975). Usp. također Martinović, *Problem neprekinutosti i beskonačnosti kod Rudera Boškovića*, str. 117. Usp. također Kutleša, *Prirodnofilozofijski pojmovi Rudera Boškovića*, str. 27–30. Usp. također Talanga, *Uvod*, str. 9–12 (u: Boscovich, *De continuitatis lege*, Zagreb, 1996).

¹⁰ Usp. Bošković, *De viribus vivis*, br. 45, str. 35: »Communis jam est multorum sententia, nihil in natura per saltum fieri, sed ut in locis etiam geometricis, et in algebraicis formulis accidit, quidquid augetur, aut minuitur, ita continuo augeri, aut minui, ut ab una quantitate ad aliam motu semper continuo per omnes intermedias quantitates transeat.«

¹¹ Usp. Bošković, *De materiae divisibilitate*, br. 66, str. 218–219: »Argumenti vis omnis petita est a principio, et a multis accepto, et per inductionem, quantum licet, amplissimam confirmato: In Natura nihil fieri per saltum, sed quaecunque aut crescendo, aut decrescendo ab una magnitudine ad aliam deveniunt, per omnes intermedias necessario transire.«

¹² Usp. Bošković, *De lumine II*, br. 41, str. 18: »Tota positiva et directa probatio hujus theoriae innititur huic principio: In Natura nihil fieri per saltum, sive quod idem est, quaecunque quantitas augeatur, vel minuatur, eam ab una magnitudine nunquam transire ad aliam sine transitu per intermedias.«

¹³ Usp. Bošković, *De lege virium*, br. 3, str. 4: »Lex continuitatis, quam propugnamus, et qua utimur ad nostri systematis demonstrationem, in eo est sita, quod in quavis quantitatibus mutatione ab una magnitudine ad aliam transitus fieri non possit, nisi transeundo per omnes intermedias magnitudines.«

¹⁴ Usp. Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 32, str. 13: »Continuitatis lex, de qua hic agimus, in eo sita est /.../, ut quaevis quantitas, dum ab una magnitudine ad aliam migrat, debeat transire per omnes intermedias ejusdem generis magnitudines.«

¹⁵ Usp. Bošković, *De viribus vivis*, br. 45, str. 35: »Communis jam est multorum sententia...« Usp. također Bošković, *De lumine II*, br. 41, str. 18: »Hoc principium passim jam admittitur...« Usp. također Bošković, *De materiae divisibilitate*, br. 66, str. 218: »Argumenti vis omnis petita est a principio, et a multis accepto, et per inductionem, quantum licet, amplissimam confirmato« (istaknuo D.Š.).

¹⁶ Usp. Bošković, *De viribus vivis*, br. 45, str. 35–36. Usp. također Bošković, *De lumine II*, br. 41, str. 18: »Hoc principium /.../ amplissima inductione comprobatur«. Usp. također Bošković, *De materiae divisibilitate*, br. 66, str. 218–220: »Argumenti vis omnis petita est a principio, et a multis accepto, et per inductionem, quantum licet, amplissimam confirmato /.../ Amplissimam esse inductionem illam, qua id principium colligitur, quod ubicunque ejus veritatem experiri licet, ubique verum deprehenditur, quin ullum possit exemplum proferri, in quo deficiat«.

napuštajući induktivnu potkrepu¹⁷ – dokazao i *a priori*, metafizičkim dokazom, neovisnim o svjedočanstvu iskustva.¹⁸

Boškovićeva induktivna potkrepa načela neprekinutosti

Bošković potkrepljuje načelo neprekinutosti brojnim primjerima iz prostora i vremena te iz prirode.¹⁹

Što se prostora i vremena tiče, navodi neprekinutost crta i površina te mijenā što se zbivaju tijekom vremena u prostoru. Neprekinuta je npr. mijena mjesta tijekom vremena (*motus localis*),²⁰ zatim mijena udaljenosti – primjerom, mijena udaljenosti među točkama u prostoru, tj. gustoća njihova razmještaja (rasporeda) u prostoru.²¹ Neprekinuta je, na koncu, i mijena veličina u prostoru – primjerice, mijena veličine kakve crte, površine ili tijela, ili pak mijena u mjeri zakrivljenosti kakve crte ili površine itd.²²

Što se pak prirode tiče, Bošković navodi, najprije, neprekinutost kretanjā u prirodi, kako u pogledu njihove staze ili smjera, tako i u pogledu njihove brzine²³

¹⁷ Usp. Bošković, *De continuitatis lege*, br. 136–157, str. 61–73. Usp. također Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 43–47, str. 20–22.

¹⁸ Usp. Bošković, *De continuitatis lege*, br. 131–133, str. 58–60. Usp. također Bošković, *De lege virium*, br. 4, str. 4–5. Usp. također Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 48–51, str. 22–24.

¹⁹ Podrobnije o Boškovićevoj induktivnoj potkrepi načela neprekinutosti usp. Marković, *Rude Bošković*, str. 276–277. Usp. također Stipanić, *Predgovor*, str. 5, i *Naučni i istorijski komentar*, str. 146–147 (u: Ruder Bošković, *O zakonu kontinuiteta*, Beograd 1975). Usp. također Martinović, *Problem neprekinutosti i beskonačnosti kod Rudera Boškovića*, str. 117. Usp. također Kutleša, *Prirodnofilozofijski pojmovi Rudera Boškovića*, str. 70–72.

²⁰ Usp. Bošković, *De continuitatis lege*, br. 137, str. 62: »In primis amplissima est inductio spatii ac temporis, in quibus motu continuo et sine ullo saltu perpetuo pergitur, tum eorum quae in spatio sunt, ut linearum omnium ac superficierum in geometria, quae si eandem naturam servant, omnes affectiones suas ita continuo mutant, ut geometris est notissimum, ut ab una magnitudine ad aliam per omnes intermedias omnino transeant.«

²¹ Usp. Bošković, *De continuitatis lege*, br. 137, str. 62: »Inde autem consequitur in distantis itidem mutandis continuitatem servari nullo transitu unquam facto ab una ad aliam distantiam sine transitu per intermedias, et hinc nullam densitatem, quae a distantia punctorum pendet, mutari unquam per saltum.«

²² Usp. Bošković, *De continuitatis lege*, br. 137, str. 62: »Ab una ordinata ad aliam, ab una areae vel arcus magnitudine ad aliam, ab una directione ad aliam transitur semper per intermedias omnes, etiam a curvatura, quae habetur in quovis puncto, ad curvaturam, quae habetur in alio.«

²³ Usp. Bošković, *De continuitatis lege*, br. 138, str. 63: »In iis et omnibus eiusmodi viribus et in motibus quos gignunt continuitas habetur semper tam in lineis, quae describuntur, quam in velocitatibus, quae pariter per omnes intermedias magnitudines mutantur, ut videre est in pendulis, in ascensu corporum gravium et in aliis mille eiusmodi in quibus mutationes velocitatis fiunt gradatim, nec retro cursus reflectitur nisi imminuta velocitate per omnes gradus. Ea diligentissime continuitatem servant omnia. Hinc nec ulli in naturalibus motibus habentur anguli, sed semper mutatio directionis sit paulatim.«

– primjerice, neprekinutost u kretanju planeta i kometa,²⁴ ili pak neprekinutost u postupnu prijelazu iz noći preko svitanja u dan i iz dana preko sutona u noć²⁵ (s postupnim izlaskom i zalaskom sunca)²⁶, zatim postupnost u rastu biljaka, stabala, životinja itd.²⁷ Dodaje tome i neprekinutost u mijeni sile teže, magnetske sile, sile elastičnosti i u mijeni kretanja što ih te sile izazivaju²⁸ te, na koncu, neprekinutost u samim oblicima tijela – neprekinutost u obliku riječnog korita, ili pak u oblicima listova na stablu, granja, kamenja itd.²⁹

Uz to, Bošković navodi i mnoge slučajeve naizgled oprečne načelu neprekinutosti, koji – bolje promotreni – ipak potvrđuju to načelo (primjerice, trnje, pandže, kljunovi,³⁰ pucanj,³¹ slijed dana za danom³² itd.) Među tim slu-

²⁴ Usp. Bošković, *De continuitatis lege*, br. 138, str. 62–63: »Planetæ omnes et cometæ in lineis continuis cursum peragunt suum et omnes retrogradationes fiunt paulatim, ac in stationibus semper exiguis quidem motus sed tamen habetur semper«.

²⁵ Usp. Bošković, *De continuitatis lege*, br. 138, str. 63: »atque hinc etiam dies paulatim per aurores venit, per vespertinum crepusculum abit«.

²⁶ Usp. Bošković, *De continuitatis lege*, br. 138, str. 63: »Solis diameter non per saltum sed continuo motu supra horizontem ascendit vel descendit.«

²⁷ Usp. Bošković, *De continuitatis lege*, br. 137, str. 62: »hinc vero pariter nullam arborem, aut aliam eiusmodi rem quamcumque, quæ crescit per recessum verticis a fundo, unquam ab una altitudine ad aliam devenire sine transitu per intermedias.« Usp. također Bošković, *De materiæ divisibilitate*, br. 67, str. 220–221: »Hinc ea omnia, quorum magnitudo augetur locali motu, ab una magnitudine ad aliam transeunt per intermedias sine saltu. Hujusmodi sunt inter cætera sane innumera plantæ omnes, quæ ex. gr. ab unius palmi altitudine ad altitudinem palmarum 10. nequaquam deveniunt; quin intermedias omnes saltem ad sensum habuerint.«

²⁸ Usp. Bošković, *De continuitatis lege*, br. 138, str. 63: »Immo omnes alii motus a gravitate pendentes, omnes ab elasticitate, a vi magnetica, continuitatem itidem servant, cum eam servant vires illæ ipsæ quibus gignuntur. Nam gravitas cum decrescat in ratione reciproca duplicata distantiarum et distantia per saltum mutari non possint, mutatur per omnes intermedias magnitudines. Videmus pariter vim magneticam a distantis pendere lege continua, vim elasticam ab inflexione, ut in laminis, vel a distantia, ut in particulis aeris compressi.«

²⁹ Usp. Bošković, *De continuitatis lege*, br. 138, str. 63: »nec vero anguli exacti habentur in corporibus ipsis in quibus utcumque videatur tenuis acies, vel cuspis, microscopii saltem ope videri solet curvatura, quam etiam habent alvei fluviorum semper, habent arborum folia et frondes ac rami, habent lapides quicumque«.

³⁰ Usp. Bošković, *De continuitatis lege*, br. 138, str. 63: »nec vero anguli exacti habentur in corporibus ipsis in quibus utcumque videatur tenuis acies, vel cuspis, microscopii saltem ope videri solet curvatura, quam etiam habent alvei fluviorum semper, habent arborum folia et frondes ac rami, habent lapides quicumque, nisi forte alicubi cuspides continuæ occurrant vel primi generis, quas natura videtur affectare in spinis, vel secundi generis, quas videtur affectare in avium ungibus et rostro, in quibus tamen manente in ipsa cuspe unica tangente continuitatem servari«.

³¹ Usp. Bošković, *Theoria philosophiæ naturalis*, br. 46, str. 21: »Sic etiam, ubi tormentum bellicum exploditur, videtur momento temporis emitti globus, ac totam celeritatem acquirere; at id successive fieri, patet vel inde, quod debeat inflammari tota massa pulveris pyrii, et dilatari aer, ut elasticitate sua globum acceleret, quod quidem fit omnino per omnes gradus.«

³² Usp. Bošković, *Theoria philosophiæ naturalis*, br. 45, str. 20–21: »si diem concipiamus intervallum temporis ab occasu ad occasum, vel etiam ab ortu ad occasum, dies præcedens a sequenti

čajevima od posebna je značenja za nastanak Boškovićeve prirodno-filozofijske teorije slučaj sraza (sudara) dvaju ili više tijela.³³

Zaključno Bošković ističe da ne bi bilo kraja poslu navođenja svih pojedinih slučajeva u kojima priroda poštuje načelo neprekinutosti i da bi bolje bilo kad bismo pokušali izazvati je ne bi li u čemu to načelo prekršila – jer ona će svakom takvom izazovu odoljeti,³⁴ čuvajući neprekinutost u svim mijenama i oblicima i, tim načinom, potvrđujući načelo neprekinutosti.

Boškovićev metafizički dokaz načela neprekinutosti

Boškovićev metafizički dokaz načela neprekinutosti tiče se, na jednoj strani, mijene mjesta tijekom vremena (dakle, mjesnog kretanja, *motus localis*), na drugoj strani, mijene u veličini (mjeri, stupnju) pojedinog tjelesnog svojstva – primjerice, mijene u mjeri gustoće dotičnog tijela, ili pak u stupnju njegove topline itd.

Za Boškovićev je metafizički dokaz načela neprekinutosti bitno, s jedne strane, najprije to da tijelo, ako jest, jest negdje, na nekom mjestu (u prostoru), zatim i to da tijelo ne može biti ujedno (istodobno, u istom trenutku) na dvama mjestima (niti pak na više mjesta) u prostoru;³⁵ s druge pak strane, najprije to da postoje svojstva tijela takva da ono bez njih nikad ne postoji, zatim i to da ih ne može imati – nijedno od njih – u istom trenutku (istodobno) u dvjema veličinama (dvjema mjerama, dvama stupnjevima), niti pak u više veličina (mjera, stupnjeva).³⁶ Tako npr. tijelo ne može biti a da nije ove

quibusdam anni temporibus differt per plura secunda, ubi videtur fieri saltus sine ullo intermedio die, qui minus differat. At seriem quidem continuam ii dies nequaquam constituunt. Concipiatur parallelus integer Telluris, in quo sunt continuo ductu disposita loca omnia, quae eandem latitudinem geographicam habent: ea singula loca suam habent durationem diei, et omnium ejusmodi dierum initia, ac fines continenter fluunt; donec ad eundem redeatur locum, cujus praecedens dies est in continua illa serie primus, et sequens postremus. Illorum omnium dierum magnitudines continenter fluunt sine ullo saltu: nos, intermediis omissis, saltum committimus, non Natura.»

³³ Usp. ovdje bilj. 1 te Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 43, str. 20: »Eodem igitur pacto in lege ipsa continuitatis agendum est. Illa tam ampla inductio, quam habemus, debet nos movere ad illam generaliter admittendam etiam pro iis casibus, in quibus determinare immediate per observationes non possumus, an eadem habeatur, uti est collisio corporum«.

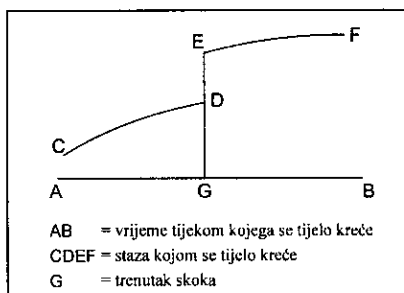
³⁴ Usp. Bošković, *De continuitatis lege*, br. 138, str. 63–64: »Infinitum esset singula persequi in quibus continuas in natura observatur. Satiis est generaliter provocare ad exhibendum casum in natura in quo continuas non servetur, qui omnini exhiberi non poterit.«

³⁵ Usp. Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 50, str. 23: »corpus existens nec nullibi esse possit, nec simul in locis pluribus«.

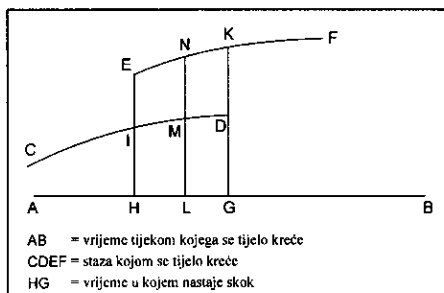
³⁶ Usp. Bošković, *De continuitatis lege*, br. 131, str. 58: »In quantitativis, quae variari possunt et continuo tempore durant nec unico momento plures magnitudines habere possunt, saltus sive momentaneus transitus ab una magnitudine ad aliam praetermissis omnibus intermediis

ili one topline (temperature), ove ili one gustoće itd., s tim da ono ne može biti istodobno (u istom trenutku) i ove i one topline, i ove i one gustoće itd.³⁷

Neprekinutost u mijeni mjesta tijekom vremena Bošković dokazuje tim načinom da svaku pretpostavku skoka pri toj mijeni svodi na apsurd. Dvije su takve pretpostavke moguće – skok nastaje ili trenutačno (prva pretpostavka) ili tijekom vremena (druga pretpostavka).³⁸



Slika 4.



Slika 5.

U slučaju trenutačnog skoka – kao npr. na sl. 4 – tijelo bi u istom trenutku G bilo na dvama mjestima (D i E), što je dakako apsurd. Trenutačnog skoka, dakle, u kretanju tijela prostorom ne može biti. U slučaju nastanka skoka tijekom vremena – kao npr. na sl. 5, ili pak na sl. 6 – tijelo bi tijekom vremena HG (sl. 5) bilo stalno na dvama mjestima (I i E, M i N, D i K), što je dakako apsurd, kao što tijekom vremena GH (sl. 6) ne bi bilo ni na kojem

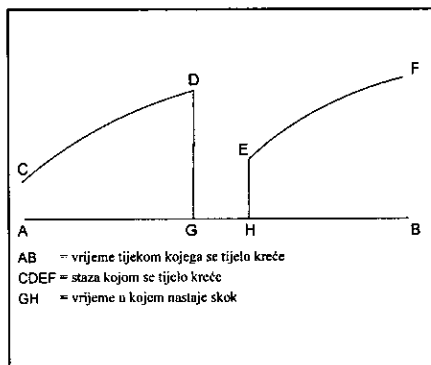
omnino haberi non potest. Haec propositio si evincatur, evincetur saltum in natura haberi non posse. Nam quaevis quantitas singulis momentis unicum tantummodo magnitudinem iuxta naturae leges habere potest. » Usp. Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 49, str. 22–23: »Id ipsum vero adhuc multo evidentius habetur in illis rerum statibus, in quibus ex una parte quovis momento haberi debet aliquis status ita, ut nunquam sine aliquo ejus generis statu res esse possit; et ex alia duos simul ejusmodi status habere non potest.« Usp. također Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 51, str. 23–24: »nec omni statu carere res possit, nec haberi possint status simul bini«.

³⁷ Usp. Bošković, *De continuitatis lege*, br. 131, str. 58: »Sic corpus, licet densitatem et velocitatem (intelligimus autem illam semper quae ex omnibus componitur et motum ipsum qui fit determinat) mutare possit, singulis tamen momentis singulas tantummodo habere potest.« Usp. također Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 51, str. 24: »Sic [...] distantia unius corporis ab alio mutari per saltum non potest, nec densitas, quia duae simul haberentur distantiae, vel duae simul densitates, quod utique sine replicatione haberi non potest: caloris itidem, et frigoris mutatio in thermometris, ponderis atmosphaerae mutatio in barometris, non fit per saltum, quia binae simul altitudines mercurii in instrumento haberi deberent eodem momento temporis, quod fieri utique non potest; cum quovis momento determinato unica altitudo haberi debeat, ac unicus determinatus caloris gradus, vel frigoris; quae quidem theoria innumeris casibus pariter aptari potest.«

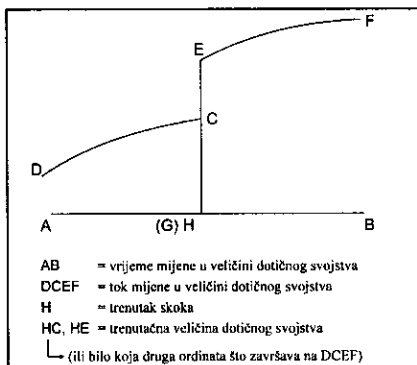
³⁸ Usp. ovdje poglavlje pod naslovom *Neprekinutost vremena*.

mjestu, što je također apsurd. U svakom slučaju, dakle, Bošković svodi skok pri kretanju tijela prostorom na apsurd, zaključujući da ga ne može biti.³⁹

U tom se sastoji Boškovićev dokaz neprekinutosti mijene mjesta tijekom vremena: kretanje tijela prostorom, mijena mjesta tijekom vremena može biti samo neprekinuta, kontinuirana – svaka druga pretpostavka (pretpostavka da tijelo mijenja svoje mjesto skokom – trenutačnim ili pak tijekom vremena) pokazuje se naprosto apsurdnom, protuslovnom.



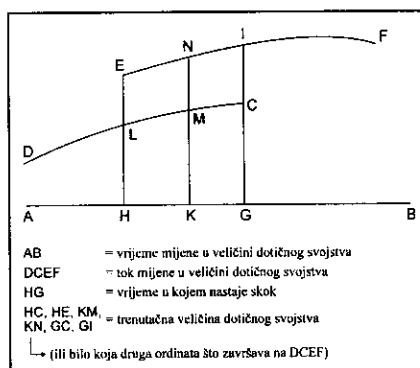
Slika 6.



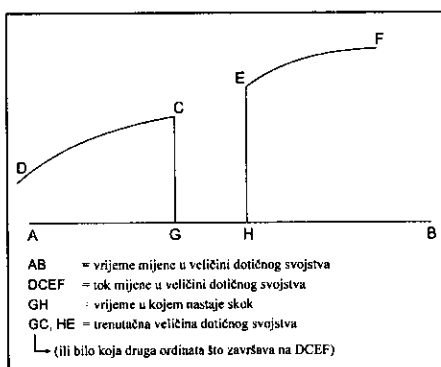
Slika 7.

³⁹ Usp. Bošković, *De continuitatis lege*, br. 133, str. 59–60: »Eodem argumento excluditur etiam saltus in motu locali. A puncto quovis ad aliud quodvis punctum spatii potest ire mobile quodpiam viis admodum diversis utcumque sinuatis et incurvatis; sed linea per quam abibit continuo ductu describenda erit semper sine hiato ullo. Cur id? Quia nimirum si alicubi abrumperetur, ut in fig. 1 et via esset ABCD interrupta in BC, vel momentum quo inciperet describere CD esset idem ac momentum quo desineret esse in AB, vel ipsum praecederet, vel sequeretur. In utroque ex his postremis casibus inter illa bina momenta necessario interiacere debet tempus continuum in quo infinita momenta sunt. Porro in primo ex tribus propositis casibus esset eodem momento temporis tam in B quam in C, adeoque replicaretur; in secundo per tempus continuum esset in binis lineis et proinde replicaretur infinitis momentis; in tertio per tempus continuum nusquam esset. Tota vis argumenti sita est semper in exclusione momenti momento proximi, puncti proximi puncto, lineae aliam habentis lineam proximam, adeoque et termini cuiuscumque seriei tempore durantis continuo vel per lineam continuum tractatae proximi termino.« (fig. 1 = ovdje sl. 3). Usp. također Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 50, str. 23: »Corpus a quovis loco ad alium quemvis devenire utique potest motu continuo per lineas quascunque utcunque contortas, et in immensum productas quaquaversum, quae numero infinities infinitae sunt: sed omnino debet per continuum aliquam abire, et nullibi interruptam. En inde rationem ejus rei admodum manifestam. Si alicubi linea motus abrumperetur; vel momentum temporis, quo esset in primo puncto posterioris lineae, esset posterius eo momento, quo esset in puncto postremo anterioris, vel esset idem, vel antierius? In primo, et tertio casu inter ea momenta intercederet tempus aliquod continuum divisibile in infinitum per alia momenta intermedia, cum bina momenta temporis, in eo sensu accepta, in quo ego hic ea accipio, contigua esse non possint /.../. Quamobrem in primo casu in omnibus iis infinitis intermediis momentis nullibi esset id corpus, in secundo casu idem esset eodem illo momento in binis locis, adeoque replicaretur; in tertio haberetur replicatio non tantum respectu eorum binorum momentorum, sed omnium etiam intermediarum, in quibus nimirum omnibus id corpus esset in binis locis. Cum igitur corpus existens nec nullibi esse possit, nec simul in locis pluribus; illa viae mutatio, et ille saltus haberi omnino non possunt.«

Istim načinom Bošković dokazuje i neprekinutost u mijeni veličine pojedinih tjelesnih svojstava. Trenutačan skok pri mijeni te veličine uključivao bi nužno taj apsurd da bi tijelo u dotičnom jednom te istom trenutku imalo dotično svojstvo (recimo, gustoću ili toplinu) u dvjema veličinama – kao npr. na sl. 7 u trenutku skoka H kako u veličini HC tako u veličini HE. Skok koji bi nastao tijekom vremena uključivao bi nužno ili taj apsurd da bi tijelo imalo dotično svojstvo u dvjema veličinama istodobno tijekom nekog vremena – kao npr. na sl. 8 tijekom vremena HG kako u veličinama od HL do GC tako i u veličinama od HE do GI – ili pak taj apsurd da tijelo dotično svojstvo tijekom nekog vremena uopće ne bi imalo – kao npr. na sl. 9 tijekom vremena GH. U svakom se slučaju, dakle, pretpostavka skoka pri mijeni veličine pojedinih tjelesnih svojstava pokazuje naprosto apsurdnom, protuslovnom.⁴⁰



Slika 8.



Slika 9.

⁴⁰ Usp. Bošković, *De continuitatis lege*, br. 132, str. 59: »Si enim aliquo momento temporis haberetur saltus, eodem illa quantitas binas magnitudines habere deberet, nimirum postremam seriei continuæ pertinentis ad tempus præcedens et primam seriei pertinentis ad tempus consequens. Ut enim illud idem momentum et est postremum temporis præcedentis et primum sequentis, ita magnitudo quæ habetur illo momento debet esse et postremus terminus seriei respondentis temporis præcedenti et primus seriei consequenti temporis respondentis. Seriei enim continua præcedens debet habere suum postremum terminum et series consequens primum. /.../ Lineæ DC, EF in fig. 19, si abruptuntur, hiatus debent relinquere in GH, in quo ordinata non solum nulla sed impossibilis sit, vel in H ordinatas habere binas in fig. 20, vel binas habere toto tractu HG in fig. 21. Nec ullus alius est casus præter illos tres« (fig. 19 = ovdje sl. 9; fig. 20 = ovdje sl. 7; fig. 21 = ovdje sl. 8). Usp. također Bošković, *Theoria philosophiæ naturalis*, br. 51, str. 23–24: »Quamobrem si nec omni statu carere res possit, nec haberi possint status simul bini; necessario consequitur, saltum illum committi non posse. Saltus ipse, si deberet accidere, uti vulgo fieri concipitur, accideret binis momentis G, et H, quæ sibi in fig. 6. immediate succederent sine ullo immediato hiatu, quod utique fieri non potest ex ipsa limitis ratione, qui in continuis debet esse idem, et antecedentibus, et consequentibus communis /.../. Atque idem in quavis reali serie accidit; ut hic linea finita sine puncto primo, et postremo, quod sit ejus limes, et superficies sine linea esse non potest; unde fit, ut in casu figuræ 6. binæ ordinatæ necessario respondere debeant eidem puncto:

U tom se sastoji Boškovićev dokaz neprekinutosti u mijeni veličine pojedinih tjelesnih svojstava: ta mijena može biti samo neprekinuta, kontinuirana – svaka druga pretpostavka (pretpostavka da tijelo mijenja veličinu pojedinih svojih svojstava skokom – trenutačnim ili pak tijekom vremena) pokazuje se naprosto apsurdnom, protuslovnom.

Boškovićev metafizički dokaz načela neprekinutosti tiče se, dakle, na jednoj strani, mijene mjesta tijekom vremena, na drugoj pak strani, mijene u veličini pojedinih tjelesnih svojstava. Neprekinutost u tim dvjema mijenama Bošković dokazuje metodom *reductio ad absurdum* – svodeći naime svaku pretpostavku skoka (prekida) na apsurd. Tim načinom biva posredno očitovalan kontinuitet upravo kao jedina mogućnost, naprosto nužnost.⁴¹

Treba stoga zaključiti da Bošković – u kasnijim svojim djelima, počevši od *De continuitatis lege*, 1754. g. – načelo neprekinutosti drži ne samo obilnom indukcijom potkrijepljenim nego i metafizički očitim, *a priori* valjanim načelom, što i potvrđuje izrijeком u svome pismu G. S. Contiju (26. veljače 1762. g.): »Io non dimostro *a priori* alcuna parte della mia teoria, ma solo il suo fondamento consistente nella legge di continuità.«⁴²

Pouzdanost i sigurnost načela neprekinutosti

Pouzdanima zovem načela po svoj prilici valjana, koja ipak ne isključuju sasvim mogućnost greške.⁴³ Sigurnima pak zovem načela upravo nepogrešiva,

ita in quavis finita reali serie statuum primus terminus, et postremus haberi necessario debent: adeoque si saltus fit, uti supra de loco diximus; debet eo momento, quo saltus confici dicitur, haberi simul status duplex; qui cum haberi non possit; saltus itidem ille haberi omnino non potest. Sic, ut aliis utamur exemplis, distantia unius corporis ab alio mutari per saltum non potest, nec densitas, quia duae simul haberentur distantiae, vel duae simul densitates, quod utique sine replicatione haberi non potest: caloris itidem, et frigoris mutatio in thermometris, ponderis atmosphaerae mutatio in barometris, non fit per saltum, quia binae simul altitudines mercurii in instrumento haberi deberent eodem momento temporis, quod fieri utique non potest; cum quovis momento determinato unica altitudo haberi debeat, ac unicus determinatus caloris gradus, vel frigoris; quae quidem theoria innumeris casibus pariter aptari potest.« (fig. 6 = ovdje sl. 7).

⁴¹ O Boškovićevu metafizičkom dokazu načela neprekinutosti usp. također Marković, *Filozofijski rad Boškovića*, str. 642–644. Usp. također Marković, *Rude Bošković*, str. 275–276. Usp. također Stipanić, *Predgovor*, str. 5, i *Naučni i istorijski komentar*, str. 145–146 (u: Ruđer Bošković, *O zakonu kontinuiteta*, Beograd, 1975). Usp. također Kutleša, *Prirodnofilozofijski pojmovi Ruđera Boškovića*, str. 72–74.

⁴² Usp. pismo iz Carigrada od 26. veljače 1762, u: *Ruggiero Giuseppe Bosovich. Lettere a Giovan Stefano Conti*, a cura di Gino Arrighi, Leo Olschki, Firenze, 1980, str. 77. Potanje o ovom Boškovićevu pismu usp. D'Agostino, *From Bošković's Supplements to the Poem of Benedikt Stay*, str. 644–646.

⁴³ Opsežnije o pojmu pouzdanosti usp. u Škarica, *Spoznaja i metoda u Ruđera Boškovića*, str. 119.

uz koja pristajemo bez ikakve bojazni da ćemo možda pogriješiti.⁴⁴ Takvo je npr. u aritmetici načelo komutativnosti zbrajanja – naprosto je nezamislivo da zbroj 'a+b' ne bi bio jednak zbroju 'b+a'. Sve nekom sigurnom načelu oprečno i s njim nespojivo nužno je u sebi samu apsurdno, protuslovno – primjerom, $a+b \neq b+a$.

Načela obilnom indukcijom potkrijepljena Bošković drži krajnje pouzdanim, gotovo sigurnim načelima.⁴⁵ Načela metafizički očita, *a priori* dokazana, Bošković drži, dakako, sigurnim i nepogrešivim načelima.

Obilnom indukcijom potkrijepljeno načelo neprekinutosti Bošković drži krajnje pouzdanim, gotovo sigurnim načelom. Premda ne isključuje sasvim mogućnost greške, to je načelo po svoj prilici valjano i zaključci prema njemu izvedeni po svoj su prilici istiniti (uz pretpostavku da su istinite i premise). Dokazavši ga međutim *a priori*, o iskustvu neovisno, Bošković to načelo drži i doista sigurnim, nepogrešivim, pri čemu dakako sve tome načelu oprečno i s njime nespojivo drži nužno u sebi samu protuslovnim.⁴⁶

Boškovićeva analiza sraza

Sustavno se Bošković problemom sraza bavi u *Supplementum II* 2, str. 409–423,⁴⁷ i u *Theoria philosophiae naturalis*, br. 266–307, str. 125–143. S metodološkog su aspekta, međutim, znatno zanimljivija ona njegova razmatranja sraza u *De viribus vivis*, br. 45–47, str. 35–37, u *De lumine II*, br. 41–44, str. 18–19, u *De materiae divisibilitate*, br. 68–71, str. 221–225, u *De continuitatis lege*, br. 160–164, str. 74–76, u *De lege virium*, br. 25–28, str. 11–13, i u *Theoria philosophiae naturalis*, br. 16–30 te 63–77, str. 8–13, odnosno 28–36, u kojima analiza sraza biva sastavnim dijelom izlaganja i obrazlaganja temeljne Boškovićeve prirodnofilozofijske teorije, teorije uzajamnih sila. Ta su razmatranja ovdje važnija.

Izlažem najprije ukratko neke pojmove i distinkcije bitne za razumijevanje Boškovićeve analize sraza, među njima i načelo neproničnosti tijelā, da bih potom prešao na Boškovićevu analizu udara (impulsa), njegovu kritiku leibnizovskog tumačenja sraza te konačno na samo Boškovićevo tumačenje sraza.

⁴⁴ Opsežnije o pojmu sigurnosti (u isusovačkoj skolastici Boškovićeva doba) usp. u Škarica, *Spoznaja i metoda u Rudera Boškovića*, str. 26–32.

⁴⁵ Opsežnije o tom usp. u Škarica, *Spoznaja i metoda u Rudera Boškovića*, str. 141–144 te 151–155.

⁴⁶ Usp. ovdje poglavlje pod naslovom *Fenomen dodira tijelā prigodom sraza*, posebno bilj. 93.

⁴⁷ U: Stay, *Philosophiae recentioris*, sv. I, str. 409–423.

Izravni i kosi sraz

U slučaju izravnoga sraza tijela se kreću po istome pravcu – njihove brzine imaju dakle isti pravac nositelj, ali se razlikuju jedna od druge po svome iznosu ili po svome smjeru. Dvije su vrste izravnoga sraza: prvo, tijela se kreću u istom smjeru, jedno za drugim, ali se njihove brzine u svome iznosu razlikuju tako da jedno sustiže drugo i na koncu udari u nj, drugo, tijela se kreću u suprotnom smjeru, jedno prema drugome, tako da neovisno o iznosu svojih brzina jednom moraju udariti jedno u drugo.⁴⁸ Kosim srazom Bošković zove slučaj kad tijela udare jedno u drugo pod određenim kutom, krećući se dakle po različitim pravcima jedno prema drugome.⁴⁹

Meka, elastična i tvrda tijela

Mekima zove Bošković ona tijela koja podliježu mijeni svog oblika ne nastojeći ga potom vratiti.⁵⁰ Elastičnima pak zove ona tijela koja svoj prvotni oblik, izgubivši ga, nastoje vratiti.⁵¹ Tvrda tijela – koja uopće ne bi podlijegala mijeni oblika – Bošković isključuje iz prirode.⁵² Isto tako, odbacuje i savršeno meka te savršeno elastična tijela⁵³ – prva, izgubivši svoj oblik, ne bi ga nimalo vraćala, dok bi ga druga vratila sasvim, u cijelosti.

Načelo neproničnosti tijela

Prema načelu neproničnosti, tijela ne mogu prodrijeti jedno u drugo i zauzeti, dijelom ili sasvim, isto mjesto u prostoru (tijekom istog vremena ili u

⁴⁸ Izravni sraz Bošković sustavno razmatra u *Supplementum II* 2 (u: Stay, *Philosophiae recentioris*, sv. I, str. 409–423) i u *Theoria philosophiae naturalis*, br. 266–275, str. 125–131.

⁴⁹ Kosi sraz Bošković razmatra u *Theoria philosophiae naturalis*, br. 276–307, str. 131–143.

⁵⁰ Usp. npr. Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 266, str. 125: »Corpora mollia dicuntur ea, quae resistunt mutationi figurae, seu compressioni, sed compressa nullam exercent vim ad figuram recuperandam, ut est cera, vel febum«.

⁵¹ Usp. npr. Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 266, str. 125: »corpora elastica, quae figuram amissam recuperare nituntur«.

⁵² Usp. npr. Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 266, str. 125: »Addi solet et tertium corporum genus, quae dura dicunt, quae nimirum figuram prorsus non mutant; sed ea itidem in Natura nusquam sunt juxta communem sententiam, et multo magis nulla usquam sunt in hac mea Theoria.« Usp. o tom npr. Martinović, *Problem neprekinutosti i beskonačnosti kod Rudera Boškovića*, str. 117.

⁵³ Usp. Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 266, str. 125: »... perfecte elastica, quae quidem, ut et perfecte mollia, nulla, ut arbitror, sunt in Natura«.

istom trenutku).⁵⁴ Načelo neproničnosti Bošković smatra obilnom indukcijom potkrijepljenim,⁵⁵ dakle krajnje pouzdanim (gotovo sigurnim) načelom. U razumijevanju sraza ono se pokazuje veoma bitnim – upozorava nas na to da razlika u brzinama s kojom tijela ulaze u sraz mora biti sva poništena barem u trenutku kad ta tijela udare jedno u drugo, ako ne i prije tog trenutka.

Impuls (udar)

Impuls je način djelovanja (*modus agendi*) tijela na tijelo. U Boškovićevu vrijeme osobito kartezijevci insistiraju na impulsu (udaru) kao jedinom načinu djelovanja tijela na tijelo – to znači da, prema njima, tijela ne mogu djelovati jedno na drugo prije negoli jedno u drugo udare, niti pak poslije, kad udara više nema, nego djeluju jedno na drugo samo u samu udaru.⁵⁶ Analiza udara (impulsa) pokazuje se u Boškovićevu razumijevanju sraza odlučujućom.

Udar i sraz

Udar treba razlikovati od sraza. Udar je način djelovanja i, svakako, uključuje dodir – inače nije udar (impuls), nego djelovanje na daljinu (*actio in distans*). Sraz je međutim događaj, fenomen, i uz udar (ili možda djelovanje na daljinu) obuhvaća još i naglu mijenu brzine – kao posljedicu tog udara (odnosno, djelovanja na daljinu). Sraz možda i ne uključuje dodir, sve se možda odvija a da se tijela i ne dodirnu, da i ne udare jedno u drugo, djelovanjem na daljinu, prije bilo kakva dodira.

U Boškovića razlika između udara i sraza nije nigdje izrijeком naznačena, niti pak terminološki sustavno provedena.

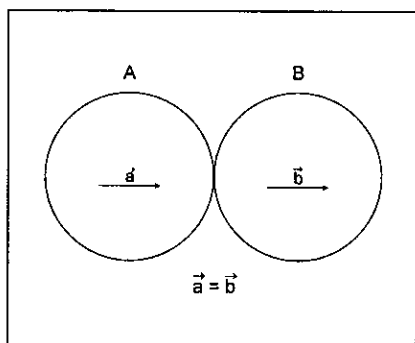
⁵⁴ Usp. Bošković, *De viribus vivis*, br. 47, str. 37: »impenetrabilitas non sinat alterum corpus alterius locum subire«. Usp. također Bošković, *De continuitatis lege*, br. 134, str. 60: »Sic quia videmus corpora tam multa, quae habemus prae manibus, aliis corporibus resistere, ne in eorum locum adveniant et loco cedere, si resistendo sint imparia, potius quam eodem perstare simul, impenetrabilitatem corporum admittimus«.

⁵⁵ Usp. Bošković, *De continuitatis lege*, br. 134, str. 60. Usp. također Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 41, str. 19: »Ex his patet, et impenetrabilitatem, et continuitatis legem per ejusmodi inductionis genus abunde probari, atque evinci«. Usp. o tom Marković, *Filosofijski rad Boškovića*, str. 647–648.

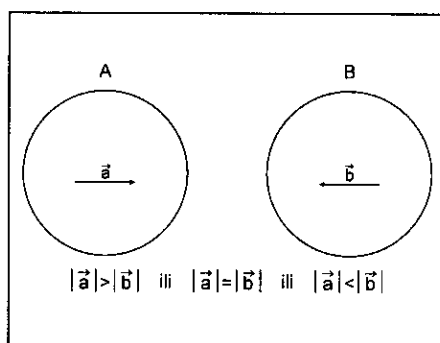
⁵⁶ Usp. Bošković, *De viribus vivis*, br. 40–41 te 43, str. 31–34. Usp. također Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 16–17, str. 8–9. Djelovanje uključuje mijenu kao svoju posljedicu – to znači mijenu stanja (mirovanja ili jednolikog pravocrtnog kretanja), tj. mijenu količine gibanja, uz konstantnu masu dakle mijenu brzine (ubrzanje, usporavanje ili preusmjeravanje). Drugim riječima, ako je impuls jedini način djelovanja tijela na tijelo, onda to znači da tijela mijenjaju svoju brzinu samo udarivši jedno u drugo.

Udar i dodir

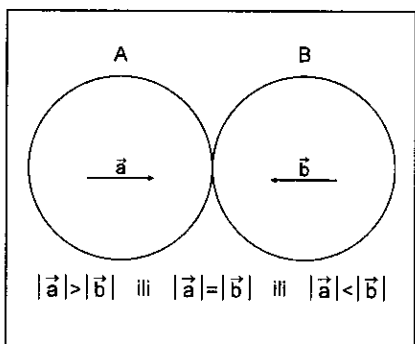
Udar uključuje dodir, ali se na nj ne svodi. Kugle A i B na sl. 10 dodiruju se, ali ne udaraju jedna u drugu – njihove su brzine ($\vec{a}$ i $\vec{b}$) iste (ne razlikuju se niti po iznosu niti po smjeru) i kugle se kreću ne udarajući jedna u drugu (premda jedna drugu sve vrijeme dodiruju). Iste kugle A i B na sl. 11a kreću se različitim brzinama (ako te brzine možda i jesu jednakoga iznosa, razlikuju se po smjeru) i udaraju jedna u drugu. Taj udar prikazuje sl. 11b – kugle dodiruju jedna drugu, ali im brzine nisu iste. Kugle A i B na sl. 12a kreću se također različitim brzinama (te brzine jesu istoga smjera, ali se razlikuju po svome iznosu) i udaraju jedna u drugu. Taj udar prikazuje sl. 12b – kugle dodiruju jedna drugu, ali im brzine nisu iste. Ukratko, udar nije svaki dodir, nego samo onaj u koji tijela ulaze slijedom različitih svojih brzina (nasuprot onome u kojem jesu i ostaju, jer su im brzine iste).



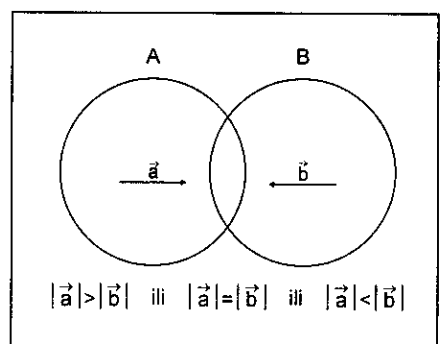
Slika 10



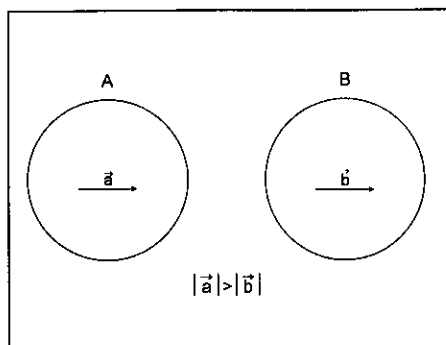
Slika 11a.



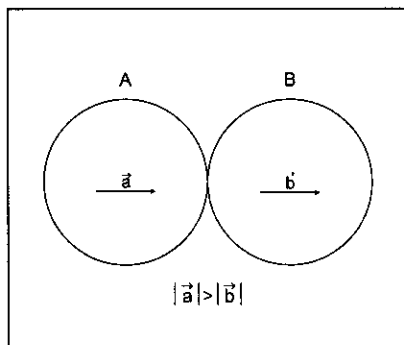
Slika 11b.



Slika 11c.



Slika 12a.



Slika 12b.

U Boškovića razlika između udara i dodira nije nigdje izrijeком naznačena, niti pak terminološki sustavno provedena.

Boškovićeva analiza udara (impulsa)

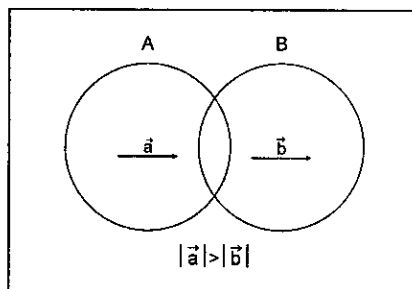
Bošković analizira udar služeći se primjerima izravnoga sraza, kosi obično i ne spominjući. No jasno je da bi rezultati analize bili isti kad bi se poslužio i primjerima kosoga sraza – sâm to naglašava u *De materiae divisibilitate*, br. 69.⁵⁷ Ovdje se u izlaganju Boškovićeve analize udara služim također samo primjerima izravnoga sraza.

Na sl. 11c prikazana je posljedica kretanja kugla A i B sa sl. 11b u slučaju da razlika brzina kojom one udaraju jedna u drugu u samu trenutku tog udara još uvijek nije sva poništena – kugle prodiru jedna u drugu.⁵⁸ Na sl. 12c prikazana je posljedica kretanja kugla A i B sa sl. 12b u slučaju da razlika brzina kojom one udaraju jedna u drugu u samu trenutku tog udara još uvijek nije sva poništena – prednjim svojim dijelom kugla A prodire u kuglu B (njezin stražnji dio).⁵⁹ Potrebno je, dakle, da razlika brzina kojom tijela

⁵⁷ Usp. Bošković, *De materiae divisibilitate*, br. 69, str. 223: »Et vero si congressus corporum etiam sit obliquus, facile demonstratur in ipso primo contactu debere mutari per saltum tam velocitatem, quam directionem motus vel alterius puncti contingentis, vel potius utriusque.«

⁵⁸ Usp. npr. Bošković, *De lumine II*, br. 42, str. 18: »Si enim bina corpora aequalia sibi mutuo occurrerent cum gradibus velocitatis, ex. gr. 6, et velocitates ante contactum non mutarentur, eodem momento temporis, quo se contingerent, illae superficies amitterent totum motum; nam si utraque progrediretur, velocitate non mutata; compenetrari omnino deberent.«

⁵⁹ Usp. npr. Bošković, *De lumine II*, br. 42, str. 18–19: »Pariter si corpora duo in eandem plagam ferrentur velocitatibus 12, et 6 ex. gr., et id, quod celerius movetur, in alterum impingeret velocitatibus non mutatis; prime illae superficies, quae se contingunt, momento temporis, deberent ita mutare celeritates, ut sequens non superaret antecedentem; nam aliter deberent compenetrari.«



Slika 12c.

udaraju jedno u drugo u samu trenutku tog udara već jest sva poništena, kako tijela ne bi prodrila jedno u drugo. (Pritom, očito, ne bi bilo dovoljno da je u tom trenutku ta razlika samo manja nego prije. Potrebno je da je više nema.)

S poništenjem te razlike, međutim, prestaje i sam udar – tijela se sad diraju, a brzine su im iste, dakle udara nema. No, to je isti onaj trenutak u kojem je do udara i došlo – kad se poništenje te razlike ne bi dogodilo već u tom trenutku, trenutku dodira, tijela bi prodrila jedno u drugo. Drugim riječima, kad udar ne bi prestao već u trenutku u kojem je i počeo, tijela bi prodrila jedno u drugo. Udar je dakle nužno trenutačan.

Isto tako, poništenje razlike brzina kojom tijela udaraju jedno u drugo znači da tijela više nemaju one brzine kojima su jedno u drugo udarila – te su brzine bile međusobno različite, ove su sad iste. Tijela, dakle, prigodom udara mijenjaju svoju brzinu. Ta mijena međutim, s jedne strane, ne može početi prije nego tijela udare jedno u drugo – jer tad još uvijek jedno na drugo ne djeluju (ako je impuls doista jedini način djelovanja tijela na tijelo). S druge strane, ona mora biti u tom udaru i dovršena – inače tijela prodiru jedno u drugo. Sva se, dakle, mora dogoditi (početi i dovršiti) u samu udaru – trenutačno, odjednom, skokom.⁶⁰

Usp. također Bošković, *De continuitatis lege*, br. 160, str. 74: »Concipiamus bina corpora delata in eandem plagam, quorum primum habeat velocitatis gradus sex, secundum vero duodecim. Ubi hoc secundum assequitur illud primum, deberet, si utrumque esset omnino durum, in ipso momento temporis, in quo contactus fit, fieri mutatio velocitatis per saltum vel in altero vel potius in utroque. Id quidem evidentissimum est si corpora compenetrari non possunt, ut revera non possunt /.../, nam illud secundum ultra illud primum ferretur et in eius locum succederet si pergeret quovis utcumque exiguo tempusculo moveri cum velocitate maiore.« Usp. o tom Marković, *Filosofijski rad Boškovića*, str. 634.

⁶⁰ Usp. npr. Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 18, str. 9: »Concipiantur duo corpora aequalia, quae moveantur in directum versus eandem plagam, et id, quod praecedat, habeat gradus velocitatis 6, id vero, quod ipsum persequitur, gradus 12. Si hoc posterius cum sua illa

Ukratko, impuls kao način djelovanja tijela na tijelo uključuje skok i, slijedom toga, nije spojiv s načelom neprekinutosti. Boškovićevim riječima: »impulsum nimirum immediatum alterius corporis in alterum, et immediatam percussione haberi non posse sine illa productione finitae velocitatis facta momento temporis indivisibili, et hanc sine saltu quodam, et laesione illius, quam legem continuitatis appellant.«⁶¹

Boškovićeva kritika leibnizovskog tumačenja sraza

Leibnizovi sljedbenici nastoje pomiriti impuls s načelom neprekinutosti. Njihovo tumačenje sraza Bošković ukratko izlaže u *De viribus vivis*, br. 45, str. 35–36, u *De lumine II*, br. 41, str. 18, u *De materiae divisibilitate*, br. 68, str. 221, u *De continuitatis lege*, br. 160, str. 74, te u *Theoria philosophiae naturalis*, br. 19, str. 9–10.

Posljedicom udara leibnizovci drže, u prvom redu, mijenu oblika dotičnih tijela. Dodirnuvši se (prigodom udara), tijela se počinju zbijati jedno prema drugome – dakle, mijenjaju svoj oblik, suzuju se (prema onim svojim krajevima kojim su udarila jedno u drugo). Ta mijena oblika biva postupno sve sporija i sporija, udar postupno sve slabiji i slabiji, dok na koncu sasvim ne iščezne, ostavivši tijela deformirana, da se odmah potom slijedom svoje elastičnosti počnu vraćati svom prvotnom obliku, odbijajući se jedno od drugoga, prije svega onim svojim dijelom kojim su se zbila jedno prema drugome, poprimajući pritom postupno sve širi oblik, dok se na koncu možda i sasvim ne odbiju jedno od drugoga, tj. i onim svojim dijelom kojim su se pri

velocitate illaesa deveniat ad immediatum contactum cum illo priore; oportebit utique, ut ipso momento temporis, quo ad contactum devenerint, illud posterius minuatur velocitatem suam, et illud prius suam augeat, utrumque per saltum, abeunte hoc a 12 ad 9, illo a 6 ad 9, sine ullo transitu per intermedios gradus 11, et 7; 10, et 8; 9½, et 8½ etc. Neque enim fieri potest, ut per aliquam utcumque exiguam continui temporis particulam ejusmodi mutatio fiat per intermedios gradus, durante contactu. Si enim aliquando alterum corpus jam habuit 7 gradus velocitatis, et alterum adhuc retinet 11; toto illo tempusculo, quod effluxit ab initio contactus, quando velocitates erant 12, et 6, ad id tempus, quo sunt 11, et 7, corpus secundum debuit moveri cum velocitate majore, quam primum, adeoque plus percurrere spatii, quam illud, et proinde anterior ejus superficies debuit transcurrere ultra illius posteriorem superficiem, et idcirco pars aliqua corporis sequentis cum aliqua antecedentis corporis parte compenetrari debuit, quod cum ob impenetrabilitatem, quam in materia agnoscunt passim omnes Physici, et quam ipsi tribuendam omnino esse, facile evincitur, fieri omnino non possit; oportuit sane, in ipso primo initio contactus, in ipso indivisibili momento temporis, quod, inter tempus continuum praecedens contactum, et subsequens, est indivisibilis limes, ut punctum apud Geometras est limes indivisibilis inter duo continuas lineae segmenta, mutatio velocitatum facta fuerit per saltum sine transitu per intermedias, laesa penitus illa continuitatis lege, quae itum ab una magnitudine ad aliam sine transitu per intermedias omnino vetat.« Usp. o tom Marković, *Filosofijski rad Boškovića*, str. 634.

⁶¹ Usp. Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 17, str. 8.

udaru dodirnula, izlazeći tako iz sraza međusobno se odmičući jedno od drugoga.⁶² Sve se dakle odvija postupno, postupnom mijenom oblika tijela, postupnim njihovim zbijanjem, sužavanjem, postupnim širenjem, odbijanjem i na koncu postupnim odmicanjem jednoga od drugoga. Nigdje nema skoka, niti pak prodiranja tijela u tijelo.⁶³ Sve je – čini se – u savršenu skladu kako s načelom neprekinutosti tako i s načelom nepрониčnosti. Potrebno je samo da su tijela (više ili manje) meka, da podliježu mijeni svog oblika. Tvrda tijela naime, ne mijenjajući svoj oblik, morala bi odmah promijeniti iznos ili smjer svoje brzine, trenutačno, u samu trenutku udara, skokom, a ne postupno, eda ne bi prodrila jedno u drugo. Zato leibnizovci drže da je dovoljno isključiti iz prirode (savršeno) tvrda tijela i skoka više nema (ako tijela i djeluju jedno na drugo impulsom). Drugim riječima, leibnizovci pomiruju impuls s načelom neprekinutosti tako da odbacuju tvrda tijela.⁶⁴

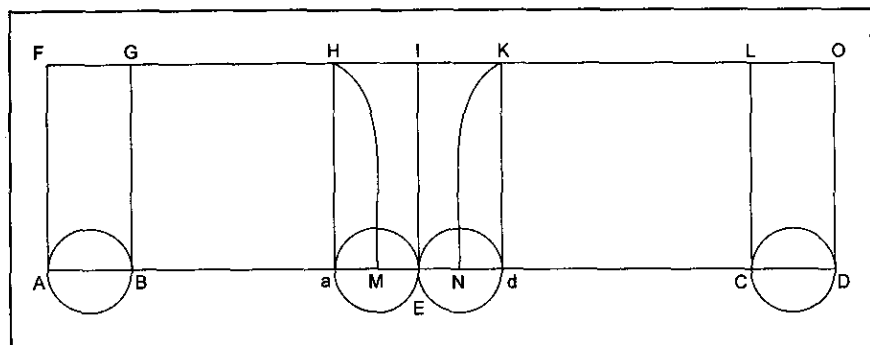
Bošković, međutim, njihov pokušaj smatra neuspjelim. U svojoj analizi on se usredotočuje na one točke dotičnih tijela koje se pri udaru dodirnu i zaključuje da u njihovu kretanju – ako tijela i jesu meka – ipak mora doći do skoka.

Na sl. 13 dvije meke kugle AB i CD kreću se istim pravcem u suprotnom smjeru, jedna prema drugoj, brzinom iznosa $AF = BG$, odnosno $DO = CL$. U trenutku sraza, kad te kugle udare jedna u drugu, točke B i C naći će se u točki E. Njihova će brzina do tog trenutka iznositi BG, odnosno CL i neće se mijenjati – kugle se još uvijek (do tog trenutka) ne dodiruju, da bi mogle djelovati jedna na drugu. Od tog trenutka, međutim, ta će brzina biti jednaka nuli i te će točke (B i C) mirovati – inače bi kugle prodrle jedna u drugu (kao

⁶² Usp. npr. Bošković, *De viribus vivis*, br. 45, str. 35–36: »omnia corpora vel elastica esse volunt plerique, vel mollia, vel potius mixta, ita nimirum, ut in congressu binorum corporum, dum partes introrsus cedunt, paulatim extinguatur velocitas per decrementum continuum, quae vel iterum restituatur paulatim ad partes contrarias per continuum incrementum, ut in elasticis, vel prorsus intereat, ut in mollibus.« Podrobnije o leibnizovskom tumačenju sraza usp. Marković, *Filosofijski rad Boškovića*, str. 636–637. Usp. također Kutleša, *Prirodnofilosofijski pojmovi Rudera Boškovića*, str. 111.

⁶³ Leibnizovci u svome tumačenju sraza dopuštaju uvlačenje čestica jednog tijela među čestice drugoga, ali ne i njihovo prodiranje jednih u druge.

⁶⁴ Usp. npr. Bošković, *De lumine II*, br. 41, str. 18: »iidem jam passim corpora penitus dura e Natura eliminanda censent /.../ et iis substituunt elastica, vel mollia, quorum partes dum introcedunt; velocitas ipsorum paulatim, et per gradus continuos immutatur.« Usp. također Bošković, *De materiae divisibilitate*, br. 68, str. 221: »Et ea est ipsa ratio, qua plerique jam Mechanici e Natura tollunt corpora, quae dicuntur dura /.../ ac substituunt duris corporibus elastica vel mollia, in quibus dum partes ex impressione introcedunt, velocitas ipsorum corporum mutetur per omnes intermedios gradus paulatim.« Usp. također Bošković, *De continuitatis lege*, br. 160, str. 74: »Alii, ut Leibnitiani in primis omnes, e natura reiiciunt omne corporum durorum genus et ideo dicunt mollia esse omnia corpora vel elastica, ut nimirum paulatim partes introcedant et dum figura mutatur, velocitatis discrimen gradatim iuxta continuitatis legem elidatur.« Usp. o tom također Marković, *Rude Bošković*, str. 417.

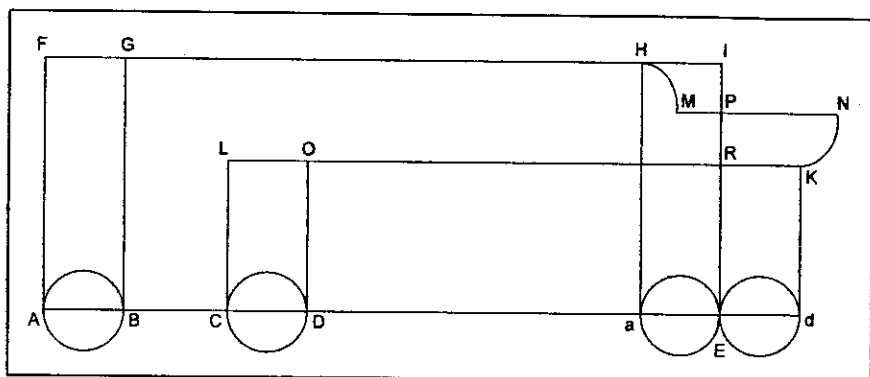


Slika 13.

na sl. 11c), onim svojim dijelom uz točke B i C, ako ne i sasvim. Sve do trenutka udara brzina točaka B i C iznosi dakle BG, odnosno CL, da bi odmah po tom trenutku bila jednaka nuli. Ona se dakle u tom trenutku mijenja odjednom, skokom s iznosa EI(=BG=CL) na iznos EE(=0).⁶⁵

Na sl. 14 dvije meke kugle AB i CD kreću se istim pravcem u istom smjeru, brzinom iznosa AF=BG, odnosno CL=DO, pri čemu je AF>CL, tako da kugla AB u nekom trenutku t sustiže kuglu CD i udara u nju. U tom trenutku točke B i C naći će se u točki E. Njihova će brzina do tog trenutka iznositi BG, odnosno CL i neće se mijenjati – kugle se još uvijek (do tog trenutka) ne dodiruju, da bi mogle djelovati jedna na drugu. Od tog trenutka, međutim,

⁶⁵ Usp. Bošković, *De viribus vivis*, br. 46, str. 36–37: »Fac enim duo globi elastici AB, CD aequales et cum aequalibus celeritatibus delati, quas expriment rectae AF, DO ipsi AD perpendicularares, in se invicem impingant in E: ipso momento temporis, quo impingunt in se invicem puncta diametrorum C et B, motum omnem necessario sistent diametris BA, CD abeuntibus in Ea, Ed aequales: at omnes reliquae particulae preter illas primas, ut postremae a et d, adhuc moveri pergent motu retardato semper; donec omnis earum celeritas alicubi extinguatur in M, et N mutata jam figura, et diametris contractis: et si globi quidem sint molles; perseverabunt in eo statu: si elastici; singulae particulae per eosdem gradus retro reflectentur. Si autem erigantur semper BG, aH, EI, dK, CL usque ad rectam FO; velocitates punctorum A, et D, exprimentur illae quidem per ordinatas semper aequales ad rectam FO usque ad H, et K; tum per ordinatas perpetuo decrescentes ad lineas quasdam HM, KN. At velocitates particularum B, et C, si quae primae particulae solidae sunt, vel saltem punctorum, B, et C, vel superficierum circa B, et C, si globis substituantur cylindri, momento temporis extinguuntur totae, et quiescent ea puncta, vel superficies toto eo continuo tempore, quo a, et d abeunt in M et N; exponentur autem multo etiam post velocitates ipsae per ordinatas ad rectam FO asque ad I, tum in I abrumptetur omnis expressio per ordinatas, et ordinatae EI succedet punctum. /.../ Substituendo corpora mollia, et elastica duris, evitatur quidem saltus in velocitatibus particularum A, et D; saltus autem in velocitatibus particularum B, et C evitari non potest, nisi in minimis distantis ejusmodi vis repulsiva admittatur.« U biti isti argument iznosi Bošković i u *De lumine II*, br. 42, str. 18–19, također u *De materiae divisibilitate*, br. 69, str. 222–223, zatim u *De continuitatis lege*, br. 161–162, str. 74–75, konačno i u *Theoria philosophiae naturalis*, br. 20–22, str. 10–11.



Slika 14.

razlike u tim brzinama ($BG > CL$) više neće biti i točke će se kretati istom brzinom (EP) – inače bi kugle prodrle jedna u drugu (kao na sl. 12c), onim svojim dijelom uz točke B i C, ako ne i sasvim. Sve do trenutka udara brzina točaka B i C iznosi dakle $BG (=EI)$, odnosno $CL (=ER)$, da bi odmah po tom trenutku iznosila $EP (\neq EI \neq ER)$. Ona se dakle u tom trenutku mijenja odjednom, skokom s iznosa EI na iznos EP , odnosno s iznosa ER na iznos EP .⁶⁶

Skok dakle nije izbjegnut. Udar se i dalje opire načelu neprekinutosti. Leibnizovski pokušaj nije uspio.

Boškovićeva tumačenje sraza

Da bi izbjegao udar tijela u tijelo, a s udarom ujedno i skok u mijeni brzine tijela što udaraju jedno u drugo, Bošković uvodi na posve neznatnim međusobnim udaljenostima tijela odbojnu silu,⁶⁷ koja zaustavlja njihovo me-

⁶⁶ Usp. Bošković, *De continuitatis lege*, br. 160–162, str. 74–75: »Alii, ut Leibnitiani in primis omnes, e natura reiiciunt omne corporum durorum genus et idcirco dicunt mollia esse omnia corpora vel elastica, ut nimirum paullatim partes introcedant et dum figura mutatur, velocitatis discrimen gradatim iuxta continuitatis legem elidatur. [...] At haec responsio saltum quidem tollit a totis corporum massis, non a primis superficiebus quae se contingunt et in quibus vis impenetrabilitatis exseritur [...] superficies illae in quibus contactus fieret, deberent velocitatem mutare per saltum. Si enim prima superficies secundi corporis aliquo tempore divisibili postea quam sublata est omnis earum distantia cum postrema primi corporis ad aequalitatem reducitur, erit aliquod momentum posterius quo illa habebit velocitatis gradus 11, haec minus adhuc quam 11, ut 7, adeoque toto illo tempore secundi corporis superficies habuisset velocitatem maiorem quam superficies primi et proinde plus spatii percurrisset, quod compenetrationem aliquarum corporum particularum induceret.«

⁶⁷ Usp. Bošković, *De viribus vivis*, br. 46, str. 36–37. Usp. također Bošković, *De lumine II*, br. 42–43, str. 18–19: »At hinc nos deducimus in omni collisione corporum, velocitatis mutationem incipere, antequam superficies ad contactum deveniant. [...] Hinc infertur: in minimis distantis corporum

đusobno primicanje prije nego se uzmognu dodirnuti. Ta je sila s padom te udaljenosti u beskraj sve veća u beskraj, kako nikakva druga sila, slijedom koje bi se tijela primicala jedno k drugome, ne bi uzmogla biti većom od nje i, svladavši je, rezultirati dodirom dotičnih tijela, njihovim udarom jednog u drugo, u kojem bi nužno došlo do skoka u mijeni njihovih brzina.⁶⁸ Uvođenjem odbojnih sila Bošković, dakle, isključuje međusoban dodir tijela, time pak i

agere vires aliquas repulsivas. Nam mutatio velocitatis non fit sine aliqua causa: ea quaecunque sit, dicitur vis. Quoniam autem ea ita agit; ut minuat differentiam velocitatum, sive accessum respectivum binorum corporum; ac proinde corpora a se invicem removet, erit vis ejus generis, quam diximus repulsivam.« Usp. također Bošković, *De materiae divisibilitate*, br. 70, str. 223: »Non igitur illa bina corpora ad contactum deveniunt cum iisdem velocitatibus, quas ante contactum habuerant. Sed primae eorum particulae ita paulatim velocitates suas ante contactum immutant, ut earum differentia omnis vel ante contactum, vel saltem in ipso contactu penitus evanescat. Ea causa, quaecunque demum illa sit, quae ejusmodi velocitatum mutationem parit, dicitur vis repulsiva, quae nimirum in utraque particula producat velocitates contrarias ex lege actionis, et reactionis aequalium, quibus velocitas respectiva accedendi ad se invicem perpetuo minuitur.« Usp. također Bošković, *De continuitatis lege*, br. 163, str. 75: »Evidens igitur est saltum in ipsis superficiebus salva impenetrabilitate evitari non posse si cum illo velocitatum discrimine ad contactum devenitur, adeoque debent omnino, antequam deveniatur ad contactum, mutari paulatim et per gradus velocitates illae corporum, retardata altera, altera accelerata. Quare debet haberi causa, quaecumque ea sit, quae retardationem et accelerationem inducat, quae quoniam mutat statum corporum in ordine ad determinationem motus et quietis, dicenda erit vis et quoniam tendit ad removendum alterum corpus ab altero, dicenda erit vis repulsiva.« Usp. također Bošković, *De lege virium*, br. 26, str. 12: »Dabitur igitur haec acceleratio, et retardatio ante contactum, cujus causa dicitur vis, et quoniam aget in partes contrarias aequaliter, ut habeatur aequalitas actionis, et reactionis, tendet autem ad removendum corpus a corpore, dicenda erit vis repulsiva.« Usp. također Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 71–75, str. 33–34. Usp. o tom Marković, *Filosofijski rad Boškovića*, str. 634–635. Usp. također Marković, *Rude Bošković*, str. 417. Usp. također Martinović, *Problem neprekinutosti i beskonačnosti kod Rudera Boškovića*, str. 118. Usp. također Kutleša, *Prirodnofilozofijski pojmovi Rudera Boškovića*, str. 112–113.

⁶⁸ Usp. Bošković, *De viribus vivis*, br. 47, str. 37. Usp. također Bošković, *De lumine II*, br. 44, str. 19. Usp. također Bošković, *De materiae divisibilitate*, br. 71, str. 223–225: »At velocitatem hanc respectivam ante contactum debere extingui totam, et vim repulsivam in infinitum augeri imminuta distantia sic demonstratur. In casu captu facillimo binorum corporum aequalium sibi invicem occurrentium cum velocitatibus oppositis aequalibus ponamus totam utriusque datam quandam velocitatem extingui in ipso contactu. Si in se mutuo impellantur cum velocitate adhuc majore; oportebit ad contactum deveniant antequam totas velocitates amittant. Vis enim illa repulsiva, quae in primo casu omnem velocitatem extinxerat usque ad ipsum contactum; minorem jam effectum pariet in corporibus velocius motis, ob temporis brevitetem majorem. Residuae igitur velocitates in ipso contactu extinguuntur per saltum. Ne id contingat, oportebit in priore casu velocitatem illam extinctam fuisse ante contactum, ut nunc haec tota in ulteriore accessu extingui possit per gradus. Cumque idem sit discursus pro quavis data velocitate utcunque magna, cum qua ad se invicem accedant; oportebit vis repulsiva sit ejusmodi, ut cuicunque datae velocitati ante contactum extinguendae par sit; ac proinde ut imminutis in infinitum distantis augeatur in infinitum.« Usp. također Bošković, *De continuitatis lege*, br. 164, str. 76. Usp. također Bošković, *De lege virium*, br. 27, str. 12. Usp. također Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 76–77, str. 34–35. Usp. o tom Marković, *Filosofijski rad Boškovića*, str. 635. Usp. također Marković, *Rude Bošković*, str. 417. Usp. također Martinović, *Problem neprekinutosti i beskonačnosti kod Rudera Boškovića*, str. 118. Usp. također Kutleša, *Prirodnofilozofijski pojmovi Rudera Boškovića*, str. 113.

udar tijela u tijelo, impuls – sve se događa djelovanjem na daljinu, tijela uopće ne uzmažu dodirnuti jedno drugo, da bi se išta moglo dogoditi impulsom.⁶⁹

Tim načinom, isključivši impuls, Bošković uspijeva sačuvati načelo neprekinutosti. Prigodom sraza odbojna sila – bivajući s postupnim smanjivanjem razmaka među dotičnim tijelima postupno sve veća – usporava međusobno primicanje tih tijela (postupno, bez skoka), dok ga na koncu i sasvim ne zaustavi. Ta će sila također – djelujući jače na one dijelove dotičnih tijela kojima ulaze u sraz, jer je među njima razmak manji – uzrokovati postupnu mijenu oblika tih tijela (dakako, u mjeri njihove mekoće) te će se ta tijela postupno zbijati prema onim svojim krajevima kojima ulaze u sraz.⁷⁰ U mjeri svoje elastičnosti ta će tijela potom postupno vraćati svoj prvotni oblik, šireći se u smjeru međusobna odbijanja, što može na koncu rezultirati i njihovim međusobnim odmicanjem.⁷¹ Nikakva skoka pritom nema. Tijela postupno mijenjaju svoj oblik i brzinu – postupno se suzuju, postupno šire, postupno bivaju usporena, zaustavljena i preusmjerena (iz međusobna primicanja u međusobno odmicanje). Boškovićeva tumačenja sraza uspijeva dakle u svoje pokušaju da očuva načelo neprekinutosti.

Dva fenomena naizgled oprečna Boškovićevu tumačenju sraza

Boškovićeva tumačenja sraza protuslovi neposrednu svjedočanstvu sjetilā – naprosto vidimo da se tijela prigodom sraza dodirnu. Dapače, taj dodir i osjetimo na vlastitoj koži udari li nas tko kakvim štapom, batinom.

U svojoj analizi tih dvaju fenomena Bošković pokazuje da su oni tek naizgled oprečni njegovu tumačenju sraza. Usredotočuje se pritom na spoznajnu vrijednost fenomena dodira tijela prigodom sraza i na podrijetlo, odnosno postanak fenomena boli koju osjetimo udari li nas tko štapom.

⁶⁹ Usp. Bošković, *De viribus vivis*, br. 41 i 47, str. 32, odnosno 37. Usp. također Bošković, *De materiae divisibilitate*, br. 62, str. 215–216. Usp. također Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 17, str. 8. Usp. o tom Marković, *Filosofijski rad Boškovića*, str. 635. Usp. također Costabel, *Le rôle du continu dans la genèse de la pensée de R. Bošković en mécanique*, str. 111–112. Usp. također Kutleša, *Prirodnofilozofijski pojmovi Ruđera Boškovića*, str. 109 i 114–115. Treba svakako naglasiti da pod djelovanjem na daljinu Bošković ne razumije nikakvo stvarno, fizičko djelovanje tijela na tijelo, nego naprosto neku određenost (*determinatio*) tijela da se pri nekim međusobnim udaljenostima jedno k drugome primiču, pri drugima pak da se jedno od drugoga odmiču. Opsežnije o tom usp. Kutleša, *Prirodnofilozofijski pojmovi Ruđera Boškovića*, str. 116. Usp. također Škarica, *Spoznaja i metoda u Ruđera Boškovića*, str. 58–62.

⁷⁰ Usp. npr. Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 268–269, str. 126–127.

⁷¹ Usp. npr. Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 270–273, str. 127–130.

Ovdje izlažem najprije o samu pojmu fenomena u Boškovića i u isusovačkoj skolastici njegova doba, zatim o Boškovićevoj prosudbi spoznajne vrijednosti fenomena dodira tijelā prigodom sraza te, na koncu, o Boškovićevu razmatranju podrijetla, odnosno postanka fenomena boli koju osjetimo udari li nas tko štapom.

Pojam fenomena

Obično se u isusovačkoj skolastici Boškovićeva doba fenomenom zove sve što je opaženo i zavređuje biti znano (zabilježeno),⁷² tj. sve ono – među opaženim – što svojom neobičnošću, iznimnošću, zagonetnošću itd. plijeni posebnu pozornost našega duha. Radić tako navodi izobličenje lica u udubljenu zrcalu (toliko da se čak čini kako to lice slobodno visi u zraku) te uspinjanje i spuštanje vrele tekućine u epruveti uronjenoj u posudu s hladnom vodom.⁷³ No Horváth spominje i neke običnije, dapače, sasvim obične pojave: težnju tijela da padne, sam pad tijela, ovisnost sile udara o visini s koje je tijelo palo, zatim kišu, grād, munju, grom, oseku i plimu itd.⁷⁴

Slično biva i u Boškovića. Osim što će fenomenom nazvati neke iznimne slučajeve (primjerice, one koji odstupaju od načela nepрониčnosti – kao prodiranje ulja kroz mramor ili drvo, svjetla kroz staklo ili dragulj itd.),⁷⁵ Boško-

⁷² Usp. Radics, *Introductio in philosophiam naturalem*, br. 12, str. 10: »Quidquid ergo sub sensus cadit, notatuque dignum est, id *Phaenomenon* dicitur.« Usp. također Biwald, *De studii physici natura*, br. 39, str. 47: »Phaenomenon denique dicitur, quidquid sub sensus cadit, et adnotari meretur.« Usp. i Horváth, *Institutiones logicae*, br. 141, str. 128: »Phaenomena dicuntur, quae sub sensus cadunt, atque notari merentur.«

⁷³ Usp. Radics, *Introductio in philosophiam naturalem*, br. 12, str. 10: »... dum in speculo cavo foci distantiam circiter unius pedis geometrici, amplitudinem vero sex pollicum habente, ac ita collocato, ut inspicientis vultus aliquantum ultra focum promotus sit, hominis intuentis vultus in libero aere ante speculum pendulus apparet; aut quando vitro angustioris perimetri, et oblongo, in se fluidum calidum, aut temperatum habente in aquam admodum frigidam immerso, velut ad momentum primum ascendit in eo fluidum, cuius dein descensus continuo conspicitur; phaenomena rerum sunt.«

⁷⁴ Usp. Horváth, *Institutiones logicae*, br. 141, str. 128: »Phaenomena gravitatis sunt ea, quae circa corporum gravitatem sensibus percepta attentionem merentur: quod nimirum corpus grave nitatur continenter deorsum labi; quod sublati impedimentis labatur etiam; quod eo majore vi feriat Solum, quo majore ex altitudine ruit etc. Pluvia, grando, fulgur, fulmen, arbor florens, mare aestuans, campi virentes etc. sunt totidem phaenomena.«

⁷⁵ Usp. Bošković, *De continuitatis lege*, br. 134, str. 60: »... nec obest, quod quaedam corpora videamus intra alia licet durissima insinuari, ut oleum in marmora, lumen in christalla, et gemmas. Videmus enim hoc phaenomenum facile conciliari cum ipsa impenetrabilitate, dicendo per vacuos corporum poros ea corpora permeare.« Usp. također Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 42, str. 19: »Habentur quidem et casus, in quibus eam/sc. impenetrabilitatem/violari quis crederet, ut ubi oleum per ligna, et marmora penetrat, atque insinuatur, et ubi lux per vitra, et gemmas traducitur. At praesto est conciliatio phaenomeni cum impenetrabilitate, petita ab eo, quod illa corpora, in quae se ejusmodi substantiae insinuant, poros habeant, quos eae permeent.«

vić fenomenom zove i sve što je opaženo (ako i nije iznimno). Tako u *Supplementum II* 5, 437, pod fenomenom zacijelo razumije sve sjetilno opažanje putem dodira, okusa, njuha, vida ili sluha,⁷⁶ dok u *Adnotationes I*, str. 50–55, pojam fenomena veže s promatranjem i eksperimentom, bez obzira na iznimnost kao eventualno dodatni uvjet da bi što bilo nazvano fenomenom.⁷⁷ Dapače, u *De viribus vivis*, br. 44, str. 35, nalazimo izraz 'praecipua phaenomena',⁷⁸ koji bi bio naprosto pleonazam da je u Boškovića fenomen shvaćen samo u smislu onoga među opaženim što svojom iznimnošću plijeni posebnu pozornost duha.

Ukratko, moguće je u Boškovića razlikovati između fenomena u užem i fenomena u širem značenju, premda sam Bošković tu razliku nigdje izriječno ne spominje. U užem bi značenju u Boškovića fenomenom bilo nazvano sve ono među opaženim što svojom iznimnošću plijeni posebnu pozornost duha, dok bi u širem značenju fenomenom bilo nazvano bilo što opaženo kojim od sjetila (ako i nije iznimno, ako i ne plijeni posebnu pozornost).

Fenomen dodira tijelā prigodom sraza

Sjetila nam predočuju sraz kao udar tijela u tijelo – uključujući dakle neposredan dodir.⁷⁹ Udar međutim – kako je pokazano – nužno uključuje skok.⁸⁰ Strogo se držeći sjetilnog opažanja, trebali bismo dakle zaključiti da fenomenom sraza biva opovrgnuto načelo neprekinutosti.

S druge strane, lako bi se moglo dogoditi da s pomoću kakva mikroskopa jednom ugledamo kako tijela prigodom sraza ipak ne dodirnu jedno drugo, nego se počnu odmicati jedno od drugoga već na nekoj sasvim neznatnoj

⁷⁶ Usp. Bošković, *Supplementum II* 5, 437: »Phaenomena omnia pendent a loco, quem quovis momento temporis occupant materiae puncta, et a motibus, quibus dato quovis tempusculo cientur, a quorum primo pendet et singularum particularum figura, et corporum integrorum forma ac vis, qua se mutuo agitant vel particulae, vel corpora, a secundo velocitas, et incursus in nostra organa, adeoque omnis sensuum perceptio per tactum, saporem, odorem, colorem, sonum.« (u: Stay, *Philosophiae recentioris*, sv. I, str. 432).

⁷⁷ Usp. Bošković, *Adnotationes I*, str. 50–55 (u: Stay, *Philosophiae recentioris*, sv. I, str. 50–55).

⁷⁸ Usp. Bošković, *De viribus vivis*, br. 44, str. 35: »Accedit mira illa vis magnetica diu, et pariter frustra tentata per vortices materiae magneticae, cujus praecipua phaenomena, qua ratione a nobis explicari possint, innuimus inferius.«

⁷⁹ Bošković, *De viribus vivis*, br. 42, str. 32: »Nec illud nos movet, quod /.../ videamus, ad motis globis nullum apparere intervallum.«

⁸⁰ Usp. ovdje poglavlje pod naslovom *Boškovićeva analiza udara (impulsa)*.

međusobnoj udaljenosti, toliko neznatnoj da je prostim okom ne možemo vidjeti te nam se čini da je nema i da se tijela dodirnu.⁸¹ Tada bismo mogli – to ugledavši – zaključiti kako sjetila zapravo i nisu tako pouzdan svjedok da bismo temeljem njihova svjedočanstva trebali odbaciti načelo neprekinutosti i smatrati ga opovrgnutim.

Dvije se dakle pretpostavke nameću: prvo, da tijela prigodom sraza dodirnu jedno drugo i, drugo, da tijela prigodom sraza ne dodirnu jedno drugo. Prvom prva pretpostavka nužno uključuje odbacivanje načela neprekinutosti.

Neposrednim svjedočanstvom sjetila pretpostavku dodira tijela prigodom sraza nije moguće potvrditi. To što u trenutku sraza ne vidimo više nikakav razmak među tijelima ne znači da ga nema i da se tijela doista u tom trenutku dodirnu.⁸² I kakvim se god mikroskopom pomogli, ne pokaže li nam razmak, uvijek možemo pretpostaviti da bi ga bolji mikroskop pokazao.

To ujedno znači da Boškovićevu pretpostavku (kako se tijela prigodom sraza ne dodirnu) neposrednim svjedočanstvom sjetila nije moguće opovrgnuti⁸³ – ako u trenutku sraza ne vidimo više nikakav razmak među tijelima (prostim okom ili kakvim mikroskopom), to još uvijek ne znači da ga nema i da ga boljim mikroskopom ne bismo vidjeli.

Tu pretpostavku, međutim, neposrednim svjedočanstvom sjetila nije moguće ni potvrditi. Moguće bi bilo, doduše, u pojedinom slučaju potvrditi s pomoću kakva mikroskopa da se tijela prigodom sraza nisu dodirnula (opazivši to, naime, više ne bismo mogli tvrditi da su se dodirnula i da bi nam bolji mikroskop to i pokazao), ali pojedinim slučajem ne biva potvrđena opća postav-

⁸¹ Bošković, *De viribus vivis*, br. 42, str. 32–33: »Minima intervalla sub sensum non cadere, satis patet. Trans pellucidam cristallum libere radii permeant quaquaversus: immo, ut norunt, quicunque microscopiis tractandis assueverunt, trans omnium corporum tenues laminas, licet ad sensum continuas, transeunt. Adsunt iccirco meatus, qui non apparent, et adsunt in immensa copia. Idem globorum intervallis potest contingere. Si maxima vis repulsiva in minimis distantis sese exerat; ubi globum globo admoveris; vis illa /.../ aget in utrunque globum; donec utrunque ad eandem celeritatem reduxerit. Promovebitur globus, qui ante quiescebat, altero, si ipsum semper promoveas, semper intervallum illud minimum retinente, quod tu sensu percipere cum non possis; non poteris sane inde arguere, ipsum intervallum vere nullum esse.«

⁸² Bošković, *De viribus vivis*, br. 42, str. 32–33: »Promovebitur globus, qui ante quiescebat, altero, si ipsum semper promoveas, semper intervallum illud minimum retinente, quod tu sensu percipere cum non possis; non poteris sane inde arguere, ipsum intervallum vere nullum esse.« Usp. također Bošković, *De materiae divisibilitate*, br. 58, str. 211: »Minima autem intervalla sub sensu nostros nequaquam cadunt, quae iccirco nulla esse, quod nulla videantur, affirmare omnino non possumus, nisi plus aequo vulgaribus praejudiciis indulgeamus.«

⁸³ Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 128, str. 58: »Ostendat isti vel unicum exemplum, in quo positive probare possint, per immediatam impulsione[m] communicari motum in Natura. Id sane ii praestabunt nunquam; cum oculorum testimonium ad excludendas distantias illas minimas /.../, quae oculos neccessario fugiunt, adhibere non possint.«

ka – to što se neka tijela prigodom sraza nisu dodirnula ne znači da se sva tijela prigodom sraza ne dodirnu (bilo gdje i bilo kad, u kojoj god situaciji).⁸⁴

Ukratko, neposrednim svjedočanstvom sjetilā nije moguće Boškovićev stav (da se tijela prigodom sraza ne dodirnu) niti potvrditi niti opovrgnuti.⁸⁵

Taj je stav, međutim, neposredna posljedica načela neprekinutosti i odbaciti ga značilo bi odbaciti i to načelo,⁸⁶ obilnom indukcijom potkrijepljeno,⁸⁷ dakle krajnje pouzdano, gotovo sigurno,⁸⁸ a sve zbog sasvim dvojbenā svjedočanstva sjetilā (da se tijela prigodom sraza dodirnu), koje bi lako moglo biti opovrgnuto nekim novim svjedočanstvom sjetilā, s pomoću kakva boljeg mikroskopa (koji bi pokazao da se tijela prigodom sraza ipak ne dodirnu). Nije li to nerazumno – zbog nečega krajnje dvojbenā odbaciti nešto sasvim pouzdano, gotovo sigurno?⁸⁹

Dapače, načelo neprekinutosti nije samo obilnom indukcijom potkrijepljeno i sasvim pouzdano, gotovo sigurno, nego i *a priori* dokazano,⁹⁰ dakle doista sigurno, nepogrešivo,⁹¹ i što god mu se opire – pa tako i fenomen dodira tijelā prigodom sraza – krije u sebi neki apsurd, protuslovlje⁹² (dakako, ono protuslovlje na koje upozorava sam dotični dokaz načela neprekinutosti – protuslovlje skoka u mijeni veličina i brzine).⁹³

⁸⁴ To dakako ne vrijedi samo za pojedini slučaj nego i za mnoge pojedine slučajeve, koliko god ih bilo. Neka su i svi dosad ispitani pojedini slučajevi sraza takvi da se u njima tijela nisu dodirnula, to još uvijek ne znači da je postavka potvrđena – jer među onim neispitanim slučajevima možda ima i takvih da su se tijela dodirnula. Prirodnoznanstvenu indukciju Bošković smatra nužno nedovršenom i zato pogrešivom, ona ne može imati snagu dokaza, ne može sasvim isključiti mogućnost greške. Podrobnije o tom usp. Škarica, *Spoznaja i metoda u Rudera Boškovića*, str. 138–139 te 149–152.

⁸⁵ Usp. Bošković, *De viribus vivis*, br. 42, str. 33: »Ea omnia adduximus, ut ante quam fundamenta ipsa nostrae sententiae aperimus; ostendamus manifesto, neque ejus veritatem, neque ejus falsitatem hujusmodi experimentis, et sensuum testimonio evinci, ac in ipsis sensibus nullum prorsus fundamentum haberi posse pro utralibet.«

⁸⁶ Usp. ovdje poglavlje pod naslovom *Boškovićeva tumačenje sraza*.

⁸⁷ Usp. ovdje poglavlje pod naslovom *Boškovićeva induktivna potkrepa načela neprekinutosti*.

⁸⁸ Usp. ovdje poglavlje pod naslovom *Pouzdanost i sigurnost načela neprekinutosti*.

⁸⁹ I obratno, nije li to upravo razborito – prihvatiti nešto sasvim pouzdano, gotovo sigurno (u ovom slučaju, načelo neprekinutosti i tumačenje na tom načelu utemeljeno), ako mu se i protivni nešto krajnje dvojbeno (u ovom slučaju, neposredno svjedočanstvo sjetilā da se tijela prigodom sraza dodirnu). O razboritosti prirodnoznanstvene indukcije u Boškovića usp. Škarica, *Spoznaja i metoda u Rudera Boškovića*, str. 154–155.

⁹⁰ Usp. ovdje poglavlje pod naslovom *Boškovićev metafizički dokaz načela neprekinutosti*.

⁹¹ Usp. ovdje poglavlje pod naslovom *Pouzdanost i sigurnost načela neprekinutosti*.

⁹² Usp. ovdje poglavlje pod naslovom *Pouzdanost i sigurnost načela neprekinutosti*.

⁹³ Usp. Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 63, str. 28: »Quod autem pertinet ad metaphysicum argumentum, si toto tempore ante contactum subsequentis corporis superficies antecedens habuit 12 gradus velocitatis, et sequenti 9, saltu facto momentaneo ipso initio contactus;

Ukratko, Bošković zaključuje da se njegovu tumačenju sraza opire neposredno svjedočanstvo sjetilā u sebi sāmu toliko dvojbeno da ni u kom slučaju nije kadro čak ni sasvim neznatno umanjiti pouzdanost (uvjerljivost) tog tumačenja, a kamoli opovrgnuti ga. Dapače, to se svjedočanstvo sjetilā pokazuje u sebi samu ne samo dvojbeno nego i protuslovno, apsurdno.

Argument batinom

Boškovićev odgovor na argument batinom u konačnom je svome obliku formuliran već u *De viribus vivis*, br. 42, str. 32–33, te je kasnije samo ponovljen u *De materiae divisibilitate*, br. 73, str. 226–227, i u *Theoria philosophiae naturalis*, br. 127, str. 58.

Bol izazvana udarcem batine posljedica je odbojne sile, koja na sve neznatnijoj udaljenosti između batine i našeg tijela biva sve većom, napinjući vlakna naših živaca prije bilo kakva dodira i utiskujući tako u njih kretanja što prenesena u mozak izazivaju u našem duhu osjet bola,⁹⁴ tim veći što je veća sila koja ga je prouzročila, a ona biva to većom što je manji razmak između batine i našeg tijela. Sve se dakle zbiva prije nego nas batina uzmogne dodirnuti. Bol nastaje kao rezultat kretanja što ga u vlakna naših živaca utiskuje odbojna sila, a ne možda batina sama (dodirnuvši nas).

S tim u svezi, Bošković razlikuje fizički od matematičkoga dodira. Fizički je dodir onaj koji osjećamo (putem opipa) ili vidimo, premda se tijela uistinu ne dodiruju. Matematički bi dodir bio onaj pri kojem bi se tijela doista do-

in ipso momento ea tempora dirimente debuisse habere et 12, et 9 simul, quod est absurdum.« Usp. o tom Dvořák, *Boškovićev rad na polju fizike*, str. 485. Usp. također Marković, *Filosofijski rad Boškovića*, str. 644.

⁹⁴ Usp. Bošković, *De viribus vivis*, br. 42, str. 33: »Idem in manu continget, idem in baculo. Ubi ad minimas eas distantias ventum fuerit, vis repulsiva aget illa quidem et in corpus, et in fibras, ut in vero immediato contactu vis impenetrabilitatis: fiet introcessio partium, ut in pressione ex contactu derivata: tendentur fibrae ea vi, et inde motu ad cerebrum propagato, eodem prorsus modo perceptio fiet, quo fieret per contactum.« Usp. također Bošković, *De materiae divisibilitate*, br. 73, str. 226–227: »Et hunc ipsum contactum physicum formidaremus in baculo (nam et illud per jocum objici solet ab iis, qui baculo ipso utendum ajunt, et ejus ope capiendum experimentum, ut innotescat, an verus haberi possit contactus corporum.) Eo enim accedente ad cutem, et jam ultra validos quosdam adhaesionis limites transgresso, ubi repulsiva vis agat satis magna, communicari deberet motus cuti, et reliquis fibris, ex quo iidem prorsus in iis orirentur motus, qui oriuntur in communi sententia ex contactu, et impenetrabilitate, iidem motus propagari ad cerebrum, eadem ideae excitari in anima, atque idem sentiri dolor.« Usp. također Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 127, str. 58: »Satis erit hic monere illud, ubi corpus ad nostra organa satis accedat, vim repulsivam, saltem illam ultimam, debere in organorum ipsorum fibris excitare motus illos ipsos, qui excitantur in communi sententia ab impenetrabilitate, et contactu, adeoque eundem tremorem ad cerebrum propagari, et eandem excitari debere in anima perceptionem, quae in communi sententia excitaretur.«

dirivala i među njima doista više ne bi bilo baš nikakva razmaka, ali takav dodir Bošković odbacuje.⁹⁵

Ukratko, na argument batinom Bošković odgovara da je fenomen bola moguće jednako tako dobro objasniti djelovanjem odbojne sile koliko i dodir, impulsom. Ako dakle postoje razlozi da ga objasnimo postojanjem odbojne sile već na nekoj udaljenosti, a ne impulsom, onda tako treba i postupiti.

Zaključne primjedbe

1. Boškovićeva analiza sraza upozorava – s metodološkog aspekta – na to da u nekim slučajevima neposredno svjedočanstvo sjetilā nema potvrdnu snagu, niti pak moć opovrgavanja. Takav je slučaj, primjerom, Boškovićev stav da se tijela prigodom sraza ne dodirnu, koji neposrednim svjedočanstvom sjetilā ne može biti ni potvrđen ni opovrgnut.
2. Boškovićovo tumačenje sraza ne temelji se na neposrednu svjedočanstvu sjetilā, nego na obilnoj induktivnoj potkrepi i metafizičkom dokazu načela neprekinutosti. Obilna induktivna potkrepa načela neprekinutosti čini to tumačenje, prema Boškoviću, sasvim pouzdanim, gotovo sigurnim, dok ga metafizički dokaz tog načela čini, prema Boškoviću, doista sigurnim, nepogrešivim.
3. To međutim ne znači da Boškovićevim tumačenjem sraza svjedočanstvo sjetilā biva odbačeno. Ono biva samo korigirano. Odbaciti ga značilo bi zaključiti da tih tijela pred nama (koje opažamo, vidimo) nema i da nema njihova sraza i da je, ukratko, sve to privid. Korigirati ga, međutim, znači

⁹⁵ Usp. Bošković, *De viribus vivis*, br. 42, str. 33: »Sed ut magis communi loquendi modo consulamus, quo et nos utimur, contactum dicemus physicum, et cui, ut unice per sensus noto, nomen contactus ex hominum institutione est impositum, eum, in quo bina corpora devenerint ad distantiam; quae nullo hominum sensu possit percipi, et in qua vis repulsiva ita sit magna, ut nulla humana vi vinci possit. Contactum mathematicum, et immediatum eum, in quo intervallum in se sit nullum. Illum priorem in baculo formidaremus, hunc secundum, si nostra sententia vera sit, timere non possumus.« Usp. također Bošković, *Theoria philosophiae naturalis*, br. 130, str. 59: »Eodem etiam pacto in omnino propria significatione usurpare licebit vocem *contactus*; licet intervallum semper remaneat aliquod; quanquam ego ad aequivocationes evitandas soleo distinguere inter *contactum Mathematicum*, in quo distantia sit prorsus nulla, et *contactum physicum*, in quo distantia sensus effugit omnes, et vis repulsiva satis magna ulteriorem accessum per nostras vires inducendum impedit. Voces ab hominibus institutae sunt ad significandas res corporeas, et corporum proprietates, prout nostris sensibus subsunt, iis, quae continentur infra ipsos, nihil omnino curatis. Sic planum, sic laeve proprie dicitur id, in quo nihil, quod sensu percipi possit, sinuetur, nihil promineat; quanquam in communi etiam sententia nihil sit in Natura mathematicae planum, vel laeve. Eodem pacto et nomen *contactus* ab hominibus institutum est, ad exprimendum *physicum* illum *contactum* tantummodo, sine ulla cura *contactus mathematici*, de quo nostri sensus sententiam ferre non possunt.« O Boškovićevu razlikovanju između matematičkog i fizičkog dodira usp. Martinović, *Problem neprekinutosti i beskonačnosti kod Rudera Boškovića*, str. 115. Usp. također Martinović, *Temeljna dedukcija Boškovićeve filozofije prirode*, str. 60–61. Usp. također Homann, *Boscovich's Philosophy of Mathematics*, str. 565–566.

da nije sve u tom svjedočanstvu privid, nego je štošta zbilja (npr. sama ta tijela i sam njihov sraz), ali je štogod i privid (primjerom, dodir). Ukratko, Bošković ne drži svjedočanstvo sjetilā u cijelosti lažnim, da bi ga odbacio, nego samo dijelom, te ga u tom njegovu dijelu i korigira, ispravlja.

4. Neposredno svjedočanstvo sjetilā biva u Boškovićevu tumačenju sraza korigirano prema načelu neprekinutosti. Povod je toj korekciji neposrednog svjedočanstva sjetilā njegovo opiranje načelu neprekinutosti. Prihvatljivom i opravdanom čini tu korekciju krajnja dvojbenost, dapače protuslovnost neposrednog svjedočanstva sjetilā (u spornom detalju dodira tijelā prigodom sraza) nasuprot krajnjoj pouzdanosti, dapače sigurnosti načela neprekinutosti.
5. Boškovićovo tumačenje sraza nije iz načela neprekinutosti deducirano (mimo sjetilnog opažanja), nego je ono plod korekcije sjetilnog opažanja (prema načelu neprekinutosti). Temeljni je postupak u nastanku tog tumačenja korekcija (sjetilnog opažanja), a ne dedukcija (o sjetilnom opažanju neovisna). Načelo neprekinutosti nema ulogu kakve istine *a priori* iz koje bi Bošković, mimo bilo kakva sjetilnog opažanja, deducirao svoje tumačenje sraza, nego je ono načelo zbog kojeg i prema kojem Bošković korigira neposredno svjedočanstvo sjetilā i tim putem formulira svoje tumačenje sraza.
6. Boškovićovo tumačenje sraza ne samo da nam daje opis zbilje (tijela se prigodom sraza ne dodirnu) nego ujedno i objašnjenje pojave u kojoj se ta zbilja očituje drukčijom nego što jest (naša sjetila nisu kadra opaziti sasvim neznatne razmake među tijelima i zato nam se čini da se tijela prigodom sraza dodirnu). Predmet je Boškovićeva tumačenja sraza dakle zbilja, ali i fenomen. U tom smislu treba primijetiti da u tom tumačenju bivaju sačuvane i one pojedinosti neposrednoga svjedočanstva sjetilā koje podliježu korekciji – korekcijom one ne bivaju odbačene (kao puka fikcija, umišljaj), dakako ni potvrđene (kao zbilja sama), nego objašnjene (kao pojave te zbilje, fenomeni, u kojima nam se ona očituje, premda ne onakvom kakva jest).
7. Dapače, s metodološkog se aspekta upravo te pojedinosti pokazuju glavnim pokretačem Boškovićeva prirodoznanstvenog istraživanja. Dodir koji vidimo prigodom sraza daje tom fenomenu (sraza) karakter fenomena u užem značenju, karakter iznimke (od načela neprekinutosti), čime on plijeni posebnu Boškovićevu pozornost, rezultirajući na koncu ne samo novim (Boškovićevim) tumačenjem sraza nego i novom prirodnofilozofijskom teorijom u cjelini, Boškovićevom teorijom uzajamnih sila. Bez te iznimnosti – koju zahvaljuje upravo onoj pojedinosti koja biva korigirana, dodiru – fenomen sraza ne bi privukao posebnu Boškovićevu pozornost, te bi bio jednostavno svrstan među druge fenomene.⁹⁶ (Svojom oprekom

⁹⁶ Ulogu 'iznenađujućih fenomena' u nastanku Boškovićeve teorije uzajamnih sila ističe Heda Festini, vežući je s modernim retroduktivnim tumačenjima znanstvenog otkrića (usp. Festini, *Neke karakteristike Boškovićeve znanstvene metodologije*, str. 1491–1492).

spram već prihvaćenih načela, svojom iznimnošću fenomeni u užem značenju pokreću dakle prirodoznanstveno istraživanje i bivaju neposrednim povodom novih rješenja i tumačenja, novih znanstvenih teorija. Fenomeni u širem značenju, međutim, nemaju te osobitosti kojom bi bili kadri potaknuti na nova istraživanja i nove ideje. Oni su regularni i već objašnjeni postojećim teorijama. U tom se smislu, dakle, razlikovanje između fenomena u užem i fenomena u širem značenju pokazuje metodološki opravdanost.)

Izvori:

- ARRIGHI, Gino (ur.), *Ruggiero Giuseppe Boscovich: Lettere a Giovan Stefano Conti*, Accademia Toscana di Scienze e Lettere »La Colombaria«, Olshki, Firenca, 1980.
- BIWALD, Leopoldus SI, *Dissertatio, de studii physici natura eius perficiendi mediis, et cum scientiis reliquis nexu*, Graz, 1767.
- BOŠKOVIĆ, Ruder Josip, *De viribus vivis*, Rim, 1745. Prijevod na hrvatski: Josip Ruder Bošković, »O živim silama«, preveo te bilješke i rječnik sastavio Josip Talanga, u: Zenko, Franjo (ur.), *Starija hrvatska filozofija*, Hrestomatija filozofije, sv. 9, Školska knjiga, Zagreb, 1997, str. 427–484.
- BOŠKOVIĆ, Ruder Josip, *Dissertationis de lumine pars secunda*, Rim, 1748.
- BOŠKOVIĆ, Ruder Josip, *De continuitatis lege et ejus consecretariis pertinentibus ad prima materiae elementa eorumque vires*, Rim, 1754. Prijevod na srpski: Bošković, Ruder, *O zakonu kontinuiteta i njegovim posledicama u odnosu na osnovne elemente materije i njihove sile*, Matematički institut, Beograd, 1975, prevela Darinka Nevenić-Grabovac, prijevod stručno redigirao te predgovor i komentar napisao Ernest Stipanić. Kritičko izdanje latinskoga teksta i prijevod na hrvatski: Boscovich / Bošković, Rogerius Iosephus / Ruder Josip, *De continuitatis lege / O zakonu neprekinutosti*, kritičko izdanje latinskoga teksta priredio, na hrvatski preveo te uvod, komentar, dodatke i kazala sastavio Josip Talanga, Školska knjiga, Zagreb, 1996.
- BOŠKOVIĆ, Ruder Josip, *De lege virium in natura existentium dissertatio*, Rim, 1755.
- BOŠKOVIĆ, Ruder Josip, »De materiae divisibilitate et principiis corporum dissertatio«, u: *Memorie sopra la Fisica e Istoria naturali di diversi Valentuomini*, sv. IV, Lucca, 1757., str. 129–158.
- BOŠKOVIĆ, Ruder Josip, *Theoria philosophiae naturalis redacta ad unicam legem virium in natura existentium*, Mleci, 1763. Latinsko-hrvatsko izdanje: Bošković, Josip Ruder, *Teorija prirodne filozofije*, preveo Jakov Stipišić, stručnu redakciju prijevoda izvršio Žarko Dadić, priredio i pogovor napisao Vladimir Filipović, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, 1974.
- BOŠKOVIĆ, Ruder Josip, »De corporum collisionibus directi«, u: Stay, Benedikt, *Philosophiae recentioris [...] versibus traditae libri X*, sv. I, Rim, 1755, str. 409–423.
- BOŠKOVIĆ, Ruder Josip, »De viribus vivis«, u: Stay, Benedikt, *Philosophiae recentioris [...] versibus traditae libri X*, sv. I, Rim, 1755, str. 429–437.
- HORVÁTH, Joannes Bapt., *Institutiones logicae*, Budim, 1799.

RADICS, Antonius SI, *Introductio in philosophiam naturalem, theoriae P. Rogerii Boscovich e Societate Jesu accomodata, et in usum auditorum philosophiae conscripta*, Budim, sine anno.

STAY, Benedikt, *Philosophiae recentioris [...]/versibus traditae libri X [...]/cum adnotationibus, et supplementis P. Rogerii Josephi Boscovich [...]/tomus I*, Rim, 1755.

Literatura:

COSTABEL, Pierre, »Le rôle du continu dans la genèse de la pensée de R. Bošković en mécanique«, u: *Actes du symposium international R. J. Bošković 1961*, Conseil des académies RFPY, Académie serbe des sciences et des arts, Académie yougoslave des sciences et des arts, Académie slovène des sciences et des arts, Association des universités RFPY, Union des sociétés des mathématiciens, physiciens et astronomes RFPY, Association yougoslave pour la philosophie, Beograd, 1962, str. 107–114.

DADIĆ, Žarko, *Razvoj matematike*, Školska knjiga, Zagreb, 1975.

DADIĆ, Žarko, *Ruder Bošković*, Školska knjiga, Zagreb, 1987.

D'AGOSTINO, Salvo, »From Bošković's Supplements to the Poem of Benedikt Stay«, u: *Synthesis philosophica* 8, vol. 4, fasc. 2, Hrvatsko filozofsko društvo, Zagreb, 1989, str. 641–647. Prijevod na hrvatski: D'Agostino, Salvo, »Iz Boškovićevih dopuna spjevu Benedikta Staya«, u: *Filozofska istraživanja* 32–33, god. 9, sv. 5–6, Hrvatsko filozofsko društvo, Zagreb, 1989, str. 1605–1610.

DVOŘÁK, V., »Boškovićev rad na polju fizike«, u: *Rad JAZU*, knjiga LXXXVII, LXXXVIII, XC, JAZU, Zagreb, 1887/1888, str. 470–542.

FESTINI, Heda, »Neke karakteristike Boškovićeve znanstvene metodologije«, u: *Filozofska istraživanja* 32–33, god. 9, sv. 5–6, Hrvatsko filozofsko društvo, Zagreb, 1989, str. 1489–1493. Na engleskom jeziku: Festini, Heda, »Some Characteristics of Bošković's Scientific Methodology«, u: *Synthesis philosophica* 8, vol. 4, fasc. 2, Hrvatsko filozofsko društvo, Zagreb, 1989, str. 543–548.

HOMANN, Frederick A. SJ, »Boscovich's Philosophy of Mathematics«, u: *Synthesis philosophica* 8, vol. 4, fasc. 2, Hrvatsko filozofsko društvo, Zagreb, 1989, str. 557–571. Prijevod na hrvatski: Homann, Frederick A. SJ, »Boškovićeva filozofija matematike«, u: *Filozofska istraživanja* 32–33, god. 9, sv. 5–6, Hrvatsko filozofsko društvo, Zagreb, 1989, str. 1511–1524.

KUTLEŠA, Stipe, *Prirodnofilozofijski pojmovi Rudera Boškovića*, Hrvatsko filozofsko društvo, Zagreb, 1994.

MARKOVIĆ, Franjo pl., »Filosofijski rad Boškovića«, u: *Rad JAZU*, knjiga LXXXVII, LXXXVIII, XC, JAZU, Zagreb, 1887/1888., str. 543–716.

MARKOVIĆ, Željko, »Boscovich's Theoria«, u: *Roger Joseph Boscovich* (ur. Lancelot Law Whyte), London, 1961, str. 127–152.

MARKOVIĆ, Željko, *Rude Bošković*, sv. I i II, JAZU, Zagreb, 1968/1969.

MARTINOVIĆ, Ivica, *Problem neprekinutosti i beskonačnosti kod Rudera Boškovića*, magistarski rad (rpk.), Sveučilište u Zagrebu, Interuniverzitetski centar za post-diplomske studije, Dubrovnik, 1984.

- MARTINOVIĆ, Ivica, »Temeljna dedukcija Boškovićeve filozofije prirode«, u: *Filozofija znanosti Rudera Boškovića*, Filozofsko-teološki institut DI, Zagreb, 1987, str. 57–88. Prijevod na engleski: MARTINOVIĆ, Ivica, »The Fundamental Deductive Chain of Bošković's Natural Philosophy«, u: *The Philosophy of Science of Ruder Bošković*, Institute of Philosophy and Theology S.J., Zagreb, 1987, str. 65–99.
- STIPANIĆ, Ernest, »Continuité de la ligne chez Bošković et Dedekind«, u: *Actes du symposium international R. J. Bošković 1961*, Conseil des académies RFPY, Académie serbe des sciences et des arts, Académie yougoslave des sciences et des arts, Académie slovène des sciences et des arts, Association des universités RFPY, Union des sociétés des mathématiciens, physiciens et astronomes RFPY, Association yougoslave pour la philosophie, Beograd, 1962, str. 115–124.
- STIPANIĆ, Ernest, »Predgovor« i »Naučni i istorijski komentar«, u: Ruder Bošković, *O zakonu kontinuiteta i njegovim posledicama u odnosu na osnovne elemente materije i njihove sile*, Matematički institut, Beograd, 1975. str. 1–11 te 93–158.
- ŠKARICA, Dario, *Spoznaja i metoda u Rudera Boškovića*, Hrvatsko filozofsko društvo, Zagreb, 2000.
- TALANGA, Josip, »Uvod« i »Komentar«, u: Rogerius Iosephus Boscovich / Ruder Josip Bošković, *De continuitatis lege / O zakonu neprekinutosti*, Školska knjiga, Zagreb, 1996, str. 1–14 te 177–262.
- VARIČAK, Vladimir, *Matematički rad Boškovićev*, dio I, JAZU, Zagreb 1910, 1911, 1912.

BOŠKOVIĆEVA ANALIZA SRAZA – METODOLOŠKI ASPEKT

Sažetak

Predmet razmatranja: postupak kojim Bošković dolazi do svoga tumačenja sraza i uloga koju u tom postupku imaju sjetilno opažanje, sâm fenomen sraza i načelo neprekinutosti (kao načelo – prema Boškoviću – krajnje pouzdano, dapače sigurno i nepogrešivo).

Zaključci: prvo, u Boškovićevu tumačenju sraza sjetilno opažanje ne biva odbaceno, nego samo korigirano (u nekim svojim pojedinostima), ujedno (u tim istim pojedinostima) i objašnjeno; drugo, Boškovićevo se tumačenje sraza temelji na obilnom indukcijom potkrijepljenu i metafizički (*a priori*) dokazanu načelu neprekinutosti, što međutim ne znači da ono iz tog načela biva deducirano (mimo bilo kakva sjetilnog opažanja), nego nastaje korekcijom sjetilnog opažanja, pri čemu načelo neprekinutosti ima ulogu načela prema kojem to opažanje biva korigirano; treće, neposredan je povod te korekcije i tog tumačenja sâm fenomen sraza, i to kao fenomen u užem značenju, kao iznimka od načela neprekinutosti, koja plijeni posebnu pozornost i zahtijeva posebno objašnjenje, kako bi mogla biti uskladena s tim pouzdanim, dapače sigurnim načelom.

BOŠKOVIĆ'S ANALYSIS OF COLLISION – A METHODOLOGICAL ASPECT

Summary

The subject under discussion: The procedure Bošković uses to formulate his interpretation of collision and the role that sensory perception, the very phenomenon of collision, and the principle of continuity (as a principle – according to Bošković – utterly reliable, certain and infallible indeed) have in the procedure.

Conclusions: First, sensory perception is merely modified (in some of its details) and not rejected in Bošković's interpretation of collision, as well as explained (in these details); Second, Bošković's interpretation of collision is based on the induction-corroborated and metaphysically (*a priori*) demonstrated principle of continuity, which, however, does not mean that the interpretation is deduced from the principle (without any sensory perception); Instead, it emerges from a modification of sensory perception, in which process the principle of continuity has the role of the principle according to which the perception is modified; Third, the immediate cause for the modification and the interpretation is the very phenomenon of collision, as a phenomenon in a specific sense, i.e. as an exception to the principle of continuity requiring special attention and demanding specific explication so that it might be concerted with the certain and infallible principle indeed.