

# Informaation olemus

Arto Annila

*Vuosikymmen sitten Helsingin yliopiston Matemaattisluonnontieteellisen tiedekunnan laitosten kirjastoista muodostettiin Kumpulan kampuskirjasto. Informaation kasvua ja merkitystä sekä kirjastojen tehtävien ja toimintojen muutoksia tarkasteltiin Kumpulan kampuskirjaston 10-vuotisjuhlissa 27.5.2011 pidetyissä esitelmissä. Informaation perusolemusta valotettiin myös luonnon peruslainalaisuuksista käsin.*

**E**lämme informaatioyhteiskunnassa. Näin kai kuuluu nykyään juhlapuheessa todeta, mutta mitä informaatio oikein on, kun toisinaan se suorastaan vaikuttaa elämisen edellytykseltä? Toki, vain muutaman näppäimen painalluksella saamme silmiemme eteen informaation matemaattisen määritelmän Claude Shannonin julkaisusta vuodelta 1948.

Tuo tiedonjyvä on laajalle levinnyt, eritoten Shannonin ja Warren Weaverin kirjan myötä. Niihin aikoihin kun Shannon kirjoitti kommunikaation matemaattista teoriaa, hän työskenteli puhelinyhtiö Bellin tutkimuslaboratoriossa. Shannon oli teoreettisesti kiinnostunut käytännöllisestä ongelmasta, kuinka välittää viesti virheettömästi puhelinlinjoja pitkin, joiden välityskyky on rajallinen?

Shannon ei siis ollut vähäänkään kiinnostunut siitä, mitä puhelimesta juoruttiin, vaan vain siitä, että juoru leviäsi virheettömästi. Siksi hän määritteli informaation ideaalisesti, siten että siihen ei sisälly mitään viestin merkityksestä. Määritelmän mukaan sanoman, jota ei voi lyhyemmin biteiksi koodata, informaatioisältö on suurin mahdollinen.

Määritelmä ei siis riipu siitä, onko viestissä järkeä vai ei. Eikö kuitenkin ole kovin kummallista, että nimenomaan tästä abstraktista määritelmästä tuli informaatioteorian kulmakivi, sillä eikö juuri informaation merkitys, siis sanoman sisältö, ole se olennainen?

## Viestin merkitys

Se että jotakin on kirjaan räntätty, ei nykyään ole tarkoitettu ulkoa opittavaksi vaan ajateltavaksi, kenties ennakkoluulottomastikin. Niinpä tässä seuraavaksi pohdiskelen informaation olemusta Charles Darwinia mukaillen. Mikä on esimerkiksi sokerimolekyylin muodossa saapuneen viestin merkitys sen sattumoisin saaneelle bakteerille? Arvatenkin tuolla viestillä on ainakin molekyylin aineenvaihdunnallinen arvo, ts. energia, jonka bakteeri saa molekyylistä vapautettua.

Sokeri voi olla myös signaali siitä, että vielä enemmän energiaa olisi saatavilla samasta suunnasta. Kun ajattelee tällä tavoin informaation konkreettisena, substanssiin sidonnaisena, ei ole mitään periaatteellista eroa yhdisteen, siis eräänlaisen atomaarisen merkkiyhdistelmän, ts. syntaksin ja viestin merkityksen ts. semantiikan välillä, koska viestin vastaanottaja, bakteeri mittaa viestin esitysmuodon ja sisällön arvon samalla mitalla, energiana.

Informa tarkoittaa sananmukaisesti muokata tai muodossa olevaa, esimerkiksi sokerin muodossa olevaa energiaa. Sokerin polttamiseksi bakteerin ympärillä oleva vesi on tietysti välttämätön, mutta veteen tai sokeriin ei yksistään liity energiaeroa. Eroon tarvitaan kaksi.

Aivan vastaavasti kohinalla, tai tyhjänpuhumisella ei ole merkitystä, koska sen energia ei poikkea ympäristön keskimääräisestä energiasta, tavallisesta pulputuksesta. On siis sanottava jotakin

viisasta – tai todella tyhmää, jotta viesti erottuisi kaikkesta tavanomaisesta. Jollei ole tuota energiaeroa ympäristöön nähden, sanomalla ei ole voimaa. Kun informaatio määritellään tällä tavoin energiaeroa vastaavana voimana, jota kutsutaan myös vapaaenergiaksi, käy ymmärrettäväksi että informaatio on elämisen edellytys.

Ehkäpä myös me mittaamme mitä moninaisten viestien merkityksiä viimekädessä viestin myötä vapautettavissa olevan energiana. Ensi kuulemalta ajatus saattaa tuntua huikealta yksinkertaistukselta, mutta uusi se ei ainakaan ole. Ihmisen toiminnan yhteyttä luonnon lainalaisuuksiin etsi mm. John von Neumann, unkarilaissyntyinen, poikkeuksellisen monipuolinen tiedemies. Hän loi fysikaalisen perustan peliteorialle käyttäytymisen mallina sarjallaan papereita, jotka julkaistiin vuonna 1928.

Maaailmankuva, jossa ihminen ei ole periaatteessa toisenlainen kuin mikään muukaan luontokappale, perustuu siihen, että fysiikan peruskäsitteet eivät ole yksinkertaistuksia tai likimääräisyyksiä vaan täsmällisiä ja syvällisiä sisältäen kaiken mitä on. Sitten biologit ja taloustieteilijät omaksuivat ajattelua, eritoten von Neumannin ja Oskar Morgensternin kirjan myötä. Muun muassa Nobel-palkittu Paul A. Samuelson ymmärsi talouden tapahtumat kemiallisten reaktioiden kaltaisina ja niin ikään Nobel-palkittu John Nash näki talouden tasapainotilan nimenomaan kemiallisena tasapainotilana, vaikkei hän sitä energiäkäsittein muotoillutkaan.

## **Yleinen luonnonlaki**

Vaikka nuo johtopäätökset juontuvat luonnon peruslainalaisuudesta, on kuitenkin syytä todeta, että peliteorian informaation mitta, siis Shannonin määritelmä, sisältää vain järjestelmään sidotun energian. Siitä uupuu systeemin ja sen ympäristön välinen energiaero, ts. vapaaenergia. Tämän puutteen von Neumann omaksui Ludwig Boltzmannilta yhdessä sen oikean ymmärryksen kanssa, että luonto liikkuu todennäköiseen suuntaan energiaeroja kaventaen, siis kommu-

nikoiden, mutta jota Boltzmann ei kuitenkaan saanut sanotuksia täsmällisessä matemaattisessa muodossa ennen kuolemaansa vuonna 1906.

Gottfried Leibnizkin oli askaroinut jo tuon luonnonperuslainalaisuuden kanssa 1600-luvun lopulla todeten, että kaikista mahdollisista maailmoista se, jossa elämme, on todennäköisin. Kuitenkin vain varmasti voidaan sanoa, että luonnonlaki sai matemaattisen muotonsa ranskalaisen tiedemiehen Pierre Louis Moreau de Maupertuinin julkaisussa vuonna 1744.

Pienimmän vaikutuksen periaatteena tunnetussa laissa optimoitavana on liike-energia, fysiikan keskeisimpiä käsitteitä, jonka Emilie du Châtelet oli muodostanut vain muutamia vuosia aiemmin. Laki sanoo, että energiavirrat suuntautuvat siten, että energiaerot vähenevät mahdollisimman nopeasti. Bakteeri ui suuntaan, jossa sokeripitoisuus kasvaa nopeimmin. Sama lainalaisuus energiaerojen mahdollisimman nopeasta pienenemisestä ilmenee mm. tietoliikenteen ku-

ten myös muun liikenteen nopeutumisenä.

Kenties on kuitenkin yllättävää havaita, että siis jo Boltzmannin aikoihin, sellaiset sataviisikymmentä vuotta Maupertuista myöhemmin, ymmärrys luonnon peruseriaatteesta oli jo hämärtynyt, minkä vuoksi entropia, niin informaation kuin termodynaamisen tilan mittana, kaventui epäjärjestyksen epämääräiseksi käsitteeksi. Tieto ei ollut pysyvää silloin niin kuin se ei ole sitä nykyäänkään. Ymmärrystä täytyy vaalia, välittää ja laajentaa.

## Kommunikaatio

Yleisen luonnonlain mukaan kommunikaatio on energian siirtoa lähettäjältä vastaanottajalle. Informaation välityksen fysikaalinen luonne oli myös Shannonille itsestäänselvyys, olkoonkin, että hän määritteli informaation ilman substanssia. Shannon ajatteli, että informaatio on kuin mikä tahansa muukin kvaliteetti, koska koneet voivat sitä työstää. Tosin tuskinpa kuitenkaan kvanttietokoneet, sillä häviöttä kun ei voi mitään työtä tehdä.

On toki kaikille kirjastolaisille itsestään selvää, että informaatio on fyysistä, ml. sähköiset aineistot. Tämä ilmenee myös siten, informaation esitysmuotojen, kuten lauseiden, sanojen ja kirjaimien taajuusjakaumat ovat vinoja, likimain logaritminormaalisia jakaumia aivan kuten mikä tahansa muutkin luonnonjakaumat geneettä galakseihin.

Informaatio on siis kuin mikä tahansa muukin energiamuoto, jonka vastaanottaminen muuttaa vastaanottimen tilaa. Kiinnostavaa asiassa on se, ettei ylipääntensä ole mahdollista ennustaa, mitä kommunikaatiosta seuraa, kun energian virtausvaihtoehtoja on useampi kuin yksi. Ja niitä vaihtoehtojahan riittää päämme hermosolujen suunnattomassa verkossa. Ei siis ole kummallista vaan pikemminkin luonnollista, että usein vastaanottaja ymmärtää viestin, jos ei nyt aivan väärin, niin ainakin puutteellisesti tai toisin kuin lähettäjä oli tarkoittanut.

Ilmeisesti juuri tästä luonnon ei-deterministis-

tä, arvaamattomasta luonteesta johtuen Maupertuin kirjoittamaa yleistä luonnonlakia alettiin viroksua. Ihminen janoaa, vaikkei saa, varmaa tietoa tulevaisuudesta turvakseen. Tätä harhaa haupuillen fysiikka kaventui paljolti laskettavien ja redusoitavien järjestelmien kuvaukseen. Niinpä nykyään mitä moninaisimmissa yhteyksissä laskettavuuden puute koetaan ymmärryksen esteeksi; sen sijaan tosiasiallinen este on ymmärryksen puute laskettavuudesta.

Joka tapauksessa voidaan todeta, että kommunikaatio on mielekäästä vain kun se on väärinymmärtämistä. Nimittäin, vastaanottaja voi ymmärtää viestin täsmälleen samoin kuin lähettäjä vain siinä tapauksessa, ettei heidän välillään ole mitään eroa. Tällöin tietysti viestissä ei myöskään voi olla mitään uutta kuultavaa vastaanottajalle. Juuri pitkän yhteisen elämäkokemuksensa muovaamina vanha aviopari ymmärtää toisiaan pienimmistäkin eleistä. Kommunikaatio vähentää energiaeroja, siis erimielisyyksiä. Toisaalta, energiaeroa ei voi havaita, jollei energia virtaa lainkaan. Puhumattomuus kätkee jännitteen ja pyrkii siten välttämään sen purkautumisesta aiheutuvan muutoksen.

## Tiedon tehtävä

Kun mieltää informaation olevan fyysistä, vapaa energiaa, ei näytä sattumalta, että biologinen informaatio on koodattu energeettisesti arvokkaaseen DNA-molekyyliin. Informaatio on arvokasta, sillä siihen sisältyy suunnattomia mahdollisuuksia, ei vain selviytyä vaan jopa vaurastua. Perimämme kromosomaaliset kokoelmat antavat erinomaiset edellytykset geneettiselle rekombinaatiolle muodostaa jo olemassa olevista toiminnallisuuksista uutta variaatiota luonnon valittavaksi. Samalla tavoin kirjastoihimme tallennetut tietokannat antavat erinomaiset edellytykset yhdistää jo tiedettyä uusiksi poikkitieteellisiksi käsityksiksi havainnoin ja analyysin koeteltaviksi.

Uuden yhteyden muodostaminen on usein uuden tiedon tuottamista olennaisempi oivallus. Ei ole ihme, että entisaikain valtiat mielellään ylpei-

livät kirjastoillaan, niin kuin nykyajan päättäjätkin ymmärtävät niiden merkityksen kansakunnan voimana. Tämä ilmenee mm. François Mitterrandin aloitteesta pystytetyissä Ranskan kansalliskirjaston hulppeissa uudisrakennuksissa. Ja meillä Suomessa on vielä tarkoituksenmukaisemmat puitteet, kun niistä saa myös langattomasti tietoa melkein minne vain missä ikinä liikkumekin.

Tieto on valtaa, ja vieläpä valtavasti käyttövoimaa, kun sitä on laajasti ja vaivatta saatavilla avoimista arkistoista. Tällä tavoin, siis luonnon väijäämättömistä energialainalaisuuksista katsottuna, Helsingin yliopiston kirjasto on tieto- ja oppimisjärjestelmänä yhteiskunnan tuotantoväline. Syvällinen sivistys, kuten monet muutkin tehokkaat tuotantovälineet, on kallis. Tiedon merkitys ja sen välityksen tehokkuus ilmenee tuon tuosta nopeina taloudellisten arvojen muutoksina, mutta toisinaan myös laajakaistayhteyksien katketessa yhteiskunnan lamaantumisena. Viime aikoina olemme myös nähneet vapaan tiedonvälityksen yhteiskunnallisia uudistuksia katalysoiva-

na mekanismina.

Vaikka informaation fysikaaliseen luonteeseen liittyvät yksikkökulut ovat sähköisten aineistojen kasvun myötä vähentyneet roimasti, informaation määrä on niin ikään kasvanut rajusti. Kokonaiskustannukset ovat kasvussa. On siis aivan oikein kysyä, mitä vastinetta kirjastolaitokseen sijoitetulla rahalla saadaan, mutta on aivan väärin vaatia vastinetta vain rahalla mitaten, sillä kuka nyt oravannahkoja oravannahoiksi vaihtaisi. On aiheitta odottaa enemmän.

Yliopistot yhteisen tiedon ja yhteiskunnan tietoisuuden tyyssijoina myötävaikuttavat monin tavoin maailman menoon. Luonnon lainalaisuuden näkökulmasta katsoen yliopisto ei niinkään tuota maistereita ja tohtoreita vaan muuttaa yhteiskunnan tilaa koulumiensa itsenäisesti ja vastuullisesti ajattelevien ihmisten toimin.

Tilamuutokset ts. yhteiskunnan rakenteiden ja toimintojen kehitys merkitsee viimekädessä energiamuutoksia. Tällainen puhe ei ole itsetyytyväistä fysiikan korottamista, vaan kulttuurin elinvoi-

maisuuuden ja energialla mitattujen voimavarojen yhteyttä on korostanut mm. kulttuuriantropologi Marvin Harris jo 1970-luvulla ja parin viime vuosikymmenen aikana myös kirjoistaan Suomessakin hyvin tunnettu Jared Diamond, ulkomaisen akateemikon arvonimellä kunnioitettu evoluutiobiologi, fysiologi ja eliömaantieteilijä. Valtamme ja vastuamme tapahtumainkulkuihin näkyvät toki fysiikan käsitteinkin ilmaistuna Maupertuin liikeyhtälössä.

## Tiedonkäytön opetus

Kun ottaa huomioon korkeasti koulutettujen ihmisten suuren osuuden päätöksenteossa, on ilmeistä että parhaimmillaan yliopisto-opetus on vaikuttavaa. Kirjaston antama informaatiolukutaidon opetus on nykyään aivan olennaista, jotta tietoa voidaan tehokkaasti etsiä, seuloa ja omaksi ottaa eli omaksua ja uudessa tilanteessa myös kekseliäästi käyttää. Informaation kuten minkä tahansa muunkin suuren voiman mielekäs käyttö edellyttää hyvää hallintaa.

Motivaatio on sananmukaisesti liikkeelle paneva voima. Oppiakseen opiskelijan on itse koettava tuo voima ja nähtävä tavoiteltavana se, mitä juuri hän voisi opiskelullaan saavuttaa. Harvalle hyvä tenttitulos riittää, kun sillä ei sinänsä elä. Joten meidän yliopistolaisten ei ole syytä suoranaisesti tavoitella valmistuneiden määrää ja Alma Materin sijoituksia luokituslistoilla, vaan on kuunneltava herkällä korvalla nuorta ihmistä ja vastattava hänen yksilöllisiin ja ainutkertaisiin kehitystarpeisiin.

Arvatenkin opiskelijoiden on varsin helppo laajentaa arvioitaan tietolähteiden luotettavuudesta niistä houkutuksista, joita sähköposti ja facebook suoltavat, koskemaan myös vertaisarvioita vailla olevia artikkeleita, kuten esimerkiksi tätä tekstiä. Mutta varmaan meidän kaikkien on olennaisesti vaikeampi erottaa, onko kirjoihin ja kansiin auktorisoitu tieto, esimerkiksi Shannon informaation määritelmä sopusoinnussa todellisuuden kanssa.

Kuitenkin yksilön ja yhteiskunnankin selviy-

tyminen ja vaurastuminen perustuvat viimekädessä oikeaan käsitykseen toimintaympäristöstä, ei niinkään kulloinkin hallitseviin paradigmatteihin. Yliopisto on kokonaisuudessaan oppimisympäristö, mutta tarkkanahan tässä itse kukin saa työssään olla, että oppimistavoitteet palvelevat pärjäämistä laajassa maailmassa eivätkä vain ohjaa opiskelijaa sopeutumaan opettajan kanonisoimaan pienmiljööhön. Maailmassa, jossa kaikki kytkeytyy kaikkeen, asiantuntijuudenkin tulee olla suhteessa muuhun.

## Muutoksesta muutokseen

Nyky-yhteiskunta on toimissaan ja touhuissaan niin monimuotoinen ja monimutkainen, ettei itse kunkin ole aina helppo hahmottaa työnsä merkitystä ja yhteyksiä. Se olisi kuitenkin tavoiteltavaa, jotta voi tuntea muutosvoimat ja nähdä muutoksissa mahdollisuuksia. Kuluneen vuosikymmenen aikana Kumpulankirjaston henkilökunta on onnistunut taitavasti kanavoimaan mitattavat muutosvoimat yliopistomme tehokkaimman kampuskirjaston syntyyn sekä myötävaikuttamaan koko yliopiston käsittävän kirjastolaitoksen muodostumiseen. Se on huomattava saavutus, sillä mitä tahansa järjestelmää on hyvin vaikeaa pitää koossa ja toiminnassa, kun siihen kohdistuu suuria voimia. Tällä mäellä ei ole vain ymmärretty, että muutosta on mukavampi viedä kuin tulla viedyksi, vaan kirjastolaisilla on ollut myös näkemystä suunnasta sekä keinoista saavuttaa ne yhdessä.

Arvelen, että vastaisuudessaakin kirjastolaisilla on ideoita muille pohdittavaksi. Kiinnostavimpia aloitteita ovat ne jotka eivät niinkään pyri tehostamaan toimintaa, sillä Kumpulassa se on jo yliopiston kirjastojen parasta, vaan huomionarvoisia ovat sellaiset ehdotukset, jotka johtavat toiminnan vaikuttavuuden kasvuun. Esimerkiksi Tuhat-tutkimustietokannasta koostettavien bibliometrinen analyysien myötä Helsingin yliopiston kirjastolaitos tuottaa tietoisuutta tutkimustoiminnasta päätöksenteon perusteeksi.

On tietysti meidän kaikkien kirjaston ystävien

yhteinen etu katsoa ja mahdollisuuksiensa mukaan myös vaikuttaa siihen, että kirjastolaiset saavat toimintaan ja sen kehittämiseen tarvitseman taloudellisen tuen ja muun vapauden kokeilla, katsella ja oppia toteuttaakseen sekä perinteisiä että uusia tehtäviä. Parhaimmillaan kirjasto ei vain palvele pyydettyinä vaan opastaa pyytämään enemmän.

Kuluneen kymmenen vuoden aikana Helsingin yliopiston kirjastot ovat kokeneet monta muutosta, joten melkeinpä toivoisin, että tulevat kymmenen olisivat jo vähän keveämpää kehitystä. En kuitenkaan arvaa ennakoida tulevaa, mutta mitakaavattoman luonnonlain perusteella näyttää siltä, että kun perustietoa yhdistellään muuhun yksityiskohtaiseen, ilmenee moninaisia toimeentulon mahdollisuuksia samalla tavoin kuin gene-

jä yhdistelemällä ilmentyy moninaisia elon mahdollisuuksia. Tästä syystä odotan, että informaation määrän kasvun myötä perustieto tiivistyy ja että sen merkitys kasvaa, sillä hajanaiset tiedot eivät riitä patomaan päällekkäyvästä informaatiotulvasta. Vain tukevan perustiedon ja luonnon perusperiaatteiden turvin voi välttää infoähkyn ja kanavoida informaatiovirrat jäsentyneiksi tietorakenteiksi, ja siten muodostaa tarkoituksenmukainen, kokonaisvaltainen käsitys monimutkaisesta ja monimuotoisesta maailmasta. 📖

## Kirjoittaja:

*Arto Annila, professori  
Helsingin yliopisto  
arto.annila@helsinki.fi*