

ALGORITMAS NR. 0.1

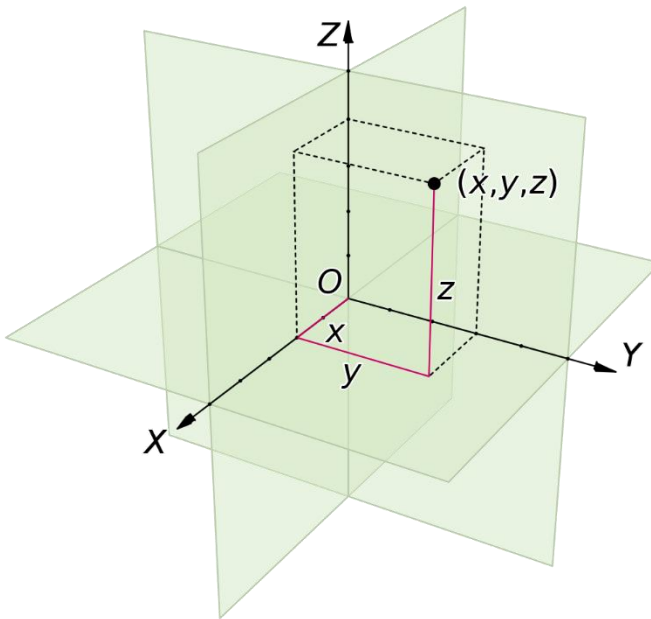
Šiame tekste aptarsiu pirmąjį doktorantūros kūrybinį projektą „Algoritmas nr. 0.1“. Darbas buvo pristatytas Archmedialės parodoje „Test 0.2: telktis“, galerijoje „Nulinis laipsnis“ 2020 m. sausio 9 d. Archmedialė yra antrus metus vykstantis projektas, sutelkiantis jaunos architektus bei kviečiantis nagrinėti architektūrą ir su architektūra susijusius reiškinius nekonvencionaliais būdais. Tikslas yra atskleisti idėjas šiuolaikinių medių pagalba. Šiuo tekstu siekiama uždokumentuoti tam tikrą proceso etapą ir mintis, apibrėžti kontekstą, kuriame vyko projekto „Algoritmas nr. 0.1“ kūrimas.

Matematinė erdvė

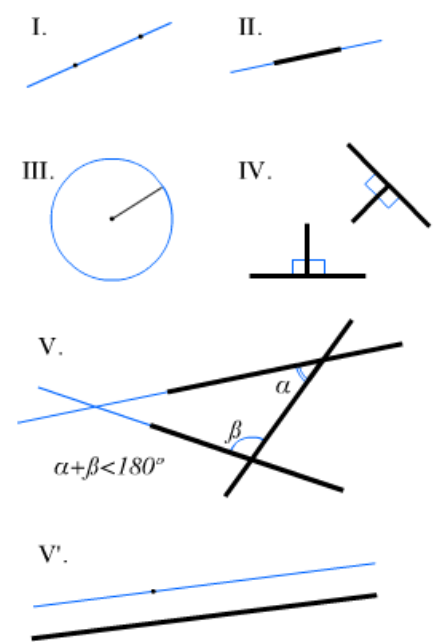
Apie architektūrinę erdvę ir jos sampratą galima kalbėti įvairiai ir skirtingais pjūviais. Žvelgiant plačiu masteliu galima nagrinėti erdvę sociologiniu, antropologiniu, istoriniu, politiniu, ekonominiu pjūviu – tiriant didelių sistemų struktūras. Greta to visada egzistuoja grynoji erdvė ir jos prasminis ir filosofinis laukas, kuris gali būti poetizuojamas ir romantizuojamas. Šiame tekste kalbama apie pirmąją erdvės sampratą – tą, su kuria susiduria dizaineris ar architektas ją formuodamas. Tai yra erdvė, kuri dar nėra įgavusi savo kūno – materijos, ji yra kažkur tarpinėje vietoje tarp architekto minčių, jų atsiradimo lape ir įkūnijimo. Šiame kontekste tampa svarbu ne tik architekto erdvės samprata, bet ir įrankiai, kuriais ji kuriama, kaip ji paverčiama materija ir kas atsitinka, kai su geometrine jos išraiška susiduria žmogus.

Čia kalbama apie geometrinės erdvės tapsmą, kuris priklauso nuo tam tikrų logikos dėsnų, skaičių, struktūros, kombinatorikos, koordinačių. Kitaip tariant, kalbama apie matematinę erdvę. Dirbtinė aplinka, kurią kuria architektai ir kurioje gyvename yra Euklidinė²⁹. Euklidinė geometrija – tai matematikos šaka, kuri pasiūlo vektorinį erdvės suvokimą, leidžiantį nagrinėti dvimačius objektus plokštumoje. Šią plokštuminę teoriją imtą taikyti ir trimatėje erdvėje. XVII a. R. Dekartas pasiūlo dvimatę koordinačių sistemą, kurią dabar atpažįstame ir kaip trimatę koordinačių sistemą (9 pav). Tokioje aplinkoje išsidėsto geometriniai kūnai ir erdvės, kurie privalo paklusti penkiems Euklido postulatams (10 pav.). Šioje vietoje atsiranda praktinis architekto darbo laukas – pagal matematinių taisyklių rinkinius geometrinės formos išdėstomos X, Y, Z ašyse.

²⁹ Mitrovič B., *Visually for Architects: Architectural Creativity and Modern Theories of Perception and Imagination*, Virginia: University of Virginia Press, 2013, p. 62.



9 pav. Trimatė koordinacių sistema



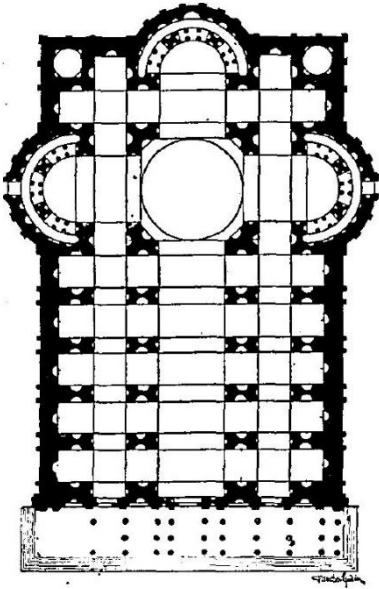
10 pav. Euklido postulatai

Matematinės erdvės kūrimo instrumentai

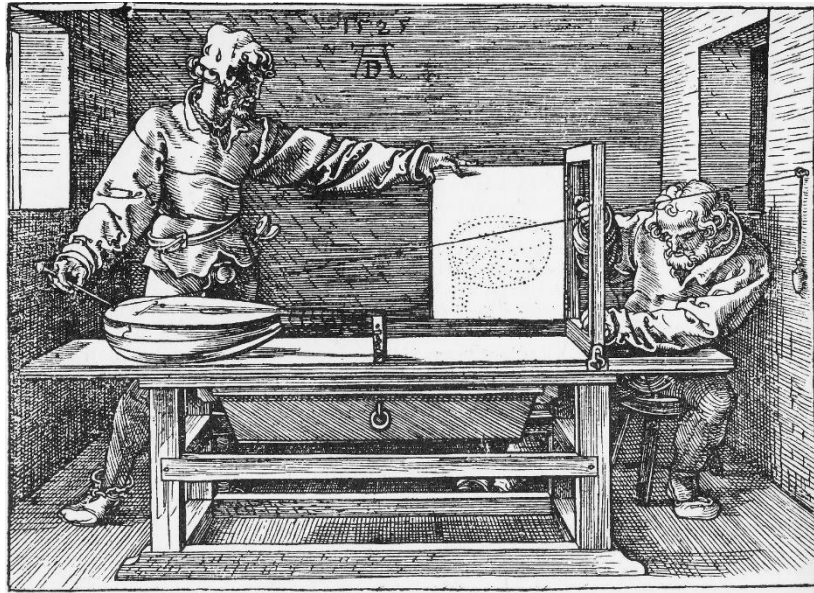
Architektūrinė-geometrinė erdvė vienareikšmiškai priklauso trimatei plotmei, tačiau įrankiai su kuriais fizinė aplinka formuojama dažniausiai veikia dvimatėje plokštumoje – brėžinyje. Šioje vietoje iškart kyla klausimas – kokie tai įrankiai? Ir kaip šių įrankių naudojimas leidžia įsteigti trimates erdves? Ar kūrybinė dvimatė plokštuma neapriboja erdvinių galimybių ir erdvės suvokimo galimybių? Kokie yra trimačiai erdvės kūrimo būdai?

Vienas svarbiausių įrankių erdvių formavime yra planas. Tai medija, veikianti dvimatėje plokštumoje ir leidžianti aprėpti kuriamos erdvės visumą, sukurti loginius ryšius, suformuoti patalpas. Planas reprezentuoja matematinius principus – atpažįstamos geometrinės formos ir jų sandūros, erdvių dydžiai bei pločiai, jų tarpusavio proporcijos. Renesanso bažnyčios plane randame tiksliai išskaičiuotą modulinę apskritimų, stačiakampių ir kvadratų sistemą (11 pav.). Šioms geometrinėms formoms priskiriamos semantinės reikšmės – simetrinis erdvės išdėstymas simbolizuoja žmogaus kūną – antropocentrinę pasaulėžiūrą. Tačiau kaip taikliai pastebi R. Evans‘as dvimatėje medijoje daug dalykų gali būti neteisingai įvertinti arba apskritai neįvertinti. Pavyzdžiui, plane neįmanoma išskaityti tokio erdvės parametro kaip aukštis, todėl negalime

nustatyti trimačio erdvės centro stebėtojo atžvilgiu³⁰. Todėl ir kai kurios simbolinės reikšmės kaip ir renesansinės bažnyčios atveju galioja tik popierinėje versijoje, bet ne žmogaus patyrimė. Taigi, nors planas yra vienas iš svarbiausių įrankių, kuris reprezentuoja erdvę ir formuoja žinojimą apie ją, tačiau dvimatis aplinkos formavimas yra ribotas – sąsają su realiu erdvės suvokimu yra vangiai bei sunkiai kontroliuojama.



11 pav. Šv. Petro bažnyčios planas



12 pav. A. Durer'io persektyvos mašinos graviūra

Renesanso metu ir tapytojai, ir architektai įvaldė kitą įrankį – perspektyvinį piešimą. A. Durer'is išrado įrenginį – perspektyvos mašiną, kuris leido išmokti ir itin tiksliai reprezentuoti trimatį vaizdinį lape³¹ (12 pav.). Graviūroje matoma kaip tiksliai matomą vaizdą išskaičiavus pagal tinklelę galima perkelti į dvimatę plokštumą, kurioje irgi yra analogiškas tinklelis. Kitaip tariant, perspektyva leido erdvės trimatę koordinacių sistemą pernešti į dvimatę ir atvirkščiai. Atrodytų, kad tai tapo jungiamąją grandimi siekiant vienodai reprezentuoti geometrinę erdvę lape ir ją vėliau matyti įgyvendinus. Tačiau šiuo atveju atsiranda apribojimas, kad perspektyvinį piešinį galima pateikti tik iš kelių žiūros kampų, o realus patyrimas vyksta iš daugybės vaizdinių epizodų. Matomas laukas yra pastoviai kintantis, todėl pilnai suplanuoti sąsają tarp geometrijos ir stebėtojo patyrimo yra sudėtinga. Be to, architektūros filosofas B. Mitrovič pastebi, kad čia įvyksta disonansas su penktuoju Euklido postulatu – dvi lygiagrečios atkarpos pratęstos niekad

³⁰ Evans R., *The Projective Cast: Architecture and Its Three Geometries*, Cambridge: The MIT press, 2000, p. 8-9.

³¹ *Ibid.*, p.128-129.

nesusikirs³². Jei perspektyviniame vaizde matomas lygiagrečias sienas pratęsti iki begalybės, tai jos vizualiai susikirs, nors planiniame vaizde išliks nepakitusios. Nors perspektyvinis piešinys gali būti papildantis įrankis, leidžiantis apjungti dvi skirtingas koordinačių sistemas, tačiau jis negali tarnauti kaip techninis įrankis, kuris leistų įsteigti erdvę.

Ties paminėtais erdvės projektavimo įrankiais nesustota ir toliau buvo ieškoma tinkamiausių įrankių, kurie leistų reprezentuoti ir formuoti geometrinę erdvę, kuo tiksliau ją įvertinti brėžinyje. XVII a. architekto instrumentarijų papildė stereotomija – būdas leidžiantis sudėtingus trimačius tūrius atvaizduoti dvimatėmis išklotinėmis (13 pav.)³³. Šis įrankis yra tinkamas tik tam tikrų detalių techniniam sukūrimui. Tačiau erdvės formavime šis instrumentas ir jo reprezentacinė forma santykio tarp kūrybinės medijos ir trimatės erdvės nesukuria³⁴. Galimai todėl šis įrankis nepaplito.

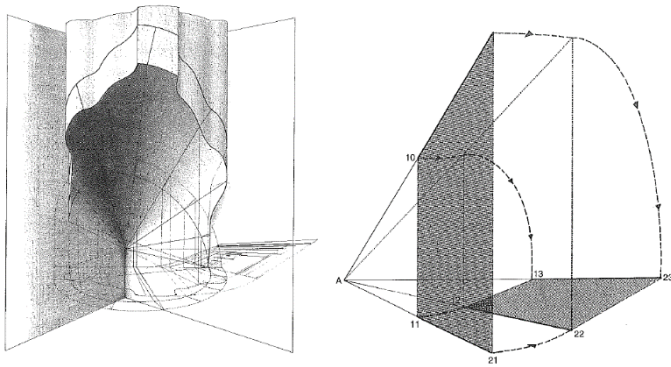
Naujausiais laikais pasiūlomi sudėtingi reprezentaciniai įrankiai, kurie praplečia ir pačios dekartinės erdvės sampratą. T. van Doesburg'as ir E. Lissitzky'is – vieni pirmųjų, kurie į erdvės formavimo įrankių rinkinį įtraukia aksonometrinių erdvės vaizdavimą. Tai yra projekcija, kuri atsiranda tarp perspektyvinio ir ortografinio vaizdavimo, kuriam nereikia paaukoti nei plano, nei pjūvių ar išklotinių³⁵. Jei iki šiol dvimačiai erdvės formavimo įrankiai nepilnai galėjo atvaizduoti visus geometrinės erdvės parametrus, tai aksonometrinis brėžinys gali atvaizduoti daugiau parametrų nei jų yra patiriama realioje erdvėje (14 pav.). Architektūros reprezentacijoje susikuria ketvirtoji dimensija. Erdvė vaizduojama hiperkubo principu – viename erdvės vaizdinyje gali atsirasti keletas kitų erdvių vienu metu. Aksonometriniame vaizdavime galima įžvelgti A. Einstein'o erdvėlaikio – reliatyvumo teorijos įtaką. Galima teigti, kad šioje vietoje įrankiai ir architektūros reprezentacija pranoko Euklidinės geometrinės erdvės sampratą.

³² Mitrovič B., *Visually for Architects: Architectural Creativity and Modern Theories of Perception and Imagination*, Virginia: University of Virginia Press, 2013, p. 37-50.

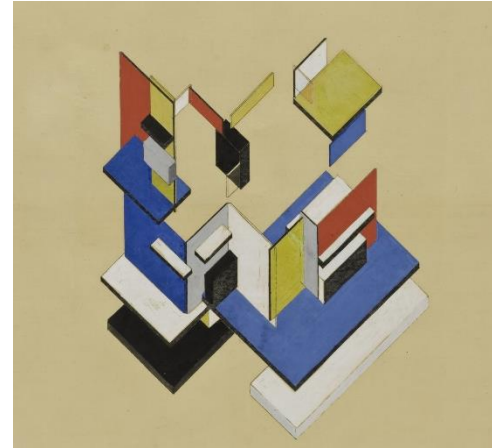
³³ Andrusko P. A., *Stereotomy: Stone Architecture and New Research* by Giuseppe Fallacara, in: *Nexus Network Journal: Architecture and Mathematics*, Turin: Kim Williams Books p. 501-504.

³⁴ Evans R., *The Projective Cast: Architecture and Its Three Geometries*, Cambridge: The MIT press, 2000, p. 239.

³⁵ *Ibid.*, p. 337.



13 pav. Stereotominis brėžinys



14 pav. T. van Doesburg'o aksonometrija

XX a. pab.- XXI a. pr. kompiuterinėms technologijoms žengus pirmyn, dvimatę erdvės kūrimo paradigmą ima keisti trimačio modeliavimo paradigma³⁶. Pasiūlomos naujos galimybės kurti erdvę virtualioje aplinkoje (pav.). Analoginė R. Dekarto X, Y, Z koordinacių sistema tampa kaip niekad svarbi, nes kompiuteris naudoja jos skaitmeninę versiją³⁷. Skaičiai tampa bendra kalba, kurią supranta ir architektas, ir kompiuteris. Nors CAD³⁸ sistemoje išlieka galimybė formuoti erdvę ir dvimatėje plokštumoje, tačiau programų atnaujinimai vis dažniau siūlo techninius brėžinius padaryti iš to paties trimačio modelio. Šis įrankis beveik pilnai sinchronizuoja realų ir virtualų erdvės koordinacių formatą. Skaitmeninis erdvės formavimas beveik pilnai panaikina spragą, kuri atsirasdavo tarp plokštumoje projektuojamos ir realios geometrinės erdvės. Tai reiškia, kad architektas gali itin tiksliai matematiškai reprezentuoti idėjas ir jas įgyvendinti.

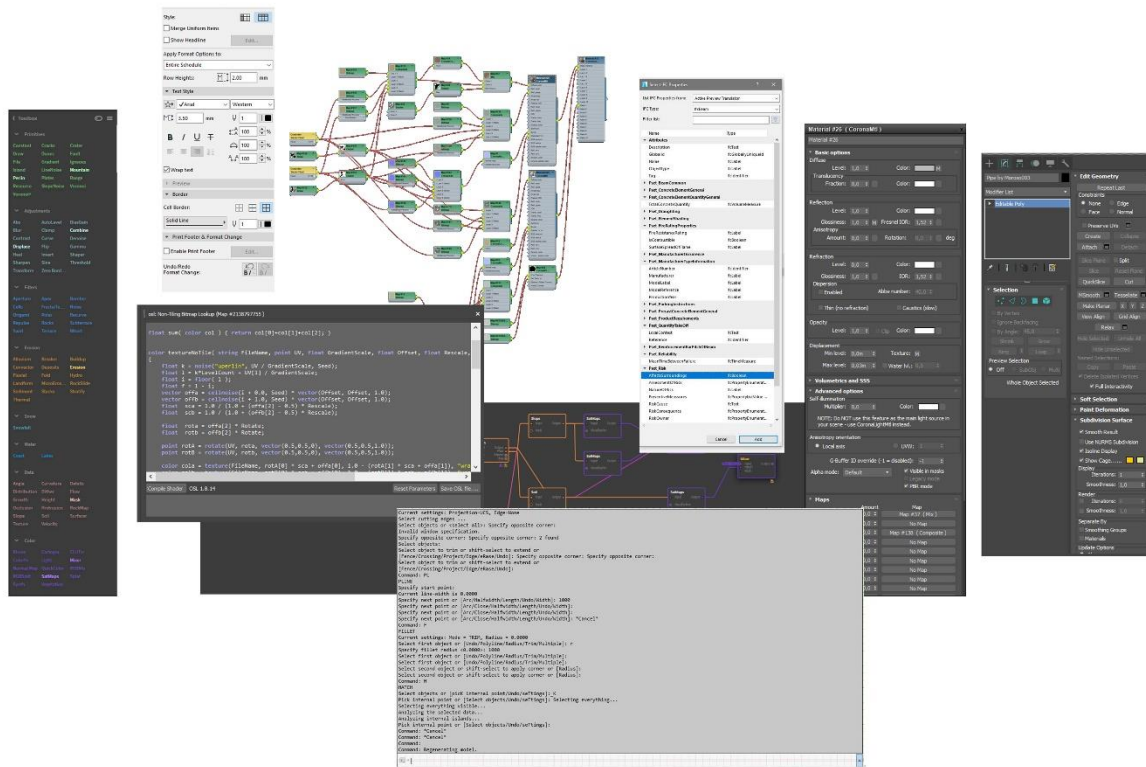
Šioje vietoje grįžtant prie geometrinės erdvės sampratos galima pastebėti, kad nuo kompiuterizacijos epochos pradžios į erdvės kūrimą matematikos mokslas įsitraukia vis labiau. Tai tampa bendra kalba, kuri jungia kompiuterius ir žmonės. Nors, viena vertus, daugelį dalykų paskaičiuoja kompiuteris, tačiau erdvės kūrėjas privalo išmokti mąstyti algoritmiškai ir žinoti, kaip tiksliai pateikti užduotį, kad ji būtų įvykdyta. Ilgainiui architekto kūrybinis laukas pradeda priminti programavimą ir kodų kūrimą (15 pav.). Geri kompiuterio valdymo įgūdžiai tampa architekto darbo sėkmės garantu. Čia neišvengiamai kyla klausimas – kokioje situacijoje atsiduria kūryba,

³⁶ The Cooper Union Arch Archive, *Drawing Codes: Experimental Protocols of Architectural Representation, Vol. II*, [interatyvus], 2019, [žiūrėta 2020-04-01], http://cooper.edu/architecture/exhibitions/drawing-codes-experimental-protocols-architectural?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com

³⁷ Reas Ch., *Form+Code in Design, Art, and Architecture*, New York: Princeton Architectural Press, 2010, p. 33.

³⁸ Akronimas terminui – kompiuteriu sukurtas dizainas (angl. *computer-aided design*).

kuri netelpa į jokiais matematinėmis formulėmis? Kokia jos vertė šiame kontekste? Nors klausimas yra svarbus, šiame tekste, jis lieka retoriniu ir bus atsakytas sekančiuose nagrinėjimuose.



15 pav. Skaitmeninio architekto darbatalio kompozicija

Matematinės erdvės patyrimas

Ištobulejus architekto įrankiams, atsiradus tvirtai sąsajai tarp erdvės reprezentacinės medijos bei realios erdvės, atrodytų, kad galima itin tiksliai suprogramuoti ir apskaičiuoti žmogaus erdvinę patirtį. Tačiau kyla klausimas ar metrinė-geometrinė erdvės sistema yra tapatu žmogaus percepcinei sistemai? Ar jas galima apjungti? Ir kokių būdu tai yra daroma? Ir ar tai veikia?

Erdvinis patyrimas ilgą laiką buvo neatsiejamas nuo matematinio jo suvokimo. Antikos ir vėlesniais laikotarpiais architektūra bei kiti menai siekia tobulo grožio ir tobulo estetinio patyrimo. Tai grindžiama Pitagoro šalininkų kildinamomis kosmologinėmis idėjomis, kurios yra neatsiejamos nuo matematinų dėsningumų³⁹. Tikslios, proporcingos, geometrinius dėsnius atitinkančios erdvinės struktūros sukuria harmoniją, kurią patiria ir žmogus. Siekiant kuo tiksliau

³⁹ Andrijauskas A., *Vakarų estetika ir meno filosofija*, Vilnius: Lietuvos kultūros tyrimų institutas, 2017, p. 18.

sukurti tobulą patirtį plačiai paplinta suabsoliutinto skaičiaus (*arithmos*) sąvoka⁴⁰. Tai yra universalus skaičius, leidžiantis apskaičiuoti ir sukurti harmoningas proporcijas. Vienas iš žinomiausių vadinamųjų dieviškųjų matų yra Fi skaičius arba kitaip – aukso pjūvis. Tas pačias idėjas galima atrasti ir modernioje kultūroje. Architektas Le Corbusier pasiūlė Modulioriaus idėją (angl. *The Modulor*). Universaliu matu tapo tam tikrų proporcijų žmogaus figūra, kuri yra atskaitos taškas architektūrinių proporcijų kūrimui ir jų patyrimui autoriaus kūryboje. Tačiau svarbu paminėti tai, kad ši idėja buvo sukritikuota dėl to, kad ji vis tik nebuvo universali. Modulioro kūno proporcijos buvo tik vyriškos, bet ir jos nepilnai atitiko tikruosius žmogaus dydžio standartus. Nors ilgainiui imtą atsisakinėti etaloninio mato, tačiau nepaneigiama tai, kad skirtingais laikais erdvinę patirtį buvo bandoma išskaičiuoti, paversti ją tam tikra išmatuojama sistema.

Nors universalių matų buvo atsisakyta dėl neuniversalaus jų veikimo, tačiau žmogaus erdvinės percepcijos suvokimas išliko matematiškas. XX a. psichologas ir geštaltizmo atstovas R. Arnheim'as teigia, kad „[vizualinio] suvokimo metu kiekvienas mąstantis žmogus išsiskiria potraukiu vienybei ir tvarkai“⁴¹. Kitaip tariant, geštaltistai plėtoja idėją, kad žmogus nesąmoningai visas figūras ir formas bando sujungti į vientisą darinį. Tai daroma remiantis šiais dėsniais: artumu, panašumu, užbaigtumu, simetrija, tęstinumu, figūra-forma. Remiantis šiais principais perceptualiai erdvinis vaizdinys sujungiamas į harmoningą visumą – matematinį vienetą. Šioje vietoje galima brėžti paralelę tarp geštalt dėsnių ir erdvinės kompozicijos principų. Pastarieji suteikia priemones, kurios leidžia sukurti harmoningą erdvinių elementų išdėstymą, jų tarpusavio ryšius, kuriuos žmogaus percepcija viską bando suvokti kaip vientisą struktūrą. Taigi loginis, dėsningas, matematinis požiūris į žmogaus percepcinį aparatą niekur nedingo. Toks požiūris yra legitimus šiuolaikinėje edukacinėje sistemoje, erdvinės kompozicijos paisymas yra iki šiol kasdienis architekto darbas.

Svarbu atkreipti dėmesį į tai, kad metrinė erdvės organizacija yra žmogaus patiriama ir vertinama optiškai. Anksčiau tekste minėta situacija, kad žmogus matydamas perspektyvinį vaizdą iš tikrųjų mato iliuziją – lygiagrečios linijos susikerta horizonte, nors objektyviai yra žinoma, kad jos nesusikerta. Taigi, čia R. Evans'as pastebi, kad nors geometrinė erdvė yra euklidiška, tačiau žmogus perceptualiai ją suvokia ne euklidiškai – matome iliuzinę, o ne objektyvią tikrovę⁴². R.

⁴⁰ *Ibid.*

⁴¹ Arnheim R., *Искусство и визуальное восприятие*, Москва: Прогресс, 1974, p. 21.

⁴² Evans R., *The Projective Cast: Architecture and Its Three Geometries*, Cambridge: MIT press, 2000, p. 352.

Evans‘as pasiūlo schemą, kuri leidžia suprasti sudėtingus geometrinės erdvės ir žmogaus percepcijos santykius. Nėgana to jis atkreipia dėmesį, kad vizualiai suvokiama erdvė nėra tik iškraipytas perspektyvinis matymas. Optinę patirtį paveikia ir kiti veiksniai – atspindžiai, refrakcija, ryškumas, tamsumas, spalva, minkštumas, atmosferinis tankumas – tai irgi iškreipia tikrovę⁴³. Percepcija taip pat yra priklausoma nuo subjektyvios asmeninio suvokimo bazės – patirties, žinių, atminties, vaizduotės ir t.t.⁴⁴. Taigi, žmogaus percepcinis ryšys su geometrine-matematine erdve tampa kompleksiškas ir itin sudėtingas. Galbūt tai net negali būti suvesta į jokią vienijančią sistemą.

Nors tarp geometrinės erdvės ir to kaip ji patiriama yra didelis plyšys, tačiau galima teigti, kad naudojant šiuolaikinius CAD įrankius jis mažėja. Virtuali kūrybinė aplinka reprezentuoja grynąją erdvę – matematiškai tikslią, nepaveiktą jokių veiksnių. Bet galimybės yra ne tik tokios. Virtualybė leidžia itin preciziškai apskaičiuoti ir susimuliuoti visus R. Evans‘o paminėtus veiksnius: atspindžius, atmosferinį tankumą, refrakciją ir kt. bei dar daugiau. Galima tiksliai nustatyti žiūros taškus, kampus, gylį, įvertinti saulės trajektoriją, metų laiką ir t.t. Kitaip tariant, virtuali geometrinė reprezentacija praktiškai pilnai gali atitikti realybę. Tačiau visi architektūros įrankiai, tiek analoginiai, tiek skaitmeniniai, siūlo sustabdytos akimirkos vaizdinius: planas, piešinys, vizualizacija, aksonometrija. Realus patyrimas vyksta tam tikroje laiko atkarpoje ir dinaminiam judesyje – erdvėje stebimi paralaksiniai poslinkiai⁴⁵, kurių net ir CAD sistemoje negalima įvertinti. Jei atsirastų architektūriniai įrankiai, leidžiantys įvertinti erdvę bei patirtį laiko dimensijoje ir judesyje, galbūt tuomet plyšys tarp geometrinės erdvės, jos reprezentacijos ir patyrimo sumažėtų arba visai išnyktų.

Apibendrinimas

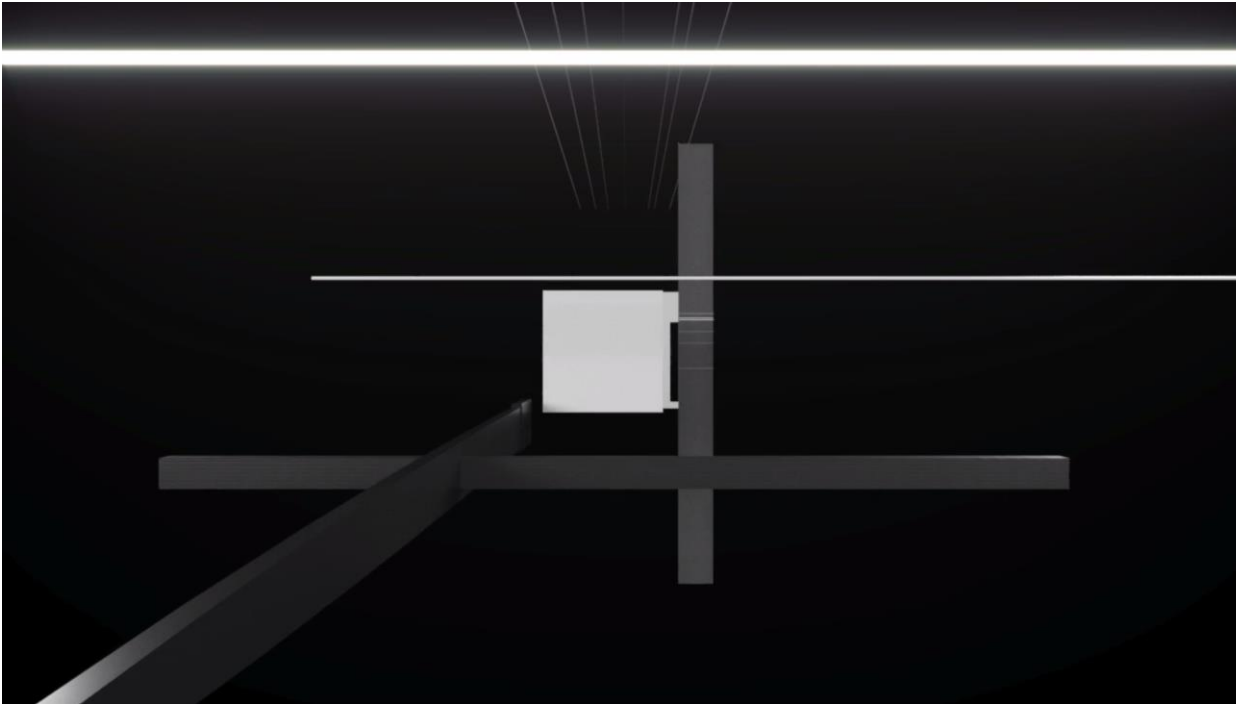
Šiame tekste nagrinėti trys dėmenys – matematinė erdvė, sistema, su kuria ji yra formuojama bei percepcinė sistema, kuri siekia suprasti ir patirti matematinę erdvę. Pastebėta, kad įrankiai, kuriais erdvės yra formuojamos, kuo toliau, tuo labiau įgauna savybes, leidžiančias panaudoti daugiau matematinių funkcijų ir itin preciziškai įgyvendinti architekto sumanymus. Kita

⁴³ *Ibid.*, p. 353.

⁴⁴ Mitrovič B., *Visually for Architects: Architectural Creativity and Modern Theories of Perception and Imagination*, Virginia: University of Virginia Press, 2013, p.75-87.

⁴⁵ Terminas paralaksinis poslinkis priklauso astrofizikų žodynui. Šis terminas įvardiją reiškini, kai vyksta stebėtojo vietos keitimas, kurio metu stebimas kūno padėties pokytis kito kūno atžvilgiu.

kriterijus pagal F_i , tuomet ir architektūros patyrimas priartėja prie etalono, suvokiama, kad tai kas yra matoma – šedevras, juo žavimasi. Tačiau svarbu pastebėti, kad F_i matrica dažniausiai pritaikoma dvimačiams vaizdiniais, pavyzdžiui, paveikslams, nuotraukoms, o architektūroje pastatų fasadams. Kyla klausimas ar ši taisyklė gali būti pritaikyta trimatėje erdvėje, kuri turi ne tik X ir Y ašis, bet ir Z? Šiam tikslui F_i matrica papildoma Z ašiai svarbiomis taisyklėmis. Taisyklės tampa JavaScript primenančiu algoritmu. Tai tarsi instrukcija, kuri leidžia nagrinėti ir transformuoti erdvinę patirtį.



17 pav. Kadras iš animacijos. Filmuką peržiūrėti galima čia: <https://vimeo.com/389104580>

Naujuoju F_i algoritmu analizuojamas stebėtojo erdvinis patyrimas ir manipuluojama erdvės geometrinėmis-architektūrinėmis savybėmis. Remiantis algoritmu erdvė nufotografuojama iš atitinkamo atstumo, pasirenkamas percepcinis jos centras, atrandami pagrindiniai erdvės taškai ir geometriniai vienetai. Visi šie žingsniai matomi greta esančioje fomanipuliacijoje. Nuotraukoje atsiranda vektorinė koordinačių sistema. Ji leidžia suprasti transformaciją, o veiksmų eilę galima sekti greta esančiame tekste. Šiuo kūriniu siekiama leisti žiūrovui pačiam naviguoti tekste, vaizde, tarp teksto ir vaizdo, tarp vaizdo ir realios erdvės, tarp erdvės ir realaus patyrimo. Ilgainiui kūrinys išeina iš savo ribų ir persikelia į realią žiūrovo erdvinę patirtį bei galimai pradeda pačią ją transformuoti.