

FANTAASIA KVANTFÜÜSIKA TEEMALE

SAALE KAREDA

Ilmsete põhjapanevate meeleaistingute taga, mida peegeldab teadvus, ei eksisteeri materiaalsel maailmal.

George Berkeley, Treatise Concerning the Principles of Human Knowledge

Introductio

Elame ajastul, kus teadus on omandanud umbes selle tähenduse ja kandepinna lääne inimese jaoks, mis varem kuulus religioonile. Sealjuures pole aga pime positivistliku teaduse kummardamine vähem naeruväärne varasemast järgalt dogmaatilisest maailmatõlgendusest. Objektive teaduse empiirilise aluse ei ole teatavasti midagi „absoluutset“ ja üldeldse saab eksisteerida ainult ligilähedane teadmine. Ükski tõde pole lõplik. Iga tõe taga seisab järgmine, mis on vastuolus sellega, millega me mõnda aega võib-olla rahul olime. On ükskõik, kui palju me vaatleme, sest *vaadeldav* ei ole reaalne. Vastuolu on meie ainus lohus, kuna avab tee uutele aspektidele ning dünaamiline ja kreatiivne protsess ainus tee talumaks vastuoksusi ilma orientatsiooni kaotamata.

XX sajandi murrangulisimad teooriad reaalteadustes – relatiivsusteooria, kvantfüüsika, kaoseteooria jt – juhtisid ratsionalistliku lääne inimese uuesti maailma paradoksaalsuse tunnetamist ning ürgvanade tõdede lätetele, millest oldi teadlikud juba aastatuhandeid tagasi. Ehkki kvantfüüsika ning erirelatiivsusteooria sünnist on möödunud sajand, pole nende radikaalsete avastuste

raputav sõnum kummalisel kombel seni veel inimkonna tavamentaliteeti mõjutada jõudnud.

Relatiivsusteooriat järgides puudub kahe tavamõtlemise seisukohalt samal ajal toimuva sündmuse puhul samaaegsus (nagu ka mitte-samaaegsus) ja sellest lähtuvalt absoluutne mõõdupuu ruumi jaoks, niisiis samaväärsuse mõiste kahe lõigu määratlemisel ning ka paralleelsuse mõiste kui niisugune, seega – paralleelsed sirged lõikuvad. Järelikult tuleb igasugustesse paralleelsetesse nähtustesse suhtuda teatava reservatsiooniga. Ent ometi on analoogiad ning metafooriteooriad teaduses edasiviiv ning uusi ideid genereeriv jõud – „sest niihästi kogu kunstiline kui ka igasugune loomulik mõtlemine (seega peaaegu kogu mõtlemine) on loogikaülene, seega sümboolne. Täielikult sümbolivaba mõtlemine pole tõenäoliselt isegi mitte teaduses võimalik: ta eksib, kui ta seda endale ette kujutab,“ kirjutab Egon Friedell.¹ Aristotellikule loogikale lüüakse hinge kella juba Hegeli ajal, keda tema valesti mõistetud „panlogismi“ tõttu ekstreemseks ratsionalistikks peetakse, kes nägi „tõde“ tegelikult aga teesi ja antiteesi ühendamises, seega irratsionaalses. Tema hindamatu teene oli sünteesiva mõtlemise taas elluäratamine, kui ta väitis, et vasturääkivused tuleb mõelda „üheks“, sest just nimelt selles seisneb mõtlemise ülesanne, ja et kahe teineteist välistava vastandliku liikme vahel on olemas kolmas, ning et eksis-



„Kõik vormid ja proportsioonid on nähtamatute vaimsete jõuvahekordade väljendus.“ (F. J. Molitor)

William Blake. „The Ancient of Days“. Koloreeritud söövitus, 1794.

teerib ainult see kolmas, kuna „A“ ja „mitte-A“ üksinda on mõlemad valed. „Absurdi aktsepteerimine ei ole sugugi, nagu pealiskaudselt arvatakse, mõtle-

misest loobumine, vaid lihtsalt üks teistsugune mõtlemise vorm. Tal on juba üksnes seetõttu palju rikkalikumad arenguvõimalused, kuna loogiline mõistus

on ainult üks võimalus, loogikatilene aga kujutab endast vikerkaart, mille värvikirkus suudab peegeldada kõiki hingeforme.”²

Kvantteooria paradoksid³ ning paral-leelid muusikaga

Kuna kõik teaduslikud mõisted ja teooriad on ainult ligilähedaselt kehtivad, asendatakse süsteemmõtlemises teadusehitise metafoor võrgustikuga. Kui me tunnetame reaalsust kui seoste võrgustikku, siis moodustavad ka meie kirjeldused reaalsusest mõistete ja mudelite võrgustiku, millel puudub vundament.

XX sajandi loodusteaduste šokk seisnes selles, et süsteeme ei ole võimalik mõista analüüsi kaudu – analüüsi kui meetodi kaudu, mis tegeleb osadeks lah-tivõtmise ja väikseima algosakeseni jõudmisega. Osakeste omadused ei ole iseseisva väärtusega, vaid omandavad tähenduse üksnes suurema terviku kontekstis. Sellega seonduvalt ei kontsent-reeru süsteemmõtlemine mitte algosa-kestele, vaid terviku põhiprintsiipidele ja süsteemi toimimise kirjeldamisele.

Äratundmine, et süsteemid on integ-reeritud tervikud, mille mõistmiseks ei piisa analüüsist, põhjustas eriti suure šoki füüsikas. Alates Newtonist uskusid füüsikud, et kõik füüsikalised fenome-nid on taandatavad tahkete materia-osakeste omadustele. XX sajandi kahe-kümnendail aastail sundis kvantfüüsika neid aga aktsepteerima tõsiasja, et sub-atomaarsel tasandil lahustuvad klassi-kalise füüsika tahked materiaosakesed lainetaolisteks tõenäosusmuustriteks. Sealjuures ei kujuta need muustrid endast mitte tõenäosusi osakeste vahel, vaid tõe-näosusi vastastikuste seoste vahel.

Ka muusikateost ei ole võimalik „mõista” üksnes analüüsi abil, mis tugi-neb noteeritud tekstile, kuna meil on muusikagi puhul tegemist „tõenäosus-tega vastastikuste seoste” vahel. Muusi-

kapala fikseeritud noodipilt kujutab en-dast üksnes eeldust vastastikustele ener-geetilistele suhteseostele, mille kaudu muusika elama ja kõnelema hakkab. Harjumuspärased muusikaanalüütili-sed meetodid lähtuvad noodipildist ning tegelevad seetõttu üksnes muusika eeldustega. Mis toimub aga muusikas tegelikult nende vastastikuste energee-tiliste suhteseoste kaudu? Tulen selle küsimuse juurde hiljem tagasi.

Subatomaarsel tasandil ei eksisteeri loodus isoleeritud algosakestena, vaid ilmneb pigem erinevate osakeste korre-latsioonide kompleksse võrgustikuna ühtses tervikus. Kvantfüüsika formaal-ses keeles väljendatakse neid suhteseo-seid tõenäosuste vormis ning need tõe-näosused sõltuvad kogu süsteemi dü-naamikast.

Normaaljuhul on nn kunstmuusika teose aluseks fikseeritud noodipilt (siin-ses teemakäsitluses jäetakse teadlikult puudutamata XX sajandi muusika need juhtumid, kus fikseeritud noodipilt puudub). Seal võime me teoreetiliselt küll isoleeritud algosakesi leida, aga on äärmiselt küsitav, kas on sel ka mõtet, neid kui isoleeritud ehituskivikesi vaa-delda ning analüüsida. See, mis teeb hulgast nootidest muusika, on tõenäoli-sed seosed, täpsemalt öeldes, vastasti-kused energeetilised suhteseosed. Muu-sikateose mõtestamise ja „elluäratami-se” probleem seisneb niisiis selles, kui-das läheneda neile suhteseoste tõenäo-susmuustritele. On ilmselge, et nii nagu kvantfüüsikas, sõltuvad ka muusikas need tõenäosusmuustrid kogu süsteemi – teose – dünaamikast.

Lihtsustatult väljendudes ei ole alg-osake kvantmehaanikas sõltumatult eksisteeriv analüüsitav üksus. Ta võib olla samaaegselt osakene ja laine. Osa-kese pilt ning laine pilt on ühe ja sama reaalsuse kaks komplementaarset kir-jeldust.

Laine-osakese dualismi koha pealt lähevad arvamused aga lahku. Aatomi-füüsikas ei saa me kunagi rääkida loodusest, ilma et me ei räägiks samal ajal iseendast. Kui me tungime mateeriasse, siis ilmneb mateeria suhteseoste komplitseeritud kangana terviku erinevate osade vahel. Need suhteseosed eeldavad aga alati ka vaatlejat, inimlik vaatleja moodustab alati vaatlusprotsessi sündmusketi viimase lüli.

Niels Bohr kirjeldab laine- ja osakeseaspekti kvantobjekti käitumises kui komplementaarset omadusi, nii nagu on mündi puhul komplementaarsed kull ja kiri. „Kui asetate mündi lauale, siis on sel kas kull või kiri ülalpool, mitte kunagi mõlemad üheaegselt. Kopenhaageni tõlgenduse⁴ järgi ei ole elektron ei laine ega ka osake, vaid midagi sellest erinevat, mis pole meie igapäevakeeles väljendatav. Vastavalt sellele, milliseid vaatlusi me teostame – millist külge me kvantmündist paljastame –, näitab ta meile oma laine- või osakesepalet. Võib-olla on elektronil aga veel täiesti erinevaid omadusi; et me aga pole piisavalt taibukad neid mõõtma, ei tea me nende kohta midagi.”⁵

Laine- ja osakese-dualism on seotud Werner Heisenbergi kuulsal ebatäpsusseoste ehk määramatuse seoste ehk täpsuspäärangutega (*Unschärferelation*). Oma lihtsaimal kujul ütlevad need reeglid häirituse määramiseks, et kvantobjekti asukoht ning liikumisimpulss pole samaaegselt mõõdetavad. Kvantobjektile puudub täpne impulss ning täpne asukoht. Teatud piirides „ei tea“ elektron isegi, kus ta asub või kuhu on ta teel. Kui elektron täpselt „teab“, kus ta asub, siis ta ei tea, kuhu ta liigub, ning kui ta täpselt teab, kuhu ta liigub, pole tal aimugi, kus ta asub.

Louis de Broglie pilootlainete suund aga väidab, et eksisteerivad *niihästi* osakesed *kui ka* lained ja et „materiaalseid osakesi suunavad immateriaalsed lai-

ned, mille amplituude määravad tõenäosuslikud tendentsid – propensiteetid⁶. See tähendab, et nii nagu Kepleri puhul, valitseb maailma resonants – niisiis harmoonia ja dissonants.”⁷

Subatomaarsed osakesed on niisiis dünaamilised fenomenid, millel on ruumiaspekt ning aegruumi aspekt. Ruumiaspekti kaudu ilmnevad nad objektidena, aegruumi aspekti kaudu protsessidena. Nii vaadeldes on kõigil, mis meie dimensioonis eksisteerib, ruumi- ja aegruumi aspekt. Mõttekäiku edasi arendades: subatomaarsete osakeste ruumiaspekti kaudu tekivad struktuurid ning aegruumi aspekti kaudu protsessid. Kui laiendan seda mõtet muusikale, siis kehastab muusikateose fikseeritud noodipilt struktuuri, niisiis ruumiaspekti, ning noodipildi realiseerimine ehk teose ettekanne aegruumi aspekti ehk protsessi.

Kui kannan erinevad kvantfüüsika tõlgendused üle muusikale, saan järgmised võimalused:

Kopenhaageni koolkonna loogika järgi: muusikateos pole ei struktuur ega protsess, vaid midagi sellest erinevat – midagi, mida me pole veel võimelised formuleerima;

Heisenbergi ebatäpsusseoste järgi: me ei saa muusikateose struktuuri ja protsessi tema täielikkuses kunagi üheaegselt tajuda/vaadelda;

de Broglie ja Popperi järgi: nii osakesed kui ka lained eksisteerivad samaaegselt – niisiis on meil samaaegselt tegemist niihästi struktuuri kui ka protsessiga; muusika algosakesi juhivad immateriaalsed lained – struktuuri suunatakse immateriaalsete protsesside poolt.

Seega on igal juhul ilmne, et muusikas struktuur ja protsess korreleeruvad. Milline eeltoodud tõlgendustest sobib kõige paremini muusika olemuse edasiandmiseks, sõltub vaatleja positsioonist.

Energia kui ajatuse aspekt

Ruumi- ja aegruumi aspekti kõrval eksisteerib aga veel üks aspekt, mis eelnevasse mõttekäiku ei olnud haaratud – ajatuse aspekt. Mina tunnetan seda aspekti kui ajatut, kõike läbistavat immanentset energiat.

Siin on selle energia all mõeldud sama, mille kohta kirjutab Franz Joseph Molitor: „Kõik vormid ja proportsioonid on nähtamatute vaimsete jõuvahekordade väljendus.”⁸ Minu hüpoteesi järgi suunatakse struktuure (ruumiaspekti) ning protsesse (aegruumi aspekti) ajatuse aspekti ehk energia ehk nähtamatute vaimsete jõuvahekordade poolt – niihästi universaalselt mõelduna kui ka muusikas. See on minu arvates seesama reaalsus, mida otsis ka Kepler nähtumuste taga ning mis oli inspireeritud pütagoorlastest ning tema enda musikaalsusest. Ta uskus, et maailma juhivad ja hoiavad koos harmoonia ja resonants, samuti nagu ka dissonantsid ja nende lahendus.

Nagu aatomiteooria, mis sai alguse Antiik-Kreekas metafüüsika osana ning saavutas alles XIX ja XX sajandil teaduse staatuse, samamoodi leidsid Kepleri ideed tema kuulsast 1619. aastal ilmunud viieköitelisest „Maailma harmooniast” (*Harmonices mundi libri V*) teadusliku põhjenduse alles Louis de Broglie ja Erwin Schrödingeri töödega. „Schrödingeri lainemehaanika on katse kanda üleminekut geomeetriliselt kiireoptikalt laineoptikale üle mateeriateooriale, elementaarosakeste teooriale. Ning laineoptika omakorda orienteerub muusikateooria – akustiliste vibratsioonide ja lainete, resonantsi ja dissonantsi – järgi. Selles teoorias mängivad Kepler ja tema harmooniaõpetus, niisiis viimaks ka Pythagoras, otsustavat rolli.”⁹

Kõigi Schrödingeri eelkäijate seas on Kepler ainus, kes nägi ette, et maailma hoiab koos harmoonia – resonants. „Et

resonants hoiab koos aatomeid, molekule ning DNA hiigelmolekule – seda võib vaadelda kui Schrödingeri lainemehaanika olulisimaid resultaate.

Nii nagu juba Einstein, de Broglie ja tema õpilased oletasid, näib eksisteerivat tõepoolest midagi sellist, mida võib kirjeldada kui tühje, mateeriavabu de Broglie laineid. Seda näivad kinnitavat suure Viini eksperimentaalfüüsiku Helmut Rauchi tulemused, vähemalt neutronlainete kohta, mis on selle probleemi seisukohalt tähtsaimad. Siin leiab kinnitust see, mida me ju alates Newtoni jõududest ning Faraday ja Maxwelli väljadest teame: et eksisteerib füüsikaliselt toimivaid, kuid samas mittemateriaalseid, niisiis mateeriavabu füüsikalisi struktuure; struktuure, mis on mateeriaga tihedas vastastikususes seoses.”¹⁰

Conclusio

Kvantfüüsika kinnitab, et põhimõtteliselt ei ole olemas midagi niisugust nagu „tahke mateeria”. Aatomi mass on ainult näiv suurus, mateeriat ei eksisteeri. Iga väikseim subatomaarne osake laseb end veel väiksemateks osadeks lammutada, nii et mateeria väikseim „ehituskivike” on tegelikult energia. Energia jäävuse seaduse järgi on energia eksistentsi osa, mis kunagi kaduma ei lähe. Energia võib küll oma olekut muuta, ei lähe aga kunagi päriselt kaduma. Lõppude lõpuks on kõik energia, kusjuures mateeria on ainult see osa energiast, mis kristalliseerub teatud ajaks keemiliste elementide perioodisüsteemi stabiilseteks või ebastabiilseteks elementideks. Kui energia saab kristalliseeruda materiaalseks struktuurideks, siis on mittemateriaalsed struktuurid, nagu näiteks muusika, niisamuti energia kristallisatsioonid.

Muusika uurimisel ja tõlgendamisel puutume kokku probleemiga, et noteeritud muusika ei suuda kunagi edasi anda ühe teose kogu energeetilist potent-

siaali. Tähtsaimad energeetilised maatriksid asuvad „nootide vahel“, nad on needsamad „tõenäosumustrid vastastikutuste seoste vahel“, mille kaudu muusikateos „ellu äratatakse“ ja mida ei saa täielikult väljendada ühegi olemasoleva märgisüsteemiga. Ühest küljest on siin tegemist dünaamiliste protsessidega (aegruumi aspekt), teisest küljest „nähtamatute vaimsete jõuvahekordadega“ – energiaga (ajatuse aspekt) –, mis protsessi suunab. Siinkohal seisame silmitsi iga geniaalse kunstiteose auraga¹¹, mille ees peab omama suurimat respekti, sest selle kaudu ilmutab end ajatuse aspekt.

Kas valib teadus kunagi uurimiseks ka kunstiteose aura? Püüdmaks leida mooduseid, kuidas läheneda energeetilistele maatriksitele, mis teevad ühe kunstiteose kordumatuks ja järeleaimamatuks? Nii mõnelegi võib juba paljalt see küsimuseasetus tunduda pühadusteotusena. Aga mis oleks, kui ka kunstiteadus sooritaks kvantühuppe?

Kommentaariid:

¹ Egon Friedell. Kulturgeschichte der Neuzeit. Die Krisis der europäischen Seele von der schwarzen Pest bis zum ersten Weltkrieg. München, Beck, 1969, lk 1503.

² Sealsamas, lk 1504.

³ Lisaks hiljem viidetes toodud allikaile on kasutatud järgmisi käsitlusi kvantteooria kohta:

Niels Bohr. Atomphysik und menschliche Erkenntnis. Aufsätze und Vorträge aus den Jahren 1930 bis 1961. Braunschweig/Wiesbaden, Friedr. Vieweg & Sohn, 1985;

Fritjof Capra. Das Tao der Physik. Die Konvergenz von westlicher Wissenschaft und östlicher Philosophie. München, Knauer, 1997;

Werner Heisenberg. Physik und Philosophie, Stuttgart, S. Hirzel Verlag, 2000;

Tony Hey ja Patrick Walters. Das Quantenuniversum. Die Welt der Wellen und Teilchen. Heidelberg, Spektrum, 1998;

Robert H. March. Füüsika võlu. Tartu, Ilma-

maa, 2000;

Brigitte Röthlein. Die Quantenrevolution. Neue Nachrichten aus der Teilchenphysik. München, Deutscher Taschenbuch, 2004;

Erwin Schrödinger. Was ist Leben? Die lebende Zelle mit den Augen des Physikers betrachtet. Zürich, Piper, 1999.

Anton Zeilinger. Einsteins Schleier. Die neue Welt der Quantenphysik. München, Goldmann, 2005.

⁴ Mõeldud on Niels Bohri koolkonda.

⁵ John Gribbin. Schrödingers Kätzchen und die Suche nach der Wirklichkeit. Frankfurt, S. Fischer, 1996, lk 35.

⁶ Inglise *kpropensities* – kalduvused, Karl Popperi termin.

⁷ Karl R. Popper. Alles Leben ist Problemlösen. Über Erkenntnis, Geschichte und Politik. München, Piper, JubiläumsEdition, 2004, lk 148.

⁸ [Molitor]: Philosophie der Geschichte oder über die Tradition. Münster, 1834, I kd, lk 124. Tsiteeritud raamatust: Hans Kayser. Der hörende Mensch. Elemente eines akustischen Weltbildes. Stuttgart, Engel & Co., 1993, lk 22, 23.

⁹ Popper, *op. cit.*, lk 147.

¹⁰ Sealsamas.

¹¹ Kunstiteose aura kui mõiste on kunstiteaduses legitimeerinud Walter Benjamin. Vt: W. Benjamin. Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischer Reproduzierbarkeit. Drei Studien zur Kunstsoziologie (esmatrükk 1963).