



VASTUULLISEN TEKOÄLYN PARADIGMA

Systemiajattelu ja kybernetiikka edistämässä IT:n seuraavaa sukupolvea



4. LOKAKUUTA 2018
ERKKI LAITILA METAYLIOPISTO
erkki.laitila@metayliopisto.fi

Meta AI on tekoälyn yhteiskunnallisia mahdollisuuksia kartoittava metateoria: joukko parasta tietoa sekä menetelmiä, mitä eri sektoreilla organisaatio- ja IT-kehitystä tukemaan on saatu aikaan.

Se on syntynyt systeemimetodiikan tutkimuksen pohjalta pitkän IT-uran perusteella teollisuuden vaativissa projekteissa, joissa tekoälyä on sovellettu päättelykoneen muodossa vuodet. Se opetti mitä tietämys ja semantiikka ja pragmatiikka ovat käytännössä.

Väitös symbolisesta analyysistä on mahdollistanut systeemijattelun hyödyntämisen niin pitkälle, että yhteiskunnasta on alkanut syntyä yhtenäistä kognitiivista mallia, nimeltään **Metayhteiskunta**. Se, jos mikä, on otollista maaperää uusille tekoälyyn liittyville ideoille.

Metayliopisto on avoin foorumi edistämään systeemijattelua yhteiskunnan parhaaksi. Se on tuottanut kirjojen lisäksi satoja videoita, kohteena koko maailma. Kaiken teoria ja holarkia ovatkin ylin taso mihin tietoisuudessa voi päästä. Tästä ja paljosta muusta voitte lukea tästä raportista ja pian julkaistavasta kirjasta.

Miellyttäviä lukukokemuksia!

Erkki Laitila, FT, ohjelmistoinsinööri



Metayliopisto
viisaita ratkaisuja
kokonaisuuden
hyväksi!

Menes-
tystä!



Tekoöly on uudenlainen projektio yhdistämään monia alueita kuten yhteiskunnan mekani-
nismit, ihmisten tarpeet ja aiemman IT-alan osaamisen sekä käsitykset siitä, millainen
olisi tuleva sukupolvi haaveineen ennen sitä edeltäviä aikakausia.

Monien kokeiluvaiheiden jäljiltä tekoölyn kehityksen voidaan sanoa olevan vasta alkuvai-
heissaan. Se on ollut teknologiakeskeistä edistymistä ilman käsitystä itsestään.

Tämä raportti on ensimmäisiä, joka määrittelee aiheen alkamalla yhteiskunnan ylimmiltä
tasoilta, sen tärkeimmistä prosesseista. Systemisesti nähtynä tekoöly alkaa aikanaan to-
teuttamaan parhaita ohjelmistotekniikan ja systeemititeen periaatteita. Tietoa IT-mene-
telmistä on saatavissa. Se vaatii teknologiasiirtoa hyötyjen realisoimiseksi.

Keskustelun sekavuuden takia tarvitaan ”ryhtiliike”, että tekoöly löytäisi identiteettinsä.

Konstruktivinen tutkimus uuden sukupolven tekoälyksi

Koska tekoälyn käsitteen ympärille on muodostunut paljon sekaannusta, on syytä määritellä mitä tämä tekninen, mutta monialainen teema *Artificial Intelligence (AI)* kehittyneimmässä muodossaan pitää sisällään, silloin kun se palvelee yhteiskuntaa ja ihmisiä mahdollisimman hyvin:

Tekoäly on ihmisten, tietokoneiden, verkostojen ja tieteen kehityksen hedelmällistä vuorovaikutusta tarkoituksena luoda oppivuuden kykyjä, uudenlaista tietoa ja ymmärrystä.

Konstruktivisen tutkimisen metodi on vastine kvantitatiiviselle ja kvalitatiiviselle tutkimukselle, jotka pääsääntöisesti keskittyvät olemassa olevaan. Systeemitiede ei jää pelkästään määrään ja laatuun, vaan se tutkii onnistumisia, mikä aihe on kompleksisessa ajassamme nousemassa arvoonsa. Kybernetiikka antaa mahdollisuudet tutkia ja tehdä kehitysloikka pitkäälle tulevaisuuteen.

Esimerkinomaisena sovellusalueena tässä raportissa viitataan terveystalouteen, koska Suomessa on tekeillä suuri uudistus. Yksityiskohtiin ei silti mennä, vaan hahmotellaan systeemiä muotoja, rakenteita, organisaatiomalleja, johtamista, virtauksia, evoluutiokehitystä, markkinoiden toimintaa ja tasapainoisia prosesseja sekä tieteen käsityksiä yleensä. Tämä kaikki liittyy tekoälyn ideaan parantamassa käsitystä ihmisestä, verkostoista ja automaatiosta.

Koestlerin kirja *The Ghost in the Machine* ('aave koneessa') [Koestler] on yksi lähtökohta uudelle tekoälylle, koska sen keskeisten ajatusten mukaan ihmisaivot ovat rakentuneet aiemmille, primitiivisimmille aivorakenteille ja sitten kasvaneet. Koestler loi holarkian. Se antaa keinot kuvata jatkuvuuksia eri akselistoilla. Monet käyttäytymisen teoriat kuten Ken Wilberin **Integral theory** tuovat esiin näkökulmia kuinka ihminen toimii yhteiskuntansa aktiivisena elimenä.

Berners-Leen käsiteanalyysi hänen piirrellessä web-protokollansa ideaa [Berners-Lee] on ollut esikuvana **Meta AI** – metodologialle, joka sisältää elementit "meta-tekoälylle", mihin suuntaan tulevaisuus todennäköisimmin menee systeemisten lakien ohjaamana. Se perustuu metamallinnukseen sekä systeemijatteluun, myös julkisesti tunnettuihin yhteiskuntamalleihin, joiden perusteella määritellään käyttäytymismallit suuruuden ekonomiasta pieneen mikrotehtävään saakka.

Metayliopisto on kehittänyt tapoja visualisoida ja videoita konsepteja yhteiskunnan kaikista toimintamuodoista uusia edistysaskeleita kartoittaen. Se on systeemiviestintää meta-tasolla. **Systeemi** on käsite ihmiselle ylittämään tieteenalojen ja mekanismien välisiä siltoja ja raja-aitoja.

Vastuullisuus on tuotu tämän tekoälykonseptin erikoisteemaksi, ja se kuuluukin osana kokonaiskuvan optimointiin. Arvokeskeiselle johtamiselle yleensä on ominaista ihmisen tarpeiden huomiointi. Tätä edistämään päästään mm. Whole System Change – periaatteella.

Tämä tutkimuksellinen teema edistää tai **luo uusia valmiuksia** ymmärtää yhteiskunnan elimiä, taloutta, teknologiaa, päätöksentekoa, IT-alaa ja kaikkia prosesseja. Sen **erikoisominaisuuksia** ovat vahva visuaalisuus ja modulaarisuuden ihannointi. Se suosittaa tuotannollisia tekniikoita, joilla päästään yksikertaisiin ratkaisuihin ilman valtakiiostoja. Siten se on lähellä tieteen ihanteita.

Parhaimmassa muodossaan lähivuosisikymmenten tekoäly elvyttää kysyntää ja tarjontaa monipuolisesti yhteiskunnan eri tasoilla niin, että saadaan aikaan positiivisia vaikutuksia hyvinvointiin, työllistymiseen, pääoman kiertoon, tuotteiden laatuun sekä kestävään kehitykseen.

Yhteiskunta elää kuin ihminen. Säilyäkseen kunnossa jokaisen elimen tulee olla vireässä tilassa.

VASTUULLISEN TEKÖÄLYN TEESIT (EDELLYTYKSET)

Monille uusille, julkisille teemoille on kehitetty julkilausumia (*manifesto*), jotta uutuus pääsisi erotumaan perinteisempien hankkeiden joukosta. Ketterälle kehitykselle luotiin aikanaan Agile Manifesto arvoineen ja teeseineen. Seuraava lista esittelee vastaavat tavoitteet tekoälylle:

- 1) Näkökulman tulee olla niin selkeä, että se sallii kokonaiskuvan muodostamisen AI-paradigman laajuudesta vaikutuksineen.
- 2) Niin sanotun älykkään informaation tulee siirtyä vaivattomasti muodosta toiseen niin, että jäljitettävyyks voidaan taata, ja että siihen kontekstiin voidaan lisätä uutta semantiikkaa.
- 3) Teknologian tulee mahdollisuuksien mukaan perustua tieteen paradigmaan ja systeemiin rakenteeseen. Menetelmän tulee olla ymmärrettävä dokumentteineen.
- 4) Kehittämiselle tulee olla selkeä metodi (prosessi), mikä varmistaa sidosryhmille seurattavuuden. Auditoinnin tulee olla kunnossa muutosten valmistelemiseksi.
- 5) Tuotosta on voitavat tutkia kyselyiden avulla, useilla metatasoilla, että ratkaisun läpinäkyvyys tulee selville. Systeemin tulee perustella päätöksensä.
- 6) Ohjelmoinnille on syytä olla asteittain tarkentuva menetelmä metaohjelmointipiirteineen, jotta ylläpito ja jatkokehitys tulisi edulliseksi ja helpoksi.
- 7) Oppimisen tulee perustua systeemiin, ei sattumaan, eikä tietomassaan, jonka laadusta ei ole varmuutta. Oppimisen tulee kehittää uutta, eikä niinkään kajota vanhaan.
- 8) Vastuullisen tekoälysystemin on vietävä alaa ja yhteiskuntaa eteenpäin selkeän evoluution merkeissä, jotta myös sitä seuraavat askeleet olisivat ennustettavia ja vastuullisia ja kestäväällä pohjalla. Systeemin on hoidettava koko skaala suuruuden ekonomiasta yksittäiseen hoitotapahtumaan.

Tekoäly kuvataan tässä raportissa humoristisesti alkaneeksi hiukkasesta nimeltään *Täh!*¹. Sillä tarkoitetaan holonia. L5. Keskeiset symbolit Metayliopiston identiteettimallissa esitetään sivulla 8.

Käsitys Suomen tekoälyn kehityksestä 2010-luvulla

Tekoäly oli Suomessa 1990-luvulla voimallisen kehityksen kohteena, mutta laajahko hanke epäonnistui, koska tutkimuskohteet olivat silloin hyvin rajattuja. Niiksi mainittiin lähinnä neuroverkot, sumea logiikka ja geneettiset algoritmit. Sitä ennen oli laaja Japanista lähtenyt *Viidennen sukupolven tietokonehanke* jo epäonnistunut, ja se aiheutti tekoälytutkimuksiin taantumaa.²

Haastattelujeni perusteella Suomen korkeakoulu- ja tutkimussektori jatkavat pääosin neuroverkoihin pohjautuvaa koneoppimisen kehittämistä. Valtioneuvoston uusin linjaus³ syyskuussa 2018 laajensi käsitystä alan tutkimuksesta kuudesta kohdasta kymmeneen niin, että infrastruktuurin kehittäminen ja laskennallinen tekoäly tulivat mukaan. Yhteiskuntatason näkemystä siinä ohjelmassa ei ole. *Tämä raportti keskittyykin juuri puuttuviin osiin ja kokonaisuuteen.*

¹ Metayliopiston tekoälylinjaus ja systeeminen metodiikka luonnosteltu sivustolla: www.metayliopisto.fi

² Viidennen sukupolven tietokonehanke: https://en.wikipedia.org/wiki/Fifth_generation_computer

³ Puhelu Heikki Ailiston (VTT) kanssa 21.9.2018. Hän toimi tuolloin Suomen uusimman tekoälylinjauksen johtajana.

SISÄLTÖ LUVUITTAIN

Raportti perustuu kirjoittajan pitkälliseen IT-kokemukseen sekä systeemiseen yhteiskunnanäkemykseen ja 10 vuoden tutkimukseen systeemitieteen edistämiseksi. Tätä taustaa täydentää vastuulliseksi tekoälyksi nimetty lisätoiminnallisuus hyödyntämään teemaan parhaiten sopivia informaatioteknologian teorioita ja periaatteita. Tälle on annettu työnimi Meta AI.

Kybernetiikka ja systeemien teoria tarjoavat hyviä malleja, kuinka määritellä sellaisia elimiä, joille voidaan taata toimivuus ja luotettavuus tehtävissään. Tietyt edellytykset on otettava huomioon, mutta varmistaminen ja ennakointi kuuluvat aina käytännön elämään. Mitä paremmin riskit tiedetään, sitä varmempaa on pysyvän kehityksen saavuttaminen.

Raportissa esitellään kahdeksan kompetenssialuetta, jotka kaikki ovat tärkeitä koko Suomen menestymisen kannalta.

- 1) Kokonaiskuva, mitä tekoälyssä tarvitaan – holarkia jäsentää koko laajaa aluetta
- 2) Kaiken integrointi on palvelujen lähentämistä toisiinsa
- 3) Systeemisyden käyttöönotto tulee olemaan tekoälylle riemuvoitto
- 4) Uudistumisen ja itseorganisoitumisen metodiikka perustuu (meta-)mallintamiseen
- 5) Kognitiivinen aktiivisuus, mielikuvasimulointi ja tietokoneen toiminta verkostoinen synnyttävät symbioosin
- 6) Metaohjelmointi tapana luoda korkeatasoista koodia optimoimaan prosesseja
- 7) Oppimisen paradigmat yhdistettynä ”**metatekoälyyn**”
- 8) Skaalautuvat talouden mallit ja kestävä evoluutiokehitys

Tämä kahdeksan kohdan malli toistuu raportissa ja Metayliopiston aineistoissa lukuisia kertoja erilaisina variaatioina. Leikinomainen nimitys, **Täh!**, joka tarkoittaa tekoälyn hiukkasta, mutta sen toinen luonne, isovelji, onkin kyberavaruus, mikä kattaa kaiken älyn. Luettelo kuvaa systeemin identiteetin, mikä on systeemin tärkein ominaisuus sen etsiessä itselleen tulevaisuuden kuvaan.

Kirjassa usein toistuva sana **Viable** tarkoittaa sitä, että siihen liitetty toiminto tai toimija onnistuu siinä, minkä on luvannut. **Viable** on takuu toimivuudesta. Se määritellään muutamalla ehdolla kulloinkin. Edellä kuvattu luettelo on takuu toimivuudesta kuvattuna tärkeimpinä systeemin ominaisuuksina, mikäli jokainen ominaisuus erikseen voidaan validoida.

Ketterä kehitysmalli ei sen sijaan mitenkään takaa onnistumista, koska sen aloitus perustuu yleensä sattumaan. Sen perustuu enemmänkin teollisuuden aikakauden tehovaatimukseen. Myöskään suosittu Lean – ajattelu ei varmista onnistumista, vaan se voi yhtä hyvin väärillä päätöksillä johtaa katastrofiin. Maailma ei toimi markkinamiesten toiveiden mukaan, vaan tiedon mukaan.

Sosiaaliterveyspalvelu-uudistus on Suomessa teettänyt töitä yli 10 vuoden ajan. Jos sille luotaisiin edellä kuvattu malli holarkisine alamalleineen, saataisiin käsitys sen hankkeen identiteetistä ja toimijoiden tahtotilasta. Näin laajat ratkaisut onnistuvat vain, mikäli päättäjien mielentila on samansuuntainen, ja siihen päädytään vain, jos tavoite on kirkkaana mielessä. Johtaminen on parhaimmillaan oikein valitun tavoitteen toteuttamista yhdessä eri osapuolten kanssa.

| | |
|--|----|
| Tiivistelmä | |
| Vastuullisen tekoälyn teesit (edellytykset) | 5 |
| SISÄLTÖ luvuittain | 6 |
| Johdanto, tekoälyn lähtökohdat | 8 |
| Kestävä systeemimalli ja sote-uudistus | 12 |
| 1 Kokonaiskäsitys tekoälyn tuottamiseen ja soveltamiseen | 18 |
| 2 Kaiken integrointi on palvelujen lähentämistä toisiinsa | 35 |
| 3 Systeemisyys rakentaa tekoälylle menestyksen askelmat | 44 |
| 4 Uudistuminen ja innovointi metamallintamisen aikaan | 47 |
| 5 Älyn eri muodot ja niiden keskinäinen symbioosi | 51 |
| 6 Metaohjelmointi luo koodia moniagenttiympäristöönsä | 56 |
| 7 Oppimisen paradigmat yhdistettynä meta-tekoälyyn | 59 |
| 8 Skaalautuvat talouden mallit ja kestävä evoluutiokehitys | 60 |
| Yhteenveto | 69 |
| | |
| LIITTEET | |
| L1. Maailman parasta tekoälytutkimusta Stanfordissa | 70 |
| L2. Ohjelmointi tekoälykielillä | 71 |
| L3. Arvojohtaminen osaksi vastuullisen tekoälyn konseptia | 74 |
| L4. Poimintoja Wilberin teoriasta | 76 |
| L5. Keskeiset symbolit Metayliopiston identiteettimallissa | 77 |
| L6. Koulun lukujärjestys CLP – ohjelmana | 78 |
| L7. Meta-ajattelun merkitys yhteiskuntaa kehitettäessä | 79 |
| Kirjallisuusviittaukset ja tietolähteet | 80 |
| Kuvaluettelo | 83 |
| Sanahakemisto | 86 |
| Systeemiajattelun keskeisimmät käsitteet | 87 |

L5. KESKEISET SYMBOLIT METAYLIOPISTON IDENTITEETTIMALLISSA

Käsitys siitä, miten käsite *systemi* tulisi esittää tietokoneella ja paperilla sekä aistikokemuksina, alkoi syntyä Metayliopiston toimesta vuodesta 2010 lähtien. Tarkoituksena on ollut kehittää **yhdistelmä parasta ja tiiveintä tietoa**, mitä systeemiteoria ja kybernetiikka ja IT vuosikymmenten aikana ovat tuottaneet visualisoinnin ja ajattelun tueksi. Tekemistä tiivistämisessä kyllä riittää, mutta jo nyt on selvää, että tällaista oppimisen ja kehittämisen menetelmää koko yhteiskunta kiipeästi tarvitsee selvittääkseen pahoista ongelmistaan, valuvioistaan.

Metayliopiston systeemikäsitteen ytimeksi on muodostunut identiteettiä kuvaava kahdeksan sektorinen kaavio (0). Sen merkitykset ovat tarkoituksella väljiä, jotta sama malli mukautuisi erilaisiin ajattelun tilanteisiin samaan tapaan kuin aivot. Sille on annettu nimi **TekoÄlyHiukkanen** (lyh. **Täh!**). Se voi kuvata tämänkin julkaisun päätoiminnot sekä myös lukijan ja soveltajat ja käyttäjät. Tällaista samanmuotoista periaatetta kutsutaan atomistiseksi malliksi, mutta myös *holarkiaksi*. Kun ”hiukkasia” yhdistetään, saadaan kokonaiskuva, mikä holistisesti ymmärrettynä on oma käsitevaruutensa.

Alla oleva luettelo ilmaisee kehitystä, vuorovaikutusta, konkretisointia, tietämystä, informaatiota, organisoitumista, haasteellisuutta, toteutumista ja tuloksellisuutta sekä pragmatiikkaa eli loppukäyttäjän hyötyä. Kuvion keskeltä löytyy symboli transformaatiolle (λ). Systeemien maailmassa transformaatio tarkoittaa emergenssiä, nousua uudelle tasolle:



Atomistinen kuvaus tekoälystä: **Täh!**

| | | |
|---|----------|----------------------------|
| 1.. Alkutilanne (<i>purpose</i>) | α | Johdanto ja sitoumukset |
| 2.. Tietämys (<i>program</i>) | π | Systeemitieteet |
| 3.. Syötteen (<i>system input</i>) | χ | Aistit ja mallintaminen |
| 4.. Palaute: (<i>system feedback</i>) | Δ | Paradigma ja sen oppiminen |
| 5.. Organisoituminen (<i>structure</i>) | β | Evoluution vaihe |
| 6.. Toteutus (<i>function</i>) | τ | Tarkasteluprosessi |
| 7.. Tuotokset (<i>system output</i>) | μ | Tulokset ja tuloksellisuus |
| 8.. Kokonaiskuva (<i>homeostasis</i>) | Ω | Näkemyksien synteesi |

Jokaiseen symboliin on liitetty geneerinen yleismerkitys sekä erityisesti tähän julkaisuun liittyvä erikoismerkitys, mitä tarkoittaa *Täh!* missäkin yhteydessä. Suluissa olevat sanat (engl.) ovat kybernetiikan perustermistöä tai IT-alalta.

Kybernetiikan tutkimuksessa on aina korostunut, että systeemillä on kuvitteellinen elinkaarensa. Sama tulee esille IT-alan versioinnissa: $\alpha \rightarrow \beta \rightarrow \Omega$. Transformaatio tuottaa kehitysaskelia vasemmalta oikealle ja myös paluusuunnassa. Systeemiin liittyy palaute ja itseorganisoitumiskyky.

Systeemien ja koko paradigman evoluutio muodostuvat kohtien 1-4 perusteella. Tulevaisuus tarkentuu tiettyjen vaiheiden välisenä iteraationa (Deming – periaate). Jos prosessi (6) on deterministinen, se päättyy tiettyyn tulokseen (7), mutta käytännön elämässä tekoäly kehittyy stokastisesti, ja monet ratkaisut kaatuvat ennen julkistusta.

L7. META-AJATTELUN MERKITYS YHTEISKUNTA KEHITETTÄESSÄ

Meta-ajattelulla saadaan ihmisyyden parhaat puolet esille!



Arvojohtajuudesta on hyvä heti "kertalyönnillä" aloittaa maailman parantaminen:

- **"Hole in one"**
- **Keep it simple!**
- **Follow your vision!**

Kymmenkohtainen metodi (kuva alla) korostaa positiivisuutta ja keskustelevaa tutkimusta. Se arvostaa tietoa ja resurssilähtöistä kehittymistä sekä globaalia ongelmanratkaisua ja systeemistä oppimista kohti uuden sukupolven kestäviä ratkaisuja.

Metodi edellyttää tosin sosiaalista vastuunkantoa, luottamusta.

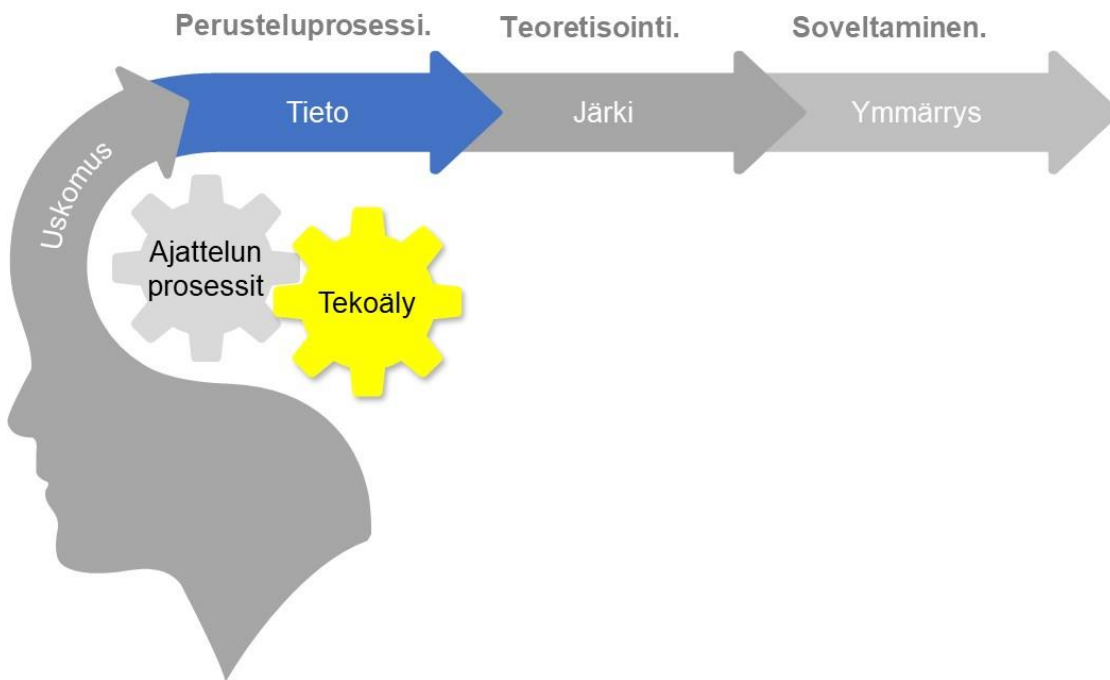


10 suositeltavaa tapaa yhteiskunnan eheytyä!



KUVALUETTELO

Tieto on hyvin perusteltu, tosi uskomus (Ilkka Niiniluoto).



Tiedon muodostus alkaa uskomuksista. Se on matkaa kohti ymmärrystä.

- KUVA 1 Valtio ja kansalainen megatrendien vaikutusten osalta (lista yllä).
- KUVA 2 Vastuullinen tekoäly on systeemi, kehitetty vastaamaan edellisen kuvan ongelmiin.
- KUVA 3 Kolme todellisuuskäsitystä (mukaellan Galanter).
- KUVA 4 Yleisin käsitys AI-alueesta.
- KUVA 5 Kestävän kehityksen malli: VSM.
- KUVA 6 Meta-kertomus kestävän systeemimallin kehittämiseksi.
- KUVA 7 Esimerkki maakuntakeskuksen mallista.
- KUVA 8 Sipulimalli (holarkiakaavio) terveyskeskuksille ja maakunnille.
- KUVA 9 Laajennettu kaavio systeemistä sidosryhmineen, dynaamiset toiminnat ja infra.
- KUVA 10 Valtioneuvoston näkemys tekoälyn kymmeneksi avaintemaksi (20.9.2018).
- KUVA 11 Metasysteeminen muutos on käynnissä. Tiedon fuusioon kuuluu myös tekoäly.
- KUVA 12 Tiedon esittämisen tavat tekoälyssä Wikipediasta tulkittuna.
- KUVA 13 Tutkimuksen aiheoryhmät tunnetussa konferenssisarjassa (MICAI).
- KUVA 14 Mitä mieltä super-älystä ja vahvasta tekoälykkyydestä?
- KUVA 15 Kaiken teorian asteikko Wilberin mukaan.
- KUVA 16 Tekoälyn periaate johdettuna CATWOE – näkökulmasta.
- KUVA 17 Lyhyt, soveltava muoto kaiken teoriasta.
- KUVA 18 Laajempi muoto kaiken teoriasta.
- KUVA 19 Kokonaisarkkitehtuurin periaate, jota käytetään yleisesti julkishallinnossa.
- KUVA 20 Putoava vesipisara ilmentää holarkiaa. Pisara on holon, samoin meri.
- KUVA 21 Holon on sekä hierakia, että taso ja yksilö.
- KUVA 22 Holarkia kuvaamassa biosfääriä. Sille löytyy lukuisia muitakin käyttöalueita.
- KUVA 23 Holon esitettyä Metayliopiston symboliikalla.
- KUVA 24 Holonin muodostama toiminnallinen perusmoduli, "orgon" (mukaellan Mella).
- KUVA 25 Purjeveneestä muodostettu holon-kaavio (mukaellan Mella), sekä palvelumuotoilu.
- KUVA 26 "Ihannetyökalu" ohjelmiston oliona toteuttaa holonin ja tekoälyn ehdot.
- KUVA 27 Toimintotutkimuksen kolmio ja siitä muodostettuja uusia osa-alueita.
- KUVA 28 Systeemimatriisi rekrytoitavasta arvioimaan häntä organisaation kannalta.

- KUVA 29 Diilin (systeemi C) muodostuminen A:n ja B:n välille. Systeemit luovat holonin.
- KUVA 30 Tuloksena ”diilin” kartoituksesta saatiin uusi, itsenäinen systeemi: C.
- KUVA 31 PWC:n näkemys tulevien vuosikymmenien tekoälytrendeistä.
- KUVA 32 Uusi tiede on holarkinen ketju askelia. Tiede pilkkoutuu, mutta samalla yhdentyy.
- KUVA 33 Täsmäoppimisen erilaiset ammatilliset kytkennät.
- KUVA 34 Sosiokulturaalinen systeemi (mukaellen Harris ja Wikipedia).
- KUVA 35 Hitchinsin kaavio yhden mission johtamiseen sopisi monelle soten elimelle.
- KUVA 36 Sovellusten kompleksisuusluokitus (NP) liittyy tekoälyn tarpeisiin.
- KUVA 37 Pieni viable – tyyppinen verkosto solukkona.
- KUVA 38 Sote-tyyppisen hankkeen mahdolliset sudenkuopat.
- KUVA 39 Koko valtio (Suomi) systeemisenä arkkitehtuurina.
- KUVA 40 Yhteinen informaatioväylä sovittamaan ammatteja toisiinsa (vrt. KUVA 39).
- KUVA 41 Väylien optimointimalli, Maakuntakeskus.
- KUVA 42 Systeemijattelu on kokenut 1950-luvulta monta kehitysvaihetta.
- KUVA 43 ”Onnistumisvarman” systeemin tasot 1-5 ja metasysteemin suhde ympäristöönsä.
- KUVA 44 Hitchinsin yksinkertaistus systeemistä ympäristöineen: Generic Reference Model.
- KUVA 45 Viable model – ERP – rajapinnassa on 42 numeroitua ohjelmistotyyppiä.
- KUVA 46 OMG:n esittämä tasojaako malleille.
- KUVA 47 Ihanteellisen kehittämisen konsepti (mukaellen BioMatrix – menetelmä).
- KUVA 48 Mallien jatkumo toteutukseen saakka.
- KUVA 49 Systeemin menestymisen eväät: elinkaarimatriisi (BetaCodex).
- KUVA 50 Whole System Change on maailman muuttamisen menetelmä.
- KUVA 51 Popperin kolme maailmaa, virtuaalinen maailma sekä tekoälystä muodostuva.
- KUVA 52 Symbolinen analyysi liikennevalolla selitettynä. Valo on symboli.
- KUVA 53 Symbolisen analyysin periaate taulukkomuodossa.
- KUVA 54 Subjektin ja objektin ja työn suhde (Engeström).
- KUVA 55 Symbolinen pää ja ihmisen ajattelun taidon kehittyminen.
- KUVA 56 Systeemin määrittely oliomaisesti (Favre).
- KUVA 57 Tuotannon käsitteellinen tila ”Production KOSMOS” (mukaellen Piero Mella).
- KUVA 58 Henkilön NN ura alkaa valmistumisesta, idean löytämisestä kohti työyhteisöjä.
- KUVA 59 Ekosysteemi holarkisena luonnoksena. Osapuolet pyrkivät yhteiseen hyötyyn.
- KUVA 60 Tilanteesta oppiminen ja siihen reagointi Bloomin taksonomian mukaan.
- KUVA 61 Prologin päättelykone tukee epädeterministisyyttä (redo/fail) ja unifikaatiota.
- KUVA 62 Logiikan resoluutiopuut Prolog todistaa virheettömästi peruskoodillaan.
- KUVA 63 Holarkinen hoivapalveluprosessi mataloittaa organisaatiot (vs. Suomen sote).
- KUVA 64 Suuruuden edut.
- KUVA 65 Skaalautuvuuden kehittämistä eri toimaloille.
- KUVA 66 Tekoäly yhteiskunnan pääprosessia toteuttamassa. KUVA 77 esittelee sen koodina.
- KUVA 67 Ekosysteemin tahtotila, alla yksi sen jäsen.
- KUVA 68 Idea mobiilialan ekosysteemiksi 2000-luvulla (Juhani Risku).
- KUVA 69 Kaavio yhteiskunnan evoluution pohtimiseen (mukaellen Hitchins).
- KUVA 70 Vuorovaikutukset toimintojen ja systeemin tarkoituksen kanssa.
- KUVA 71 Periaatekuva oppivasta agentista, tekoälyn ominaisuuksilla numeroituna.
- KUVA 72 IBM:n kaavio maailmanlaajuisesta systeemien arvosta vuodeksi 2011.
- KUVA 73 Sosiaalinen systeemi (ml. teknologia) ja luonnon ekosysteemi symbioosissa.
- KUVA 74 Integral teorian ja Metayliopiston kaaviot luomassa kehittyntä maailmankuvaa.
- KUVA 75 Stanfordin pääteemat systeemikaaviona.
- KUVA 76 Wilberin kaavion yläosa tulkittuna Stanfordin missiosta kuvaan KUVA 74 nähden.
- KUVA 77 Yhteiskunta välittäjä – metaforana. Sama aihe luokkakaaviona: KUVA 66
- KUVA 78 Päättelykone (Prolog) ja sille tuleva holon ratkaisuvuorossa.
- KUVA 79 KUVA 78 syventyy. Esim. soten maakuntatasolta (1) siirrytään vastaanottoon (3).
- KUVA 80 Arvojen mukaan tehty laskelma mittaa organisaation kypsyyttä.
- KUVA 81 Arvojohtamiseen liittyvä neljän suunnan muuttamisen periaate (4 way alignment).
- KUVA 82 Systeeminen viestintä konstektista alkaen, lopulliseen muutokseen saakka.
- KUVA 83 Wilberin kaavio, AQAL, missä on 4 x 13 eri tasoa (siitä sovellus KUVA 74).
- KUVA 84 Atomistinen kuvaus tekoälystä: Täh!
- KUVA 85 Tiedon muodostus alkaa uskomuksista. Se on matkaa kohti ymmärrystä.

SANAHAKEMISTO

- abiogenesis*; 20
agenttijaattelu; 30
aivot vadissa; 23
Alisymbolinen; 21
AQAL; 24, 71, 75, 77
AQAL – malli; 24
arkkitehtuuri; 82
Atomistinen; 78
Barrett; 51, 75, 81
BetaCodex; 50
Bioinformatiikka; 33
Biomatrix; 56
Biomatrix-metateoria; 56
Dooyeweerd; 31
Ekosysteemi; 65
EU; 47
Galanter
 Philip; 12
Hitchins
 Derek; 25, 66, 81
holarkia; 6, 17, 46, 48, 60, 61
Holarkia; 27
Holon; 26, 27, 28
IFSR
 konferenssisarja; 36
lhannetyökalu; 30
Integral theory; 4, 24
intentionaalisuus; 36
IT; 43, 44, 47
Kestävä kehitys; 13, 15
kulttuuri; 38
Kybernetiikka; 4, 6, 21, 22
MAKE
 arviointimalli; 27, 31, 32, 64, 65, 82
Mella
 Piero; 28, 29, 57, 82
Metaratkaisu; 39
metasysteeminen muutos; 20
Metayliopisto; 4, 28, 82
Neuroverkko; 23
neuroverkkotekniikat; 20
Niklas Luhmann; 82
palvelumuotoilu; 44
Prolog; 30, 57, 60, 73, 74
PWC
 konsulttitoimisto; 35
rajoiteohjelmointi; 58, 79
resoluutioteoreema; 72
Science; 36, 47
SOA
 arkkitehtuuri; 44
Soft Systems Methodology; 25
Sosiokulttuurinen; 38
sote
 uudistus; 39, 47
Spiral Dynamics; 38
Suomen hallitus; 19
Superäly; 22
Symboli; 26, 55
symbolinen paradigma; 11, 20, 53
Systeemijaattelu; 15, 26, 45
systeemimetodologia; 82
System of systems; 56, 62
Syväoppiminen; 20
Takaisinmallintaminen; 18
Teal; 32, 61, 62
Tekoälyn tutkimuskohteet; 21
tekoälyn visio; 35
tiede; 36, 37
Tulevaisuus; 43
tutkimus; 36
Täh!; 6, 78
Täsmäoppiminen; 37
Vahva tekoäly; 22
Valtioneuvosto; 19
Vastuullinen tekoäly; 5, 13, 42, 75
Whole System Change; 4, 24, 51
viable; 6
Viable; 47
Visualisointi; 10
World Economic Forum; 10

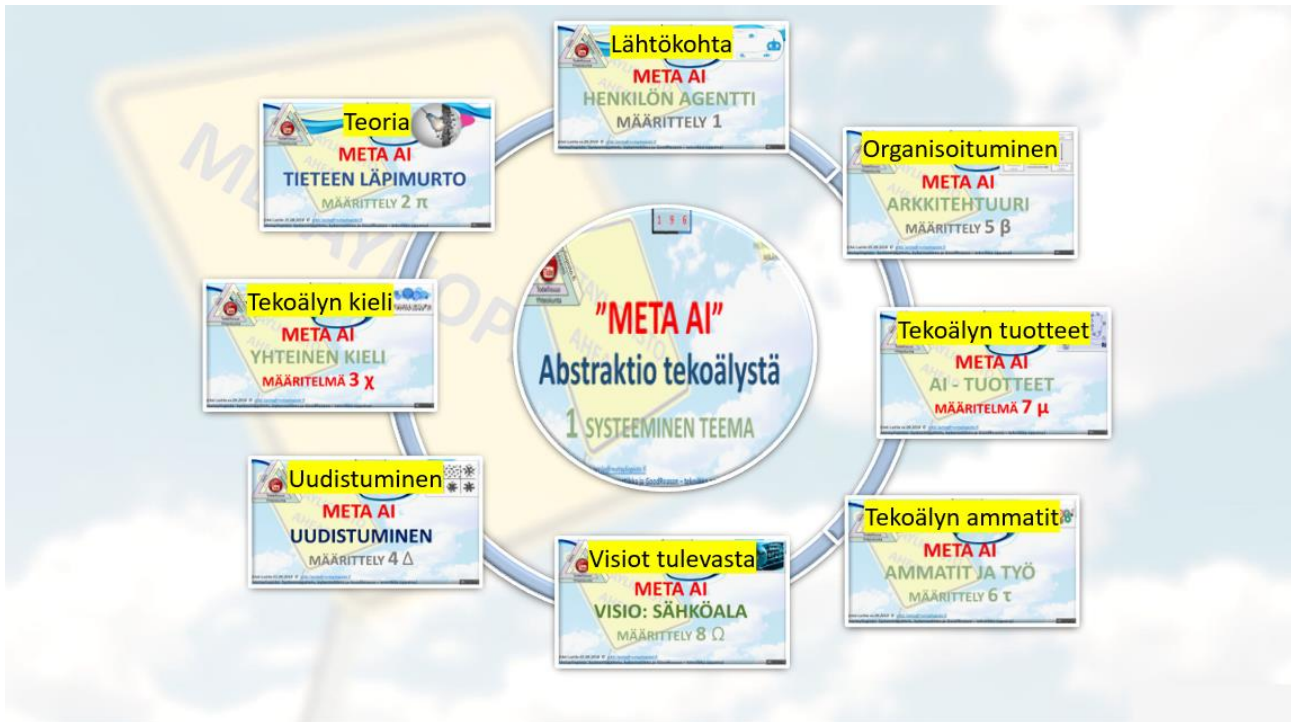
Systemiajattelun keskeisimmät käsitteet

Systemiajatteluun tärkeimmät käsitteet http://en.wikipedia.org/wiki/Glossary_of_systems_theory

- **Autopoiesis** eli autopoiesi: prosessi, jossa systeemi luo itseään oman itsesääätelykykynsä avulla. Systeemi pystyy korjaamaan ja uudistamaan itseään materiaali- ja energiavirran avulla. Se on olennainen elävien systeemien ominaisuus.
- **Black box** eli musta laatikko: termi tarkoittaa tapaa tarkastella systeemiä tai kohdetta ulkoa päin siihen menevän syötteen ja saadun tuloksen mukaan.
- **Bounded rationality** eli rajoittunut päättely: logiikka, joka johtaa systeemin sisällä järkeviin päätelmiin, mutta jotka systeemin ulkopuolelta katsottuna eivät kuitenkaan ole järkeviä.
- **Emergence** eli emergenssi: Ilmiö, joka syntyy, kun systeemi osineen muodostaa uuden tason, mikä ei tulisi esille sen komponenteista niiden ollessa erillään.
- **Feedback** eli palaute: Systeemistä saatu signaali tai paluuarvo, joka viedään takaisin sille syötteeksi, missä sitä verrataan johonkin valittuun tilaan. Ero vaikuttaa systeemin seuraavaan tilaan. Palautteeseen liittyy viive ja stabiiliusongelmia.
- **Entropy** eli entropia: Fysiikassa entropia ilmentää energiaa, jota ei voida hyödyntää, koska se lisää epäjärjestyttä. Toisaalta entropialla mitataan viestin sisältämän informaation määrää.
- **Evolution** eli kiertokulku: Systeemit kehittyvät kohti rakenteellista kompleksisuutta, ekologista yksinkertaisuutta ja kohti tehokkaampia toimintatapoja saavuttaakseen dynaamista harmoniaa.
- **Holism** eli holismi: Tapa tutkia systeemeitä kokonaisuutena mitä ilmiöitä ne muodostavat yhdessä.
- **Homeostasis**: Ominaisuus, millä elävä organismi pystyy saavuttamaan tasapainon.
- **Process model** eli prosessimalli: Menettely, jolla systeemejä ja periaatteita suunnitellaan ja tarkastellaan niiden käyttäytymisen mukaan tietyn ajan kuluessa.
- **Self-organizing system** eli itse organisoituva systeemi: systeemi, joka muuntelee itseään emergenttien piirteittensä avulla.
- **Strong emergence** eli vahva emergenssi: Muutos, missä systeemi saavuttaa tilan, mitä ei voida johtaa takaisinpäin sen alkuperäisistä osista. Esimerkiksi mieli ja ruumis muodostavat ihmisessä vahvan emergenssin.
- **Synergy** eli synergia: Prosessi, missä systeemi kehittää uusia emergenttejä ominaisuuksia siten, että ne johtavat tilaan, missä kokonaisuus on enemmän kuin osiensa summa.
- **Weak emergence** eli heikko emergenssi: Muutos, missä systeemi saavuttaa emergenssin, joka voi palautua takaisin osiinsa. Esimerkiksi sininen ja keltainen väri muodostavat sekoitettuna vihreää väriä.
- **White box** eli valkoinen laatikko (myös lasilaatikko): Termi kuvaa systeemin analysoimista siten, että sisäinen rakenne tunnetaan (vs musta laatikko).
- **Wholeness** eli kokonaiskäsitys: Systeemeistä saatu käsitys, missä sen rakenteelliset osat erottuvat toisistaan, mutta jossa on näkyvissä yhdistäviä emergenttejä ominaisuuksia.

Vastuullisen tekoälyn periaatteen syntytarina

Systemiajattelu antaa mahdollisuudet laatia visioita ja ajatusleikkejä mistä tahansa kohteesta ja käsitteestä lähtien. Maailma on avoin tutkittavaksi vaihtoehdoina, joihin liittyy kombinatoriikkaa ja kompleksisuutta. Tulosten esille saamiseksi tarvitaan taitoa analysoida ja suunnitella, konstruktivista otetta, mutta myös tapoja viestiä.



Kuva esittää Meta – tekoälystä laadittua systeemistä mallia videoesityksineen.

Raportin systeeminen, konstruktivinen, rationaalinen tutkimustapa eroaa merkittävästi kvantitatiivisesta ja kvalitatiivisesta perinteestä, koska se ei rajoitu vanhoihin rakenteisiin, eikä viitekehyksiin.

Yhteiskunta saadaan niin sanotusti "valmiiksi", kun löydetään ihanteellisia ratkaisuja ja reittejä niihin. Wilberin *Integral teoria* on yksi tämän raportin lähtökohdista. Metayliopiston tekniikat syventävät tätä Kaiken teoriaa organisaatioiden, IT:n ja tekoälyn suuntaan. Systeemisyys, holarkia ja kybernetiikka ovat tulevaisuuden tekoälyn avainsanoja.

Vastuullinen tekoäly on teema, joka ottaa osapuolten toiveet huomioon optimoimalla ja sovittelemalla tavoitteita. Sitä tarkoittaa Viable System – periaate.

Antoisia lukukokemuksia!

Erkki Laitila, FT, Metayliopisto