

ACTA  
FUTURA  
FENNICA  
NO 5

# Miten tutkimme tulevaisuutta?

toinen, uudistettu painos

Matti Vapaavuori & Sanittu von Bruun (toim.)



TULEVAISUUDEN  
TUTKIMUKSEN SEURA  
SÄLLSKAPET FÖR  
FRAMTIDSSTUDIER  
FINNISH SOCIETY  
FOR FUTURES STUDIES

## TULEVAISUUKSIENKAIKKEUS

Pentti Malaska, Ilkka Virtanen

*Asioiden ja ilmiöiden ei mielellään anneta liehua vapaasti. Ne pyritään vangitsemaan ja jakamaan lahkoihin, luokkiin ja alajaksoihin. Kun menetelmää sovelletaan niinkin kurittomaan ilmiöön kuin kirjailijoihin, joudutaan helposti metsään, ja syvälle. Kun akateeminen luokittelutaipumus yhdistetään journalistisen iskevyyden tavoitteluun, syntyy aivan älyttömiä tulkintoja. (Hannu Raittila, Finlandia palkintopuhe, Parnasso 2/2002).*

Lukijan kannattaa pitää mielessään nuo kirjailija Hannu Raittilan sanat kohdennettuna tässä kirjoituksessa käsiteltävään yhtä kurittomaan ilmiöön nimittäin tulevaisuuteen. Menetelmä ja riskit ovat samat.

### Tulevaisuuskartta

Tulevaisuudentutkimuksen teoriaa rakennettaessa on hyvä lähteä liikkeelle jostakin tutusta, joka voi tarjota hedelmällisen analogian tehtävää varten. Tällainen on kaikille tuttu asia: maisema ja sitä esittävä kartta. Kartta ei ole maisema, siinä ei voi kulkea muuta kuin mielikuvituksissaan eikä siinä kasva puita eivätkä järvet lainehdi kuten maisemassa, vaikka kartta niin kertookin. Kartta ei tarjoa niitä aistihavaintojen kokemuksia, joita todellinen maisema tarjoaa. Silti se on varsin hyödyllinen tietolähde maisemasta sen jäljennöksenä ja mallina. Kartta on hyvinkin tarpeellinen sille, joka haluaa kulkea maisemassa olettaen, että hän osaa lukea karttaa eli tulkita sen symbolien sanomaa todellisesta maisemasta.

Vastaavanlaiset kartan ominaisuudet olisi hyvä saada tulevaisuudentutkimuksen käyttöön jonkinlaisten tulevaisuuskarttojen avulla. Kun ajatellaan, että tulevaisuus vastaa maisemaa, niin tulevaisuuskartta on koettavissa olevan tulevaisuuden symbolinen kuvaus ja malli. Tulevaisuuskartta ei sekään ole tulevaisuus vaan hyödyllinen tietolähde tulevaisuudesta, jota käyttäjän pitää osata lukea ja tulkita.

Tulevaisuudentutkimuksen opetuksen tehtävänä on opettaa tekemään tulevaisuuskarttoja, lukemaan ja tulkitsemaan niitä.

Tavallisessa kartassa kuvasymbolit esittävät maaston erilaisia ominaisuuksia ja niiden keskinäisiä suhteita, kuten puita, järviä, kallioita, teitä, taloja, korkeuseroja, jyrkkyyksiä jne. Kartografian pitkän kehityshistorian kuluessa on pystytty kansainvälisesti sopimaan merkeille yhtenäisistä standardeista. Samoin on sovittu suunta- ja välimatkasuhteiden esittämisestä maiseman eri osien välillä siten, että pohjoisen suunta on kartassa ylöspäin ja län-

tinen suunta on vasemmalle, ja että mittakaavalla ilmoitetaan maiseman pituusyksikön suuruus kartalla.

Tulevaisuuskarttojen kohdalla yhteisesti sovittuja esittämisstandardeja ei ole olemassa enempää tulevaisuuden ominaisuuksille kuin niille suhteille ja riippuvuuksille, joita ominaisuuksien välillä oletetaan nyt ja tulevaisuudessa vallitsevan. Ei ole olemassa varmaa tietoa tai yhdenmukaista käsitystä siitäkään, mitä asioita olisi tulevaisuuden kannalta pidettävä tärkeinä jossakin kartassa esitettäväksi. Kartta saattaaakin olla enemmän pelikentän kuvaus kuin maiseman kuvaus siinä mielessä, että siinä esitettävät ominaisuudet määräytyvät tulevaisuudesta kiinnostuneiden subjektiivisista käsityksistä ja intresseistä. Sen vuoksi jokainen tulevaisuuskartta on lähes uniikki teos, jonka tulkinta saattaa olla vaivalloista muille kuin kartan laatijoille tai toimeksiannossa mukana olleille. Toivottavaa tietenkin on, että "tulevaisuuskartografia" tulee kokemusten kautta edistymään aikojen kuluessa myös objektiivisesti. Ihmisen kannattaa pohtia elämässä kaikkia puolia, sanoi Sokrates jo aikoinaan, ilmeisesti siis myös tulevaisuutta. Siinä hommassa tulevaisuuskartta voi palvella hyvänä välineenä.

Maantieteellisessä kartassa on nähtävissä erilaisia maisematyyppejä. On suota, järveä, kalliota, kangasmaastoa, havumetsää, lehtimetsää, teitä jne. Kussakin kohtaa kartassa maisematyypit ovat useimmiten toisensa poissulkevia, eli jos on suota ei ole kalliota ja jos on järvi ei ole tietä. Joka kohdassa kartta ei kuitenkaan ole näin selväpiirteinen ensikatsannolta, mm. suolla voi kasvaa havumetsää ja tie voi kulkea milloin kankaalla milloin järven rantaa. Maisematyyppien kuvaamisessa looginen erillisuus ja toisensa poissulkevuus on kuitenkin tärkeä menetelmällinen ominaisuus. Sen säilyttämiseksi voidaan erottelua tarvittaessa hienontaa lisäämällä informaatiota, esimerkiksi määrittelemällä kartan kohdan maisematyypiksi "suo jolla kasvaa havumetsää". Toisaalta taas jos käyttötarve sallii voidaan tehtyä loogista erottelua karkeistaakin jättämällä informaatiota pois, niinpä tiekartat sisältävät vain vähän tietoa maisematyypeistä. Tulevaisuuskarttoissa on tärkeä pitää mielessä tämä sama mahdollisuus.

Jonkin alueen esittäminen kokonaan saattaa vaatia useita erillisiä karttalehtiä alueen laajuuden ja valitun mittakaavan vuoksi ja sisäl-

lön runsauden vuoksi. Tällainen karttalehtien joukko vastaa tulevaisuuskartastoa kokonaisuudessaan, voidaan puhua tulevaisuusavaruudesta tai tulevaisuusgalakseista tai jopa tulevaisuudenkaikkeudesta riippuen siitä kuinka laaja tulevaisuuden alue valitaan kohteeksi. Karttalehti on puolestaan hyvä vastine erilliselle tulevaisuuden osan hahmotelmalle. Tulevaisuuden tiettyä hahmotelmaa – karttalehteä – sanotaan seuraavassa tulevaisuuden synopsisiksi. Synopsis tarkoittaa kertomuksen jäsentelyä ja kohteen karkeistettua esitystä, tulevaisuuden synopsis on kertomus tulevaisuuden jostakin mahdollisesta ilmentymästä.

Tulevaisuuskartan seuraavan tason kokonaisuus muodostuu monista synopsisista ikään kuin useista karttalehdistä, jotka eivät peitä toisiaan vaan ovat toisensa poissulkevia tulevaisuuden hahmotelmia. Tulevaisuuskartan tekeminen tarkoittaa tulevaisuuden synopsisien muodostamista ja kokoamista jonkin hyvin määritellyn menetelmän mukaisesti. Tässä esiin tuleva menetelmä on geneerisen tulevaisuustaulukon menetelmä.

### Strateginen liiketoimintojen kartta

Kartta-analogia on sikälikin mielenkiintoinen, että siihen on tukeuduttu monessa muussakin yhteydessä, jotka havainnollistavat tai toimivat täydennyksenä tälle esitykselle. Tällainen on mm. sen käyttö tulevaisuudentutkimukseen verraten läheisesti liittyvässä yhteydessä, yrityksen strategisen suunnittelun alueella.

Harvard Business Schoolin professori Robert S. Kaplan ja konsulttitoimiston johtaja David P. Norton esittelivät vuonna 1992 Harvard Business Review -lehdessä Balanced Scorecardiksi (BSC) nimeämänsä strategisen suunnittelun työkalun. BSC kehitettiin antamaan yrityksen ylimmälle johdolle nopea, mutta laaja-alainen ja kattava kuva yrityksen strategisesta tilanteesta. Suomessa menetelmästä on käytetty mm. nimityksiä tasapainoitettu tuloskortti, tasapainoinen menestysstrategia tai tasapainoinen onnistuminen, viimeksi mainitut erityisesti julkisessa hallinnossa (Kaplan & Norton 2001).

BSC syntyi vaihtoehtona kritiikille, jota Kaplan ja Norton esittivät perinteistä tilinpäätös- ja tunnuslukuanalyysia kohtaan. Kaplan ja Norton pitivät tunnuslukuanalyysiä staattisena, historiatietoihin perustuvana, siis taaksepäin katsovana, ja yksinomaan taloudellisessa nä-

kökulmassa pitäytyvänä. BSC taas edustaa heidän mukaansa dynaamisuutta ja tulevaisuussuuntautuneisuutta sekä ottaa yritystoiminnan eri näkökulmat huomioon.

Kaplanin ja Nortonin alkuperäisessä BSC-mallissa on neljä näkökulmaa: talouden, asiakkaan, sisäisen tehokkuuden sekä innovatiivisuuden ja oppimisen näkökulma. Näille eri näkökulmille etsitään tärkeimmät ominaisuudet eli dimensiot ja ominaisuuksille mittarit. BSC:n tavoitteena on pelkistää yrityksen tai muun organisaation visiosta johdettu yleisstrategia helposti hahmotettavaksi kaavioksi, jota voidaan käyttää mm. yksityiskohtaisen strategian luomisen, toteuttamisen ja valvonnan välineenä.

Kaplan ja Norton ovat myöhemmin muuntaneet alkuperäisen mallinsa ns. strategiseksi kartaksi (strategic map), joka osoittaa eri näkökulmien väliset kausaalisuhteet. Tätä strategista karttaa voidaan pitää myös yrityksen tai organisaation liiketoimintamallina, koska sen perusideana on osoittaa ne kriittiset strategiset tekijät, joihin vaikuttamalla yrityksen tai organisaation visio voidaan saavuttaa, ja näiden kriittisten tekijöiden väliset riippuvuus-suhteet.

BSC-menetelmän strategisen kartan muotoon saatettua työkalua on sittemmin kehitetty eri yhteyksiin sopivaksi. Paul Lillrankin kehittämä hyötykarttamenetelmä (Enabler-Effect Map, EEM) on esimerkki laajojen toiminnanohjausjärjestelmien (mm. tietojärjestelmäninvestointien) suunnitteluun, ohjaukseen ja valvontaan tarkoitettusta sovelluksesta. (Lillrank 1999).

### **Tulevaisuuskartan rakenne**

Kaikki ne erilliset asiat, jotka kulloinkin katsotaan relevanteiksi tulevaisuuden kartoittamisessa ja tulevaisuudesta tietämisessä määrittämään geneerisen talukon avulla, ja taulukko puolestaan ratkaisee millaiset synopsikset kuuluvat tulevaisuuskarttaan. Mahdollisten tulevaisuuksien äärettömästä kaikkeudesta geneerinen taulukko rajaa tietyn osajoukon tietämisen kohteeksi. Sen määrittämä tulevaisuus tehdään "näkyväksi" ja muu osa mahdollisuuksista jää tietämisen, näkyvän tulevaisuuden, ulkopuolelle.

Synopsis on tulevaisuuden tietty malli, mutta ei jäljennöksen mielessä kuten maantieteelli-

nen kartta maiseman suhteen, vaan malli mahdollisen, todennäköisen tai halutun esikuvan merkityksessä. Tulevaisuuskartta ei esitä yhtä vaihtoehtoa tulevaisuudelle, vaan siinä on monta vaihtoehtoista esikuvamallia samalla kertaa. Tulevaisuudelle mahdollisia esikuvia on aina enemmän kuin mille on tilaa aineellisessa, aistihavaintojen todellisuudessa. Kaikki mahdollisuudet ovat kuitenkin todellisia, jos ne ovat mahdollisia, silloin ne ovat ontologisesti osa todellisuutta. Tulevaisuutta täytyy opetella lukemaan tulevaisuuskartan avulla toisella tavalla kuin maisemaa maisemakartasta.

### **Skenaariomuuttujat**

Tulevaisuuskartta on mahdollisten tulevaisuuksien symbolinen kuvaus. Sen symbolit – sanat, kuvat, luvut, taulukot, merkinnät – määrittelevät aiheita ja teemoja, joita tulevaisuudentutkimusta tehtäessä kartan laatijat syystä tai toisesta pitävät tärkeinä tulevaisuuden elementteinä. Aiheiden ja teemojen otsikkoja kutsutaan seuraavassa skenaariomuuttujiksi.

Tulevaisuuskartan luominen aloitetaan identifioimalla ja sopimalla mihin aiheisiin tulevaisuudesta tietäminen tullaan rajaamaan ja mitä skenaariomuuttujia käyttäen ja miten toteuttamaan. Rajaaminen tarkoittaa, että valitaan lista tärkeistä ja kiinnostavista aiheista ja annetaan niille aiheen ja teeman mukainen skenaariomuuttujanimi, esimerkiksi talouskasvu, väestön ikääntyminen, dematerialisaatio, vienti jne. Listaa ei yhden ja saman työn edetessä yleensä ainakaan lisätä. Annettuna se määrittelee mistä tulevaisuuden piirteistä ollaan kiinnostuneita, mistä halutaan tietää ja samalla myös epäsuorasti sen, mitä on sillä kertaa jätetty uteliaisuuden ulkopuolelle. Skenaariomuuttujien lista on samalla sekä kertomuksen rajaus ulkopuolelle jätettyjen asioiden suhteen että kertomisen viitekehys, jossa tulevaisuudesta tietäminen aktualisoituu.

Se mitä annetussa viitekehyksessä tulee mahdolliseksi kertoa tulevaisuudesta määrittäyty skenaariomuuttujien mahdollisten tilojen tai kuten logiikan terminologian mukaisesti sanotaan skenaariomuuttujille valittavissa olevien mahdollisten arvojen perusteella. Kukin skenaariomuuttuja esiintyy siten paitsi aiheen tai teeman nimenä muuttujien listassa myös joukkona erilaisia mahdollisia sisältöjä, variaatioita, arvoja vastaavalle teemalle. Kuinka yksityiskohtaiseen tai karkeaan jaotteluun teemojen sisältöjä eriteltäessä päädytään riippuu kulloisestakin tapauksesta, kuten esimerkiksi

”suo jolla kasvaa mäntymetsää” maisemakar-  
tan yhteydessä pyrittiin havainnollistamaan.

### Geneerinen taulukko

Geneerisellä taulukolla tarkoitetaan taulukkoa, jossa kullakin skenaariomuuttujalla (teemalla) on oma rivinsä ja jossa kullakin rivillä olevat ruudut vastaavat ko. skenaariomuuttujan eri arvovalintoja (teemojen sisältövaihtoehtoja, variaatioita teemasta). Eri riveillä voi olla eri määrä ruutuja. Geneerisen taulukon laajuudeksi määritellään sen kaikkien ruutujen lukumäärää. Jos skenaariomuuttujia on  $K$  kappaletta ja rivin  $i$  muuttujan arvojen lukumäärä on  $n_i$ , niin taulukon laajuudeksi  $M$  saadaan

$$(1) \quad M = \sum_{i=1}^K n_i = K \times \bar{n},$$

missä  $\bar{n}$  on taulukon rivien sisältövaihtoehtojen keskimääräinen lukumäärä.

### Tulevaisuuden synopsikset

Kootaan rivi riviltä muuttujien arvoista joukko, jossa kullakin riviltä on mukana yksi arvo eli yksi ruutu. Tässä joukossa ovat kaikki muuttajat edustettuina jollakin arvolla. Tällaista yhdelmää sanotaan tulevaisuuden synopsikseksi. Geneerisen taulukon määrittelemässä kerronnan viitekehyksessä se on eräs mahdollinen hahmotelma tulevaisuuden kertomukseksi. Kuvaan 1 on merkitty eräs synopsis.

### Tulevaisuuskartan formalisointi

#### Skenaariomuuttujien joukko

Merkitsemällä skenaariomuuttujien joukkoa isolla kirjaimella  $X$  ja erottamalla muuttujat toisistaan alaindeksillä  $i=1, \dots, K$ , sekä merkitsemällä skenaariomuuttujien arvoja vastaavasti pienellä kirjaimella  $x$  ja kahdella alaindeksillä  $i=1, \dots, K$ , ja  $j=1, \dots, n_i$ , joista ensimmäinen viittaa skenaariomuuttujaan ja toinen määrittää kyseessä olevan muuttujan arvon, voidaan skenaariomuuttuja esittää muodossa

$$(2) \quad X_i = (x_{ij} | j=1, \dots, n_i), \quad i=1, \dots, K.$$

Skenaariomuuttujien joukko on tällöin  $X = \{X_i | i=1, \dots, K\}$

#### Tulevaisuuskartta

Tulevaisuuden synopsikselle  $F_q$  saadaan siihen kuuluvien muuttujien arvojen yhdelmänä vastaavasti formaalinen merkintä

$$(3) \quad F_q = (x_{1q_1}, x_{2q_2}, \dots, x_{Kq_K}), \quad q=1, \dots, N, \\ q_i=1, \dots, n_i, \quad i=1, \dots, K.$$

Määritelmässä (3)  $N$  on erilaisten geneeriseen taulukkoon sisältyvien tulevaisuuskartan synopsiksien maksimilukumäärä. Sen suuruus riippuu skenaariomuuttujien kuvaamisen karkeusasteesta eli muuttujien mahdollisten arvojen lukumääristä  $n_i$  seuraavan kertolaskun mukaisesti

$$(4) \quad N = \prod_{i=1}^K n_i = n_1 \times n_2 \times \dots \times n_K.$$

Tulevaisuuskartta voi sisältää näin monta erilaista mahdollista tulevaisuuden hahmotelmaa eli synopsista. Koska muuttujien joidenkin arvojen välillä voi olla kieltosääntöjä, todellinen lukumäärä voi jäädä pienemmäksi.

Otetaan käyttöön seuraava taulukon muotoinen Diracin delta taulukko  $D_q$ :

$D_q$  on geneerisen taulukon muotoinen ja kokoinen taulukko, jonka ruuduissa jokaisella rivillä on vain yksi ykkönen ja muut nollija. Ykkönen on siinä ruudussa, jota vastaavan skenaariomuuttujan arvon halutaan esiintyvän valitussa tulevaisuuden synopsiksessa  $D_q$ . Diracin delta määrittelee siten määrätyn synopsiksen poiminnan kaikkien synopsiksien joukosta.

Mikä tahansa synopsis  $F_q$  on nyt esitettävissä geneerisen taulukon  $X$  ja Diracin delta taulukon  $D_q$  välisenä kertolaskuoperaationa (o):

$$(5) \quad F_q = D_q \circ X \\ = (D_{q1} \cdot X_1, \dots, D_{qK} \cdot X_K), \quad q=1, \dots, N.$$

Kaavassa (5)  $D_{qi}$ :llä on merkitty taulukon  $D_q$  riviä  $i$ ,  $i=1, \dots, K$ , vastaavaa vektoria ja  $X_i$ :llä (kaavan (2) mukaisesti) geneerisen taulukon  $X$  riviä  $i$ . Lauseke  $D_{qi} \cdot X_i$  on näiden vektorien sisä- eli skalaaritulo.

Tulevaisuuskartta  $F$  määritellään nyt kaikkien synopsisten joukkona eli

$$(6) \quad F = \{F_q | q=1, \dots, N\}.$$

2. Technology / Organisation	3. Culture / Values	4. Globalisation	5. Macro economic policies (EMU)	7. Social and employment policies
No major breakthrough. Downsizing. Continuing de-specialisation of Europe in high-tech.	Increasing individualism. Fear of the future.	Globalisation continuing. Sectoral resistances, local difficulties.	Broad EMU with limited coordination and no major tensions.	Continuing "decremental" adjustment of social protection.
No major breakthrough. Increasing dualism. Increasing de-specialisation of Europe in high-tech.	Strongly increasing individualism. Social and geographical segregation. Power of lobbies.	Globalisation accelerating. "Borderless world"	Broad EMU with limited coordination and major tensions.	Strong labour market deregulation. Residual welfare state.
Major breakthrough. Europe innovating and/or catching up.	Renaissance of social/ecological awareness. Regions/localities experiments.	Globalisation slowing down. Trade conflicts, regional blocks.	Broad EMU with strong coordination.	Strong resistance against welfare state reform.
Major breakthrough. Increasing technologically induced inequality. Europe catching up.	Revolt of the bottom-half against globalisation.	Global crisis.	Failure of EMU.	Radical reform of welfare state: universalism and individual incentives.
Major breakthrough. Increasing technologically induced inequality. Europe falling behind.				

**Kuva 1.** Tulevaisuusavaruuden geneerinen taulukko ja avaruuden "Laissez faire" synopsis (valkeat ruudut).  
Lähde: Scenarios Europe 2010, EC / FSU, July 1999.

## Tulevaisuusavaruus

### Tulevaisuusavaruuden määritelmä

Tulevaisuusavaruuden käsite on tarpeen kartta-analogian yleistämiseksi. Maantieteellisistä analogioista siirrytään kosmologisiin analogioihin. Tulevaisuusavaruus voidaan määrittellä kahdella toisiaan täydentävällä tavalla: geneerisen taulukon ja tulevaisuuskartan avulla.

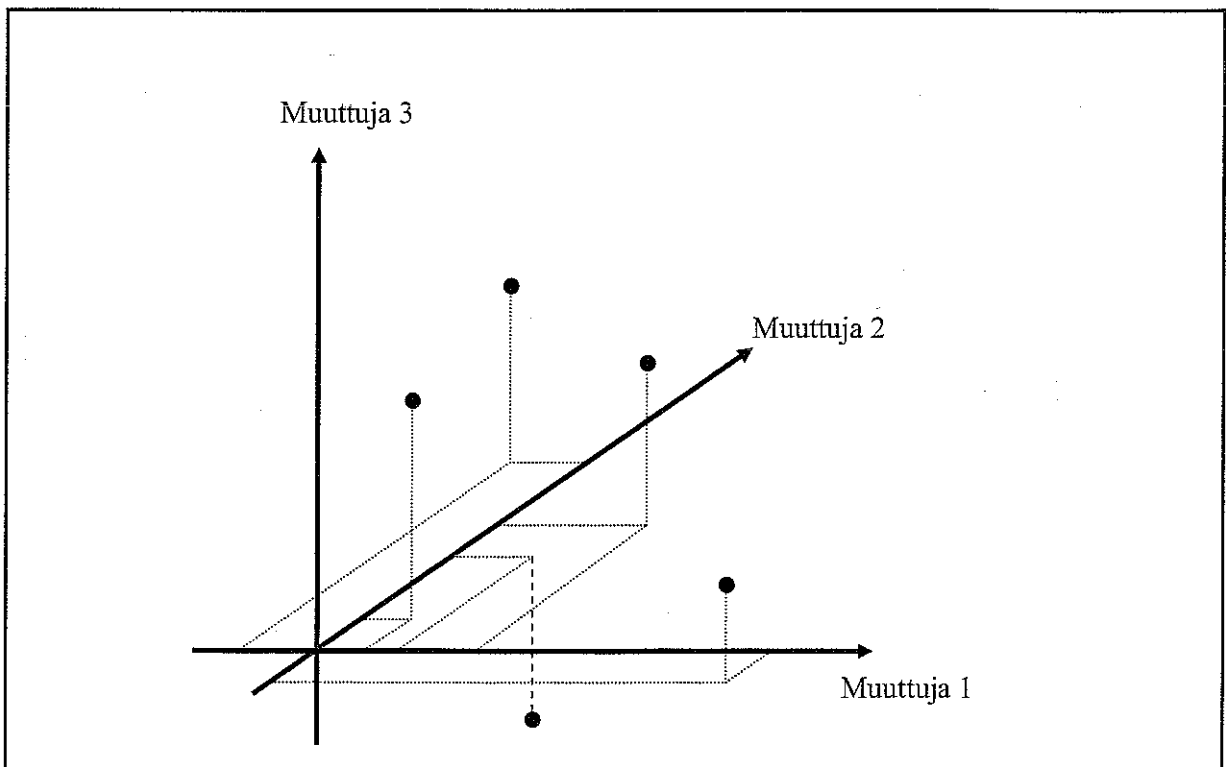
Jokainen skenaariomuuttuja on tulevaisuudentutkimuksessa itsenäinen tulevaisuuden ulottuvuus, jonka suuntaan kertomusta voidaan virittää sen arvojoukon sallimissa puitteissa. Geneerinen taulukko, jossa on  $K$  skenaariomuuttujaa erilaisine arvoineen, virittää siten  $K$ -ulotteisen aiheavaruuden. Tätä skenaariomuuttujien virittämää avaruutta sanotaan tulevaisuusavaruudeksi. Kaikki mikä geneerisen taulukon antaman viitekehäyksen puitteissa on tulevaisuudesta esitettävissä sisältyy tähän avaruuteen ja sen  $K$ :n ulottuvuuden ominaisuuksiin. Kaava (6) yllä on siten tulevaisuusavaruuden formaalinen esitys.

Toisaalta tulevaisuuskartan yhteydessä jo osoitettiin, kuinka geneerisen taulukon sisältämä informaatio voidaan esittää tyhjentävästi ja yksikäsitteisesti synopsisien joukon avulla. Jokainen synopsis saa jonkin arvosisällön kussakin tulevaisuusavaruuden ulottuvuudes-

sa, mikä tarkoittaa, että jokaista synopsisista vastaa yksikäsitteisesti jokin tulevaisuusavaruuden piste. Tulevaisuusavaruus koostuu näistä pisteistä ja se on näiden synopsispisteiden joukko. Kolmiulotteista tulevaisuusavaruutta ja sen synopsispisteitä on havainnollistettu kuvassa 2. Tulevaisuusavaruudelle voidaan antaa lisää ominaisuuksia liittämällä sen synopsisiin eettisiä attribuutteja kuten haluttu, vältettävä tai neutraali tulevaisuus. Näitä piirteitä ei tässä esityksessä kuitenkaan tarkastella enempää.

### Synopsisitaisuus

Kaksi tulevaisuusavaruuden synopsisista voivat eroata toisistaan yhden tai useamman skenaariomuuttujan kohdalla siten, että muuttujilla on eri arvot. Kunkin muuttujan kohdalla voivat synopsisit olla erilaisia niin monella eri tavalla kuin ko. muuttujan arvojen lukumäärä sallii. Koska arvot ovat skenaariomuuttujien edustamien teemojen sisältöjä ja siten tavallaan nominaaliasteikollisia suureita, niin niiden väliset sisällölliset eroavuudet ovat kuvattavissa vain laadullisten luonnehdintojen muodossa. Synopsisdifferenssilla tarkoitetaan yksinkertaisesti vain sitä, minkä skenaariomuuttujien kohdalla tarkasteltavat kaksi synopsisista saavat eri arvot. Synopsisdifferenssi määritellään seuraavalla tavalla.



Kuva 2. Havainnekuva synopsisiksesta 3-ulotteisessa avaruudessa

Olkoon kaksi synopsisia  $F_q$  ja  $F_p$ , joiden arvovalinnat tietyn skenaariomuuttujan ( $X_i$ ) kohdalla joko eroavat toisistaan, jolloin  $x_{ip} \neq x_{iq}$ , tai eivät eroa.

Määritellään erilaisuusvektori  $\Delta(F_p, F_q)$  kahdelle synopsisille  $F_p$  ja  $F_q$ .

$$(7) \quad \Delta(F_p, F_q) = (x_{ip} \leftrightarrow x_{iq} \mid i=1, \dots, K).$$

Erotus  $(x_{ip} \leftrightarrow x_{iq}) = 0$  silloin ja vain silloin, kun  $x_{ip} = x_{iq}$ , ja muuten se saa arvon 1. Ykkösten lukumäärä erilaisuusvektorissa kertoo monessako kohtaa kaiken kaikkiaan synopsisit eroavat toisistaan. Erilaisuusrelaatio on symmetrinen

$$(8) \quad \Delta(F_p, F_q) = \Delta(F_q, F_p),$$

mutta ei esimerkiksi additiivinen kolmannen synopsisin suhteen, ts. välttämättä ei ole voimassa kaikilla  $p, r$ , ja  $q$ :n arvoilla

$$(9) \quad \Delta(F_p, F_r) = \Delta(F_p, F_q) + \Delta(F_q, F_r).$$

Additiivisuuden pätemättömyys nähdään helposti esimerkiksi tarkastelemalla (9):ssä tapusta  $p = r$ . Tällöinhän yhtälön (9) vasen puoli on nollavektori, mutta molemmat oikean puolen vektorit voivat olla positiivisia.

Erotusrelaatio ei myöskään ole transitiivinen. Transitiivisuusominaisuuden puuttumisella tarkoitetaan tässä seuraavaa. Jos on esimerkiksi voimassa, että synopsis  $F_p$  eroaa synopsisista  $F_q$  enemmän kuin synopsis  $F_q$  synopsisesta  $F_r$ , niin tästä ei kuitenkaan voida päätellä, että  $F_p$  poikkeaisi  $F_r$ :stä (vielä) enemmän kuin  $F_q$ :sta. Sen sijaan käyttöön otetuista synopsisien ja kahden synopsisin erotuksen vektorimäärittelyistä seuraa, että erotusrelaatio täyttää vektoreille tyypillisen kolmioepäyhtälön:

$$(10) \quad |\Delta(F_p, F_q) - \Delta(F_q, F_r)| \leq |\Delta(F_p, F_r)| \leq |\Delta(F_p, F_q) + \Delta(F_q, F_r)|.$$

Vasemman puolen edustama alaraja kaksoisepäyhtälössä (10) saavutetaan, kun synopsisit  $F_p$  ja  $F_r$  poikkeavat synopsisista  $F_q$  keskenään samalla tavalla mahdollisimman monen skenaariomuuttujan osalta ja oikea puoli taas, kun  $F_p$  ja  $F_r$  poikkeavat synopsisista  $F_q$  keskenään eri tavalla kaikkien eroavien skenaariomuuttujien osalta.

Erilaisuusvektorin avulla voidaan määrittellä synopsisien välimatkan käsite eli suhteellinen synopsisetäisyys. Synopsisien välimatkalla tarkoitetaan niiden arvovalintojen lukumäärää, joissa hahmotelmat eroavat toisistaan. Välimatka on siten sama kuin ykkösten lukumäärä erilaisuusvektorissa. Jos erilaisuusvektorissa on vain nollia niin tulevaisuuskuvat ovat identtiset ja niiden välimatka on nolla. Välimatka on suurimmillaan kun synopsisit eroavat toisistaan jokaisen muuttujan kohdalla, niiden välimatka eli suhteellinen synopsisetäisyys on silloin  $K$  yksikköä, missä  $K$  on tulevaisuusavaruuden skenaariomuuttujien lukumäärä. Annetusta synopsisista jollakin etäisyydellä olevien synopsisien lukumäärä riippuu tulevaisuusavaruuden laajuudesta, ja jokaisen synopsisin ympärillä tietyn välimatkan päässä on aina sama määrä muita synopsisia. Jokin tulevaisuushahmotelma on  $C$ -läheinen annetulle synopsisille silloin, kun sen synopsisetäisyys annetusta synopsisista on  $C$  välimatkayksikköä, missä  $0 \leq C \leq K$ .

#### C-läheisten synopsisien osajoukot

Seuraavassa tarkastellaan tietylle synopsisille  $C$ -läheisten synopsisien lukumäärää eri  $C$ :n arvoilla. Olkoon ensin  $C=1$ . Tietylle synopsisille (mille tahansa  $N$ :stä mahdollisesta) 1-läheisiä ovat ne synopsisit, jotka poikkeavat tästä synopsisista tarkalleen yhden muuttujan kohdalla. Näiden 1-läheisten synopsisien lukumäärä on selvästikin

$$(11) \quad N_1 = (n_1 - 1) + (n_2 - 1) + \dots + (n_K - 1) = \sum_{i=1}^K (n_i - 1) = \sum_{i=1}^K n_i - K = M - K,$$

missä  $M = \sum_{i=1}^K n_i$  on geneerisen taulukon solujen lukumäärä eli taulukon laajuus (1).

Vastaavasti 2-läheisten synopsisien lukumäärä on

$$(12) \quad N_2 = (n_1 - 1)(n_2 - 1) + (n_1 - 1)(n_2 - 1) + \dots + (n_{K-1} - 1)(n_K - 1) = \sum_{j>i} (n_i - 1)(n_j - 1).$$

Yleisesti  $C$ -läheisten synopsisien ( $1 \leq C \leq K$ ) lukumäärä on

$$(13) \quad N_C = \sum_{i_1 < i_2 < \dots < i_C} (n_{i_1} - 1)(n_{i_2} - 1) \dots (n_{i_C} - 1)(n_{i_C} - 1).$$

Tämän erikoistapauksena saadaan "kauimaisten" eli  $K$ -läheisten synopsisien lukumääräksi

$$(14) N_K = (n_1 - 1)(n_2 - 1) \dots (n_K - 1) = \prod_{i=1}^K (n_i - 1).$$

$C$ -läheisten synopsisien lukumäärä on kaikille synopsisille yhtä suuri, mikäli taulukossa ei ole kieltosääntöjä voimassa. Tulevaisuusavaruudessa ei ole absoluuttista koordinaattistoa, vaan jokainen synopsis määrittää oman relatiivisen ympäristönsä  $C$ -läheisyyksineen. Jokainen synopsis on tulevaisuusavaruuden keskipiste ja sijaitsee samalla millä läheisyydellä tahansa jostakin toisesta keskipisteestä.  $C$ -läheisyys osittelee tulevaisuusavaruuden  $K$ :hon osa-alueeseen referenssisynopsiksen ympärille. Samaa  $C$ -läheiseen osa-alueeseen kuuluvat synopsisit ovat keskenään  $Z$ -läheisiä, missä  $Z$  ei ole vakio vaan voi kolmioepäyhtälön nojalla saada arvoja nolasta  $2C$ :hen, mutta ei kuitenkaan suurempia kuin  $K$ . Tässä mielessä tulevaisuusavaruus on samankaltainen kuin fyysikaalinenkin avaruus, se näyttää joka synopsisesta katsottuna samanlaiselta synopsisien jakautumista ajatellen.

$C$ -läheisyys relaatio on refleksiivinen eli jokainen synopsis on  $C$ -läheisyydellä itsestään ( $C=0$ ), ja se on myös symmetrinen eli jos  $F_q$  on  $C$ -läheinen  $F_p$ :n kanssa, niin  $F_p$  on myös  $C$ -läheinen  $F_q$ :n kanssa. Mutta relaatio ei ole transitiivinen eli jos  $F_q$  on  $C$ -läheinen  $F_p$ :n kanssa ja tämä on  $C$ -läheinen  $F_r$ :n kanssa, siitä ei välttämättä seuraa, että  $F_q$  ja  $F_r$  olisivat myös  $C$ -läheisiä. Läheisyysrelaation ei-transitiivisuus on suora seuraus relaation perustana olevan synopsisien erotusrelaation vastaavasta ominaisuudesta. Samalla tavalla läheisyysrelaatio ei ole myöskään additiivinen.  $C$ -läheisyysrelaatio toteuttaa kuitenkin vastaavan kolmioepäyhtälön kuin erotusrelaatiokin.

## Tulevaisuuksienkaikkeus

### Tulevaisuusgalaksit

Jokainen tulevaisuusavaruus (6) on omaan geneeriseen taulukkoonsa kiinnitetty ja tältä osin muuttumaton systeemi. Mahdolliset muutokset ovat siirtymisiä synopsisista toiseen. Mutta tulevaisuus todellisuutena ei välttämättä ole geneerisenä systeeminäkään muuttumaton, vaan päin vastoin monella tavalla toisenlaiseksi alati tuleva. Tulevaisuuden mallilla on oltava tätä emergenttistä muuttumista vastaavat ominaispiirteet. Nämä omi-

naisuudet saavutetaan yleistämällä tulevaisuusavaruuden käsittely mutta pysymällä kuitenkin käyttöön otetussa geneerisen taulukon menetelmässä. Ajateltavissa olevat muutosmahdollisuudet on kuvattava geneerisen taulukon vaihtoehtoisina versioina, joista kukin määrittelee oman tulevaisuusavaruuden, omankaltaisensa tulevaisuuden mallin.

Yksinkertaisesti voidaan geneeristä taulukkoa ajatella muutettavan siten, että joillekin skenaariomuuttujille tulee mahdolliseksi vaihtaa arvoja, joita ei aiemmassa taulukossa ole. Tai päin vastoin joidenkin muuttujien kohdalla valinnan mahdollisuuksia vähennetään siitä mitä ne ovat olleet. Skenaariomuuttujien lista pidetään kuitenkin samana, jolloin tulevaisuusavaruuden laajuus kasvaa tai pienenee muuttujien arvojen lisääntyessä tai vähetessä, mutta avaruuden ulottuvuus pysyy samana. Kuvauksen karkeistaminen ja hienontaminen ovat esimerkkejä tällaisista toimenpiteistä. Tällaisessa muuntosuhteessa toisiinsa olevat tulevaisuusavaruudet muodostavat kokonaisuuden, jota sanotaan tulevaisuusgalaksiksi ja sen formaalinen muoto on avaruuksien unioni:

$$(15) \Phi = F_1 \cup F_2 \cup \dots \cup F_p = \cup F_p$$

missä  $F_p$  on skenaariomuuttujalistasta  $p$  geneeroina avaruus. Galaksin, sen avaruuksien ja niiden synopsisien skenaariomuuttujien lukumäärät ovat yhtä suuret eli kun sitä luku merkitään #:llä, on:

$$(16) \# \Phi = \# F_p = \# F_{p_i} = K.$$

Synopsisetaisyys on olemassa kaikkien tietyn galaksin tulevaisuusavaruuksien synopsisien välillä. Tulevaisuusgalaksin avaruudet ovat tässä erityisessä merkityksessä yhteismitallisia tai toisilleen läheisiä.

Kuvassa 3 on havainnollisesti esitetty erään 13-ulotteisen tulevaisuusgalaksin geneerinen taulukko. Kuvan 1 geneerisen taulukon kuvaama 5-ulotteinen tulevaisuusavaruus on tämän tulevaisuusgalaksin osa.

Geneeristä taulukkoa voidaan muuttaa vielä perusteellisemmin kuin edellä on ajateltu. Voidaan lisätä tai vähentää skenaariomuuttujia tai tehdä molempia muutoksia samalla kertaa. Jokaisella näin saadulla uudella avaruudella on galaksinsa  $\Phi^i$ , eli saman muuttujalistasta määritteleminen avaruuksien joukko, jo-

# Rakenteellis-innovatiiviset menetelmät

1. Demography	2. Technology/Organisation	3. Culture/Values	4. Globalisation	5. Macro economic policies (EMU)	6. Industrial policies	7. Social and employment policies	8. International regulations	9. European integration	10. Public actors	11. Trade unions	12. NGOs	13. Transnational corporations
Low population growth, medium participation growth	No major breakthrough. Downsizing. Continuing de-specialisation of Europe in high-tech	Increasing individualism. Fear of the future	Globalisation continuing. sectoral resistances, local difficulties	Broad EMU with limited coordination and no major tensions	"Horizontal" policies (competitiveness approach)	Continuing "decremental" adjustment of social protection	Mixed strength of institutions	Broad enlargement, deep integration	Governments constrained by interdependence and lack of consensus	Continuing decline. Persistence in protected sectors	Not significant economic role	TNCs increasingly important
Low population growth, high participation growth, openness to emigration	No major breakthrough. Increasing de-specialisation of Europe in high-tech	Strongly increasing individualism. Social and geographical segregation. Power of ethics	Globalisation accelerating. "Borderless world"	Broad EMU with limited coordination and major tensions	Acceleration of deregulation and privatisation	Strong labour market deregulation. Residual welfare state	Mixed strength of institutions. Increasing regionalism	Broad enlargement, shallow integration	Downsizing of government	Terminal decline	Significant economic role	Declining cooperative advantage of TNCs (multinational SMEs)
Low population growth, low participation growth, closure to emigration	Major breakthrough. Europe innovating and/or catching up	Renaissance of social/ecological awareness. Regions/localities experiments	Globalisation slowing down. trade conflicts, regional blocks	Broad EMU with strong coordination.	"New" industrial policies (focus on users)	Strong resistance against welfare state reform.	Weak institutions. Reversal of liberalisation	Narrow enlargement, deep integration	Institutional renewal	Decline reversal (new corporatism)	Very significant economic role (taking over welfare state)	Political reaction against TNCs
	Major breakthrough. Increasing technologically induced inequality. Europe catching up	Revolt of the bottom-half against globalisation	Global crisis	Failure of EMU	"Mercantilistic" industrial policies	Radical reform of welfare state: universalist and individual incentives	Strong global institutions (economic security council)	Failure of enlargement	Paralysis			
	Major breakthrough. Increasing technologically induced inequality. Europe falling behind											

Kuva 3. 13-ulotteinen tulevaisuusgalaksi (K=13, M=49, N=26542080) ja kuvan 1 avaruus (varjostettu osa) ja synopsis siinä (tummempi varjostus). Lähde: Scenarios Europe 2010, EC / FSU, July 1999.

hon se itse alkiona kuuluu. Eri tulevaisuusgalakseihin kuuluvien synopsisien välillä ei synoptista etäisyyttä ole määriteltävissä. Tulevaisuusgalaksit ovat tässä merkityksessä yhteismitattomia eli toisistaan eristettyjä.

Tulevaisuudenkaikkeudeksi sanotaan tulevaisuusgalaksien ääretöntä koko joukkoa.

### Invariantit galaksijoukot

Tulevaisuudenkaikkeuden galaksien äärettömässä joukossa voidaan löytää galaksien osajoukkoja, joiden välillä vallitsee jokin invarianttisuudeksi määriteltävä relaatio. Tällaisia ovat laajenevien galaksijoukkojen, supistuvien galaksijoukkojen ja erkanevien ja yhdentyvien galaksijoukkojen osakaikkeudet.

### Laajenevat galaksijoukot

Laajenevan galaksijoukon määrittelevä invariantti ominaisuus on peräkkäisyys, jonka mukaan mistä tahansa sen kahdesta jäsengalaksista voidaan todeta, että toisen skenaariomuuttujien lista on suppeampi kuin toisen ja että edellisen lista sisältyy kokonaisuudessaan jälkimmäiseen eli peräkkäisten galaksien välillä vallitsee relaatio

$$(17) \quad \#\Phi^i < \#\Phi^{i+1} < \dots < \#\Phi^{i+k} < \dots$$

Laajenevia galaksijoukkoja on ääretön määrä. Annetusta lähtögalaksista  $\Phi^i$  alkava laajeneva joukko voidaan ajatella muodostettavan pienimmän yhteismitattomuuden askelin eli siten, että peräkkäiset galaksit eroavat toisistaan vain yhden muuttujan osalta. Tällöin  $\#\Phi^{i+k} - \#\Phi^{i+k-1} = 1$ . Olkoon ketjussa olevan galaksin ero lähtögalaksin suhteen yleisesti  $L = \#\Phi^k - \#\Phi^i$ . Tällöin tarkasteltavan galaksin ja lähtögalaksin välillä on  $L$  invariantsiluokkaa, joista viimeiseen tarkasteltava galaksi kuuluu. Galaksien, joilla on keskenään yhtä monta skenaariomuuttujaa ja siten yhtäsuuri ero  $L$  lähtögalaksin suhteen, sanotaan kuuluvan samaan  $L$ -invariantsiluokkaan. Galaksien  $L$ -invariantsi on epäsymmetrinen, epärefleksiivinen ja additiivisesti transitiivinen, ts.  $L$ -invariantsi on suunnattu relaatio suppeammasta laajempaan eikä mikään galaksi ole itseään laajempi. Additiivinen transitiivisuus tarkoittaa seuraavaa: jos galaksi  $\Phi^k$  on edeltävän galaksin  $\Phi^m$   $L_1$ -invariantsiluokassa, tämä puolestaan on galaksin  $\Phi^j$   $L_2$ -invariantsiluokassa, niin galaksi  $\Phi^k$  on galaksin  $\Phi^j$  ( $L_1+L_2$ )-invariantsiluokassa.

### Suppenevat galaksijoukot

Kun laajenevien galaksien ketjua katsotaan päinvastaiseen suuntaan oikealta vasemmalta (17):ssä saadaan suppenevien galaksien ketju.

### Erkanevien ja yhdentyvien galaksien osajoukot

Galaksijoukkoa sanotaan erkanevaksi kun ne voidaan järjestää ketjuksi siten, että yhteisten skenaariomuuttujien lukumäärä lähtögalaksin kanssa pienenee ketjussa askelittain kohti nollaa. Päinvastaisessa tapauksessa kun yhteisten muuttujien lukumäärä kasvaa nolasta täyteen kohdegalaksin määrään, ketjua sanotaan yhdentyvien galaksien joukoksi.

### Tulevaisuuden historiat ja evoluutio

Peräkkäisten synopsisien jono määrittelee tulevaisuuden historian käsitteen. Annetun geneerisen taulukon viitekehyksessä kuvattavien tulevaisuuden historioitten määrä on periaatteessa rajaton, kun saman synopsisien sallitaan esiintyä useamman kuin yhden kerran historian kulussa. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi historian pysymistä muuttumattomana tai sen sykliisyyttä tai muunlaista palautumista entiseen. Mahdollisten historioitten määrittelylle saatetaan kuitenkin esittää myös joitakin kielto-sääntöjä, jotka estävät tiettyjen synopsisien esiintymisen samassa historiassa tai niiden toistumisen. Toistumattomien ja palautumattomien historioitten lukumäärä annetun geneerisen talukon määrittämässä tulevaisuusvaruudessa on kuitenkin rajallinen ilman kielto-sääntöjäkin.

Tulevaisuuden historiat galaksien ja tulevaisuuden kaikkeuden viitekehyksissä tarjoavat vieläkin rajattomammat mahdollisuudet tulevaisuuden historioille.

Evoluutiolla tarkoitetaan tässä mitä tahansa mekaanista tapahtumaa, joka voi tuottaa tulevaisuushistorioita. Yksinkertaisin niistä on satunnaisvoluutio eli mekaniikka, jossa universaalinen arpomiskone arpoo jatkuvasti tulevaisuuden kaikkeuden mahdollisten synopsisien joukosta, mikä niistä liittyy seuraavaksi jo olemassa olevaan synopsisien ketjuun. Evoluutiomekanismien käsittely jätetään kuitenkin tämän tarkastelun ulkopuolelle samoin kuin ihmisten tekojen mahdollinen vaikutus evoluution valintoihin ja tulevaisuuden historian kirjoitukseen. On kuitenkin ilmeistä, että evoluutiomekanismit ihmisen väliintuloineen

ovat erilaiset tietyn tulevaisuusavaruuden viitekehityksessä verrattuna saman avaruuden koko galaksin viitekehityksessä tapahtuvaan historian kirjoitukseen ja vielä enemmän niiden voi olettaa poikkeavan jos tarkasteluun otetaan mukaan galaksien väliset siirtymiset ja koko tulevaisuuden kaikkeus. Näiden rakenteiden kehittäminen jätetään toiseen yhteyteen.

### Skenaarioista

Skenaariolla tarkoitetaan näkemyksellistä tai jopa suunniteltua reittiä tulevaisuusiensaikkaidessa eli halutunkaltaisen tulevaisuuden historian valintaa ja navigointia tulevaisuusiensaikkaidessa sen mukaisesti. Navigoinnissa ei voida jättää huomioonottamatta tulevaisuusiensaikkaiden muuta tapahtumista, minkä suhteen navigoija on vain sivustakatsoja, mutta joka voi tuottaa navigoijan pyrkimyksille sortoa tai myötäistä. Havukka-ahon ajattelijana osasi sanoa tämänkin asian laittamattomasti:

“Viisauksien lajit on: kaukoviisaus, jota on minulla hyvin paljon. Mitä se on? Se on sitä, että asiat harkitaan etukäteen ja kuvitellaan tapaus sikseenkin elävästi, että kun se kerran tapahtuu, on reitit selvät. Tätä lajia on harvalle suotu. Jolla sitä on, niin

pitäkööt hyvänä! Mutta tässä lajissa on kaksi pahaa vikaa; asia jää huvikseen tapahtumatta tai se sattuu eri tavalla. Joka arvaa ottaa nämäkin huomioon, sille on maailmanranta kevyt kiertää... Sitten on teoreettinen viisaus, jota on sanomalehdissä ja vaikka missä. Siinä asia kuvitellaan yksipiippuiseksi haulikoksi, jossa on lukko epäkunnossa ja panos voi tulla ampujan silmille... Teoreettinen viisaus on kaukoviisauden veljenpoika, mutta linssi on vaivaisempi...”. (Veikko Huovinen, Havukka-ahon ajattelijana)

### Viite

- 1 Artikkelin on julkaistu aikaisemmin Tkkn:n julkaisusarjassa C-1:2002, Eero Kasanen 50-vuotta

### Mainitut lähteet

Huovinen, V.: Havukka-ahon ajattelijana. WSOY: Helsinki 1974

Lillrank, P.: Laatuajattelu: Laadun filosofia, tekniikka ja johtaminen tietoyhteiskunnassa. Otava: Helsinki 1999

Kaplan, R. S., & Norton, D. P.: The Strategy Focused Organization. Harvard Business School Press: Boston 2001

Scenarios Europe 2010, EC / FSU, July 1999