

Puheenvuoro Helsingissä 2.12.2003 järjestetyssä seminaarissa aiheesta ”Mille tiedolle käyttöä tulevaisuudessa”. Seminaarin järjestivät Euroopan kulttuurisäätiön Suomen osasto, Suomen ylioppilaskuntien liitto sekä Elinkeinoelämän valtuuskunta EVA. Paneelissa mukana Tasavallan presidentti Tarja Halonen.

Minun sivistykseni

Tekniikka auttoi aikoinaan kielen kehittymisessä. Työkalujen käyttö näet vaati yhteistyötä ja ajatuksen vaihtoa. Kieli puolestaan johti älyn irtautumiseen vaistonvaraisuudesta. Kielen lauseet olivat kuin helminauha. Jokainen sanahelmi sisälsi oman maailman. Pujottamalla helminauhaa tietoisuuden neulansilmän lävitse ihminen ymmärsi yht’äkkiä miten maailma toimii. Syntyi mielikuvitus. Ajatus vapautui nykyisyydestä. Se alkoi vieraillla menneisyydessä, se etsi tulevaisuutta. Se kaipasi harmoniaa taiteen esineistä. Tämä kehitys ei tapahtunut hetkessä, vaan kesti tuhansia ja taas tuhansia vuosia.

Kielen ja tekniikan tuoma kognitiivinen kyky tarjosi ihmiselle luonnontilasta poikkeavan selviytymiskeinon. Uusia elementtejä olivat harkinta, suunnittelu ja kokemuksista oppiminen. Nousevissa kulttuureissa yhteisö omaksui samat ajattelu- ja käyttäytymistavat, sosiaalisena siteenä toimivat uskonto ja yhtenäinen arvomaailma. Sivistyneistön muodosti se luokka, joka kantoi yhteiskuntamallin päässään. Aluksi tieto ja malli olivat pitkälti vallanväline.

Miten miellämme sivistys-käsitteen tänään? Sivistys voi tarkoittaa sekä oppineisuutta että kykyä tulla toimeen muiden ihmisten kanssa. Ehkä vieläpä niin, että sivistynyt hallitsee ihmistaidot juuri oppineisuutensa kautta. Ei tee mieli kutsua töykeää tai tiedoillaan kehuskelevaa henkilöä sivistyneeksi. Ennen oli tapana puhua sivistysyliopistosta. Humanistisissa opinnoissa oli mahdollisuus perehtyä laaja-alaisesti filosofiaan, taiteisiin, kirjallisuuteen ja vaikkapa historiaan. Klassisismien perintönä latina oli yliopistojen yhteinen kieli.

Ammattioppineisuuden myötä tarvittiin syvyyttä ja erikoistumista yleissivistyksen kustannuksella. Yliopistosta on tullut ammattiin kasvattaja. On kuitenkin hyvää muistaa, että länsimaisen kulttuuripiirin ensimmäisessä yliopistossa luettiin aineita, joilla oli selvä hyötytarkoitus. Bolognassa opiskeltiin aluksi roomalaista lakia, mutta 1300-luvulla opetuksen piiriin liitettiin muita ammattilaitaitoja eli artes, kuten lääketiede, aritmetiikka, tähtitiede, logiikka ja kaunopuheisuus. Tietoyhteiskunnassa on uudelleen ruvettu arvostamaan ihmisen kykyä ilmaista itseään ja ymmärtää kielipelin merkitystä.

Minulle sivistys tarkoittaa oman maailmankuvan jatkuvaa paikkaamista. Uteliaisuus on tärkeä motivoiva voima. Se löytyy hyvin syvässä ihmisessä – biologisesti syvässä. Uteliaisuus saa meidät tutkailemaan ympäristöä. Ymmärtäminen taas silottelee, sumentaa yksityiskohtia, mutta auttaa meitä käsittämään kokonaisuuksia ja syy-yhteyksiä. Se luo lintuperspektiivin. Jos uteliaisuus tuo tietoja, antaa ymmärrys meille mahdollisuuden ennakoida tulevaa. Ymmärrys ei synny itsestään. Antiikin filosofia saattoi hyvin kuvata ihmisiä ja sosiaalisia suhteita, mutta pelkkä havainnointi ja päättely eivät riittäneet luonnonilmiöiden selittämiseksi. Siksi Aristoteles erehtyi pahasti fysikaalisia ilmiöitä kuvatessaan.

Luonnontieteellisen menetelmän juuret ovat logiikassa ja matematiikassa. Nämä pyrkivät helpottamaan päättelystä sulkemalla pois loogisesti ristiriitaisia teorioita. On väärin sanoa, että matematiikka hakee vain deterministisiä ratkaisuja. Se vetää rajan mahdollisen ja mahdollottoman

välille. Matemaattinen mallintaminen ja tietokonesimulointi näyttävät, miten aivopäätelylle liian kompleksiset järjestelmät voivat käyttäytyä ja miten eivät. Ominaista luonnontieteelliselle menetelmälle on teorian jatkuva kyseenalaistaminen. Ellei tutkittu tieto sovi teoriaan, teoria on hylättävä.

Tekniikka saattoi joskus olla saviastian dreijaamista tai temppelin rakentamista. Tänään tekniikka on niin kuin väliaine, joka liittää ihmisen reaali maailmaan. Tekniikka on kommunikointia, terveyttä, taloutta ja yhteiskunnallista vakautta. Tekniikka perustuu muiden tieteenalojen ymmärtämiseen. Askeleen fysiikan perustutkimuksesta huipputuotteeseen ei tarvitse olla kovin pitkä. Transistori, laser ja optinen tiedonsiirto ovat tästä tuoreita esimerkkejä. Mutta kehitysketju ei ole yksisuuntainen. Vuorovaikutteisuus ihmisen ja tekniikan välillä korostuu yhä enemmän. Biotieteet etsivät uusia reittejä terveystieteiden vähentämiseksi. Kognitiotieteet kartoittavat aivojen toimintoja ihmisen käyttäytymisen ymmärtämiseksi.

Mille tiedolle on käyttöä tulevaisuudessa? Tarvitsemme

1. tietoa ihmisestä, hänen psyykestaan, fysiologiastaan ja geneettisestä perinnöstään,
2. tietoa luonnosta, ekologiasta ja luonnonvarojen kiertokulusta,
3. tietoa tekniikan mahdollisuuksista ja rajoituksista,
4. tietoa resurssien, kuten energian, ravinnon, rahan ja osaamisen ohjaamisesta,
5. tietoa kompleksisuudesta, kaaoksesta ja sen haltuun ottamisesta ja
6. tietoa työstä, sen luonteen muuttumisesta ja miten työstä voi tulla itseään motivoiva.

Tämä on mielestäni se pohja, johon sivistys tulevaisuudessa perustuu. Tekniikka tarjoaa keinot, joilla tietoja hankitaan ja hallitaan. Jokainen yllä mainittu aihepiiri sisältää useamman tieteenalan. Tarvitsemme huippututkijoita, jotka tarkentavat tieteellisten mallien yksityiskohtia. Tarvitsemme myös generalisteja, jotka uusilla oppirakenteilla silloittavat tieteidenvälisiä kuiluja. Aito poikkitieteellisyys syntyy vasta, kun luovumme vanhasta humanististen tieteiden ja luonnontieteiden kahtiajaosta. Yliopistojen tulisi tässä toimia tiennäyttäjinä esimerkiksi jättämällä tilaa valinnaisuudelle. Lisäksi kaivataan henkilöitä, jotka hahmottavat ”suuret linjat” ja kykenevät järjestelmällisesti luomaan kytkentöjä tieteenalojen välille.

Onko yhden ihmisen enää mahdollista omaksua riittävästi tietoa suurten linjojen näkemiseksi? On hyvä muistaa, että ymmärrystä rajoittaa aivosolujen verkosto. Mitä hermoverkot eivät pysty kuvaamaan, emme myöskään ymmärrä. Tässä on tietämyksemme ja myös maailmankaikkeutemme raja.

Jarl-Thure Eriksson

PUHE ISÄNMAALLE

Itsenäisyyspäivänä 6.12.2005

Kalevankankaan sankariristillä

Arvoisat veteraanit

Hyvät naiset ja herrat

On kulunut runsaat 60 vuotta Suomen sotien päättymisestä. Edustan itse sitä onnekasta sukupolvea, joka välirahan aikana syntyneenä on saanut elää itsenäisessä vapaassa maassa. Meille, 40-luvun pula-aika oli luonnollinen elinympäristö, saimme nauttia Suomen nopeasta toipumisesta ja jo teini-iässä nähdä hyvinvoinnin ensihedelmiä: autot yleistyivät ja kohta tulivat transistorit ja televisiotkin. Meistä pidettiin hyvää huolta, rokotettiin ja leikattiin nielu- tai kitarisoja aina tarpeen mukaan. Niin syrjäistä kuntaa ei ollut, ettei olisi ollut oma kansakoulu, terveysisä ja diakonissa. Sotaa käynyt sukupolvi rakensi maata, ruokki ja koulutti suuria ikäluokkia. Tämä oli investointi, joka teki Suomesta muutamassa vuosikymmenessä kansainvälisen koulutuksen ja teknologian mallimaan.

Itsenäisyyden kunnioittaminen on meissä erityisen syvällä. Suomi on ulkopuolisesta ylivallasta huolimatta ollut yhtenäinen maa yli 800 vuotta, monista eristyneistä heimoista koostuva, silti sama kansakunta, Suomi. Syrjäisestä sijainnista huolimatta Suomesta muodostui kahden valtakulttuurin, itäisen ja läntisen, rajamaa. Turhaan ei ole puhuttu siitä, että sadassa vuodessa oli käytävä kolme sotaa. Poikkeuksen muodosti 1800-luku, joka alkoi 1808-09 Suomen sodalla, jolloin ylivalta siirtyi Lännestä Itään, mutta jatkoi rauhallisena kartuttaen taloudellista voimaa ja kansallista itsetuntoa.

Itsenäistymisprosessin juuret menevät kauaksi taakse 1800-luvun puoliväliin saakka.

Suurruthtinaskunta oli useiden uudistusten kautta hankkinut itselleen monia autonomisen maan oikeuksista, joista yksi tärkeimmistä oli oma ylin hallintoelin, senaatti. Vuosisadanvaihteen sortovalta toimi vastoin tarkoitustaan. Kansan protestit, mm. suurlakko, vaikuttivat siihen, että vuonna 1906 Suomi sai uuden vaalilain ja valtiopäiväjärjestyksen. Samalla Suomi ensimmäisenä Euroopassa antoi naisille äänioikeuden.

Suomen määrätietoisuudesta huolimatta monta täysin ennakoimatonta historiallista käännettä oli tapahtuva ennen kuin itsenäisyys olisi tosiasia. Ensimmäinen maailmansota vaikutti sekä poliittisesti että maantieteellisesti Euroopan tulevaan kehitykseen. Suomi oli sivuroolissa, mutta emämaa Venäjä joutui kaaokseen. Tsaari Nikolai II menetti huonosti johdettujen sotatoimien takia arvovaltansa. Lopulta yhteiskunnallisten uudistusten puute ja maassa vallitseva kurjuus johtivat vallankumousten sarjaan ja Neuvostoliiton syntyyn.

Tasan 88 vuotta sitten joulukuun 6. päivänä 1917 Suomen eduskunta hyväksyi senaatin ilmoituksen siitä, että Suomi oli nyt itsenäinen. Suomen valppaus julistautua itsenäiseksi Venäjän vallankumouksen herkässä vaiheessa kantoi hedelmää. Julistus tehtiin vähin äänin, eduskunnassa oli jyrkät erimielisyydet itsenäisyyden toteuttamisen menettelytavoista.

Muistan, kuinka isoäiti ylpeänä kertoi isäni saaneen kasteen juuri tuona itsenäisyyden ensimmäisenä päivänä, vaikka silloin siitä ei tiedetty mitään. Asia paljastui vasta muutaman päivän jälkeen lehtiutisena.

Vaikka ulkovallat vähitellen tunnustivat Suomen itsenäisyyden, oli maan maksettava siitä kovan hinnan. Juuri näillä mailla, tällä jylhällä Kalevankankaan harjulla nuori Suomi maksoi suurimman

uhrin selvittämällä välejä oman kansansa keskuudessa.

Suomella oli vielä pitkä tie turvallisiin oloihin ja vaurauteen. Poliittisen vakauden lisäksi maan oli luotava teollisuutta pärjätäkseen suvereenina valtiona muiden valtioiden joukossa. Voimme ikään kuin maaseudun kaukaisena heijastuksena seurata myönteistä kehitystä Väinö Linnan Pohjantähdessä. Koskelan torppa muuttuu kahdessakymmenessä vuodessa kukoistavaksi maatilaksi. 30-luvun loppupuolella rakennetaan, maalataan, ostetaan polkupyöriä ja kaiken päätteeksi radio, joka hetkessä tekee talon ja koko kylän osaksi maailmaa. Presidentin radiopuhe antaa hänelle inhimillisen hahmon. Eurooppa-uutiset keskusteluttavat, mutta ovat vielä kaukaisia.

Hyvät kuulijat

Väinö Linna päättää 30-luvun rauhan aikaa seuraavasti (vuodenaika on väärä, mutta aistimme raukean ilmapiirin):

”Juhannuspäivän aurinko paistoi vastamaalatun talon seinään ja siitä levisi vielä ympäristöön hienoinen maaliöljyn tuoksu. Kärpäset ja mehiläiset surisivat ruohikossa. Koko ympäristö, talo, pellot, metsä, vieläpä läheisessä haassa liikkuva karjakin, tuntui vakuuttavan heille: - Kyllä nyt kelpaa. Viimeinkin.”

Näistä tunnelmista revittiin nuoret miehet puolustamaan itsenäisyyttä. Maa ei ollut valmis, jäljellä oli vuosisadan toinen ja kolmas sota. Yhtenäinen kansa kesti suurin uhrauksin tämänkin. Kunnioitamme tänään niitä, jotka silloin lähtivät vaaran silmään. Kunnioitamme niitä, jotka lepäävät tämän ristin suojassa, sekä niitä, jotka täällä seurassamme rakensivat uuden Suomen ja antoivat meille ja tuleville sukupolville mahdollisuuden näyttää mitä Suomi on ja mitä Suomi voi tarjota maailmalle.

Hyvää Itsenäisyyspäivää

Jarl-Thure Eriksson

Suuri filosofiatapahtuma 2000
Tampere-talo 8.-9.4.2000
(Julkaistu myös Tieteessä tapahtuu-lehdessä)

Oksat pois tiedon puusta Jarl-Thure Eriksson

"Hyuen ia pahan Taidhon puusta ei suingan sinun pidha sömen. "Nämä jumalalliset sanat ovat Mikael Agricolan raamatun suomennoksesta. Sanaa "taito" käytettiin vielä 1700-luvulla merkityksessä "osaaminen". Miellämme vieläkin taito-sanana kykyä hyödyntää hankittuja tietoja, tieto on siis mahdollisuus ja taito itse tekeminen. Taito on vivahteeltaan tietoa myönteisempi, pehmeämpi. Se viittaa luomiseen ja itsensä toteuttamiseen, toisin sanoen kuvaa tekijän humanistisia piirteitä. Tekniikassa taito oli keskeisessä asemassa ensimmäisten teknillisten oppilaitosten aloittaessa 1800-luvulla. Niinpä Tukholman teknillisen korkeakoulun logossa vielä lukee Scientia et Ars (kunskap och konst), tieto ja taito.

Syntiinlankeemustarina on ensimmäinen raamatun lukuisista ihmistä ojentavista vertauskuvista. Ihmisestä tehtiin itse syypää omaan kuolevaisuuteensa. Tarinaan liittyy myös muuta symboliikkaa. Viisi tuhatta vuotta sitten orastavat yhdyskulttuurit olivat kehittyneet ja pysyneet koossa paljolti suullisen tradition ja tarustoideologian voimalla. Yhteiskuntarakenteen kompleksisuuden kasvaessa oli oivallettu, että tiedolla oli kaksi puolta, rakentava ja turmeleva.

Vielä tänään halutaan pitää elossa myyttiä hyvän ja pahan tiedon puusta. On asioita, joita ei pidä tutkia, ja asioita, joita ei lainkaan pystytä tutkimaan. Edelliseen ryhmään kuuluvat esimerkiksi ydinenergia ja geenimanipulaatio, jälkimmäiseen minuuden ja tunteiden olemus. Historiasta tiedämme, että tieto etsii löytäjänsä. Salassa harjoitettu tiede on suurempi uhka ihmiskunnalle kuin avoimesti ja julkisen arvioinnin alaisena harrastettu tiede. Uusi tieto sisältää aina mahdollisuuksia, mutta edellyttää samalla hyödyntäjältään kriittisyyttä. Siksi on entistä tärkeämpää kytkeä eettinen keskustelu tieteelliseen tutkimukseen.

Esitelmäni varsinainen aihe liittyy tieteenalaan, jonka juuret ulottuvat 1700-luvulle ja vahvistuivat 1900-luvun alkupuolella matemaattisen logiikan myötä, mutta joka vasta viime vuosikymmenten aikana on kiteytynyt omaksi kokonaisuudeksi. Ala kulkee nimellä kompleksisuusteoria tai kompleksiset järjestelmät. Kompleksisuus ei ole pelkkää monimutkaisuutta. Se viittaa osajärjestelmien välisiin kytkentöihin, jatkuviin muutostiloihin, tiedonvaihtoon perustuviin vuorovaikutuksiin, jne. Kompleksisuusteoria ei ole syntynyt uutena selitysrakennelmana, vaan sen ainekset ovat vähitellen kypsyneet tieteen eri haaroissa, ensisijaisesti matematiikassa ja informaatioteoriassa, mutta se on selvästi hahmottumassa myös biologisissa ja sosioekonomisissa järjestelmissä. Kysymyksessä on poikkitieteellinen lähestymistapa, joka edellyttää niin luonnontieteiden kuin yhteiskuntatieteiden ja humanististen tieteiden tuntemusta.

Aivoissa tapahtuvat mentaaliset prosessit ovat hyvin kompleksisia. Aivotutkimus ja keinotekoisiiin hermoverkkoihin perustuva tekoäly ovat tuoneet uutta ymmärrystä tähän ongelmakenttään. Yritykset matkia kognitiivisia toimintoja johtavat usein oivalluksiin, joihin psykologia ja neurologinen tutkimus eivät välttämättä johdattele. Tuonnempana esittelen näkemyksiä, jotka mielestäni entistä paremmin pelkistävät tietoisuusongelman taustoja ja mahdollisesti tarjoavat uusia lähestymistapoja aivotutkimukselle.

Lähden nyt karsimaan nykypäivän tiedon puuta. Aloitan ajankohtaisesta aiheesta, tieteen jakautumisesta kahteen kulttuuriin, luonnontieteellisiin ja humanistisiin tieteisiin. Asia on ollut esillä siitä lähtien, kun C.P. Snow esitelmöidessään v. 1959 totesi, että hänen fyysikkokollegansa ja kirjailijaystävänsä elävät täysin eri kulttuureissa¹. Aiheesta järjestettiin vuoden alussa Studia Generalia-sarja, jonka satoa on osittain julkaistu Tieteessä tapahtuu-aikakauslehden helmikuun numerossa. Keskeinen kysymys oli, ovatko yhteiskuntatieteet, taloustieteet ja psykologia synnyttämässä kolmannen kulttuurin? Akateemikko Erik Allardt otsikoi oman puheenvuoronsa näin: "Kolmas kulttuuri: hedelmällistä tiedemiesten mystiikkaa?". Fyysikko Kari Enqvist oli eräs puhujista. Hänen kannanottoihinsa voimme tutustua tänään iltapäivällä, jolloin hän puhuu aiheesta Onko luonnontieteestä ihmistieteeksi?

1. oksa: Kenelläkään ei ole yksinoikeutta humanismiin, eli keskustelu humanismin ja tieteen suhteesta

Aftonbladetin entinen päätoimittaja Gunnar Fredriksson on omistautunut kirjoittamaan tunnettujen filosofien elämäkertoja näiden keskeisten ajatusten höystäminä. Tässä eräs tarina². Kerran Fredriksson oli osallistunut Wittgenstein-näyttelyyn Wienissä. Taksissa matkalla Wienin lentokentälle kuljettaja kysyi matkan syytä. Fredriksson kertoi näyttelystä, jonka kohteena oli Ludwig Wittgenstein. "Kuka hän oli?" kysyi kuljettaja. Lyhyen yleiskuvauksen jälkeen Fredriksson päätti sanoa jotakin syvällisempää Wittgensteinin filosofiasta: "Hän tutki mm. kielen rajoja, eli mitä voimme ilmaista kielen avulla ja mistä meidän tulisi vaieta." "Voitko kertoa esimerkin?" Fredriksson katsoi kelloa, 10 minuuttia matkaa oli jäljellä, joten hän päätti yrittää: "Onko sinulla valokuva-albumi kotona?" "Kyllä vaan." "Siinä on varmaan kuvia lapsuudestasi, kuvia vanhemmista, kodista, koulutovereista?" Kuljettaja myönsi, että näin on. "Ajattele nyt, että näytät albumin jollekin täysin vieraalle henkilölle. Sinä itse koet silloin paljon asioita, kuten tunnelmia, tunteita, tapahtuma-assosiaatioita, joita et pysty kielen avulla välittämään vieraalle. Kuljettaja mieti hetken, heilautti kätensä ja huudahti. "Ymmärrän! Tuo Wittgenstein ei ollut tyhmä."

Tractatus-teoksessaan Wittgenstein oli hyvin ankara siitä, mitä kielellä saa ilmaista ja mitä ei³. Teema on tiivistetty kuuluisaan päätöslauseeseen "Mistä ei voi puhua, siitä on vaiettava." Jos aivot toimivat erheettömästi ja kielirakenne on loogisesti vedenpitävä, ajatusprosessin tuloksena syntyvän puheen on oltava faktoihin perustuva looginen muunnos. Jonkin osan pettäessä, esimerkiksi kielikömmähdyksen, muisti- tai ajatusvirheen takia, puheen sanoma on virheellinen ja siten harhaanjohtava. Tällä lähestymistavalla Wittgenstein sulkee pois skeptisismän mahdollisuuden - ei voi noin vaan epäillä asioita ilman kumoavia argumentteja. Hän menee vielä pidemmälle kyseenalaistamalla koko filosofian roolin: "Filosofian oikea menetelmä olisi itse asiassa se, ettemme sanoisi mitään muuta kuin mikä voidaan sanoa, siis luonnontieteiden lauseita - siis jotakin, millä ei ole mitään tekemistä filosofian kanssa."

Fredrikssonin esittämä tulkinta viittaa siihen kokemusmaailmaan, jonka yksilö yksin kokee, mutta jota hän ei pysty välittämään muille. Tähän kuuluvat tunteet, kuten innostuneisuus, ilo, suru, tuska ja pelko (latinaksi yhteisnimityksellä *qualia*). Tunnetila vaikuttaa assosiaatioihin ja siten tajunnalliseen ajatukseen. Kognitiivisen toiminnan takana on siis prosesseja, joihin emme tieteellisin menetelmin vielä pääse käsiksi. Voimme kuvata niitä ja tutkia niiden aiheuttamia seurauksia, mutta emme pysty selittämään mitä ne ovat.

Tunteiden salaperäisestä maailmasta nousevat minuuks, persoonallisuus ja inhimillisuus.

Schopenhauer on todennut, että ihmisen välitön vuorovaikutussuhde ympäristön kanssa luo stressiä, jopa orjuutta, josta esteettiset elämukset, taide, musiikki tai luova toiminta hänet vapauttavat. Tunnetun kvanttifysiikan Freeman Dysonin sanoma on⁴: "Tiede on ihmisen toimintaa. Tiedettä ymmärretään parhaiten oppimalla ymmärtämään niitä ihmisiä, jotka sitä harrastavat. Tiede on taidemuoto eikä filosofinen menetelmä." Tiedemiehelle tulosten tulkitseminen, teorian testaaminen ja tutkimuksen eteenpäinvieminen on henkisesti palkitsevaa. Onnistuessaan hän nauttii taiteilijan tavoin.

C.P. Snow ei pitänyt puhua kahdesta kulttuurista vaan rikkaista ja köyhistä. Sivujuoni taiteilijoista ja tiedemiehistä rikkoi padon. Vuolas virta harhautti sekä Snowia että koko tiedeyhteisöä. Matematiikan käyttö näytti toimineen virranjakajana. Akateemikko Georg Henrik v. Wright totesi puhuessaan Suomen Akatemian vuosipäiväjuhlassa 1962, että "matematisoinnin seurauksena psykologia ja yhteiskuntatieteet ovat menettäneet puhtaan humanistisen leimansa."⁵ v. Wright vaistoa kuitenkin, että sana humanismi istuu huonosti yhteen tieteen kanssa ja ehdottaa: "Teoreettisia kokemustieteitä ihmisestä yksilönä ja yhteiskuntaolentona voitaisiin ehkä yhdessä nimittää antropologisiksi tieteiksi."

On toki olemassa kaksi kulttuuria, ihmisiä yhdistävä humanismi ja tieteen kulttuuri.

2. oksa: Luonnonlakeja ei ole, eli kompleksisuus antaa kehitysvoimaa, säännönmukaisuus vakauttaa

Kirjassa *The Collapse of Complex Societies* englantilainen arkeologi Joseph Tainter analysoi korkeakulttuureista tehtyä tutkimusta⁶. Useat tutkijat vertaavat yhteiskunnallista kehitystä kohti kukoistusta ja hegemoniaa eläviin organismeihin, joissa kompleksinen aistien, aivojen, jäsenten ja sisäelinten vuorovaikutus aikaansaa harmonisen yhteistoiminnan päämääränään eloonjääminen ja organismin jatkuvuus. Tainter tiivistää kompleksisuuden merkityksen yhteiskuntaa koossapitävänä voimana seuraavasti: Ihminen on, kuten muut elävät, ongelmia ratkaiseva eloonjäämisolento. Yhdyskunnan tarkoitus on vahvistaa lajin eloonjäämisvoimaa. Yhdyskunnassa syntyy sekä tietoisten toimenpiteiden että itse-organisoitumisen kautta informaation ja voimavarojen verkostoja. Sosiopoliittinen järjestelmä säätelee voimavarojen jakautumista. Kompleksisuutta lisätään luomalla uusia verkostoja yksilöiden ja eri yhteiskuntaelinten välillä. Tällä yritetään ratkaista alituisen syntyviä sosiaalisia, taloudellisia ja valtopoliittisia ongelmia. Kompleksisuudella on oma hintansa, yhteiskunta joutuu maksamaan verkostojen valvomisesta ja kasvavasta prosessoivasta informaatiomäärästä. Yhteiskunnan toimivuuden ja kompleksisuuden kuvaajasta löytyy lakipiste, jonka ohittaminen tuo epävakautta yhteiskuntajärjestelmän funktioihin.

Miksi kulttuurit luhistuvat? Tainterin mukaan pysyvä taantuma johtuu muun muassa koordinoimien ja informaatiovirtojen puutteellisuuksista, puolustusmekanismien rappeutumisesta, voimavarojen epätasaisesta jakautumisesta sekä ammatillisen monipuolisuuden kaventumisesta. Viimeksi mainitut kaksi seikkaa puolestaan johtavat kaupankäynnin hidastumiseen ja kulttuuri-investointien vähenemiseen. Kuolettavan iskun antavat kateelliset naapurimaat.

Kompleksisissa järjestelmissä esiintyy säännöllisiä rakenteita, joita ilman tieteellinen lähestyminen olisi mahdotonta. 1700-luvulla Carl von Linné loi ensimmäisen kasvien luokitusjärjestelmän, *Systema Naturae* (1735). Runsaat sata vuotta myöhemmin venäläinen fyysikko Mendelejev ryhmitteli alkuaineet jaksolliseksi järjestelmäksi (1869). Darwinin *Lajien synty* (1859) on tiedettä

parhaimmillaan. Järjestelmällinen työ ja monen vuoden havaintojen tarkistaminen johtivat mullistavaan teoriaan biologisesta kehityksestä. Kehitysoopin keskeisiä paradigmoja ovat itse-organisointuminen ja kilpailu. Biologinen kehitys etenee ”puumaisesti” muodostaen vahvoja runko-osia ja surkastuttaen heikompia versoja. Siksi on vain yksi ihmislaji, *homo sapiens*. Lähin sukulainen, Neanderthalin ihminen kuoli sukupuuttoon 35.000 vuotta sitten.

Koskeeko kompleksisuusparadigma fysikaalista maailmaa? Eksaktisten luonnontieteiden alkuvaiheen kehitys liitetään yleensä 1600-luvun sinänsä mullistaviin edistysaskeliin taivasdynamiikan ja fysiikan alalla. Ne olivatkin ratkaisevia modernille tieteenkäsitteille. Mutta metallien käsittely ja alkeellisen kemian tuntemus löytävät juurensa jo ensimmäisten korkeakulttuurien ajoilta. Kun keskiajan loppupuolella alkemistit etsivät nopeata tietä rikastumiseen, oli käytännön kemian tuntemus jo melkoinen. Osittain alkemistien ansiosta ihminen oppi erottamaan alkuaineet yhdisteistä ja hallitsemaan yksinkertaisimmat kemialliset reaktiot. 1700-luvulla kemia irrottautui mystiikasta ja siitä kehittyi nopeasti järjestelmällinen tieteenala, josta lisäksi oli kansantaloudellista hyötyä. Kemia on hyvin kompleksista, kemiallisia reaktioita pystytään vielä tänä päivänä vain rajoitetusti simuloimaan tietokoneella.

Fysiikassa luultiin sata vuotta sitten, että täydellinen maailmanmalli oli loppusilausta vailla. Suhteellisuusteoria ja kvanttimekaniikka muuttivat tilanteen täydellisesti. Tähtitiede on paljastanut avaruuden kompleksisuuden, mustine aukkoineen, valkoisine kääpiöineen ja kvasareineen. Vastaavasti mikromaailmasta ovat vähitellen kuoriutuneet alkeishiukkaset, kvarkit, leptonit, hypoteettiset Higgshiukkaset, jne. Kaikkein syvimmälle päästään enää matemaattisin keinoin.

Kun suuntaamme kaukoputken taivasiin tai tunnelointimikroskoopin atomeihin, meitä kohtaa kompleksinen ympäristö. Juuri aistiemme toiminta-alueella avautuu fysiikan ikkuna, josta nähtynä ilmiöt järjestäytyvät kauniiseen matemaattiseen asuun. Tämä mahdollisuus johdatteli aikoinaan ihmiskuntaa tieteen labyrintteihin. Kompleksisessa maailmanrakenteessa ei ole yksinkertaisia luonnonlakeja vaan säännönmukaisuuksia, jotka joskus taipuvat matemaattiseen kuvaukseen.

3. osia: Siitä mistä on vaiettava, voidaan joskus puhua, eli mistä pienet tunteet on tehty

Biologinen elämä, ihminen ja aivot ovat kehittyneet tiiviissä vuorovaikutuksessa elinympäristön kanssa. Hermosolujen erikoistuminen keskittyeksi ohjauslimeksi mahdollisti alkueläimen liikkumisen. Tämä oli ratkaiseva askel eläinten kehitykselle. Liikkuminen merkitsi tiettyä kilpailuetua kasveihin nähden. Oli helppoa hankkia ruokaa, hyökätä saaliin tai vihollisen kimppuun tai tarpeen tullen paeta.

Aivojen tehtävä on organisoida ja hallita vuorovaikutukseen liittyviä prosesseja. Brittiläinen matemaatikko Alan Turing pohti jo 1930-luvulla tietokonelaskentaan liittyviä ongelmia. Erityisesti häntä kiinnosti rinnastus ihmisäivojen ja ”automaattisen laskentakoneen” nk Turing-koneen (varsinaisia tietokoneita ei silloin vielä ollut) välillä. Turing kysyi itseltään, onko ylipäänsä mahdollista rakentaa kone, joka pystyy ratkaisemaan kaikki matemaattiset ongelmat? Onko olemassa äärellinen algoritmi, joka aina vie laskennan loppuun? Jos ihmisen aivot toimivat samalla periaatteella kuin tietokone, miksi laskenta aina päättyy – normaaleilla ihmisillä? Nämä olivat tärkeitä kysymyksiä. Vaikka ihmisillä yleensä ei ole mitään ”pysähdysongelmaa”, se ei merkitse, että mentaaliset prosessit toimisivat joidenkin yliluonnollisten periaatteiden mukaisesti.

Turing meni askeleen pidemmälle. Ihmisen voidaan ajatella koostuvan kolmesta pääelementistä: (a) reseptoreista eli aisteista, joilla hän vastaanottaa ympäristön signaaleja, (b) efektoreista eli lihasten ohjaamista elimistä (kätet, jalat, suu, jne.), joilla hän vaikuttaa ympäristöönsä, sekä (c) analyysointiosynteettisistä eli aivoista ja sisäelimestä, joilla hän jäsentelee aistimien antamia viestejä, projisoi ne omaan maailmanmalliinsa ja antaa ohjauksia efektoreille⁷.

Aivot prosessoivat biosähköisiä signaaleja. Toimiakseen aivot tarvitsevat virikkeitä. Nämä tulevat ulkomaailmasta aistien kautta tai ruumiin sisältä eri feedback-verkkojen (hermojen ja biokemiallisten signaaliaineiden) välityksellä. Näköaistimen tiedonvälityskyky on 10^7 bit/sek, kuulon ja hajuaistimen taas 10^5 bit/sek ja makuaistimen 1000 bit/sek. Näitä lukuja voi toisaalta verrata aivokuoressa tapahtuvaan informaatioprosessointiin, joka vaativan kognitiivisen tehtävän aikana voi olla luokkaa 10^{12} bit/sek, ja toisaalta tajunnalliseen ajatukseen, jonka informaationvälitys on noin 40 bit/sek. Tajunta on siis hyvin ohut tietojuova aivojen vuolaassa informaatiovirrassa. Verbaalisessa kommunikoinnissa tiedonsiirron nopeus on tajunnan luokkaa, 30...50 bit/sek^{8,9}.

Perustavaa laatua oleva kysymys kuuluu näin: Miten aivot tiivistävät kognitiivisessa toiminnassa viritettyä suurta informaatiomäärää tajunnalliseksi ajatukseksi, joka sisällöltään on miljoonamiljoonasosa prosessoinnin lähtötasosta? On selvää, ettei kaikki alitajunnassa tapahtuva rinnakkaisprosessointi suoranaisesti vaikuta tajuntaan, vaan muodostaa eräänlaisen varauksen tai sivukontekstin assosiointia varten. Aivoinformaation kompressointiprosessi on seurausta biologisesta kehityksestä, se on yksilön koko käyttäytymisen avain ja se sisältää myös ratkaisun ihmisen kielen ja muiden kognitiivisten kykyjen kehittymiselle. Kommunikoidessaan ihminen siirtää puheen välityksellä ajatuksiaan toiselle ihmiselle. Sanat tunkeutuvat Trojan hevosen tapaan vastaanottajan alitajuntaan kehittyäkseen hänen omaksi käsitykseksi.

Descartesin mukaan reaali maailma ikään kuin heijastuu aivojen näkökeskusten valkokankaalle. Vertauskuvallisenakin malli on perin harhaanjohtava. Todellisuuden aistiminen tarkoittaa, että aivot hakevat muistista oman mallin ulkomaailmasta. Uudet elämykset koostuvat tutuista elementeistä. Tätä kutsutaan hahmon tunnistamiseksi. Täysin uusien asioiden adaptoiminen perustuu oppimisketjuun, jossa tuntematon havainto ensin assosioituu analogisiin asioihin ja vähitellen saa oman hahmon yksityiskohtien löydettyä vastineensa kokemusmaailmasta.

Intentio eli päämäärähakuisuus on tunnusomainen piirre kaikissa biologisissa järjestelmissä, niin yksilö- kuin yhteisötasolla. Intentionaalisuus ilmenee erilaisina toimintastrategioina, jotka luovat omat käyttäytymiskontekstinsä aivoinformaation tiivistämisprosessissa. Motivaatio ja intentionaalisuus kuuluvat yhteen. Vertauskuvallisesti intentionaalisuus on nuoli, joka osoittaa toiminnan suunnan, ja motivaatio on jousi eli voimavarojen lataus, joka mahdollistaa intention toteuttamisen. Intentio ei voi syntyä tyhjästä. Perityt motivaatiokuoret muodostavat konteksteja, joilla on varsin syvät biologiset juuret. Maslowin mukaan nämä kuoret ovat arvojärjestyksessä ruoan saanti, turvallisuus, suvun jatkaminen, sosiaalinen hyväksyntä ja itsensä toteuttaminen¹⁰. Kognitiivinen ihminen poikkeaa eläimistä siinä, että hän pystyy mielikuvituksessaan liikkumaan ajassa. Eläin elää vain nykyhetkessä, se käyttäytyy ja reagoi ulkoisten virikkeiden ohjaamana. Kokemukset voivat leimata käyttäytymistä, mutta eläin ei suunnittele. Ihminen taas elää voittopuolisesti mentaalisisä maailmassa. Lapsuusiän kokemukset, kasvatustapa ja systemaattinen tietojen ja taitojen hankkiminen antavat vahvan leiman kontekstien rakenteille. Jokahetkinen käyttäytyminen tapahtuu refleksinomaisesti, mutta pitkäjänteinen toimintojen suunnitteleminen perustuu harkintaan ja mentaaliseen simulointiin.

Intention ja tietokontekstien muodostumiseen vaikuttavat ratkaisevalla tavalla tunnetilat. Tunteet liittyvät kiinteästi aivojen ja muun ruumiin sisäisiin feedback-järjestelmiin. Prosessiin osallistuvat sekä biosähköiset signaalit että biokemialliset viestintäaineet, kuten proteiinit ja hormonit. Positiivinen takaisinkytkentä voi vahvistaa itseään kunnes biofyysiset rajat tulevat vastaan, siksi tunne-elämys aaltoilee ja voi joskus saada aikaiseksi voimakkaitakin reaktioita. Tunne-elämys aiheuttaa joko mielihyvää tai levottomuutta. Edellisen funktio on palkita eli luoda motivaatiota, jälkimmäisen taas varoittaa tai ylläpitää valppautta. Laatiessaan toimintansa polkuja ihminen pyrkii optimoimaan tunne-elämysten määrää. Matemaattisin termein voitaisiin sanoa, että ihmisen mieli liikkuu yllätysten gradientin suuntaan. Maslowin ylemmät motivaatiotasot aktivoivat nykyihmistä. Uuden tiedon hankkiminen, oivaltaminen ja yleensä uusien elämysten kokeminen ovat palkitsevia tapahtumia. Alkuihmisessä turvallisuus ja ruuansaanti olivat ensisijainen intention herätevoima.

4. oksa: Kaiken teoria on mahdottomuus, eli tie ei kopioi todellisuutta, vaan tekee sen ymmärrettäväksi

Yhtenäisen tieteenkäsityksen kannalta voi olla hyödyksi mieltää tieteenalat eräänlaiseksi ketjuksi. Esimerkiksi ketju matematiikka-logiikka-filosofia-psykologia-neurologia-biokemia-kemia-fysiikka muodostaa miltei suljetun renkaan, mikäli hyväksymme fysiikan matematiikan lähisukulaiseksi. Kukin ala haarautuu omiin osatieteisiinsä. Esimerkiksi antropologinen puu: psykologia-sosiologia ja edelleen kolmeen osahaaraan, kieli (kommunikointi), historia (yhteiskunnan kehitysoppi) ja taloustiede (yhteiskunnan infrastruktuuri). Mihin maantiede kuuluu? Osittain fysiikkaan, mutta pääpainoisesti sosiologiaan, muodostaa siis poikkikytkennän yllämainitussa renkaassa. Tämäntapainen lähestyminen korostaa tieteenalojen tasavertaisuutta ja tekee samalla jokaisen tietoiseksi oman tietämyksen rajallisuudesta.

Tieteenaloja voi kuvata myös niiden kompleksisuuden perusteella. Walter Karplus asettaa muutamia keskeisiä aloja seuraavaan järjestykseen: mekaniikka, kemia, biokemia, taloustieteet, yhteiskuntatieteet ja aivotoiminta. Alkupää edustaa hyvin kartoitettuja aloja ja sallii täsmällisen suunnittelun. Loppupää on vielä pitkälti arvailujen varassa. Ei ole varmaa, että luotettavia ennustusmalleja koskaan keksitään näillä aloilla. Järjestelmissä, jotka läpikäyvät jatkuvaa kehittymistä, esiintyy kovaa kilpailua. Älyllä varustetut kilpailun osapuolet katsovat ajassa sekä taaksepäin että eteenpäin. Hyvät ennustusmenetelmät muuttavat kilpailun luonnetta ja siten koko järjestelmän käyttäytymistä.

Tieteellisen toiminnan tarkoitus on ensisijaisesti luoda ymmärrysrakenteita ihmisen aivoissa. Teorian tai mallin kommunikointia varten tarvitaan yhteinen tieteen kieli. Tämä on tärkeää niin testaamisen kuin hyväksymisen kannalta. Teorian synnyttäminen ja jalostaminen on filosofinen tapahtuma. Aivot koostuvat hermosoluista, jotka muodostavat hyvin mutkikkaita verkostoja. Biosähköiset signaalit toimivat informaation kantajina. Jokaisen ihmisen maailmankuva on mallinnettu aivojen hermoverkkoihin. Mitä tällä koneistolla ei pysty hahmottamaan, ei voi myös tiedostaa. Tähän rajoittuu myös tieteellinen tietämys.

Hyvät kuulijat,

Lopuksi lainaan brittiläistä tähtitieteilijää ja tiedefilosofia John Barrowia, joka terävästi on määritellyt tiedettä seuraavasti¹¹: "Tarkastelemme maailmaa jokaisesta mahdollisesta näkökulmasta ja keräämme siitä tietoa, mutta tämä ei ole tiedettä. Sen sijaan etsimme tiedoista hahmoja, eli

tarjolla olevan informaation tiivistelmiä. Tiivistelmän etsimistä voidaan jopa pitää tieteen määritelmänä. On tullut tavaksi kutsua näitä hahmoja luonnonlaeiksi. 'Kaiken teorian' tavoittaminen tarkoittaa näin ollen koko maailman lopullisen informaatiotiivistelmän etsimistä. Chaitin-Gödelin epätäydellisysteoreeman mukaan emme koskaan voi todistaa tiettyä tietotiivistelmää ainutlaatuisiksi. Siitä huolimatta syvällisempi ja yksinkertaisempi yhtenäisteoria odottaa löytäjänsä."

Näin toivomme, että kaikkia tyydyttävä tieteen yhtenäisteoria myös löytyisi.

Kirjallisuutta

4. Snow, C. P. Kaksi kulttuuria, suom. Kimmo Pietiläinen. Terra Cognita 1998
5. Fredriksson, G, Wittgenstein. Bonnier Pocket 1993
6. Wittgenstein, L., Tractatus logico-philosophicus, suom. Heikki Nyman. 4. painos, WSOY 1962
7. Dyson, F., "The scientist as a rebel" teoksessa "Nature's Imagination -The frontiers of scientific vision". Oxford University Press 1995
8. v.Wright, G. H., Humanismi elämänasenteena ja muita esseitä, suom. Kai Kaila. Otava 1981
9. Tainter, J. A., The collapse of complex societies. Cambridge University Press, Cambridge 1992
10. Ahmavaara, Y., Yhteiskuntakybernetiikka. Weilin & Göös, 1976
11. Norretranders, T., Märk världen, en bok om vetenskap och intuition. Bonnier Alba, Falun 1994
12. Eriksson, J.-T., Impact of information compression on intellectual activities in the brain. Int. Journal of Neural Systems, Vol 7, No 4 (Sept. 1996), pp. 543-550
13. Maslow, A. H., Motivation and personality. Harper & Row, New York 1970
14. Barrow, J. D., Theories of Everything", teoksessa "Nature's Imagination -The frontiers of scientific vision". Oxford University Press 1995

Tekniikka kulttuurin generaattorina

Jarl-Thure Eriksson
Tampereen teknillinen korkeakoulu

”...on rohkaissut minua laatimaan Täydentämiseen ja Supistamiseen perustuvan Laskennan kirjan, joka rajoittuu helpoimpaan ja hyödyllisimpään aritmetiikkaan, jota ihmiset tarvitsevat jatkuvasti perintöjen, lahjoitusten, ositusten, oikeudenkäyntien ja kaupan yhteydessä, ja kaikessa keskinäisessä kanssakäymisessä tai milloin on kyse maanmittauksesta, kanavien kaivamisesta, geometrisesta laskennasta ja muista erinäisistä elämään liittyvistä asioista.”

- Al-Khwarizimi teoksessa Kitab al jabr w' al-muqabala, 825 j.Kr.¹

1. Johdanto

Yhdysvaltalainen Claude Shannon tuli kuuluisaksi 1940- ja 50-luvun taitteessa julkaistuaan muutaman informaatioteoriaan liittyvän artikkelin. Erityisesti tietotekniikan ja tietoliikenneteorian tutkijoille on tullut tutuksi Shannonin tietoentropia-käsite, joka termodynamiikan esikuvan mukaan tuo epävarmuuden käsitteen informaationkäsittelyyn. Shannon toimi eläkkeelle siirtymiseensä saakka 70-luvun loppupuolella MIT:n professorina. Kymmenisen vuotta vetäytymisensä jälkeen hän päätti osallistua tietotekniikan konferenssiin Lontoossa. Moni osallistuja ehti ihmetellä, kuka tuo valkotukkainen herrasmies oikein oli. Viimein konferenssin juhlaillallisilla järjestelytoimikunnan puheenjohtaja esitteli kuuluisaa vierasta. Muuan nuori tutkija totesi paikalla olevalle lehtimiehelle: ”Oli kuin Isaac Newton olisi astunut taivaasta”.

Historiallinen esikuva ja tunteita herättävä elämys ovat tärkeitä niin tekniikan kuin historian tutkijalle. Informaatio ja tiedonvaihto ovat nykytieteen metaforisia avainsanoja. Rakentuuko koko maailmankaikkeus informaationvaihtoon, voidaanko fysiikan lakeja selittää informaatioteoreettisin perustein? Emme vielä pysty vastaamaan näihin kysymyksiin, mutta näen edellisessä tarinassa enteellistä symboliikka. Newton on edelleen modernin tieteen auktoriteettihahmo, mutta kuinka kauan?

Sana tekniikka sisältää paljon tunnelatauksia. Puhuttaessa ihmisen arvomaailmasta tekniikka on melkein kuin kirosana. Silloin unohdetaan helposti kuinka tekniikkatäyteinen hyvinvointiyhteiskunnan arki todellisuudessa on. Nykyihminen aloittaa päivänsä sulkemalla herätyskellon. Seuraavaksi ovat vuorossa vesihana ja hammasharja. Kahvi tippuu kahvinkeitinissä. Työpaikalla ensimmäisiä tehtäviä on sähköpostin tarkistaminen PC:ltä, jne. Koko hereilläolon ajan ihminen koskettaa teknisiä vempaimia. Keskustelu tekniikan oikeutuksesta ei silti liene tässä.

Akateemikko G. H. von Wright tekee eron teknisten apuvälineiden käytön ja teknologian hyödyntämisen välillä². Ihminen on esihistoriallisista ajoista käyttänyt tekniikkaa hyväkseen. Ratkaiseva käännekohta tapahtui 1700-luvulla teollisen vallankumouksen myötä. Sitä seurannut kehitys mullisti erityisesti yhteiskunnan sosiaalisia rakenteita. Teollistuminen on sallinut väestön kymmenkertaistumisen parissa vuosisadassa. Teollinen tuotanto ja sen rinnalla kehittynyt talousjärjestelmä ovat kasvattaneet uuden ihmiskunnan, jolle tekninen rajapinta yksilön ja todellisuuden välillä on itsestään selvä. Teknistynyt elinympäristö on muovannut nykyihmisen

maailmankuvan. Yhteys ”juuriin” on enää nostalgisten perinteiden varassa.

Käsite kulttuuri herättää asiayhteydestä riippuen erilaisia assosiaatioita. Sanan merkityksille löytyy kuitenkin yhteinen juonne. Arkikielessä liitämme kulttuuri-sanana esteettisiin elämyksiin kuten taiteeseen, kirjallisuuteen ja musiikkiin. Kehittyneitä yhteiskuntamuotoja kutsutaan korkeakulttuureiksi tai pelkästään kulttuureiksi. Taustalla on latinan *cultura*, maatalous oli tiettävästi ensimmäisten kulttuurien kehityksen ja organisoitumisen voimanlähde. Kolmas assosiaatio toimii yhdyssiteenä kahden ensin mainitun merkityksen välillä. Taiteellisesti muotoillut artefaktit, korut, taideteokset ja tarustot muodostavat hävinneiden kulttuurien sormenjälkiä.

2. Korkeakulttuuri ja kompleksisuus

Suurten kulttuurien syntyvaiheet ja elinkaaret ovat erityisesti kuluneen vuosisadan aikana askarruttaneet historiantutkijoita. Eräs tunnetuimpia ja samalla kiistellyimpiä aiheeseen liittyviä teoksia on Oswald Spenglerin *Der Untergang des Abendlandes*, Länsimaiden perikato. Spengler vertaa kulttuuria ihmisen elinkaareen, johon sisältyvät lapsuuden ja nuoruuden varttumisen vaihe, aikuisiän voimantunnon vaihe sekä vanhuusiän rappeutumisvaihe. Lopuksi kulttuuri kohtaa kuolemansa, kuten teoksen nimi jo ennustaa. Näin on todellisuudessa yleensä käynytkin.

Kirjassa *The Collapse of Complex Societies* englantilainen arkeologi Joseph Tainter analysoi korkeakulttuureista tehtyä tutkimusta³. Useat tutkijat vertaavat yhteiskunnallista kehitystä kohti kukoistusta ja hegemoniaa eläviin organismeihin, joissa kompleksinen aistien, aivojen, jäsenten ja sisäelinten vuorovaikutus aikaansaa harmonisen yhteistoiminnan päämääränään eloonjääminen ja organismin jatkuvuus. Tainter tiivistää kompleksisuuden merkitystä yhteiskuntaa koossapitävänä voimana seuraavasti: Ihminen on, kuten muut elävät, ongelmia ratkaiseva eloonjäämisolento. Yhdyskunnan tarkoitus on vahvistaa lajin eloonjäämisvoimaa. Yhdyskunnassa syntyy sekä tietoisien toimenpiteiden että itse-organisoitumisen kautta informaation ja voimavarojen verkostoja. Sosiopoliittinen järjestelmä säätelee voimavarojen jakautumista. Kompleksisuutta lisätään luomalla uusia verkostoja yksilöiden ja eri yhteiskuntaelinten välillä. Tällä yritetään ratkaista alituisen syntyviä sosiaalisia, taloudellisia ja valtapoliittisia ongelmia. Kompleksisuudella on oma hintansa, yhteiskunta joutuu maksamaan verkostojen valvomisesta ja kasvavasta prosessoivasta informaatiomäärästä. Yhteiskunnan toimivuuden ja kompleksisuuden kuvaajasta löytyy lakipiste, jonka ohittaminen tuo epävakautta yhteiskuntajärjestelmän funktioihin.

Miksi kulttuurit luhistuvat? Spengler viittaa elinkaarimallillaan sisäiseen rappeutumisprosessiin. Tainter on samoilla linjoilla. Pysyvä taantuma johtuu muun muassa koordinoimien ja informaatiovirtojen puutteellisuuksista, puolustusmekanismien rappeutumisesta, voimavarojen epätasaisesta jakautumisesta sekä ammatillisen monipuolisuuden kaventumisesta. Viimeksi mainitut kaksi seikkaa puolestaan johtavat kaupankäynnin hidastumiseen ja kulttuuri-investointien vähenemiseen. Kuolettavan iskun antavat kateelliset naapurimaat.

Yhteiskunnan ja luonnon prosessien tarkasteleminen kompleksisina järjestelminä on verraten uusi metodologinen lähestymistapa. Yhteisille nk universaaleille ominaisuuksille pyritään löytämään matemaattisia lainalaisuuksia, jotka esimerkiksi kuvaavat kriittisiä muutosvaiheita kuten solun jakautumista, populaation äkillistä kasvamista tai häviämistä, pörssin romahtamista, sodan syttymistä, jne. Kaaosteorian avulla tutkitaan järjestelmiä, jotka fluktuoivat jaksollisesti, mutta eivät koskaan palaa alkutilaansa. Matemaattinen mallintaminen ei kuitenkaan riitä, tutkijan tulee hallita

monta tieteenalaa. Laajan asiantuntemuksen avulla hän pystyy muodostamaan mentaalisia malleja. Todellisuudessa aivoissa tapahtuneet oivallukset toimivat matemaattisen mallin lähtökohtana, harvemmin päinvastoin.

Kompleksisissa järjestelmissä esiintyy säännöllisiä rakenteita, joita ilman tieteellinen lähestyminen olisi mahdotonta. Kompleksisuustarkastelun juuret ulottuvat 1700-luvulle asti, silloin Carl von Linné loi ensimmäisen kasvien luokitusjärjestelmän, *Systema Naturae* (1735). Runsaat sata vuotta myöhemmin venäläinen fyysikko Mendelejev ryhmitteli alkuaineet jaksolliseksi järjestelmäksi (1869). Darwinin *Lajien synty* (1859) on tiedettä parhaimmillaan. Järjestelmällinen työ ja monen vuoden havaintojen tarkistaminen johtivat mullistavaan teoriaan biologisesta kehityksestä. Kehitysoopin keskeisiä paradigmoja ovat itse-organisoiduminen ja kilpailu. Biologinen kehitys etenee ”puumaisesti” muodostaen vahvoja runko-oksia ja surkastuttaen heikompia versoja. Siksi on vain yksi ihmislaji, *homo sapiens*. Lähin sukulainen, Neanderthalin ihminen kuoli sukupuuttoon 35.000 vuotta sitten. Siksi maapalloa dominoi yksi kulttuuri, länsimainen. Muiden kulttuurien rippeet ovat lähinnä kuriositeetteja, jotka nopeasti muuttuvat jouduttuaan kosketukseen länsimaisuuden kanssa. (Tämä ei tarkoita, etteivät uskonnolliset ja sosiaaliset perinteet edelleen vahvasti ohjaisi ihmisen käyttäytymistä. Yhteiskunnallinen kompleksisuus ja artefaktit ovat kuitenkin länsimaista perua. Mitä arkeologit löytävätkään 4000 vuoden kuluttua? Kapeassa 50 vuoden aikahaarukassa vuoden 2000 tienoilla ilmestyy lähes maapallon joka kolkassa autonlatureita, kuvaputkia, samanmerkkisiä aseita, jne.)

3. Kognitiivinen ihminen

Biologinen elämä, ihminen ja aivot ovat kehittyneet tiiviissä vuorovaikutuksessa elinympäristön kanssa. Hermosolujen erikoistuminen keskittyeksi ohjauselimeksi mahdollisti alkueläimen liikkumisen. Tämä oli ratkaiseva askel eläinten kehitykselle. Liikkuminen merkitsi tiettyä kilpailuetua kasveihin nähden. Oli helppoa hankkia ruokaa, hyökätä saaliin tai vihollisen kimppuun tai tarpeen tullen paeta.

Aivojen tehtävä on organisoida ja hallita vuorovaikutukseen liittyviä prosesseja. Brittiläinen matemaatikko Alan Turing pohti jo 1930-luvulla tietokonelaskentaan liittyviä ongelmia. Erityisesti häntä kiinnosti rinnastus ihmisaivojen ja ”automaattisen laskentakoneen” nk Turing-koneen (varsinaisia tietokoneita ei silloin vielä ollut) välillä. Turing kysyi itseltään, onko ylipäänsä mahdollista rakentaa kone, joka pystyy ratkaisemaan kaikki matemaattiset ongelmat? Onko olemassa äärellinen algoritmi, joka aina vie laskennan loppuun? Jos ihmisen aivot toimivat samalla periaatteella kuin tietokone, miksi laskenta aina päättyy – normaaleilla ihmisillä? Nämä olivat tärkeitä kysymyksiä. Vaikka ihmisillä yleensä ei ole mitään ”pysähdysongelmaa”, se ei merkitse, että mentaaliset prosessit toimisivat joidenkin yliluonnollisten periaatteiden mukaisesti.

Turing meni askeleen pidemmälle. Ihmisen voidaan ajatella koostuvan kolmesta pääelementistä: (a) reseptoreista eli aisteista, joilla hän vastaanottaa ympäristön signaaleja, (b) efektoreista eli lihasten ohjaamista elimistä (kädet, jalat, suu, jne.), joilla hän vaikuttaa ympäristöönsä, sekä (c) analyyttori-syntetisaattorista eli aivoista, joilla hän jäsentelee aistimien antamia viestejä, projisoi ne omaan maailmanmalliinsa ja antaa ohjauksikäskyjä efektoreille⁴.

Aivot prosessoivat biosähköisiä signaaleja. Toimiakseen aivot tarvitsevat virikkeitä. Nämä tulevat ulkomaailmasta aistien kautta tai ruumiin sisältä eri feedback-verkkojen (hermojen ja

biokemiallisten signaaliaineiden) välityksellä. Näköaistimen tiedonvälityskyky on 10^7 bit/sek, kuulon ja hajuaistimen taas 10^5 bit/sek ja makuaistimen 1000 bit/sek. Näitä lukuja voi toisaalta verrata aivokuoressa tapahtuvaan informaatioprosessointiin, joka vaativan kognitiivisen tehtävän aikana voi olla luokkaa 10^{12} bit/sek, ja toisaalta tajunnalliseen ajatukseen, jonka informaatioisisältö on noin 40 bit/sek. Tajunta on siis hyvin ohut tietajuova aivojen vuolaassa informaatiovirrassa. Verbaalisessa kommunikoinnissa tiedonsiirron nopeus on tajunnan luokkaa, 30...50 bit/sek^{5,6}.

Perustavaa laatua oleva kysymys on: Miten aivot tiivistävät kognitiivisessa toiminnassa viritettyä suurta informaatiomäärää tajunnalliseksi ajatukseksi, joka sisällöltään on miljoonasmiljoonasosa prosessoinnin lähtötasosta? On selvää, ettei kaikki alitajunnassa tapahtuva rinnakkaisprosessointi suoranaisesti vaikuta tajuntaan, vaan muodostaa eräänlaisen varauksen tai sivukontekstin assosiointia varten. Aivoinformaation kompressoitiprosessi on seurausta biologisesta kehityksestä, se on yksilön koko käyttäytymisen avain ja se sisältää myös ratkaisun ihmisen kielen ja muiden kognitiivisten kykyjen kehittymiselle.

Descartesin mukaan reaali maailma ikään kuin heijastuu aivojen näkökeskusten valkokankaalle. Vaikkakin vertauskuvallinen, malli on perin harhaanjohtava. Todellisuuden aistiminen tarkoittaa, että aivot hakevat muistista oman mallin ulkomaailmasta. Uudet elämykset koostuvat tutuista elementeistä. Tätä kutsutaan hahmon tunnistamiseksi. Täysin uusien asioiden adaptoiminen perustuu oppimisketjuun, jossa tuntematon havainto ensin assosioituu analogisiin asioihin ja vähitellen saa oman hahmon yksityiskohtien löydettyä vastineensa kokemusmaailmasta.

Intentio eli päämäärähakuisuus on tunnusomainen piirre kaikissa biologisissa järjestelmissä, niin yksilö- kuin yhteisötasolla. Intentionaalisuus ilmenee erilaisina toimintastrategioina, jotka luovat omat käyttäytymiskontekstinsä aivoinformaation tiivistämisprosessissa. Motivaatio ja intentionaalisuus kuuluvat yhteen. Vertauskuvallisesti intentionaalisuus on nuoli, joka osoittaa toiminnan suunnan, ja motivaatio on jousi eli voimavaralataus, joka mahdollistaa intention toteuttamisen. Intentio ei voi syntyä tyhjästä. Perityt motivaatiokuoret muodostavat konteksteja, joilla on varsin syvät biologiset juuret. Maslowin mukaan nämä kuoret ovat arvojärjestyksessä ruoan saanti, turvallisuus, suvun jatkaminen, sosiaalinen hyväksyntä ja itsensä toteuttaminen⁷. Kognitiivinen ihminen poikkeaa eläimistä siinä, että hän pystyy mielikuvituksessaan liikkumaan ajassa. Eläin elää vain nykyhetkessä, se käyttäytyy ja reagoi ulkoisten virikkeiden ohjaamana. Kokemukset voivat leimata käyttäytymistä, mutta eläin ei suunnittele. Ihminen taas elää voittopuolisesti mentaalisisä maailmassa. Lapsuusiän kokemukset, kasvatusta ja systemaattinen tietojen ja taitojen hankkiminen antavat vahvan leiman kontekstien rakenteille. Jokahetkinen käyttäytyminen tapahtuu refleksinomaisesti, mutta pitkäjänteinen toimintojen suunnitteleminen perustuu harkintaan ja mentaaliseen simulointiin.

Intention ja tietokontekstien muodostumiseen vaikuttavat ratkaisevalla tavalla tunnetilat. Tunteet liittyvät kiinteästi aivojen ja muun ruumiin sisäisiin feedback-järjestelmiin. Positiivinen takaisinkytkentä voi vahvistaa itseään kunnes biofyysiset rajat tulevat vastaan, siksi tunne-elämys aaltoilee ja voi joskus saada aikaiseksi voimakkaitakin reaktioita. Tunne-elämys aiheuttaa joko mielihyvää tai levottomuutta. Edellisen funktio on palkita eli luoda motivaatiota, jälkimmäisen taas varoittaa tai ylläpitää valppautta. Laadittaessa toimintansa polkuja ihminen pyrkii optimoimaan tunne-elämysten määrää. Matemaattisin termein voitaisiin sanoa, että ihmisen mieli liikkuu yllätyksen gradientin suuntaan. Maslowin ylemmät motivaatiotasot aktivoivat nykyihmistä. Uuden tiedon hankkiminen, oivaltaminen ja yleensä uusien elämysten kokeminen ovat palkitsevia tapahtumia. Alkuihmisessä turvallisuus ja ruuansaanti olivat ensisijainen intention herätevoima.

4. Tekniikan ja taiteen juurilla

Ihmisen kehittyttyä kaksijalkaiseksi kädet vapautuivat muita tehtäviä varten, aluksi suoraan ruuan keräilyyn ja suojien rakentamiseen. (Tässä ei ollut kyse syy-seurausketjusta, vaan vuorovaikutteisesta kehityksestä.) Ilmeisesti melko nopeasti ihminen oppi käyttämään yksinkertaisia työkaluja. Myös tulen valjastaminen tapahtui yllättävän aikaisessa vaiheessa. Tämänkaltainen toiminta edisti aivojen kehittymistä. Ihminen alkoi tehdä valintoja ja harkita toteutustapoja arkisissa askareissa. Toimintahorisontti siirtyi nykyhetkestä lähitulevaisuuteen. Äly tarkoitti tässä vaiheessa kykyä oivaltaa yksinkertaisia asiayhteyksiä tai kykyä työstää työkaluja. Aivokuoressa syntyi erikoisosaamisen alueita kuten luonnontietämys, yhteisö- eli sosiaalitietämys ja tekninen tietämys. Jokainen alue antoi rajoitetun kognitiivisen liikkumavapauden. Oli mahdollista tehdä sosiaalisia oivalluksia, teknisiä oivalluksia, jne. Mutta mielikuvitus ei riittänyt esimerkiksi tekniikan hyödyntämiseen sosiaalisessa tarkoituksessa.

Sosiaalisten yhteyksien ylläpitämiseksi tarvittiin kieltä. Vähitellen kielessä syntyi käsitekokonaisuuksia, symbolisen ajattelun alkioita. Syntyi myös tarve kommunikoida aikomustietoa, esimerkiksi metsästysretkellä. Pelkkään nykyhetkeen ankkuroitunut tietoisuus alkoi hapuilla tulevaisuuden maisemissa.

Kieli ja tajunta kehittyivät tiiviissä liitossa, koska kieltä tarvittiin vuorovaikutuksessa reaali maailman (toisten yksilöiden) kanssa. Lausekielen kehittyminen merkitsi, että yksilö pystyi tiivistetyssä muodossa välittämään osan omasta ajatusmallistaan toiselle yksilölle. Tiivistäminen tapahtui käsitteiden ja analogioiden avulla. Toisinaan äänensävy, artikulointi ja lauseenrakenne sävyttivät viestittävän sanoman. Vastaavanlainen kommunikointiprosessi alkoi tapahtua aivojen sisällä. Ihminen pystyi tajunnan neulansilmän lävitse kuljettamaan huomattavasti ”suurempia ajatuksia” kuin mitä tajunnallinen siirtokapasiteetti (40 bit/sek) muutoin sallisi.

Joskus 100.000 - 50.000 vuotta sitten aivoissa alkoi kulkea tietoja eri aivokeskusten välillä. Ihminen osasi yhdistää luonnontietojaan teknisiin tietoihin, syntyi assosiaatioita. Tämän tuloksena hän pystyi kehittämään useista materiaaleista koostuvia työkaluja ja käyttöesineitä. Ihmisen ja hänen ympäristönsä välille kehittyi vähitellen tekninen rajakehä, ihminen turvautui tekniikkaan vuorovaikutuksessa ympäristön kanssa. Symbolisen kielen ja assosiaatiokyvyn kehittyessä ihmiselle tuli myös tarve ”julkistaa” ajatuksiaan, tämän hän teki koristamalla esineitään ja maalaamalla kokemiaan tapahtumia luolanseinälle. Maalauksilla oli sekä symbolinen että viestinnällinen funktio. Niihin liittyi varmasti myös uskonnollista mystiikkaa. Brittiläinen arkeologi Steven Mithen puhuu sivistyksellisestä boomista joskus 30.000 vuotta sitten. Silloin ilmestyi verraten lyhyen ajanjakson sisällä kompleksisia työkaluja ja aseita sekä yhtäaikaan kalliomaalauksia, veistoksia ja maagisia kivinukkeja⁸.

5. Länsimaisen kulttuurin kehto

Arvioiden mukaan ensimmäiset maanviljelysyhteiskunnat syntyivät noin 10.000 vuotta sitten. Eräs syy ihmisen asettumiseen saattoi olla sukuheimojen laajeneminen ja siitä seurannut alkeellisen yhteiskuntahierarkian muodostuminen. Kehittyneet tekniset välineet ja korut loivat arvo- ja valtarakenteita yhteisössä. Kiinteästä asumissijasta tuli statussymboli. Vallan keskittyminen johti

vähitellen arkiaskareitten eriyttämiseen ja työn organisoimiseen⁸.

Ensimmäiset korkeakulttuurit syntyivät Lähi-idän seuduilla noin 6.000 vuotta sitten. Sekä sotimisen että rauhallisen kaupankäynnin kautta yhteiskuntamalli teknisine apuvälineineen siirtyi heimosta toiseen. Kulttuurit ketjuuntuivat samalla kun ne kilpailivat keskenään, tämä oli osittain omiaan nostamaan joidenkin tasoa varsin korkealle. Vastaavanlaista kehitystä tapahtui muuallakin, esimerkiksi Kiinassa ja Keski-Amerikassa. Tyypillistä muinaiskulttuureille oli vallan täydellinen keskittyminen, mikä puolestaan johti mahtipontisten kulttuurimuistomerkkien pystyttämiseen.

On mielenkiintoista todeta, että muinaisissa kulttuureissa yhteiskunnallinen infrastruktuuri, teknilliset taidot sekä toiminnalliset apuvälineet (merkkikieli, numerot, aritmetiikka ja geometria) kehittyivät korkealle tasolle hyvin varhaisessa vaiheessa. Gizan pyramidien (2.500 v. e.Kr.) täsmällinen geometria paljastaa, että Pythagoran lause oli tunnettu 2.000 vuotta ennen Pythagoraa. Pyramidien ilmakeinavat kertovat orastavasta tähtitieteestä. Kanavat osoittavat Pohjantähden ja Siriuksen kulminaatiopisteiden suuntiin⁹. Ahmeen papyruksessa (1.600 e.Kr) ympyrän kehän ja halkaisijan suhteen eli π :n arvoksi ilmoitetaan 3,16. Foinikialaiset kävivät 900-luvulla e.Kr. kauppaa pitkin Välimeren rannikkoja. He hallitsivat laivanrakennustekniikan, kauppaa varten he tarvitsivat vaihtovälineen eli rahan. Foinikian satamakeskus Tyrus, nykyisen Libanonin rannikolla, oli samalla idän karavaaniteiden, silkkiteiden edeltäjän, päätepiste. Karavaaniteiden edesauttoi numerojärjestelmän ja rahan käyttöönottoa.

Kuparin rikastaminen ja sulattaminen kertovat korkeasta osaamisesta jo sumerilaisten aikoihin noin 5.000 vuotta sitten. Tinan sekoittaminen pehmeään kuparimetalliin oli merkittävä edistysaskel. Tinapronssi oli kova metalliseos, joka kelpasi teräaseisiin. Pronssi oli myös hyvin stabiili seos, mikä ilmenee esineiden säilymisessä tähän päivään saakka. Ei tiedetä varmuudella missä rauta ensimmäiseksi tuli käyttöön. Yleensä kunnia on annettu heettiläisille, joiden nopea esiintyminen kulttuurien näyttämöllä 1300-luvulla e.Kr. on selitetty uudella asetekniikalla. Raudan pelkistäminen ja sulattaminen on jo sinänsä teknologinen saavutus. Rauta, jonka sulamispiste on noin 1500°C, ei sula tavallisessa puuhiiloksessa. Tarvitaan sekä hiiltä että happipuhallusta. Kuparin ja pronssin käsittelyn yhteydessä oli todennäköisesti kehitetty ilmaa puhaltavia palkeita, joilla saavutettiin riittävä lämpötila. Kaivostoimintaan ja metallien käsittelyyn liittyvä tekniikka kehittyi jo varhaiskulttuurien aikana huipputasolle. Paitsi aseisiin metalleja käytettiin koruihin ja artefakteihin.

Näin ihminen vuosituhansien saatossa takoi rautaa, rakensi basilikoita ja katedraaleja, konstruoi laivoja, joiden tekniikka ei juuri muuttunut foinikialaisten ajoilta 900 e.Kr. Kolumbuksen ja suurten löytöretkien aikakautteen kaksi ja puoli vuosituhatta myöhemmin. Tekninen osaaminen siirtyi samantasoisena kulttuurista toiseen renessanssiin ja valistusaikaan saakka. Käsiyötaidot kulkivat mestarilta oppipojalle. Ammattia opittiin omin käsin tekemällä, suullinen tiedonsiirto korvasi teoriaopinnot. Erikoistumista ja muodin vaihtumista toki tapahtui varsinkin rakentamisessa. Kaikissa kulttuureissa taide läpikävi oman kehityskaarensa, usein alkaen naivistisesta uskontosymboliikasta ja päättyen täydellisyttä tavoittelevaan realismiin.

6. Tieteestä kasvaa teknologia

Uusi kehitysvaihe alkoi vasta uskonpuhdistuksen ja tiedon vapautumisen aikoihin 1500-luvulla. Valistusfilosofien arvosteleva, suorastaan sarkastinen asenne niin tiedettä kuin yhteiskuntaa kohtaan johti vähitellen uusien tieteellisten metodien kehittämiseen. Luonnontieteissä teorian kokeellinen

testaaminen nousi johtavaksi paradigmaksi. Matematiikka osoittautui tärkeäksi, jopa välttämättömäksi apuvälineeksi.

Ruudin keksiminen merkitsi uutta lukua sotatekniikan historiassa. Keihään ja nuolen lentorata oli vielä helppoa hahmottaa havainnoinnin perusteella, mutta tykinkuulan lento jäi arvailujen varaan. ”Intuitiivinen fysiikka” ei pyrkinyt järjestelmälliseen ajatusmallien testaamiseen, vaan luotti kokemusten jättämään mielikuvaan. Teorianmuodostuksessa yritettiin soveltaa antiikin filosofian loogista päättelytapaa, kuitenkin huonolla menestyksellä. Esimerkkinä erheellisestä ”intuitiivisesta fysiikasta” voidaan pitää teoriaa tykinkuulan kolmesta lentoratavaiheesta. Ensimmäisessä vaiheessa ammus lentää suoraviivaisesti pelkällä liikemäärällään. Seuraavassa vaiheessa painovoima taivuttaa radan kohti maata, rata kaartuu. Lopuksi liikemäärä on lakannut vaikuttamasta ja painovoima vetää kuulan suoraan alaspäin. Selitys mielikuvan ja fysikaalisen todellisuuden eroavaisuudesta on etsittävä ilmanvastuksesta.

Luonnontieteen historiassa on usein käynyt niin, että teorian ainekset ovat kehittyneet sattumanvaraisesti kauan ennen varsinaista soveltamista. Näin ovat suuren palapelin osat saaneet muotonsa ja sisältönsä ennen niiden sovittamista oikeaan yhteyteensä. Erityisesti matematiikassa tapahtui merkittävää edistymistä 1600-luvulla. Monelle matematiikka oli pelkkä harrastus. Fermat (1601-1665), jonka kuuluisuus liittyy mm. hänen nimeään kantavaan lauseeseen, opiskeli lakia Toulousessa. Hän toimi ensin paikallisen parlamentin lakimiehenä ja tuli sittemmin sen neuvosherraksi¹. Fermat julkaisi elinaikanaan varsin vähän, siksi hän ei ole saanut nimiinsä kaikkia niitä matemaattisia ”keksintöjä”, jotka myöhemmin julki tuodun aineiston pohjalta hänelle kuuluivat. Tieteen ja tekniikan kannalta tärkeitä innovaatioita olivat analyyttinen geometria sekä differentiaali- ja integraalilaskenta. Yleensä analyyttisen geometrian keksijänä pidetään Descartesia (1596-1650). Perusajatuksensa Descartes julkaisi vuonna 1637 *Discours de la Methode*-teoksen liitteessä *La Géométrie*. Fermatin ”käyräteoria” on ajoitettu vuoteen 1636. Derivointia muistuttavan menetelmän Fermat kehitti niinkin varhain kuin vuonna 1629 eli 55 vuotta ennen Leibnizia (1646-1716). Ongelma oli molemmilla sama: miten löytää mielivaltaisen yhtälön maksimi- ja minimikohdat, siis eräänlainen optimointiongelma. Newtonin menetelmä on julkaistu *Principiassa* vuonna 1687, 3 vuotta Leibnizin jälkeen. *Principian* ensimmäisessä painoksessa Newton jopa viittaa Leibniziin, mutta jätti viittauksen pois riitauduttuaan tämän kanssa prioriteetti-kysymyksessä. Newtonin lähtökohta oli toisenlainen kuin Fermatin ja Leibnizin. Häntä eivät kiinnostaneet niinkään ääriarvot, vaan fysikaalisten ilmiöiden aikamuutokset. On muuten mielenkiintoista todeta, että Leibnitz kuten Fermat oli lakimies ja että myös Descartes oli opiskellut lakitiedettä. Matematiikka kehittyi edelleen 1700-luvulla, mutta oli vielä melko irrallaan luonnontieteistä ja tekniikasta. Erityisesti Ranska loi merkittävän matemaattisen tradition.

1700-luvulla tapahtunut teollinen vallankumous oli pitkälti ihmisen perinteisten osaamistaitojen (käsityön, materiaalienkäsittelyn, jne.) tulosta, mutta seuraavalla vuosisadalla tieteellinen tutkimus johti selvästi teknologiseen läpimurtoon. Silti 1700-luku oli tärkeä kausi tieteen kehityshistoriassa. Etsittiin järjestelmällisyyttä ja rakenteita, vrt. Linnén *Systema Natura*. Alkemistien aherrus alkoi kantaa hedelmää. Kemiassa opittiin tunnistamaan alkuaineita ja ymmärtämään kemiallisia reaktioita. Metallien käsittelyllä oli jo pitkät perinteet. Uusia mineraaleja löydettiin vilkastuneen geologiakiinnostuksen ansiosta. Nämä seikat johdattelivat John Daltonia ensimmäisen alkuaineluettelon laatimiseen vuonna 1801 ja modernin atomiteorian esittämiseen vuonna 1804. Kemiasta kehittyi 1800-luvulla tärkeä teollisuudenala. Kemiaa tarvittiin lääkkeiden valmistuksessa, tekstiilien käsittelyssä, kosmetiikassa ja elintarviketeollisuudessa. Teollisuuskemikaalit palvelivat välillisesti ihmistä. Valkaistun lehtipaperin massatuotanto edisti tiedonvälitystä ja yleistä

kansansivistystä.

1800-luvun kynnyksellä eli tasan vuonna 1800 italialainen Alessandro Volta esitteli keksimäänsä sähköparistoa Royal Society-seuralle Lontoossa. Kipinöivä staattinen sähkö oli ennestään tuttu ilmiö, mutta sitä oli vaikeaa hyödyntää. Voltan ”pilari” oli ensimmäinen jatkuvan sähkövirran lähde. Esitelmätilaisuus oli enteilevä, sähköstä ja sen liittolaisesta magnetismista oli tuleva keskeisiä tieteen katalysaattoreita. Suuri osa viime vuosisadan tiedemiehistä tutki jossakin elämänvaiheessa sähköisiä ilmiöitä. Varhain oivallettiin sähkön tekninen potentiaali. Sillä pystyttäisiin siirtämään sekä informaatiota että energiaa. Kuuluisa matemaatikko Carl Gauss (1777-1855) oli kiinnostunut erityisesti magnetismista ja aloitti järjestelmälliset maan magneettikentän mittaukset 1830-luvulla. Yhdessä Wilhelm Weberin kanssa Gauss rakensi vuonna 1833 ensimmäisen sähkölennättimen, jonka johdot yhdistivät kaksi laboratoriota Göttingenin eri kaupunginosissa. James Clerk Maxwellia (1831-1879) pidetään 1800-luvun merkittävimpänä tiedemiehenä. Hän kokosi sähköstä ja magnetismista esitettyä hajatietoa yhtenäiseksi teoriaksi. Kaikki sähkömagneettiset ilmiöt mahtuivat neljään yhtälöön. Maxwell pystyi yhtälöittensä perusteella ennustamaan sähkömagneettisen säteilyn olemassaolon. Hän esitti myös, että valo on eräs muoto tästä säteilystä. Teoria johti langattomaan viestintään sekä aikanaan radio- ja televisiotekniikan kehittymiseen. Maxwell oli matemaattisen lahjakkuutensa ohella innokas koelaitteiden rakentaja. Hän kiinnostui myös optiikasta ja teki merkittävän panostuksen termodynamiikan alalla.

1800-luvun loppupuoli oli suurten innovaatioiden aikakautta. Lyhyen ajan sisällä keksittiin hehkulamppu, puhelin ja langaton lennätin. Näiden ohella kehitettiin sähkökoneita sähkönsäteilystä varten sekä sähkömoottoreita paperikoneiden ja sorvien pyörittämiseksi. Sähköstä tuli tärkeä energian siirtoväline. Uudet keksinnöt liittyivät lähes aina ihmisen arkielämään, joko mukavuuteen (lämpö, valo) tai kommunikointiin (puhelin, radio). Myös viihteelle annettiin sijaa (gramofoni, kinematografi).

7. Huipputiede tietoyhteiskunnan ytimessä

Vuosisadan vaihtuessa tiede oli joutunut kriisitilaan. Max Planck (1858-1947) osoitti vuonna 1900, että mustan kappaleen lämpösäteily käyttäytyi matalissa lämpötiloissa oudosti. Säteilystä ei pystytty selittämään klassisen lämpöopin paradigmoilla. Planck tarvitsi säteilyominaisuuksien kuvaamiseksi yhtälön, jossa esiintyi ihmeellinen, varsin pieni h-vakio. Tämä oli vasta alkusoitto. Vuonna 1905 Albert Einstein (1879-1955) julkaisi artikkelin valosähköisestä ilmiöstä. Artikkelissa Einstein esitti, että valo esiintyy tietynkokoisina energiakvantteina, energia oli suoraan verrannollinen valon taajuuteen. Verrannollisuuden kertoimeksi todettiin juuri Planckin h-vakio. Kvantti-hypoteesin pohjalta tanskalainen Niels Bohr (1885-1962) julkaisi vuonna 1913 uuden atomiteorian, jonka mukaan elektronit kiertävät atomin raskasta ydintä kvantisoiduilla radoilla. Bohrin saavuttama maine mahdollisti oman tutkimuslaitoksen perustamisen Kööpenhaminaan. Hänen ympärilleen kerääntyi kansainvälinen tutkijaryhmä, johon aikanaan Werner Heisenberg ja Erwin Schrödinger liittyivät. Molemmat vaikuttivat ratkaisevalla tavalla kvanttimekaniikan kehitykseen. Perusteoria ja matemaattinen koneisto saavuttivat kypsän tason jo 30-luvun alkupuolella.

Uutta tietoa alettiin välittömästi soveltaa materiaalitekniikkaan. Eräs kiusallinen ongelma sähkölaitteissa oli jo kauan ollut kytkimissä esiintyvä sähkövirran satunnainen katkeaminen. Tähän oli etupäässä syynä kontaktipintojen hapettuminen. Sähkönsäteily ohuissa oksidikalvoissa

käynnisti puolijohdetutkimuksen, jonka lopputulos oli vuonna 1948 keksitty transistori. Vajaassa kymmenessä vuodessa transistori syrjäytti elektroniputken, joka siihen saakka oli ollut langattoman tietoliikennetekniikan keskeisin komponentti. Myös ensimmäiset tietokoneet perustuivat elektroniputkiin. Transistorin merkittävin etu oli pieni koko ja sen seurauksena rajallinen energiankulutus. Keksintö oli merkittävä kehitysaskel kohti uutta tietokonetekniikkaa.

Laser on toinen kvanttiteoriaan perustuva komponentti, jota on hyödynnetty tietotekniikassa. Lasereita käytetään tulostimissa ja CD-laitteissa. Lasertekniikka on keskeisellä sijalla tulevaisuuden optoelektronisessa tiedonsiirrossa, mikä muun muassa mahdollistaa liikkuvien kuvien siirtämisen Internetissä. Näin kvanttimekaniikka kytkeytyy tietoyhteiskunnan syntymiseen. Ilman sitä ei olisi kännykkää, ei kotimikroa, ei multimediaa eikä etäopetusta.

8. Tiedefilosofinen lisäkommentti

Toisinaan kvanttimekaniikkaa toimii tieteellisen tutkimuksen metaforana. Atomien maailmaa oli kokemusperäisesti lähestytty ulkoapäin kemian keinoin. Empiirisen makromallin näkökulmasta kemialliset reaktiot vaikuttivat hyvin kompleksisilta. Kvanttimekaniikan klassisesta luonnontieteestä poikkeava lähestymistapa antoi uuden ymmärryksen atomitason ilmiöille. Aineen olemusta tutkittiin ensimmäistä kertaa malleilla, jotka toimivat atomien mittakaava-alueella. Kvanttimekaniikka vaikutti ratkaisevalla tavalla orgaanisen kemian ja biokemian kehitykseen. Kytkeä lääketieteeseen ja geeniteknologiaan on ilmeinen.

Vastaava tilanne vallitsee muillakin tieteenaloilla. Aivotutkimuksessa psykologia, neurologia ja modernit aivojen kuvantamismenetelmät täydentävät toinen toisiaan. Tietokonetekniikkaan perustuva neuraalilaskenta mahdollistaa aivoprosessien simuloinnin luoden siten uusia käsityksiä hahmon tunnistamisesta, assosiaatiosta ja muistin toiminnasta. Tieteen keskeinen kiistanaihe on kauan ollut, voidaanko kompleksista järjestelmää kuten aivoja, yhteiskuntaa tai talouselämää mallintaa osajärjestelmien perusteella. Tuskin kukaan edes väittää, että puhdas reduktionistinen lähestyminen riittäisi. Yleensä tiede etenee parhaiten silloin, kun holistiset teoriat ovat jatkuvassa vuorovaikutussuhteessa empiirisen tutkimuksen kanssa.

Ihmiskunnan vahvimpia motivaatiotekijöitä on rakentaa mahdollisimman täydellinen mentaalisesti käsitettävä maailmankuva. Tämä on tosin mahdoton tehtävä, koska malli ei koskaan voi olla täydellinen. Mallin sisältämä informaatio on vain murto-osa todellisen objektin tai ilmiön sisältämästä informaatiosta. Tapoja, joilla tietoa tiivistetään malliksi, on ääretön määrä.

9. Yhteenveto

Yhteiskunta ja kulttuurien kehitys ovat sidoksissa ihmisen aivotoimintaan. Vuorovaikutus ympäristön ja yksilön välillä luo aivoissa konteksteja, jotka ohjaavat assosiaatioita ja sitä kautta tietoista toimintaa.

Ihmiskunnan kehityksessä voidaan erottaa toisistaan kaksi keskeistä murrosvaihetta. Verraten lyhyen siirtymäkauden aikana tapahtui muutoksia, jotka mullistivat ihmisen käyttäytymistä ja hänen sosiaalista ympäristöään. Ensimmäinen murrosvaihe alkoi noin 50.000 vuotta sitten. Kielen kehittyminen moniulotteiseksi kommunikaatiovälineeksi edisti ihmisen kognitiivisia kykyjä. Käsitteiden käyttöönnotto laajensi tajuntaa ohjaavaa merkitystä samalla kun se edisti eri aivoalueilla

olevaa informaation yhdistämistä. Ihmiselle kehittyi oma virtuaalitodellisuus, jonka avulla hän mielikuvituksessaan pystyi liikkumaan ajassa ja näkemään itsensä ulkopuolisena aktorina heimoyhteisön vuorovaikutuspelissä. Tämän tuloksena ihminen alkoi valmistaa kompleksisia työkaluja ja aseita ja hänelle tuli tarve koristaa niitä. Samalla hän halusi projisoida mielikuviaan kallioseiniin. Taide-elämys herätti ajatuksia, sillä oli viestinnällinen arvo. Esteettiset arvot liittyvät läheisesti aivoinformaation ”juoksevuuden” lisääntymiseen. Esteettinen elämys on tunnetila, joka palkitsee priorisoimalla tavanomaisuudesta poikkeavia konteksteja.

Yhteiskunnallinen organisoituminen synnytti korkeakulttuureja. Ensimmäinen murrosvaihe huipentui kahden vuosituhaten aikana juuri ennen ajanlaskumme alkua. Lähes poikkeuksetta kulttuureja leimasivat sotaisuus, mahtipontisuus ja lopulta seniiliys. Jo ensimmäisten kulttuurien aikana tekniikasta tuli taidelaji. Teknisessä luomistyössä hyödynnettiin osaamistietoa ja käsien taitoa.

Toinen murrosvaihe alkoi noin 500 vuotta sitten. Yksilöiden välinen vapaa tiedonvaihto johti tieteen kehittämiseen. Uteliaisuus motivoi ihmistä etsimään taustaa aistien välittämään julkisivuun. Tiede eteni monta reittiä. Matematiikka näyttää 1600-luvulla olleen oikeusoppineiden (Descartes, Fermat, Leibniz) harrastus. Maantieteelliset löytöretket innostivat puolestaan biologiseen luonnontutkimukseen. Pitkälti tältä pohjalta syntyi 1800-luvun alussa humboldtilainen yliopistodoktriini, jonka mukaan opetuksen tulee perustua tieteelliseen tutkimukseen. (Doktriinin esitti Preussin opetuslaitoksen johtaja Wilhelm von Humboldt perustaessaan Berliinin yliopiston vvuonna 1810. Hänen veljensä Alexander von Humboldt oli aikakautensa kuuluisimpia luonnontutkijoita.)

Teollinen vallankumous käynnisti siirtymävaiheen, joka tieteen ja teknologian symbioosissa synnytti tietoyhteiskunnan. Kahden vuosisadan aikana on päästy ensimmäiseen määränpäähän: tekniikka on tehnyt mahdolliseksi, välimatkasta riippumatta, siirtää suuria informaatiomääriä ihmiseltä toiselle. Verkottuminen tarkoittaa, että jokainen voi tulevaisuudessa hakea mitä saatavissa olevaa informaatiota tahansa mistä tahansa. Global Village-tunnelma vahvistuu päivä päivältä. Sääkartat myötäilevät maapallon kaarevaa pintaa. Seuraamme kansainvälisten pörssikurssien muutoksia työaikaikkunan pyyhkäistäessä idästä länteen. Sähkökauppa tarkoittaa, että kaupankäynti ja rahansiirto-operaatiot hoituvat vaikkapa kotimikrolta. On ajan kysymys, milloin voimme logata reaaliaikaiseen videoverkkoon ja seurata katutapahtumia Rangoonissa tai saamelaisparlamenttia Tromssassa. Monipuolisen tiedon saatavuus aiheuttaa varsinkin nuorissa innostusta. Toisinaan ihmisiä tympäisee hyödyttömän informaation tulva. Aivan kuten aivoissa on kehittynyt informaation tiivistymisprosessi, globaalisissa tietoverkoissa syntyy tiedonhallintarakenteita, jotka toisaalta auttavat halutun informaation löytämisessä, toisaalta luovat uusia vuorovaikutusmahdollisuuksia.

Palautan vielä mieleen Tainterin ajatuksia korkeakulttuuriyhteiskunnasta (luku 2): ”Kompleksisuutta lisätään luomalla uusia verkostoja yksilöiden ja eri yhteiskuntaelinten välillä.” Tietoyhteiskunta tulee olemaan varsin kompleksinen, tähän vaikuttavat sekä tiedon saatavuus että suuri siirtonopeus. Sopii toivoa, että nämä samat tekijät auttavat yksilöä tunnistamaan ajoissa vaarallisia kehitystrendejä ja siten estämään sekä poliittisia että ekologisia katastrofeja.

Kun vertaamme aikakauttamme ensimmäiseen murrosvaiheeseen, elämme vielä luolataiteilijan tasolla. Kukaan ei osaa ennustaa, mitkä tulevat olemaan tietoyhteiskunnan Gizan pyramidit.

Kirjallisuutta

1. Boyer, C., Tieteiden kuningatar, matematiikan historia. Art House, Juva 1994
2. v. Wright, G.H., Humanismen som livshållning. MånPocket, Trondheim 1995
3. Tainter, J.A., The collapse of complex societies. Cambridge University Press, Cambridge 1992
4. Ahmavaara, Y., Yhteiskuntakybernetiikka. Weilin & Göös, 1976
5. Norretranders, T., Märk världen, en bok om vetenskap och intuition. Bonnier Alba, Falun 1994
6. Eriksson, J.-T., Impact of information compression on intellectual activities in the brain. Int. Journal of Neural Systems, Vol 7, No 4 (Sept. 1996), pp. 543-550
7. Maslow, A.H., Motivation and personality. Harper & Row, New York 1970
8. Mithen, S., The prehistory of the mind. Thames and Hudson, London 1996
9. Hogben, L., Matematiikka kaikille. WSOY, Porvoo 1945

Tampereen teknillisen korkeakoulun promootio

17.5.2002

Jarl-Thure Eriksson

Rehtorin puhe

Herra pääministeri (Paavo Lipponen), arvoisat promovoitavat kunniatohtorit ja tohtorit.

Hyvä juhlayleisö

Promootio on tieteen juhla! Mikä tiede?

Tiedetoimittaja John Horgan kirjoitti muutama vuosi sitten tiedeyhteisöä ravisuttavan kirjan nimeltään The End of Science. Ennen kirjailijaksi ryhtymistä Horgan oli tehnyt tunnettujen tiedemiesten haastattelut mm Scientific American lehdelle. Kiinnitin aikoinaan näitä lukiessani huomiota Horganin terävään kynään. Hän onnistui melkein suuttuttamaan 90-vuotiaan tieteenfilosofi Karl Popperin huomauttamalla, että Popperin kuuluisaa tieteellisen teorian falsifiontiväittämää ei voida todistaa oikeaksi. Popperin oman teesin mukaan teoria voidaan todeta virheelliseksi, mutta ei koskaan osoittaa täysin todellisuuden kanssa yhtäpitäväksi.

Tiede loppuu Horganin mukaan siksi, että suuret periaatteet on jo paljastettu ja tieteen tehtävä on enää yksityiskohtien kartoittaminen sekä tiedon ja teorian yhteensovittaminen. Näemme tietyn yhtäläisyyden suurten löytöretkien kanssa. Kolumbus oletti maapallon olevan pyöreä ja suunnisti länteen päästäkseen Intiaan. Seuraajat todistivat hänen olleen oikeassa. James Cook muiden muassa loi kirjaimellisesti globaalin tietoisuuden tunnustelemalla saarten ja mantereiden äärioviivoja. Horganin mukaan tiede on löytöretki. Kohta uutta mullistavaa löydettävää ei enää ole ja tiede loppuu.

Tällainen tieteenkäsitys saattoi erheellisesti syntyä 1900-luvun suurten, erityisesti fysiikan alalla tapahtuneiden edistysaskelten ansiosta. Mutta onko tiede pelkkää oivaltamista? Tieteen tehtävä on luoda sellaisia ymmärryskuvia reaali maailmasta, joiden avulla ihminen pystyy hahmottamaan yhä suurempia kokonaisuuksia ja ennakoimaan näissä esiintyviä tapahtumaketjuja. Mallimme talousjärjestelmistä, puhumattakaan mentaalisisistä prosesseista ovat edelleen varsin vajavaiset. Näissä ovat tieteen suuret haasteet tulevaisuudessa. Tieteen tehtävä on myös yhtenäistää teorioita, sitä varten tarvitaan selkeä tieteen kieli. Ilman ideoitten kommunikointia ei tapahdu edistystä.

Opetusministerinä 80-luvulla toiminut Cristoffer Taxell, nykyinen Partek Oy:n pääjohtaja asetti yliopistoille kaksi kovaa haastetta: vuosikymmenen aikana Suomi kaksinkertaistaa tohtorien määrän ja puolet perustutkinto-opiskelijoista viettää vähintään yhden lukukauden ulkomaisessa yliopistossa. Ensimmäinen tavoite on reilusti ylitetty, vuonna 1988 väitteli 401 tohtoria ja viime vuonna 1203. Kasvu on sattumalta tasan kolminkertainen. Toinen tavoite ei ole aivan yhtä hyvin toteutunut. Suomen suotuisan taloudellisen kehityksen myötä monet opiskelijat epäröivät lähtemistä ulkomaille.

Tekniikan ala on erittäin hyvin tarttunut tohtorihaasteeseen. Vuonna 88 tekniikan tohtoreita valmistui 50, viime vuonna 203, kasvu on siis nelinkertainen. TTKK:n viime promootion jälkeen on tehty 178 väitöskirjaa. Edellisen promootiovälin aikana väitöksiä oli 118. Keskimäärin viiden vuoden jaksolla kasvu on 50 %.

Taxellin yksinkertainen mutta selkeä tavoitteenasettelu ei ollut itsetarkoitus. Yliopistossa

tohtorikoulutus on tieteellisen tutkimuksen keskeisimpiä indikaattoreita. Epäsuorasti väitöskirjojen tarkastelu on tutkimuksen tason ulkopuolista arviointia. Vastaväittäjän huomiot koskevat väitöskirjan lisäksi työn ohjausta ja laitoksen tarjoamaa tutkimusympäristöä.

Tohtoritutkintojen nopea lisääminen ei olisi ollut mahdollista ilman myötävaikuttavia tekijöitä, näistä 90-luvun puolivälissä perustettu valtakunnallinen tohtorikoulujärjestelmä on yksi merkittävimpiä. Myös tutkimusrahoituksen kanavointi Suomen Akatemian ja tekniikan alalle erityisesti TEKESin kautta on ollut tärkeää. Valtiovallan antama tuki on tässä suhteessa ollut johdonmukaista.

Teknillisissä korkeakouluissa kehittyneet koulutusperinteet ovat osoittautuneet varsin hyödyllisiksi nyky-yhteiskunnassa. Diplomi-insinöörit ja tekniikan tohtorit löytävät tiensä mitä erilaisimpiin tehtäviin, joskus melko kauaskin omasta erikoisalastaan. Ehkä tästä syystä useat yliopistot toivovat saavansa oikeuden kouluttaa diplomi-insinöörejä. Tutkinnon nimike vaan ei korvaa koulutuksen sisältöä. Sopii kysyä tulisiko perinteisiä maisteriohjelmia ottaa tarkempaan syyniin.

Hyvät kuulijat

Bologna on kuuluisa paitsi pizzastaan myös vanhasta yliopistostaan. Tarkkaa perustamisvuotta ei tunneta. Mutta joskus vuoden 1176 tietämällä kaupunki teki sopimuksen muutaman dominuksen (maasterin) kanssa, että nämä pitäisivät oppilaskattraansa kaupunginmuurien sisäpuolella. Opiskelijoita virtasi Bolognaan Euroopan eri puolilta. Opiskelijat toivat Bolognalle arvostusta ja taloudellista etua. Alunperin Bolognassa opiskeltiin roomalaista lakia, mutta 1300-luvulla opetukseen liitettiin muita ammattilaitaitoja, artes, kuten lääketiede, aritmetiikka, tähtitiede, logiikka ja kaunopuheisuus.

Bolognan prosessi tähtää EU-maiden korkeimman ammattikoulutuksen yhtenäistämiseen. Kolmiportainen tutkintojärjestelmä sallii opiskelijan siirtymisen yliopistosta toiseen aina yhden kokonaisuuden tultua suoritetuksi. Bolognan prosessille on asetettu kolme päämäärää, koulutustarjonnan lisääminen, opiskelijoiden parempi liikkuvuus sekä opetuksen laadun nostaminen kilpailuttamalla yliopistoja ja korkeakouluja. Uudistus korostaa pätevyyskäsitteitä, ei sisältöjä tai tutkintoja.

Suomen panostaminen koulutukseen on saanut paljon myönteistä huomiota osakseen viime vuosina. Vaikka tällä hetkellä näyttää siltä, että korkeakoulupaikkoja on yli tarpeen, on tilanne huomattavasti parempi kuin, jos paikkoja tulisi kehittää lisää. Nyt on tilaisuus sopeuttaa koulutusta työelämän tarpeita paremmin vastaavaksi.

Yliopistot ja ammattikorkeakoulut kuuluvat molemmat Bologna-sopimuksen piiriin. Yhteensä niitä on noin 50, mikä on Suomen väestöön nähden korkea luku. Määrän vähentäminen yhdistämällä korkeakouluja on kikkailua. Tehokkuuden säilyttämisen kannalta, jokaisen korkeakoulun tulisi säilyttää oma identiteettinsä. Hyväksytään, että Suomessa on 50 tiede- ja ammattikorkeakoulua. Järkeistäminen lähtee siitä, että yliopistoja ja ammattikorkeakouluja rohkaistaan muodostamaan ryhmiä, jotka keskuudessaan sopivat työnjaosta ja erikoistumisesta. Kilpailu-teoreettisesti tilanne on kinkkinen, koska kaikki yksiköt kilpailevat keskenään sekä rahoituksesta että opiskelijoista. Julkisen tahon tulee, yhdessä elinkeinoelämän kanssa, rakentaa sellainen ”markkinavoimailmasto”, joka johtaa sopeutuvaan ja kestäväan yhteistyöhön. *Yhdistämishukka ei ole rohkaiseva eikä luo kestäviä ratkaisuja.*

Hyvät korkeakoulumme uudet tohtorit. Tunnettu kirjailija ja yhteiskuntafilosofi C.P. Snow käytti elämänmottona lausetta ”ellei viidakon läpi kulje tietä, minun on se raivattava.” Väitöskirjan tekeminen on verrattavissa tien rakentamiseen. Monta kertaa eteneminen on saattanut tuntua mahdottomalta, reittejä on niin paljon. Mieluummin kääntyisi korjaamaan taaksejäänyttä keskeneräistä polkua. Te olette kuitenkin onnistuneet. Kummasti tie tuntuu suoristuvan itsestään, kivet vierivät ojaan ja metsä väistyy sivummalle, tältä näyttää väitöskirja väittelemisen jälkeen. Tampereen teknillinen korkeakoulu toivottaa teille onnea tuleviin elämän tarjoamiin haasteisiin.

Liikkuvainen voittaja

Ison Vihan aikana Pietari Suuren kaleerilaivasto käytti Turun ja Ahvenanmaan saaristoa Ruotsiin päin suuntautuvien hyökkäysten kokoontumis- ja suojautumis-alueena. Ruotsi-Suomen kuninkaan Kaarle XII kaaduttua Norjassa ja rauhanneuvottelujen kariuduttua venäläiset operoivat sangen vapaasti Etelä-Suomessa ja rannikkoalueilla. Heinäkuun 27:nä vuonna 1720 Venäjän saaristolaivasto, noin 60 soutukaleeria, oli ankkuroitunut Flisön saaren kupeeseen Ahvenanmaan kaakkoissaaristossa.

Pieni lähistöllä oleva ruotsalainen tiedustelueskaaderi oli vetäytymässä, kun sitä komentava varamiraali Yrjö Siöblad huomasi tuuliolosuhteiden olevan suotuisat yllätyshyökkäykseen. Eskaaderi käsitti 8 fregattia, 2 linjalaivaa ja 3 kaleeria, yhteensä siis 13 alusta. Sivumyötäisessä nopeasti liikkuvat fregatit aiheuttivat paniikkia soutukaleereissa ja niistä tuli helppoja maaleja ohikiitävälle hyökkääjälle. Syntyneessä meritaitelussa vahingoittui 43 venäläiskaleeria niin pahasti, että ne eivät enää kelvanneet muuhun kuin poltettaviksi. Ruotsalaisten menetys oli - meriselityksen mukaan - neljä alusta. Kuolleiden määrä oli kummallakin puolella yli sata kaatunutta tai hukkunutta. Vähän huomiota saanut meritaistelu oli kova isku Pietari Suuren saaristolaivastolle. Rauha solmittiin kuten tunnettua 13 kk myöhemmin, 30 elokuuta Uudessakaupungissa.

Tämän päivän yrityksissä ja teollisuuslaitoksissa pyritään lisäämään liikkuvuutta ja sopeutumiskykyä hajauttamalla toimintaa pieniin, suhteellisen itsenäisiin yksiköihin tai ulkoistamalla valmistusta ja palveluja. Tällöin jokainen yksikkö joutuu tiukasti seuraamaan omaa menestymistään ja mitoittamaan hallintofunktioitaan kulloinkin vallitsevien tarpeiden mukaisesti. Ihmissuhteet ja ihmisten välinen kommunikointi määrää yksikön optimikoon. Osatoimintoihin liittyvät riskit ovat tällä järjestelyllä myös hajautettuja.

Yhteiskunta odottaa yliopistoilta ja tiedekorkeakouluilta yhä enemmän suoritteita ja palveluja. Tutkintokoulutuksen lisäksi yliopistot osallistuvat laajenevassa määrin aikuiskoulutuksen eri muotoihin: täydennyskoulutus, muuntokoulutus, avoin yliopisto, elinikäinen oppiminen jne. Tieteellinen tutkimus tukee merkittävällä tavalla elinkeinoelämää luomalla valmiuksia uusille teollisille avauksille. Yliopistokaupunkeja pidetään suorastaan etuoikeutettuja, koska uudet teknologiayritykset hakeutuvat juuri näihin kaupunkeihin. Tästä syystä opetusministeriö onkin velvoittanut yliopistoja toimimaan alueellisina vaikuttajina maakunnissa tai lääneissä. Aktiiviset kaupungit ovat houkutelleet yliopistoja paikkakunnalle ehdottamalla lahjoitusprofessuureja ja tarjoamalla tutkimustiloja vastaperustetuissa teknologiakeskuksissa. Yliopistot ovat yleensä suhtautuneet myönteisesti aloitteisiin, koska lisäresurssit vahvistavat niiden asemaa paikallisina vaikuttajina ja avaa samalla uusia yhteistyökanavia elinkeinoelämään.

Yliopistojen tulee tarjota asiantuntemustaan monipuolisen elinkeinorakenteen kehittämiseksi. Käytäntöjä ja hallintoa on sopeuduttava uusiin oloihin. Sivutoimintapisteille tulee antaa riittävästi liikkumatilaa ja itsenäistä toimintavapautta. Samalla on kuitenkin pidettävä mielessä yliopiston perustehtävät, ammattiosaajien kouluttaminen, mikä tuo teollisuutta paikkakunnalle ja tieteellinen tutkimustoiminta, mikä puolestaan luo pohjan uusyrityksille. Näitä tehtäviä tulee näkyvästi kytkeä etätoimintaan. Kutsuessaan yliopistoa apuun kunnat käynnistävät prosessin, joka ulottuu paljon kauemmaksi kuin viiden vuoden lahjoitusprofessorin rahoitus. Yliopistovoimavarojen sitominen uusiin haasteisiin ei saa näivettää odotuksiin nähden jo liian kapeapohjaiseksi

muuttunutta valtion budjetointia.

Perinteisesti Tampereella on annettu arvoa koulutukselle. Terveystenhoitoon ja tekniikkaan kiinnitettiin aikaisessa vaiheessa huomiota perustamalla asianomaisia oppilaitoksia. Niistä on nyt tullut ammattikorkeakouluja. Yliopistotasoisia opinahjoja saatiin 60-luvulla, kun Yhteiskunnallisesta korkeakoulusta tuli Tampereen yliopisto ja Teknillisen korkeakoulun sivuyksikkönä perustettiin Tampereen teknillinen korkeakoulu, joka itsenäistyi jo v. 1972. Tampereen kaupungin päättäväisyys ja määrätietoinen toiminta niin poliittisella tasolla kuin käytännön järjestelyissä olivat ratkaisevat yliopistojen synnyttämiselle. Lähes 40 vuoden aikana kaupunki on tukenut yliopistoja. Investointi on ollut kannattava, yliopistot kuuluvat viiden suurimman työnantajan joukkoon. Paljolti tekniikan opetuksen ja tutkimuksen ansiosta Nokia-yhtymä on panostanut Tampereeseen ja on siten työllistäjätilastoissa noussut kolmannelle sijalle heti kaupungin ja Tampereen yliopistollisen sairaalan jälkeen.

Kaksi yliopistoa ja kaksi ammattikorkeakoulua vahvistavat Tampereen imagoa opiskelukaupunkina. Jokaisella on oma roolinsa kouluttajana ja yhteiskunnallisena vaikuttajana. Ylioppilaat ympäri Suomea kokevat, että Tampere tarjoaa vaihtoehtoja. Aika ajoin on ehdotettu Tampereen yliopistojen liittämistä yhteen. *Yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen yhdistäminen suuryliopistoksi – ajatus, joka hiljattain on esitetty julkisuudessa - toimisi vastoin ajan henkeä.* Matala hallintoprofiili toimii vain silloin, kuin työntekijä kokee kuuluvansa isoon perheeseen ja kommunikointi johdon kanssa on välitön, asiaan pureutuva. Mammutilaitos tekee hallinnon väkisinkin hierarkkiseksi. Kuuluisat kansainväliset yliopistot ovat kooltaan 10.000 opiskelijan opinahjoja, professoreita niissä on parisensataa. TTKK ja TaY ovat kumpikin juuri tätä suuruusluokkaa.

Yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen yhteistyötä tulee joka tapauksessa kiinteyttää. Tampereella tässä työssä on edetty positiivisessa hengessä.

Yliopistoista ja korkeakouluista ei saa tehdä raskaita kaleereja, jotka liikkuaikseen tarvitsevat satoja soutuja - piiskureista puhumattakaan.

Jarl-Thure Eriksson

Laatua löytyy, löytyykö sopu

Vuonna 2005 TTY täytti 40 vuotta. Juhlakirjassa ”Kasvun aika” opetusministeriön ylijohtaja Arvo Jäppinen aloittaa haastatteluosuutensa sanoilla ”TTY on aina ollut kehityksen kärjessä...” ja päättää seuraavasti: ”Yleisesti ottaen Tampereen teknillisen yliopiston pitäisi nyt keskittyä rakenteidensa kehittämiseen, ei enää kasvuun vaan laadun parantamiseen rakenteita kehittämällä. Tällä taataan tulevaisuus kansainvälisenä yliopistona. Se on myös eräänlainen eloonjäämisoppi.”

Laatua on vaikea mitata. Diplomi-insinöörejä ja maistereita ei katsasteta eikä heistä tehdä vikatilastoja. Laatua heijastavat epäsuorat indikaattorit kuten valmistuneiden työllistyminen ja urakehitys. Tutkimuksen arvo näkyy kilpaillun rahan saannissa, kansainvälisissä asiantuntijatehtävissä ja julkaisujen tuomassa maineessa. Hyvän laatutason saavuttaminen kaikilla yliopiston edustamilla aloilla edellyttää, että johtamisjärjestelmä takaa hyvän hallintokulttuurin ja vuorovaikutteisen mutta samalla määrätietoisien päätöksenteon.

Korkeakoulujen arviointineuvoston suorittama laadunvarmistusjärjestelmän auditointi nostaa TTY:n hallintokäytännöistä esiin useita myönteisiä piirteitä, mutta suomii samalla epätasaisuutta yksikkötasolla. Joka tapauksessa TTY on päässyt toisena yliopistona ”terveen kirjoihin”. Tämä on vahvuus, joka vie eteenpäin.

Yliopistokentässä on liikkeellä useita mielenkiintoisia aloitteita. Päämääränä on ratkaista keskeisiä ongelmia kuten tutkimuksen keskinkertaisuutta, tieteenalakohtaista liikakoulutusta, opintojen keskeyttämistä jne. Selvitysmiesten Niilo Jääskisen ja Jorma Rantasen esitys yliopistojen autonomian kehittämiseksi on konkreettinen ja menee yksityiskohdissaan niin pitkälle, että periaatepäätös sen toteuttamisesta ja aikataulun paaluttamisesta olisi jopa sisällytettävissä seuraavaan hallitusohjelmaan. Valmiutta alleviivaa myös sekä yliopistojen että opetusministeriön johtavien virkamiesten myönteinen kanta.

Jääskisen ja Rantasen esityksen mukaan yliopistosta tulisi julkisoikeudellisia laitoksia – vaihtoehtoina on pohdittu myös säätiö- ja yhtiömuotoa. Yhtenäinen hallintorakenne muistuttaa nykyistä: ylin akateeminen päättävä elin on konsistori ja sen alapuolella toimivat pikkukonsistorit korvaten tiedekunta- ja osastoneuvostoja. Johtajavastuu hallinnon eri tasoilla kasvaa, kun menestyminen ja tuloksellisuus ovat entistä selkeämmin yliopiston omissa käsissä. Ratkaisevia tekijöitä ovat palveleva hallinto sekä opettajien, tutkijoiden ja muun henkilökunnan hyvä motivaatio.

Esityksen mukaan yliopiston ylin päättävä elin on johtokunta. Jääskisen kannan mukaan enemmistö sen jäsenistä on ulkopuolisia, Rantanen tukee kolmikantamallia. Johtokunta valitsee rehtorin ja tekee strategiset linjaukset painopistealoista ja rahoituksen suuntaamisesta. Lisäksi johtokunnalle kuuluu tulosten arviointi. Johtokunta edustaa ylläpitäjää eli toimeksiantavaa osapuolta, muu yliopisto puolestaan toimenpaneava. *Näin tuloksellisuuden seuranta siirtyy opetusministeriöstä yliopistokohtaiseen elimeen, joka on lähellä toimeenpaneavaa yksikköä. Säätiömuotoisessa omistussuhteessa säätiön hallitus vastaisi johtokuntaa ja yliopiston hallitus konsistoria.*

Helsingin yliopiston kansleri Kari Raiviolla on tapana verrata yliopiston rakenteiden muuttamista hautausmaan siirtämiseen, kuitenkin sillä erolla, että jälkimmäisessä tapauksessa asiakkaat eivät pane kovasti hanttiin.

Varsin radikaalissa sisäisessä rakennemuutoksessa TTY tähtää huippuosaamisensa keskittämiseen neljään tai viiteen tiedekuntaan. Laitosten määrä pyritään vähentämään noin puoleen. Johtamiskulttuuria kehittämällä painotetaan dekaanien ja laitosjohtajien organisoivaa ja vastuualueita palvelevaa funktiota. Opettajien ja tutkijoiden hallintotaakkaa kevennetään tarjoamalla tukipalveluja yksikköjohdon välittömässä läheisyydessä. Hallintoelinrakenteessa huomioidaan Jääskisen ja Rantasen ehdotukset nykyisen lainsäädännön sallimissa rajoissa.

Raivion vertauskuvan voi tulkita myös toisin. Yliopistoa on sittenkin helpompi muuttaa, koska asiakkaat kävelevät itse. Viimeaikaisista monista uudistuksista huolimatta yliopisto on suhtautunut odottavaisen myönteisesti tehtyihin aloitteisiin.

Jarl-Thure Eriksson

Teknologisen kehityksen suunnan määrää ihminen

Joku on todennut, että strategisen suunnittelun tarkoitus ei ole tulevaisuuden ennustaminen, vaan sen rohkea kohtaaminen. Mitä epävarmemmalta tulevaisuus näyttää, sitä tärkeämpää suunnittelu on.

Ennusteiden mukaan vuosien 2000 ja 2030 välillä tekniset innovaatiot aiheuttavat ”hyökyaaltomaisen” muutoksen. Vaikutukset näkyvät ihmisen jokapäiväisessä elämässä. Elinkeinorakenteet muuttuvat, työ muuttuu, jopa ihmisen sosiaalinen käyttäytyminen muuttuu. Poliittinen päätöksenteko rajoittuu pitkälti lainsäädäntökysymyksiin ja kansainvälisiin sopimuksiin.

Business Week-lehden elokuun numerossa 1999 esitettiin näkemyksiä siitä, miten tiede ja teknologia muuttavat yhteiskuntaa ensi vuosisadan alkupuolella. Tässä muutama mukailtu esimerkki:

Tietokone ohittaa ihmisen älykkyydessä. Monelle tämä on pelottava skenaario. Tietokoneen nopeus ja kompleksisuus kaksinkertaistuvat 18 kuukaudessa, tämä nk. Mooren laki on pitänyt paikkaansa 50-luvusta lähtien. Arvioiden mukaan lineaarinen kasvu jatkuu ainakin vuoteen 2012 saakka. Keinotekoiset hermoverkot, jotka tekevät massiivisen rinnakkaisprosessoinnin mahdolliseksi, pystytään puristamaan molekyylien kokoisiksi.

Suuri haaste on selvittää tarvitsevatko aivot softaa, vai onko ohjelma kirjoitettu geeneihin? Kehittykö tietoinen ajatus hetkellisesti tapahtuvana sähköisenä evoluutioprosessina? Viimeistään 2020-luvulla robotit suorittavat kaikki ne työt, joita ihminen pitää epämielekkäänä. Hermoimplantit lisäävät ihmisen älykapasiteettia. Virtuaalielämykset siirtyvät suoraan aivokeskuksiin.

Geenien tietopankki aukeaa. Biokemialliset prosessit hallitaan täydellisesti. Uuden elämän synty voidaan simuloida tietokoneella, samoin kuin orgaanisten signaaliaineiden metabolismi. Geeniperimä on täydellisesti kartoitettu. Poikkeamat antavat vihjeitä perinnöllisistä sairauksista, joiden puhkeamista voidaan ehkäistä geenimanipulaatioterapialla.

Maapallon sähköinen iho. Maapalloa peittävät erilaiset tietoverkot. On kaapeliverkkoja, langattomia linkkiverkkoja, satelliittiverkkoja, säähavaintoverkkoja, jne. Langattomat anturit tarkkailevat maapallon fysikaalista tilaa. Samalla tavalla voidaan lähes reaaliajassa seurata ihmistoimintaa, esimerkiksi liikennettä, tavarakuljetuksia tai sotilaallisia toimia. Talouden tila on jo nyt kirjaimellisesti käden ulottuvilla. Tiedot ja havainnot ovat Internetin kautta periaatteessa kaikkien ihmisten käytettävissä. Syntyy globaalinen itsetietoisuus, joka parhaassa tapauksessa toimii maapallon omatuntona suorittaen ohjaus- ja korjaustoimenpiteitä niin yhteiskunnallisissa kuin ekologisissa kriisitilanteissa. Vaarojakin on. Tasapainoa horjuttavat aateliikkeet voivat saada vallan suuriin ihmisryhmiin ja siten aiheuttaa tuhoisia kriisejä. Puhumattakaan Internet-terrorisista.

Hajautettu energiantuotanto. Asunnot tehdään kehittyneen prosessiteknologian avulla omavaraisiksi energian suhteen. Kasviöljyllä toimivat pienoisdieselit tuottavat sähköä valaistukseen ja kotikoneisiin. Valokennot, ilmalämpöpumppu sekä rakennusteknilliset lämmönkerääjät (atriumhuoneet) huolehtivat lämmityksestä ja ilmastoinnista.

Johtaja, häviävä laji. Suuryritysten johtamishierarkia murtuu. Pienet asiantuntijaryhmät etsivät yritykselle optimaalisia toimintastrategioita. Hallittu kaaoskilpailu ryhmien välillä luo aggressiivisuutta ja tehokkuutta. Luonnosta ei löydy hierarkkisia kekoja, kaikki on matalaa,

sopeutuvaista, joskus raakaa. Susilaumassa on vain yksi johtajaporras. Tulevaisuuden yrityksessä jokainen työntekijä kantaa yrityksen toimintamallia päässään. Informaatio välittyy tehokkaasti yksilöiden välillä. Etätyöläinen elää virtuaalitiimissä. Johtaja ei hengitä niskaan, hänen tehtävänsä on luoda yhteyksiä ja koordinoida

Rohkeiden rohkaiseminen. Nykyisin yrittämisen taloudelliset riskit kohdistuvat ensisijaisesti itse aloitteentekijään. Tulevaisuuden elinkeinoelämään on rakennettu mekanismeja, jotka vähentävät yksilöön kohdistuvia riskejä. Vastuukysymykset kuuluvat myös yrittämisen riskeihin. Epäonnistunut leikkaus saattaa tuhota taitavan kirurgin uran. Potkut tai alan vaihtaminen merkitsee sitä, että yhteiskunnan koulutusinvestointi on mennyt hukkaan. Keksijä joutuu vastuuseen vaikkapa liian aikaisin markkinoille tuodun biopolttonesteen terveydellisistä haittavaikutuksista.

Jarl-Thure Eriksson

Quid est Veritas

Nämä Pilatuksen klassiset sanat ovat jääneet mieleen kouluajoilta. Olin eräältä tuttavalta saanut lahjaksi Ripley's Wonder Book of Strange Facts-teoksen. Kuuluisasta lauseesta oli muodostettu anagrammi (samat kirjaimet eri järjestyksessä) EST VIR QUI ADEST (on mies joka edessäsi). Symboliikka oli vaikuttava, mutta muutama seikka jäi askarruttamaan. Miten totuus voi samastua johonkin objektiin, eivätkö tulkinnat ja analogiat synny ihmisen mielessä tarkoitushakuisesti, ja peruskysymys, mikä se totuus oikein on. Keskiajan tunnetuimpiin ajattelijoihin kuuluva Tuomas Akvinolainen tiivisti näin: Totuus on todellisuuden ja ymmärryksen vastaavuuden mitta (Veritas est adaequatio rei et intellectus).

Tuomas Akvinolaisen määritelmä pätee osuvasti nykypäivän hahmontunnistuksessa. Neurolaskennalla pyritään muun muassa koneellistaa puheentunnistusta. Teknisesti kyse on siitä, että neurotietokone yhdistää sille esitetyn sanan sen omassa muistissa olevaan sanaan, ja vasta tunnistamisen jälkeen tietokone ”ymmärtää” sanarivistä koostuvan viestin sisällön. Puhekäskyllä voidaan jo nyt ohjata hissejä ja valita puhelinnumeroita. Kun tekniikka tulevaisuudessa on kehittynyt riittävän luotettavaksi, työskentely tietokoneen kanssa voi tapahtua keskustelemalla.

Totuus puheentunnistamisessa tarkoittaa, että tietokone poimii juuri käskijän tarkoittaman sanan. Oikea yhdistäminen on todennäköisyystapahtuma, ”totuus” riippuu tekniikan tasosta. Myös ihmisessä kuullun ymmärtäminen tai oikean kontekstin asettaminen on todennäköisyysprosessi. Sanoman herättämä mielikuva vaihtelee ihmisestä toiseen. Totuus ei ole mustavalkoinen, vaan hakee sävytyksiä yksilön arvomaailmasta ja kulttuuritaustasta.

Kuluneen syksyn aikana sekä kansainvälisissä että kotimaisissa tiedotusvälineissä on kysytty ”mikä on totuus” (presidentti **Bill Clintonin** seksiseikkailu ja 2. valtiovarainministeri **Arja Alhon** markan eurokytkentä). Niin Yhdysvalloissa kuin Suomessakin jouduttiin rekonstruoimaan todellisuutta pyytämällä avainhenkilöitä kuvaamaan tapahtumien kulkua. Näin yleisön arvioitavaksi jäi, ovatko kuvaukset uskottavia eli todenmukaisia vaiko ei. Yhteisöä kiinnostaa, onko lakeja ja sosiaalisia sääntöjä rikottu. Mahdolliset aukot kertomuksissa tarjoavat kilpailijoille tilaisuuden horjuttaa henkilön asemaa tai jopa yhteiskunnan poliittista tasapainotilaa.

Ihmisyhteisössä tiedon välittäminen on osa järjestelmän ylläpitoa ja ohjaamista. Tiedon kulku kuuluu yhteiskunnan itsesääteleviin mekanismeihin, ja todellisuus välittyy ihmisille median kautta. Todellisuuden ja yksilötasoisien mielikuvan kohtaaminen määrää totuusarvon. Ristiriita näiden välillä synnyttää reaktioita niin henkilökohtaisella kuin yhteiskunnallisellakin tasolla.

”Emme etsii totuutta vaan rahaa”, totesi taannoin Tukholman teknillisen korkeakoulun professori. Paineet itse hankki rahoitusta tieteelliseen tutkimukseen ovat nousseet opiskelijamäärän kasvun tahdissa. Lähes kaikkialla valtio joutuu suuntaamaan yliopistomomentin rahoja opetukseen. Tutkimus jää pitkälti ulkoisen rahoituksen varaan. Merkittävä osa tutkimusjohtajan ajasta kuluu uusien yhteistyökumppaneiden etsimisessä ja rahoitusverkkojen rakentamisessa. TTKKilla on pitkä kokemus ulkopuolisen rahoituksen hankkimisessa, jäisikö meille nyt enemmän aikaa totuuden etsimiseen?

Tieteessä totuus on aina suhteellinen. **Karl Popperin** falsifiointiopin mukaan tieteellistä teoriaa voidaan osoittaa vääräksi, falsifioida, ei koskaan oikeaksi. Tarkemmin ajateltuna näin onkin luonnollista: miten ilmiön kuvaaminen voisi olla täydellinen. Tekniikassa operoidaan aina malleilla. Malli on luonnontieteellinen, malli on matemaattinen, mutta ennen kaikkea se on intuitiivinen. Suunnittelijalla tulee olla visio ongelman ratkaisumalleista ennen kuin hän ryhtyy varsinaiseen

ratkaisutyöhön. Mentaalisen mallin relevanttisuus on silloin merkityksellinen työn onnistumiselle. Tieteellisessä toiminnassa tulee kehittää uutta ymmärrystä ja etsiä menetelmiä uuden tiedon systemaattiseen soveltamiseen. Tekniikan tutkimus on menestynyt parhaiten silloin, kun sillä on ollut selvä kosketuspinta perustutkimuksen kanssa.

Tieteen tehtävä ei ole etsiä luonnon tai järjestelmien täydellisiä malleja, vaan löytää kuvauksia, jotka parhaiten tiivistää tärkeän informaation ja auttavat kokonaisvaltaisten ominaisuuksien ymmärtämisessä.

Täydellinen totuus on todellisuuden kloonaus.

Jarl-Thure Eriksson

Anturi, helmikuu 2005, teema ”Einsteinin suuri vuosi 1905”

100 vuotta fysiikan etsikkoaika

Vähän ennen 3-vuotispäiväänsä Albert Einstein sai siskon, joka kastettiin Maijaksi. Ennen Maijan syntymää äiti oli kertonut Albertin kohta saavan jotakin, jonka kanssa voi leikkiä. Nähtyään siskonsa pieni Albert kysyi: ”Eikö sillä ole pyöriä”?

Einsteinista on viimeisen neljännesvuosisadan aikana kirjoitettu paljon. Lähes kaikki häntä koskevat dokumentit on painettu kirjaksi. Myös hänen elämänsä arvoituksellisia puolia on ruodittu, esimerkiksi mikä oli ensimmäisen vaimon Mileva Maricin osuus Einsteinin tieteellisessä läpimurrossa. Ennen avioitumistaan vuonna 1903 Mileva ja Albert saivat tytön, Liserlen, joka annettiin adoptoitavaksi heti synnytyksen jälkeen. Liserlen kohtalosta ei tiedetä sen enempää. Avioliitossa syntyivät pojat Hans Albert (1904) ja Eduard (1910).

Einsteinin varsinainen luovuuskausi osui juuri noihin samoihin yksityiselämän käymisvuosiin 1900-luvun alussa, kun hän työskenteli sveitsiläisessä patenttitoimistossa kolmannen luokan patenttitutkijana. Usein viitataan vuoden 1905 kolmeen historialliseen artikkeliin, mutta merkittäviä julkaisuja oli itse asiassa viisi. Ensimmäinen koski valosähköistä ilmiötä. Valo irrottaa metallin pinnasta elektroneja, joiden liike-energia on verrannollinen valon taajuuteen. Tämän selittämiseksi Einstein palasi Newtonin korpuskelimalliin: valo esiintyy energiapakkauksina, joita paljon myöhemmin alettiin kutsua kvanteiksi. Juuri tästä työstä Einstein sai Nobel-palkinnon, mutta vasta vuonna 1921.

Seuraava julkaisu oli väitöskirja, jossa Einstein arvioi atomien ja molekyylien kokoa sekä laski Avogadron luvun ennätyskellisen tarkasti. On muistettava, että atomikäsitys oli vielä pelkkä hypoteesi, eivätkä edes kaikki fyysikot – muun muassa Max Planck – tunnustaneet sen olemassaoloa. Kolmas julkaisu oli tilastomatematiikkaanalyysi nestemolekyylien liikkeistä. Oli huomattu, että siitepölyn yksittäiset hiukkaset liikkuvat satunnaisesti veden pinnassa. Ilmiö nimettiin Brownin liikkeeksi kasvitieteilijä Robert Brownin vuonna 1828 tekemän havainnon mukaan.

Muista hienoista teorioista huolimatta Einsteinin kuuluisuus on liitetty suhteellisuusteoriaan. Suppea suhteellisuusteoria julkaistiin Annalen der Physik-lehdessä nimellä ”Zur Elektrodynamik bewegter Körper” (Liikkuvien kappaleiden sähködynamiikasta), nide 17, 1905. Einstein ei puhunut suhteellisuusteoriasta vaan suhteellisuusperiaatteesta. Avaruudesta ei löydy keskipistettä, mihin kaikki liikkeet voitaisiin verrata, vaan samat luonnonlait pätevät jokaisessa järjestelmässä näiden keskinäisistä liikkeistään huolimatta. Myös valon nopeus on avaruudessa vakio riippumatta sitä lähettävän kappaleen nopeudesta. Nämä nk postulaatit kumosivat eetteriteorian ja mullistivat koko newtonilaista fysiikankäsitystä.

Viides julkaisu, ”Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energiegehalt abhängig?” (Onko kappaleen hitausmassa riippuvainen sen energiasisällöstä?), tuli jatkona edelliseen kirjoitukseen. Otsikon kysymysmuoto antaa mielikuvan, ettei Einstein vielä ajatuksia paperille laitettaessa ollut varma uudesta oivalluksestaan. Kahden sivun artikkelissa hän johtaa tieteen ehkä kuuluisin yhtälö, $E = mc^2$, ei kuitenkaan tässä muodossa vaan sanoin: ”Jos kappale säteilynä luovuttaa energiamäärän L , sen massa pienenee määrällä L/c^2 ”. Hän täsmentää ”Kappaleen massa on sen energiasisällön mitta”.

Vuoden 1905 julkaisut tekivät kertaheitolla Einsteinista kuuluisan, joskin suhteellisuusteoria otettiin ristiriitaisin tuntein vastaan. Vain harva tiedemies ymmärsi teorian merkityksen (suomalainen matematiikan professori Hjalmar Mellin taisteli suorastaan aggressiivisesti uutta oppia vastaan). Vasta yleinen suhteellisuusteoria vuodelta 1916 avasi tiedemaailman silmät Einsteinin neroudelle ja merkittävälle ajatustavalle.

Teoreetikkona Einstein rakensi maailmankuvansa muiden tekemien fysikaalisten kokeiden ja tutkimustulosten pohjalta. Luonnon selitettävyyden ja fysiikan lakien yksinkertaisuus oli hänen filosofiansa lähtökohta, siksi hänen oli hyvin vaikeaa hyväksyä kvanttimekaniikan tulkinnallisia ja todennäköisyyksiin perustuvia lähestymistapoja.

Suhteellisuusteoriaa ja kvanttimekaniikkaa voidaan pitää 1900-luvun suurimpina tieteellisinä saavutuksina. Ne ovat edelleen fysiikan peruspilareita. Mutta sen sijaan, että ne olisivat tuoneet ihmiskuntaa lähemmäksi ”suurta yleisteoriaa”, ne ovat lisänneet kysymysmerkkejä. Chicagon yliopiston professori Michel S. Turnerin mukaan suuret kysymykset ovat: (1) Miten sovittaa yhteen suhteellisuusteoria ja kvanttimekaniikka, (2) mitä ovat avaruus ja aika ja mistä ne tulevat, (3) mitä löytyy mustan aukon ytimestä, (4) mitä tapahtui ennen Big Bang, (5) miksi maailmankaikkeuden laajentuminen kiihtyy hidastumisen sijasta ja (6) mikä on maailmankaikkeuden lopullinen kohtalo. Ehkä ymmärryskuvan kirkastaminen edellyttää aivan toisenlaisten kysymysten asettamista?

Juuri ennen kuolemaansa v. 1955 Einstein allekirjoitti Pugwash-rauhanliikkeen perustamisasiakirjaa, jonka aloitteentekijä oli englantilainen matemaatikko ja filosofi Bertrand Russell. Einsteinin pasifistinen asenne voimistui toisen maailmansodan aikana ja hän omistautui aktiivisesti tälle aatteelle viimeisinä elinvuosinaan. Seuraava lause kuvaa hänen käsitystään uuden maailmansodan uhasta:

”En tiedä millä aseilla kolmas maailmasota käydään, mutta tiedän että neljäs käydään kepeillä ja kivillä.”

Jarl-Thure Eriksson

Kolme Ludwigia ja sivistys

Linz on Itävallan kolmanneksi suurin kaupunki Wienin ja Grazin jälkeen. Se on myös Tampereen ystävyyskaupunki. Muutama vuosi sitten vierailin Linzissä Euroopan rehtorijärjestön nelihenkinen auditointiryhmän jäsenenä. Arvioitavana oli Johannes Keplerin yliopiston hallinto ja yhteiskunnallinen vaikuttavuus. Nimestä huolimatta yliopisto on nuori, perustettu 1966. Minua viehätti erityisesti pragmaattisuus, jolla kolme tiedekuntaa oli valittu: yhteiskunta- ja kauppatieteet, oikeustiede sekä tekniikka ja luonnontieteet.

Itävaltaa voidaan pitää vanhan saksalais-roomalaisen keisarikunnan artefaktina. Vielä 1800-luvulla Wien oli Euroopan kulttuurikeskus, jonka kehdestä varttui merkittäviä taiteilijoita ja tiedemiehiä 1900-luvun alkupuolelle asti. Kolme Ludwigia, van Beethoven, Boltzmann ja Wittgenstein ovat musiikkitaiteen, luonnontieteiden ja filosofian ikoneja. Boltzmann ja Wittgenstein syntyivät Wienissä. Beethoven eli ja sävelsi siellä tärkeimmät teoksensa. Kaikilla kolmella oli myös kytkentä Linziin. Boltzmann ja Wittgenstein kävivät siellä oppikoulua. Beethoven rauhoitti hermojaan apteekkariveljensä luona Linzissä jouduttuaan riitoihin Goethen kanssa. Siellä hän viimeisteli 7. sinfoniaan.

Beethoven syntyi Bonnessa 1770. Isä lauloi kuorossa ja halusi kasvattaa Ludwigista muusikon. Siksi tämän piti aloittaa pianotunnit jo neljävuotiaana. Äidin kuolema ja isän taipumus viinaan pakotti Ludwigia 12-vuotiaana hankkimaan elannon perheelleen. Hän tuli jo tässä iässä kuuluisaksi sekä urkurina että säveltäjänä. Vuonna 1787 hän tapasi Mozartin, mutta varsinaisena muusikkona hän alkoi esiintyä Wienissä vasta vuonna 1795. Opettajina hänellä oli ollut sekä Haydn että Mozartin kateellinen kilpailija Salieri.

Flaamilais-saksalaisista juuristaan huolimatta Beethoven ihaili Napoleonin, jolle hänen oli tarkoitus omistaa 3. sinfoniansa ”Eroica”. Napoleonin kruunattua itseään keisariksi Beethoven sai raivokohtauksen ja repi partituurin kansisivun. Napoleonin veli Jérôme kutsui Beethovenin kapellimestariksi Kasseliin, mutta itävaltalaiset saivat Beethovenin houkuteltuun jäämään Wieniin. Kohta tämän jälkeen ranskalaiset ahdistivat Wieniä tykkitulellaan. Sotamelskeen kesken Beethoven sävelsi kuuluisan 5. pianokonserton. On kohtalon ivaa, että näiden vaikuttavimpien teosten taustalla on Beethovenin Ranskan keisaria kohtaan kokemia syviä ihailun ja vihan tunteita.

Ludwig Boltzmann syntyi 1844. Linzin kouluvuosien jälkeen hän opiskeli fysiikkaa Wienin yliopistossa, muun muassa Joseph Stefanin oppilaana. 25-vuotiaana hänet nimitettiin matemaattisen fysiikan professoriksi Grazin yliopistoon. Jaksoittain hän työskenteli Heidelbergissä Robert Bunsenin ja Berliinissä Hermann von Helmholtzin kanssa. Grazissa Boltzmannin ohjauksessa opiskelivat mm. Svante Arrhenius ja Walther Nernst, molemmat tulevia kemian Nobel-palkinnon saajia.

Boltzmann oli sekä matemaatikko että fyysikko. Yhdessä James C. Maxwellin kanssa hän nosti matemaattisen mallintamisen merkityksen uudelle tasolle luonnontieteissä. Boltzmann ymmärsi, että termodynamiikkaa tulisi lähestyä molekyylien liikkeiden kautta. Kineettisen kaasuteorian mukaan kaasumolekyylit liikkuvat kaoottisesti, liike-energia on sidottu molekyylin nopeuteen ja noudattaa lämpötilasta riippuvaa jakaumaa. Tämä oli jo ajatusmallina käänteentekevä. Tilastomatematiikkaan perustuva teoria mullistaisi aikanaan koko termodynamiikan. Vuonna 1905

Einstein käytti väitöstyössään Boltzmannin mallia laskiessaan ns. Avogadron luvun. Boltzmannin mentori Stefan oli kokeellisesti todennut nk. mustan kappaleen lämpösäteilyn noudattavan lakia $P \sim T^4$. Boltzmann johti teoreettisesti tämän yhteyden. Boltzmannin työ vaikutti ratkaisevalla tavalla 1900-luvun uuden fysiikan ja kvanttimekaniikan syntymävaiheeseen. Merkitys vain paljastui liian myöhään, vuonna 1906 Boltzmann teki itsemurhan masentuneena aikalaistensa kritiikistä.

Ludwig Wittgensteinin syntyi 1889 vauraaseen wieniläiseen teollisuussukuun. Lukion jälkeen hän suunnitteli fysiikan opiskelua Boltzmannin johtamassa laitoksessa, mutta siirtyi tämän kuoleman takia Berliinin teknilliseen korkeakouluun. Uusi lentokonetekniikka houkutteli Wittgensteinin Manchesteriin, Englantiin. Kohta kasvava veto filosofiaan ja matemaattiseen logiikkaan vei hänet kuitenkin Cambridgeen ja Bertrand Russellin vaikutuspiiriin. Varsinaisen läpimurron Wittgenstein teki teoksellaan *Tractatus Logico-Philosophicus*, jonka käsikirjoituksen hän oli laatinut ensimmäisen maailmansodan itärintamalla saksalaisten puolella.

Kun Wittgenstein runsaat 10 vuotta maailmansodan jälkeen palasi Cambridgeen, *Tractatus* oli tehnyt hänestä maailmankuulun. Filosofit Moore ja Russell toivoivat, että Wittgensteinistä tulisi tohtori ja että *Tractatus* hyväksyttäisiin väitöskirjana, muita tieteellisiä julkaisuja hänellä ei ollut. Tutkintoon kuuluivat myös teoreettiset opinnot. Tässä tarkoituksessa Mooren ja Russellin piti järjestää kuulusteluja Wittgensteinin kanssa. Heti ensimmäisessä tilaisuudessa Russell kysyi, miten Wittgenstein voisi väittää, että hän on selvittänyt totuuksia lauseilla, jotka hänen omasta mielestään olivat hölynpölyä. Tähän Wittgenstein vastasi ”älkää olko huolissanne, tiedän, että ette koskaan tule ymmärtämään sitä.” Tunti loppui siihen, Wittgenstein sai tohtorinhattunsa.

*Tractatus*ssa Wittgenstein väitti ratkaisseensa filosofian kaikki ongelmat. Teksti on laadittu mietelauseiden muodossa. Sen salaperäinen tulkinnanvaraisuus on luonut mystisen hohdon koko kirjan sisällölle. Kirja päättyy kuuluisaan toteamukseen ”mistä ei voi puhua, siitä on vaiettava”. Wittgenstein ei varmaankaan tarkoita, ettei pidä puhua asioista, joista ei tiedä mitään. Hän tekee selkeän eron tosimaailman ja mielikuvamaailman välillä. Niistä aivotapahtumista, jotka muokkaavat ihmisen käsitemaailmaa ja ohjaa hänen käyttäytymistään, ei voida puhua. Wittgenstein viittaa usein etiikkaan, toisinaan hän puhuu myös esteettisistä kokemuksista. Nämä ovat aina yksilöllisiä elämyksiä, joita ei voi välittää toisille ihmisille. Esimerkiksi musiikki luo meissä jokaisessa oman ainutlaatuisen kokemuksen ja mielentilan.

Wittgensteinin filosofia käsittelee asioita, joihin tämän päivän aivotutkimus etsii vastauksia, miten tietoisuus syntyy, miten kieli kehittää maailmankuvaamme. Tunnettu neurologi ja kirjailija Oliver Sachs julkaisi viime vuonna kirjan *Musicophilia: Tales of Music and the Brain*. Sachs kertoo pitkän lääkärikokemuksensa perusteella, kuinka musiikki vaikuttaa aivoaktiivisuuteen: dementiapotilas alkaa muistaa, musiikin herättämät hyvät muistot tyynnyttää masentunutta mieltä.

Kolme Ludwigia edustavat korkeinta sivistystä. Heitä yhdistää älyllinen toiminta: syntyy musiikkia, syntyy malli fysikaalisesta maailmasta, todellisuus kuvastuu hermoimpulssien tanssiin. Siitä vain ei voi puhua.

Jarl-Thure Eriksson

Lukupää, kielipää, määränpää

John von Neumann kuuluu aikakautemme kuuluisimpiin matemaatikoihin. Hän oli muun muassa mukana kehittämässä ensimmäisiä tietokoneita. Myös peliteoria sai alkuunsa hänen aloitteestaan. Kerran cocktail-kutsuilla eräs naistoimittaja halusi testata von Neumannin laskutaitoa ja esitti seuraavan ongelman: Bill ja Fred asuvat eri kaupungeissa. Niitä erottaa 60 kilometrin välimatka. Eräänä sunnuntaina Bill ja Fred päättävät tavata kaupunkien puolivälissä. Molemmat lähtevät polkupyörällä yhtäaikaan liikkeelle. Kummankin nopeus on 30 km/t. Sillä hetkellä kun Bill aloittaa polkemisen, lähtee karpänen lentoon hänen lippalakiltaan. Karpänen lentää 60 km/t nopeudella Fredin luo, kääntyy ja palaa Billin luo. Näin karpänen lentää edestakaisin kunnes kaverukset kohtaavat. Kysymys kuuluu, mikä on karpänen lentomatkan pituus? von Neumann mietti hetken ja vastasi: "kuusikymmentä kilometriä". Toimittaja oli hieman hämmentynyt. "Yleensä matemaatikot ratkaisevat tehtävän laskemalla geometrisen sarjan summa." John von Neumann kohotti kulmakarvojaan: "Niin laskinkin."

Luultavasti toimittaja ei käyttänyt yksikkönä km/t vaan mph. Se ei arvoituksen tarkoitusta muuta, kunhan myös matkat ovat mile-laatuista. Esimerkissä kaksi ratkaisureittiä vie oikeaan tulokseen. Huonommin kävi NASAlle. Tuoreen New Scientist-lehden mukaan 700 miljoona markkaa maksanut avaruusalus Mars Climate Orbiter syöksyi Marsin pintaan laatuskoilun takia. Navigointisuunnittelijat olivat ohjelmoineet ratakorjaustietokonetta tulostamaan ohjausrakettien työntöarvot Ns-laatusina (Newton-sekunti). Sen sijaan raketti-insinöörit ovat aikojen alusta käyttäneet laatua pauna-sekunti, lb-s, samalle suurelle. Tässä tekniikka oli kunnossa, tietokone laski oikein, mutta kaksi ihmisen luomaa "laatukulttuuria" ei ollut synkronissa.

Erään yleisönosastokirjoittajan väite, ettei hän koskaan elämässään ole tarvinnut derivointia, on harhaanjohtava. Differentiaalilaskenta on muutosten matematiikka. Nyky-yhteiskunta ei ole muuta kuin muutosta. Vaikkei käyttäisikään matematiikkaa arkielämässä, saattaa koulussa opittu ajatusmalli silti olla hyödyllinen. Leibniz halusi määrittää matemaattisen funktion ääriarvot, siksi hän keksi derivoinnin. Tavoittelemme päivittäin ääriarvoja: millä ehdoilla kaupankäynti on kannattavinta, miten bensaa kuluu vähiten, jne. Yleensä joku muu on laskenut nämä puolestamme.

Keskustelu peruskoulun ja lukion matematiikkaopetuksesta kulkee edelleen ennakkoluulojen uurteissa. Koululaiset tiedostavat jo aikaisessa vaiheessa ammatinvalinnan kaksi päälinjaa, humanistisen tai matemaattis-luonnontieteellisen. Tämä asenteellinen lähtökohta tulisi viimeinkin murtaa. Peruskoulun ja lukion opettajat kantavat tässä suuren vastuun.

Tietoyhteiskuntaan varttuvat nuoret tarvitsevat kieliä, ihmis- ja yhteiskuntatietoa sekä tieteen yleissivistystä. Laajasti tulkittuna yhteiskuntatieto käsittää historiaa, yhteiskuntaoppia ja taloustietoutta. Filosofia luo sillan ihmistieteisiin eli psykologiaan. Varsinaisiin tiedeaineisiin kuuluvat tutut matematiikka, fysiikka, kemia ja biologia. Tiede selvittää parasta aikaa, miten biologia ja psykologia ovat keskenään sukua.

Kaikkeä ei voi rajoitetussa ajassa oppia. Pari hyvin hallittua vierasta kieltä riittää hätätapauksessa. Historia on tärkeää, mutta pääasia tulisi olla elinikäisen harrastuksen herättäminen. Tieteen tehtävä ei ole ainoastaan uuden tiedon tuottaminen, vaan tietojen yhdistäminen rakennelmaksi, joka luo ymmärrystä vähemmällä yksityiskohtatiedoilla. Juuri tässä tehtävässä matemaattinen metodi on

osoittautunut ylivoimaiseksi.

Peruskoulutuksen määränpää ei saa olla nuoren ihmisen mahdollisuuksien rajoittaminen. Lukiosta valmistuttuaan hänellä tulee olla valmiuksia hankkiutua mille opiskelualalle tahansa.

Jarl-Thure Eriksson

Montessori-pedagogiikka 100 vuotta

Maria Montessorin (1870-1952) kuva ehti olla tuhannen liiran setelissä kymmenisen vuotta ennen kuin Italia siirtyi euroaikaan. Setelissä häntä edelsi Marco Polo, mikä kuvanee kuuluisan lapsipedagogin arvostusta. Koulutyttönä Montessori tunsu vetoa tekniikan opintoihin. Yliopistossa hän keskittyi kuitenkin luonnontieteisiin ja matematiikkaan, kunnes hänet vuonna 1892 hyväksyttiin Rooman yliopiston lääketieteelliseen tiedekuntaan. Hän valmistui lääketieteen tohtoriksi ennätysajassa 1896, ensimmäisenä naisena Italian historiassa.

Psykiatrisen klinikan apulaislääkärinä Montessori seurasi kehitysvammaisten lasten hoitoa ja innostui kokeilemaan uusia menetelmiä perustaitojen opettelussa. Tästä syntyi jatkuvasti syventynyt kiinnostus lapsen kehittyvän psyyken ja kasvatusopin väliseen suhteeseen. Tasan 100 vuotta sitten tammikuussa 1907 Montessori sai käyttöönsä oman talon Rooman slummialueelta ja perusti koulun köyhiä ja usein henkisesti häiriintyneitä lapsia varten. Uusi yhdistetty kasvatus- ja koulutusmetodiikka oli heti menestys ja kouluja perustettiin muutaman vuoden sisällä useampia. Maria Montessori sai nopeasti kasvaneen maineensa ansiosta tilaisuuden vaikuttaa kasvatusopin ja laajemminkin sosiaalisten uudistusten hyväksi yli 40 vuotta.

Montessori-pedagogiikka pohjautuu lapsen eri kehitysvaiheiden motivaatiotekijöihin. Kouluympäristö tarjoaa virikkeitä, jotka herättävät oppilaan uteliaisuuden ja kiihottavat oman ymmärryksen kehittämiseen. Erotuksena muihin omaehtoisuuteen perustuviin menetelmiin Montessori noudattaa selkeää järjestelmällisyyttä, arkisia rutiineja harjoitellaan säännöllisesti ja opetusprosesseille asetetaan selviä päämääriä. Varhaisessa vaiheessa kiinnitetään huomiota kielen sosiaaliseen vuorovaikutusfunktioon, luku- ja kirjoitustaitoa kehitetään esikouluasteella leikin varjolla käyttäen palikoita ja tuttuja esineitä. Myös laskentaa opetetaan esineiden ja aistien vuorovaikutuksen avulla.

Viime vuosina Montessori on kokenut pienen rennessanssin. Esimerkiksi Yhdysvalloissa on rekisteröity yli 5 000 koulua, joissa hyödynnetään Montessori-pedagogiikka. Science-lehdessä raportoitiin viime syyskuussa laajahkosta vertailevasta 5- ja 12-vuotiaiden tutkimuksesta. Ylemmässä ikäluokassa Montessori-oppilailla oli selvästi rikkaampi sananvarasto ja kehittyneempi ilmaisukyky. He hallitsivat sosiaalisia ryhmärakenteita vertailuryhmää paremmin ja koulun yhteisöllisyys oli heille tärkeä.

Aamulehden alakerrassa 19.1.2007 koulutoimenjohtaja Esko Jalovaara tekee ansiokkaan vertailun eri omatoimisuuteen perustuvien pedagogisten oppisuuntien välillä. Mukana on myös Montessori. Artikkelin, jonka otsikko on ”Vähemmän teoriaa, enemmän työtä”, lähtökohtana on kasvatustieteen professorin Veli-Matti Värin esittämä kysymys, onko yleissivistävä koulu muuttumassa rationaaliseksi tietotehtäksi, jossa kilpailukyvyyn ja hyödyn arvot korostuvat. Jalovaaran kirjoitus käsittelee nuorten syrjäytymisriskiä ja erityisesti häiriköintiin taipuvaisia oppilaita. Tutkimukset osoittavat, että vaihtoehtopedagogiset menetelmät menestyksellisesti innostavat ”vilkkaita” oppilaita oppimaan työtehtävien kautta. Tulos ei yllätä, mutta on hämmästyttävää kuinka hyväksi todettu pedagoginen paradigma aina ui vastavirtaan koulutuksen päävirtaamassa.

Professori Värin tapaan Tieteentekijöiden liiton puheenjohtaja Antero Puhakka on huolissaan koulutusjärjestelmämme sivistyspuolesta. Akatiimin (7/2006) pääkirjoituksessaan hän heittää

jäähyväiset sivistysyliopistolle. Hän näkee yliopistojen massoitumisen, vaikkakin hyvinvointivaltioprojektin keskeisenä tasa-arvotavoitteena, ensimmäisenä askeleena pois sivistysyliopiston ihanteesta. Varsinainen niitti on kuitenkin yliopiston sitouttaminen tulosohjauksen kautta taloudelliseen kasvuun.

Monet seikat korkeakoulumaailman nykyisessä turbulenssissa antavat aiheen huolestumiseen. Tutkintotavoitteiden kytkeminen budjettirahoitukseen on koetellut yliopistojen voimavaroja. Professorit, lehtorit, assistentit ja osin myös tutkijat ovat joutuneet priorisoimaan opetusta oman tutkimuspanostuksensa kustannuksella. Tutkimuksen suunnitteluun ja ohjaukseen on jäänyt vähemmän aikaa. Tohtorimäärien kasvu on hieno asia, joka todistettavasti on edistänyt Suomen tiedettä. Emme kuitenkaan ole olleet täysin valmistautuneita vastaanottamaan kaikkia tohtoreita. Työmarkkinoilla aletaan vasta nyt ymmärtää tohtorien tuomaa lisäarvoa. Yliopistoissa pohditaan tutkijan urakehitystä. Nykymenolla tutkimus on jatko-opiskelijoita varten ja jatko-opiskelijat tutkimusta varten. Raharesurssit eivät riitä tohtoritutkijoiden palkkaamiseen, vaikka juuri heidän kautta lisättäisiin tutkimuksen arvoa ja laatua.

Oma biologian opettajani jaksoi muistuttaa meitä 60-luvun lukiolaisia, että ”sivistys on se mitä jää jäljelle, kun kaikki opittu on unohdettu”. Perimmäinen ajatus lienee siinä, että suuret linjat, paradigmat, mallit ja tarinat jäävät, mutta yksityiskohdat vaipuvat alitajuntaan. Koulussa kuten yliopistossakin sorrutaan helposti ajatukseen, että tehokas opetus perustuu suurten tietomäärien tankkaamiseen. Tärkeintä olisi kuitenkin ymmärryksen luominen. Sellainen syntyy vain interaktiivisesti tehtäviä ratkomalla ja tuloksia kertomalla. Maria Montessorin periaatteet pätevät iästä riippumatta.

Jarl-Thure Eriksson

Tiedemies ei kehity tyhjiössä

Nobelpalkinto lienee arvostetuin tieteellinen tunnustus siitä huolimatta, että rahassa mitattuna palkinto ei ole enää ainutlaatuinen. Kahden Nobelin saaminen on perin harvinaista. Marie Curie oli ensimmäinen kahden palkinnon saaja, hänet palkittiin sekä fysiikan että kemian Nobeleilla. Kuuluisa kemisti Linus Pauling, joka sovelsi kvanttimekaniikkaa kemiaan ja laski atomien ionihalkaisijat, sai kemian palkinnon ja myöhemmin Nobelin rahan palkinnon. John Bardeen on palkittu kahdesti fysiikan palkinnolla, ensin transistorin keksimisestä ja myöhemmin suprajohtavuusteorian esittämisestä. Molempina kertoina hän jakoi palkinnon kahden muun henkilön kanssa.

Bardeen oli luonteeltaan vähäpuheinen, joidenkin mielestä jopa ujo. Hänen suuri intohimonsa oli golfin pelaaminen. Kerrotaan, että eräs hänen oman golferhonsa pelituttava kerran kysyi, mitä hän teki työkseen. Fyysikkoystävä, joka on välittänyt tämän tarinan tietoomme, totesi: "Jos minä olisin voittanut kaksi Nobelia kuten John, olisin taatusti keksinyt keinon punoa tämän tosiseikan johonkin sivulauseeseen."

Tieteellisen tutkimuksen painopiste on kolmen vuosisadan aikana siirtynyt maasta toiseen. 1700- ja 1800-luvulla empiirisen tutkimuksen edelläkävijämaa oli Englanti, 1800-luvun loppupuolella empirismi yhdistettynä teorianmuodostukseen siirtyi Keski-Eurooppaan, ensisijaisesti Saksaan. Maailmansodat aiheuttivat sen, että etevimmät tiedemiehet muuttivat Yhdysvaltoihin, jonka ylivoima on ollut ilmeinen 1900-luvun jälkipuoliskolla. Ranska on kautta aikojen vaalinut oma tiedeperinnettään. Erityisesti matematiikka on ollut ranskalaisten vahvuus.

Yhteiskunnan asenne tieteelliseen tutkimukseen on ratkaiseva menestymiselle: myönteisissä olosuhteissa tutkijat kommunikoivat, vaihtavat kokemuksia ja innostavat toisiaan kilpailuun. Merkittävän tieteellisen läpimurron takana on usein pieni tutkimusryhmä tai jopa yksittäinen henkilö. Saavutus syntyy harvoin sattumalta, se on määrätietoisuuden ja pitkän uurastuksen palkinto. Paitsi älyllisiä edellytyksiä tarvitaan hivenen onneakin. Ei ole koskaan varmaa, että valittu tie vie määränpäähän. Joku muu saattaa ennättää ensin.

Läpimurron tapahduttua tutkimus klusteroituu: uusia tutkimusryhmiä syntyy siellä täällä, tietojen välittämiseksi järjestetään symposiumeja ja konferensseja. Rinnakkain kehitetään teorioita, suoritetaan kokeellista perustutkimusta ja etsitään sovellutuskohteita. Näin tapahtui esimerkiksi 30-luvulla, kun kvanttimekaniikan matemaattinen koneisto oli saatu toimimaan Heisenbergin, Schrödingerin, Diracin ja Paulin ansiosta. Soveltava tutkimus huipentui vuonna 1947 transistorin keksimisen myötä. Laser tuli runsaat kymmenen vuotta myöhemmin.

Menestyvä tiedemies kehittyy harvoin tyhjiössä. Yleensä hänen taustaltaan löytyy kuuluisa mentori. Näin tunnettujen tiedemiesten välillä on syntynyt henkilökohtaisiin kontakteihin perustuvia ketjuja. Niinpä kirjansitojan ammatissa itseään sivistänyt Michael Faraday hankkiutui tunnetun luonnontutkijan Humphrey Davyn laboratorioapulaiseksi. Faradaystä kehittyi 1800-luvun sähköilmiöiden ja magnetismin suuri auktoriteetti. James Clerk Maxwell, joka kokosi sähkömagnetismin hajanaiset osat yhtenäiseksi teoriaksi, oli kirjeenvaihdossa Faradayn kanssa ja pyysi tämän apua todistaessaan valon sähkömagneettista luonnetta. Saksan johtohahmo 1800-luvun loppupuolella oli fyysikko-fysiologi Hermann Helmholtz, joka urauurtavan tutkimuksen lisäksi loi

perustan saksalaiselle tutkimusperinteelle. Radioaaltojen tutkija Heinrich Hertz ja kvanttihypoteesin esittäjä Max Planck toimivat molemmat jossakin elämänvaiheessa Helmholtzin assistenttina. Varsinaisen kvanttiteorian perustaja, tanskalainen Niels Bohr lähti opiskelemaan Iso-Britanniaan, ensin J. J. Thomsonin sitten Ernest Rutherfordin luona. Thomsonia pidetään elektronin löytäjänä, Rutherford puolestaan tutki atomytimen koostumusta ja yritti hahmottaa atomin rakennetta. Bohrin Kööpenhaminaan perustamassa instituutissa kävivät 20- ja 30-luvun tunnetuimmat kvanttifysiikan tutkijat hakemassa oppinsa. Juuri Bohrin luona Verner Heisenberg kehitti kuuluisan epävarmuusperiaatteensa.

Jos tekee merkittävän tieteellisen löydön tai kehittää hyödyllisen teorian, tulee huolehtia siitä, että riittävän fiksit ihmiset saavat siitä tiedon. Gregor Mendel teki kuuluisat kukkaristeytyskokeensa joskus 1800-luvun puolivälin jälkeen. Hän julkaisi perinnöllisyysteoriaansa Brunnin (nyk. Brno) tieteellisessä aikakauslehdessä vuonna 1866. Tutkijat löysivät artikkelin vasta vuonna 1900.

Jarl-Thure Eriksson

Anturi, marraskuu 2006

Nobelisti suvussa

Harvard kuuluu maailman arvostetuimpiin yliopistoihin. Lisää mainetta yliopisto on saanut sijoittumalla ensimmäiseksi useassa kansainvälisessä ranking-vertailussa. Pieni skandaalipoikanen syntyi vuoden alussa, kun Harvardin rehtori Larry Summers ankaran kritiikin saattelemana päätti erota tehtävästään. Kovan ekonomistin maineessa oleva Summers, joka toimi myös lyhyen jakson valtiovarainministerinä Clintonin hallituksessa, herätti lausunnoillaan ja linjauksillaan pahaa verta erityisesti humanistien ja ympäristöaktivistien piireissä. Väliaikaiseksi rehtoriksi kutsuttiin vanha veteraani Derek Bok, 76, joka oli toiminut Harvardin rehtorina vuosina 1971-91.

Rehtoriviran lisäksi Summersia ja Bokia yhdistävät heidän sukuihinsa kuuluvat useat nobelistit. Summersin setä on kuuluisa ekonomisti Paul Samuelson ja eno Kenneth Arrow, niin ikään taloustieteen palkinnon saaja. Bok puolestaan on naimisissa Sissela Myrdalin kanssa, joka on ruotsalaisten yhteiskuntatieteilijöiden ja nobelistien Gunnar ja Alva Myrdalin tytär. Näillä seikoilla ei varmaankaan ole mitään tekemistä Harvardin maineen kanssa, mutta ne korostavat henkilökohtaisen taustan ja suhdeverkoston merkitystä oman uran kehitykselle.

Derek Bok on aktiivinen keskustelija. Hän on kirjoittanut useita yliopistojen tulevaisuutta ja johtamista käsitteleviä kirjoja. Vuonna 2003 ilmestynyt ”Universities in the Marketplace” analysoi yliopiston asemaa globalisaation ja markkinavoimien ristipaineessa. Bok on huolissaan erityisesti vaarasta myydä tutkimuspalveluja liian halvalla ja lyhytnäköisellä tulevaisuusperspektiivillä.

Forbes-lehden kolumnissa Bok toteaa yhdysvaltalaisen yliopistojen selviytyvän hyvin kansainvälisissä vertailuissa. Hän näkee kuitenkin suuren uhan koulutuksen laadun heikossa seurannassa. Esimerkiksi kandidaattitutkinnon suorittaneiden kyky kriittiseen ajatteluun ei tutkimusten mukaan merkittävästi kasva maisterivaiheessa, luonnontieteilijöiden ja insinöörien kirjalliset ilmaisutaidot eivät juuri kehity opiskelun aikana, ja humanisteilta puuttuu kyky ymmärtää yksinkertaisia tilastoja tai tehdä taloudellisia vertailuja omissa kodinhankinnoissaan. Lisäksi maisterivaiheessa vähemmän kuin yksi kymmenestä kehittää vieraiden kielten taitoja. ”Some know enough to read the menu, but not enough to compliment the chef,” siteeraa Bok entistä kollegaansa. Näin Harvardissa.

Kirjassaan ”The Trouble with Government” vuodelta 2001 Derek Bok suuntaa kritiikkinsä valtakunnanpolitiikkaan, säilyttäen kuitenkin kontekstin yliopistomaailmassa. Hän näkee julkisen sektorin johtajuudessa pitkään jatkuneen taantumun ja pelkää median saaneen liian suuren vaikutusvallan poliittisiin prosesseihin. Pois se meistä – Suomessa ministerit tekevät järkipäätöksiä välittämättä siitä, mitä media kirjoittaa.

Ikä on valttia kärkiyliopistossa. Harvard Business Schoolin taloushistorian professori Alfred D. Chandler päätti siirtyä eläkkeelle vasta täytettyään 88 vuotta tämän vuoden alussa.

Vuonna 1977 Chandler sai osakseen laajaa huomiota julkaistuaan kirjan ”The Visible Hand:

Managerial Revolution in American Business”, joka toi hänelle myös mm. Pulitzer-palkinnon. Kirjassa hän kehittää paradigmaattisen teorian 1800-luvun jälkipuoliskolla virinneelle teollisen vallankumouksen toiselle aallolle, suurteollisuuden esiinnousulle. Kehityksen lähtökohtana hän pitää rautateitä, terästeollisuutta ja sähkövoimaa, jotka loivat edellytykset massatuotannolle ja tavaroiden nopealle jakelulle. Yritykset vaativat suuria investointeja, ja tuotto oli varmistettava hierarkkisilla johtamisorganisaatioilla. Sama yritys huolehti koko tuotantoketjusta aina raaka-ainehankinnoista valmiiden tuotteiden markkinointiin asti. Tuotantoketjun toimivuuden takasivat johtajakaaderit. Siinä missä Adam Smithin näkymätön käsi, ”invisible hand”, kuvasi satunnaisia ja hallitsemattomia markkinavoimia, näkyvä käsi, ”visible hand”, viittaa ”manageroidun” järjestelmän vakaaseen luonteeseen.. Chandlerin mukaan suurteollisuus loi runsaasti työpaikkoja, edisti kulutusta ja samalla taloudellista kasvua.

Teollisen aikakauden perustuksissa alkoi näkyä murtumia 1970-luvulla. Uudet teknologiat muuttivat nopeasti tuotannon ja kaupankäynnin malleja, ja kehitystä vauhditti kansainvälisten logistiikkaverkostojen ripeä sopeutuminen. Informaatioteknologian myötä tuotanto segmentoitui uudella tavalla eri yritysten huolehtiessa komponenteista, kokoonpanosta, softasta ja tuotteiden myynnistä. Vertikaalinen integraatio hävisi. Nykyaikainen horisontaalinen tuotantoprosessi perustuu jatkuvaan kilpailuttamiseen, palveluja ja valmistusta ostetaan sieltä mistä halvalla saa.

Eivät edes Harvardin gurut ole keksineet synteisiä maailmantalouden uusille urille.

Jarl-Thure Eriksson

Tekniikan yliopisto – tietosivistyksen tyyssija

”Me NIKOLAI Ensimmäinen, Jumalan armosta teemme tietäväksi, että Isoruhtinanmaassa nuorukaisille, jotka tahtovat antautua konstillisiin työharjoituksiin, valmistettakoon tilaisuutta, saada sitä varten tarvittavaa oppia ja taitoa, tulewat hantwerkki- ja fabriikkikoulut ensi-aluksi Helsingin, Turun ja Waasan kaupunkeihin laitettavaksi. Niinkuin sanotut koulut pitää opettaman seuraavia aineita, nimittäin: Kristillisyyden oppia, tyylikirjoitusta, grammatiikkaa äidinkielen prukkaamisesta ynnä harjotellen sitä kirjoittamaan, linja- ja ornamentti-riitinkiä, jne.”

Tämän Venäjän tsaarin vuonna 1847 antaman ”Armollisen säännön” nojalla perustettiin Suomeen ensimmäiset teknilliset reaalikoulut. Varsinainen koulutoiminta alkoi kaksi vuotta myöhemmin tammikuussa 1849 eli tasan 150 vuotta sitten. Helsingin reaalikoulusta tuli vuonna 1872 Polyteknillinen koulu ja sääntömuutoksen kautta vuonna 1879 Polyteknillinen opisto. Yliopiston aseman koulu sai vuonna 1908, jolloin nimi muuttui teknilliseksi korkeakouluksi (TKK). Tampereella yliopistotasoinen tekniikan koulutus alkoi v. 1965, ensin TKK:n sivukorkeakouluna, mutta jo vuonna 1972 itsenäisenä opinahjona.

Koulumainen teknillinen koulutus ei ole kovin vanhaa. Ranskassa perustettiin ensimmäiset teknilliset opistot 1700-luvun loppupuolella. Ennen sitä teknilliset taidot olivat siirtyneet mestarilta oppipojalle. Ammatti opittiin omin käsin tekemällä, suullinen tiedonsiirto korvasi teoriaopinnot. Näin ihminen oli kolme vuosituhatta takonut rautaa, rakentanut pyramideja ja basilikoja, konstruoinut laivoja, joiden tekniikka ei juuri muuttunut foiniikkialaisten ajoilta 900 eKr Kolumbuksen ja suurten löytöretkien aikakauteen kaksi ja puoli vuosituhatta myöhemmin.

1800-luvulla kaikki muuttui. Huomattiin, ettei pelkkä käsien taito riittänyt. Väestön kasvu johti siihen, että ammattiosajia tarvittiin paljon enemmän kuin yksi mestari koulutti. Tarvittiin laajempaa tietämystä tekniikan menetelmistä ja raaka-aineista. Ennen kaikkea piti hallita paremmin analyyttisen ajattelun työkaluja kuten matematiikkaa, fysiikkaa ja kemiaa. Tekniikka merkitsi suunnittelua tulevaisuutta varten. Keskeisiä aloja olivat alusta lähtien maanmittaus, arkkitehtuuri, rakennus- ja koneensuunnittelu. Sähkötekniikka astui kuvaan vasta 1800-luvun lopulla. Ennen sitä sähkömiehet hakivat oppia Saksasta.

Vuosien varrella teknillinen koulutus on muuttunut lähemmäs yliopistollista yleissivistämistä. Nykypäivän diplomi-insinööriltä ja arkkitehdiltä edellytetään teknillisen ammattitaidon lisäksi taloudellista suunnittelukykyä, johtamistaitoa, kielitaitoa sekä kykyä käyttää mediatekniikkaa. Korkeakoulussamme on pyrityt rakentamaan joustavia opintojen etenemispolkuja. Opiskelijalla on mahdollisuus täydentää koulutusohjelmansa perusaineita kiinnostavilla muiden ohjelmien opintojaksoilla. On jopa toivottavaa, että hän liittyy tutkintoonsa toisen koulutusohjelman sivuaineen. Näin esimerkiksi rakennusteekkari voi ottaa tuotantotalouden sivuaineeseen, koneteekkari tietotekniikan, jne. Opettajakoulutukseen osallistuvilta edellytetään kasvatustieteen sivuaineen opiskelamista Tampereen yliopistossa. Muutenkin muualla suoritettu sivuaine voidaan sisällyttää tutkintoon, kunhan sitä pidetään mielekkäänä tutkinnon kokonaisuuden kannalta.

Suomi on menestynyt maailmalla informaatioteknologian maana. ”Informaatiobisnes” tarvitsee uudenlaisia ammattilaisia, henkilöitä, jotka hallitsevat käytännön ATK:n, viestinnän ja yleisen informaationkäsittelyn. Ensi syksynä Tampereen teknillinen korkeakoulu käynnistää uuden

koulutusohjelman, tietojohdamisen. Ohjelma on sijoitettu tuotantotalouden osastoon, mikä merkitsee, että tutkintoa luontevasti vahvistetaan talouden ja johtamistaidon opintojaksoilla. Painopiste voidaan sijoittaa myös tietotekniikkaan ja multimediahallintaan. Lisäksi opintoihin on mahdollisuus yhdistää nk. pehmeitä aineita, kuten yhteiskuntatieteitä, filosofiaa, psykologiaa ja kieliopintoja.

Ympyrä sulkeutuu. Tsaarin Armollinen sääntö toteutuu: ”kristillisyyden opista” on tullut filosofiaa ja etiikkaa, ”äidinkielen prukkaaminen” liittyy viestintään ja kommunikointiin yleensäkin ja ”ornamentti-riitinki” tarkoittaa tietysti grafiikan ja multimedian käyttöä.

Jarl-Thure Eriksson

“Toiset rakentavat tuulensuojia toiset tuulimyllyjä, kun muutoksen tuuli käy yli maan.” - Kiinalainen sananlasku

Ihmisen luontainen uteliaisuus ja ympäristön tarjoamat mahdollisuudet ovat uusien taitojen ja teknisten apuvälineiden kehittämisen lähde. Tekniikka on luonut uusia elämystilanteita ja on siten muodostanut perustan uusien kulttuuriarvojen kehittymiselle. Kuten muut yhteiskuntaan vaikuttavat ilmiöt tekniikkakin täysin vapaaksi päästettynä tuo mukanaan erilaisia lieveilmiöitä, osaksi uhkaaviakin. Siksi yhteiskunta joutuu suojaamaan itseään lainsäädännöllä ja eettisten normien jatkuvalla tarkistamisella. On kuitenkin hyvää muistaa, että tekniikka kehittyi yhteiskunnan ja yksilöiden odotusten imussa. Tekniikka tekniikkaa varten kuolee kehdoissaan. Vilkaaisu länsimaisen teollisen kulttuurin historiaan osoittaa, että mullistava teollistumisen kehitysaskel alkaa hyvin “krouveista” lähtökohdista (raaka-aineiden tuhlaus, energiahukka, jne.). Varsinainen tekninen kehitys tähtää tehokkuuteen, resurssien säästämiseen ja - yhä kasvavassa määrin - mahdollisten haittojen ennaltaehkäisemiseen.

Kompleksinen ihmistoimintajärjestelmä, kuten globaalinen talous, koostuu monimutkaisista voimavarojen ja informaation verkostoista. Informaatiolla ohjataan suoritteiden ja resurssien siirtoja. Ohjaava ihmisäly informaatioverkon solmupisteissä ennakoii tulevia tilanteita tarkoituksena varmistaa oman toiminnan jatkuvuutta ja suoritteiden optimaalisuutta. Kilpailu yksilö- ja yhteisötasolla aiheuttaa jatkuvasti muutoksia. Yhteiskunta “elää”, kehittyy ja ajautuu kriiseihin. Koska raha on kaikkien toimintojen mittayksikkö, kuvaa talouskriisi rakenteiden muutospainetta. Usein pohjalla on tuottavan teollisuuden kriisistä. Uusi teknologia syrjäyttää vanhan. Tätä tärkeämpi seikka on kuluttajan - yksilön - muuttuvat mieltymykset. Viime kädessä tavalliset ihmiset ohjaavat tekniikan kehitystä.

Syvä talouskriisi johtaa vähitellen yhteiskunnan nollautumiseen. Elinkeinoelämä ja hallinto on saatava kannattavaksi uusien reunaehtojen vallitessa. Tämän päivän nuori, jota liika kokeneisuus ei rasita, on vanhempi ikäluokkia valppaampia aistimaan elämisen muuttuneita pelisääntöjä. Hän haluaa ammatin joka suoraan antaa mahdollisuuden vaikuttaa yhteiskunnalliseen kehitykseen. Hän hakeutuu opinahjoon, jonka status ja vaatimustaso ovat arvioitujen omien kykyjen rajoilla. Tekniikka ja kauppa ovat juuri niitä aloja, joihin luotetaan.

Miten teknillisten korkeakoulujen tulisi kehittyä, jotta ne paremmin vastaisivat intressiryhmien, opiskelijoiden ja elinkeinoelämän odotuksia? Tiedekorkeakouluilta edellytetään korkeatasoista teoriaopetusta. Hyvät pohjatiedot antavat valmiudet erikoistua useammalle alalle tai tarpeen mukaan siirtyä alalta toiselle. Opiskelijavaihdon suoma mahdollisuus viettää vuosi ulkomailla parantaa tehokkaasti kielitaitoa. Samalla tulee otettua maailmankansalaisen ensiaskeleita. Suurin haaste tekniikan yliopistoille on kuitenkin niiden kyky lisätä poikkitieteellisyyttä ja kytkeä yhteiskunnallisia ulottuvuuksia opetukseen. Ympäristötietoisuus ja sosiologiset seikat kytkeytyvät voimakkaasti tekniikan kehitykseen, siksi nuoren diplomi-insinöörin, arkkitehdin tai tutkijan tulisi olla tietoinen näitä aloja ohjaavista lainalaisuuksista.

Miten yliopistoa pitäisi muuttaa? Ovatko muutokset lainkaan tarpeen? Usein tarttutaan esiintyviin puutteisiin juhlallisella organisaatiomuutoksella. Viime kolmenkymmenen vuoden aikana yliopisto on läpikäynyt lähes jatkuvan “hallintouudistamisen”. Kyseessä on osittain ollut perinteisesti konservatiivisen järjestelmän demokratisoimisesta. Murroskauden aikana päätöselimiin on saatu

kaikkien intressiryhmien edustukset. Tämä on sinänsä ollut hyvä ja tarpeellinen kehitys. Mutta organisaation tehokkuus ei välttämättä riipu hallintorakenteen ulkoisesta muodosta. Toimintaa ohjaa viime kädessä yhteisön jäsenten aivoissa oleva mielikuva organisaatiosta ja sen funktioista. Mielikuvan pohjalta jokainen yksilö, niin opiskelija kuin professori, suunnittelee tulevia toimintoja. Epätieto ja epävarmuus kostautuvat turhaksi osoittautuneena työpanostuksena ja lopulta turhautuneisuutena. Akateemisessa maailmassa totutetaan liiaksi ihmisiä tekemään sellaista työtä, minkä tulosten ennakoitavuus on liian alhainen. Määrärahashakemusten heikko hyväksymisprosentti vie pohjan suunnitelmallisesta tutkimusstrategiasta. Korkeakouluhallinnossa kokeillaan liian usein “kepillä jäätä”, menisikö tällainen ehdotus läpi? Kun tehdään aloite tai neuvostotason esitys, pitää olla varmuus aloitteen tai esityksen toteuttamiskelpoisuudesta.

Uudistustyö on aloitettava organisaatiomallin selkeyttämisellä: mikä on pelin henki, mitkä sen säännöt? Mutta tämä ei riitä, todellisuuden hallinnon tulee myös vastata odotuksiin. Sen tulee puolestaan toimia mallin mukaisesti ja palvella yksiköitä aikeita edistäen.

Jarl-Thure Eriksson

Anturi, maaliskuu 1999

Läpi harmaan kiven ...

Yuri Gagarinin avaruuslento vuonna 1961 oli karvas arvovaltatappio Yhdysvalloille ja erityisesti sen avaruushallinnolle NASA:lle. Presidentti John F. Kennedy kiirehti ennustamaan, että Yhdysvallat lähettää miehitetyn avaruusretkikunnan kuuhun ennen vuosikymmenen vaihtoa. Näin myös tapahtui, Apollo 11 teki onnistuneen kuumatkan kesällä 1969.

Historiasta löytyy lukuisia esimerkkejä siitä, kuinka vahva visio ja päättäväisyys voivat viedä toivottuun lopputulokseen. Mutta yhtä varmaa on, että onnistumisten takana on moninkertainen määrä epäonnistumisia. Esimerkissä oli kysymys teknisestä saavutuksesta, jossa osaaminen ja teknologinen taso ratkaisivat menestymisen. Kuulennon ”arvo” tavalliselle ihmisille oli kaksitahoinen. Se oli kiehtova saavutus, jolla tulisi olemaan vaikutuksia tieteen kehitykselle, mutta myös laajemmin luomalla globaalista yhteenkuuluvaisuuden tunnetta. Mutta vielä tärkeämpi merkitys oli, ainakin hetkellisesti, erävoitto avaruuden valloittamisen kilpailussa, aivan kuten ensimmäinen Sputnik ja Gagarinin lento olivat Neuvostoliiton erävoittoja.

Kilpailuhenkisyys on eräs ihmisen vahvimpiä motivaatiotekijöitä. Mutta sana kilpailu on oikeastaan vain ihmisen käyttämä ilmaisu vuorovaikutuksesta. Kilpailu syntyy, kun yksilö asettaa itselleen tavoitteita ja yrittää selviytyä niistä mahdollisimman hyvin. Vertailu muiden ihmisten vastaaviin saavutuksiin toimii tällöin hyvyyden kriteerinä. Kilpailussa menestymällä ihminen tavoittaa muiden arvostusta. Sama käyttäytymiskaava toistuu yhteiskunnan kaikilla tasoilla. Markkinavoimat ovat tästä ilmentymä. Päästämällä markkinavoimat vapaiksi pyritään tiukalla kilpailuttamisella edistämään yhteiskunnan uudelleenjärjestäytymistä. Varsinkin kriisitilan jälkeen tällainen toimenpide saattaa olla välttämätön nopeiden muutosten aikaansaamiseksi. Valitettavan usein joudutaan kuitenkin tinkimään hyvinvointiyhteiskunnan tasapainottelusta rohkaisevan talouspolitiikan ja sosiaalisen tasavertaisuuden välillä ja inhimillisistä arvoista yleensäkin.

Kilpailua mielletään muissa kuin urheiluyhteyksissä kielteisenä asiana. Helposti unohdetaan, että joka kerta kun joku tekee valinnan hän kilpailuttaa vaihtoehtoja. Ihmisen päivä on täynnä valintoja. Yksilön käyttämä harkinta tuo yhteisön kollektiiviseen käyttäytymiseen epävarmuuden, joka tekee tulevaisuuden ennakoimisen hyvin monimutkaiseksi. Tulevaisuudentutkimuksessa ei ole kysymys vaalitulosten ennustamisesta, vaan ajassa liikkuvien trendien aistimisesta ja tarpeellisten toimenpiteiden harkitsemisesta mahdollisten uhkien eliminoimiseksi. Toisaalta nk. heikkojen signaalien havaitseminen varhaisessa vaiheessa voi merkitä kilpailuetua uutta toimintaa kehitettäessä.

Tulevaisuuden tekeminen voi myös, kuten Apollo-projektissa, olla voimavarojen määrätietoinen keskittäminen kaukaisen päämäärän saavuttamiseksi. Tulevaisuudentutkimuksessa on pitkälti kysymys ihmistoimintajärjestelmien ymmärtämisestä, riskianalyysistä ja päätöksenteosta epävarmuuden vallitessa.

Kilpailuasetelmaa yliopistomaailmassa voidaan tarkastella monella tasolla: akateeminen urakehitys, yliopistojen ja tiedekuntien välinen resurssijako, opettajien ja opiskelijoiden rekrytointi, jne. Valitettavan usein kilpailutilanteet varjostavat yliopiston varsinaisia päämääriä. Lyhyemmän kaavan mukaan päämäärät ovat: hyvien ammattiosajien kouluttaminen ja tieteellisen tutkimustoiminnan jatkuva kehittäminen. Tutkimuksen luonne riippuu paljolti tieteenalasta. Tekniikassa kysymyksessä

on perustutkimustulosten hyödyntämisestä ja uusien tuoteideoiden kehittämisestä. Korkeakoulun kokonaisuuden kannalta olisi suotavaa, että hyvin toimivat yksiköt ”sparrisivat” heikompia yksiköitä. Tässä piileekin peliteoreettinen totuus, pitkässä juoksussa yhteistyö palkitsee paremmin kuin tiukka kilpailu. Valtakunnallisella tasolla toimivien mallien lainaaminen yliopistolta toiselle toisi vähitellen Suomelle lisää kansainvälistä arvostusta.

Tulee vaan muistaa, että myös sparraus on nyrkkeilemistä.

Jarl-Thure Eriksson

Haloo, haloo, täällä omatunto, kuuluuko?

Pirkkahallissa oli viime keväänä antiikkimessut. Myytävänä oli muun muassa vanhoja kirjoja. Käteeni osui suomalaisen sosiologin Edvard Westermarckin vuonna 1933 julkaistu teos Moraalin synty ja kehitys. Westermarck oli saavuttanut maailmanmaineen jo vuonna 1891 ilmestyneellä teoksellaan Inhimillisen avioliiton historia, joka osittain perustui hänen omiin tutkimuksiinsa Marokon heimokansojen keskuudessa.

Olisiko kirjasta apua seuratessa tiedeyhteisössä virinnyttä etiikkakeskustelua? Lähes klassista teosta ei kannattanut päästää sivu suun, varsinkaan, kun ystävällinen antikvariaattikauppias alensi hinnan 140 markasta 100 markkaan.

Kirja keskittyy sananmukaisesti moraalin syntyyn. Merkittävä osa sisällöstä käsittelee luonnonkansojen sosiaalista vuorovaikutusta ja siinä keskeisiä rikostilanteita: varkautta, aviorikosta ja tappoa. Melkein aina tuomio merkitsi rikoksentekijän tai -tekijöiden hengenmenoa. Joskus annettiin kohtalon ratkaista kuka on syynkärsijä, kuten seuraavassa esimerkissä New South Wales aboriginaaliyhteisössä: "Monet riidat ratkaistiin kuitenkin ilman päälliköiden välitystä; jos esim. on huomattu, että joku on varastanut jotakin toiselta tai jos kaksi miestä kiistelee samasta naisesta, on seurauksena tappelu, jossa toinen lyö toiselta pääkallon murskaksi, ja sillä on asia ratkaistu." Esimerkki ei taida kelvata ratkaisuksi nykypäivän, vaikkapa tekijänoikeusriitaan. Kirjassa merkillepantava piirre onkin, että moraaliton teko useimmiten ylittää rikoksen rajan.

Luvussa 'Siveellisten tunteiden luonto' Westermarck viittaa ihmisen luontaiseen oikeustajuun moraalisen käyttäytymisen lähteenä. "Luontainen" on tietysti yksilön kasvatuksen ja sosiaalisen ympäristön sanelema. ("Moraali" tulee latinan mos-sanasta, "etiikka" vastaavasti kreikan ethos-sanasta. Molemmat tarkoittavat perinteistä.) Eräänä ohjenuorana tänäkin päivänä voidaan pitää Kantin teesiä: "Toimi aina vain sellaisen maksimin mukaisesti, jonka samalla tahtoisit soveltuvan yleiseksi laiksi". Tässä on selvä silta tunnemaailman ja juridiikan välillä.

Yliopistolaitos nauttii jo perinteidensä takia yhteiskunnan arvostusta. Tutkimustuloksiin luotetaan ja toimintaa koetaan yleishyödylliseksi - yliopisto ei kilpaile minkään muun instituution kanssa. Akateeminen vapaus edellyttää sinällään tutkijalta tavallista herkempää arviointikykyä ja suurempaa vastuuntuntoa.

Yliopiston nopea tehtäväkentän laajeneminen on tuonut omia riskejä sen toimintapiiriin. Itsenäisten tutkimusyksiköiden monipuolistuneet ja mutkistuneet toiminnot antavat puolestaan tilaa vilpin kokeilemiseen. Kansainväliset kontaktit antavat tähän lisämahdollisuudet. Tästä huolimatta pidetään räikeää vilppiä verraten harvinaisena yliopistomaailmassa. Viime aikojen paljastukset tutkimusrahojen ohjaamisesta yksityistileille kuuluvat, toivon mukaan, poikkeuksiin, mutta saattavat myös olla heijastuksia vääristyneestä käytännöstä. Kenenkään ei ollut vaikeaa päätellä, että kyseiset teot ylittivät eettisyyden kaikkia rajoja.

Tieteessä nousee myös esiin eettisiä kysymyksiä, joita lainsäädäntö ei suoranaisesti koske. Tutkimuksen julkisuus kuuluu tähän ryhmään. Perinteisesti tutkimustulokset ovat julkisia. Muutaman vuosikymmenen aikana yliopisto on muuttunut taloudellisen kehityksen osatekijäksi. Tutkimustieto ja osaaminen vaikuttavat suoraan elintasoon ja kansainväliseen kilpailukykyyn.

Ulkopuolisella rahoituksella sidotaan yliopistoa yhä tiiviimmin tähän prosessiin. Ei voida odottaa, että uusi tieto kesken kehittämissivaihetta valuu yleiseen käyttöön. Tämä puhkaisi kilpailukimmokkeen yrityskehittämissä ja heikentäisi oman maan asemaa kansainvälisesti. Usein kuitenkin liioitellaan tietojen merkitystä, salaamisesta tehdään suurempi ongelma kuin olisi tarpeen.

Osa tutkimuksesta, varsinkin perustutkimuksesta, tehdään ilman varsinaisia sitoumuksia hyödyntämisestä. Näin pitää olla, jotta tiede menisi eteenpäin. Tutkijoilla kumuloituu tietoa ja osaamista, jolla saattaa olla kaupallista arvoa. Tieteellisen toiminnan vilkastuessa kyseinen potentiaali kasvaa. Suomessa, kuten muualla, etsitään keinoja keksintöjen, innovaatioiden ja liikeideoiden tuomiseksi elinkeinoelämän piiriin. Käynnistyäkseen teknologian siirto ja yrittäminen tarvitsevat selkeän tuen niin omalta yhteisöltä kuin yhteiskunnan puolelta.

- tutkijoille kertyy osaamista jolla on kaupallista arvoa
- julkisilla varoilla on kehitetty arvokkaita tietokoneohjelmia, joissa valmiita bisnissuineksia
- tutkijat perustavat yrityksen, joka aluksi toimii yliopiston tiloissa, tutkijat ovat itse osakkaina
- nk. kuumilla aloilla, kuten biotekniikassa, osakkeiden arvo saattaa moninkertaistua vielä yrityksen investointivaiheessa, ts. silloin kun kassavirta on negatiivinen
- jossakin vaiheessa kansainvälinen yritys näkee yrityksen todellisen arvon ja ostaa isolla rahalla osakekannan, tutkijat hyötyvät merkittävästi
- onko tämä eettisesti oikein?

Oikein on ainakin, että tutkimustuloksia hyödynnetään. Yrityksiä perustettaessa tulee olla juridisesti kestävät sopimukset rahoittajan, yliopiston ja niiden tukijoiden kanssa, jotka ovat vaikuttaneet kauppatavaran syntymiseen, mutta eivät tule osakkaiksi. Jos yritys menestyy, ei voi muuta kuin onnitella. Mielellään näkee tietysti, että omistus säilyy suomalaisissa käsissä. Yliopiston tulee huolehtia asiallisten menettelytapojen kehittämisestä. Tutkijankin kannattaa olla kaukoviisas, myöhemmin paljastuva vilppi saattaa ikävästi leimata loppuelämän urankehitystä.

Jarl-Thure Eriksson

Tieteen tietoisuudella tulevaisuuteen

Muinaisissa kulttuureissa yhteiskunnallinen infrastruktuuri, tekniset taidot ja apuvälineet kehittyivät korkealle tasolle hyvin varhaisessa vaiheessa. Jo Gizan pyramidien geometria kertoo orastavasta tähtitieteestä ja paljastaa myös, että Pythagoran lause oli tunnettu 2000 vuotta ennen Pythagoraa. Foinikialaiset kävivät 900-luvulla e.Kr. kauppaa pitkin Välimeren rannikkoja. He hallitsivat laivanrakennustekniikan ja kauppaa varten he tarvitsivat vaihtovälineen eli rahan.

Vuosituhsien saatossa ihminen takoi rautaa, rakensi katedraaleja ja konstruoi laivoja, joiden tekniikka ei juuri muuttunut foinikialaisten ajoilta suurten löytöretkien aikakauteen 2 500 vuotta myöhemmin. Tekninen osaaminen siirtyi samantasoisena kulttuurista toiseen. Taide läpikävi kaikkialla oman kehityskaarensa, usein alkaen naivistisesta uskontosymboliikasta ja päättyen täydellisyyttä tavoittelevaan realismiin.

Aina siitä lähtien, kun ihminen alkoi erottaa menneisyyden nykyisyydestä ja tulevaisuudesta, hän on pyrkinyt ennakoimaan tulevia tapahtumia. Etsimme historiasta trendejä, mielenkiintoisia syklejä ja myös jatkuvaa kehittymistä kohti jotakin uutta. Kehitykseen on sisäänrakennettu eräänlainen "driving force" -nuoli kohti monipuolisuutta ja kompleksisuutta. Erityisen nopeaa tämä kehitys on ollut toisen maailmansodan jälkeen.

Ennusteiden mukaan tekniset innovaatiot aiheuttavat seuraavan 30 vuoden aikana hyökyaaltoisen muutoksen. Elinkeinorakenteet, työ ja sosiaalinen käyttäytyminen muuttuvat. Poliittinen päätöksenteko rajoittuu lainsäädäntökysymyksiin ja kansainvälisiin sopimuksiin. Globaali talousjärjestelmä säätelee arkista elämänmenoa. Pysyvä omistaminen ei ole pääasia. On tärkeämpää, että monista yrityksistä koostuva klusteri toimii tehokkaasti. Järjestelmä elää ja alihankkijat vaihtuvat joustavasti. Palvelu- ja tuotantoyritysten välinen raja hämärtyy. Tulevaisuuden tuotteita ovat asiantuntemus, osaaminen ja immateriaalinen omaisuus, kuten ohjelmistosisällöt.

Fyysinen työpanos vähenee minimiin. Teollisessa tuotannossa työntekijöiden määrä laskee alle 10 % koko työvoimasta. Viimeistään 2020-luvulla robotit suorittavat kaikki ne työt, joita ihminen pitää epämielekkäänä. Ihmistä tarvitaan poikkeustapausten ja ongelmien ratkaisemiseen.

Ihmiskunnan kehityksessä voidaan erottaa kaksi keskeistä murrosvaihetta. Ensimmäinen alkoi noin 50.000 vuotta sitten, jolloin kielen kehittyminen moniulotteiseksi kommunikaatiovälineeksi edisti kognitiivisia kykyjä. Ihmiselle kehittyi oma virtuaalidellisuus, jonka avulla hän mielikuvituksessaan pystyi liikkumaan ajassa ja näkemään itsensä ulkopuolisena aktorina heimoyhteisön vuorovaikutuspelissä. Tämän tuloksena ihminen alkoi valmistaa kompleksisia työkaluja ja aseita ja hänelle tuli tarve koristaa niitä. Samalla hän halusi projisoida muistinvaraiset seikkailut kallioseiniin. Taide-elämys herätti ajatuksia, sillä oli viestinnällinen arvo.

Toinen murrosvaihe alkoi noin 500 vuotta sitten, jolloin vapaa tiedonvaihto johti tieteen kehittymiseen. Uteliaisuus motivoi etsimään selityksiä aistien välittämälle maailmalle. Tiede eteni useita reittejä, maantieteelliset löytöretket innostivat muun muassa biologiseen luonnontutkimukseen. Pitkältä tältä pohjalta syntyi humboldtilainen yliopistodoktriini, jonka mukaan opetuksen tulee perustua tieteelliseen tutkimukseen.

Teollinen vallankumous käynnisti siirtymävaiheen, joka tieteen ja teknologian symbioosissa synnytti tietoyhteiskunnan. Kahden vuosisadan aikana on päästy ensimmäiseen määränpäähän: tekniikka on tehnyt mahdolliseksi, välimatkasta riippumatta, siirtää suuria informaatiomääriä ihmiseltä toiselle. Jokainen voi tulevaisuudessa hakea mitä saatavissa olevaa informaatiota tahansa mistä tahansa. Kaupankäynti ja rahansiirto-operaatiot hoituvat vaikkapa kotimikrolta.

Ylläpitääkseen hyvinvointia yhteiskunnan on investoitava tekniikkaan ja osaamiseen. Hyödynnettynä tekniikka muuttuu vähitellen välineeksi, teknologiaksi. Sellainen teknologia kuihtuu, joka ei tuo ihmiselle lisäarvoa. Viime kädessä ihminen, hänen mieltymyksensä ja sosiaalinen tilansa määräävät teknologisen kehityksen suunnan. Kun vertaamme omaa aikakauttamme ensimmäiseen murrosvaiheeseen, elämme vielä luolataiteilijan tasolla. Kukaan ei osaa ennustaa, mitkä tulevat olemaan tietoyhteiskunnan Gizan pyramidit.

Jarl-Thure Eriksson

Diplomi-insinööri ja yrittävä yhteiskunta

Yliopistoihin pyrkivillä on useimmiten varsin puutteelliset tiedot eri ammateista, urakehitysmahdollisuuksista, palkkatasosta ja työllisyydestä. Opiskelupaikan valinnassa tunne yleensä hallitsee yli harkinnan. Peruskoulun ja lukion oppilaita tulee riittävästi valistaa tulevaisuuden ammattinäkymistä. Muun muassa näitä asioita pohdiskelin TTKK lukuvuoden avajaisissa:

”Helsingin yliopiston rehtori Edwin Linkomies käytti sotasyyllisenä vankilassa istuessaan aikaansa Tacituksen Germania-teoksen kääntämiseen. Linkomies oli tunnettu latinisti, jonka oppikirjat kuuluivat monen lukiolaisen käsissä. Hänen, yhdessä J.W. Salmen kanssa laatimasta sanakirjasta löydämme seuraavat latinan *ingenium* -sanon käännökset: luontainen taipumus, synnynnäinen kyky. Muita merkityksiä ovat äly, nero ja nerokas keksintö. Yhdistelmä *facultates ingenii* tarkoittaa hengenlahjoja.

Noustessaan maihin Englannin rannikolla vuonna 1066 Wilhelm Valloittaja toi mukanaan muutaman *engynoursin*, joiden tehtävä oli rakentaa heittokoneita ja liikkuvia hyökkäystorneja. Ranska virallisti ensimmäiset insinöörijoukot, *corps de genie*, v. 1676, näiden tehtävä oli suunnitella linnoituksia sekä rakentaa siltoja ja teitä. Ensimmäinen varsinainen teknillinen korkeakoulu oli Ludvig XV v. 1747 perustama École des Ponts et Chaussés, joka koulutti rakennusinsinöörejä ”siviilitarkoitukseen”. Suomessa tekniikan koulutus alkoi v. 1848, diplomi-insinöörit saivat vielä koulutuksensa Saksassa. Yliopistotasoinen DI-koulutus alkoi Suomessa vasta v. 1908.

Sanojen *engine* (kone), *ingenious* (nerokas) ja *engineering* (tekniikka) etymologinen alkuperä on siis latinan *ingenium*. Erikoisuutena voimme todeta, että insinööri viittaa luonnonlahjoihin eli perinnölliseen teknilliseen lahjakkuuteen, kun *Master of science* eli luonnontieteiden mestari sen sijaan tarkoittaa oppimalla saavutettua taitoa.

Pitäisikö historiallisia perinteitä huomioon ottaen EUssa *Master of Science*-nimikkeen sijasta käyttää *diploma engineer*-nimikettä, kun kyseessä on teknillisen yliopiston tutkinto. Se edustaisi ammatillista osaamiskokonaisuutta ilman pakollista välitutkintoa. Tutkinto oikeuttaisi jatkamaan suoraan tohtoriksi. Lääkäri on pätevä vasta saatuaan lisensiaatin tutkinnon. Arkkitehdit suhtautuvat myös penseästi välitutkintoon, puoli arkkitehti ei ole arkkitehti. Oma tutkintonimike viestittäisi, että kyseessä on arvostettu ammattitutkinto eikä monien mieliaineiden tilkkutäkki. Tästä voisi olla Euroopalle selvä kilpailuetu.

Suomen koulutusjärjestelmä on saanut paljon myönteistä huomiota osakseen viime aikoina. Alkuvuodesta keskieuropalaiset ministeridelegaatiot perehtyivät sekä perusaste- että korkeakouluopetukseen. Kansainvälisissä vertailuissa Suomi on rankattu yliopisto-yritysyhteistyön ykköseksi. Kun lisäksi otetaan huomioon, että yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen aloituspaikkoja on runsaasti enemmän kuin vuosittaiset ylioppilasmäärät, niin edellytykset tehdä Suomesta vahva osaamisyhteiskunta ovat olemassa. Missä ovat pullonkaulat?

Yliopistot käyttävät mielellään sisäänottojen karsintaprosentteja houkuttavuutensa ja laatunsa mittarina. On luonnollista, ettei taidekorkeakouluihin kaikkia halukkaita voida hyväksyä.

Teknillisten korkeakoulujen hyväksymisprosentti on karkeasti 45, mikä on hyvä luku huomioon ottaen koulutuksen laajennukset. Mutta ovatko asiat hyvin, kun jotkut tiedekorkeakoulut keuhuvat hyväksyvänsä vain 15 sadasta? Mitä tapahtuu niille 85, jotka jäävät rannalle? Jotkut tyytyvät omaan B-suunnitelmaan, toiset varaavat vain väliaikaisesti vaihtoehtoisen koulutuspaikan. Merkittävä osa nuorisosta hukkaa aikaansa odotellessaan oikeaa opiskelupaikkaa. Tärkeää olisi ohjata nuoria ensimmäiseen ammattiin. Aikuiskoulutus ja elinikäinen oppiminen tarjoavat runsaasti tilaisuuksia itseensä toteuttamiseen myöhemmin elämässä.

Lukiolaiset seuraavat mediaa ja Internetiä, valinnan edessä he hankkivat tietoa. Suomessa tarvitaan yhtenäinen tietokanta, joka antaa objektiivista mutta samalla innostavaa tietoa eri ammattialoista. Urakehitysmahdollisuudet ja työllistyminen kiinnostavat nuoria. Tietokannan taustalla olisivat ensisijaisesti työmarkkinajärjestöt, opetusministeriö ja tilastokeskus, mutta rakenteessa otettaisiin myös huomioon yliopistojen, ammattikorkeakoulujen ja ammattioppilaitosten tietokannat. Tällainen yhteistyö asettaisi uusia haasteita kaikille osapuolille. Yliopistoille ”ammattiportaali” olisi tärkeä markkinointikanava, mutta samalla paikka, jossa jouduttaisiin harkitsemaan opetuksen sisältöä ja tarkoitusta. Koulutus ja valistus voisivat tehdä lukion opettajista tärkeitä tiedonvälittäjiä.” (Näin pitkälle avajaispuhe)

Työmarkkinat kannattaa kohdata avoimin silmin. Tulevaisuuden tietoyhteiskunta on myös yrittävä yhteiskunta. Tieto tekee tietoiseksi, yrittäjäyys motivoi. Työn luonne muuttuu vähitellen sellaiseksi, että pienet ryhmät muodostavat oman työyhteisön omassa yrityksessä. Elinkeinoelämän teollinen tuotanto automatisoituu, ihmistyö keskittyy palveluihin. Ulkoistaminen tarkoittaa, että pienet yritykset alihankkijoina ottavat vastuun konsortioyrityksen osafunktioista. Raja perinteisten palvelujen ja asiantuntijatyöpanosten välillä hämärtyy, sekä arkkitehtitoimisto että lääkärikeskus palvelevat. Pienessä organisaatiossa ihmistaidot ja asiantuntevuus ovat kunniaissa. Näitä seikkoja yliopistojen tulee puntaroida houkutellessaan nuoria koulutusohjelmiinsa.

Jarl-Thure Eriksson

Valistunut arvaus vaan ei oraakkelin arvoitus

Kirjailija Göran Schildt - TTKK:n kunniatohtori muuten - kertoo kirjassaan ”Odysseuksen vanavedessä” vierailusta muinaisessa Apollon temppelissä, jossa Delfoin oraakkeli aikoinaan jakoi neuvoja antiikin sankareille. Schildt tapaa muiden muassa valkopartaisen venäläisen arkkitehdin, joka toimii ranskalaisen arkeologiryhmän neuvonantajana. Illan viiletessä arkkitehti filosofoi tulevaisuuden ennustamisesta, lainaan Schildtiä:

”Meidän aikamme ei kerta kaikkiaan pysty käsittämään, mitä Apollonin oraakkeli oli, koska meillä ovat oraakkelit ja ennustukset saaneet aivan toisen sisällyksen kuin kreikkalaisilla. Tahdomme päästä nykyhetken kahleista ja katsoa koneiston sisään voidaksemme tuntea itsemme vapaiksi sokeasta, lainalaisesta tapahtumisesta. Nykyajan ennustukset voidaan määritellä olevan tulevaisuutta käsitettynä historiaksi: ’Tapaatte tummaverisen naisen, elämästä tulee melskeinen mutta lyhyt, minä näen rahoja ja matkan.’ Antiikin oraakkeli oli toista. Ihmiset tulivat Delfoihin mielessään jokin ongelma, pian tehtävä valinta: ’Onko minun suunnattava laivani Troijaa kohti?’ Ei siinä esitetty mitään salamyhkäistä ’tulevaisuuden katsomista’, vaan neuvoa sellaiselta, jonka katse selkeämmin näki kaikki asiaan vaikuttavat tekijät. Kun vastaus oli saatu, silloin käytiin toimimaan mieli luottamuksella ladattuna, tahdossa vahvistettuna, ei vapautettuna.”

Tässä tarinassa kiehtoo lähinnä ajatus, että tulevaisuutta kohdatessaan ihminen joutuu tekemään päätöksiä. Näitä varten hän tarvitsee tietoa ja valistuneita neuvoja. Tulevaisuutta hän sen sijaan ei voi ennustaa.

Yliopisto on kautta aikojen ollut yhteiskunnallinen vaikuttaja, mielipiteenmuokkaajana, hyödyllisen tutkimuksen suorittajana ja tietysti kouluttajana. Kun uudessa yliopistolaisessa erityisesti korostetaan yliopiston kolmatta tehtävää eli vuorovaikutteisuutta ympäristön kanssa, taustalla on tarve tuottaa tietoa yhteiskunnallisista trendeistä, hyvinvointiin ja terveyteen liittyvistä muutoksista ja teknologisesta kehityksestä.

Tärkeimmät työkalumme perustuvat tänä päivänä mikroprosessoreihin, joiden uusiutumissykli vaihtelee kahden ja viiden vuoden välillä. Varsinainen informaatioteknologia on itsestäänselvyytenä jäämässä tuotteiden ja tuotantoprosessien taustalle. Silti olemme vasta mullistavan kehityksen alkutaipaleella. Kodeissa, kaupoissa ja tehtaissa laitteet muuttuvat. Niihin tulee äly, joka minimoi inhimillisen väliintulon tarpeen. Kasvava palveluala verkottuu entisestään. Palvelut perustuvat pitkälti tiedonhallintaan ja nopeaan tiedonsiirtoon.

Teknologian ennakointi on keskeisellä sijalla EU:n 6. puiteohjelmassa. Suomessa kauppaja- ja teollisuusministeriö on muutaman vuoden ajan seurannut kansainvälistä kehitystä ja laatinut suunnitelmia järjestelmällisen ennakointitoiminnan käynnistämiseksi. Yliopiston tehtäviin kuuluvat innovaatiopalvelu ja teknologian siirto edellyttävät, että niin tutkijayhteisö kuin yritysmaailma ovat tietoisia tekniikan kehityssuuntauksista. Teknologian ennakointi on monitahoinen ja haastava tehtävä. Keskeistä on tietysti, että pystytään kansainvälisestä tietotulvasta siivilöimään niitä heikkoja signaaleja, jotka saattavat johtaa uusiin tuotteisiin tai palvelumuotoihin. Oman tiedon tuottamiseksi turvaudutaan usein nk. Delfoi-menetelmään (nimi valittu tarkoituksella), joka

perustuu laajan, ensisijaisesti asiantuntijoista koostuvan paneelin mielipidepeilaukseen.

Vähintään yhtä tärkeää kuin tiedon hankinta on sen välittäminen. Tiedon tulee julkaisujen, seminaarien ja netin kautta hakeutua niille innovatiivisille henkilöille, jotka hyödyntävät sitä tuotekehityksessä ja yritystoiminnassa. Jatkuvasti uudistuva tieto ylläpitää mielenkiintoa ja luo tietoisuutta muutoksen mahdollisuuksista.

Ei tarvitse olla oraakkeli ennustaakseen joulun tuloa. Lämmin kiitos upeasta työstä kuluneena vuonna. Toivotan kaikille levollista joulua ja hyvää uutta vuotta.

Jarl-Thure Eriksson

Anturi, helmikuu 2004

Pallo on paitsi pyöreä, Sinulla

Globalisaatio alkoi 6. syyskuuta 1492. Silloin Kristoffer Kolumbus nosti kolmella aluksella ankkurit Kanarian saariryhmään kuuluvan Gomeran satamassa ja suuntasi länteen tuntemattomalle merelle. Kolumbus uskoi maan olevan pallo (lat. *globus*). Sivistyneessä maailmassa ajatus ei ollut uusi, alustavia maapallokarttoja oli jo olemassa. Mutta kenenkään usko ei ollut niin vankka, että olisi uskallettu lähteä avomerelle etsimään uutta reittiä Intiaan tai Cipangoon eli Japaniin ilman tuttua rannikotuntumaa.

Pitääkseen taikauskoista miehistöään rauhallisena Kolumbus turvautui navigaattorille vakavaan vilppiin. Hän merkitsi lokiin laskettuja etäisyyksiä lyhyempiä vuorokausimatkoja, jotta paluumatka ei näyttäisi liian pitkältä. Kolumbus teki myös merkittävän havainnon kompassista. Matkan edetessä Pohjantähden näyttämä pohjoinen muuttui kompassin pohjoisesta. Tarinan mukaan hän väärensä myös näitä tietoja epäluulojen hälventämiseksi.

Kolumbus löysi uuden mantereen ja käynnisti löytöretkien sarjan sekä taistelun merten herruudesta. Maa oli pallo, ja meri tarjosi välineen kuljettaa tavaroita, ihmisiä ja viestejä mantereelta toiselle. Yhteydenpito kesti kuukausia, jopa vuosia. Matkalla kohti tämän päivän globalisaatiota ihmiskunta on käynyt läpi teollisen vallankumouksen, väestöräjähdyksen sosiaalisine murroksineen sekä kaksi maailmansotaa. Nyt ihminen voi olla virtuaalisesti läsnä lähes missä maailmankolkassa tahansa, heti. Takahuhdin kodista hän voi asioida Brisbanen kaupungintalolla tai tarkkailla pohjoisnavan sääolosuhteita.

Globalisaatio ei ole pelkästään kännykkä, Internet ja vapautunut maailmankauppa. Merkittävämpää on, että se on ihmisessä, hänen maailmankuvassaan. Ensimmäiset satelliittikuvat ja varsinkin kuualuksesta otetut värikuvat todistivat konkreettisesti, millainen kotimme maailmankaikkeudessa on. Tutkimussatelliittien väärävärিকuvat kertovat mikä on biologisen ekosfäärin tila: missä kuivuus valtaa maata, missä urbanisointi vie vihreyden, missä jäätiköt sulavat. GPS näyttää taksissa liikkeemme maan pinnalla matkatessamme pikkujouluista kotiin. Ihminen kokee olevansa osa kokonaisuutta.

Tiede on kauan toiminut yli maiden rajojen. Aikaisemmin se on kuitenkin ollut sidottu kapea-alaisiin tiedemiesryhmiin ja henkilökontakteihin. Nyt opiskelijoiden ja tutkijoiden vaihto-ohjelmat ovat muuttaneet tilanteen. Elämän, kielen ja kulttuurin kokeminen on tullut yhtä tärkeäksi kuin opiskeleminen ja tutkiminen. Yliopistot kytkeytyvät organisaation toisiinsa, kontaktit alkavat elää. Enää ei katsota, kuuluuko yliopisto suureen vai pieneen maahan, vaan onko se aktiivinen solmupiste laajassa verkossa.

Syksyn aikana julkisuudessa on ollut esillä kaksi yliopistojen rankkaustutkimusta. Suomi ei ole pärjännyt erityisen hyvin. Shanghain Jiaotong yliopiston 500 listalle mahtuu 4 suomalaista yliopistoa, Helsingin yliopisto, Teknillinen korkeakoulu sekä Turun ja Jyväskylän yliopistot. Kriteerit ovat kovat ja huomioivat tieteellistä toimintaa varsin valikoidusti. Huippupalkinnoille (Nobel ja Field Medal) annetaan 30 %:n paino, Nature- ja Science-lehtien julkaisuille 20 %:n paino sekä viittausindeksille 40 %:n paino. Jäljelle jäävä 10 % kompensoi mutkikkaan kaavan kautta

suurten yliopistojen määrätua.

Vastikään julkaistu The Times Supplement -julkaisun lista käsittää 200 yliopistoa. Mukaan mahtuvat ainoastaan Helsingin yliopisto ja Teknillinen korkeakoulu. Kärki, 50 ensimmäistä, on muodostunut täysin kansainvälisten arvioijien henkilökohtaisen mielipiteen pohjalta. Eli hyvä kansainvälinen imago on ollut ratkaiseva. Vasta tämän kärjen jälkeen alkavat muut kriteerit purra. Näitä ovat kansainväliset opettajat, kansainväliset opiskelijat, opettaja/opiskelija-suhde sekä viittausindeksi. Näin meitä arvioidaan kansainvälisesti! Suomalaisyliopistot ansaitisivat tunnustusta saavutuksistaan.

On paradoksaalista, että niin pieni määrä yliopistoista pääsee listoille, kun toisaalta kansainväliset kilpailukykymittaukset nostavat esiin Suomen koulutusjärjestelmää, yliopisto-opetusta sekä yliopistojen ja elinkeinoelämän yhteistyötä. Ehkä hyvien asiantuntijoiden kouluttaminen ja uuden tekniikan tutkimus sittenkin on ollut viisaampi investointi kuin tiedebrändien bongaaminen. Kansainvälisissä skaboissa laatua kuitenkin mitataan, ja niiden pelisäännöt on syytä aina pitää mielessä.

Jarl-Thure Eriksson

Yliopiston aallot

Mistä voimme laskea modernin tieteen alkavan? Kirjassa ”Science: A history” John Gribbin aloittaa Kopernikuksesta. Tämä vuonna 1473 syntynyt puolalainen uhmasi roomalaiskatolisen kirkon tietomonopolia asettamalla auringon maailmankaikkeuden keskukseen maan sijasta. Tämä tapahtui noin vuonna 1510, seitsemän vuotta ennen Lutherin uskonpuhdistusteosien kiinninaulaamista.

Molemmat tapahtumat panivat pisteen keskiajalle. Uusi aikakausi etsi arvojaan renessanssin taiteesta, arkkitehtuurista ja valistusajan filosofiasta. Luonnontieteet kehittyivät hitaasti yksittäisten edistysaskelten kautta ja nousivat kukoistukseen vasta 1800-luvulla. Kehitys näyttää kulkevan tunteiden ja elämysten arvomaailmasta kohti todellisuuden parempaa ymmärtämistä ja -hallitsemista.

Gribbin pohtii, miten ihminen olisi kokenut siirtymisen toiseen aikakauteen. 900-luvun italialainen olisi tuntenut olonsa kotoisaksi vielä 1400-luvun loppupuolella. Sen sijaan uskonpuhdistuksen murroskauden sivistyneistö olisi täysin ekyksissä 20. vuosisadan yhteiskunnassa, sille jopa antiikin aika olisi tutumpi. Usein toistettu myytti viime vuosisadan kehityksestä ottaa lähtökohdakseen 1910-luvulla syntyneen ihmisen, joka on 60 vuotta täyttäessään kokenut saman tekniikan ja yhteiskunnan kehityksen kuin koko ihmiskunta ennen häntä. Vertaus perustuu historiatutemuksen antamaan mielikuvaan, mitään mittauskeinoja sen todentamiseksi ei ole.

Suurten muutosten kokeminen voi myös olla mittakaavakysymys, kehitysaskel on suhteutettava lähtökohtatilanteeseen. 1900-lukua leimasi tieteellisten edistysaskelten ja niitä seuranneiden yhteiskunnallisten muutosten ketjuuntuminen. Megatrendien aallonpituus näyttää koko ajan lyhenevän. Jatkuva muutostila aiheuttaa kriisejä niin työelämässä kuin ihmisissä.

Työnteon luonne on juuri läpikäymässä merkittävää muutosta. Työkalujen käyttö vähenee, tilalle tulevat välineet, joiden avulla ihmisen aivot operoivat suoraan tietoverkon kanssa. Prosesseja ohjataan tiedonhallinnalla. Ihmisen tehtävät ovat enenevässä määrin tiedon tarkistamista, välittämistä ja muokkaamista, tieteessä sen tuottamista. Tämä lisää yksilön vastuuta, suoritettavat valinnat vaativat ihmisälyä ja kokemusta.

Hyvä yhteistoiminta edellyttää, että organisaatio luo oman arvoperustan tehtävien ja valintojen priorisointia varten. Toisaalta rutiininomainen työ pc:n ääressä on herättänyt työntekijöissä tarpeen korostaa inhimillisiä arvoja. Omien arvojen kirjaaminen kuuluu modernin organisaation perustehtäviin.

Uusi strategiasuunnitelma on käsitelty TTY:n hallituksessa. Työryhmä tekee joukon tärkeitä kehittämissesityksiä, joihin palataan myöhemmin, kun toteuttamistavat ja aikataulut ovat täsmentyneet. Johdannoksi strategiatekstin laatijat (Lauri Kettunen, Tuomo Tiainen) ovat nostaneet esiin neljä arvokäsitettä: *viisaus, vastuullisuus, sivistys ja rohkeus*. Korkealentoisia sanoja - katsotaan, mitä ne merkitsevät yliopistokontekstissa.

Yliopistossa toiminta ja päätöksenteko tähtäävät tulevaisuuteen, opetuksen tulee vastata tulevia tarpeita, ja tutkimuksen suuntaaminen perustuu arvioihin tieteen ja teknologian kehityksestä. Akateeminen vapaus merkitsee, että tärkeitä päätöksiä tekee hyvin heterogeeninen joukko. Koko

yhteisön orkesterointi edellyttää **viisaita** päätöksiä johtamisen kaikilla tasoilla. Viisaus tarkoittaa tässä paitsi kokemusta ja harkintakykyä, myös valppautta uuden tiedon hankkimisessa.

Yliopistossa on meren liikkeitä. Välillä on vaahtopäitä, välillä vihuri piiskaa pintaa. Virtauspaikkoja on runsaasti. Yksi puhuri ei suuresti vaikuta kokonaisuuteen, mutta saattaa hyvinkin heilauttaa sitä opiskelijan pientä alusta, joka joutuu sen vaikutuspiiriin. **Vastuullisuus** tulee omaksua yliopistossa kollektiivisesti vuorovaikutuksessa opiskelijoiden, henkilökunnan ja sidosryhmien kanssa. Kyky ennakoita valintojen ja päätösten seurauksia on osa vastuullisuutta. Kun valinta on tehty, on myös sitouduttava siihen. Ilman vastuullisuutta ei synny luottamusta.

Akateeminen ura ja pätevyys perustuvat erikoistumiseen ja asiantuntemuksen syventämiseen.

Sivistys ei ole pelkkää alansa hallitsemista, siihen sisältyvät myös tiedon laaja-alaisuus sekä sosiaaliset taidot. Nyky-yliopiston opettajat ja tutkijat toimivat monissa verkostoissa, pääsääntöisesti vaikuttaminen tapahtuu juuri verkkojen kautta. Tässä työssä on tärkeää hahmottaa kokonaisuuden etuja ja antaa arvoa toisten mielipiteille. Sivistys on tarpeen myös oman lähipiirin hyvän hengen ylläpitäjänä.

Argumentoitaessa uudistuksen puolesta turvaudutaan usein sanontaan ”pitää olla **rohkeutta**...”. Kansantalouden rakenteen muuttuessa osaamispainotteiseksi yliopistolaitoksen suorastaan tulee toimia muutosvoimana eikä jarruna. Uskallus kokeilla uutta kysyy rohkeutta. Uhkarohkeuden vaara vältetään vastuullisuudella. Rohkeutta tarvitaan myös kipeiden asioiden hoitamiseksi. Ongelmien kasautuessa niihin kannattaa käydä käsiksi.

Rohkenen päättää tähän.

Jarl-Thure Eriksson

Tieto ohjaamaan koulutusta tulevaisuuden työhön

Uuno, tai oikeastaan Uno, oli saattanut taloudenhoitajansa Edlan siunattuun tilaan pappisvihkimisen jälkihuumassa. Edlakaan ei pannut kovasti hanttiin, olihan Uno tarjonnut suklaakonvehtia. Elettiin vuotta 1837. Tiedon hetkellisen hairahduksen seurauksista Uno sai vasta puoli vuotta myöhemmin hoitaessaan kappalaisen virkaa Viipurissa. August-pojan ja myöhemmin Suomen kansakoulun tuleva isä Uno Cygnaeus siirrettiin vankilapapiksi. Huono palkka pakotti Unon jatkamaan leipäänsä opettajan toimessa viipurilaisessa yksityiskoulussa. Tässä heräsi hänen kiinnostuksensa opettamisen eli pedagogiikan taitoihin.

Eräänä päivänä kollegansa kanssa kävellessään hän arvioi, että Suomeen tarvittaisiin kolmekymmentätuhatta kansakoulunopettajaa opettamaan lapsia lukemaan ja laskemaan. Koulu kestäisi kolme vuotta. Opettajia tulisi kouluttaa tuhat vuodessa. Hän itse aprikoi, että virhe saattoi olla kymmenkertainen, mikä se silloisella väestörakenteella todella olikin. Tavoite oli joka tapauksessa asetettu, kansansivistystyö tuli aloittaa opettajakoulutuksella.

Kesti vielä yli kaksi vuosikymmentä, ennen kuin Uno pääsi johtamaan Jyväskylän seminaaria. Väliin mahtuivat viiden vuoden komennus Sitkan saarella Alaskassa sekä poliittinen kädenvääntö J.V. Snellmanin kanssa kansakoululaitoksen hallintotavasta ja opetuksen rakenteesta. Kiistassa Snellman kannatti mallia, jonka mukaan kansakoulun tulisi, rippikoulujen tapaan, toimia kirkon alaisuudessa. Uno oli jyrkästi autonomisen koululaitoksen kannalla. Hän kannatti myös sukupuolten tasa-arvoa. Uno Cygnaeuksen vaiheikkaasta elämästä kertoo Erik Wahlström kirjassa Tanssiva pappi.

Koulutuksen tila on 150 vuodessa muuttunut. Syrjäisestä Suomen suurruhtinaskunnasta on kehittynyt koulutuksen mallimaa. Kansainvälistä huomiota on saanut myös yliopistojen kyky sopeutua teknologiabuumin tuomiin koulutushaasteisiin. Uuden teknologian menestyminen maailmanmarkkinoilla ei olisi onnistunut ilman yliopistojen ja yritysten yhteisiä tutkimuspanostuksia.

Uno arvioi, paljonko opettajia tarvittaisiin kolmivuotisen kansakoulun pystyttämiseen. Meillä on edessämme paljon haastavampi tehtävä. Mihin ammatteihin Suomen nuorisoa pitäisi kouluttaa? Uskottavaa tutkimustietoa eri ammattiryhmien kehitystrendeistä ja koulutuksen lisätarpeista on ollut esillä varsin rajoitetusti. Suomessa taloudelliset tutkimuslaitokset ja yliopistot eivät ole pystyneet kehittämään pitkäjänteistä ammattirakenteen seurantaa ja ennusteita tuottavaa tutkimusta, joka huomioisi elinkeinoelämän rakennemuutokset. Nykyiset ennusteet perustuvat pitkälti kuntien ja maakuntien laatimiin arvioihin ja niissä varaudutaan harvoin merkittäviin muutoksiin.

Yhdysvalloissa sikäläinen työministeriö, Department of Labor, on laatinut ammattiryhmittäin ennusteita eri tarkkuusastein jaksolle 2002–2012. Esimerkiksi karkean jaon ryhmässä asiantuntijoille on odotettavissa 25 % työllisyyden kasvu, palvelualalle 21 %, businesssektorille 16 % sekä asennus- ja huoltosektorille 14 % kasvu. Palvelusektorin sisällä sairaanhoitajat johtavat lähes 60 % kasvulla. Suurin osa kärkinimikkeistä liittyy terveydenhuoltoon, väliin mahtuu vain muutama verkko- ja tietoliikennepalveluammattilainen.

Sisäännotot Suomen yliopistoihin eivät perustu tarveanalyysiin. Poikkeuksen muodostavat

muutamat alat – lääketiede, oikeustiede ja psykologia – jotka säätelevät uusien opiskelijoiden määrää markkinatilanteen mukaan.

Fokusointi ja työnjako yliopistojen välillä edellyttävät, että koulutusvolyymeja mitoitetaan joidenkin, vaikkakin epätarkkojen ennustetietojen mukaisesti. Tuloksiin perustuva rahoitusmalli tulee säilyttää, mutta tarpeettoman kasvun ei pitäisi olla ainoa hyvän tuloksen mitta. Määrätavoitteen tultua täytetyksi bonusta tuo laatumittari.

Jarl-Thure Eriksson

Feromonit ja älykäs organisaatio

Yhteisöissä tai parvissa elävät hyönteiset käyttäytyvät toisinaan ikään kuin ylemmän älyn ohjaamina. Silti mehiläis- tai muurahaisyksilö ei ole sen älykkäämpi kuin hyönteinen yleensäkaan, vaan noudattaa geeniperinnön välittämiä yksinkertaisia käyttäytymissääntöjä. Miten parvi voi toimia älykkäästi ilman keskitettyä suunnittelua ja johtamishierarkiaa? Salaisuus piilee hajuihin perustuvassa kommunikaatioverkossa.

Biologisessa kehityksessä hajuaiasti astui kuvaan melko varhain. Hajumerkeillä oli mahdollista erottaa lajitoveri saaliista. Ennen kuuloaistinten kehittymistä alkeelliset eläimet pystyivät ”koordinoimaan” toimintojaan kemiallisten jälkien avulla. Nisäkkäille hajumerkki on ollut ja on edelleen tärkeä reviirin ”paaluttaja” ja lisääntymisvietin säätelijä. Hajuviestintäaineista käytetään yhteistä nimitystä feromoni.

Hyönteisyhdyskuntien tutkiminen on johtanut tekoälyn kehittämisen kannalta mielenkiintoisiin johtopäätöksiin. Liikkuessaan muurahaiset jättävät perässään heikon feromonijäljen. Jälki haihtuu asteittain ja antaa siten ajasta kertovan signaalin: lajitoverit tunnistavat jäljen tuoreuden. Älykkyys tarkoittaa, että muurahaiset omista satunnaisista liikkeistään huolimatta kollektiivisesti toteuttavat yhteisiä päämääriä, kuten esimerkiksi ruuan hankkiminen ja munien turvaan vieminen tuhon uhatessa.

Laboratoriokokeissa on tutkittu miten ja kuinka nopeasti muurahaiset päätyvät edullisimpaan reittiin keon ja uuden ravintolähteen välillä. Kokeissa tarjotaan eripituisia reittimahdollisuuksia, asetelma on siis verrattavissa yksinkertaiseen labyrinttiin. Ruuan kanssa muurahainen palaa yleensä kekkoon samaa reittiä pitkin, kuin on tullut. Aluksi muurahaisparvi tutkii labyrintin eri reittejä. Ne jotka käyttävät lyhintä reittiä palaavat muita nopeammin. Näin niiden jättämä feromonijälki on muita jälkiä vahvempi. Vähitellen kaikki muurahaiset valitsevat lyhyimmän reitin.

Tutkimustulosten pohjalta on luotu tietokonemalleja, joissa muurahaiset on korvattu ”softa-agenteilla”. Simuloimalla parvihyönteisten käyttäytymistä on pystytty ratkaisemaan kompleksisia logistiikan ongelmia, kuten esimerkiksi kauppamatkustajan ongelma (travelling salesman’s dilemma), jossa etsitään asiakaskaupunkeja yhdistävä lyhin matkareitti.

Kollektiivinen äly perustuu yhteisiä päämääriä harmonisoivaan tietoverkoston ja yksilön toimintavapauteen. Tähän ihmisen luomat organisaatiot myös pyrkivät, korkeakulttuureista alkaen. Useimmiten toteutus sortuu yksilön liian ahtaaksi jätettyyn liikkumatilaan.

”Älykäs organisaatio” lähtee siitä, että ihmiset toimivat pienissä ryhmissä ja itse pitkälti määrittelevät omia työtapojaan. Tämä vahvistaa henkilökohtaisen motivaation, mutta edellyttää samalla kehittyneisyyttä sosiaalisissa taidoissa. Kaikkien tulee tiedostaa yrityksen tai yhteisön päätehtäviä, siksi koulutus ja avoin tiedottaminen ovat keskeisiä.

Yliopistolaitos täyttää tietyin varauksin älykkään organisaation määritelmän. Ehkä juuri siksi se on kestänyt historian suuriakin muutoksia. Akateeminen vapaus on tuonut uusia elementtejä

opetukseen. Tutkimus on etsinyt uutta tietoa siinä, missä yhteiskunnallinen toimeksianto ei olisi nähnyt mitään tarkoitusta. Lopputulemana kokeileva, joskus myös hapuileva toiminta on ollut merkittävä taloudellisen ja sosiaalisen hyvinvoinnin kehitystekijä.

Tässä numerossa kerrotaan TTKK:n monivivahteisesta toimikentästä. Artikkelit käsittelevät ajankohtaisia haasteita, kuten alueellista vaikuttamista, turvallisuutta, innovatiivisuuteen rohkaisemista ja perustutkimuksen uutta tuleamista. Myös vapaa-aika on mukana. Urheilu ja harrastustoiminta ovat tärkeä osa omaehtoisesta itsensä kehittamisestä, Maslowin mukaan motivaatiopyramidin korkein taso.

Siis varsinainen sohaisu TTKK:n muurahaispesään.

Jarl-Thure Eriksson

Lentävä kokemus

Jarl-Thure Eriksson

Kaksi veljestä, Orville ja Wilbur Wright mullistivat tekniikan kehitystä suorittamalla ensimmäisen moottorilennon 17. joulukuuta 1903. Paikka oli Kitty Hawk, pieni kylä Yhdysvaltojen itärannikolla. Mereltä puhaltava tuuli ja rannan hiekkadyynit tarjosivat edulliset olosuhteet lentokokeisiin. Polkupyöräverstasta ylläpitävät veljekset olivat jo jonkin aikaa tutkineet siipirakenteiden aerodynamiikkaa suorittamalla liitolentoja. Nyt heidän ensimmäinen potkurikoneensa, Wright Flyer, oli valmis koelennettäväksi. Kaksitasoinen pääsiipi oli 12 metriä. Perässä oli vain pystysuuntainen sivuohjain. Korkeussäädöstä huolehtisi nokassa oleva siipihäkkyrä, jonka nostokulmaa ohjasi mahallaan makaava lentäjä. Teholtaan 12 hv bensinimoottori pyöritti ketjujen välityksellä kaksi potkuria.

Lennoista oli heitetty kolikkoa. Orville sai ensimmäisen vuoron. Hän kirjoitti samana päivänä muistikirjaansa: ”Annettuani moottorin pyörittää potkureita muutaman minuutin asetuin koneeseen klo 10.35. Irrotin konetta paikallaan pitävän köyden, jolloin se otti vauhtia ja oli lähes heti ilmassa. Oli tosi vaikeaa ohjata etuperäsimellä. Kone nousi noin 3 metrin korkeuteen ja laskeutui saman tien hiekalle.” Ensimmäinen lento oli kestänyt 12 s. Kaikkiaan tehtiin neljä yritystä samana päivänä. Vasta Wilburin tekemää viimeistä yritystä pidetään moottorilentämisen läpimurtona. Ensimmäiset sata metriä meni kuten ennen, ylös ja alas. Wilbur ehti kuitenkin oppia vakauttavat liikkeet ja lento venyi noin neljänneskilometriin asti. 100-vuotisjuhlaa varten on rakennettu useampia Flyerin kaksoiskappaleita. Yksi ongelma on edelleen olemassa. Koneet ovat – kuten esikuvansa – aerodynaamisesti epästabiileja ja siten hengenvaarallisia lentää.

Himo kokea lentämisen viehätys on esimerkki ihmisen käyttäytymistilasta, nk. virtauskokemuksesta (*flow experience*), jolle on ominaista täydellinen antautuminen haastavaan tehtävään. Tekijälle ajan kuluminen on merkityksetön, keskittymiskyky on fokusoitunut tavoitteeseen pääsemiseen. Vuoristokiipeily, huippu-urheilu ja kirurgin työ ovat muita usein mainittuja esimerkkejä. Tehtävä tarjoaa kuuluisuutta, mutta kokee samalla yksilön suoritusrajoja. Suorituksiin saattaa myös liittyä riskejä. Flow-kokemuksen virikkeenä ei välttämättä tarvitse olla suuri ambitio, hyvä elämysten sarja riittää mielen vangitsemiseksi. Harrastukset, kuten nikkarointi, kuntoliikunta tai hyvän kirjan lukeminen, tuottavat henkilökohtaista tyydytystä. Mielenkiinto pysy askareessa ulkoisista häiriöistä huolimatta.

Aivot työskentelevät lepotilassa. Tietotekniikka on lisännyt kiinnostusta käyttäytymistieteitä kohtaan. PC-työskentely tukee keskittymistä määrättyyn tehtävään. Tiedon hankinta Internetistä kehittyi helposti virtauskokemukseksi. Tietoa voi hakea omassa tahdissa ja omia assosiativisia impulsseja seuraten. Tieto löytyy yleensä nopeasti. Toisinaan yllättävä tieto pulpahtaa esiin ja lisää jännitystä. Virtuaaliyliopiston verkko-opetus pyrkii hyödyntämään omaehtoisen oppimisen voimavaroja ihmisessä. Tietolaitteissa, kännyköissä ja muussa kulutuselektronikassa flow-elämyksiä tuottavat toiminnot ovat yhtä tärkeitä kuin muotoilu. Näillä ominaisuuksilla valmistajat kilpailevat markkinaosuuksista. Uusi laite muuttuu hyötyesineeksi eli artefaktiksi vasta siinä vaiheessa, kun varsinainen käyttötarkoitus syrjäyttää tekniikan ihmettelyn. Hyvä tuote kysyy käytettävyyttä. Suunnittelijat saattavat ihailia omaa tekniikkaansa, mutta kuluttaja viis veisaa nappula-algoritmeista arvioidessaan laitteen hyödyllisyyttä. Mitä enemmän käyttöohjeita sitä vähemmän virtauskokemuksia.

Markka ajatuksesta, miljoona hyvästä keksinnöstä

Thomas Alva Edison tuli kuuluisaksi keksinnöistään. Hänestä on tullut kaikkien Pelle Pelottomien esikuva. Elämänsä aikana Edison sai nimiinsä lähes 600 patenttia. Ensimmäiset keksinnöt koskivat sähköistä viestintää: sähkösanomien lähettämistä molempiin suuntiin samaa linjaa pitkin sekä sähköllä toimivaa äänestyskonetta kongressia varten. Edisonin kuuluisimmat keksinnöt olivat hehkulamppu, fonografi (”grammari”) ja kinematografi eli elävien kuvien perustekniikka. Kaikki liittyvät tavalla tai toisella ihmisen arkiseen mukavuuteen. Keksinnöt muodostavat perustan myös nykyiselle multimediatekniikalle. Edisonin oivalsi keksintönsä markkina-arvon ja osasi hyödyntää innovaatioitaan kaupallisesti. Hän uskoi niin vahvasti hehkulampun onnistumiseen, että kehitti koko oheistekniikan generaattoreineen ja jakeluverkkoineen ennen kestäväää hehkulanka-aineen löytymistä.

Edison olisi voinut olla sekä puhelimen että radioputken isä. Hän totesi välittömästi Alexander Bellin puhelinkojeen tultua julki, että samankaltaista laitetta oli kokeiltu hänen omassa laboratoriossaan muutamaa viikkoa aikaisemmin. Hän asensi ylimääräisen elektrodin hehkulamppuunsa ja huomasi, että sähkövirta kulki hehkulangasta tähän nk anodiin vain toissuuntaisesti; tietämättään hän oli keksinyt putkidiiodin. Varsinaisen elektroniputken keksimiseen kului vielä kaksikymmentä vuotta.

Edisonia ei pidetä tiedemiehenä. Hän ei opettanut, ei liioin kirjoittanut tieteellisiä julkaisuja. Hän kartutti kokemuksiaan omassa päässä ja käytti intuitiotaan uusien innovaatioiden kehittämiseksi. Monessa suhteessa voidaan kuitenkin verrata Edisonia Michael Faradayhin, joka luetaan sähkötieteen uranuurtajiin. Molemmat olivat itseoppineita, molemmat etsivät uutta tietoa kokeilemalla. He kirjasivat tuloksiaan päiväkirjaan. Yhdessä suhteessa he olivat kuitenkin toistensa vastakohtia. Faraday halusi jakaa tietojansa kanssaihmiselle ja tulikin kuuluisaksi yleisöluennoillaan Royal Society:ssä. Edisonin kohdalla tieto muuttui jo ajatuksissa sovellutukseksi.

Yliopistoista on tullut tärkeitä tutkimuskeskuksia, joihin teollisuus, yritykset ja julkinen sektori panostavat etsiessään lisäarvoa tuotteille ja palveluihin. Useissa teollisuusvaltioissa yhteistyö yliopistojen kanssa on kasvanut merkittävästi. On huomattu, että akateeminen kumppani on luotettava, hyvin motivoitunut ja tuottaa tuloksia. Yhdysvalloissa peräti 73 % lisenssisopimuksista tehdään yliopiston tai kansallisen tutkimuskeskuksen kanssa. Kymmenen vuoden aikana patentointi on kolminkertaistunut akateemisissa piireissä. Eräs tutkimus osoittaa, että parhaat pörssimenestyjät siteeraavat patenttihakemuksissaan kaiken eniten yliopistojen perustutkimusjulkaisuja. Kuumilla tieteenaloilla kuten tietotekniikka/elektroniikka, geeniteknologia ja farmakologia, kumppanuussuhde teollisuuden ja perustutkimuksen välillä on osoittautunut erityisen hedelmälliseksi.

Suomessa valtionhallinnon piirissä on nostettu esiin kysymys, tulisiko yliopistotutkijan keksinnön hyödyntämisoikeus siirtää yliopistolle, kuten muun muassa Ranskassa, Isossa Britanniassa ja Yhdysvalloissa. Muutos edellyttää, että yliopistojen tueksi kehitetään palveluyrityksiä, joiden tehtäviin kuuluvat keksinnön kaupallisen merkityksen arvioiminen, patentointi ja lisenssien markkinointi. Näitä palveluja voidaan jo osittain tarjota teknologia- ja osaamiskeskusten kautta.

Yhteistyökumppaneitten kannalta hyödyntämisoikeuden siirtäminen yliopistolle merkitsisi, että tilaustutkimuksen sopimusehdot jonkin verran muuttuisivat. Etuoikeus mahdollisiin keksintöihin on itsestäänselvyys, mutta käyttöoikeus perustuisi ensisijaisesti lisenssisopimukseen. Tämä järjestely

nostaisi projektin ambitiotason ja lisäisi mahdollisuudet saada aikaan arvokkaita innovaatiota toimeksiannon puitteessa. Nykyisellään yritys on sidottu yhteistyösopimuksen piiriin, uudessa käytännössä innovaatiot ja lisenssit ohjautuisivat vapaammin niille, joilla on parhaat edellytykset hyödyntää niitä. Yritykset saisivat paremmin tietoa perustutkimuksen tilasta ja uusista soveltamismahdollisuuksista.

Merkittävä osa tieteellisestä tutkimuksesta tehdään julkisin varoin. Näissä projekteissa tutkijalla on usein vapaa oikeus tehdä innovaatioita ja patentoida keksintöjä omaan nimiinsä. Valitettavan vähän käytetään tätä mahdollisuutta. Into tyrehtyy yleensä ajan ja rahoituksen puutteeseen. Nykyinen lainsäädäntö tarjoaa potentiaalin, mutta vähäisen toiminnan. Ne harvat tutkijat, jotka keskittyvät keksintönsä edelleen viemiseen, joutuvat tinkimään muusta tutkimustoiminnasta. Todennäköisesti toimiva innovaatiojärjestelmä, jonka osana olisi yliopiston velvoite viedä keksintö eteenpäin, lisäisi motivaatiota tutkijoiden piirissä panostaa tutkimustulosten viimeistelemiseen tuoteidea-asteelle.

Jarl-Thure Eriksson

Tekniikan yliopistot käyvät täydellä höyryllä

Nykyinen koulutus perustuu perinteisiin. Toistaiseksi tekniikka ja kauppa palvelevat markkinoita parhaiten. Helsingin Sanomien talousliitteessä kerrottiin 2. huhtikuuta, miten työvoiman rekrytoinnista on tullut tärkeä businesspalvelu. Haluttujen osaajien Top10-listan kärjessä ovat myyntiedustajat ja diplomi-insinöörit. Seuraavaksi tulevat insinöörit, teknikot, tuotantotyöntekijät sekä käsien taitajat eli puusepät, hitsaajat ja putkimiehet. Listalla on myös ryhmä 'Ylemmän tason johtajat'.

Tulevaisuudessa tarvitaan kuitenkin toisenlaista osaamista: ihminen tekee valintoja ja päätöksiä, ohjaa tai johtaa ihmisverkostoja, valvoo tuotantoprosesseja. Yliopistollinen sivistystutkinto ilman käytännön työelämäkytkentää ei johda selkeään ammattiosaamiseen. Koulutuksessa tulisikin huomioida entistä enemmän esimerkiksi kokonaisuuksien hahmottamista, järjestelytaitoa ja prosessiajattelua. Toimenpiteiden vaikutuksia pitää ymmärtää etukäteen. Tekniikan ihmisille prosessit ovat tuttuja, viestintä ja sosiaalinen kanssakäyminen sen sijaan perustuvat satunnaisesti omaksuttuihin taitoihin.

Lehtemme teema on ”tuotannossa”. Historiallisesti se vie ajatukset teolliseen vallankumoukseen, jonka yksi keskeinen tekijä oli höyrykone. Keksinnön varsinainen kehitystyö tapahtui Glasgown yliopistossa ja sitä voidaan pitää teknologiansiirron edelläkävijäesimerkinä. Vaatimattomasta taustastaan huolimatta James Watt -niminen (1736-1819) nuorukainen oli saanut mainetta monitaitoisena mekaanikkona. Kun killat kielsivät häneltä ammatinharjoittajan luvan väärin hankittujen taitojen perusteella, palkkasi logiikan professori Adam Smith (1723-1790) hänet yliopiston työpajaan konstruoimaan matemaattisia instrumentteja. Watt sai kunnostettavakseen Newcomenin manuaalisesti ohjattavan höyrypumpun. Koneen monet puutteet herättivät Wattin keksijäinnostuksen.

Näin uuden ajan kaksi keulahahmoa kohtasivat saman yliopiston kampuksella. Adam Smithiä pidetään markkinatalouden isänä. Hänen ensimmäiset kirjoituksensa käsitelivät yhteiskunnallista etiikkaa ja erityisesti yksilön motivaation merkitystä. Pääteoksessaan Kansojen varallisuus Smith puhuu vapaasta taloudesta, jossa kauppa perustuu vapaaehtoisesti muodostettuihin verkostoihin. Yksilön kokema hyöty koituu Smithin mukaan pidemmällä aikavälillä koko yhteisön hyväksi. Vapaaseen kauppaan ja vapaaehtoisuuteen perustuva talousjärjestelmä hakeutuu tasapainoon työnjaon ja erikoistumisen kautta. Näin tulkittuina Smithin ajatukset ovat selvästi sovellettavissa tämän päivän yliopistoihin.

Yliopistojen tuottavuutta voidaan tarkastella useammasta näkövinkkelistä. Koulutus on ollut eräs Suomen menestystekijöistä. Kuten yllä mainittu rekrytointi-ranking ja alhaiset työttömyysluvut osoittavat, diplomi-insinöörejä arvostetaan työmarkkinoilla. Siitäkin huolimatta, että opiskelijamäärä opettajaa kohti on ennätyskorkea.

Tieteelliset saavutukset ovat yliopistoissa luonnollisesti etualalla. Niitä mitataan epäsuorasti julkaisuaktiivisuuden ja väitöskirjojen pohjalta, mutta niiden varsinainen merkitys ilmenee vasta, kun tuloksia aletaan yleisesti soveltaa ja tutkijoihin kiinnitetään huomiota tiedepiireissä viittauksilla, puhujakutsuilla ja tiedepalkinnoilla. Nämä ovat kuitenkin melko satunnaisia tapahtumia, ja monet etevätkin tutkijat jäävät vaille huomiota.

Tieteen Nobel-palkinnot osuvat harvoin pieneen maahan, mutta panostamalla korkeaan teknologiaan Suomi on pystynyt luomaan mainetta tiedemaana. Rakentamalla kontakteja teollisuusyrityksiin yliopistot ovat pystyneet hyödyntämään omia tutkimusvalmiuksiaan paljon tehokkaammin kuin maissa, jossa kynnys elinkeinoelämän ja kampusten välillä on vielä hyvin korkea.

Suomen malli on tulevaisuuden malli.

Jarl-Thure Eriksson

Pellava ja rauta

”Pyrkimyksenä on kohottaa Suomessa tapahtuva tekstiiliraaka-aineiden muokkaus käsityöstä teolliselle kannalle.” Näin perusteli skotlantilainen James Finlayson vuonna 1819 anomuksensa saada perustaa verkatehtaan konepajoiheen Tammerkosken varrelle. Tähän aikaan ”Tampere oli kurja pieni kylä, jossa kirkonkirjojen mukana oli, neljäkymmentä vuotta kaupungin perustamisen jälkeen, vain 956 asukasta”. Lainausta on dipl.ins. Nils G. Björklundin ansiokkaasta kirjoituksesta Tampereen Teknillisen Seuran juhlijulkaisussa TEKNIKAN TAMPERE. Kirja on muutenkin tärkeä dokumentti Tampereen kehittymisestä Suomen merkittävimmäksi teollisuuskaupungiksi.

Finlayson joutui monen ongelman eteen, konepajan ja valimon erikoiskoneet oli tuotava Ruotsista ja Englannista, omat valutyöt teetettävä Pietarissa. Alkuperäinen suunnitelma valmistaa karstaus- ja kehuukoneita muille yrittäjille ei toteutunut, koska yrittäjiä ei Suomessa vielä ollut. Oli ryhdyttävä itse valmistamaan villa- ja pellavalankaa muille myytäväksi. Vaimo Margaret järjesti kutomotoimintaa niin omassa kotitalossaan kuin lähiympäristön koteihin. Finlaysonit joutuivat noin viidentoista vuoden yrittämisen jälkeen myymään tehtaansa henkilöille, joilla oli rahaa uusinvestointeihin ja markkinakanavat auki Venäjälle. Nämä henkilöt olivat pietarilainen lääkäri George Rauch ja tallinalainen kauppias Carl Nottbeck. Samaisen Nottbeckin jälkeläinen, myös Carl nimeltään, työskenteli nuorena insinööriä Edisonin tehtaalla Yhdysvalloissa ja vaikutti siihen, että Tampereella, Finlaysonin Plevnassa sytytettiin Suomen ensimmäiset sähkölamput 15.3.1882, vain neljä vuotta hehkulampun keksimisen jälkeen.

Muutakin mielenkiintoista löytyy tekniikan historiikista! Hatanpään kartanon ”takamaille” Tammerkosken koillisrannalla oli v. 1842 alettu rakentaa masuunia. Tarkoitus oli hyödyntää Viljakkalan malmiesiintymää, jonka omistuksesta Turun Akademia aikoinaan oli luopunut. Raudansulatusta varten oli Ruotsista kutsuttu vuorimies Johan Gefvert, joka oli kuuluisen vallooniseppien sukua. Mutta malmi oli köyhää ja masuuni tuli myyntiin. Ostajiksi ilmaantui innokas yrittäjä, Gustaf Wasastjerna. Hän oli enemmän kiinnostunut konepajatoiminnasta, erityisesti höyrykoneista ja laivanrakennuksesta. Höyrykoneita suunnittelemaan palkattiin ensin Joseph Dillworth Englannista ja, kun tämä osittain kielivaikeuksien takia ei viihtynyt Tampereella, saksalaissyntyinen Hermann Kaufmann. Solmittuaan avioliiton masuunijohtaja Gefvertin tyttären kanssa Kaufmann sinetöi oman kohtalonsa ja asettui lähes 20 vuodeksi Tampereelle. Vuonna 1861 Wasastjerna perusti yhdessä Adolf Törngrenin kanssa Tampereen Pellava- ja Rauta-Teollisuus Osake-Yhtiön (nimi muuttui vasta 100 vuotta myöhemmin v. 1961 Tampellaksi). Lyhyen ajan 1860-luvun alkupuolella konepajatoiminta oli Suomen laajinta, valmisteltiin kaikkea kattiloista ja rautaisista hautaristeistä höyrykoneisiin ja vesiturpiineihin. Rakennettiin esimerkiksi potkurikäyttöinen höyrylaiva s/s Tampere – kuinkas muuten. Laiva liikennöi 1865 Pyhäjärvellä. Potkuri oli vielä siihen aikaan harvinaisuus. Tampereen Pellava- ja Rauta-Teollisuus Oy koki ensimmäisen taloudellisen kriisin jo vuonna 1866. Uuden hallituksen tarmokas puheenjohtaja Alfred Kilman sai vähitellen asiat kuntoon, muun muassa luopumalla kannattamattomasta Helsingin Hietalahden telakasta! Merkittävimmän saavutuksen Kilman, nyt jo 72-vuotias, koki 1898, kun Tampereen Pellava- ja Rauta-Teollisuus voitti Valtion Rautateiden tarjouskilpailun 40 höyryveturin rakentamisesta. Vuoden 1905 loppuun mennessä oli toimitettu 100 veturia.

Kuinka moni tietää, että Tampereella on ollut merkittävää lentokoneiden valmistusta. Vuodesta 1936 lähtien rakennettiin Valtion lentokoneitehtaalla suomalaisten suunnitteleminen koneiden (Pyry ja Myrsky) lisäksi valmistuslisenssin turvin hollantilaisia Fokker-tiedustelukoneita sekä englantilaisia Bristol-Blenheim lentokoneita. 50-luvulla siirryttiin suihkukoneaikaan, vuorossa oli ranskalainen koulutuskone Fouga Magister.

Nämä muutamat poiminnat TEKNIIKAN TAMPERE -teoksesta osoittavat, kuinka tärkeitä kansainväliset kontaktit ovat kehittyvälle elinkeinoelämälle. Viime vuosisadalla Suomen oli hankittava osaamista muualta. Tänään olemme antava puoli. Tampereella on rakennettu sukelluskello, jolla Titanicin hylkyä tutkittiin. Nokian Oy:n Tampereen tutkimuskeskuksessa on suunniteltu kommunikaattori, jonka ansiosta sähköposti ja Internet aina ovat käden ulottuvilla.

Kertooko historiankirjoitus viidenkymmenen vuoden päästä tamperelaisesta biotekniikasta, optoelektroniikasta tai multimediasovellutuksista? Pallo on nyt meillä.

Jarl-Thure Eriksson
Tampereen teknillinen korkeakoulu

Alloo, alloo, kuuluuko...

Poikavuoteni mahtavimman hetken koin silloin, kun ensimmäinen rakentamani ”radiovastaanotin” yht’äkkiä alkoi toimia. Jostakin radioharrastajan käsikirjasta olin oppinut mitoittamaan virityspiirin kelan. Säätokondensaattorin sain puretusta radiosta. Ongelma oli kide, jota ei Maarianhaminan radioliikkeistä ollut saatavissa. Eräässä Mustanaamio-lehdessä annettiin kuitenkin vihje, että vanha Gilletten partaterä, jonka sinistettyyn pintaan piti tehdä naarmuja, ja lyijykynän grafiittisydän ajoivat saman asian. Niinpä kokeilemaan. Hämmästyksekseni sain miltei välittömästi rannikkoradion lähetykset kuuluviin. Muut keskiaaltoalueen lähettimet olivat liian kaukana (Turku ja Tukholma molemmat 130 km etäisyydellä), jotta pelkkä radioaaltoenergia riittäisi värisyttämään kuulokkeiden teräskalvoja.

Radioamatööriharrastus on tekniikkaa parhaimmillaan. Päätehtävä on luoda langattomia kontakteja ympäri maailmaa. Mutta harrastukseen liittyy paljon muuta hauskaa, esimerkiksi radiolaitteiden, vastaanottimien ja lähettimien rakentamista, antennisuunnittelua ja morsekielen opettelua. Radioamatöörit ovat ensimmäisinä vastaanottaneet arktisten retkikuntien hätäsignaaleja, kuunnelleet miehitettyjen avaruuslentojen salaisia keskusteluja ja viestittäneet maailmalle sotilasvallankaappauksista.

Elektroniikan ja tietotekniikan juuret löytyvät radiotekniikasta. Maxwellin sähkömagneettinen teoria vuodelta 1873 ennusti, että valo on sähkö- ja magneettikentän vuorotteleva aaltoliike ja että spektri voisi olla paljon laajempi kuin valon spektri. Karlsruhen lahjakas nuori professori Heinrich Hertz suoritti dipoliantennin kanssa onnistuneita laboratoriokokeita, joilla hän todisti radioaaltojen olemassaolon. Hertzistä olisi voinut tulla radion keksijä, mutta suusyöpä vei lupaavan tutkijan enneaikaiseen hautaan. Kunnia lankesi italialaiselle Marconille. Tiedämme, että valo ja radioaallot johtivat eetteriteoriaan. Valon nopeuden mittaukset puolestaan osoittivat, ettei eetteri ole olemassa. Siitä seurasi Einsteinin suhteellisuusteoria.

1900-luvun alkaessa kehitettiin ensimmäisiä elektroniputkia, ensin diodi ja sitten alkeellisia ”kolmen elektrodin putkia”. Vuonna 1914 suomalainen Eric Tigerstedt patentoi oman triodinsa, joka tulisi olemaan elektroniputkien perusmalli siitä lähtien. Ensimmäisen maailmansodan syttymisen takia Tigerstedt ei koskaan saanut hänelle kuuluvaa tunnustusta keksinnöstään. Radiotekniikka kehittyi nopeasti 1920-luvulla, superheterodyyni paransi hetkessä vastaanottamisen selektiivisyyttä ja kaukaisten lähetysten kuuluvuutta.

Perinteikäs Tampereen Teekkarien Radiokerho kokoaa kaikki kokeilemisesta ja jännittävistä yhteyksistä kiinnostuneet teekkarit sateenvarjonsa – tai sanoisiko antenninsa – alle. Olen varma, että siinä seurassa viihtyy. Tampereen teknillinen korkeakoulu antaa suuren arvon 35-vuotiaan kerhon toiminnalle. Lämpimät onnittelut!

Roger, end and out

Jarl-Thure Eriksson
Rehtori

"Minä ja Maailma"

Avauspuheenvuoro, Suuri filosofiatapahtuma 21.4.2001

Tarina on usein paras metafora. Kuuliija saa itse päättää, minkä sanoman metaforasta tässä on kysymys.

Cornell-yliopiston filosofian professori Norman Malcolm kutsui entisen opettajansa Ludvig Wittgenstein Yhdysvaltoihin vuonna 1949. Wittgenstein oli jo sairautensa leimaama, hän kuoli kaksi vuotta myöhemmin. Wittgenstein pukeutui tapansa mukaan varsin vaatimattomasti esimerkiksi vanhoihin armeijan housuihin ja anorakkiin. Selässä oli usein reppu. Kerran Malcolm pyysi ystävänsä mukaan yliopiston seminaariin. Opiskelijat ihmettelivät kuka tuo professorin mukaansa tuoma kulkuri oikein oli. Seminaarin puheenjohtaja, assistentti nimeltä Black, oli kuitenkin ajan tasalla. Muutaman ilmoitusasian jälkeen hän kääntyi vieraan puoleen ja sanoi: ”Olisitteko ystävällinen professori Wittgenstein...?”

Sana Wittgenstein aiheutti kuulijakunnassa hämmästyneen kohinan. ”Wittgenstein” oli jo vuonna 1949 mystinen, kunnioitusta herättävä nimi niin Cornellissa kuin muissakin yliopistoissa ympäri maailmaa. Hämmästyneisyys olisi tuskin ollut suurempaa, jos assistentti Black olisi ilmoittanut: ”Olisitteko ystävällinen, herra Platon...?”

Suuren filosofiatapahtuman teema ”Minä ja maailma” saattaa ensi kuulemalla vaikuttaa populistiselta, jopa narsistiselta, mutta kun sitä tarkastelee lähemmin, huomaa, että kysymyksessä on filosofian varsinainen perusasetelma: tietoisuus (minuus) ja todellisuus (ympäristö) ja näiden välinen vuorovaikutus. Minuudella tarkoitetaan myös yleisemmin yksilöä, ihmistä. Heidegger, joka on eräs tämän tapahtuman pääfilosofeja, ei hyväksynyt koko minuus-käsitettä, vaan halusi yleistää eläväisten yksilöllisyyden olemisen problematiikaksi.

Filosofiatapahtuman alateemana on kieli, koska ”maailmaa” edustavat myös muut ihmiset, joiden kanssa ”minä” kommunikoi. Eräiden tutkijoiden mielestä kielen kehittyminen on ollut merkitykseltään ratkaisevaa tietoisuuden kehittymiselle. Kieli on mahdollistanut abstraktisen ajattelun. Kommunikointivälineenä se on tiivistänyt ajatustenvaihtoa heimoyhteisön yksilöiden välillä. Kielikuvien ansiosta ihminen pystyy ajatuksissaan ”uimaan” ajassa, toisin sanoen eläytymään menneisiin tapahtumiin ja toisaalta hahmottamaan tulevaisuuden haasteita ja uhkia. Aivot ovat tietoja käsittelevä elin, ne vastaanottavat, tiivistävät ja varastoivat tietoja. Aivot muodostavat joka hetkellä toimintaohjeen eli tajunnallisen ajatuksen, jonka mukaan toimimme. Varsinkin mietiskellessämme, kun ulkomaailma on himmennetty, turvaudumme kielikuvien apuun. Kielen sanat ovat kuin lenkit ketjussa, joka juoksee tietoisuuden neulansilmän lävitse. Jokainen lenkki, eli sana, kuvastaa omaa käsitevaruutta alitajunnassamme. Näin salakuljetamme sanoja paljon suurempia ajatuskokonaisuuksia tajunnan neulansilmän lävitse.

On varsin haastavaa pohtia, miten kielen rakenne, sanoihin liittyvät mielikuvat ja kunkin kielen ilmaisutavat vaikuttavat uusien oivallusten synnyttämiseen ja ajatusten kommunikointiin. Kirjailija Jaan Kaplinski on omistautunut juuri tähän filosofiseen ongelmaan. Hänen aiheensa onkin ”Jos Heidegger olisi ollut mordvalainen...” Heidegger oli useammassakin mielessä tiedemaailman mustalammas. Poliittisesti hän omaksui kansallissosialistisia ihanteita, joista piti kiinni vielä Hitlerin vallan romahtamisen jälkeenkin. Merkittävimmässä teoksessaan, *Oleminen ja Aika*, Heidegger kehittää oman sanaston ja käsitteistön, jotka pitkälti hämärtävät varsinaista sanomaa ja tekevät tulkittamisen toisella kielellä erittäin vaikeaksi. Olisiko Heideggerin filosofinen sanoma ollut toisenlainen, jos hänen äidinkiелensä olisikin ollut suomalais-ugrilainen?

Wittgensteinin filosofia keskittyy pitkälti kielen merkitykseen ajatusten kokojana ja ihmistoimintojen yhdistäjänä. Wittgenstein puhuu kielipelistä. Sanat kilpailevat keskenään

etsiessämme parasta ilmaisutapaa jollekin ajatukselle. Kielellä on myös keskeinen merkitys sosiaalisessa kanssakäymisessä, jolloin kielen avulla pyritään vaikuttamaan toisten ihmisten käyttäytymiseen.

Itävaltalainen matemaatikko Kurt Gödel todisti vuonna 1931, että matematiikalta puuttuu yksiselitteinen perusta. Ei löydy sellaista aksiomien minimijoukkoa, jonka pohjalta loogisesti todistamalla syntyy ainutlaatuinen matemaattinen rakennelma.

Sama pätee filosofialle. Ajatuksia ja tunteita voi ilmaista äärettömän monella tavalla. Jokainen ihminen muodostaa oman maailmankuvansa. Mikään maailmankuva ei ole toisen kanssa identtinen. Tämä ei välttämättä merkitse, että käsitysten välillä olisi ristiriita, informaatioisisältö vain on erilainen.

Professori Sandra Hardingin esitelmän otsikko on "Miten monikulttuurisuus muuttaa länsimaisia tietoteorioita". Aihe muistuttaa meitä siitä, että jokaisella kulttuurilla on oma oikeutuksensa. Myös saman kulttuuripiirin sisällä mentaalinen kosmos on oman viiteryhmän leimaama. Mies ja nainen kokevat asioita eri tavalla, kuten tekevät runoilija ja fyysikko.

Jarl-Thure Eriksson

Järkevät arvot

Suuri filosofiatapahtuma on vuotuinen tamperelainen tiedekatsaus. Tämän vuoden teema oli Järki ja tunne.

Sanapari vie helposti ajatukset Jane Austenin klassiseen romaaniin, jonka nimi suomeksi on Järki ja tunteet. Teoksen alkuperäiskielisen nimen *Sense and sensibility* täsmällisempi käännös olisi Tervejärkisyys ja tunteellisuus. Filosofiatapahtuman teeman käännös englanniksi taas on *Reason and emotion*. *Reason* tarkoittaa harkitsevaa, pohdiskelevaa järkeä ja *emotion* aivojen tunnetilaa. Tunnetilaa, joka ohjaa ajatuksia järkeilyssä.

Järki ja tunne -teema on filosofian ytimessä, ympäristön viestejä tulkitsevat aivot pyrkivät järjen avulla tarkentamaan kuvaamme todellisuudesta. Tieteen tehtävä on tutkimustiedon tiivistämistä ymmärryskuvaksi, teoriaksi. Ilman ajatustyötä ei synny tiedettä.

Suuret luonnontieteilijät ovat aina olleet filosofeja. Tämä pätee niin Newtoniin kuin Darwiniinkin. Einstein teki merkittävimmät löytönsä suorittamalla ajatuskokeita, *Gedankenexperiment*.

Kvanttimekaniikan perusyhtälön laatija Erwin Schrödinger kirjoitti paljon keskustelua herättäneen kirjan *What is Life*.

Filosofiatapahtuman teema sivuaa ajatuksiamme aivojen toiminnasta. Järki ja tunne -asetelmassa ei ole kyse vastakohtaisuudesta, vaikka näin usein arkikäytössä ajattelemme: päätöksiä tehdään joko järjen pohjalta tai tunnesyistä.

Kaikki päätökset tehdään järkeä käyttäen, järkeilyn edellytykset vain vaihtuvat tunnetilojen mukaan. Haluan ajatella aivot sellaisina eloonjäämisen apuneuvoina, jotka vastaanottavat aistien signaaleja, analysoivat niitä ja muodostaa tajunnallisen ajatuksen ympäristön tilasta.

Tajuntasignaalin perusteella ihminen päättää, miten hänen tulisi reagoida muun muassa ulkopuolisiin uhkiin. Eläinten reagointi on refleksinomaista, sen sijaan ihmisen aivojen kehitys on antanut mahdollisuuden harkita toimintavaihtoehtoja. Ihminen pystyy tajunnan avulla simuloimaan eri reagoititapojensa tuloksia ja valitsemaan sen, joka näyttää johtavan hänen kannalta edullisimpaan tulokseen.

Kuitenkin prosessi, joka tuottaa tuon ohjaavan tajunnallisen signaalin, toimii alitajunnassa.

Fysiologisesti se tapahtuu äärimmäisen kompleksisten hermoverkkojen klustereissa. Klusterit muuttavat hahmoja tunnetiloista riippuen. Prosessiin vaikuttavat ruumiin tilasta kertovat signaalit, kuten nälkä, kosketus, kipu, sekä aivoissa rekisteröidyt mentaaliset tilat, kuten pelko, suru, ilo, myönteisyys (ilo onnistumisesta), vastahakoisuus (pelko epäonnistumisesta). Nämä määräävät motivaatiomme suunnan.

Valitettavasti tämän päivän filosofit näyttävät ottavan etäisyyttä luonnontieteisiin, ikään kuin uusi tieto ja uusi ymmärrys kumoaisivat vanhojen auktoriteettien ajatuksia. Argumenttina esitetään, että luonnontieteellinen menetelmä ei sovellu ihmistieteisiin. Sikäli toteamus on oikein, ettemme löydä yhtälöitä, joilla ennakoimme yksilön käyttäytymistä tai vallankumousta. Mutta aivotoiminnan tai yhteiskunnan sisäisen rakenteen tunteminen luo yhä tarkempia ja luottavampia ymmärryskuvia kohteestaan.

Aivotutkija ja kirjailija Antonio Damasio pohtii tunteiden merkitystä kognitiivisissa prosesseissa. Teoksissaan hän yhdistää nykypäivän neurologian – ja psykiatrian – tutkimustuloksia tunnettujen filosofien ajatuksiin. Tuoreessa kirjassaan *Looking for Spinoza* Damasio nostaa esiin 1600-luvun filosofin ajatuksia ilon, surun ja himon merkityksestä motivaation ja eettisten arvojen muodostumiseen. Vanhat filosofit tekivät teräviä havaintoja. Heitä kannattaa muistaa, vaikka

päätely perustuikin hataraan tietopohjaan.

Moderniin yrityskulttuuriin kuuluu arvojen paikantaminen. Monet julkishallinnolliset laitokset, muun muassa OPM, ovat niin ikään tehneet arvovalintoja.

Tulee kuitenkin muistaa, että ihmisen arvomaailma on jotakin syvällisempää kuin hyvien asioiden luetteleminen. Kasvatus, koulu ja lapsuusiän kokemukset luovat viitekehysten, jonka pohjalta yksilö punnitsee omia valintojaan. Kyse on oikeustajusta ja etiikasta, kun oma hyöty uhkaa koitua toisen vahingoksi. Laajemmassa kontekstissa arvomaailma vaikuttaa ihmisen tavoitteenasetteluun. Arvoihanteet luovat ambitioita, joita halutaan toteuttaa. Motivaation tunne vahvistuu, kun arkinen työ ja ambitiot kulkevat samaan suuntaan.

Uuteen strategiatyöhön sisältyy myös arvokeskustelun käynnistäminen. Seminaareissa ja verkkokeskusteluissa etsitään ne yhteiset tekijät, jotka tuovat entistä enemmän mielekkyyttä työhön ja yliopiston eteenpäinviemiseen.

Jarl-Thure Eriksson

AVAJAISPUHEET

Avajaiset 25.8.1997

Jarl-Thure Eriksson

Rehtori

Arvoisa valtiovarainministeri (Sauli Niinistö), juhlayleisö, hyvät naiset ja herrat

Kun vuosi 1996 oli loppumaisillaan saimme odottamattoman suruviestin. Pitkäaikainen rehtori Timo Lepistö kuoli kesken virkakauden joulukuun 10. päivänä. Tapahtuma järkytti ja kosketti koko korkeakoulu yhteisöä. Timo Lepistön ihmissläheinen ja leppoisa luonne loi lämpimän ilmapiirin ja hyvän yhteishengen, josta korkeakoulun kehittämistä on hyvä jatkaa eteenpäin.

Pyydän, että kunnioitamme Timo Lepistön muistoa minuutin hiljaisuudella.

Tampereen teknillinen korkeakoulu aloittaa nyt 33. lukuvuotensa. Uusia opiskelijoita korkeakouluun on kirjoittautunut yli 800. Läsnaolevien perustutkintoon tähtäävien opiskelijoiden määrä on noin 6800. Jatko-opiskelijoita koulussa on 1084. Vuonna 1996 valmistui ennätysmäärä arkkitehtejä ja diplomi-insinöörejä, yhteensä 584, josta Porin yksikössä 53. Lisäys edelliseen vuoteen on 101. Uusia lisensiaatteja valmistui 39 ja tohtoreita 29. Korkeakoulu järjesti kuluvan vuoden toukokuussa juhlallisen tohtorinpromootion, jossa vihittiin 9 kunnia-tohtoria ja 93 tohtoria.

Tästä on hyvä jatkaa - Runsas viikko sitten Aamulehden Lontoon kirjeenvaihtaja Jarkko Järventaus siteerasi New York Times-lehteä, jonka artikkelissa muun muassa todetaan Suomen olevan "joka suhteessa kaikkein matkapuhelin- ja Internetverkotetuin maa, jossa on korkeasti koulutettu ja joka suhteessa teknologisesti älykäs väestö". Tämän me tiesimme jo, mutta tunnustus näinkin kansainvälisissä foorumeissa on omiaan kohentamaan kansallista itsetuntoamme. Samassa artikkelissa puhutaan Tampereesta Suomen korkean teknologian linnakkeena. Viittaus liittyy Nokian tutkimuskeskuksessa tehtyyn tärkeään tuotekehityspäätökseen viisi vuotta sitten, mutta korkeateknologiaklusteriin kuuluvat myös TTKK, Teknologiakeskus Hermia, VTT ja iso joukko kehitysyrityksiä. Osa soveltavasta perustutkimuksesta ja tuotekehittelystä tehdään Tampereen teknillisessä korkeakoulussa, joka myös on monen tutkijan Alma Mater.

Heinäkuun "Made in Finland"-numerossaan Tekniikan Maailma esittelee Suomen teknillisiä korkeakouluja ja toteaa siinä yhteydessä seuraavaa: "Magia on teknologiaa, jota on kehitetty riittävän pitkälle. Teknisten korkeakoulujen tehtävä on varustaa tulevat diplomi-insinöörit sellaisilla välineillä, että luonnonlakeja valjastamalla voidaan tehdä ajateltu mahdolliseksi ja muuttaa mahdollinen todellisuudeksi". - Toisin sanoen aivojen virtuaalitodellisuudessa jalostettu idea muutetaan todelliseksi tuotteeksi.

Kuuluuko virtuaaliopetus todellisuuteen? - Oikeastaan virtuaalitodellisuus tarkoittaa, että ihminen on vuorovaikutuksessa itsensä ulkopuolella olevan reaktiivirikkeita luovan, todellisuutta matkivan tietojärjestelmän kanssa. Tietokonepelit ovat alkeellisia virtuaalimaailmoita. Lentäjien ja astronauttien koulutuksessa käytetyt simulaattorit edustavat aikaisia virtuaalitodellisuuden huippusaavutuksia. Tulevaisuudessa pyritään mahdollisimman todenperäisiin virtuaalielämyksiin, näin ollen näköpiirissä on yhtä suuri mullistus kuin radio ja televisio aikoinaan.

Tieteessä virtuaalitodellisuus korvaa perinteiset laboratorionkokeet. Tämä edellyttää tietysti riittävän kehittyneitä ja luotettavia malleja sekä tutkittavasta ilmiöstä että sen kanssa vuorovaikutuksessa

olevasta ympäristöstä. Fysiikassa ja kemiassa on päästy rohkaisevan pitkälle atomitasoisten ilmiöiden mallintamisessa, yksinkertaisia kemiallisia reaktioita voidaan simuloida tietokoneen ääressä. Biokemia ja geeniteknologia eivät ole vielä valmiita virtuaalilaboratorioon. Sensijaan tekniikan makromaailmassa graafiset perusedellytykset on luotu jo CAD/CAM menetelmien myötä. Kehitystä hidastavat vielä tietokoneiden laskentakapasiteetti ja välttämättömät ohjelmointi-investoinnit. Digitaalisesti simuloidaan jo nyt liikennejärjestelyjä, paperinvalmistusta ja liikkuvia työkoneita. Varsin haastaviksi ovat osoittatuneet virtausteknilliset tehtävät, esimerkkeinä mainittakoon dieselmoottorin palamisprosessi tai uuden laivamallin testaaminen virtuaalimerellä.

Entäs opetus? Onko klassinen yksinpuheluluennointi edelleen paras opetusmuoto? Luennointi ei ehkä ole niin huono tietojen välitysmuoto kuin uskotellaan. Korkeakoulussamme on muutaman vuoden aikana mitattu luentojen suosiota opiskelijagallupeilla. Saadun palautteen perusteella luentojen taso on jatkuvasti noussut. Vuonna 1995 keskiarvo oli 2,8 viiden asteikolla, viimeksi suoritettussa mittauksessa tulos oli 3,1 parhaiden opettajien arvosanan ollessa 4. Täydennyskoulutuksessa ja aikuisopetuksessa verbaalinen tietojen välitysmuoto on suosittu. Niissä ehkä korostuu ihmisen tarve luoda sosiaalisia kontakteja opetustilanteen sivutuotteena. Hyvä luennoitsija pyrkii löytämään tasapainon kokonaisuuden ja yksityiskohtien välillä, kokonaisuus auttaa aiheen hahmottamisessa, yksityiskohdat herättävät uteliaisuutta. Mutta varsinainen asian taitaminen tulee omaehtoisen opiskelun ja harjoittelun kautta. Tässä tietotekniikan menetelmät tarjoavat ainutlaatuisia mahdollisuuksia. Tähänastinen opetustarjonta rakentuu pitkälti yksittäisten ilmiöiden tutkimiseen ja matemaattisten kaavojen soveltamiseen. Virtuaalisuus tarjoaa viihteellisen ja siten houkuttelevan elementin opiskeluun. Tutkittava ilmiö ei ole enää irrallinen erikoistapaus, vaan asetettu todelliseen ympäristöönsä. Varsinkin ammattiaineissa, joissa päämääränä on järjestelmien suunnittelutaidon kehittäminen, interaktiivinen pääteopiskelu olisi sekä mielekäs että tehokas. Opettajan funktio on johdatteleva ja ohjaava.

Kehityksen edistämiseksi tulisi aloittaa uudenlaisen opetusmateriaalin tuottaminen. Työsarka ei ole vähäinen. Graafisessa toteutuksessa kannattaa hyödyntää kaupallisten PC-pelien yhteydessä kehitettyä tekniikkaa. Sinänsä pienestä mutta hyvin kohdistetusta aloituksesta voi nopeasti kasvaa suuri "business", koska maailmanmarkkinoilla on selvä puute erikoisalojen opetuspaketeista. Suomella on sekä tieto että taito tämän tyyppisen yritystoiminnan aloittamiseksi. Tiedekorkeakoululla on tarvittava osaaminen ja korkeakoulu on myös ensisijainen opetusmateriaalin käyttäjä, siksi se on myös luonteva aloitteentekijä. Kerrottakoon, että matematiikan laitoksen johdolla on kehitteillä hypermediaopetusta, jota voidaan pitää virtuaaliopetuksen esiasteena.

Tutkintojen arvostus - Uuden yliopistolain mukaan yliopistotason tutkintoja ovat alempi ja ylempi korkeakoulututkinto sekä tieteelliset, taiteelliset ja ammatilliset jatkotutkinnot kuten lisensiaatti- ja tohtorintutkinto. Miten tulee suhtautua sellaiseen ammattikorkeakoulussa tapahtuvaan opetukseen, jossa nimellisenä tutkinnonantajana on ulkomaalainen korkeakoulu (university), mutta jonka opettajakunta on pääasiallisesti suomalaista? Lehdistössä on ilmoituksin houkuteltu kansainväliseen "Masters of Science"-koulutukseen. Suomessa on ollut käytäntönä rinnastaa diplomi-insinöörin tutkinto juuri masters-tutkintoon. Vastaako insinööripohjalle rakennettu puolitoista vuotta kestävä koulutus nykyistä insinööristä diplomi-insinööriksi opiskelureittiä? Jälkimmäinen vaatii vähintään kolme vuotta. Pelkästään diplomityön läpivieminen kestää kuusi kuukautta.

Tapasin hiljattain professori Ken Wallacen, Cambridgen yliopiston teknillisen tiedekunnan varadekaanin. Iso-Britanniassa polyteknisille instituuteille (vastaa Suomen ammattikorkeakouluja)

on annettu yliopiston status. Samalla on luotu valtakunnallinen arviointijärjestelmä, jonka tehtävänä on asettaa kaikki yliopistot arvojärjestykseen. Professori Wallace, vaikka työskenteleekin ykköseksi rankatussa Cambridgessä, pitää järjestelmää erittäin arveluttavana. Loppujen lopuksi ei rankata opinahjoja vaan ihmisiä opiskelupaikan mukaan.

Toivottavasta Suomessa vallitseva osittain selkiytymätön tila ei sido samankaltaiseen kohtalonkehitykseen. Eikö meidän kannattaisi kehittää kaksi hyvää, rinnakkaista reittiä arvostettuun ammattiin? Ei kilpailemalla vaan yhteistyössä. Tekniikan alan ammattikorkeakoulujen haaste on rakentaa opetuksensa siten, että opistoinsinöörin perinteisesti hyvä maine säilyy tai jopa paranee. Tiedekorkeakoulujen tulee omalta osaltaan tarkistaa opetuksensa vastaavuutta yhteiskunnan tarpeiden kanssa. Laatua voi mitata monella tavalla, tärkeintä on kuitenkin, että opetettavat tiedot luovat uusia taitoja ja uutta osaamista. Tutkimuksessa on asetettava tieteelliset tavoitteet etusijalle. Tieteen tehtävä on hankkia uutta ymmärrystä. Tieteellinen systemaattisuus ja merkittävyys antaa tutkimukselle teollisuuden ja elinkeinoelämän kaipaaman lisäarvon.

Hyvät kuulijat

Samalla kun julistan lukuvuoden 1997-1998 alkaneeksi, toivotan henkilökunnalle ja opiskelijoille parhainta menestystä tehtävissään.

Nykyisessä hallitusohjelmassa sivistys ja tiede ovat keskeisellä sijalla, niinpä muun muassa yliopistojen rahoituksessa on tapahtunut käänne positiiviseen suuntaan. Valtiovarainministeriö on erityisesti nähnyt teknologisen kehityksen merkityksen, mikä seikka tyydytyksellä on pantu merkille teknillisten korkeakoulujen piirissä.

Avajaisten juhlapuheen pitää valtiovarainministeri Sauli Niinistö. Tervetuloa!

Avajaiset 1998

2.9.1998

Jarl-Thure Eriksson
Rehtori

Arvoisat kutsuvieraat, hyvät naiset ja herrat!

Yliopistolaitoksen tilasta

Yliopiston tehtävistä ja tulevaisuudesta käydään tavallista vilkkaampaa keskustelua. Onko yliopisto kriisissä? Pyrin seuraavassa karkeasti analysoimaan instituution kehitysvaiheita ja nykypäivän haasteita.

Kirkon jälkeen yliopistolaitos kuuluu läntisen kulttuurin vanhimpiin instituutioihin. Tänä vuonna Bolognan yliopisto täyttää 840 vuotta. Viime keväänä Pariisin yliopisto vietti 800-vuotisjuhliaan. Yliopistoinstituutio on osoittautunut varsin vakaaksi ja samalla muuntelukykyiseksi. Pitkän taipaleen aikana ihanteet ja päämäärät ovat vaihtuneet. Keskiajan yliopisto oli pitkälti uskonnon leimaama, sille oli ominaista kirjoitetun sanan tulkinnanvarainen mystiikka, tiedon dogmaattisuus ja juhlamenojen sakraalisuus. Renessanssi ja valistusaika toivat vapaan ajattelun elementit yliopistoihin. Varsin hitaasti kuitenkin ihminen pystyi irrottautumaan menneisyyden aaterakennelmista ja tarkistamaan mielikuvan ja todellisuuden yhtenevyyttä. Tämä oli filosofian kulta-aikaa. Puutteistaan huolimatta filosofia paradigmoineen ja hypoteeseineen loi tärkeän pohjan modernille luonnontieteelle. Hyödyn aikakaudella 1700-luvun puolivälissä ihanteeksi nousi luonnon tiedon kartuttaminen ja systematisoiminen. Esimerkkinä vallitsevasta innostuksesta mainittakoon Carl von Linné, joka 28-vuotiaana julkaisi pääteoksensa *Systema naturae*, jonka luokitusjärjestelmä oli niin mullistava, että se nopeasti sai yleisen hyväksynnän ja on säilynyt yhtä vankkana kuin alkuaineiden jaksollinen järjestelmä. Kasvitieteelliset tiedot Linné oli oikeastaan hankkinut harrastuksenomaisesti lääketieteenopintojensa ohessa.

Etsittäessä modernin yliopiston juuria on usein viitattu von Humboldtiin. On pantava merkille, että von Humboldteja oli kaksi vieläpä veljeksiä, Wilhelm ja Alexander. Alexanderista tuli kuuluisa tutkimusretkeilijä ja kasvimaantieteen perustaja. Humboldtvirta on saanut nimensä hänen mukaansa. Vanhempi veli Wilhelm suuntautui filosofiaan ja humanistisiin tieteisiin ja saavutti verraten nuorena merkittävän aseman tultuaan v. 1808 Preussin opetusministeriksi. Hänen toimestaan perustettiin Berliinin yliopisto v. 1810. Humboldt-doktriinin mukaan yliopistollisen opetuksen tulisi perustua tieteelliseen tutkimukseen. Näin oli jo ollut asianlaita jonkin aikaa, mutta opetusta leimasivat vielä vahvasti teologia ja sen liitännäisaineet kaunopuheisuus ja klassiset kielet (joiden merkitystä ei suinkaan tule väheksyä). Kaksi veljestä tuli tavallaan symbolisoineeksi tieteen kahtiajakoa, toinen oli merkittävä luonnontieteilijä toinen humanisti ja filosofi.

Viime vuosisata oli monessa suhteessa mullistava yliopistolaitokselle. Kokeellinen tutkimus löi lopullisesti itsensä läpi ja samalle vahvistettiin yliopiston asema uuden tiedon luojana ja systematisoijana. Varsinkin eksaktiset luonnontieteet ja niiden tukena toimiva matematiikka kehittyivät askelmaisesti siten, että edellytykset ja työkalut olivat valmiit asenteiden ja paradigmojen muuttamiseen klassisen ajattelutavan tultua päätepiteeseensä 1900-luvun alkupuolella.

Jos 1800-luku oli faktojen etsimisen ja metodien kehittämisen vuosisata, voidaan 1900-lukua kutsua joukkosivistyksen vuosisadaksi, varsinkin sen jälkipuoliskoa. (Tieteellisesti 1900-luku on sisältänyt suuria mullistuksia erityisesti fysiikan alalla.) Demokraattisen yhteiskuntakehityksen myötä jokaiselle kansalaiselle on tarjoutunut tasavertainen mahdollisuus hankkiutua yliopistolliseen koulutukseen. Yksilön kannalta näin pitääkin olla, mutta yliopistolle tämä kehitys on ollut kaksitahoinen. Toisaalta yliopiston merkitys yhteiskunnallisena instituutiona on kasvanut, siitä on tullut huomattava työnantaja ja sen osuus valtion budjetista merkittävä (Opetus, tiede ja kulttuuri edustivat 13 % valtion vuoden 1997 menoista.). Toisaalta koulutuksen massaluonne on tehnyt yliopistosta epäpersoonallisen, yleissivistävä luonne on hävinnyt ja määrälliset tavoitteet ovat saaneet enemmän painoa kuin laadulliset. Valtion lisääntynyt rahallinen sitoutuminen on luonnollisesti rajoittanut yliopistojen itsenäisyyttä. Tämä sidos säilyy siitä huolimatta, että uusi yliopistolaki juhlallisesti julistaa yliopiston autonomiseksi.

Toisen maailmansodan jälkeen investoinnit tieteelliseen tutkimukseen kasvoivat jyrkästi. Huomattiin, että yliopistoilla oli käyttämätöntä kapasiteettia hankkia ja jalostaa kapeiden sektoreiden erikoistietoa. Yliopistosta tuli väline, jonka avulla kansakunta kasvatti inhimillistä pääomaansa (human capital), koulutuksen ja tutkimuksen yhteys merkitsi kilpailuetua ja hyvinvointia. Käytäntö vaihtelee tietysti maasta toiseen. Usein vain pieni osa yliopistoista nauttii riittävää arvostusta korjatakseen suurimman potin julkisista tutkimusvaroista. Erityisen räikeä tilanne on Yhdysvalloissa, jossa noin 5 % yliopistoista omii 80 % säätiöiden ja ministeriöiden tiederahoista.

Tutkimuksesta tulee helposti itsetarkoitus: pitää olla mukana rahakilpailussa, pitää saada tutkimusaiheita tutkintoihin, pitää kartuttaa omaa julkaisukertymää. Menestyminen indikoi aktiivisuutta, tieteellinen merkittävyys jää toissijaiseksi. Akateemikko Erik Allardt käsittelee Tiedepolitiikka-lehdessä (4/97) tieteellisen työskentelyn muutoksia ja ilmaisee huolestuneisuutensa yliopistotutkimuksesta yleensä ja humanistisesta sekä uteliaisuuden virittämästä luonnontieteellisestä tutkimuksesta erityisesti. Suomi on julkisen rahoituksen osalta jäänyt muista Pohjoismaista jälkeen. Allardt yhtyy Michael Gibbonsin esittämiin teeseihin tutkimusrakenteiden muutoksista. Gibbonsin mukaan trendit ovat seuraavat: keskeistä tieteellistä tutkimusta tehdään tänään laajalti myös yliopistojen ulkopuolella; aihepiirit eivät noudata perinteisiä tieteenalojen rajoja; tutkimus kohdistuu tarkasti rajattujen ilmiöiden kuvaamiseen; tuloksia arvioidaan niiden välittömän hyödyllisyyden perusteella; julkaisujen esiarvostelu ("peer review") ei ole enää laadun ensisijainen arviointimenetelmä; tutkimusorganisaatiota arvioidaan pitkälti sen saaman julkisuuden perusteella. Teesien oikeutus näkyy jopa Nobel-palkintojen jaossa, esimerkiksi fysiikan ja lääketieteen palkinnot menevät yhä useammin erillisiin tutkimuslaitoksiin.

Suomessa tutkimus on edelleen keskitetty yliopistoihin, muilta osin Gibbonsin trendit ovat selvästi nähtävissä myös täällä. Suomen dilemma on kuitenkin siinä, että yritämme olla mukana niin monessa. Yhden ainoan professorin tai tutkijan edustama ala ei löydä kilpailijaa eikä keskustelukumppania omasta maasta. Synergia-efekti jää vähäiseksi. Kansainvälinen yhteistyö rajoittuu usein pelkkään perässä hiihtämiseen. Tieteellisen hajautuksen vanavedessä syntyy pieniä koulukuntia, joille toiminnan jatkaminen on elämän ja kuoleman kysymys. Jokaista uutta teknillistä korkeakoulua kohti on perustettu neljä yleisyliopistoa ja jokaiselle on suotu koko tiedekuntapaletti. Sopii kysyä onko tämä ollut viisasta tiedepolitiikkaa? Kaukonäköisempää olisi ollut antaa kullekin yliopistolle oma erikoisprofiili. Viime vuosikymmenen aikana on nähty, kuinka vaikeaa tietyn erikoisalan lakkauttaminen ja vastaavan vahvistaminen muualla on.

Tekninen korkeakouluopetus tähtää selkeään ammattiosaamiseen. Opintojen monipuolisuus sekä käytännön ongelmien ratkaisuhakuisuus ovat johtaneet siihen, että diplomi-insinöörejä haetaan mitä erilaisempiin yhteiskunnan ja elinkeinoelämän suunnittelu- ja johtotehtäviin. Suomen nopea toipuminen syvästä lamasta johtuu varmasti osaksi siitä osaamisen valmiudesta, mikä oli tuloksena 80-luvun loppupuolella käynnistetyistä teknillisten korkeakoulujen vahvistamisesta. Valitettavasti tämä trendi näyttää hiipuvan, ainakin kun vertaa rahoituksen suhdetta tutkinto-odotuksiin.

Onko yliopistolaitos kriisissä? Tuskin, sen yhteiskunnallinen merkitys on vahvistunut ja sen tarpeellisuus on jokaiselle ilmeinen. Mutta korkeakoulututkintoon johtavan koulutuksen rakenteita tulee kehittää. Suurten läpivirtausten tieteenalat tulee sopeuttaa yhteiskunnan tarpeiden mukaisesti. Vanha humboldtilainen ihanne ei enää päde perusopetuksessa. Sen sijaan tutkijakoulutuksen tulee olla tiiviissä vuorovaikutuksessa tieteen kanssa. Satunnaisten tutkintotöiden varassa oleva tieteellinen toiminta näyttää äkkiä hakuammunnalta. Tutkimustoiminnassa tarvitaan visioita, suunnitelmia ja päämääriä.

Opetuksen ja tutkimuksen arviointi

Yliopistoissa opiskelevien määrä on kymmenen vuoden aikana kasvanut 80.000:sta 140.000:een eli yli 50 %. Tämä on luonnollisesti koetellut kaikkien yliopistojen voimavaroja. Rahoittaja joutuu entistä tarkemmin penäämään tuloksia. Lähtökohdaksi on tarkoitus ottaa tutkintojen määrä, perustutkinnot ja tohtoritutkinnot. Puhdas määräpohjainen rahanjako johtaisi nopeasti epäterveelliseen kilpailuun ja tutkintorakenteen vääristymiin. Kuten kaikissa kilpailevissa järjestelmissä tulee aina olla määräkasvun vastavoima, yleensä laadullisista tekijöistä koostuva. Laadun palkitsemisessa tulee olla riittävästi jämäkkyyttä, jotta yliopistot tietoisesti leikkaisivat määrätavoitteitaan. Prosessi on varsin kompleksinen, koska viime kädessä kyseessä on tiedepoliittinen ohjaus.

Osana Suomen laatustrategiaa kolme yliopistoa, Åbo Akademi, Helsingin teknillinen korkeakoulu ja Tampereen teknillinen korkeakoulu päättivät viime kesänä hyödyntää Euroopan yliopistorehtorien neuvoston CRE:n tarjoamaan arviointipalvelua. Omasta rehtoripoolista valitut kolmen hengen ryhmät tutustuivat alkuvuodesta kunkin yliopiston laatujärjestelmiin ja antoivat alustavan arvion havaintojensa perusteella. Lopulliset raportit valmistuvat syksyn aikana. Asiantuntijat kiittivät erityisesti TTKK:n pyrkimystä edistää strategista ajattelua, sen kansainvälistä mainetta, nuorekasta opettajakuntaa sekä asemaa paikallisena HiTech-keskuksena. Rajoittavina tekijöinä he luettelivat muun muassa yliopistojen tilojen vuokrausmenettelyn, tilaustutkimusriippuvuuden sekä laajennetun sisäänoton ilman vastaavaa voimavarojen lisäystä. Arviointiryhmä antoi myös joukon arvokkaita suosituksia. Kokeiluasteella olevat eri arviointihankkeet tulisi integroida yhtenäiseksi laatuksittuiksi. Uusien opiskelijoiden viihtyvyyteen on kiinnitettävä enemmän huomiota suuren alkupoistuman vähentämiseksi. TTKK:n tulisi harkita painopisteen siirtämistä tilaustutkimuksesta perustutkimukseen. Kansainvälisen opiskelijavaihdon kasvattamista pidettiin myös tärkeänä. Korkeakoulun infrastruktuuri tarvitsee vahvistusta ja mahdollista uudelleenorganisoitua.

Huomautukset ovat pitkälti tuttuja ja liittyvät osittain viime vuosien muutoksiin. Uuden rehtoraatin tehtävä on tarttua epäkohtiin ja kehittää strategioita niiden korjaamiseksi.

Tohtorikoulutus

Luonnontieteet, lääketiede ja tekniikka vastaavat 60 % nykyisestä tohtorikoulutuksesta. Tekniikan tohtorien asema on vakiintumassa elinkeinoelämässä. Erityisesti suuret kansainväliset yritykset arvostavat tohtoreita piirissään. Opetusministeriö teki 80-luvun loppupuolella strategisen päätöksen lisätä tohtorien määrä 10 % tasolle perustutkinnoista. Teknillisissä korkeakouluissa nousu oli alussa varsin jyrkkä, esimerkiksi TKK:ssa siirryttiin tyypillisestä vuosikeskiarvosta 25 keskiarvoon 70, TTKK:ssa vastaava luvut ovat 8 ja 25, eli kummassakin tapauksessa kolminkertainen kasvu. Odotukset TTKK:n osalta on tänään 40-50 tohtoria vuodessa.

Opetusministeriön yliopistotilastot osoittavat mielenkiintoisen seikan: tohtoritutkinnot korreloivat vahvasti muun kuin opetuksessa olevan henkilökunnan kanssa (se on budjettivaroin palkatut tutkijat ja erilaisissa palvelufunktioissa toimivat henkilöt). Tämä osoittaa selvästi, että tutkimuksen infrastruktuuri on ratkaiseva kokonaistoiminnan kannalta. Jos opettajille lankeaa liiaksi perusopetus- ja hallintotehtäviä, kärsii tutkintotöiden ohjaaminen. Näin selittyy ainakin osittain, miksi korkeakoulumme ei ponnistuksista huolimatta ole pystynyt nostamaan tohtorilukua halutulle tasolle.

Tohtorikoulutus palvelee kolmea tarkoitusta: yhteiskunnallinen hyöty, yksilölle henkilökohtainen haaste ja korkeakoululle tieteen mitta. Tohtorikoulutuksen tehostamiseksi TTKK perustaa omat sisäiset tohtorikoulut. Ehdotukset on jo jätetty arvioitavaksi. Päätökset kouluista ja tutkijapaikoista tehdään kuukauden sisällä, jotta uudet tutkijapaikat voitaisiin täyttää vielä alkusyksyn aikana. Paikkoja on alustavasti kaavailtu 10-12. Järjestelyllä pyritään saavuttamaan useita etuja. Neljän vuoden tutkijatoimessa opiskelijalla on mahdollisuus kokonaan keskittyä opintoihin ja väitöskirjatyöhön. Jatko-opintojen alussa tehtävä suunnitelma merkitsee sitoutumista niin opiskelijan kuin ohjaajan taholta. Ohjelmakohtaiset koordinaattorit keventävät opettajakunnan hallintopaineita. Laajoiksi suunnitellut koulut pystyvät varmistamaan mielenkiintoisen ja monipuolisen kurssivalikoiman.

Tohtorikouluhankkeen onnistuminen on tärkeä TTKK:lle. Yksittäiselle professorille koulu merkitsee vähemmän hajanaista henkilöhallintoa ja omia kursseja. Enemmän aikaa jää tutkimuksen suunnitteluun ja jatko-opiskelijoiden ohjaamiseen.

Ajankohtaista

Ulkoinen rahoitus

Opetusministeriön selvitysmies, professori Antti Paasio on tutkinut ulkoisen rahoituksen merkitystä yliopiston toiminnalle. Rahoituksen osuus kokonaisbudjetista vaihtelee ollen keskimäärin suurilla ja keskisuurilla yliopistoilla noin 30 %. Suhteellisesti eniten riippuvainen ulkopuolisesta rahoituksesta on TTKK 45:llä %, TKK on toisella sijalla 40:lla %. Paasion esittämät arviot ovat kokonaisuutena ottaen myönteisiä. Hän toteaa muun muassa: ”Selvitys ei antanut viitteitä siitä, että ulkoisen toiminnan osuuden lisäys millään tavalla murentaisi yliopistojen perustaa tai edes johtaisi olennaisiin eettis-autonomisiin ongelmiin.” Hän kehottaa jopa osaamisen ja palvelujen parempaan markkinointiin. Tässä piilee tietysti se vaara, että valtiovalta mieltyy ajatukseen ja edellyttää ulkopuolisen osuuden kasvattamista. Paasio huomauttaa kuitenkin, että maksullinen tilaustoiminta tulisi nykyistä tarkemmin kytkeä laadukkaaseen tutkimukseen ja opetukseen. Johtaja Arvo Jäppinen

OPM:ssä korostaa lehtihaastattelussa saman asian: ”Yliopistomaisuuden ja osaamisen tason tulisi korostua projekteissa. Ne eivät saa olla rutiininomaista toimintaa, josta saa helposti rahaa.”

Maksullinen palvelu on ollut TTKK:n keskeinen voimavara. Sillä olemme kehittäneet suhteet elinkeinoelämään ja sillä olemme varmistaneet innovatiivisia diplomityöaiheita opiskelijoillemme. Tutkimus ja tohtorikoulutus on pitkälti ulkopuolisen rahoituksen varassa.

Tutkintojen hinta

Viime sunnuntain Aamulehdessä Tampereen yliopiston tutkintoja arvioitiin halvoiksi. Ilmaisulla viitattiin nähtävästi kustannuksiin. Tampereen yliopisto on kehittänyt mielenkiintoisen kustannusindeksimallin, jonka avulla pyritään saamaan yliopistot ja tiedekunnat samalle viivalle kustannusvertailussa. Lähtökohdaksi on valittu 100, joka edustaa valtakunnallista keskiarvoa. Alle sataa oleva indeksi on halvan tutkinnon indikaattori, sadan päällä oleva indeksi vastaavasti kallis. Malli lähtee hypoteettisesti vuoden 2003 tilasta, jolloin toimintarahaa jaetaan suhteessa 67 % perustutkinnoille ja 33 % tohtoritutkinnoille. Tämä vääristää jännittävällä tavalla indeksilukuja. Jos esimerkiksi tohtoritutkintoja on liian vähän suhteessa perustutkintoihin, saadaan matala indeksi peruskoulutukselle ja vastaavasti korkea indeksi tohtoreille. Kokonaisrahoitus saattaa silti olla kohdallaan. Tohtoritutkintoja on yksinkertaisesti liian vähän suhteessa niille varattuun rahaan.

Yhdistelmätaulukko, jossa verrataan eri yliopistojen maisterin- ja tohtoritutkintojen indeksejä, on kohtelias niitä kohtaan, joiden indeksi on yli sataa. Niitä ei näytetä. Esitetyn mallin indeksihaarukka on verraten kapea, heikoimmalta sijalta löytyy Tampereen yliopisto indeksiluvulla 90. TTKK asettuu luvulle 97 Jos ulkoinen rahoitus jätetään huomioimatta, olemme tasoissa yliopiston kanssa.

Yhdyn kollegani, rehtori Jorma Sipilän haastattelukommenttiin: ”Yliopistojen rahoituksessa on selviä historiallisia eroja. On niitä jotka ovat varsinkin aiempina vuosikymmeninä olleet poliittisten päättäjien suosiossa ja sitten niitä, joista ei erityisemmin välitetä. Valitettavasti Tampere kuuluu jälkimmäisiin.”

Opiskelijat

Olen tähän saakka käsitellyt asioita, jotka tähtäävät mielekkään ja motivoivan ympäristön luomiseksi korkeakoulumme opiskelijoille. Pitkästä perinteestä huolimatta yliopisto ei koskaan näytä vanhalta. Sen piirissä liikkuu aina nuoria ja tiedonhaluisia ihmisiä. Laboratorioista löytyy ellei uusinta niin ainakin modernia tekniikkaa. Toiminnan suunta on selvästi kohti tulevaisuutta.

Vuosien varrella korkeakoulussamme ovat opettajien ja opiskelijoiden välillä kehittyneet hyvät yhteistoimintaperinteet. Ylioppilaskunta on arvokas keskustelukumppani silloin, kun hahmotetaan tulevaisuuden suuntaviivoja. Kaksi viikkoa sitten järjestäytymiskokouksensa pitänyt neuvottelukunta katsoi, että opiskelijoiden tarkkailijapaikka antaa neuvottelukunnalle lisää arvoa ja vaikutusmahdollisuuksia.

Tampere on yliopistokaupunki! Opiskelijoita on yhteensä yli 22.000. Molemmat yliopistot sisältyvät viiden suurimman työnantajan joukkoon. Opiskelijoille ja yliopistoissa työskenteleville on tärkeää, että kaupunki ja maakunta konkreettisesti osoittavat myötätuntoaan, esimerkiksi kaavoituksessa ja joukkoliikennesuunnittelussa. Opiskelijoiden asuntopula pahenee vuosi vuodelta. TOASin, yliopistojen ja kaupungin tulisi yhdessä etsiä ratkaisu tähän ongelmaan. Varmaa on, että tarve kasvaa. Asuntovolyymin kasvattaminen sisältää hyvin pieniä riskejä.

Arvoisat kuulijat

Merkitapahtumia kuluneen lukuvuoden aikana olivat professori Markus Pessan valinta Vuoden Professoriksi 1997 sekä Arkkitehtuuriosaston nimitys taiteen huippuyksiköksi. Digitaalisen median instituutti ja puolijohdelaboratorio jatkavat tieteen huippuyksikköinä.

Näillä mieltä hivelevillä tunnustuksilla julistan lukuvuoden 1998-1999 alkaneeksi, samalla toivottaen henkilökunnalle ja opiskelijoille parhainta menestystä tehtävissään.

Avajaiset 4.9.2003

Rehtorin avajaispuhe

Arvoisa opetusministeri (Tuula Haatainen),
kutsuvieraat, professorit, opiskelijat ja henkilökunta
Hyvät naiset ja herrat

Suomen menestystä hyvinvointi- ja teollisuusmaana seurataan paitsi naapurimaassa Ruotsissa, myös muulla Euroopassa ja jopa Aasian talousvaltioissa Japanissa, Etelä-Koreassa ja Singaporessa. Kiina lisää jatkuvasti kontaktejaan Suomeen. Eräät Saksan osavaltiot ovat osoittaneet erityistä kiinnostusta Suomen malliin. Nordrhein-Westfalenin hallituksen edustajat ovat usean otteeseen tutustuneet Pirkanmaan koulutukselliseen ja teolliseen infrastruktuuriin. Selkeätä Suomen mallia on vaikeaa sormella osoittaa. Voidaan korkeintaan paikantaa toimenpiteitä, jotka ovat edesauttaneet suotuisan kehityksen syntymistä.

Valtakunnallisten teknologiahankkeiden esille nostaminen 80-luvun lopulla on eräs näistä. Julkisen siemenrahan ohjaaminen yritysten tutkimus- ja tuotekehitystoimintaan on toinen. Luonnontieteiden ja matematiikan merkityksen jatkuva esillä pitäminen peruskoulussa ja lukiossa on ylläpitänyt kohtuullisen hyvän rekrytointipohjan teknisille aloille. Tässä suhteessa kehitys Suomessa on ollut selvästi myönteisempi kuin muissa Pohjoismaissa.

90-luvulla alkanut opetusministeriön ja yliopistojen välinen vuoropuhelu voimavaroista ja tulosvastuusta on jämäköittänyt yliopistojen toimintaa sekä kouluttajana että hyödynnettävien tutkimustulosten tuottajana. Yliopistot ovat nopeasti ja joustavasti sopeutuneet yritysmaailman koulutuspyyntöihin.

Toivomme, että opetusministeriö myös ymmärtää yliopistojen talkoohenkisyttä tässä asiassa eikä käytä tulosohjausmekanismeja yliopistojen autonomian kaventamiseen. Alueellinen toiminta ja teknologian siirtäminen edellyttävät, että yliopistolla on riittävä oma taloudellinen liikkumavara. Nykyään ulkopuolisen rahoituksen saanti perustuu anomiseen ja hakemusten tekemiseen. Tulevaisuudessa osa rahoituksesta syntyy kumppanuussuhteista. Soveltava tutkimus ja keksiminen synnyttävät liiketoimintaa, jossa yliopisto on myös juridisesti kelpuutettuna osapuolena.

Vuoden 2002 Tilastokeskuksen oppilaitostilastot kertovat, että vain 19 % uusista ylioppilaista eli noin 7000 aloittaa suoraan yliopisto-opiskelun. Opiskelupaikkoja on melkein kolme kertaa enemmän. Ammattikorkeakouluissa tilanne on vielä vääristyneempi, ainoastaan kuudesosa aloittelevista opiskelijoista on kirjoittanut samana vuonna. Tilastojen mukaan peräti 65 % uusista ylioppilaista jättää opiskelun hetkeksi väliin. Osa pitää nk. vapaavuoden, osa odottaa pääsyä toivealalle. Opetusministeriö on syystä huolissaan kasvavasta tulpasta, joka tekee välittömän opiskelupaikan saamisen entistä vaikeammaksi. Tekniikan yliopistoissa tällaista tilannetta ei ole päässyt syntymään, arviolta 70 % aloittaneista tulee suoraan lukiosta. 30 vuotta käytössä ollut yhteisvalinta on eräs syy tähän: ensikertalaiset saavat pienen piste-edun uusijoihin nähden ja itse järjestelmä on ehkäissyt tulppien syntymisen.

Suomen peruskoulu- ja lukio-opetus on vuosikymmenen kestäneen laskukauden jälkeen jälleen todettu hyväksi. Varsinkin matematiikan ja luonnontieteiden kansainväliset kilpailut viestittävät opetuksen olevan oikeilla jäljillä. Tosin Aamulehdessä viikko sitten olleen pääkirjoituksen mukaan lukiolaiset puurtavat lähellä uupumisrajaa, joka viides oppilas kärsii jonkinasteisesta

masennuksesta. Ehkä osa kunnianhimoisista tietomääristä tulisi korvata hyvällä pedagogiikalla, joka ulkoa pänttäämisen sijasta painottaisi ymmärtämistä. Sama pätee myös yliopisto-opetukseen.

Tiiviiseen ohjelmaan on vaikeaa ehdottaa mitään lisättäväksi. Yksi tärkeä elementti tuntuu kuitenkin puuttuvan, valmentautuminen työelämään. Nykyinen heikosti resursoitu koululaisten opinto-ohjaus ei ole riittävä. Yhden ihmisen näkemys on helposti omien kokemusten leimaama. Kuten täydennyskoulutus aikoinaan liitettiin yliopistojen tehtäviin, uutena haasteena yliopistot voisivat kurssittaa koululaisia ammattiopintoihin. Parempi tietoisuus työelämästä ja uramahdollisuuksista lisäisi lukiolaisten koulumotivaatiota ja ohjaisi heidät nykyistä paremmin keskeisille ammattialoille, myös vähemmän muodikkaille.

Opetusministeriö ehdotti vuonna 1996, että TTKK käynnistäisi opettajankoulutuksen. Tekniikkatausta antaisi opettajalle paremmat edellytykset konkretisoida matematiikan, fysiikan ja kemian tarpeellisuutta. Vuodesta 1997 lähtien opettajakoulutukseen on otettu 230 opiskelijaa. Yhteensä 71 opiskelijaa on suorittanut pedagogisia opintoja Tampereen yliopistossa. Toistaiseksi 23 diplomi-insinööriä on valmistunut opettajalinjalta. Aineenopettajan kelpoisuus edellyttää, että opettajankoulutustehtävästä on erikseen säädetty kyseistä yliopistoa koskevassa asetuksessa. Koska säädös puuttuu TTY:n kohdalla, joudumme opiskelijoille hankkimaan vastaavuustodistukset muista yliopistoista. Poikkeuskäytäntö on kuitenkin osoittautunut hankalaksi ja siksi toivomme, että opetusministeriö vielä tämän syksyn aikana voisi tehdä tarpeelliset asetusmuutokset tämän, lähinnä muodollisen puutteen poistamiseksi.

Helsingissä järjestettiin pari viikkoa sitten seminaari, jonka tavoitteena oli korostaa pääkaupunkiseudun merkitystä Suomen talouden veturina. Tilaisuuden nimi oli Symposium on Global Competitiveness through Creativity and Innovation. Kukaan tuskin haluaa kiistää, etteikö Suomen pääkaupunki olisi talouden veturi monessakin suhteessa. Hyväksymme myös alueellisten keskustusten tarpeen nostaa esiin oman alueen hyviä valmiuksia, hyviä saavutuksia tai muuten erinomaisia ominaisuuksia. Huolestuneisuutta herättävät ne puheenvuorot, jotka vetoavat muiden alueiden uhrautuvaisuuteen pääkaupunkiseudun hyväksi. Eräs esitelmätoimittaja toteaa, että ”Suomi tarvitsee alueen, joka on riittävän dynaaminen ja attraktiivinen saavuttaakseen kansainvälisen huippuaseman useammalla osaamisen ja pätevyyden alueella. Ainoa vaihtoehto on pääkaupunkiseutu, joka johtaa bkt:ssä ja vaurauden luomisessa, yliopistokoulutuksessa ja tutkimusinvestoinneissa, uusien innovaatioiden luomisessa, jne.” Puhuja käyttää - toivottavasti epähuomiossa – ilmaisua ”spill over” (ylijäämä) kuvaillen, miten muu Suomi hyötyy pääkaupunkiseudun menestyksestä. Asenne tuntuu oudolta EU-aikana, jona päinvastoin korostetaan alueiden tasavertaisuutta ja kasvukeskusten synergisen vuorovaikutuksen tärkeyttä.

Metropolialueella unohdetaan helposti, että autopuhelimien NMT-järjestelmä kehitettiin Salossa, langattoman koodauksen hajaspektritekniikka Oulussa ja digitaalinen GSM-järjestelmä sekä kommunikaattori Tampereella.

Hyvät kuulijat

Yliopisto- ja korkeakoulumaailma on jatkuvassa liikkeessä. Suurin lähitulevaisuuden haaste on yliopistotutkintojen harmonisointi Bologna-sopimuksen hengessä. Ylempi korkeakoulututkinto muuttuu kaksiportaiseksi, 3+2 vuotta. Jo muutama vuosi sitten palautettiin monitiedeyliopistoissa alempi korkeakoulututkinto eli kandidaattitutkinto. Tekniikassa tilanne on uusi, välitutkintoa ei voida verrata entisajan pikku diplomiiin. Tutkintorakenteen muuttaminen tarjoaa mahdollisuuden

ryhmitellä opetettavat asiat opiskelijoita paremmin motivoivalla tavalla, esimerkiksi aikaistamalla teknisiä aineopintoja ja syventämällä teoreettisia opintoja myöhemmässä vaiheessa.

Tutkintouudistus muodostaa tietyn uhkan diplomi-insinööritutkinnon laadulle. Asiaa valmistellut valtakunnallinen työryhmä haluaa nimittäin sisällyttää diplomityön 2 vuotta kestäväan maisteritutkintoon. Teollisuus ja elinkeinoelämä pitävät diplomityötä tärkeänä osana tutkintoa. 90 % diplomistöistä tehdään yrityksissä. Työ on konkreettinen, käytännönläheinen. Itsenäinen työskentely testaa opiskelijan kykyä hankkia uutta tietoa ja etsiä ongelmiin ratkaisuja. Diplomityö on usein portti ensimmäiseen varsinaiseen työpaikkaan.

Tampereen teknillinen yliopisto edustaa sellaista kantaa, että maisteriosan varsinaisen opiskelun tulisi käsittää vähintään kaksi vuotta. Diplomityö edellyttää 6 kuukautta tämän päälle. Tätä puoltaa kaksi asiaa. Ensimmäiseksi, yliopisto vastaa diplomi-insinöörin ammattitaidosta. Lähimenneisyys osoittaa, kuinka haavoittuva yhteiskunta on kun tekniikka peittää. Kyseessä voi olla sähkökatko, tietokonevirus tai rakennuksen sortuminen. Toinen argumentti liittyy kansainvälistymiseen. Haluamme houkuttaa ulkomaisia opiskelijoita maisteriohjelmiimme. Kolmen lukukauden kurssittaminen ei luo uskottavuutta. Toivon, että tulevaisuudessa keskusteluissa kuullaan eri osapuolten näkökantoja. Ratkaisuihin voi myös rakentaa joustoja. Vaihtoehdot testaavat kilpailukykyä.

Tampereen teknillisessä yliopistossa alkaa 39. lukuvuosi, ensimmäistä kertaa uudella nimellä. Kokemukset nimenmuutoksesta ovat olleet positiivisia. Vilkas rakentamiskausi on ainakin hetkeksi siirtynyt suvantovaiheeseen, kun viimeinen hanke, arkkitehtuuriosaston lisärakennus, vihittiin käyttöön viime maanantaina. Modernit tilat ja kävelyetäisyys osastojen ja laitosten välillä ovat seikkoja, joista voimme olla tyytyväisiä. Hyvät puitteet kannustavat varsinaisessa tehtävässä.

Tänä syksynä aloittaa opintonsa 1375 opiskelijaa. Ensisijaishakijoiden määrä oli 2714. Arkkitehtuuriosastolle oli 7 hakijaa aloituspaikkaa kohti, teknis-luonnontieteelliselle ja tuotantotalouden osastolle 5 hakijaa, ympäristö- ja energiatekniikan osastolle sekä opettajakoulutukseen 3 hakijaa aloituspaikkaa kohti. Lähes kaikille muilla osastoille hyväksyttiin joka toinen hakija. Perinteiset alat kuten konetekniikka ja rakennustekniikka houkuttelivat yllättävän monta ylioppilasta. Kirjoissa olevien määrä lähestyy nyt 12 500 opiskelijaa. Toivomme tietysti, että kiulu sisään otettavien ja valmistuvien välillä vähitellen kapenee. Vuonna 2002 valmistui 703 diplomi-insinööriä ja arkkitehtia, 27 tekniikan lisensointia sekä 58 tekniikan tohtoria.

Arvoisat kuulijat

Näillä sanoilla julistan lukuvuoden 2003-2004 alkaneeksi, samalla toivottaen professoreille, opiskelijoille, tutkijoille ja muulle henkilökunnalle parhainta menestystä tehtävissään.

Jarl-Thure Eriksson

TTYn avajaiset 2006

Arvoisa ministeri (Kauppa- ja teollisuusministeri Mauri Pekkarinen)
Hyvät naiset ja herrat

Vielä 30–40 vuotta sitten nuoren ihmisen motivaatiota muovasivat kasvatus, koulu ja osin uskonto. Tänään siitä huolehtivat media ja digitaalinen ympäristö. Vanhoja aikoja ei tässäkään evoluutioketjussa kannata haikailla. Sen sijaan tulee nähdä uuden tilanteen suomat mahdollisuudet ja mukauttaa sosiaaliset ja yhteiskunnalliset pelisäännöt uusien käyttäytymismallien mukaisiksi.

Lapsen aivot ovat kuuden vuoden iässä saavuttaneet lähes 90 % aikuisen aivojen koosta. Kognitiiviset kyvyt ja erityisesti kyky tehdä valintoja ja päätöksiä kompleksisessa tilanteessa kypsyvät hitaasti. Tieteessä on hiljattain tultu siihen tulokseen, että tuo prosessi kestää lähes koko murrosiän ajan. Se, mitä ennen luultiin nuorison kapinallisuudeksi, johtuukin fysiologisesta kehityskaaresta. Vielä teini-iässä nuori imee runsaasti vaikutteita ympäristöstään. Muotitrendit ja idolit lisäävät kaaosta kypsyttä hakevissa aivoissa, mielihalu ja motivaatio ailahtelevat.

Peruskoulun yläasteen ja lukion tulisi valmentaa oppilaita ammatinvalintaan. On hämmästyttävää, että sopeutuminen aikuiselämään ja yhteiskuntavastuun kohtaamiseen on jäänyt miltei täysi huomioimatta pedagogiaan panostavassa opettajankoulutuksessa. Valinta lukion, ammattinopillaitoksen tai tyhjiyden välillä on nuoren ensimmäinen tienhaara. Viimeisen vaihtoehdon valitsee lähes 15 %. Tietämättömyys ruokkii syrjäytymistä.

Lukiossa valinta reaaliaineiden, kielten ja pitkän matematiikan välillä edellyttää tietoa korkeakouluopiskelusta, ammattien sisällöstä ja työllisyysnäköistä. Lukion ja ammattioppilaitoksen välimaastoon tarvitaan lisää erikoislukioita, jotka harrastusten pohjalta innostavat nuoria vahvistamaan taitojaan tulevaa toimentuloa varten. Jos johonkin niin lukiovaiheeseen tarvittaisiin duaalimallia, joka tarjoaisi vaihtoehtoisia reittejä yliopisto- ja ammattikorkeakouluopintoihin.

Tasavallan presidentti Tarja Halonen sijoittui Forbes-lehden naisjohtajien ranking-listalla sijalle 44. Poliittisten vaikuttajien joukossa hän on peräti seitsemäs.

Shanghaiyliopiston vuosittain laatima yliopistojen ranking-lista sen sijaan kohtelee suomalaisyliopistoja aina yhtä tyyliä. Runebergiä mukailen: ”On maamme köyhä, siksi jää, jos Nobel-palkintoja kaivannet.” Palkinnot sekä artikkelit luonnontieteiden huippulehdissä Nature ja Science ovat listan keskeisiä indikaattoreita. Myös tieteellisten julkaisujen tiheä esiintyminen kuuluisan Science Citation Indexin rekistereissä vaikuttaa sijoitukseen.

Heikolle menestykselle Shanghai-listalla löytyy aina selityksiä. Samalla on kuitenkin myönnettävä, että myös melko pienet ja tuntemattomat yliopistot voivat sijoittua kohtuullisen hyvin. Esimerkkinä mainittakoon Sveriges Lantbruksuniversitet, joka monipuolisuudellaan mm. bio- ja ympäristöaloilla on päässyt sijoille 200–300 ennen Suomen kakkosta, Turun yliopistoa.

Suomessa on tunnustettava, että olemme hajottaneet voimavarojamme liian moneen tehtävään. Yliopistojen on keskitettävä resurssejaan tieteelliseen profiiliin nostamiseen. Julkaisujemme arvostus ja niihin viittaaminen kasvavat vain tiivistämällä kansainvälisiä yhteyksiä. Osallistuminen konferensseihin ei riitä, täytyy uskaltaa puhua ja rakentaa henkilökohtaisia kontaktiverkostoja.

”There is plenty of room at the bottom”, eli pohjalla on paljon tilaa, otsikoi fyysikko ja nobelisti Richard Feynman kuuluisan esitelmänsä v. 1960. Toteamus vie ensimmäisenä ajatukset edellä mainittuihin yliopistojen rankinglistoihin. Esimerkiksi Yhdysvaltojen tuhannen yliopiston joukosta erottuu noin 80 yliopistosta koostuva kärki, joka menestyy vertailuissa ja jakaa pääosan maan tutkimusvaroista. Muut yliopistot ja colleget eli ammattikorkeakoulut ovat lähes puhtaita koulutuslaitoksia. Suomessa yliopistot ovat laadultaan tasaisempia ja täydentävät toisiaan paremmin niin opetuksessa kuin tutkimuksessakin.

Feynmanin mielessä oli kuitenkin jotakin aivan muuta. Pohja on pienuudessa, nanomaailmassa, ja Feynmanun esitelmää pidetäänkin nanotekniikan lähtölaukauksena. Taustalla oli todennäköisesti kolme vuotta aikaisemmin oivallettu DNA:n rakennemalli, johon Feynman myös viittasi.

DNA varastoi ihmiskehon koko perimätiedon molekyyleihinsa. Konkreettisimpana esimerkkinä Feynman mainitsi Encyclopedia Britannican tallentamisen nuppineulan päähän. Mikrosiruteknologiassa olemme lähestymässä tätä tavoitetta. Feynman kehitti ajatustaan laajemmin koskemaan ihmisen teknologista taitoa suunnitella ja toteuttaa atomitason rakenteita. Nykyään mm. puolijohdelasereita valmistetaan lisäämällä atomeja kerros kerrokselta.

Tampereen teknillinen yliopisto on nostanut nanofotoniikan yhdeksi kärkitutkimusalakseen. Nanofotoniikassa hyödynnetään nanotekniikkaa erilaisten valoteknisten materiaalien ja komponenttien tuottamiseksi. Alan tutkimusta tehdään fysiikan, kemian ja materiaaliopin laitoksilla. Merkittävänä uranuurtajana alalla toimii Optoelektroniikan tutkimuskeskus ORC.

Muut TTY:n priorisoimat huippualat ovat signaalinkäsittely – jonka sivuhaaroja ovat bioinformatiikka ja lääketieteellinen kuvantamistekniikka – älykkäät liikkuvat koneet sekä biotekniikka. Näiden alojen tieteellinen taso on korkea. Aiheiden on tarkoitus sitoa yhteen useammat laitokset ja edistää tieteellistä profiloitumista. Esimerkiksi älykkäät liikkuvat koneet yhdistävät osaamista automaation, konetekniikan ja tietotekniikan aloilta. Myös biotekniikalla on TTY:ssä laaja pohja, ja lisävahvuutta haetaan yhteistyössä Tampereen yliopiston kanssa.

Elinkeinoelämästä yliopistomaailmaan kantautuva viesti on selvä: yliopistojen on fokusoitava perustehtäviinsä koulutukseen ja tutkimukseen. Yliopistot joutuvat jatkossa harkitsemaan hyvin tarkasti sitoutumistaan etätoimintaan, minkä seurauksena ammattikorkeakoulujen asema aluepoliittisessa kentässä voimistuu. Erityisesti teknillisten yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen välille syntyy luonteva työnjako, kun siirtymistä insinöörikoulutuksesta diplomi-insinööri-koulutukseen helpotetaan tarjoamalla syventäviä teoriaopintoja eteville ammattikorkeakouluopiskelijoille. Tämä sinänsä ainoa järkevä malli mahdollistaa yliopistoille lisäpanostukset maisteri- ja tohtorikoulutusvaiheeseen.

Uusi korkeakoulukeksintölaki on askel kohti yliopistojen itsenäisempää taloudellista päätäntävaltaa. Samalla immateriaalioikeudet tuovat yliopistoille tärkeän lisäresurssin.

Korkeakoulukeksintölaki edellyttää yliopistoilta yritysmäistä otetta sekä tutkimustiedon suojaamisessa että sen kaupallistamisessa. Ns. vapaassa tutkimuksessa oikeus keksintöön kuuluu lähtökohtaisesti keksijälle. Yliopiston tulee kuitenkin huolehtia kiinnostavan keksinnön hyödyntämisestä joko yhdessä keksijän kanssa tai lunastamalla keksinnön oikeudet. Rahoitetussa projektitutkimuksessa strategioita on useampia. Yliopisto voi linjata pitävänsä kaikki oikeudet

itsellään ja myöntävänsä vain lisenssejä, tai luopua oikeuksistaan sopimuksin. Koska oikeuksien markkinointi on kaupallista toimintaa, yliopiston tulee olla osakkaana yrityksessä, joka tehokkaasti ja luotettavasti huolehtii immateriaalipohjaisten tulosten siirrosta yhteiskunnan käyttöön. Toimivia käytäntöjä kiteytyy varmasti lähivuosina.

Haluan uskoa, että järki voittaa valtiovarainministeriön henkilöstösäästöohjelman toteutuksessa. Kattava valtionhallinnon henkilöstöinventaario on toki tarpeen, ja myös yliopistojen on hyvä tarkistaa henkilöstörakennettaan. Mutta ehdottomat henkilöstövähennykset sopivat huonosti yhteen niiden vaatimusten kanssa, joiden mukaan yliopistojen tulee lisätä opettajaresursseja ja edistää huippututkimusta vahvistamalla tutkimuksen infrastruktuuria.

Tutkimusta tehdään pääsääntöisesti ulkopuolisella rahoituksella. Koska rahan hankkiminen vaatii tietyn työpanoksen, henkilöpuola ja professorien stressi näkyvät välittömästi rahan laskuna. Vaikutukset tutkimuksen laatuun ilmenevät vasta myöhemmin.

Täydellinen talousvastuu takaa henkilökuntamäärän pysymisen minimissään. Tarvitaan pikemminkin normeja opettajien ja tutkimusta johtavien tutkijoiden vähimmäismäärästä, jotteivät yliopistot testaisi peruslaatuarvoja liian ahneesti.

Hyvät naiset ja herrat

Tieteen merkitys hyvinvoinnille on ilmeinen. Euroopan Unioni lisää panostuksiaan tieteeseen perustamalla yhteisen tiedesäätiön ESF:n (European Science Foundation) sekä huippuyksiköistä koostuvan konsortiomuotoisen yliopiston, EIT:n (European Institute of Technology).

Suomen kilpailukyky on rankattu maailman kärkeen juuri tutkimusinfrastruktuurin ja innovaatiojärjestelmän ansiosta. Maassamme tiede- ja teknologiapolitiikasta vastaa pääministeri, mutta sen toteuttaminen on hajautettu useampaan ministeriöön. Järjestelmällisen tiedestrategian valmistelu ja sen menestyksellinen täytäntöönpano edellyttävät voimavarojen keskittämistä. Suomeen on syytä harkita tiede- ja teknologiaministerin salkun perustamista. Ministeriä tukemaan tarvitaan riittävän asiantunteva virasto, jonka toinen jalka olisi kauppaa- ja teollisuusministeriössä ja toinen opetusministeriössä. Ranskassa on opetusministerin tukena korkeakoulu- ja tutkimusministeri. Saksalla puolestaan on oma talouden ja tutkimuksen ministeri.

Suomi on kehittänyt yliopistolaitoksen, joka sitoutuneesti ja herkän joustavasti palvelee yhteiskuntaa ja sen taloudellista hyvinvointia. Kansainvälinen tunnustus on kiistaton. Paikantamalla kansalliset tarpeet ja asettamalla tavoitteet oikein valtiovalta pystyy johdattelemaan yliopistoja huippusuorituksiin ilman jyrkkiä ja usein jopa masentavia muutosliikkeitä. Yliopisto on resurssi, jota pitää osata käyttää.

Jarl-Thure Eriksson

Ylioppilaskunnan puheenjohtaja, arvoisa juhlayleisö

”Tuleekohan tuosta koskaan mitään, kun se on tuollainen räpäle?”, kyseli keskostaan katseleva äiti onnettomana seuranaan Lastenlinnan ylilääkäri sittemmin arkkiaatri Arvo Ylppö. ”Kyllä siitä vielä mies tulee, olenhan minäkin syntynyt keskosena”, lohdutteli Ylppö. Silloin äiti peitti kasvonsa ja parkaisi ”Voi hyvä luoja!”

Seitsemän vuotta Tampereen teknillisen korkeakoulun ylioppilaskunta oli eräänlainen keskonen, Helsingin emäkorkeakoulun alaosasto. Oman ylioppilaskunnan perustaminen tuli mahdolliseksi vasta 1972 korkeakoulun itsenäistyttyä. Näin ollen on syntynyt paradoksaalinen tilanne, että vanhimmat killat ovat jo 30-vuotiaita. Pohdin viikko sitten rakennuskillan syntymäpäivillä, olisiko korkeakoulun myös pitänyt juhlia vuosisadan neljännettään tänä vuonna. Miltä kuulostaisi, jos kana (lue TTKK) olisi muniaan (lue killat) 7 vuotta nuorempi. Entäs ensimmäiset diplomi-insinöörit, ovatko he Helsingin teknillisen korkeakoulun vai Tampereen kasvatteja? Kyllä he ovat valmistuneet Tampereen teknillisestä korkeakoulusta ja voivat siitä olla ylpeitä. Juhlimme siis TTKK:n 35-vuotissynttäreitä vuonna 2000.

Yliopistolaitos on ihmeellinen rakennelma. Se on ihmisen luoma instituutio, jonka tehtävä on tuottaa tietoa ja välittää osaamista tulieville sukupolville. Sitä voisi kutsua eräänlaiseksi pankkilaitokseksi, joka kartuttaa ja jalostaa henkistä pääomaa, mutta pankista poiketen auliisti – ainakin toistaiseksi - jakaa tuotettaan ihmiskunnan hyväksi. Ehkä tästä syystä yliopisto on ihmiskunnan kestävimpiä aikaansaannoksia, nykymuodossaan lähes tuhat vuotta vanhaa. Sitä voisi kutsua kulttuurin ja henkisen viljelyn vakaajaksi. Siitä huolimatta yliopiston tehtävä on toimia yhteiskunnan kehittäjänä. Itsenäisenä sen tulee tarjota keskustelufoorumi vapaalle arvostelulle. Luonnontieteiden ja tekniikan osalta tiedekorkeakoulu etsii tietään väärinkäsitysten ja ennakkoluulojen sokkeloisesta labyrintistä. Luonnonilmiöiden parempi ymmärtäminen koituu ehkä aikanaan ihmiskunnan ja – toivon mukaan – koko elinympäristön hyödyksi.

Opiskelijat edustavat yliopistossa tulevaisuutta. He vievät kehitystä eteenpäin ja he vaikuttavat suunnanvalintaan suhtautumalla kriittisesti niin opetukseen kuin opiskeluolosuhteisiin ja yhteiskuntaan yleensäkin. Korkeakoulumme on välttynyt vakavista intressien törmäyksistä. Mikä ei tarkoita, ettei kiista-aiheita olisi ollut. Ansio siitä, että harmonia yleensä löytyy kriisitilanteissa, kuuluu pitkälti ylioppilaskunnalle, sen hallitukselle ja taustavaikuttajille. Heidän valppaudestaan moni kehityshanke on lähtenyt liikkeelle. Osan ansioista saanen myös osoittaa rehtoriedeltäjilleni ja muille johtohenkilöille, jotka mielellään ovat lainanneet korvaansa opiskelijoiden esityksille tai jotka omasta aloitteesta ovat hakeneet tukea uudelle hankkeelle juuri ylioppilaskuntaa kuunnellen.

Henkilökohtaisesti olen iloinen opiskelijoiden kontakteista ja siitä tuesta, jota tunnen saavani ylioppilaskunnan taholta rehtorin monasti varsin kompleksisissa tehtäväkuvioissa.

Päätteeksi kerron pienen kaskun 30-luvun presidentistä, Per Edvind Svinhufvudista, myös Ukko-Pekaksi kutsuttu. Sukunimi aiheutti kansan suussa jonkin verran ääntämisvaikeuksia:

”Koulutarkastaja vieraili kansakoulun ala-asteella ja esitti ensimmäiseksi kysymyksen: ’Kuka on Suomen presidentti?’ Oppilaat viittasivat innokkaasti ja tarkastaja valitsi nuorimman pojan. ’Vinhuu!’ kuului reipas vastaus.

Opettaja puuttui silloin asiaan: ’Tarkoitat varmaan oikeaa henkilöä, mutta nimi lausutaan Vinhuutti’.

Nyt oli tarkastajan vuoro rykäistä ja sanoa: 'Ei edes opettajan lausuminen ollut aivan kohdallaan. Presidentin nimi lausutaan Vinhutvut!' ”

Niin, sanokaa Jalle vaan!

Tampereen teknillisen korkeakoulun ylioppilaskunnan 27. vuosijuhla,
22.10.1999

Ylioppilaskunnan puheenjohtaja Arvoisa juhlayleisö

Ylioppilaskunta perustettiin 27 vuotta sitten. Ei vietetä pyöreitä juhlavuosia. Paitsi jos turvaudumme matematiikan sallimiin nokkeluuksiin. Kaksikymmentäseitsemän on 3 potenssiin 3. Ei binomisessa järjestelmässä, vaan trinomisessa järjestelmässä 27 kirjoitettaisiin 1000 eli se vastaisi normaalin kymmenjärjestelmän tuhatta.

Ylioppilaskunnan vuosijuhlan juhlapuhe on suuri kunnianosoitus sen pitäjälle. Presidentti Urho Kekkonen puhui ainakin kahdesti vastaavanlaisessa tilaisuudessa. Molempina kertoina puhe herätti julkista huomiota. Pohjois-Pohjalaisen osakunnan vuosijuhlassa Helsingissä v. 1967 Kekkonen puhui Yhdenmukaisuudesta erilaisuuteen. Hän totesi mm.:

”On varsin luonnollista, että tekniikan vallankumouksellinen kehitys muuttaa voimakkaasti myös maailmankuvamme ja ajatustottumuksiamme. Elämme siirtymäkautta, jolloin vanha ei ole vielä menettänyt asemiaan, koska uusi on vasta muotoutumassa. Mutta jokainen käsittää, että tulevaisuus on hävittävä paljon arvoja, joilla vielä tänään on tärkeä sija.”

Puhuessaan 1968 Helsingin ylioppilaskunnan 100-vuotisjuhlassa Konservatoriossa, jonne juhla oli jouduttu siirtämään radikaaliylioppilaiden pitäessä hallussaan vanhaa ylioppilastaloa, Kekkonen ei käsitellyt maan vanhimman yliopiston vuosisataisia kunniakkaita perinteitä. Sensijaan hän keskittyi koko maan ylioppilasnuorison opintososiaalisiin ongelmiin ja harmaalta näyttäviin tulevaisuuden mahdollisuuksiin. Suuret ikäluokat olivat tulleet korkeakouluikään; uusien ylioppilaiden oli vaikea löytää opiskelijapaikkoja maan korkeakoululaitoksen piirissä ja loppututkinnon asti päässeiden opiskelijoiden oli vaikea sijoittua yhteiskunnan palvelukseen. Osin tämä pätee vielä tänä päivänä. Nykynuorison varsinainen haaste on kuitenkin kyseisten suurten ikäluokkien eläkkeiden maksaminen.

Presidenttinä ollessaan Kekkonen ei halunnut sitoutua mihinkään erityiseen poliittiseen kantaan. Idän ystävyyspolitiikka saattoi saada marxilaisradikaalin uskomaan jonkinlaiseen kotikenttätuun. Näin eräs ihmetteli: ”Kun se perkele viihtyy niin hyvin meikäläistenkin seurassa, ottaa ryypyn ja laskee pilaa. Ja se sietää pirun paljon. Mutta toisaalta se viihtyy varmaan vuorineuvostenkin kanssa, juo niiden kanssa konjakkia ja polttaa sikaria. Kumpaan ryhmään se oikein mahtaa samaistua?”

Kekkonen valitti kerran Tamminiemessä vasemmistolaiselle julkkispastorille Terho Pursiaiselle, että hän oli lukenut Pursiaisen kirjan, ja mielenkiintoinen se oli, mutta hän ei ollut ymmärtänyt kaikkea. Tähän Pursiainen

”Yritin kyllä kirjoittaa sen niin, että kaikki ymmärtäisivät.”

”Mutta Te ette ottanut huomioon, että minäkin tulisi sen lukemaan.”

Vietämme vuosijuhlaa historiallisella maaperällä, entisen Tampella Oy:n teollisuuskorttelissa. Tämä seikka saa minut palauttamaan mieliin Tampereen maineikkaan historian.

Vuonna 1819 Britannian Bibliaseuran asiamies John Paterson matkusti skotlantilaisen ystävänsä James Finlaysonin kanssa Pietarista Tampereelle näyttääkseen komean kosken ja sen tarjoamat mahdollisuudet teolliseen toimintaan. Finlayson innostui ja muutti vaimoineen Tampereelle v. 1821.

Tammerkosken yläjuoksun länsirannalla – vastarannalla siis - sijaitsi iso vanha viinanpolttimorakennus, johon Finlaysonit asettuivat asumaan. Jameksen tarkoitus oli perustaa tehdas, joka valmistaisi koneita pellavan, villan ja puuvillan muokkaamiseksi sekä pellavankehrukoneita. Työkalujen ja valmistuskoneiden tuominen Englannista Hämeen erämaakaupunkiin vei aikaa. Hengenpitimiksi Margaret-vaimo perusti Tampereen ensimmäisen yrityshautomon. Isoon taloon hankittiin joukon kangaspuita, joiden käyttäjiksi palkattiin lähiympäristön naisväkeä. Vähitellen sijoitettiin kangaspuita myös kaupunkilaisten koteihin. Suomesta ei vielä löytynyt markkinoita James Finlaysonin konetuotteille, vaan tehdastoiminta keskittyi alkuvuosina villa- ja pellavalangan kehräämiseen.

Näistä epävarmoista ensiaskeleista kehkeytyi aikanaan Suomen merkittävin teollisuuskaupunki, Tampere. Lyhyessä ajassa 1800-luvun jälkipuoliskolla tehdastuotanto kasvoi käsittämään lähes kaikkia modernin teollisuusmaan aloja kengistä lokomotiiveihin. Tamperelaisilta yrittäjiltä ei puuttunut innovatiivisuutta. Rohkeasti lähdettiin soveltamaan uutta tekniikkaa. Tampereen Pellava- ja Rautateollisuus Oy (tuleva Tampella Oy) rakensi potkurikäyttöisen höyrylaivan vuonna 1865, vain 3 vuotta sen jälkeen kuin potkurin keksijä John Ericsson (ei muuten sukua) oli sitä menestyksekkäästi soveltanut panssarilaivaansa Monitoriin. Täkäläisen aluksen nimi oli, kuinkas muuten, s/s Tampere. Sähkövalo syttyi Finlaysonin tehtaassa vuonna 1882 Edisonin ensimmäisen sarjan generaattorien tuottamana. Lentokoneteollisuus tuli Tampereelle maailmansotien välillä. Täällä rakennettiin lisenssillä Fokkerin tiedustelu- ja hävittäjälentokoneita. Myös muutama legendaarinen Blenheimin-kone valmistui. Omaa korkeaa teknologiaa edustivat Arvo Ylisen, sittemmin lujusopin guruprofessorin, suunnittelemat Tuisku- ja Pyry-lentokoneet.

Entäs tänään? Toki ei tarvitse hävetä viimeisiä saavutuksia. Lokomo Steels kehitti 80-luvulla ultralujan teräksen, joka mahdollisti syväasukelluskellojen rakentamisen. Tamperelaisella sukellusrobotilla tutkittiin Titanicin hylkyä ja tuotiin artefakteja vuosisadan alun suuresta katastrofista. Keskustelemme päivittäin tietoyhteiskunnasta, jonka keskeisimpiä toimintoja on nopea, etäisyysistä riippumaton tiedonsiirto ihmiseltä toiselle. Nokia Communicator kehitettiin tätä tehtävää varten Tampereen Hervannassa.

...

Yliopiston tehtävistä ja tulevaisuudesta käydään tavallista vilkkaampaa keskustelua. Onko yliopisto kriisissä? Pyrin seuraavassa karkeasti analysoida instituution kehitysvaiheita ja nykypäivän haasteita.

Kirkon jälkeen yliopistolaitos kuuluu läntisen kulttuurin vanhimpiin instituutioihin. Viime vuonna Bolognan yliopisto täytti 840 vuotta. Keväällä 1998 Pariisin yliopisto vietti 800-vuotisjuhliansa. Yliopistoinstituutio on osoittautunut varsin vakaaksi ja samalla muuntelukykyiseksi. Pitkän taipaleen aikana ihanteet ja päämäärät ovat vaihtuneet. Keskiajan yliopisto oli pitkälti uskonnon leimaama, sille oli ominaista kirjoitetun sanan tulkinnanvarainen mystiikka, tiedon dogmaattisuus ja juhlamenojen sakraalisuus. Renessanssi ja valistus aika toivat vapaan ajattelun elementit yliopistoihin.

Etsittäessä modernin yliopiston juuria on usein viitattu von Humboldtiin. On pantava merkille, että von Humboldtteja oli kaksi vieläpä veljeksiä, Wilhelm ja Alexander. Alexanderista tuli kuuluisa tutkimusretkeilijä ja kasvimaantieteen perustaja. Humboldtvirta on saanut nimensä hänen mukaansa. Vanhempi veli Wilhelm suuntautui filosofiaan ja humanistisiin tieteisiin ja saavutti verraten nuorena merkittävän aseman tultuaan v. 1808 Preussin opetusministeriksi. Hänen toimestaan perustettiin Berliinin yliopisto v. 1810. Humboldt-doktriinin mukaan yliopistollisen

opetuksen tulisi perustua tieteelliseen tutkimukseen. Näin oli jo ollut asianlaita jonkin aikaa, mutta opetusta leimasivat vielä vahvasti teologia ja sen liitännäisaineet kaunopuheisuus ja klassiset kielet (joiden merkitystä ei suinkaan tule väheksyä). Kaksi veljestä tuli tavallaan symbolisoineeksi tieteen kahtiajakoa, toinen oli merkittävä luonnontieteilijä toinen humanisti ja filosofi.

Jos 1800-luku oli faktojen etsimisen ja metodien kehittämisen vuosisata, voidaan 1900-lukua kutsua joukkosivistyksen vuosisadaksi, varsinkin sen jälkipuoliskoa. (Tieteellisesti 1900-luku on sisältänyt suuria mullistuksia erityisesti fysiikan alalla.) Demokraattisen yhteiskuntakehityksen myötä jokaiselle kansalaiselle on tarjoutunut tasavertainen mahdollisuus hankkiutua yliopistolliseen koulutukseen. Yksilön kannalta näin pitääkin olla, mutta koulutuksen massaluonne on tehnyt yliopistosta epäpersoonallisen, yleissivistävä luonne on hävinnyt ja määrälliset tavoitteet ovat saaneet enemmän painoa kuin laadulliset. Valtion rahallinen sitoutuminen on luonnollisesti rajoittanut yliopistojen itsenäisyyttä. Tämä sidos säilyy siitä huolimatta, että uusi yliopistolaki juhlallisesti julistaa yliopiston autonomiseksi.

Toisen maailmansodan jälkeen investoinnit tieteelliseen tutkimukseen kasvoivat jyrkästi. Huomattiin, että yliopistoilla oli käyttämätöntä kapasiteettia hankkia ja jalostaa kapeiden sektoreiden erikoistietoa. Yliopistosta tuli väline, jonka avulla kansakunta kartutti inhimillistä pääomaansa, koulutuksen ja tutkimuksen yhteys merkitsi kilpailuetua ja hyvinvointia.

Tekniikan korkeakouluopetus tähtää selkeään ammattiosaamiseen. Opintojen monipuolisuus sekä käytännön ongelmien ratkaisuhakuisuus ovat johtaneet siihen, että diplomi-insinöörejä haetaan mitä erilaisempiin yhteiskunnan ja elinkeinoelämän suunnittelu- ja johtotehtäviin.

Hyvät kuulijat

Onko yliopistolaitos kriisissä? Tuskin, sen yhteiskunnallinen merkitys on vahvistunut ja sen tarpeellisuus on jokaiselle ilmeinen. Mutta korkeakoulututkintoon johtavan koulutuksen rakenteita tulee kehittää.

Bologna, pizza bolognese. Tulee melkein vesi kielelle. Maailman vanhin yliopisto sijaitsee siis Bolognassa. Sen kunniaksi allekirjoitettiin viime kesäkuussa (1997) nk. Bolognan julistus, jonka tarkoitus on harmonisoida Euroopan yliopisto- ja korkeakoulututkintoja. Myös Suomen opetusministeri Maija Rask allekirjoitti sopimuksen. Tätä on tulkittu ensiaskeleeksi ammattikorkeakoulujen ja yliopistojen yhteen sulauttamiseksi.

Opetusministeriön tuoreessa kehittämissuunnitelmassa puhutaan kahden pilarin mallista. Suunnitelmassa yliopistolaitos koki yleisesti ottaen jäävänsä ammattikorkeakoulun varjoon. Tämä sai miltei kaikkia yliopistorehtoreita puhumaan sekä Bolognan julistuksesta että kehittämissuunnitelmasta syksyn avajaisissa. Pisimmälle meni Helsingin yliopiston rehtori Kari Raivio, joka kyseenalaisti ministeriöiden virkamiesten pätevyyttä käsitellä yliopiston asioita, tohtoreita kun on hyvin vähän. Epäsuorasti kritiikki kohdistui myös opetusministeriin. Ministeri luonnollisesti loukkaantui syvästi. Viime tiistaina OPM järjesti Turussa johdon seminaarin. Posket hieman punaisina opetusministeri aloitti kertomalla, että hän ja rehtori Raivio olivat tehneet sovinnon halailten ja pusuja vaihdellen. Poskelle hän täsmensi.

Asiapuolella opetusministeri Rask vakuutti, että ammattikorkeakouluista ei ole tarkoitus tehdä esiyliopistoja. Vahvistetaan Suomessa hyväksi todettua kahden itsenäisen koulutusväylän

järjestelmää.

Hyvä juhlayleisö

Pitkästä perinteestä huolimatta yliopisto ei koskaan näytä vanhalta. Sen piirissä liikkuu aina nuoria ja tiedonhaluisia ihmisiä. Laboratorioista löytyy ellei uusinta niin ainakin modernia tekniikkaa. Toiminnan suunta on selvästi kohti tulevaisuutta. Vuosien varrella korkeakoulussamme ovat opettajien ja opiskelijoiden välille kehittyneet hyvät yhteistoimintaperinteet. Ylioppilaskunta on arvokas keskustelukumppani silloin, kun hahmotetaan tulevaisuuden suuntaviivoja.

Presidentti Kekkonen suosiota heijastavat ne lukuisat kaskut, jotka syntyivät hänen persoonansa ympärille. Päätän kertomalla yhden niistä:

Kekkonen vieraili Pohjois-Suomessa talossa, johon oli syntynyt viidet kaksoset.
”Viidet kaksoset!”, ihmetteli Kekkonen, ”onko sitten joka kerralla tullut kaksoset?”
Emäntä vastasi ujosti: ”Ei, tavallisesti ei tuu mitään.”

Tampereen teknillisen korkeakoulun ylioppilaskunta kartuttakoon ikää ja perinteitä. Sen henki pysyy iättömästi nuorena. Kiitos.

Jarl-Thure Eriksson

Tampereen teknillisen seuran vuosijuhla 7.2.2015

Arvoisa juhlayleisö, hyvät naiset ja herrat

Tampereen teknillisen yliopiston hallituksen puheenjohtaja Tero Ojanperä sanoi äskettäin Kauppalehden haastattelussa, että koulunsa viime syksyllä aloittaneet lapset syntyivät samana vuonna kuin iPhone tuli markkinoille. Meille tämä aika tuntuu lyhyeltä, mutta nuorille koululaisille kosketusnäyttöpuhelin on aina ollut olemassa, heille digimaailma on luonnollinen osa arkea.

Tänä vuonna tulee 64 vuotta siitä, kun itse aloitin kansakoulun. Laitoin hiljattain luokkakuvan Facebookin sivulle Gamla bilder från Houtskär (eli Vanhoja kuvia Houtskarista), yhteensä tuli noin 150 ”tykkää” ja viitisenkymmentä kommenttia aiheeseen liittyen, mm tuore valokuva torpasta johon ala-asteemme oli sijoitettu. 64 vuoden aikana maailmassa on tapahtunut paljon. Vuonna 1951 transistori oli aivan tuore keksintö, siitä huolimatta transistoriradiot tulivat jo 50-luvun lopussa. Minulla on radiotekniikan käsikirja 60-luvun alusta, jossa esitetään transistori-TV:n kytkentäkaavio. Tietokoneet yleistyivät nopeasti, v. 66 teimme TKK:ssa ohjelmoinnin harjoitustyöt Algolilla, myöhemmin Fortranilla, säätötekniikan harjoitustyöt testattiin upo uudella IBM-tietokoneella. 1969 ihminen käveli kuussa ja seurassimme tapahtumia suorassa TV-lähetyksessä.

Itse tutkin suprajohtavuutta 70-luvusta alkaen. Häviötön sähkömagneetti lupasi poweria jäänmurtajien dieselsähköjärjestelmään. Rakensimme 100 kW prototyypikoneen, joka toimi kaikin puolin täydellisesti. Mutta juuri silloin tehoelektronikka koki voimakkaan kehityksen, tyristori lupasi sähkönsiirtoa ilman pyöriviä koneita ja paljon toimintavarmemmin kuin nesteheliumlämpötiloja vaativa supratekniikka. Vielä tänä päivänä suprajohtavuus on vain käytössä magneettikuvauksessa ja fysiikkatutkimuksen magneeteissa, esimerkiksi CERN:ssä.

Hyvät kuulijat

Tänä vuonna Tampereen teknillinen yliopisto täyttää 50 vuotta. Toiminta alkoi Helsingin teknillisen korkeakoulun sivukorkeakouluna 1965. Itse aloitin opinnot TKK:ssa v 1964 ja huomasin, että jotakin oli tekeillä Tampereella, kun toisen vuosikurssin fysiikan professori Unto Korhonen välillä oli estetty Tampereen asoiden hoitamisen takia. Hän toimi TTKKn ensimmäisenä asiamiehenä, rehtori tuli vasta itsenäistymisen myötä 1972. Vuosien varrella kuulin paljon myönteistä Tampereelle siirtyneistä professoreista, mm. Juhani Kärnästä ja Pauli Karttusesta, entisiä opettajiani. Tämä oli siemen, joka vähitellen alkoi itää, päätös siirtyä Tampereelle v. 1980 oli helppo tehdä. Tätä päätöstä Raija ja minä emme ole katuneet. Tampere on kohdellut meitä hyvin.

Tekniikan juuret kulkevat syvällä menneisyyden mullassa. Mika Waltari kertoo Sinuhun ihmetelleen Kretan korkeata kulttuuria palatseineen, kylpylöineen ja lämminvesijärjestelmineen. Tämä oli arkeologista tietoa 3300 vuoden takaa. Sana insinööri juontaa juurensa latinan verbistä ingenero tarkoittaen synnyttää, luoda. Ingenium puolestaan tarkoittaa synnynnäinen kyky, mitä ei pidä ottaa aivan kirjaimellisesti. Vuonna 1066 Wilhelm Valloittaja toi muutaman engynour-nimisen taitajan mukanaan Englantiin huolehtimaan sotakoneista ja siltarakenteista.

Ranskassa Ludwig XV ymmärsi, että sotatekniikkaa pitää soveltaa laajemmin yhteiskunnassa, siksi hän perusti ensimmäisen alan koulun v. 1747, Ecole des Ponts et chaussees, Siltojen ja teiden koulu. Opettajina toimivat kuuluisa ensyklopedisti Diderot ja matemaatikko d'Alambert. Tekniikan opetus yleistyi 1800-luvun alussa, varsinkin Saksassa perustettiin teknillisiä korkeakouluja, tutkintona Diplom-Ingénieur eli diplomi-insinööri. Suomessa perustettiin ensimmäiset teknilliset reaalikoulut

vuosisadan puolivälissä. Diplomi-insinöörit hakivat oppinsa Saksasta. Ensimmäiset kotimaiset diplomi-insinöörit valmistuivat teknillisestä korkeakoulusta tämän saatua yliopistoasemaa v. 1908.

Tampere on kaupungin perustamisesta lähtien ollut tekniikan tyyssija, siksi ihmetyttää, ettei tänä perustettu reaalikoulua heti ensimmäisten joukossa. Ehkä teollisuus huolehti itse koulutuksesta - tai pääkaupunki esti kateudesta. Tampereella lähetettiin kuitenkin ahkerasti työntekijöitä nk sunnuntaikouluihin, jotka eivät olleet mitään pyhäkouluja. Opetus oli lähinnä yleissivistävää. Tampereen teollisuuskoulu perustettiin v. 1886. Jo koulun alkuvaiheessa nuori nainen Vivi Lönn, oikealta nimeltään Olivia, kirjoittautui rakennusteknilliselle linjalle. Kaksi vuotta myöhemmin hän pääsi arkkitehtiosastolle Polyteknilliseen opistoon, josta valmistui 1896. Kuudessa vuodessa Vivi Lönnistä oli tullut sekä rakennusinsinööri että arkkitehti. Kerrotaan, että Vivi käytti taitojaan myös rakenteiden kuten kattotuolien suunnittelussa. Tampereella on kymmenkunta Vivi Lönnin merkkirakennusta vielä olemassa, mm palolaitos ja kauppaoppilaitos, molemmat Tammer-hotellin naapureina. Vankkoja jugentaloja ilman kosteusongelmia.

Vajaa kymmenvuotias Tampereen teknillinen seura ehdotti vuonna 1902 teknillisen opiston perustamista Tampereelle. Asetus satiin vasta v. 1911 ja toiminta käynnistyi haparoiden ensimmäisen maailmansodan sytyttyä. Tampereelle tunnusomaiseksi tullut Tampereen teknillinen opisto syntyi 1923 kun teollisuuskoulu yhdistettiin opistoon.

IT-boomin alkaessa 80-luvun jälkipuoliskolla Tampereen teknillinen korkeakoulu oli hyvin valmistautunut muutoksiin. Tietotekniikka oli eriytetty omaksi koulutusohjelmaksi sähkötekniikasta. Nokian nousun alkuvaiheessa Oulun yliopisto ja Tampereen teknillinen korkeakoulu olivat päätekijöinä. Oulu oli panostanut radioteknilliseen osaamiseen. Tampere keskittyi ohjelmointiin ja signaalinkäsittelyyn, aikanaan Tampereella kehitettiin kameratekniikkaa ja älypuhelimia edeltäviä kommunikaattoreita. Hervanta toimi käytännössä Nokian tuotekehityksen keskuksena. Nokian myöhempi kohtalo ei ollut enää tekniikasta kiinni, viimeisimmät mallit ovat edelleen huipputekniikkaa. Kansainvälisen kilpailun kaoksessa Nokian taktiset vedot ajoittuivat liian myöhäisiksi. Mutta se tietämys ja taito, jonka siemenet kylvettiin 80-luvulla, kasvavat ja tuovat uutta yrittäjyyttä niin Pirkanmaalle kuin koko Suomelle. Edessä on vielä koko yhteiskunnan digitalisointi. Suomelle tunnusomainen koneteollisuus tarvitsee paitsi inhimillistä myös koneellista älyä.

Paljon muutakin hyvää on tullut Hervannasta. Fysiikka on tuottanut ilman laadun tutkijoita ja laserteknologiaa. Materiaalitekniikka toimi alusta lähtien laajalla skaalalla, siitä nousi maineeseen Törmälän biohajoavat implantit. Valitettavasti sekä laser- että implanttitekniologian yritykset ovat olleet liian korkeaa tasoa pysyäkseen suomalaisten investoijien käsissä. Tässä korkeateknologian dilemma, miten varmistaa, että tutkimustulokset pysyvät suomalaisissa tai ainakin Suomessa toimivissa yrityksissä?

Vuonna 2010 Tampereen teknillisestä yliopistosta tuli säätiöyliopisto. Muutosta valmisteltiin 2000-luvun alusta asti. Ajatus yliopiston irrottamisesta valtion byrokratiasta oli itänyt jonkin aikaa. Kun Raimo Sailas 2006 väläytti säätiöpohjaisen yliopiston mahdollisuutta, tarttuimme siihen välittömästi perustamalla oma selvitysryhmä. Etuina nähtiin oma päätäntävalta, voimavarat omiin vahvuusaloihin sekä lisää vapausasteita rahan käytössä. Vaikka itse siirryin eläkkeelle kesällä 2008 sain luottamuksen yhdessä rehtori Markku Kivikosken kanssa neuvotella lahjoitusvaroja säätiöyliopiston peruspääomaksi.

Yliopistomaailma on jatkuvassa muutostilassa. Yliopistojen määrä tulee vähentää ja duaalimallista luopua. Tampereella keskustellaan kahden yliopiston ja ammattikorkeakoulun yhdistämisestä. TTY kaipaa tiivimpää yhteistyötä yliopiston ekonomi- ja lääkärikoulutuksen kanssa. Mutta yhdistämisestä ei ole mitään hyötyä, ellei samalla tarkisteta mistä aloista tulee luopua, koska ne hoituvat paremmin muualla. Lisäksi perusedellytyksenä tulee olla itsenäinen asema suhteessa valtioon eli säätiöpohjainen.

Tekniikka saattoi joskus olla saviastian dreijaamista tai temppelin rakentamista. Tänään tekniikka on kommunikointia, terveyttä, taloutta ja yhteiskunnallista vakautta. Tekniikka perustuu muiden tieteenalojen ymmärtämiseen. Vuorovaikutteisuus ihmisen ja tekniikan välillä korostuu yhä enemmän. Biotieteet etsivät uusia reittejä terveystriskien vähentämiseksi. Kognitiotieteet kartoittavat aivojen toimintoja ihmisen käyttäytymisen ymmärtämiseksi.

Mille tiedolle on käyttöä tulevaisuudessa? Tarvitsemme

- tietoa luonnosta, ekologiasta ja luonnonvarojen kiertokulusta,
- tietoa tekniikan mahdollisuuksista ja rajoituksista,
- tietoa resurssien, kuten energian, ravinnon, rahan ja osaamisen ohjaamisesta,
- tietoa kompleksisuudesta, kaaoksesta ja sen haltuun ottamisesta,
- tietoa ihmisestä, hänen psyykestaan, fysiologiastaan ja geneettisestä perinnöstään,
- tietoa työstä, sen luonteen muuttumisesta ja miten työ on itseään motivoiva.

Tämä on mielestäni se pohja, johon sivistys tulevaisuudessa perustuu. Kandidaattivaiheessa on luotava edellytykset nuorelle ihmiselle valita mihin jatkosta haluaa omistautua. Tarvitsemme huippututkijoita, jotka tarkentavat tieteellisten mallien yksityiskohtia. Tarvitsemme myös generalisteja, jotka uusilla oppirakenteilla silloittavat tieteidenvälisiä kuiluja.

Hyvät ystävät

Olen mielihyvällä todennut, että Tampereen teknillisessä seurassa on tapahtunut sukupolvenvaihdos. Seppo Mäkinen taisi puheenjohtajakaudellaan houkutella teekkareita ja ylioppilaskuntaaktiiveja mukaan toimintaan. Ilokseni näen monta tuttua kasvoa omalta rehtorikaudeltani, henkilöitä joiden kanssa keskustelin säännöllisesti TTYn ongelmista ja yliopiston kehittämisestä.

Haluan kiittää teitä kutsusta puhua vuosijuhlassa tänään.

Toivotan Tampereen teknilliselle seuralle onnea ja menestystä.

Mitä ovat tärkeät teknologisen kehityksen alueet ja kuinka niitä hallitsemme?

Jarl-Thure Eriksson

Rehtori, Tampereen teknillinen korkeakoulu

Ihmiset ovat usein suhtautuneet teknisiin ennusteisiin kahdella ääritavalla, hyvin epäilevästi tai suurin odotuksin. Ensimmäisten rautateiden kokeiluvaiheessa lontoolainen professori Lardner esitti vakavissaan, että ”raiteilla matkustaminen suurilla nopeuksilla ei ole mahdollista, koska matkustajat tukehtuisivat jäädessään vailla ilmaa”. Toisessa ääripäässä pölynimuritehtaan johtaja julisti vuonna 1950, että ydinkäyttöiset kodinkoneet – kuten pölynimurit – ovat arkista todellisuutta viimeistään kymmenen vuoden päästä.

Jokainen valtio joutuu taatakseen hyvinvointia ja taloudellista kasvua ennakoimaan teknologista kehitystä sekä lähitulevaisuudessa että pitkällä tähtäimellä. Vientituotteiden lyhenevä elinsykli ja uusien innovaatioiden jatkuva ilmestyminen markkinoille edellyttävät tuotantoinfrastruktuurin ja koulutusjärjestelmän suurta sopeutumiskykyä. HiTech-tuote perustuu tieteelliseen tutkimukseen ja on rakenteeltaan monimutkainen. Elektroniikka ja mikroprosessorit antavat tuotteelle älyä ja kompleksisia funktioita. Kyseessä voi yhtä hyvin olla kännykkä kuin harvesteri tai paperikone. Amerikkalaiset Don Kash ja Bob Rycroft ovat selvittäneet miten maailmankaupan taloudellisesti merkittävien vientituotteiden rakenne on muuttunut neljännesvuosisadan aikana. Vuonna 1970 yli 60 % viennistä koostui ”yksinkertaisista” tuotteista. Vuonna 1994 kompleksiset tuotteet olivat vaihtaneet paikkaa yksinkertaisten kanssa. Sen jälkeen trendi on vielä korostuneemmin vienyt korkeateknologiatuotteet kohti maailmankaupan kärkeä.

Suurista keksijöistä tehdään syystä sankareita. Mutta merkittävän keksinnön takana on vuosien varrella kumuloitunut uusi tieto, joka useimmiten on perustunut pitkälliseen tieteelliseen toimintaan. Edison, Bell ja Marconi tekivät sähkötekniikan läpimurtokeksinnöt (hehkulamppu, puhelin ja langaton viestintä) 20 vuoden sisällä 1800-luvun loppupuolella. Ennen heitä sähköilmiöitä oli tutkittu aina siitä lähtien, kun italialainen Volta esitteli sähköparistonsa Lontoon Royal Societylle v. 1800. Transistorin keksiminen v. 1948 edellytti kvanttimekaniikan hallitsemista. Ilman transistoreita ei olisi mikroprosessoreita eikä tietoyhteiskunta.

Tänä päivänä tiede etenee monella rintamalla tavoitteenaan tuottaa sellaista tietoa ja osaamista, joka verraten nopeasti palvelee ihmistä ja yhteiskuntaa. Hyötynäkökohta on monen tutkijan mielestä ylikorostunut, satunnaisuus ja päämäärättömyys saattavat monasti tuottaa yllättäviä, mutta myöhemmin merkittäviksi osoittautuneita tuloksia. Historiasta tiedämme kuitenkin, että systemaattinen tutkimus vie eteenpäin, uusi tietämys aikaansaa aina muutoksia. Näin on mm. tapahtunut materiaalitieteissä ja näin uskomme myös tapahtuvan bioteknologiassakin.

Tukholmassa viime syyskuussa (11.9.2001!) järjestetyssä aivotutkimuksen kutsuseminaarissa nobelisti Eric Kandel esitti tuoreita tutkimustuloksia siitä, miten koe-eläimen (tai ihmisen) vastaanottamat virikkeet jäävät lähimuistiin ja toistumisen kautta siirtyvät pysyvään muistiin. Mullistavaa tutkimuksessa oli se, että ärsytetty hermorata tuotti sekä proteiineja että RNA-molekyylejä. Kokeet osoittavat, että ulkoisen aistinsignaalin ja geneettisen informaation välillä on selkeä yhteys.

Suuren geenikartoitusprojektin yhteydessä bioinformatiikka on noussut esiin uutena tieteenalana. Nimen merkitys on vielä täsmentymätön, mutta haastavimman tulkinnan mukaan bioinformatiikka tarkoittaa biologista tietojenkäsittelyä. Etsitään biojärjestelmille yleispäteviä systeemimalleja. Näin ollen bioinformatiikka muodostaa sekä geeni- että koko bioteknologian perustan. Vaikutukset heijastuvat paitsi lääketieteeseen myös ravintotuotantoon ja ympäristönsuojeluun.

Materiaalitekniikka on avainasemassa kehitettäessä uutta teknologiaa. Kyse voi olla puolijohteista, suprajohteista, optisista materiaaleista tai lämpöä ja ääriolosuhteita kestävästä rakenneaineista. Nanoteknologia ja atomimanipulointi ovat opettaneet meitä kokoamaan uusia aineita. Nämä tekniikat ovat tuoneet lisää ennakoitavuutta materiaalikehitykseen. Tulevaisuudessa tarvitaan omaa teknologiaa raaka-aineiden talteenottamiseen romusta ja jätteistä.

Digi-televisio on herättänyt vilkasta keskustelua Suomessa. Kotielektroniikka alkaa vähitellen olla täysdigitalisoitu: koti-PC, autopuhelin, CD- ja DVD-laitteet ja viimeisimpänä digi-kamera. Yhteensopivuuden ja laadun kannalta siirtyminen digi-TV:hen ja digi-radioon lienee väistämätön. Aikataulu on pikemminkin taloudellinen kuin teknillinen kysymys. Tulevaisuudessa TV on tärkeä osa kodin informaatiojärjestelmää. Se tarjoaa ison näytön kun PC:n tai taskumikron kuva tuntuu liian pieneltä, esimerkiksi silloin, kun halutaan katsoa omia digikuvia tai video-otoksia. Internetin kautta saadaan kuvayhteys ystäviin. Etäisiä perhetapahtumia voidaan seurata joko reaaliajassa tai ”nauhoitettuna”.

Digitaaliset laitteet ovat jo hyvin pitkälle kehitettyjä. Pullonkaulana on tiedonsiirto, varsinkin kun osa siirtoväylästä on langaton. Monet tekniset ratkaisut ovat valmiit, mutta verkkojen rakentaminen ei ole vielä taloudellisesti kannattavaa, vrt Saksan umts-sotku. Neljännen sukupolven, 4G, matkaviestintäteknikka lienee realistinen vasta noin 10 vuoden päästä. 4G tarjoaa lähes ideaalista liikkuvien kuvien tiedonsiirtoa.

Tulevaisuudessa kodinkonetekniikkaan kuuluu myös terveystilan seurantalaitte. Monitorilla rekisteröidään perheenjäsenten kuntoa ja mahdollisia sairaustiloja. Osa tänä päivänä terveyskeskuksessa suoritettavista laboratoriokokeista voidaan sähköisesti mitata kotona ja etäpalveluverkon kautta toimittaa lääkärin tai muun asiantuntijan arvioitavaksi. Diabeetikot ja verenpainepotilaat voivat jo seurata kuntonsa kotimikrosta.

Maslowin mukaan turvallisuus, ruoka ja seksi muodostavat ihmisen motivaatioportaiden alemmat askeleet. Innovatiivisuus on kautta aikojen kohdistunut aseisiin. Tekniikan historia antaa myös viitteitä niistä motivaatiotekijöistä, jotka ovat johtaneet muunlaisiin käännteentekeviin keksintöihin. Ihminen haluaa laajentaa maailmankuvansa hankkimalla uutta tietoa ja kommunikoida sitä muiden ihmisten kanssa. Tässä tarkoituksessa hän on keksinyt kirjoitusmerkit, paperin, painokoneen, puhelimen ja tietoverkon. Toinen tema on liikkuminen. Ihminen haluaa siirtyä paikasta toiseen nopeasti, ehkä siksi että uusien maisemien kokeminen palkitsee kognitiivisesti. Hän valjasti hevosen, rakensi purjealusken, kehitti rautatien ja oppi lopuksi lentämään.

Auton merkitys riippumattoman liikkumisen symbolina lienee tulevaisuudessakin vankkumaton. Automarkkinat laajenevat kehitysmaiden elintason kohotessa. Luonnonvaraiset fossiiliset polttoaineet ovat kuitenkin varsin rajalliset. Ennen kuin riittävän luotettavia ja taloudellisia sähkön varastointimenetelmiä on kehitetty, on turvauduttava hybridiratkaisuun. Hybridiautossa polttomoottori, lähinnä dieseli, toimii koko ajan maksimihiyötyosuhteella, auton vaihtelevaa tehontarvetta säännöstelee tehokas akusto. Uudet dieselmoottorit käyttävät biopolttoaineita.

Polttokennot korvaavat dieselit 10-15 vuoden päästä. Siihen mennessä markkinoille saattaa ilmestyä uusia nykyistä tehokkaampia akkuja. Osviitan tästä antavat kännyköiden ja johdottomien sähkötyökalujen tehokkaat voimanlähteet.