

# Ihminen

Omistamme vuoden 2002 ensimmäisen Systeemityö-lehden Ihmiselle. Hän on mielestämme systeemityön tärkein tekijä. Tietojärjestelmät syntyvät vain asiantuntijoiden innovatiivisen yhteistyön tuloksena, niitä eivät tee metodit tai apuvälineet. Systeemityöihmiselläkin on oma identiteettinsä ja häntä ohjaavat erilaiset uskomukset ja arvot. Hänellä on käyttävissään erilaisia kykyjä ja taitoja. Hän toimii monenlaisissa ympäristöissä, jotka vaikuttavat omalta osaltaan hänen käyttäytymiseensä ja joihin hän vaikuttaa toiminnallaan.

Ihminen on nisäkäs. Nisäkkäät synnyttävät eläviä poikasia, emo imettää niitä ja hoivaa suhteellisen pitkään. Ihminen on siis ainakin alkuun sosiaalinen eläin. Yksilön persoonallisuuden sosiaaliset puolet muodostuvat vuorovaikutuksessa, jossa samalla rakennetaan ja ylläpidetään sosiaalista järjestelmää. Systeemityöyhteisössä toimiminen perustuu vuorovaikutukseen, joka onnistuakseen edellyttää yhteisön jäseniltä analyttisten ongelmaratkaisutaitojen ja emotionaalisen kypsyyden lisäksi ihmisten välisiin suhteisiin liittyvää osaamista. Projektien vaatimusten täyttäminen vaatii muuttuvassa ja monimutkaisessa työympäristössämme joskus lähes selviytymistaidoiksi luokiteltavaa asioiden ja tilanteiden hallintaa. Ihmisten luovuus, osaaminen ja yhteistyötavat ovat kuitenkin systeemikehitysprosessin ja projektityön onnistumisen avaimet - tehtiinpä järjestelmiä sitten perinteiseen tapaan, uusiin pakettiohjelmistoihin tai ulkoistettuihin resursseihin turvautuen.

Systeemityöläinen on saamassa oman ammattinimikkeen: ohjelmistoinsinööri. Alalle on syntymässä laaja kansainvälisen ISO-statuksen saavuttava normisto, joka kuvaa ammattitehtävän vaatimat osaamisalueet : SweBOK -työ on jo pitkällä. Tätä standardointityötä on meidän SYTYKEessä syytä jatkossakin seurata ja siihen myös itse aktiivisesti osallistua.

Kognitiotieteellä tarkoitetaan informaatiokäsittelyn systemaattista tutkimista erilaisissa toimissa ja toimijoissa, kuten ihmisissä, heidän tärkeissä elimissään, kuten aivoissa, sekä ihmisyhteisöissä ja koneissa. Kognitiotiede hakee vastauksia ajattelumme ymmärtämiseen ihmisen tiedonkäsittelyprosessien analysoinnin kautta. Kognitiivinen psykologia on avannut uusia näkökulmia ihmisen tarkkaavaisuuteen, havaintojärjestelmään sekä muistimme rakenteeseen. Ihmisen ajatteluprosessien ymmärtämisellä on sovellusalueita lähes kaikkialla ja sen luoma viitekehys on jo laajasti käytössä esim. koulutuksessa ja tuotekehityksessä. Käytettävyys, käyttöliittymät, kognitiivinen ergonomia, opetusteknologia sekä tekoälytutkimus ovat tietotekniikan kannalta tärkeitä kognitiotieteen erikoisalueita. Kaksi artikkelistamme on syntynyt Helsingin yliopiston kognitiotieteen laitoksella - näkökulmina ovat ihmisen ajattelua ohjaavat mekanismit sekä muistijärjestelmämme rakenne ja sen tiedonkäsittelyllemme asettamat rajoitukset .

Ihmisen tiedonkäsittelylle on tyypillistä ymmärtää kuvallista informaatiota kirjoitettua nopeammin ja paremmin, siksi artikkelimme multimedian hyödyntämisestä terveydenhuollon järjestelmien kehityksessä tukee tältäkin kannalta ihmisen huomioimista systeemien kehitystyössä.

Mindmap on nykyihmiselle, varsinkin opiskelijalle, ehkä tutuin semanttinen verkko. Sitä käytetään tietyn oppimateriaalin tai kurssin keskeisten käsitteiden ja niiden välisten suhteiden kuvaamiseen. Sen tarkoituksena on yhdistää suuria kokonaisuuksia ja sen tulkinta nojaa tietämyksemme, siihen mitä emme kirjoita (luennolla) muistiin. Semanttisia verkkoja voi luoda monenlaisia, jokainen niistä edellyttää sopivan selitystason löytämistä ja luonnollisen kielen kääntämistä verkoksi. Jälkimmäinen on suuri työ ja edellyttää onnistuakseen hyvää arkkitehtuuria. Internetin muuttaminen merkitysten verkoksi (myös koneille) on jo käynnistynyt: visiona Semantic Web.

Tämän lehden sisältämien artikkelien kautta luomme katsauksen systeemityöhön näkökulmasta ihminen - työtoverina, päättäjänä, työntekijänä, ohjelmistoinsinöörinä, asiantuntijana, prosessin osana ja projektin pyörteissä, tiedon käsitteijänä ja käyttäjänä, järjestelmien innovatiivisena kehittäjänä sekä niiden kohteena. Hyväksykäämme itsemme ihmisenä - huonomuistisena ja virheitä tekevänä. Antakaamme toiminnassamme riittävästi tilaa luovuudelle ja kehittymiselle - siinä me olemme parhaimmillamme. Olkaamme ihmisiksi.!

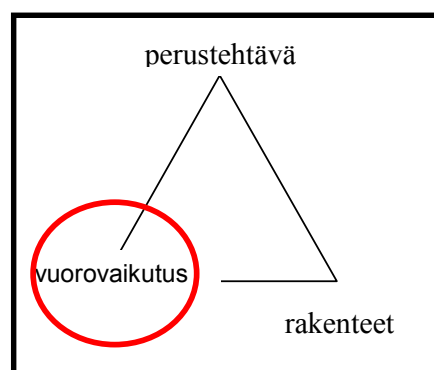
*Helena Venäläinen,  
Yksikönpäällikkö,  
FD Finanssidata Oy  
helena.venalainen@osuuspankki.fi*

# Vuorovaikutustaidot yrityksen menestystekijänä

Helena Kokko,  
Miska Oy

Työyhteisövalmentajien mukaan yrityksen menestys ja hyvinvointi perustuu pitkälti kolmen perusasian havainnointiin ja ymmärtämiseen: Oman organisaation perustehtävän sisäistämiseen, rakenteisiin ja vuorovaikutukseen. Asiassa on varmasti vinha perä. Mikäli emme tiedä mitä varten yrityksemme (ihan oikeasti) on olemassa ja jos rakenteemme eivät ole kunnossa ja vuorovaikutustaidoissamme puutteita tulosta ja lisäarvoa tuskin syntyy.

Esittelen tässä artikkelissa erään maailman tunnetuimmista vuorovaikutusteorioista: Eric Bernen 1950 – luvulla alkuun saattaman Transaktioanalyysin. Olen itse hyödyntänyt teorian tarjoamaa ikkunaa havainnoidesani koulutuksissamme opiskelu- ja työyhteisöjen tuloksetekokykyä ja henkistä hyvinvointia (so. viihtyvyyttä ja sitoutumista) jo usean vuoden ajan.



Siitä, kuinka tärkeitä sosiaaliset ja viestintätaidot työn tekemisen kan-

nalta ovat voidaan olla – ja ollaankin – montaa mieltä. Nämähän ovat niitä monien karsastamia ”pehmeitä arvoja”. Tottahan toki, mutta pehmeiden takana ovat ne kovat tekijät: Tulos, johtaminen, sitoutuminen, aikataulut, kilpailukyky... Tietyllä toimialoilla ei enää ole perinteisessä mielessä työntekijöitä vaan asiantuntijoita. Kysymys kuuluukin: Kuinka heitä johdetaan? Vanhat rakenteet ja johtamismallit eivät tunnu toimivan ja 90-luvun hitit itseohjautuvat tiimit ja arvokeskustelut eivät ole tuottaneet toivottua tulosta..

Miksikö? Käsitykseni mukaan useissa yrityksissä on kyllä paneuduttu rakenteisiin eli tekniseen osaamiseen, laitteisiin, fyysiseen työympäristöön ja organisaatioon. Strategioitakin on pohdittu, laadittu visioita ja mietitty missioita, mutta ihminen – ainakin vuosikertomuksen esipuheen mukaan – se yrityksen tärkein voimavara, on jäänyt vähemmälle tarkastelulle.

## Transaktioanalyysi

Transaktioanalyysi, tuttujen kesken TA, on sosiaalinen viestintäteoria, jonka tavoitteena on interpersoonallisten eli yksilönvälisten tapahtumien analysointi. TA:n kehittämisen aloitti 1950 –luvulla professori Eric Berne terapiapotilaidensa käyttäytymisestä tekemiensä havaintojen pohjalta. TA olikin alun perin psykoterapeuttinen menetelmä yksilöiden käyttäytymisen ymmärtämiseksi ja muuttamiseksi. Se tapahtuu Bernen mukaan; ”luomalla mahdollisimman

autenttinen ja avoin kommunikaatio-suhde toisaalta ihmisen persoonallisuuden älyllisten ja toisaalta sen emotionaalisten osien välille”. (Berne 1964).

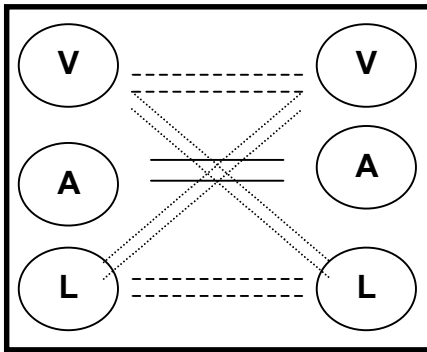
1960 – 70 –luvuilla teoria on kehittynyt persoonallisuuden, ihmissuhteiden ja kommunikaation tulkitsemiseen ja ymmärtämiseen. TA:lla on länsimaissa ollut vuosien kuluessa monta kehittäjää, terapeutteja, tutkijoita ja opettajia, jotka ovat jaloittaneet TA:n teorioita ja tekniikoita eteenpäin. Voidaankin sanoa, että transaktioanalyysi on huomattavan kehitelty teoria. Tänäpäin transaktioanalyysissä erotetaan neljä kenttää: kliininen, organisatorinen, kasvatuksellinen ja ohjaava (van Beekum. 1993).

Jokaisella alueella on omat osaajansa. Suomessa eräs heistä on FinTA ry:n puheenjohtaja sosiaalineuvos Liisa Hallikas, jolta olen saanut apua tässä artikkelissa tarkastelemani TA:n käsitteistöön ja rooliin organisaation vuorovaikutus- ja viestintätapojen havainnoimisessa ja kehittämisessä.

## Kolme minän tilaa

TA:n perusolettamuksiin kuuluu ihmisen intrapersoonallisen – yksilönsisäisen – rakenteen kuvaaminen kolmen yksilössä vaikuttavan minän tilan – Vanhempi, Aikuinen, Lapsi – kautta. Jaotteluun sisältyvät minän tilat voidaan esittää lyhyesti näin:

Vanhempi - opetettu  
 Aikuinen - tunnettu  
 Lapsi - koettu



Berne kuvaa vuorovaikutusta-  
 pahtumaa näiden yksilönsisäisen rakenteen kolmen tekijän eri vaikutusmuotoina toisen yksilön vastaaviin osiin. Käytännössä tämä tarkoittaa, että ihminen viestii toiselle minätilojensa välityksellä ja vastaanottaja käsittelee saamansa viestin samoin. Vuorovaikutusteoria puhuu täydentyvistä ja täydentymättömistä viesteistä, joista lisää tuonnempaa. Ajatus vaikuttaa alkuun ehkä hieman kaavamaiselta, mutta tarjoaa kuitenkin meille lähtökohdan ihmisten välisten hienojakoisten suhteiden tulkintaan.

### Vanhempi

Transaktioanalyysi kuvaa siis yksilönsisäistä rakennetta Vanhemman, Aikuisen ja Lapsen minätilan kautta. Vanhempi-minätila käsittää kokoelman muiden, lähinnä ihmisen lapsuudessa auktoriteetteina vaikuttaneiden henkilöiden ja instituutioiden asenteita, käsityksiä, ohjeita ja määräyksiä. Vanhemman-minätila materiaalissa on paljon sellaista, joka auttaa meitä toimimaan oikein ja asianmukaisesti eri tilanteissa. Sitä voitaisiin kutsua ihmisen ”omaksitunnoksi”, joka neuvoo ja varoittaa oikeasta ja väärästä. Vanhemman viesti toiselle on kuitenkin pääasiassa alistava; tuomitseva, kaikkietävä, mo-

ralisoiva tai huolehtiva, lohduttava ja suojeleva. Tämä johtaakin TA:n teoriassa Vanhemman jakamiseen kahteen osaan: Tuomitsevaan ja huolehtivaan vanhempaan.

### Lapsi

Lapsi-minätila nähdään usein Vanhemman vastakohtana, jota se toki jossain määrin onkin. Vanhemman opetettua vastassa on Lapsen koettu. Lapsi edustaa yksilön tunnepohjaista asennoitumista; se tutkii, ottaa selvää, särkee, paukuttaa, kilpailee, leikki... Tätä vastassa on Vanhemman vaatimus luopua tästä hyväksymisen saamiseksi. Lapsen viesti toiselle liittyy vahvasti viestin lähettäjään, esim. hyväksymisen saamisen muodossa. Lapsi meissä kaipaa välitöntä palautetta ja tuloksia. Lapsessa asuvat tunteemme, varsinkin ne, joita emme toisten kanssa koskaan jaa. Lapsi jakautuu kolmeen osaan: luonnolliseen, mukautuvaan ja kapinoivaan lapseen.

### Aikuinen

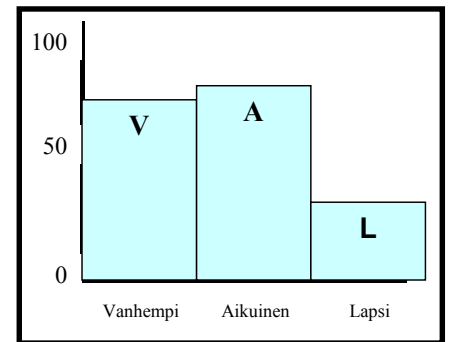
Aikuinen-minätilan tehtävänä on vertailla ja suodattaa Vanhemman ja Lapsen minätilojen aineistoa. Aikuinen meissä toimii nykyhetkessä – tässä ja nyt – tietoa ja todellisuutta testaten. Työyhteisön vuorovaikutustilanteissa pyrkimyksenä on toimia Aikuinen-minätilassa. Näin pidämme kurissa Lapsen pidäkkeettömät tunneilmaukset ja Vanhemman jäykähköt toimintamallit ja arvo-asetelmat. Aikuinen on ehyt ja jakamaton, se edustaa meidän järkipäistä suhtautumistamme elämän eri ilmiöihin.

### V-A-L –testi

Yksilön minätilojen suhdetta havainnoidaan hyödyntämällä mm. V-A-L –testiä. Se perustuu kohtuulli-

sen suureen määrään väittämiä, johon testattavaa pyydetään ottamaan kantaa. Testi kartoittaa erikseen kaikki kolmea minän tilaa, sekä niiden suhdetta toisiinsa, antaen tulokseksi esim. kuvatus kaltaisen profiilin. Kuvassa olevat pylväät kertovat kustakin osa-alueesta saadun pistemäärän. Näin saadaan myös käsitys eri minätilojen suhteesta toisiinsa.

### Testin tulkinta



Testin tuloksia tulkitaan siten, että kustakin testin osa-alueesta saatu pistemäärä muunnetaan graafista esitystä varten ohjetaulukon mukaan toiseen muotoon nk. persittiililuvuksi. Testikysymyspattereita on luonnollisesti useita erilaisia, mutta niistä saatavat tulokset aikalailla yhteneviä. Tärkeintä on kuitenkin, että testi toimii muun havainnoinnin tukena ei sitä ohjaavana tekijänä.

### Profiili

Yllä olevan kuvan profiili kuvaa henkilöä, jolla hallitsevat minätilat ovat Aikuinen ja Vanhempi. Otan kyseisen profiilin tarkasteltavaksi siksi, että se on melko yleinen V-A-L –testin tulos suomalaisissa työyhteisöissä. Entä mitä me voimme päätellä ko. tuloksesta?

Kun muistuttelimme mielimme mitä tiedämme Vanhempi-minätilasta, niin voimme päätellä testatun hen-

kilön toisinaan hakevan käyttäytymiseensä piirteitä joko tuomitsevasta tai hoivaavasta vanhemmasta. Vanhemman-minätilan vaatimukset ohjaavat hänessä vahvana vaikuttavan Aikuisen rationaalisuutta. Nämä Vanhemman ”opitut” asenteet ja arvostukset saattavat nousta esiin esimerkiksi painetilanteissa, jolloin tilanteesta selvitäkseen henkilö turvautuu ”Vanhemman kelallaan” olevaan aineistoon.

Tällaisen profiilin omaava henkilö pystyy toki hyviin suorituksiin. Koulutus ja ennen kaikkea kokemus auttavat häntä menestymään. Hän toimii vahvasti ja vakuuttavasti tilanteissa, joihin hän kykenee löytämään ”varastostaan” sopivan menettelytavan. Uudet tilanteet, joihin vanhat mallit eivät sovellu, saattavat aiheuttaa hänelle stressiä. Avainkysymys kuuluukin: *Kykeneekö hän pitämään erillään omat mielipiteensä ja tosiasiat?*

### Viestit ja vuorovaikutus

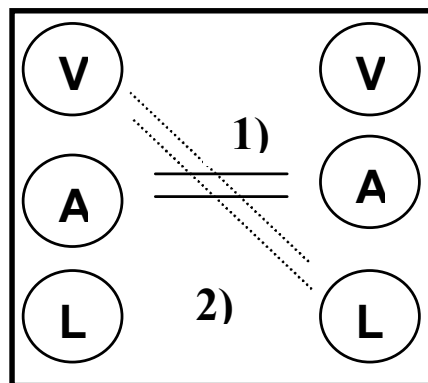
Transaktioanalyysi ja siihen liittyvä V-A-L –testi kuvaavat siis yksilöiden välistä vuorovaikutusta. Teorian mukaan yksilöt viestivät ja vastaanottavat sekä palauttavat viestejä minätilojensa välityksellä. Tämä vuorovaikutus voi olla täydentävää tai täydentymätöntä.

### Täydentävä vuorovaikutus

Täydentävä vuorovaikutus tarkoittaa tilannetta, jossa ärsykkeeseen (so. viestiin) vastataan symmetrisesti. Viestin ja vastauksen kulkeminen Aikuiselta Aikuiselle (1) on eräs täydentävän viestin muoto. Tässä tapauksessa viestin lähettäjä toimii Aikuisen minätilan kautta ja vastaanottaja samoin. Arkikielellä voitaisiin sanoa,

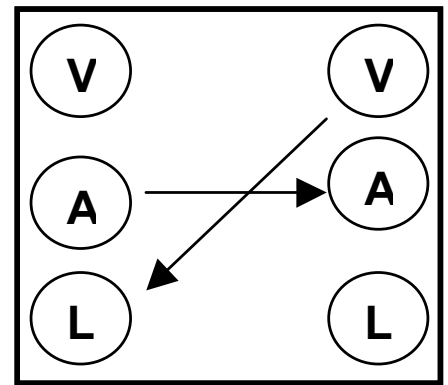
että keskustelijat ovat ”samalla aaltopituudella”. Aikuisen rationaalisuus ohjaa tätä vuorovaikutustapahtumaa.

Täydentävä vuorovaikutus voi kehittyä myös eri minätilojen kesken, esimerkiksi hoivaava Vanhempi viestii mukautuvalle Lapselle (2). Oleellista tässä on se, että viestin vastaanottanut Lapsi antaa palautteen (vastaa) viestin lähettäneelle Vanhemmalle. Symmetrian vaatimus ei rikkoudu eikä viestintä katkea itse transaktiota johtuen.



### Täydentymätön vuorovaikutus

Tässä tapauksessa ärsyke ja vastaus eivät ole symmetrisiä. Tilanne johtaa useimmiten vuorovaikutuksen katkeamiseen. Arkikielellä sanoen: Ihmiset puhuvat toistensa ohi. Berne kutsuu näitä täydentymättömiä vuorovaikutustapahtumia peleiksi ja tulkitsee ne perusluonteeltaan aina negatiivisiksi. Pelit naamioivat ajatusten ja tunteiden suoran ilmaisun johtaen negatiivisiin tunteisiin ja minäkäsityksiin. Useissa työyhteisöissä tämän kaltainen toiminta on hyvin yleistä. Ajatuksia ja tunteita ei ilmaista suoraan, vaan viestin vastaanottajan on ne luettava nk. rivien välistä. Meillä jokaisella lienee kokemuksia siitä miltä tällainen tuntuu.



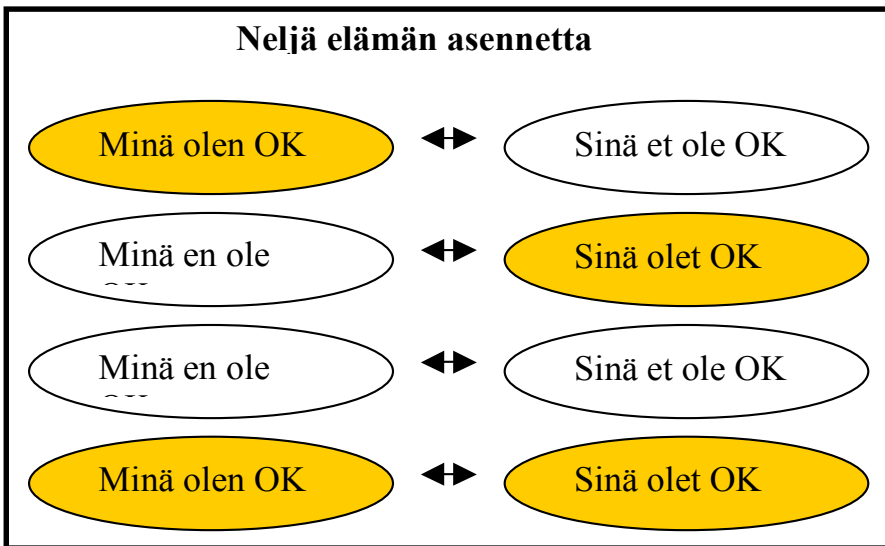
### Minä olen OK, Sinä olet OK

Onnistuneen viestintä- ja vuorovaikutustapahtuman perusasetelma on oman itsensä ja viestin vastaanottajan hyväksyntä. Aitoa vuorovaikutusta yksilöiden välille ei ilman tätä synny. Berne käyttää tästä nimitystä elämänasenne (lifeposition). Kahden yksilön välisessä viestinnässä tämä antaa neljä asennenoitumistapaa.

Minä olen OK kuvaa yksilön positiivista minäkuva. Suhde omaan itseen on myönteinen: On lupa olla, on lupa tehdä. Minä en ole OK kuvaa yksilön kielteistä, usein jo lapsena laadittua elämän suunnitelmaa. Berne puhuu käsikirjoituksesta (script). Kielteiset viestit versovat Vanhemman ja Lapsen –minätiloista: Ole avoin -> ole vahva. Saa tehdä -> älä tee.

Sinä olet OK (minussa) välittää puolestaan vastaanottajan minäkäsitystä ja ihmisarvoa vahvistavia Vanhempi-tilan viestejä: On OK miellyttää ja kunnioittaa muita pitämällä itsestään. OK asenne toteuttaa myös Lapsi-tilan käskynluontoiset kiellot myönteisinä: Älä ole -> on lupa olla. Sinä et ole OK asenne on toista alistava. Viestit lähtevät pitkälti Vanhempi-tilasta ja niitä kutsutaan TA:n teoriassa kuvaavasti Hiostajiksi: Ole vahva, ole täydellinen, pidä kiirettä...

## Neljä elämän asennetta



- lisätä yksilön vastuuntuntoa ja itsenäisyyttä
- mahdollistaa toimiva vuorovaikutus työssä ja ihmissuhteissa

Transaktioanalyysi on siis yksi työkalu ihmisten tarpeiden ja käytöksen välisten syy-yhteyksien parempaan tuntemiseen. Se ei ole ainoa, enkä voi väittää sitä parhaaksikaan, mutta pitkän kehityskaarensa ja monien kehittäjiensä kautta se on muodostunut varsin toimivaksi välineeksi. Tänä päivänä meiltä työyhteisön, kodin, harrasteryhmien yms. jäsenenä odotetaan enemmän kuin pelkkää teknistä osaamista ja suorittamista. Olisiko aika ryhtyä harjoittelemaan ihmisen kohtaamisen taitoja?

### TA työyhteisön viestinnän kehittäjänä

Kuten sanottu kielteisen minäkuvan, toista alistavan elämän asenteen ja epäsymmetrisen viestinnän kautta ei todellista vuorovaikutusta synny. Kokemukseni mukaan Pelejä pelataan työpaikoilla runsaasti työyhteisön hyvinvoinnille vahingoksi. Lähes jokaiselta työpaikalla on omat ”saalistajansa ja uhrinsa”. Lienee ymmärrettävää, että tällainen kielteinen vuorovaikutus vaikuttaa myös työn tuottavuuteen. Olemmehan riippuvaisia toistemme työpanoksesta.

TA:n tutkimusta ja käytännönsovelluksia ovat kehittäneet huomattavan paljon koulutus- ja opetustyössä olevat ihmiset. Varsinkin Jyväskylän Yliopisto on kunnostautunut tällä alueella. TA tutkimusta on siellä harjoitettu vuodesta 1975. Enemmän aiheesta löytyy osoitteesta: <http://www.cc.jyu.fi/~liikanen/tut.htm>.

TA valmennuksen peruslähtökohtia:

- toimiminen Aikuisen minätilasta käsin
- välittää Minä OK, Sinä OK (He OK) asennetta
- lisätä koulutettavien OK -tunnetta
- auttaa luomaan ympäristö, jossa kukaan ei joudu ”uhrin” asemaan

*Helena Kokko,  
koulutustoiminnanjohtaja,  
Miska Oy*



# Pitäisikö seuraavaksi yrittää henkistä kasvua?

*Pirjo Salo,  
TietoEnator Oyj/dGov*

Nykyisin it - alaksi kutsuttu automaattinen tietojen käsittely moninaisine muotoineen ja lieveilmiöineen on kokenut viime vuosina sekä kovia että huimia aikoja. Jatkuvasta muutoksesta ja elinikäisestä oppimisesta on ollut tehtävä elämäntapa. Ala on edelleen nuorta ja mielletään pääsääntöisesti nuorten ja innokkaiden leikkikentäksi. Systeemyö ei kuitenkaan ole muita töitä kummempaa, onpahan vain hieman kehittymätöntä.

Alkuvuodesta 2002 oli suuren suomalaisen päivälehdessä artikkeli jossa todettiin että it-alan projektit ovat omituisten ja vastuuttomien hörhöjen käsissä ja siitä syystä projektit myöhästelevät, tuottavat tarpeetonta kärsimystä, eivätkä lopputuloksetkaan toimi niin kuin on odotettu. Artikkelin sanomaa IT-alan onnettomista tunareista ei kui-

tenkaan suostu uskomaan. Artikkelinä ärsytti minua kovasti, mutta rehellisesti sanoen: onhan joskus käynyt niin että kaikki suuret jumalat ja pienet planeetat ovat olleet vastaan.

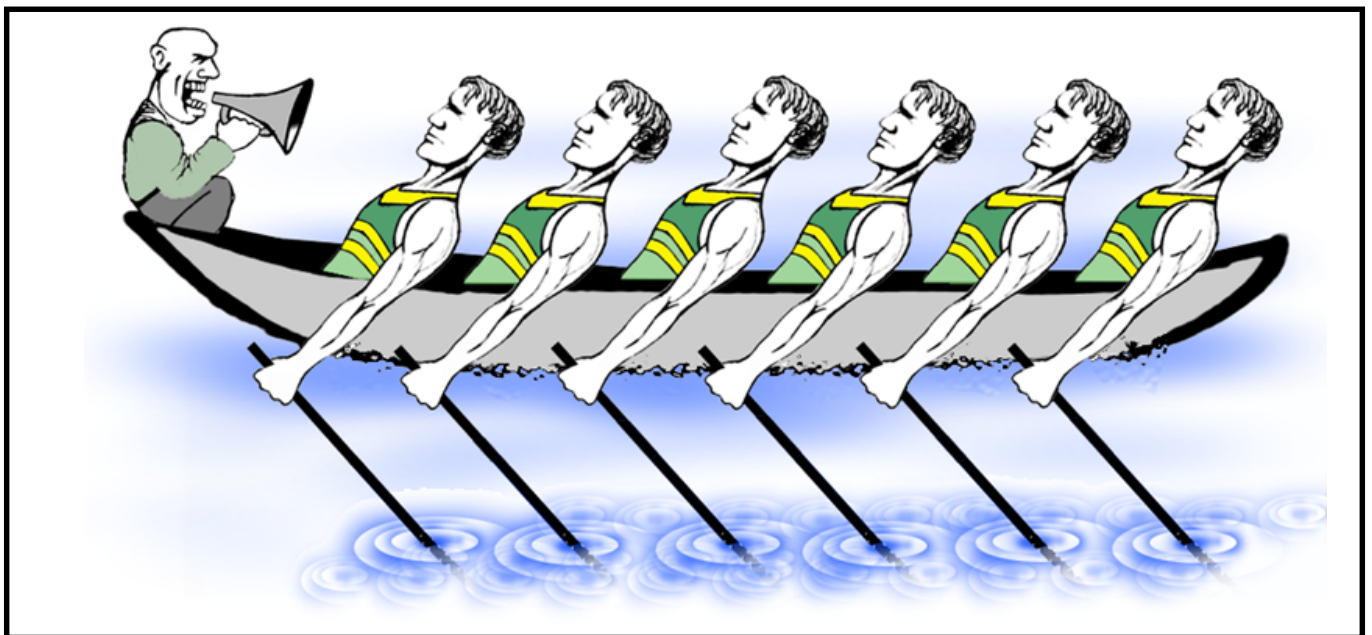
Miksi ihmeessä sitten korkeasti koulutetut, hyvin palkatut, kokeneet ja älykkäät ihmiset (joita systeemyöntekijät eittämättä ovat) joutuvat toistamiseen tilanteisiin joista kirjoitetaan happamia artikkeleita viikonlopun viihteeksi? Ja onko joku josain sanonut että työn pitää olla kärsimystä ja vaivaa? Tai miksi monissa liemissä keitetyt vanhat ammattilaiset liikuttuneena kertovat toisilleen huimia tarinoita pitkistä työpäivistä, työ uupumuksesta, harmaista ylitöistä ja nöreistä joille riittää kunhan pit-saa ja kevyt kokista on tarpeeksi? Onko se parasta ollut, kun se on tuska ja vaiva ollut? Olemmeko elämäntapa marisijoita vai onnettomien olosuhteiden avuttomia uhreja?

Tai entäs, kun nyt vaan joskus käy jotenkin toisin kuin suunnitellaan? Pitääkö siihen vain alistua ja suvaita?

Hyviä syitä löytyy...

Tavanmukaisen ihmistenvälisen vuorovaikutuksen, politiikan juonittelujen ja lehmänkäännösten lisäksi it-alaa vaivaa erityisen suuri usko minkä tahansa uuden ja kokeilematoman tekniikan kaikkivoipaisuuteen. Lupauksiin uskominen on suorastaan verissä, muistaahan jokainen sen vakuuttavan ja luotettavan myyntimiehen joka sanoo "seuraavassa versiossa tämä ominaisuus on jo toimiva"

Olemme yltiöpäisen optimistisia arvioissamme ja uskomme omaan kyvykkyyteemme tai asiantuntijoidemme taitoihin tehdä pieniä ihmeitä olemattomassa ajassa. Jokainen on varmasti kuullut omasta suustaan yl-lättäen tulevan lauseen "Noo-o kyllä"



se on aamuksi tehty, ei minulta voi siihen mennä kuin pari tuntia”.

Nopeasti muuttuvalla alalla jokainen kerta on ensimmäinen eikä kokemusta jokaisesta uudesta hypesestä ja kuplasta voi olla kenelläkään. Vanhan kokemuksen muuntaminen uuteen maailmaan voi olla poisoppimisen ja uuden päivittämisen takia hidasta ja raskasta. Useimmat meistä ovat varmasti selvittelleet jotakin kolme- tai nelikirjaimista lyhennettä mutisten “Voip, voip, mikä ihmeen VOIP..”

Koska todellisuus muuttuu ja vaihtuu niin nopeasti, uutta tekniikkaa, uusia menetelmiä ja uusia ihmeellisiä ajatuksia tulee ja menee kokoajan. Kuitenkin siellä pohjalla ovat vanhat perustotuudet “Input on

edelleen vasemmalla, output oikealla. Ja kannattaisi vaikka tehdä vähän standardeja”.

Vaeltaminen kriisistä kriisiin ja onnettomuudesta onnettomuuteen (tai haastavasta tehtävästä haastavaan tehtävään) näyttää olevan alan hyväksyty ja kunnioitettu työtapa. Jokainen hyvä tyyppi ahertaa illan pimetessä ja heti taas aamun valjetessa, ja jokaisella hyvällä tyypillä on vielä kaveri samoissa hommissa. Mahdollisuuksien rajoissa kuitenkin on että elämä onkin jossain tuolla ulkona.

Voisiko ajatella että...

Maailma, saati sitten it-ala ei näytä hidastavan lainkaan, eikä ihmiskunnan evoluutio ole johtanut parempaan ihmiseen. Pitkän päivän illassa

olisi kuitenkin syytä pysähtyä miettimään omaa vastuutaan omasta elämästään, omia velvollisuuksiaan onnellisuuden tai tyytyväisyyden saavuttamiseksi ja oikeuksiaan siihen mitä voisi sanoa hyväksi elämäksi. Ja tässä on sen henkisen kasvun paikka: Jotenkin on alettava uskoa siihen että vaikka maailmaa ei voidakaan tehdä yhdellä iskulla paremmaksi niin asenteensa sen kummallisuuksiin ja epäoikeuden mukaisuuksiin voi valita. Ongelmiin tai riemuvoittoihin on mentävä avoimin silmin, vakain tuumin ja harkiten ja unohtaen “sitten kun” -elämän lupaukset ja “joku muu on vastuussa” -selitykset. Yksinkertaista vai mitä?

*Pirjo Salo,  
Asiantuntija,  
TietoEnator Oyj/dGov*

---

# EXPERICONIN MAINOS 1/4 MV

# Ihminen ohjelmistokehitysprosessissa

## Todellista tietoa ja oikeaa osaamista

*Tuomo Kähkönen,  
Nokia Research Center*

---

### 1. Ihminen ja ohjelmistokehitysprosessi

---

Mikä olisi hyvä vertauskuva ohjelmistoa kehittäväälle tiimille? Miten olisi jazz-bändi, joka jammailee yhdessä? Tai ryhmä tiedemiehiä, jotka kehittävät uutta teoriaa? Tai vaikkapa 15 runoilijaa jotka kirjoittavat yhdessä 60000 riviä pitkän runon? Kaikki nämä ovat luovia tehtäviä, joissa työhön osallistuvien ihmisten osaamisella on onnistumisen kannalta keskeinen merkitys aivan kuten ohjelmistotuotannossakin. Tiedetyt hyväksi havaitut tekniikat on hallittava, mutta onnistuneen lopputuloksen aikaansaamiseen ei riitä oppikirjan seuraaminen pilkuntarkasti.

Prosesseja on tutkittu monilla tieteenaloilla. Ohjelmistotuotannon prosessiajattelun juuret ovat vahvasti valmistavassa teollisuudessa. Sieltä on peräisin myös ajattelu, että on olemassa oikea, suoraviivainen tapa tehdä asiat niin, että lopputuloksena syntyy halutunlainen ja laadukas tuote. Prosessikehityksen tavoitteena on tunnistaa tuo oikea tapa ja pyrkiä sitä kohden. Kun työn tekevät koneet, on tämä lähestymistapa aivan käyttökelpoinen. Ihmisen mukaantulo prosessiin luovana sisällöntuottajana, eikä pelkästään passiivisesti ohjeita seuraavana koneen osana, luo prosessiin epälineaarisen komponentin, jonka toimintaa on vaikea ennustaa. Ihmiset eivät ole keskenään vaihtokelpoisia yksiköitä, vaan kullakin on eri-

laiset tiedot, taidot ja toimintatavat. Tästä johtuen myös ihmisten muodostamien tiimien suorituskyky riippuu niiden kokoonpanosta, oikeasta sekoituksesta erilaisia taitoja ja yhteensopivista henkilökemioista. Myöskään ihmisen suorituskyky ei ole vakio, vaan vaihtelee ajan ja tilanteen mukaan. Ihmistä ei voi pakottaa olemaan luova tai tuottelias jonakin tiettyä hetkenä. Myöskään käsillä olevat ongelmat eivät ole aina samanlaisia, vaan ne vaihtelevat. Tästä johtuen parhaita mahdollisia ratkaisuja ei voi etukäteen standardoida.

Vaikka ihminen on ohjelmistokehitysprosessin tärkein yksittäinen osanen, päähuomio on kuitenkin ollut työkalujen, menetelmien ja formaalien työnkulkujen kehittämisessä. Ne ovat sinällensä tärkeitä osia kokonaisuudessa ja viimeisten vuosikymmenien aikana kehitys on ollut huomattavaa. Kuitenkin tuntuu siltä, että ihminen on saanut osaksensa vähemmän huomiota, kuin mitä hän olisi ansainnut. Brooks [1] kirjoitti 1986 kuuluisassa artikkelissaan "No Silver Bullet", että kertaluokkaa olevat tuottavuuden kehitysasteet eivät ole mahdollisia ohjelmistotuotannossa pelkästään välineitä ja menetelmiä kehittämällä. Tämä johtuu hänen mukaansa siitä syystä, että suurin ongelma on ihmisten luova työ, konseptuaalisen mallin rakentaminen ongelmasta ja sen ratkaisusta. Tiedon muuntaminen tietokoneen ymmärtämään muotoon ja sen esitystavan oikeellisuuden testaus ovat paljon pienempiä ongelmia.

### 2. Oikeat ihmiset onnistumisen edellytyksenä

---

Tom DeMarco kirjoitti 1987 tiimien merkityksestä kirjassaan *Peopleware* [2]. Myös hänen lähtökohtana oli, että ohjelmistotuotantoon liittyvät ongelmat eivät ole luonteeltaan niinkään teknisiä kuin sosiologisia.

DeMarcon mielestä tärkeintä on löytää oikeat ihmiset ja pitää heidät. Heidän tulee olla teknisesti päteviä mutta lisäksi osata myös tarvittavat sosiaaliset taidot ja olla motivoituneita. Teknisiä taitoja voi toki paikata koulutuksella, mutta pelkällä rahalla ei saa motivaatiota aikaiseksi. Lisäksi jotta työntekijöistä muodostuisi toimiva tiimi, pitää henkilökemioiden olla yhteensopivia. Etukäteen ei voi varmuudella sanoa tuleeko joukosta ihmisiä ajan kuluessa hyvä tiimi. Kyseessä on erittäin herkkä tapahtumasarja, jota voi edesauttaa parhaiten poistamalla tiimin muodostumista estäviä tekijöitä. Tiimin jäsenten tulisi saada työskennellä samassa fyysisessä tilassa lähellä toisiaan. Heidän tulisi myös olla vain ja ainoastaan yhden tiimin jäseniä kerrallaan, muutoin ajankäytön pirstoutuminen estää riittävän vuorovaikutuksen tiimin jäsenten välillä. Jos työn jälki on kiireestä johtuen huonoa, eikä tiimin jäsen ei voi olla siitä ylpeä, on tiimiin sitoutuminen heikkoa. Myös epärealistiset tavoitteet ja tarpeeton byrokraatia vähentävät sitoutumista. Myös esimies voi omalla asenteellaan estää tiimihengen muodostumista. Jos hän ei luota oman tiimensä jäseniin



ja kyseenalaistaa heidän osaamisensa, on tiimihengen muodostuminen vaarassa.

Hyvällä tiimillä on oma identiteettinsä ja sen jäsenet ovat ylpeitä mukanaolosta. He ovat myös ylpeitä tuotteestaan ja kokevat sen tärkeäksi. He myös nauttivat tiimiin kuulumisesta ja siinä työskentelystä. Kun tällainen tiimi on syntynyt, se tulisi säilyttää. Jos projektin päätyttyä tiimi hajotetaan ja uusien tiimien kasvattaminen joudutaan aloittamaan alusta, kärsii siitä sekä organisaatio että tiimin jäsenet.

DeMarco kritisoi tuottavuuden näennäistä lisäämistä tekemällä ylitoita, sillä pitkällä aikavälillä ihmisten tuottavuus laskee mikäli he joutuvat tekemään jatkuvasti liian pitkiä päiviä. Tämä johtaa kierteeseen, jossa entisen tuottavuustason saavuttamiseksi pitää tehdä entistä pidempiä päiviä. Tilannetta pahentaa vielä se, että tuottavuuden laskemisessa käytetään kuvitteellista normaalipituista työviikkoa, eikä todellisia työtunteja. Myös sangen tyypillinen motivointi käyttämällä epärealistisen tiukkoja aikatauluja saa moitteita. Ihmisten tuottavuus laskee merkittävästi, mikäli he kohtaavat tällaisen “no-win” tilanteen. Sen sijaan haastavat, mutta realistiset aikataulut joihin tiimin jäsenet ovat valmiita sitoutumaan, ovat tuottavuutta lisääviä. Nämä samat asiat sisältyvät myös Extreme Programming periaatteisiin, jotka edellyttävät 40-tuntista työviikkoa ja ohjelmoijälähtöistä työmäärien arviointia.

### **3. Osaamista on erilaista**

Rasmussenin [3] mukaan on kolmenlaista osaamista: taitoihin, sääntöihin ja tietoon perustuvaa. Taitoihin perustuva osaamista on esimerkiksi urheilusuorituksessa tai pianon soittamisessa. Toistamalla liikettä lu-

kuisia kertoja, kehittyy motorinen taito toistaa se täsmälleen samanlaisena. Ohjelmoidessa tarvittavia tämän tyyppisiä perustaitoja ovat esimerkiksi tietokoneen näppäimistön ja hiiren käyttäminen.

Sääntöihin perustuvassa osaamisessa ihminen on tietoinen asioista, joita hänen on tehtävä saavuttaakseen päämääränsä. Hän ei välttämättä tiedosta kuinka yksittäinen vaihe tarkalleen tehdään, mutta hän tiedostaa vaiheet ja järjestyksen, jossa ne suoritetaan. Esimerkiksi ohjelmistosuunnittelija tietää, että hänen on tarkistettava rajapintojen yhdenmukaisuus, poikkeustilanteiden oikea käsittely ja suorituskykyvaatimukset hyvän lopputuloksen aikaansaamiseksi. Perinteinen prosessiajattelu ohjelmistotuotannossa edistää juuri tämän tyyppistä osaamista: tarkastuslistoja ja asiakirjapohjia käyttäen varmistetaan, että kaikki tarpeelliset lähtötiedot on huomioitu, kaikki tarpeelliset toimenpiteet suoritettu ja lopputuote täyttää yleiset kyseiselle dokumentille hyväksikäsitellyt vaatimukset. Tämän tyyppinen osaaminen on hyödyllistä silloin, kun tilanteet ovat hyvin toistensa kaltaisia ja niissä voidaan soveltaa menestyksekkäästi samoja menetelytapoja.

Tietoon perustuvassa osaamisessa henkilö tunnistaa itse toimintansa päämäärät ja muotoilee niiden perusteella menettelytavat, joiden avulla päästään tavoitteeseen. Päätöksentekijältä edellytetään hyvin kehittyneitä malleja ongelma-alueesta ja toimintaympäristöstä sekä kykyä arvioida erilaisten toimenpiteiden seurauksia. Hänen on toisaalta kyettävä varautumaan epäedullisiin lopputuloksiin ja toisaalta pystyttävä huomaamaan uusia mahdollisuuksia. Kun sopiva toimintatapa on valittu, osaaminen palautuu sääntöihin perustuvaan osaamiseen. Tämän tyyppinen osaaminen on kaikista tehokkainta monimutkai-

sisissa ja vaillinaiseen tietoon pohjautuvissa päätöksentekotilanteissa..

Perinteistä ohjelmistotuotannon prosessiajattelua on kritisoitu siitä, että asioiden oletetaan toistuvan samanlaisina kerta toisensa jälkeen. Käytännössä nykyään on lähes mahdollon löytää projektia, joka ei joudu kamppailemaan uuden teknologian ja jatkuvien muutosten kanssa. Tämän seurauksena paras menettelytapa riippuu projektista tai tilanteesta, joten yleispätevän parhaan käytännön standardoiminen on käytännössä mahdotonta. Rasmussenin osaamislukituksen perusteella tämä tarkoittaa sitä, että sääntöihin perustuva osaaminen ei ole kaikissa tilanteissa riittävää, vaan tarvitaan tietoon perustuvaa osaamista.

Ohjelmistotuotannossa on viime aikoina tullut varsin suosituksi tyypillisten ratkaisumallien paketoimiseen ja uudelleenkäyttöön perustuva “pattern” lähestymistapa. Ratkaisumalleja voidaan soveltaa sekä teknisesti esimerkiksi arkkitehtuurissa, suunnittelussa, koodissa ja testauksessa, että organisaatioon ja sen prosesseihin liittyen. Ratkaisumallien voidaan katsoa olevan yritys paketoitua tietoon perustuvaa osaamista, sillä toisin kuin prosessikuvauksissa niihin paketoitua sääntöjen lisäksi myös tietoa asiayhteyksistä, joissa kyseistä ratkaisumallia tyypillisesti sovelletaan, ongelmista, joita sillä pyritään ratkaisemaan sekä vaikutusmekanismista, jonka avulla ratkaisumalli toimii. Ratkaisumallien käyttö edellyttää soveltajaltaan perusteellisenpää asiantuntemusta ongelma-alueesta kuin suoraviivainen prosessimalli. Olemassa olevan ratkaisumallin soveltuvuus uuteen tilanteeseen on eksplisiittisesti arvioitava ja tämä mahdollistaa niiden tehokkaamman soveltamisen toisistaan poikkeavissa tilanteissa.

## 4. Tietoa on erilaista

---

Nonaka [4] on tutkinut uuden tiedon luomista organisaatiossa. Hän jakaa tiedon kahteen eri tyyppiin: hiljaiseen ja eksplisiittiseen tietoon. Hiljainen tieto on ihmisen sisäistä tietoa ja osaamista, jota on vaikea siirtää ihmiseltä toiselle. Se koostuu erilaisista toimintamalleista, joita on kertynyt kokemuksen kautta. Ihminen tietää mitä jossakin tilanteessa pitää tehdä, mutta hän ei osaa välttämättä eritellä miksi. Eksplisiittinen tieto taas on helposti siirrettävissä muodossa. Tieto on eksplisiittistä kun se on esimerkiksi kirjoitettu paperille tai puhuttu ääneen.

Tiedon ulkoistaminen tarkoittaa hiljaisen tiedon muuttamista eksplisiittiseksi. Näin tapahtuu esimerkiksi kun suunnittelija piirtää ideastaan UML-kaavion. Kommunikaatiossa tarvitaan myös päinvastainen prosessi - sisäistäminen, joka tarkoittaa eksplisiittisen tiedon omaksumista hiljaiseksi tiedoksi.

Nonaka esittää myös, että hiljainen tieto voi siirtyä ihmiseltä toiselle esimerkiksi kun ihmiset työskentelevät yhdessä. Esimerkiksi Extreme Programmingin pariohjelmointi edistää tätä prosessia. Henkilöt oppivat toisiltaan erilaisia tapoja lähestyä ongelmaa seuraamalla ja tarkkailemalla parinsa työskentelyä ja tekemällä asioita yhdessä. Luomalla edulliset puitteet ihmisten väliselle kommunikoinnille, esimerkiksi siten, että kaikki tiimin jäsenet ovat samassa työtilassa ja huonejärjestelyt mahdollistavat vuorovaikutuksen, edistetään tätä tiedonvälityksen muotoa.

Perinteinen lähestymistapa ohjelmistoprosessin kehittämiseen keskittyy dokumenttien muodossa olevaan eksplisiittiseen tietoon ja sen siirtämiseen organisaatiossa. Eksplisiittinen tieto on toki tärkeää, sillä onhan ohjelmistokehitysprojektin tar-

kein lopputuote, lähdekoodi, eksplisiittistä tietoa. Kuitenkin jos toiminnan kehittämisessä keskitytään pelkästään eksplisiittiseen tietoon, rajataan tarkastelun ulkopuolelle iso osa organisaatiossa olevasta tiedosta. Tällöin vaarana on, että byrokraatia lisääntyy samalla kun uuden tiedon luominen vaikeutuu.

DeMarco nostaa esiin tärkeänä tuottavuutta parantavana tekijänä työympäristön. Sen on oltava tarpeeksi hiljainen ja työntekijän on voitava työskennellä keskeytyksittä riittävän pitkiä ajanjaksoja. Työympäristöä voidaan tarkastella myös Nonakan esittämän informaation tuottamissyklin kannalta. Työrauhaa tarvitaan erityisesti tiedon sisäistämiseen ja ulkoistamiseen liittyvissä vaiheissa, jotka vaativat keskittymistä ja intensiivistä ajatustyötä. Samalla työympäristön on tarjottava myös puitteet spontaanille kanssakäymiselle, keskusteluille ja yhdessä tekemiselle, jotka ovat hiljaisen tiedon jakamisen kannalta keskeisiä asioita. McCuen tutkimusten mukaan 30% ohjelmoijan ajasta kuluu yksin työskentelyyn ja 70% yhden tai useamman työtoverin kanssa työskentelyyn. Nämä tavoitteet ovat näennäisesti ristiriitaisia, sillä kärjistäen 30% ajasta ohjelmoija tarvitsee hiljaisuutta ja muuna aikana hän häiritsee muita. Molempia vaiheita kuitenkin tarvitaan Nonakan esittämän informaation tuottamissyklin toteuttamisessa.

## 5. Johtopäätökset

---

Perinteinen prosessiajattelu on edelleenkin käyttökelpoista monessa asiayhteydessä. Esimerkiksi ohjelmistotuotannon tietojärjestelmien suunnittelussa, suuren projektin kommunikaation suunnittelussa, laadunvarmistuksessa ja viitekehysten organisaatioiden kehityskohteiden identifioimiseksi. Kuitenkin perinteinen dokumentteihin ja tehtäviin pe-

rustuva prosessimalli ei ole riittävä selittämään ohjelmistoprojektin onnistumiseen tai epäonnistumiseen johtavia tekijöitä.

Prosessi voidaan ymmärtää myös paljon laajemminkin. Sen syöteinä voidaan ajatella olevan myös siihen osallistuvien ihmisten hiljainen tieto, toimintaympäristö, motivaatio, sosiaalinen verkosto ja vuorovaikutustaidot. Prosessin tuloksina ovat vastaavasti syntyneen ohjelmiston lisäksi tiimin jäsenten saama henkinen tyydytys onnistumisesta, uudet kokemukset sekä niiden perusteella luodut uudet ratkaisumallit ja tiimin parempi kyky työskennellä yhdessä. Suoritetut tehtävät ja syntyneet dokumentit ovat prosessista vain jäävuoren huippu, sen näkyvä osa. Tällaisessa ajatusmallissa myös ihminen voidaan ottaa huomioon osana prosessia.

*Tuomo Kähkönen,  
Konsultti,  
Nokia Research Center*

## Lähteet:

---

- [1] Brooks, Frederick P., No Silver Bullet in IEEE Computer, 1987; Reprinted in Brooks, Frederick P., The Mythical Man-Month Anniversary Edition, Addison-Wesley, 1995
- [2] DeMarco, Tom & Lister Timothy, Peoleware: Productive Projects and Teams, Dorset House Publishing Co., 1987
- [3] Rasmussen, Jens, Information Processing and Human-Machine Interaction: An Approach to Cognitive Engineering, North Holland, 1986
- [4] Nonaka, Ikujiro & Takeuchi, Hirotaka, The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation, Oxford University Press, 1995

# Tietotekniikka-ammattilainen uudessa markkinatilanteessa

*Atte Kaskihalme ja  
Risto Siltala,  
Expericon Oy*

---

**Tekevätkö pakettisovellukset systeemyöammattilaisen tarpeetomaksi? Miten tietojärjestelmäammattilaisen työnkuva tulee muuttumaan? Onko henkilöiden sitouttaminen ja räätälöityjen perusjärjestelmien ylläpidon hoitaminen unohdettu markkinatilanteen murroksessa? Voiko osaamista ulkoistaa? Kouluttautuuko uudelleen? Miksi kehittyä asiantuntijasta konsultiksi?**

## **Näkökulmia tietotekniikan palveluliiketoimintaan**

---

Vuosituhanen vaihteen jälkeen näyttää siltä, että uusien räätälöitävien omaan käyttöön tehtävien ohjelmistotuotteiden ja –ratkaisujen kehittämishankkeista on tullut yhä harvinaisempia, ja samalla nopeatempoisempia ja määräraikaisempia. Järjestelmänäkökulmasta tarkasteltuna projektien nopeatempoisuus ja vaatimus kustannustehokkuuteen on johtanut siihen, että räätälöintihankkeissakin käytetään apuna yhä enemmän tietotekniikan konsultteja kuin palkataan omaa projektihenkilökuntaa.

Toisaalta räätälöitäviä järjestelmiä korvataan enenevässä määrin pakettijärjestelmin. On havaittavissa esimerkkejä siitä, että esimerkiksi SAP R3-hankkeita käynnistetään yhä pienemmissä yrityksissä ja organisaatioissa. Vaikka menetelmällisesti esimerkiksi R3-hankkeet ovat haastavia ja vaativat tietojärjestelmäammattilaiselta erityisosaamista, tietotekniikan ammattilaisen ohjelmistoteknisen

ammattitaidon sijaan toimintatapojen muutoksia konsultoiva rooli on tärkeämpi järjestelmien käyttöönotossa. Uusien järjestelmien käyttöönotot muuttuvatkin edelleen järjestelmien toteuttamisesta pakettien sovittamiseksi. Järjestelmien ohjelmoiminnin sijaan rakennetaan rajapintoja, missä asiakkaan olemassa olevan ohjelmistoympäristön osaaminen korostuu. Systeemyön ammattilaisen tulee tuntea myös pakettisovelluksia.

Palveluliiketoiminnallisesti ajatellen konsulttiammattilaisen osaamista voidaan hyödyntää yhä useamman yrityksen tarpeisiin. Tietohallinnon omat asiantuntijoina toimivat konsultit saattavat toimia myös muidenkin kuin oman konsernin tytäryritysten palvelun tarjoajia. Tämä edellyttää luonnollisesti uudenlaisia palveluliiketoiminnan malleja, joissa ammattilaisten sitoutuneisuus asiakkaaseen on varmistettu. Esimerkiksi pelkällä ERP-paketin osaamisella ei ole suurta arvoa asiakkaalle ilman yrityksen asiakas- tai toimialaosaaamista.

Palveluiden osuus tulee lähivuosina jatkuvasti kasvamaan koko muuta tietotekniikan markkinaa nopeammin. Lisäksi ehkä eniten palveluista tulevat lisääntymään konsultoivat palvelut ulkoistamis- ja ylläpitopalveluiden sijaan.

Uusille palvelu- ja ohjelmistotalan yrityksille saattaa olla melkoinen haaste se, miten rekrytoida nuorekkaaseen yritykseen kymmenien vuosien kokemusta alalta. Ratkaisuihin toimivista sopimusperusteisista alihankintatöistä ohjelmistokehityksessä ja järjestelmäasiantuntijapalve-

luissa on jo olemassa toimivia esimerkkejä. Myös kokoneiden ammattilaisten vuokratyö tulee lisääntymään tietotekniikka-alan yrityksissä.

## **Työmarkkinatilanteen muutoksesta**

---

Alan tämänhetkisen taantumana vuoksi ohjelmointi- ja asiantuntijatyövoiman tarve uusien ohjelmistotuotteiden kehittämisessä on selkeästi pienentynyt. Samalla ennen turvallisenä pidettyjen työpaikkojen ja toimien määrä on vähentynyt. Saneeraustilanteessa ammattiosaamisella on yhä pienempi merkitys silloin kun luovutaan kokonaisista toiminnosta, tuotteista tai organisaation osista.

Räätälöityjen omien järjestelmien ylläpidossa oman osaamisen säilyttämisestä tulee suurempi haaste yrityksille. Järjestelmien ylläpidon ja osan kehitystäkin voi ulkoistaa, mutta haasteeksi jää se, millä varmistaa perusliiketoiminnan pyörittäminen räätälöidyin ohjelmistoin muutostilanteessa. Tietojärjestelmien ulkoistus- ja kotiutushankkeet aiheuttavat aina henkilöstössä epävarmuutta, vaikka due diligence-vaihe vedettäisiin läpi miten hellävaraisesti tahansa.

Mielenkiintoista tulee olemaan myös se, miten innokkaasti pakettijärjestelmien kuten R3:n projektiosajat ja ohjelmistotuoteasiantuntijat siirtyvät pysyvästi asiakkaiden tietohallintoon ja käyttöpalveluasiantuntijoiksi vai hakevatko työmarkkinoilta uusia mahdollisuuksia. Lienee eri tilanne olla vuosi menestyvänä konsulttina mielenkiintoisessa ja osaamista kehittävässä käyttöönottohankkees-

sa ja sen jälkeen ottaa vastatakseen osa järjestelmän ylläpidosta ja käytön tuesta pitkäksi aikaa.

Kummassakin edellä mainituksa tapauksessa nousee esille kysymys siitä, miten hyvin yrityksen palkkahaitari vastaa tietotekniikan ammattilaisen osaamis- ja tehokkuushaitaria. Meillä Suomessa kun korkeakoulutettujen asiantuntijoiden palkat ovat Euroopan huonoimpia (International Assignment Consulting/Silta –konsulttiyhtiön tutkimuksen mukaan). Lähtökynnys houkuttelevaan ulkoilla työskentelyyn joko komennusperusteisesti tai omin päin on entistä helpompaa, mutta perheellisen ammattilaisen kannalta kustannuksia ja riskinottoa vaativaa.

### **Ammattilainen ja osaamisen ulkoistaminen**

Järjestelmien ulkoistamisessa on perinteisesti on lähdetty siitä, että kaikki muut paitsi strateginen päätöksenteko voidaan ulkoistaa. Ehkä vähemmän on kuitenkin kiinnitetty huomiota siihen, miten huolehtia yrityksen strategisten järjestelmien osaamisen säilymisestä. Useinhan on niin, että järjestelmien pitkäaikaisimmilla ylläpitäjillä on sellaista tietoutta, jota ilman esimerkiksi järjestelmien päivityshankkeiden onnistumista ei voida varmistaa. Yrityksen kannalta räätälöityjen rajapintojen osaamisella ja osaajilla on strateginen merkitys.

Ulkoistushankkeissa järjestelmien käytettävyyttä pyritään varmistamaan määrittelemällä etukäteen kriteerit palvelutasolle. Käytännössä palvelutason toteutuminen perustuu aina viimekädessä vain tekijöihin, tietotekniikan ammattilaisiin. Sopimuksin ei voida varmentaa palvelutason laatua eikä välttää ongelmatilanteita, ainoastaan ratkaista korvauksia.

Osaamista voidaan ja kannattaa ulkoistaa niin ylläpidossa kuin tuotkehityksessäkin, mutta järjestelmien parissa työskentelevien ammattilaisen vastuullisuudesta ja sitoutuneisuudesta tulee pitää huolta. Palveluntarjoajalle hankkeiden määräaikaisuus ja kustannustehokkuus asettaa aina omat haasteensa. Ihannetila palveluntarjoajan, asiakkaan ja ammattilaisen kannalta saattaa olla järjestely, jossa ulkoistuspalveluiden henkilöresurssien hallinta ja sitä kautta ammattiosaaminen on eriytetty itse ulkoistetun järjestelmätekniiikan hallinnasta. Tällöin osaaminen ei ole kustannustehokkaan optimoinnin kohde vaan menestystekijä, jota voidaan edelleen erikseen kehittää.

### **Ammattiosaamisen kehittämistä**

Tietojenkäsittelyn välineet, sovellusympäristöt ja menetelmät kehittyvät markkinoiden tahtiin. Jos kiinnostus ylipäättään kääntyy edelleen vaikkapa Java- ja J2EE-osaamisen kehittämiseen, niin siitä seuraa että yhä harvempi pystyy tekemään vaativia muutostöitä räätälöityihin järjestelmiin. Tällöin on olemassa vaara, että tällaisten järjestelmien elinikä selkeästi lyhenee. Muutamia yrityksiä ovat jo lähteneet perustamaan omalla kustannuksellaan koulutusyhteistyömalleja alan oppilaitosten kanssa esimerkiksi Cobol/CICS –osaajien saatavuuden varmistamiseksi perusjärjestelmiensä kehittämistä varten.

Vaikka uuteen tekniikkaan ja menetelmiin perehtyminen avaakin uusia uramahdollisuuksia, voi kokeen tietotekniikan ammattilaisen kannalta olla kannattavampaa kehittyä olemassa olevan järjestelmäympäristön konsultoivaksi kehittäjäksi kuin kokonaan uuden tekniikan asi-

antuntijaksi. Ammatillisen tietotaidon kehittämisen lisäksi on hyvä huolehtia myös muiden taitojen kuten kommunikointitaitojen ja asiakaslähtöisyyden kehittämisestä.

### **Vaihtoehto uraputkessa etenemiselle**

Hyvä asia pakettijärjestelmien lisääntymisessä on tietotekniikan ammattilaisten kannalta ollut se, että tietojärjestelmäkonsulttien imago on selkeästi parantunut, kun vertaa tilannetta 1980-luvun lopulle. Konsultti ei ole enää se joka antaa arvionsa siitä, mikä järjestelmä on paras yritykselle vaan se, joka selvittää ja suunnittelee, miten järjestelmä parhaiten tukee yrityksen liiketoimintaa.

Asiantuntijan oman osaamisen ja kehittymisen mittaaminen etsimällä markkinoilta uusia mahdollisuuksia on usein aikaavievää. Samalla tulisi lisäksi oman mielekkyydenkin vuoksi säilyttää kiinnostus omaa nykyistä työtä, projektia ja työnantajaa kohtaan. Oman yrityksenkin perustaminen voi olla ylitsepääsemätön haaste, vaikka potentiaalisia ja valmiita asiakassuhteita olisikin olemassa.

Yksi varteenotettava vaihtoehto on tarjota omaa asiantuntijaosaamistaan konsulttina asiakashankkeisiin sellaisten palveluyritysten kautta, jotka arvostavat vastuunottamiskykyä ja kokemusta palkitsemalla suoraan ammatitaidon ja asiakkaan kokeman arvon mukaan. Tällöin tietotekniikan ammattilainen voi varmistaa oman ammatillisen kehittymisensä ja samalla nauttia sen tekemisestä, mitä osaa.

*Atte Kaskihalme ja  
Risto Siltaa  
Kirjoittajat ovat Expericon Oy:n partnereita.*

# Ohjelmistoinsinöörin osaamisvaatimuksille SweBOK-normisto

Risto Nevalainen,  
STTF Oy

## 1. Johdantoa

Ohjelmistoinsinööri (Software Engineer) on tulossa yleiseksi ammattiksi tietoyhteiskunnassa. Tähän saakka ammatista on käytetty erilaisia ja eritasoisia nimikkeitä: systeemin-suunnittelija, ohjelmistosuunnittelija, ohjelmoija jne.. Samalla tapaa kuin perinteisimmissä ammateissa (esimerkiksi kirurgi, metsäteknikko, rakennusarkkitehti, lakimies, paineastian hitsaaja) myös ohjelmistoalalla tarvitaan normisto ja tutkintojärjestelmä, jotta työtehtävien erikoisvaatimusten täyttäminen voidaan todentaa. Erityisen tärkeää tämä on huipulaatua vaativissa ohjelmistoissa, joiden tekeminen ja muuttaminen pitäisi jättää vain tosiammattilaisten vastuulle. Viranomaisvaatimuksetkin on huomioitava, ja kohtapuoliin yritysten on kyettävä esittämään näyttöä tuotelaadun ammattimaisesta tekemisestä ja valvonnasta.

Ohjelmistoinsinöörin ammattikuvan normittaminen alkoi 1990-luvun lopulla Yhdysvalloissa. Siellä ollaan tarkkoja mm. tuotevastuista ja korkeakouluopetuksen laadusta. Kun vastaavasti alalle on pyrkimässä kaikenlaista ainesta, ammattikunta itse heräsi laatimaan normistoa. Työ alkoi IEEE:n perustamassa laajassa SweBOK-työryhmässä vuoden 1999

puolivälissä (SweBOK = *Software Engineering Body of Knowledge*). Monet meistä systeemityön ammattilaisista tunnemme samaa ideaa tavoittelevan PM-BOK asiakirjan eli projektijohtamisen ammattinormiston.

Samaan aikaan monet USA:n osavaltiotkin heräsivät vaatimaan samaa, ja mm. Texasin ja Kalifornian yliopistojen on nykyään hankittava erityinen lupa (akkreditointi) ohjelmistoinsinöörien kouluttamiseen. Homma on laajentumassa nopeasti koko Pohjois-Amerikkaan. IEEE on käynnistänyt myös pilottiprojektin, jonka tarkoituksena on luoda näyttötutkinto ohjelmistoinsinööreille. Moskovan yliopisto on lähin paikka, jossa tällaisen tutkinnon voi IEEE:n mallin mukaan suorittaa.

SweBOK-työ jatkuu talvesta 2002 alkaen ISO:n Software and System Engineering-komiteassa (SC 7), joten normiston painoarvo tulee kasvamaan sen saavuttaessa ISO-statuksen. Siellä tälle työlle on jo annettu strateginen status, ja tarkoitus on että standardi on vapaa eikä siinä ole ISO-standardeille tavanomaisia julkaisu- ja käyttörajoituksia (copyright).

## 2. Osaamisvaatimusten sisältö

Ohjelmistoinsinöörin pitäisi osata SweBOKin mukaan kymmentä erilaista ammatillista asiakokonaisuutta

ohjelmistokehityksestä! Ja tietysti siten vielä monenlaisia inhimillisiä taitoja... Eli kyse ei ole mistään suppeasta normistosta. Toki SweBOK on luonteeltaan yleinen, ja siitä syntyykin varmaan monenlaisia toimialakohtaisia tai jonkin ohjelmistokehityksen osa-alueen tarkennuksia. Esimerkkeinä tällaisista voisi mainita tietoliikennejärjestelmien ohjelmistoinsinööri tai multimedia-osaaja.

Ohjelmiston vaatimusmäärittely
Ohjelmiston suunnittelu
Ohjelmiston toteutus
Ohjelmiston testaaminen
Ohjelmiston ylläpito
Ohjelmiston kokoonpanon hallinta
Ohjelmistotuotannon hallinta
Ohjelmistotuotannon välineet
Ohjelmistoprosessi
Ohjelmiston laatu

**Taulukko 1. SweBOK osaamisalueet**

Ohjelmistoinsinöörin on osattava tietysti itse tekninen työ alkaen määrittelystä testaukseen (ks. taulukko 1 vaadittavista osaamisalueista). Lisäksi pitää olla hyvät tiedot ohjelmistoprojektien johtamisesta, tuotteenhallinnasta ja laadunhallinnasta. Ohjelmistoinsinöörin opintoihin voi sisältyä monia perustieteitä, kuten matematiikkaa, formaalia logiikkaa, luonnontieteitä tai soveltavia tieteitä, esim. kaupallisia aineita. Näiden normittamista ei ole mukana SweBOK-

dokumentissa, vaan jokainen tulevan ISO-standardin hyödyntäjä rakentaa näitä tutkintoon oman erikoistumisalueensa mukaisesti.

Kukin osaamisalue kuvataan tarkemmin alan yleisenä tietämyksenä, joka sisältää keskeisen kirjallisuuden, ammatilliset käytännöt ja eräänlaisen taksonomian osaamisalueista. Kukin näistä on kuvattu SweBOK-dokumentissa hyvinkin seikkaperäisesti. Esimerkiksi ohjelmiston vaatimusmäärittelyn aihepiirin sisältökuvaus on lähes 30 sivua tiheään präntättyä tekstiä sisältäen mm. satakunta viitettä lähteisiin, joiden perusteella osaamisvaatimukset on luotu. Koko normiston laajuus on tällä hetkellä noin 200 sivua.

Kuvassa 1 on esimerkkinä ohjelmiston vaatimusmäärittelyn osaamisalueen tarkempi sisältö. Se sisältää seitsemän keskeistä aihepiiriä alkaen itse määrittelytyön prosessiluonteesta ja sen ymmärtämisestä ja päättyen vaatimusten jatkuvaan hallin-

taan. Nämä aihepiirit jakautuvat edelleen atomisemmiksi osaamisvaatimuksiksi esim. vaatimusmäärittelyn metodit, vaatimusten dokumentointi, katselmoinnit ja muutoshallinta. Kukin aihepiiri on kuvattu tarkemmin ja esitetty keskeiset lähteet joista osaamisvaatimus on johdettu.

### 3. Osaamisen syvyys

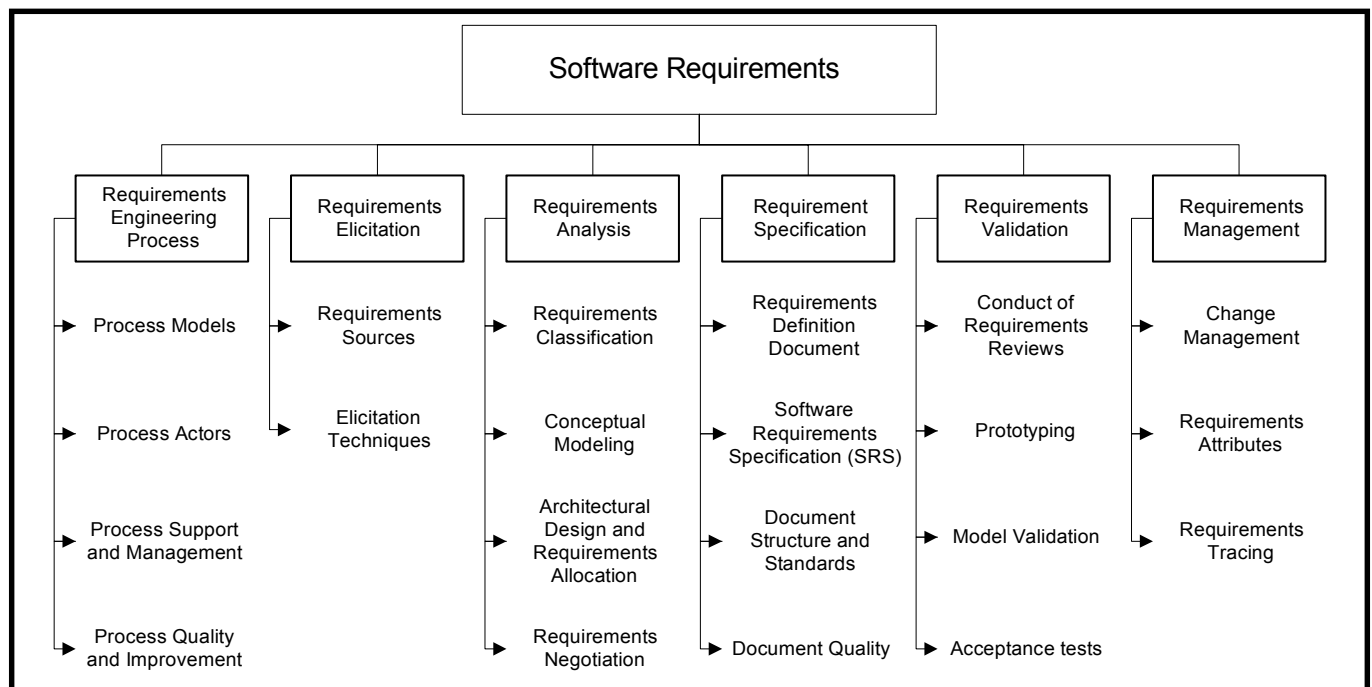
Ainakin itselleni SweBOK toimii jo sellaisenaan erinomaisena jäsentelyä mainituista kymmenestä aihepiiristä. Pitkänkään työuran aikana ei ehdi perehtymään kaikkiin ohjelmistoinsinöörin ammattikuvan osa-alueisiin kunnolla. Syvälinen kaikkien asioiden hallinta ei ole siis kertakaikkiaan realistista eli tarvitaan osaamisen syvyyden mukaista luokiteltua.

SweBOK-dokumentissa on käytetty kahta taksonomiaa osaamisen syvyyden määrittelyyn: Vincenti taksonomia ja Bloom taksonomia. En ole niin hyvä osaamisen ja oppimispsy-

kologian asiantuntija, että osaisin erityisesti arvostella valittuja lähtökoh-  
tia. Kirjallisuutta surffatessani toki huomasin, että herra Bloom ei ole ihan turha jätkä, vaan hänen tutkimusryhmänsä on luonut mm. älykkyystason mittaamisen tiedettä. Saas nähdä, vaaditaanko tulevaisuudessa ohjelmistoinsinööriltä myös tietyn älykkyysosamäärän saavuttaminen...

Bloomin taksonomiassa osaaminen jakaantuu kuudelle tasolle, ks. taulukko 2. Ykköstopalla kukin osaamisalue opitaan teknisesti ja vähitellen kuutostasolla se osataan arvioida suhteessa tutkimuksen tuottamaan uuteen tietoon.

Tarkoitus on, että kukin ohjelmistoinsinöörin osaamisvaatimuksia asettava taho (esim. korkeakoulu omille tutkinnoilleen tai viranomaisen valitun laatutason kannalta) hakee kuhunkin tarpeeseen vaadittavan oikean tason. Kaikkea ei voi osata kuutostasolla, se lienee selvää. Tässä saattaa piillä SweBOK-normiston



Kuva 1. Esimerkki SweBOK-osaamisalueesta Ohjelmiston vaatimusmäärittely

Taso 1. Ammattitaito, osaaminen (Knowledge)
Taso 2. Ymmärtäminen, sisäistäminen (Comprehension)
Taso 3. Soveltaminen, ongelmanratkaisu (Application)
Taso 4. Analysointi, kokonaisuuden hahmottaminen (Analysis)
Taso 5. Oivallus, looginen induktio (Synthesis)
Taso 6. Arviointi, perustelu (Evaluation)

**Taulukko 2. Osaamisalueiden syvyyden luokittelu Bloomin mukaan.**

heikkouskin, koska sen laajuus ja ankaruus asettavat kovia vaatimuksia sen tulkitsijoillekin! Onneksi muutammat tahot, mm. SEI Yhdysvalloissa, tekevät hyvää pohjatyötä ja rakentavat SweBOKin pohjalta erilaisia malleja mm. ohjelmistoininöörin tutkintojärjestelmäksi. Näitä lienee helpompaa soveltaa sitten aikanaan Suomessakin.

**4. Mistä saisi lisätietoa?**

SweBOK-työn päävastuu kuuluu edelleen kahdelle taholle maailmanlaajuisesti ja myös Suomessa: IEEE ja ISO. IEEE-toimintaa meillä Suomessa ei paljoa ole yksittäisiä henkilöjäsenyyksiä lukuunottamatta. Realistisempi ja samalla tärkeämpi kanava onkin olla mukana ISO-toiminnassa ja vaikuttamassa järjestelmän sisältöön. ISO-työ kuuluu alussa mainitulle SC7-komitealle, joka on puolestaan delegoitu Suomessa ns. FiSMA-verkostolle (Finnish Software Metrics Association). Osoite lienee oikea, koska siinä verkostossa on tällä hetkellä asiantuntemusta vaikuttaa normiston sisältöön. ISO-työn statuksesta saa parhaiten lisätietoa tämän artikkelin kirjoittajalta. ISO-työ on valitettavasti varsin hidasta ja raskasta, joten kestää pari vuotta ennenkuin se on valmis. Nykyversio on SweBOK 0.95, joten sisältö on toki pääosin jo tiedossa.

Varsinainen SweBOK-normiston hyödyntäminen kuuluu yrityksille ja korkeakouluille. Näen jonkunmoisia yhteyksiä myös Euroopan tietotekniikkaliittojen (CEPIS) käynnistämään EUCIP-hankkeeseen (European Professional Informatics Competences). Siitä tiedetään enemmän Tietotekniikan liitossa.

Systeemityöyhdistys SYTYKE on mielestäni oikea paikka kanavoitaa yksilöiden työpanos SweBOK-normiston omaksumiseen, parantamiseen ja käyttöön. Jään odottelemaan, saadaanko tähän työhön perustettua esimerkiksi pienimuotoinen keskus-

teluryhmä, kunnan työryhmä tai peräti uusi kerho.

Tietoa saa webistäkin. Tarkoitus on ollut alun alkaen, että työ on mahdollisimman laajaa ja avointa. Kommentoijia ja katselmoijia on nimetty eri puolilta maailmaa noin 600 kpl. IEEE-versiot ovat saatavissa PDF-tiedostoina osoitteesta [www.swebok.org](http://www.swebok.org). ISO-dokumenttien tilanne on vielä hieman avoin, mutta ainakin FiSMA:n kautta uusimmat versiot saa jatkossakin. Jos Sytyke aktivoituu, niin voin luvata että kaikki uusimmat dokumentit ovat senkin käytettävissä. Eli ei kuin osallistumaan!

*Risto Nevalainen,  
STTF & FiSMA-verkosto  
[www.sttf.fi](http://www.sttf.fi)  
[riston@sttf.fi](mailto:riston@sttf.fi)  
Gsm: 0500-507750*



# Ympäristön havainnointi ihmisen ajattelun lähtökohtana - muurahaisten parviällyn ja tietojärjestelmien rakentamistyön kautta tarkasteltuna



*Helena Venäläinen,  
FD Finanssidata Oy*

---

Muurahaisyhteisön toiminta osoittaa, että pieniaivoisetkin eläimet pystyvät yhdessä muiden kaltaistensa kanssa älykkäiltä vaikuttaviin tekoihin. Muurahaisten yhteistyö perustuu niiden kykyyn viestiä toisilleen erittämällä feromoneja ympäristöön toistensa havaittaviksi. Muurahaisten parviällyn vahvoina puolina on pidetty sen kykyä sopeutua nopeasti muutoksiin, joustavuutta sekä sen itsestään järjestyvyyttä.

Ihmisaivot ovat muurahaisiin verraten erittäin monimutkaiset ja yksilöt eroavat toisistaan sekä fyysisesti, sisäisen tietonsa että taitojensa osalta. Ihmiset ovat luoneet ympärilleen maailman, johon on säilyttänyt merkityksiä. Kaupungeissa, työpaikoilla ja tietoverkkojen virtuaalisissa todellisuuksissa navigointi edellyttää, että yksilö osaa tulkita niihin kiinnittyneitä merkitysjärjestelmiä. Ihmisten välisen yhteistyön onnistuminen edellyttää, että heillä on myös jaettuja, yhteisiä merkitysjärjestelmiä.

Tietojärjestelmien rakentaminen on monimutkainen prosessi, se vaatii paljon erilaista osaamista ja yhteistyötä. Tässä artikkelissa tarkastellaan tietojärjestelmän rakennusprosessia asiantuntijoiden yhteistyönä ja pohditaan sen kautta, mitä muurahaisten silta voisi oppia tiedonkäsittelyn ulkoistamisesta ja ulkoisten viestien merkitystä prosessin selkeyttämisessä. Jatkuva ympäristön muuttuminen, ihmisten kykyä reagoida muutoksiin ja oppia uutta sekä muutostuen ja koordinoinnin tarve ovat myös pohdinnan kohteena.

## **Muurahaiset tiedonkäsittelijöinä**

---

Filosofi Daniel C. Dennett on luokitellut eliötyyppejä vertailemalla jaettujen merkitysjärjestelmien roolia informaatiokehityksen evoluutiossa. Muurahaiset sijoittuvat tämän luokittelun perusteella toiselle tasolle, ne ovat skinneriläisiä oliota. Ne testavat sokeasti eri vaihtoehtoja ja noudattavat jatkossa sitä toimintaa, joka saa positiivista palautetta. Skinneriläisillä oliolla ei ole kykyä ajatella ensin ja toimia vasta sitten parhaimmalta vaikuttavan vaihtoehdon mukaan. (Kamppinen & al., 2001)

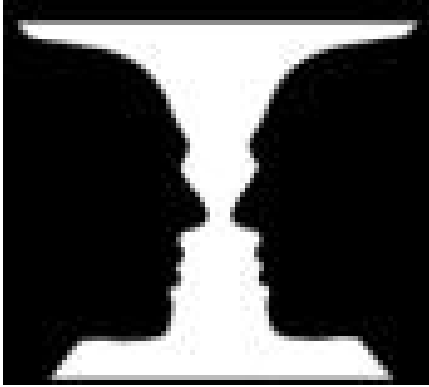
Muurahaisten sisäinen ohjeisto on hyvin rajoittunut, ne osaavat vain muutaman perustoiminnon. Toiminta perustuu pitkälti ulkoisiin havaintoihin, muurahaisten toimintaohjeet on koodattu lähiympäristöön. Jokainen muurahainen on lähes toisensa kopio - omia presentaatioita ei ole ja tekemisetkin toistuvat siis havaintojen mukaisesti samanlaisina. Muurahaiset jakavat saman ulkoisen havaintomaailman. Kaikki muurahaiset kiittävät samaa polkua, mikäli ne havainnoivat polun toimivaksi (Purma).

Kun muurahainen etsii ruokaa, se vaeltaa satunnaisesti pesän lähistöllä. Kun jostakin löytyy vaikkapa hunajaa, sen luo syntyy melko nopeasti polku. Aluksi moni yksittäin harhaileva muurahainen saapuu hunajan luo yksittäin eri reittejä. Pesälle palatessaan muurahaiset erittävät feromoneja, kemikaaleja, jotka muurahaiset haistavat polulta ja muista muurahaisista. Feromonit vahvistavat lyhintä reittiä, sillä sieltä muurahaiset tulevat ensin. Se on hajumerkki muille ja sille polulle syntyy eniten liikennettä. Kun ruoka loppuu, niin liike reitillä vähenee pikkuhiljaa. Polku umpeutuu ja syntyy uusia hajureittejä (Paukku).



## Ihmisen tiedonkäsittelyjärjestelmä

### Aistihavainnot ja merkitysten ulkoistaminen



**Kuva 1. Pää tai vaasi, vuorotellen.**

Informaatiokäsittelyn evoluutiossa ihminen on neljännellä ja viimeisellä tasolla. Tällä tasolla oliot muokkaavat ympäristöään sellaiseksi, että siihen voidaan säilöä merkityksiä. Työkalut, uskomusjärjestelmät, yhteisön sijoittuminen tilaan ovat kulttuurisia ratkaisuja, joiden hyödyntäminen vaatii älyä, mutta myös antaa sitä. Älykkäässä ympäristössä on helpompaa toimia menestyksellä. Ihmiset ovat luoneet kaupunkoja, työpaikkoja, koteja, tietokoneita, tietoverkkoja jne., joissa navigointi edellyttää, että osaa tulkita niihin kiinnittyneitä merkitysjärjestelmiä. (Kamppinen & al., 2001)

Ihmisellä on kyky ottaa vastaan tietoa, muokata sitä sekä tallettaa havaintotietoa muistiinsa. Ihminen kykenee päättämään, tekemään vaikeita päätöksiä, luokittelemaan tietoa sekä ratkaisemaan monimutkaisia ongelmia. Aistihavaintosysteemimme tuottama tieto valikoituu tarkkaavaisuuden kautta kognitiivisen systeemimme prosessoitavaksi. Läheskään kaikki toimintatilanteet eivät edellytä monimutkaisten uusien informaati-

tiorakenteiden tuottamista, osa tehtävistä hoituu sensomotoristen rutiinien avulla. Ajatteluprosesseja tarvitaan vasta kun tilanne edellyttää luovuutta. Ihmisen tiedonkäsittelyprosessit muodostavat kokonaisuuden. Ihminen muistaa havaitessaan ja tarkkailee ajatellessaan (Laarni & al., 2001).

### Havaitsemisen ja ajattelun tietotekninen tuki

Tietojenkäsittelyn siirtäminen tietokoneiden tehtäväksi on eräs esimerkki siitä, kuinka ihminen on ulkoistanut fyysisesti omaa tietojenkäsittelyään helpottaakseen ajattelutehtäviensä hoitamista.

Ihmisen ajattelutehtäviä on kategorioitu niiden vaatiman käsittelytavan ja muistinkäytön perusteella seuraavasti:

- Luokittelussa ihmisen on kyettävä sijoittamaan joukko objekteja samaan luokkaan. Luokittelu on ihmiselle hyvin tyypillistä ja luontaista, joskin sekin saattaa tapahtua väärin.
- Päätöksenteko on eri vaihtoehtoista valintaa. Se kuormittaa työmuistia, varsinkin, jos vaihtoehto tai päätöskriteerejä on paljon.
- Päättelyä on esimerkiksi formaali logiikka. Ihmisen toiminnalle ominaista on, että työmuistia kuormittava päättely menee järjestelmällisesti väärin.
- Ongelmanratkaisua tarvitaan, kun välittömästi käytettävissä olevat keinot eivät riitä tavoitteeseen pääsemiseen. Ratkaisu/ajattelumallit ovat aiemmin nähtyjen, koettujen ja opittujen ratkaisujen pohjalta syntyneitä toimintokokonaisuuksia (Laarni & al., 2001).

Tietokoneilla tehtäväksi näistä luontevoimmin siirtyy päättely. Luokittelu- ja päätöksenteko ovat jo vaikeimmin tietokoneelle siirrettäviä toimintoja, mutta nekin voidaan hoitaa tietokoneen laskentavoimalla, mikäli luokittelu- tai päättelykriteerit saadaan selkeiksi.

Ongelmanratkaisun tietoteknistä tukea on myös tutkittu ja on havaittu, että antamalla ongelmanratkaisijalle toiminnallista tukea (rakenteet, välineet, toimintamallit), työprosessin sopivissa kohdissa, voidaan aloittelijoita auttaa huomioimaan eri näkökulmia tehtävän ratkaisussa (Hakkarainen & al., 1999).

Ajattelutoimintojen muuttaminen ulkoiseen ja näkyvään muotoon auttaa tutkimusten mukaan ajatusten tarkentamista ja kehittelyä. Tiedon esittäminen useissa muodoissa - kuvallisessa tai käsitteellisessä on tärkeää. Käsitteellisen tiedon visualisointi tukee ilmiön sisäisten suhteiden tiedostamista (Hakkarainen & al., 1999).

### Muistitoimintojen tietotekninen tuki

Ihmisen muistin tukena tietotekniikka on saanut lujan jalansijan. Me olemme ulkoistaneet huomattavan määrän työstämäämme materiaalia digitaaliseen muotoon ja levittäneet sen laajaan yhteiskäyttöön tietoverkkojen avulla.

Osaamme myös käyttää työmuistimme apuna erilaisissa suunnittelutehtävissä tietokoneen työpöytä ja lukuisia ohjelmia. Järjestelmien sisään on rakennettu Help-toimintoja ja niiden käyttöliittymät sinällään pyrkivät auttamaan meitä muistamaan, miten niitä käytetään.

Tietokoneemme työpöydällä on kalenteri, saamme koneelta muistutuksia ja herätteitä, voimme lähettää niitä helposti toisillemme. Työnkulkujen muistamista tuetaan järjestelmien käyttöliittymien avulla ja erilaisia työnkuluohjelmia on kehitetty työmme avuksi.

## Tietojärjestelmien rakentamisprosessi

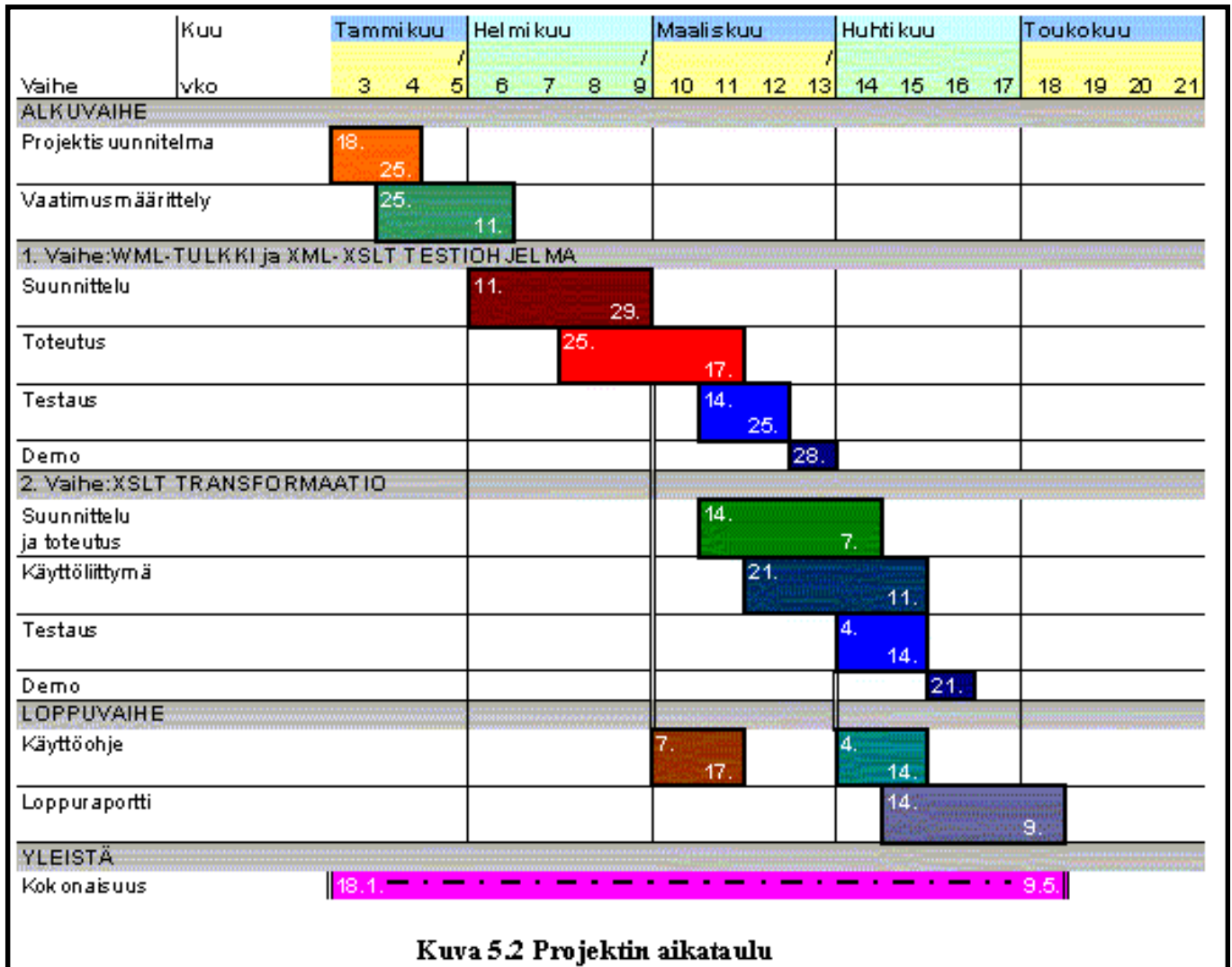
### Ajattelun helpottaminen lähtökohtana

Tietojärjestelmien rakentamisen osittamisella ja pilkkomisella hallittaviin pieniin kokonaisuuksiin pyritään helpottamaan niiden rakentajien ajattelua ja varmistamaan siten

virheettömämpi lopputulos. Toisaalta rakentamista on pyritty helpottamaan ohjelmointikieliä ja kehittämissä ympäristöjä kehittämällä. Konekielisen ohjelmoinnin pienistä käskykohteista toimenpiteistä on siirrytty kieliin, joissa on valmiiksi ratkottu ongelmia ja joiden ilmaisuvoima auttaa toteuttamaan yhdellä käskyllä isompia kokonaisuuksia. Ohjelmiston tai tietokantojen arkkitehtuurin suunnittelussa taas hyödynnetään yleensä jotakin graafista/symbolista kuvauskieltä. Tiettyjen samantyyppisten ongelmien dokumentointi ratkaisumalleiksi (patterns) ja niiden hyödyntäminen järjestelmän rakentamisen eri vaiheissa on tulossa entistä tyyppisemmäksi.

## Rakentamispolut kuvataan suunnitelmiksi

Tietojärjestelmien rakentaminen on asiantuntijatyötä, jossa joudutaan tyypillisesti yhdistämään hyvin monenlaista osaamista ja tekemään yhteistyötä. Kuvitelma tulevasta tuotteesta on saatava toimivaksi, jollakin tietokoneella ajettavaksi ohjelmaksi tai nykyisin pikemminkin useiden tietokoneiden yhteistyönä tapahtuvaksi tietojen prosessoinniksi, jotta asiakkaan tarvitsema palvelu lopulta syntyy. Tämä rakennusprosessi voidaan nähdä ihmismuurahaisten polkuna, jossa siirretään abstraktia kuvitelmaa eteenpäin, pinoten sitä välillä dokumenteiksi. Viimeinen vaihe on koneen kääntäjälle/tulkille kirjoitetun



Kuva 5.2 Projektin aikataulu

ohjelman kirjoittaminen, sen jälkeen tuleva palvelu alkaa olla vihdoinkin olla konkreettisestikin näkyvissä ja kokeiltavissa.

Rakentamispolkuja on monenlaisia, mutta käytän tässä esimerkkinä hyvin yleistä vaihejakomallia. Mallin mukaiset vaihepolun osapäättökätköt ovat vaatimusten kartoitus, toimintojen ja käyttöliittymän määrittely, teknisen arkkitehtuurin suunnittelu, ohjelmointi (suunnitteluineen ja testaustuksineen), järjestelmän testaus, pilotointi sekä käyttöönotto. Polku valitaan ja tehdään näkyväksi sen kuljijoille tekemällä työlle etukäteen projektisuunnitelma, jossa sovitaan tehtävistä, niiden riippuvuuksista, työnjaosta sekä matkan avuksi tarvittavista työkaluista. Jo polun suunnittelussa tarvitaan tietoa edessä olevasta maastosta, sen hyvistä ja huonoista reiteistä. Mikäli kysymyksessä on iso ja vaikea tehtävä, voidaan polun suunnittelukin vaiheistaa, jotta yhden osan valmistuttua voitaisiin sen perusteella helpommin päättää seuraavasta reitistä ja siihen tarvittavista resursseista.

### **Projektisuunnitelma on viitoitus- ja ohjekokoelma**

Kts kuva ed. sivulla.

Aivan kuten muurahaistenkin, tarvitsee ihmisenkin oikein toimiakseen löytää toimintaohjeita ympäristöltään. Jos halutaan, että organisaation toiminta tehostuu ja optimaaliset muurahaishäipulut alkavat tulla käytetyiksi, täytyy reitinvarrelta löytyä viitoitus. Viitoituksen täytyy lisäksi olla kaikille sitä tarvitseville ymmärrettävää ja niiden täytyy löytyä tienristeyksistä oikeista paikoista. Ei ole mukavaa kävellä tietä ja huomata kilometri risteyksen jälkeen, että edessä umpikujan merkki.

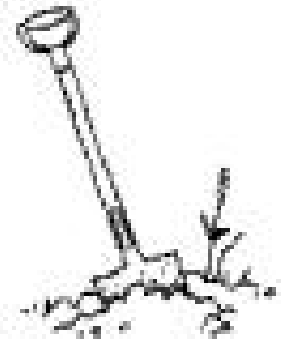
Kun projektipäällikkö on suunnittelemassa projektia, siis valitsemassa reittiä uudelle ohjelmistotoimitukselle, hänellä on edessä ajattelu-tehtävä - päätöksentekoa (ja reitin optimointia), päättelyä sekä ongelmaratkaisua. Tehtävän lopputuloksena syntyvä projektisuunnitelma taas on kuin kartta, jonka mukaan lähdetään etenemään. Jos maasto on tuttu, siitä on olemassa valmiita karttoja sekä hyvin merkitty vakiopolku. Kun ohjelmistojen suunnittelumalli on selvä ja sen välituloksista on teko-ohjeita ja malleja, apuna käytettävät ohjelmat ovat talossa käytössä ja resurssit hallitsevat kaikki työvaiheet, voi projektin suunnittelija keskittyä asiakkaan ongelman ratkaisemiseen. Kokenut projektipäällikkö pystyy suunnittelemaan vaiheittain melko varmasti oikein tehtävät, niiden lopputulokset ja aikatalutuksen sekä resurssoinnin tarpeen. Varsinkin, jos hänellä on käytettävissä kunnollinen dokumentti järjestelmän vaatimuksista työnsä pohjaksi.

Projektin suunnitelma on kirjoitettava siten, että sitä voidaan käyttää oikeasti ohjeena työn tekemiseen. Jos se on ylimalkainen ja ympäröivä, joutuvat tekijät joka risteyksessä miettimään kääntymissuuntaa ja silloin aikaa kuluu tekemisen sijasta tekemistävän miettimiseen. Myös projektin tuotokset (määritykset, arkkitehtuurikuvaukset jne.) ovat paitsi oman ajattelun lopputuloksia, myös ohjeita seuraavan vaiheen tekijälle. Ne on kirjoitettava lukijan (tai kääntäjän) ymmärtämään muotoon - vaaditaan siis yhteistä kieltä ja sovittuja symboleja. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että työn onnistumisen varmistamiseksi on syytä tarkasti sopia, miten kuvaukset kirjoitetaan ja varmistaa ennen työn aloittamista, että sekä kirjoittaja että lukija todella ymmärtävät asiat samalla lailla. Pro-

jektisuunnitelman läpikäynti yhdessä, tulostamien konkreettinen esittely, aikataulujen ja polkujen graafiset esitykset - kaikki tukevat kehittämispolun havaitsemista. Työ voi alkaa vasta, kun tiedetään, minne on tarkoitus mennä ja miten. Polku pidetään tietysti näkyvänä varmistamalla konkreettisesti, että kaikkien työmaastoon sopivasti ilmestyy viittoja siitä, mitä milloinkin piti ottaa työn alle ja miten. Tyypillisesti tätä hoitaa viran puolesta projektipäällikkö säännöllisellä yhteydenpidolla resursseihin.

### **Menetelmien ja työvälineiden käyttö on myös opiskeltava**

*Vanha menetelmä on paras ellei se katoa tai paremmasta ole havaintoa*



**Kuva 2. Tuttu työväline ja menetelmä.**

Kun muurahaisten päätyvät tietylle polulle, se tapahtuu polkujen avaamisvaiheessa ja perustuu optimaalisen reitin löytymiseen heti alkuvaiheessa. Jos muurahaisten maastoon avataan myöhemmin uusia polkuja, jatkavat muurahaisten yleensä kulkua entisellä polulla, kunnes se suljetaan tai ruoka ehtyy. Mikään ulkomailman havainnoista ei nimittäin tue niiden siirtymistä uudelle polulle, entinen tuoksuu edelleen houkuttelevammin.

Myös ihmiselle on tyypillistä kulkea tuttuja, turvallisia ja hyvin näkyviä polkuja. Jos on kiire, ei risiä eksymisestä ole muutenkaan varaa ottaa. Tokihan olemme myös uteliaita ja seikkailunhaluisiakin, mutta vain jos meillä on aikaa siihen.

Pyrimme aina tekemään työmme tavalla, jolla me itse uskomme parhaan lopputuloksen syntyvän. Ympäristömme muuttuessa olemme valmiita muuttamaan tapojamme vain, jos selvästi havaitsemme uuden tavan tuottavan paremman lopputuloksen tai emme enää voi tehdä asioita, kuten ennen - entinen polku päättyy umpikujaan tai on poikki. Mutta mikäli olemme vakuuttuneita, että uuden apuvälineen käyttöönotto tai uuden osaamisen hankinta kannattaa - siis helpottaa tekemistämme jatkossa - olemme valmiita oppiaksemme sen näkemään runsaastikin vai-va. Siedämme myös oppimisen alkuvaiheessa ilmenevää epävarmuutta ja hidasta etenemistä, jos vain suikin pystymme varaamaan siihen aikaa.

Tietojärjestelmien rakentamis- maastossa tapahtuu jatkuvasti muutoksia ja työn tekemisen avuksi kehitetään uusia menetelmiä ja niiden tueksi (tai päinvastoin) hankitaan työvälineitä. Pelkkä menetelmien kehittäminen tai välineiden hankinta ei kuitenkaan muuta mitään, ellei samalla pidetä huolta siitä, että myös työntekijät havaitsevat uusien työtapojen hyödyt ja motivoituvat hankkimaan niiden käytön osaamista. Ihmiselle on myös tyypillistä, että hyödyt pitäisi pystyä havainnollistamaan ja käyttö neuvomaan mahdollisimman konkreettisesti. Näyttämällä, miten tehdään ihan oikeasti oikeissa käyttötilanteissa, voidaan asia havainnollistaa parhaiten. Lopputulosmallit ovat hyviä, mutta eivät ne kerro sitä, mil-

lä prosessilla ne tuotettiin. Ei kuoppa maastossakaan kerro, miten se kaivettiin, näyttämiseen tarvitaan kaivaja ja lapio.

*Uusien menetelmien omaksuminen edellyttää kunnollista ohjeistusta*



**Kuva. Uusi työväline, uusi menetelmä.**

Olemme nykyisin hyvin paljon siirtämässä oppimateriaalia verkkoon ja uskomme siihen, että ihmiset pystyvät hyödyntämään sitä uusien työtapojen omaksumisessa. Tämä ei välttämättä toimi, sillä:

- Passiivisena verkossa oleva ohje ei hypähdä keneenkään tienviitaksi, ellei sitä ole liitetty sen työpolun varteen, jossa päivittäin kuljemme. Jatkamme entiseen suuntaan, ellei joku viitta muistuta meitä uudesta reitistä. (Mainostajat tietävät tämän hyvin, heiltä voisi ottaa oppia.)
- Vaikka ohje tulisi vastaankin, voi se olla kirjoitettu meille tuntemattomalla kielellä, emme ymmärrä sitä. Ohje, joka ei viesti ihmiselle sitä, että se on tarkoitettu juuri hänelle ja lupaa helpotusta tiettyyn ongelmaamme, jää helposti huomaamatta. Kaupalliset kurssimainokset ovat esimerkkejä siitä, miten juuri nämä asiat niissä painottuvat.
- Ohjeen on oltava tarpeeksi havainnollinen ja kuvattava ongel-

manratkaisuprosessikin - valitettavan harvoin ohjeistaja tulee kirjoittaneeksi ohjetta tämä näkökulma mielessään. Hyvin usein havainnollistaminen vaatisi osaavan ihmisen näyttämään, kuinka asia oikeasti tehdään ja kertomaan, miksi uusi tapa on parempi kuin entinen.

- Ohjeissa pitäisi kytkeä apuvälineen käyttö lopputuloksen aikaansaamiseen - erillään olevat ja toisiin liittymättömät ohjeet eivät anna selvää kuvaa siitä, missä kohdissa työvaihetta mitään välinettä kannattaa käyttää.
- Uusien työtapojen omaksuminen vie aikaa - aluksi työ edistyy hitaammin kuin entisellä tavalla. Jos henkilöille ei varata aikaa uusien tapojen opiskeluun, eikä ole työntekotapojen taitajia näyttämässä, miten työ tehdään, niin ihmiset jatkavat tekemistä vanhoilla tavoilla.

### **Hallitsematon muutos ja kiire aiheuttavat epävarmuutta ja ahdistusta**

Muurahaiset toteuttavat yleensä yhtä asiaa kerrallaan, kantavat systemaattisesti ruokaa tai kortta samaan kekkoon. Ihmisen elämässä jopa yksi päivä muodostuu monesta polusta ja monenlaisesta tekemisestä. Meillä on kotimme, harrastuksemme ja työprosessimme. Olemme jo pelkästään töissä monenlaisten prosessipolkujen maastossa ja tekemisemme riippuvat kuljettavasta polusta. Olemme kantamassa korsiamme monenlaisiin kekoihin. Olemme varmaankin pyrkineet suunnittelun avulla viitoittamaan omaa tekemistämme, suunnitelleet päivittäisen ajankäyttömme viikoiksikin etukäteen ja merkanneet sen kalentereihimme. Mitä useammassa projektissa työskentelemme, sitä tärkeämpää oman työaikamme

jakamisen suunnittelu ja suunnitelman muistiin merkitseminen on. Mikäli yritämme selvittää vain työmuistin varassa ilman selkeästi merkittyä polkua, joudumme rasittamaan muistiamme asioilla, joita voimme ulkoistaa ohjeiksi polkumme varrelle. Saatamme myös pelkän muistin varassa työskennellessämme helposti arvioida väärin uusien töiden vaikutuksen ajankäyttöömme ja antaa katteettomia lupauksia. Selvät strategiset linjaukset, niiden vaatimien hankkeiden projektisointi ja kaiken työn etukäteissuunnittelu takaavat omalta osaltaan sen, että saamme ajoissa muistutuksia niidenkin vaatiman työajan huomioimisesta kalentereissamme.

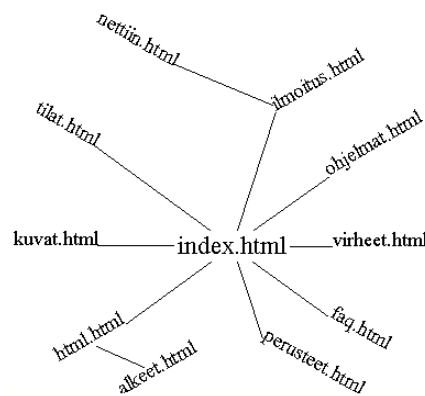
Osan päivästä työskentelemme yhdessä muiden ihmisten kanssa ja joudumme koordinoimaan ajankäyttöämme heidänkin kanssaan. Projektin resurssoinnin yhteydessä on siis erittäin tärkeää varmistaa, että kaikkien tarvittavien resurssien kalentereihin tulee oikea-aikainen merkintä tarvittavasta työpanoksesta. Samalla on myös varmistettava, että mahdollisesti tarvittavaan uusien menetelmien ja välineiden opiskeluun varataan siihenkin riittävästi aikaa.

Teoriassa siis näin, käytännössä tämä ei useinkaan toimi. Ihmisille tulee jatkuvasti tilanteita, joissa etukäteen viitotetun polun sijasta joudutaan yllättäviin tilanteisiin. Yrityksissä on yleistynyt ympäristön muutosten nopeaan reagointiin perustuva toimintatapa ja tehokkuuden sekä resurssien optimoinnin vaatimukset. Tämä johtaa väistämättä lyhyellä tähtäimellä tapahtuvaan suunnitteluun ja siihen, että myös kukaan ihmisten pitkäjänteinen työajan suunnittelu ei ole mahdollista.

Jos työkalenteriin ei ole mahdollista työkuorman suuruuden takia jättää yllätysvaraa ja jos projektit ja työsuunnitelmat ja tekemistavat usein

muuttuvat, ovat ihmiset helposti tilanteessa, jossa he jatkuvasti 1) joutuvat suunnittelemaan kalenteriaan uusiksi, 2) muistelemaan mitä pitää tehdä, 3) miettimään muutosten vaikutuksia 4) tutkimaan mahdollisuuksien maastoa ja 5) viitoittamaan uusia polkuja. Tämä on ajattelutehtävä, joka vaatii aikaa sekun. Pahimmassa tapauksessa polun suunnittelu käy aivan mahdottomaksi, joudutaan vain tekemään akuutimmat tai helpommin näkyvät asiat sitä mukaa kun ne tulevat vastaan. Toiminta alkaa muistuttaa viitoittamattomassa maastossa harhailevan yksittäisen muurahaisten reagoitua maaston merkkeihin - toimitaan tilannekohtaisesti ja impulsiivisesti. Tällaisessa tilanteessa ei enää ole selvää polkua eikä selvää päämäärää - ei ihmisillä eikä yrityksellä.

### Muurahaisten löytävät oikeat polut - ihmiset suunnittelevat ne



**Kuva. Selkeä suunnitelma, näkyvä polku.**

Muurahaisten harhailu loppuu, kun optimaalisesti paras polku piirtyy maastoon ja riittävän monta muurahaista alkaa kulkea sitä pitkin. Myös ihmisten määrätietoinen ja sujuva yhteistyö on mahdollista vain, jos me voimme viitoittaa polkumme mahdollisimman hyvin etukäteen. Asiantuntijaorganisaatiossa tämä tarkoittaa myös organisaation tärkeim-

män resurssin, ihmisen toimintatapojen, rajoitusten ja kykyjen huomioon ottamista kaikessa tekemisen suunnittelussa ja ohjeistuksessa. Selkeästi merkityt polkuja pitkin on helppo kulkea raskaammankin taakan kanssa ja yhteistyön toimiessa syntyy valmista hyvin tehokkaasti. Ihmisen vahvuus on mahdollisuuksissa kuvitteellisestikin testata eri vaihtoehtoja pitkäjänteisesti, valita tulevaisuuden kannalta parhaalta vaikuttava etene- missuunta, valita hyvät varusteet matkalle mukaan sekä rakentaa jopa hyvä viitoitus polun varrelle oman sekä muiden kulkijoiden muistin tueksi.

Vaikka elämä itsessään on yllätyksiä täynnä eikä tulevaisuutta voi koskaan täysin ennakoida, niin ihminen on kautta aikojen kuvitellut ja suunnitellut tekemisensä etukäteen ja dokumentoinut sekä ohjeistanut hyvät tavat (ja varoittanut edessä olevista vaaroista) seuraavaa, vastaavalla kertaa varten. Kauan aikaa sitten tieto siirtyi ihmiseltä toiselle näyttäen ja puhuen. Nykyisin valta-osa ihmisten toiminta-ohjeista ja tarvitsemasta tiedosta on talletettuna älykkääseen ympäristöömme kuten kirjoihin, tietokoneisiin ja tietoverkkoihin. Tietotyön asiantuntijoiden työ on tämän tiedon luovaa jatkojalostamista tai hyödyntämistä uusissa tehtävissä. Työ sinällään edellyttää onnistuakseen ajattelutoiminnan kaikkien kategorioiden käyttöä ja varsinkin ongelmanratkaisutilanteissa on koke- muksesta vastaavallisista tilanteista hyötyä. Asiantuntijatyön rasittavuutta voidaan helpottaa suunnittelema- la etukäteen mahdollisimman hyvin sekä tekemiset että niihin tarvittava resurssipanostus tarvittavine kehittä- mistoimenpiteineen. Huolehtimalla siitä, että suunnitelmat ovat kaikille näkyviä ja jokainen asiantuntija löytää työympäristössään automaattisesti viitteitä seuraavasta tehtävästään teko- ohjeineen taataan kehittämisproses-

sin hyvä eteneminen. Me haemme kuten muurahaisetkin toimintaohjeita ympäristöstämme. Ihminen tarvitsee kuitenkin erilailla kuin muurahaiset aikaa ympäristön muutoksiin sopeutumiseen. Meidän toimintamme edellyttää ymmärtämistä ja osaamista, eikä sitä synny hetkessä. Asiantuntijalle ei ole ominaista toimia sokeasti tässä ja nyt - ainakaan jos hän saa hiukankin miettimisaikaa ennen toimintaansa. Parviäly on muurahaiden ratkaisu älykkääseen yhteistoimintaan. Ihmiset toimivat luontaisesti suunnitellen tekemisensä etukäteen - jatkuva kiire ei ole ihmiselle normaali olotila.

*Helena Venäläinen,  
FD Finanssidata Oy,  
helena.venalainen@osuuspankki.fi*

Artikkeli on kirjoitettu syksyllä 2001 Helsingin yliopiston Kognitiotieteen laitoksen Connet -kursilla Johdatus kognitiotieteisiin.

#### Lähteet:

Hakkarainen K., Lonka K., Lipponen L., (1999). Tutkiva oppiminen - älykkään toiminnan rajat ja niiden ylittäminen. WSOY, Porvoo.

Laarini J., Kalakoski V., Saariluoma P.(2001) .Ihmissen tiedonkäsittely. Kirjassa Saariluoma P., Kamppinen M., Hautamäki A., Moderni Kognitiotiede. Yliopistopaino, Helsinki.

Kamppinen M., Jokinen M., Saari-  
maa R.(2001). Kognitio ja kulttuuri.

Kirjassa Saariluoma P., Kamppinen M., Hautamäki A., Moderni Kognitiotiede. Yliopistopaino, Helsinki.

Paukku T. (2001) Helsingin Sanomat/Tiede. Lähteet: Bonabeau E, Wallenberg säätiö, Tukholma 10. syyskuuta 2001, Swarm Intelligence, Scientific American, maaliskuu 2000, Nature 6. heinäkuuta 2000.

Keskustelu Helsingin yliopiston Kognitiotieteen laitoksen Connet-assistentti Jukka Purman kanssa syyskuussa 2001 auttoi myös huomattavasti ajatusten selkiyttämisessä.

# Sytyke ry:n logokilpailu ratkennut



Yhdistyksen webbi-sivujen uudistamisen yhteydessä päätettiin uudistaa yhdistyksen ilmettä muutenkin. Syksyn 2001 aikana saapuneista logoehdotuksista johtokunta valitsi voittajaksi Eija Hyyppän ehdotuksen ”Leimaus”. Kuvassa Systeemityöyhdistys Sytyke ry:n puheenjohtaja Pekka Forselius luovuttaa voittajalle palkinnoksi Data Clubin 250 • lahjakortin.



# Lyhytkestoinen muisti ja käytettävyys

*Sinikka Hiltunen,  
UTA*

---

Artefaktin, vaikkapa tietokoneohjelman, käytettävyyteen vaikuttaa hyvin suuresti ihmisen kognitiiviset kyvyt. Niistä pitkälti riippuu, mitä hän pystyy omaksumaan ja miten nopeasti. Kognition alueella taas nimenomaan työmuisti asettaa suuria rajoituksia sille, miten vaikkapa noviisikäyttäjä voi upouutta ohjelmaa hyödyntää. Monia näitä rajoituksia voidaan kuitenkin välttää hyvällä suunnittelulla...

## 1. Lyhytkestoisen muistin rakenne

---

### 1.1 Sensoriset muistit

Lyhytkestoinen muisti koostuu ns. sensorisista muisteista ja työmuistista. Sensoriseilla muisteilla tarkoitetaan aisteihin välittömästi liittyviä muistijärjestelmiä, joilla aistitieto otetaan vastaan. Tärkeimmät niistä ovat visuaalinen ja auditiivinen sensorinen muisti, joista käytetään myös nimitystä ikonimuisti ja kaikumuisti.

Ikonimuistia tutki ensimmäisen kerran Sperling v. 1960, jolloin hän havaitsi, että ärsykkeet säilyvät hetkellisesti muistikuvissa, vaikka ne todellisesti olivat jo hävinneet näkyvistä. Sittemmin on todettu, että ikonimuistin kesto on noin puoli sekuntia.

Kaikumuistia on tutkittu samantapaisilla kokeilla, kuin Sperling tutki ikonimuistia, ja niissä on havaittu, että kuuloärsyke on kuultavissa vielä

silloinkin, kun se jo fysikaalisesti on kadonnut. Kaikumuistin kestoksi on mitattu noin 1-3 sekuntia.

### 1.2 Työmuisti

Työmuisti viittaa järjestelmään, jossa informaatiota säilytetään väliaikaisesti ja manipuloidaan monimutkaisten kognitiivisten tehtävien, kuten kielen ymmärtämisen, oppimisen ja päättelyn aikana.

Työmuistin kapasiteetti on rajallinen; eri tutkimusten mukaan  $5-7 \pm 2$  toisistaan riippumatonta yksikköä. Kapasiteettia voidaan kasvattaa liittämällä sekä uusia, opittavia että säilömuistista haettuja yksiköitä toisiinsa suuremmiksi kokonaisuuksiksi, ja kognitiivisen taituruuden katsotaankin perustuvan tähän liittämistaitoon. Myös työmuistin kesto on rajallinen, noin 20 s ilman kertausta.

Rakenteellisesti työmuisti ja kaantuu keskusyksikköön, fonologiseen kehään ja visuo-spatiaaliseen varastoon. Nämä säilyttävät kertaamalla (rehearsal) visuaalisen ja kielellisen aineiston työmuistissa. Mahdollisesti muitakin varastoja on (esim. tuntomuistille ja musiikille). Työmuisti hakee tietoa säilömuistista käsiteltäväkseen. Se myös siirtää tietoa sinne, jos asiaa kerrataan tai muuten työstetään, muutoin se katoaa muistista. Työmuistin avulla pystytään myös yhdistelemään uutta ja vanhaa tietoa sekä siirtämään uutta tietoa tallennettavaksi pitkäkestoiseen muistiin. Esim. Alzheimerin tautia sairastavilla potilailla on todettu jo taudin alkuvaiheessa heikkenemistä työmuistissa.

Keskusyksikkö on työmuistin keskeinen järjestelmä, joskin sitä on tutkittu kaikkein vähiten. Baddeley otti keskusyksikön malliksi Normanin ja Shallicen vuonna 1980 kehittämän informaatiovirtamallin, jonka mukaan useita automatisoituneita skeemoja toimii samanaikaisesti ja osa niistä toimii automaattisesti. Ne käynnistyvät ulkoisten vihjeiden laukaisemana. Tarkkaavaisuuden suuntaamista valvoo valvontajärjestelmä SAS (Supervisory Attentional System), jonka kapasiteetti on myös rajallinen. Se ratkaisee suunnitteluun ja päätöksentekoon liittyviä tehtäviä, toimii tilanteissa, joissa automaattiset toiminnot ovat joutumassa ristiinriitaan keskenään, sekä tilanteissa, jotka arvioidaan vaarallisiksi tai muuten hälyttäväksi. SAS ehkäisee tai aktivoi skeemojen toimintaa ohi automaattisten järjestelmien.

Fonologista kehää on tutkittu kaikkein eniten. Sanallisen informaation äännehahmo säilyy fonologisessa kehässä noin yhden tai kahden sekunnin ajan lähinnä siten, että informaatiota kerrataan ns. sisäisen puheen avulla (mikä ei vaadi välttämättä sitä, että äänihuulet liikkuvat). Tutuin tilanne, jossa fonologinen kehä toimii, lienee se, jossa katsot numeron puhelinluettelosta ja kertaat sitä mielessäsi, kunnes olet näppäillyt sen. Tämän prosessin avulla voidaan myös (esim. luettua) visuaalista informaatiota koodata fonologiseen kehään.

Fonologisen kehän laboratorio-tutkimuksista voidaan mainita mm. seuraavat tulokset:

- fonologisen samankaltaisuuden efekti: äännehahmoltaan samankaltaiset ärsykkeet unohtuvat helpommin kuin semanttisesti (merkitykseltään) samankaltaiset
- irrelevantin puheen (merkityksettömät sanat, tavut tai vieras-kielinen puhe) suuri häiritsevyys: irrelevantilla puheella on ilmeisesti suora pääsy fonologiseen taltioon
- sanan pituusefekti: pitkien sanojen kertaaminen fonologisessa kehässä kestää ilmeisesti kauemmin kuin lyhyiden, minkä vuoksi ne unohtuvat helpommin
- ensimmäinen ja viimeinen efekti katoavat kokonaan, jos sanojen kertaaminen estetään artikulatorisen häirintätehtävän avulla (esim. koehenkilö toistaa ääneen tavua pa-pa-pa).

Laboratoriotutkimusten lisäksi on havaittu, että fonologinen kehä osallistuu lukemisprosessiin (sanojen pitäminen mielessä, kun siirrytään sivulta toiselle), monimutkaisten asioiden ymmärtämiseen, tarkkuutta vaativiin tehtäviin ja pitkäkestoiseen fonologiseen oppimiseen (esim. äidinkielen tai vieraan kielen oppiminen).

Visuo-spatiaalinen varasto säilyttää näköinformaatiota, vastaa mielikuvien ylläpidosta ja käsittelystä. Siihen liittyy sekä visuaalinen että spatiaalinen ulottuvuus, jotka todennäköisesti perustuvat erillisiin hermostollisiin mekanismeihin. Visuaalinen komponentti liittyy hahmontunnistukseen (mikä?), kun taas spatiaalinen komponentti liittyy kohteen avaruudellisen aseman prosessointiin (missä?).

Samanaikainen artikulatorinen häirintätehtävä (vaikkapa tavun pa-pa toistaminen) ei vaikuta visuo-spatiaaliseen varastoon (esim. siihen, miten hyvin taitavat shakinpelaajat muistavat peliasemia). Sen sijaan visuo-spatiaalinen häirintätehtävä (esim. jonkin helpon kuvion naputtaminen sormella pöytään) vaikuttaa. Myös visuaalinen kuvittelutehtävä häiriintyy tällaisessa tilanteessa.

### 1.3 Jaettu tarkkaavaisuus

Ihminen pystyy suorittamaan tarvittavan kognitiivisen tehtävän parhaiten silloin, kun hän voi suunnata tarkkaavaisuutensa yhteen asiaan kerrallaan. Jos hän joutuu jakamaan tarkkaavaisuutensa kahden tai useamman asian kesken, toiminnot hidastuvat ja virheiden mahdollisuus kasvaa. Jaettua tarkkaavaisuutta voi kuitenkin josain määrin harjoitella, jolloin ilmeisesti muistettavat yksiköt yhdistyvät toisiinsa eikä esim. työmuistin kapasiteetin rajoitukset pääse vaikuttamaan samalla tavalla kuin ilman harjoittelua. Myös sillä on vaikutusta, miten samankaltaisia jaetun tarkkaavaisuuden kohteena olevat asiat ovat. Samankaltaisuus voi ilmetä ärsyksen modaliteetin (visuaalinen vs. auditiivinen), prosessoinnin tason, muistikoodien tai vaadittavien reaktioiden tasolla. Jos asiat esim. vaativat toinen näkö- ja toinen kuuloärsyksen käsittelyä, tarkkaavaisuuden jakaminen on helpompaa.

## 2. Lyhytkestoinen muisti ja käytettävyys

### 2.1 Näkyvyys, tieto ulkopuolella vs. päässä

Donald Norman (1988) pitää yhtenä tärkeimpänä käytettävyyden

kriteerinä näkyvyyttä (visibility). Tällä hän tarkoittaa sitä, että artefakti jo itsessään kertoo, miten sitä käytetään. Jos ”käyttöohje” on kerrottava kyltillä tai kilvellä (esim. ovesa kilpi ”Työnnä”), artefaktin suunnittelu on jo sinällään epäonnistunut. Tähän liittyy myös hänen tekemänsä ero siitä, onko tieto päässä vai sen ulkopuolella. Silloin kun tieto on ulkopuolella, sitä ei tarvitse opetella erikseen.

Normanin mukaan artefakti voidaan suunnitella myös siten, että sen rakenne ominaisuuksillaan estää esim. artefaktin kokoamisen väärin. Estäminen voi olla fyysistä (osat eivät sovi toisiinsa kuin yhdellä tavalla), semanttista (jokin teksti osassa kertoo sen paikan), kulttuurista (sosiaalistumisen myötä opitut itsestäänselvyydet) tai loogista (esim. osia ei saa jäädä tähteksi).

Lyhytkestoinen muistin kannalta tällainen suunnittelu takaakin hyvän käytettävyyden. Kun artefakti jo itsessään kertoo, miten sitä käytetään tai miten se kootaan, työmuistin kuormitus jää mahdollisimman vähäiseksi ja työ sujuu helposti ja nopeasti ja antaa tyydytyksen tunteen. Jo ohjekilpien käyttö tai semanttiset tekstit koottavissa osissa aiheuttavat sen, että työmuistin keskusyksikkö kuormittuu ja tarkkaavaisuus joudutaan suuntaamaan kyseiseen seikkaan eikä työ suju enää täysin automaattisesti kuin itsestään.

Myös Faulkner toteaa omassa teoksessaan (1998), että tietokonejärjestelmien tulee olla sellaisia, ettei käyttäjä edes huomaa koko järjestelmää vaan voi keskittyä tehtäväänsä. Jos tarkkaavaisuus joudutaan jakamaan itse tehtävän ja ohjelman vaa-



timien toimenpiteiden kesken, tehtävän suoritus heikentyy ja virheiden mahdollisuus kasvaa, etenkin, jos itse tehtävä ja vaaditut toimenpiteet kuormittavat samaa modaliteettia, esim. näköä.

## 2.2 Aistit

Faulkner on kuvannut kirjassaan hyvin tarkkaan eri aisteihin, etenkin näköön ja kuuloon liittyviä seikkoja sekä niiden vaikutusta tietokoneiden ja niiden ohjelmien suunnitteluun. Hän mainitsee mm., että auditiiviseen (hälytys)signaaliin reagoidaan nopeammin kuin visuaaliseen ja että auditiivisiä signaaleja kannattaa käyttää esim. silloin, kun näköaisti on jo ylikuormitettu tai valaistus on huono. Nämä seikat sopivat hyvin myös ikoni- ja kaikumuin eroihin. Auditiiviseen hälytys-signaaliin reagoimista auttaa myös se, että signaali jää kaikumaan kaikumuihin pidemmäksi aikaa kuin vastaava näkösignaali. Vaikka järjestelmän käyttäjä olisi miten keskittynyt tehtäväänsä, auditiivinen hälytys saa silloin paremmin hänen tarkkaavaisuutensa osakseen.

## 2.3 Direct vs. linguistic manipulation

Faulkner käsittelee myös laajasti kielellisten käskyjen ja suoran ohjauksen (esim. hiirellä käytettävät ikonit) etuja ja haittoja. Ikonit ovat tyyppiesimerkki pään ulkopuolella olevasta tiedosta ja sen vuoksi ne edistävät järjestelmän hyvää käytettävyyttä. Joskus ne kuitenkin saattavat olla vaikeasti tulkittavia tai johtaa jopa virhetulkintoihin.

Toisaalta esimerkiksi funktionäppäimiin sisällytetyt kielelliset komennot vaativat opettelemista ja kuormittavat työmuistia etenkin opettelu-

vaiheessa ja noviisikäyttäjien kohdalla. Kuitenkin sen jälkeen, kun käsityk on opittu, työmuistin kuormitus helpottuu, toiminnot automatisoituvat ja tarkkaavaisuus voidaan suunnata jälleen pelkästään tehtävään. Funktionäppäimet sopivat myös paremmin käytettäväksi 10-sormijärjestelmän kanssa kuin hiiri tai vastaavat, koska käden nostaminen hiirelle ja palauttaminen takaisin näppäimistöille, jolloin oikeaa kohtaa joutuu taas etsimään, vievät enemmän aikaa kuin funktionäppäinten käyttö sen jälkeen, kun niiden toiminnot on opittu. Kielellinen ohjaaminen on myös yksiselitteisempää ja joustavampaa kuin ikonit tai vastaavat.

Kielellisiin ohjeisiin liittyy kuitenkin eräs toinen seikka: niistä tulee helposti liian pitkiä ja monimutkaisia. Muistin kannalta ei oikeastaan ole väliä sillä, mitä muotoa käytetään (valikko, kysymystä ja vastausta tai lomaketta), kunhan semanttinen viesti on lyhyt ja yksiselitteinen. Muuten työmuistissa 7 yksikön kapasiteetti helposti ylitetään ja tarkkaavaisuus joudutaan suuntaamaan kokonaan pois tehtävästä tietokonejärjestelmän ohjaamiseen. Tämä korostuu erityisesti paitsi noviisien kohdalla, myös kenen tahansa vieraskielisen käyttäjän kohdalla: vaikka järjestelmän viestit ja ohjeet olisivatkin käännetty äidinkielelle, käänös voi olla virheellinen tai vaikeasti tulkittavissa esimerkiksi alan terminologian vuoksi. Faulkner suosittelee terminologian sijasta luonnollisen kielen käyttöä, mikä ilman muuta vähentää työmuistin kuormitusta.

Norman puolestaan varoittaa ilmiöstä nimeltä ”creeping featurism”. Ohjelmien kehittymisen myötä niihin helposti innostutaan lisäämään yhä enemmän toimintoja ja yksityiskoh-

tia, jotka paitsi vievät muistitilaa ja vaativat taas uuden tietokoneen hankkimista myös kuormittavat sekä pitkäkestoista että lyhytkestoista muistia. Mitä enemmän yksityiskohtia esimerkiksi tekstinkäsittelyohjelmassa on, sitä varmemmin ne jäävät kokonaan käyttämättä keskimääräiseltä käyttäjältä. Vaikka jokin ohjelman hienous säästääkin käyttäjän aikaa, jos sen osaa, ei monellakaan käyttäjällä ole omien työtehtävien keskellä aikaa ruveta ottamaan hienouksista selvää, jos tehtävän muutenkin pystyy suorittamaan. Jos sitä taas ei pysty suorittamaan, toiminnon mieleenpaltuttaminen ja ohjeiden etsiminen voi viedä kohtuuttomasti aikaa ja aiheuttaa käyttäjässä tarpeetonta ärtymystä ja stressiä. Ja jälleen kerran huomion joutuu jakamaan tehtävän ja toiminnon kesken ja työmuisti saattaa kuormittua pahastikin, ennen kuin toiminto löytyy. Käytettävyyden kannalta siis myös yksinkertaisuus on valttia. Faulkner mainitsee toimintojen porrastamisen siten, että taiturikäyttäjä saa tarvittaessa myös hienouksia käyttöönsä, kun taas aloittelija voi ja saa tehtävän tehdyksi myös ilman sitä.

## 2.3 Ihmisen muut kognitiiviset toiminnot

Normanin mukaan ihmismielelle on tyypillistä etsiä säännönmukaisuuksia, rakentaa malleja (prototyyppejä) ja yhdistellä asioita joskus mielivaltaisestikin. Tämä johtunee aivan tyypillisesti työmuistin kapasiteetin rajoituksista: yhdistelemällä kokonaisuuksia toisiinsa, uutta vanhaan jne. yksikkökokoja voidaan suurentaa ja mielessä voidaan käsitellä suuriakin kokonaisuuksia samanaikaisesti. Tällöin poikkeukset ja harvinaisuudet jäävät kuitenkin helposti huomaamatta, mikä pitäisi ottaa huomioon suun-

nittelussa. Se, että esimerkiksi jokin hälytys tietokonejärjestelmän toiminnassa on harvinainen, ei takaa, että se tulee huomatuksi. Huomion kiinnittämiseen tarvitaan silloin jotain todella poikkeavaa, esim. äänisignaali muuten visuaalisten signaalien keskellä. Parasta tietysti on, jos tällaiset seikat voidaan suunnittelussa kokonaan välttää.

Edelleen biologiselle järjestelmälle on digitaaliseen järjestelmään verrattuna tyypillistä tehdä virheitä. Tällöin digitaalisen järjestelmän tehtävä on estää niitä tai ainakin ehkäistä niiden seurauksia. Virheiden kannalta muisti ja oppiminen ovat kaksipiippuinen juttu. Toisaalta oppiminen ja tiedon jäsenyminen uusina kokonaisuuksina työmuistista pitkäkestoiseen muistiin on omiaan vähentämään virheitä. Toisaalta taas automatisoi-

tuneille toiminnoille on ominaista joustamattomuus ja se, että pienikin väärä vihje voi johtaa virhetoimintoon.

Sekä Norman että Faulkner korostavat teoksessaan palautteen merkitystä: käyttäjän on saatava välittömästi palautetta siitä, että hänen tekemänsä toiminto on ollut oikea tai väärä. Tällöin hän voi joko automaattisesti jatkaa toimintaansa tai sitten korjata tekemänsä virheen välittömästi, jolloin sen seuraukset jäävät mahdollisimman vähäisiksi. Myös muistin kannalta on tärkeää, että palaute tulee heti, sillä työmuistin kesto on niin rajallinen, että liian myöhään tuleva palaute voi johtaa uuteen virhetoimintoon ja tilanteen pahenemiseen, kun käyttäjä ei enää pysty käsittämään, miten ja missä hän on tehnyt virheen.

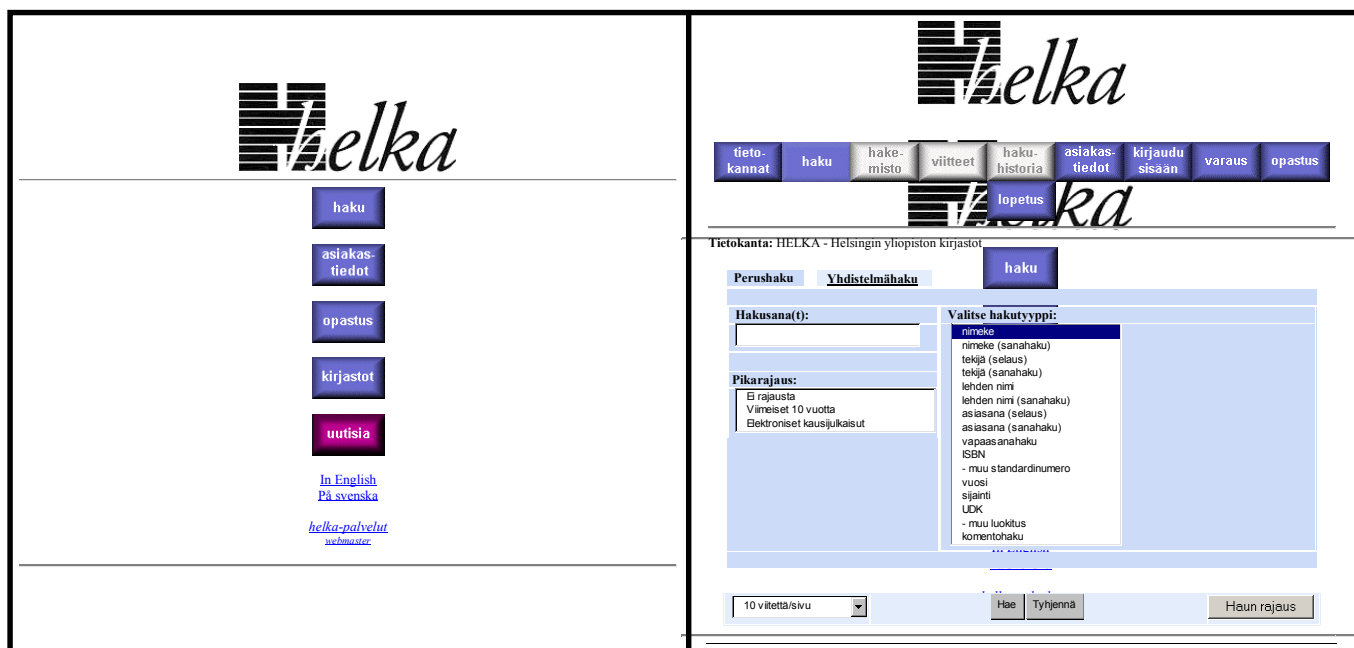
*Sinikka Hiltunen,  
kääntäjä ja tulkki,  
NLP-kouluttaja ja tutkija,  
joka nyttemmin opiskelee myös  
kognitiotiedettä.  
sinikka.hiltunen@uta.fi*

### Kirjallisuutta:

Baddeley A., 1990, Human memory. Theory and Practice, Hove, Lawrence Erlbaum

Faulkner C., 1998, The Essence of Human-Computer Interaction, Edinburgh, Pearson Education Ltd

Saariluoma P., 1990, Taitavan ajattelun psykologia, Otava



**Kuva1: Onnistunut käytettävyys. Tieto ulkona, ei päässä, selkeät tekstit, iso näkyvä fontti, yksiselitteiset tekstit luonnollisella kielellä. Jokainen lukutaitoinen, kirjaston hakumenetelmien ja tietokoneiden alkeet tunteva osaa käyttää jopa ilman opastusta ja ikääntyneetkin lyhyen opastuksen jälkeen. Mitään ei oikeastaan tarvitse osata ulkoa.**

# Terveydenhuollon järjestelmät ja multimedia

## Tietojärjestelmillä välillisiä tai välittömiä vaikutuksia potilaiden terveyteen

*Kristiina Häyrinen ja  
Pekka Turunen,  
SHIFTEC-tutkimusyksikkö,  
Kuopion yliopisto*

Terveydenhuolto on uusien haastavien tehtävien edessä. Haasteita synnyttävät mm. väestön ikääntyminen, elintapojen muutokset, yhä uusien sairauksien löytyminen, ihmisten kasvava kiinnostus omasta terveydestään ja uudet kalliit lääkkeet (esimerkiksi uudet AIDS- ja syöpälääkkeet). Samalla tietotekniikan käyttöönotto terveydenhuollossa on ollut pääsääntöisesti useita vuosia monia muita toimialoja jäljessä. Terveydenhuollossa lääkkeeksi resurssipulaan on nähty alueen ominaispiirteet huomioonottavan tietotekniikan kehittäminen.

Terveydenhuollossa ollaan siirtymässä paperisesta potilaan sairauskertomuksesta elektroniseen potilaskertomukseen, mutta osa potilastiedoista säilytetään vielä perinteisessä muodossa mm. paperilla tai filmeillä. Elektroninen potilaskertomus, johon potilasta koskevaa tietoa kerätään, on ehkä eniten lääkärin toimintaa mullistava tietojärjestelmä. Multimediataiedon (esim. kuva, ääni, pysäytyskuva, liikkuvakuva ja edellisiin liittyvä teksti) saaminen digitaaliseen muotoon on yksi askel kohti tehokasta potilaskertomusta. Huimat visiot erilaista multimediaa sisältävistä, puhetta ymmärtävistä ja lääkäriä diagnosoin teossa neuvovista potilaskerto-

muksista ovat valitettavasti vielä kaukana tulevaisuudessa. Terveydenhuollossa tyyppillisten standardien ja multimedian tunteminen helpottaa järjestelmien kehitystyötä. Parempien järjestelmien kautta päästään myös laadukkaampaan potilaiden hoitoon. Viime kädessä potilaan siirtelyllä ja ajantasattomalla tiedolla voi olla vaikutuksia jopa potilaan terveydentilaan.

Potilaan hoidon eri vaiheissa tarvitaan aikaisemmilla ja kyseenomaisella hoitokäynnillä kerättyä tietoa. Toimintayksikössä voi olla monta erillistä tietojärjestelmää, joissa jokaisessa säilytetään samaa potilasta koskevaa tietoa erillisinä tiedostoina. Lisäksi tietojärjestelmät eivät aina pysty vaihtamaan tietoja keskenään tai käyttämään samoja tiedostoja. Tällöin eräät tiedot kerätään useaan kertaan, jolloin tietojen kokonaismäärä kasvaa ja ylläpito vaikeutuu. Tämä yhdistettynä jatkuvasti kasvavaan tietomäärään saattaa luoda varsin hankalasti hallittavia tilanteita.

### Multimedia terveydenhuollossa

Terveydenhuollon tietotekniikassa käsitellään kaikkia multimediatietotyyppejä: merkkipohjaista tekstiä, kuvaa, vektorigrafiikkaa, ääntä, biosignaaleja, videokuvaa ja skalaareja. Terveydenhuollossa syntyvää kuvatietaa ovat mm. radiologiset kuvat, yksittäiset kuvat ja videokuva. Erilaisen kuvatiiedon määrä on suu-

ri; joillakin terveydenhuollon alueilla lähes kunnallisteknisen toiminnan luokkaa.

Radiologialla tarkoitetaan lääketieteellistä kuvantamista eli kansanomaisemmin röntgenkuvien ottamista, jossa kehon anatomia ja toiminta kuvataan kudoksia läpäisevällä energialla. **Radiologista kuvatietaa** saadaan kuvaustutkimuksissa. Niissä käytetään apuna ultraääntä tai sähkömagneettista säteilyä, joka voi olla röntgensäteilyä, gammasäteilyä tai radioaaltoja. Röntgentutkimusmenetelmiä ovat natiivi-, läpivalaisu-, varjoaine-, ultraääni- tietokonetomografia-, isotooppi- ja magneettitutkimukset. Tutkimuksen tuloksena saadaan kuva ja radiologian lausunto.

**Yksittäisiä kuvia**, jotka otetaan kameralla tai pysäytyskuvina videokameralla, hyödynnetään mm. silmätäudeissa silmänpohjakuvauksissa, patologiassa mikroskooppikuvissa, ihotaudeissa ja maha- ja suolistotähystystutkimuksissa. **Videokuvaa** on hyödynnetty mm. ihotaudeissa, patologiassa mikroskooppitutkimuksissa ja tähytyksissä.

**Biosignaaleihin** kuuluvat mm. **elektrokardiografia (EKG)**, **elektroenkefalografia (EEG)** ja **elektromyografia (EMG)**. EKG:tä käytetään sydänlihaksen toiminnan diagnosoimissa ja siinä rekisteröidään sydämen tuottamia biosähköisiä ilmiöitä. EKG voidaan esittää skalaari-

tai vektoriesityksinä. EEG:n avulla rekisteröidään aivojen spontaania sähköistä toimintaa pään iholle asetettujen elektrodien avulla ärsykeet- tömässä ympäristössä. Tuloksena saadaan EEG-käyrä tai -kartta. EMG:ta käytetään lihaksen toiminnan tutkimisessa. Lihaskudos on sähköisesti varautunut. Iholle asetettujen elektrodien tai neulaelektrodin avulla voidaan rekisteröidä lihaksen synnyttämiä sähköisiä signaaleja. Tuloksena saadaan EMG-käyrä.

**Graafisia käyriä** saadaan mm. **keuhkofunktio tutkimuksissa**. Ne ovat mittauksia, joilla voidaan selvittää keuhkojen toimintakapasiteetti sekä toimintahäiriön luonne ja vaikeusaste. Keuhkofunktio tutkimukseen kuuluu mm. virtaus-tilavuusspirometria, jolla mitataan keuhkojen tuuletustehokkuutta eli ventilaatiota. Virtaus-tilavuusspirometri on hengitys- virtausanturilla varustettu dynaaminen spirometri, josta saadaan sähköisesti sekä virtaus- että tilavuussignaali, joista muodostuu virtaus- ja tilavuussilmukoita.

Terveystieteissä syntyvästä kuvatiiedosta, biosignaaleista ja graafisista käyristä muodostuu multimediaa kun ne yhdistetään keskenään tai tekstimuotoisen tiedon esimerkiksi lähetteen tai lausunnon kanssa.

### **Multimedialla tallentaminen tietojärjestelmiin**

Tänä päivänä kaikki terveydenhuollossa syntyvä multimedia voidaan tuottaa digitaalisessa muodossa, mutta ongelmaksi muodostuu niiden arkistointi ja siirtäminen eri tietojärjestelmien välillä. Terveystieteissä laite, asetukset, ohjeet ja määräykset määrittelevät, kuinka sähköisen säilytyksen on tapahduttava. Potilaiden terveyden ja oikeusturvan vuoksi toimiala on monia muita aloja säännel- lympää.

**Elektroniset arkistot** auttavat tiedon nopeampaa valikoitua saantia ja helpottavat sen valikoitua hävittämistä, kun tieto on käyttötarkoitukseensa nähden vanhentunut. Vuonna 1994 säädetyssä arkistolaisissa annetaan ohjeet pysyvässä säilytyksessä. Konsultaatio-, radiologia- tai laboratoriapalveluja toiselle toimintayksikölle antaessaan on palvelujen tuottajan varmistettava, etteivät nämä tiedot yhdisty palvelun tuottajan omiin potilastietoihin ja että niitä säilytetään vain palvelun tuottamisen varmistamiseksi vaadittavan ajan. Arkistolaitoksen hyväksymä median, mm. lääketieteellisten kuvien ja biosignaalien, tallennusmuoto on 1600 bittiä tuumalle tallentava kelanauha, joka on määrärajojen kehitettävä tai kopioitava uudelle nauhalle. Pitkäaikainen sähköinen säilyttäminen edellyttää kaikkien potilaan hoitoon liittyvien tietojen arkistokelpoisuutta. Multimedialla on täytettävä säilyvyysominaisuudet. Arkistoinnissa on otettava huomioon myös tallennettavan tiedon suuri määrä. Digitaalisen sairausker- tomusarkiston ja kuva-arkiston voi yhdistää. Kuvat arkistoidaan nykyisin optisille tai magneto-optisille le- vylle ja magneettinauhoille.

Picture Archiving and Communication System (**PACS**) tarkoittaa kuvaverkkojärjestelmää, jossa digitaalisia radiologisia tai muiden kuva-ustutkimusten kuvia tuotetaan, kuvia ja niihin liittyviä lähteitä ja lausuntoja siirretään tietoverkossa, kuvia käsitellään kuvatyöasemilla ja arkistoidaan digitaalisessa muodossa. Kuvaverkkojärjestelmä koostuu kuva-ustutkimuksissa tarvittavista osista, kuten kuvauslaitteista, kuvatyöasemista, kuva-arkistoista ja kuvansiirtoverkoista.

Tekniikka mahdollistaa kuva- ja potilastietojen yhdistämisen yhdeksi toimivaksi järjestelmäksi sillä edellytyksellä, että sitoudutaan käyttä-

mään laajalti hyväksytyjä, käytössä olevia standardeja eri järjestelmien välillä. Ongelmana on standardien puuttuminen tai se, että olemassa olevia standardeja ei ole otettu käyttöön. Standardien saavat merkityksensä vasta, kun niitä aletaan hyödyntää. Voitaisiinkin kärjistää sanoa, että standardia ei ole olemassa ennen kuin sitä on alettu käyttää.

### **Terveystieteiden multimedialla standardit**

Standardointia tehdään ohjelmistojen tuottajien ja tietoteknisten ratkaisujen käyttäjien välisinä kahdenkeskinä sekä kansainvälisinä sopimuksina. European Committee for Standardization (CEN) laatii eurooppalaisia standardeja terveydenhuollon tietojenkäsittelyn alueelle. Terveystieteiden tietojärjestelmien standardoimistyötä tehdään CEN:n Medical Informatics -teknisessä komiteassa (CEN/TC251) ja sen seitsemässä työryhmässä. Maailmanlaajuisesta standardoinnista vastaa International Standardization Organisation (ISO).

Tietojärjestelmästandardit mahdollistavat uusien avoimien järjestelmien rakentamisen. Avoimet rajapinnat ja yleiset komponenttimäärittelyt mahdollistavat eri valmistajien tuotteiden ja komponenttien helpomman yhdistämisen. Komponentti toteuttaa jonkin sovelluksen kannalta tarpeellisen toiminta- tai tiedonkäsittelykokonaisuuden. Avoimuutta on perusteltu myös läpinäkyvyydellä ja jäljitettävyydellä. Jopa pelkästään avoimen lähdekoodiin siirtymistä on perusteltu hoidon todistettavuudella.

Terminologiset määrittelyt pohjautuvat terveydenhuollon toiminnan kuvauksiin. Esimerkkinä tästä on äitiyshuollon palveluprosessi eli palveluketju, joka alkaa odottavasta äidistä ja hänen perheestään ja johon kuu-

luu mm. terveyskeskuksen ja synnytyssairaalan eri toimintayksikköjä. Koko palveluketju on saatava selvälle, jotta voidaan löytää ja määrittää yhdenmukaiset elementit, käytön kannalta välttämättömät tiedot ja niiden käyttötarkoitukset sekä todeta erillaisuudet. Tavoitteena on mallinnus, jonka pohjalta on mahdollista rakentaa yksityiskohtaisia malleja eri osajärjestelmiä varten.

Kolme kansainvälisesti hyväksyttyä ja tunnettua terveydenhuollon multimediaan liittyvää standardia ovat Digital Imaging and Communication in Medicine -standardi (DICOM), Health Level 7 (HL7) ja Clinical Image Access Service (CIAS). Digitaalisten kuvien tallentamiseen ja siirtoon on tarkoitettu Digital Imaging and Communication in Medicine -standardi (DICOM). DICOM-standardi on sopimus siitä, missä järjestyksessä ja missä muodossa erilaisien ja eri tavalla mitattujen ja käsiteltyjen kuvien ja kuvasarjojen taltiointi tehdään. Standardi käyttää oliopohjaista palvelun tarjoaja- ja käyttäjä-rakennetta. DICOM-standardi on saanut varsin laajan suosion radiologian piirissä.

**Health Level 7 (HL7)** tiedonsiirtostandardin avulla tietojärjestelmät voidaan yhdistää käyttäen viestejä rajapintana OVT-tyyppisesti. HL7 -standardissa määritellään standardoidut viestityypit, joissa jokaisessa on pakollisia tietoja sekä lisätietoja. Siinä on annettu monille hallinnollisille, teknisille ja lääketieteellisille tiedoille yhteisesti käytettäviä tietomäärittelyksiä. Koodistot jaetaan lääketieteellisiin, hallinnollisiin, teknisiin ja Suomessa käyttämättömiin koodistoihin. (HL7 Finland ry 1998) Suomen HL7 -yhdistys on sovittanut määrittelyt Suomen oloihin. Suomessa HL7 -yhdistystoiminta kuten myös HL7 -standardi ovat saaneet hyvin suuren suosion.

**Clinical Image Access Service (CIAS)** on Object Management Groupin (OMG) terveydenhuollon työryhmän määrittelemä spesifikaatio. Siinä määritellään oliopohjainen liittymä ja tiedon rakenne, jolla voidaan tuottaa kliinisiä kuvia. CIAS tarjoaa myös keinot kuvien muuntamiseen DICOM-standardin muotoisista kuvista Internet-muotoisiksi, kuten GIF:ksi tai JPEG:ksi.

## Lopuksi

Terveydenhuollossa multimedia, esimerkiksi erilaiset kuvat ja käyrät, ovat toistaiseksi pääasiallisesti kuvakourissa tai paperisessa muodossa sairauksertomuksen välissä. Joskus potilaskin itse kuljettaa kuvat mukanaan esimerkiksi terveyskeskuksesta sairaalaan. Samaan aikaan esimerkiksi kunnallisteknisillä insinöörivetoisilla alueilla kuvien siirto tapahtuu pääosin elektronisesti.

Kuvaverkkojärjestelmän avulla kuvatieto on mahdollista saada tallennettua elektroniseen muotoon. Tällöin työikäntöjä joudutaan muuttamaan, mutta samalla on hyvät mahdollisuudet parantaa toiminnan laatua. Kuvatiedon tulisi olla liitettävissä myös sairaalan muihin tietojärjestelmiin. Tällöin tietosuojaa ja -turvaa koskevat seikat tulee olla huomioitu. Arkistoinnilta vaaditaan paljon, koska tiedon määrä on suuri ja tietoa tiivistettäessä on otettava huomioon, että tieto ei saa hävitä. Multimediaa voidaan käsitellä työasemilla myös jälkepäin sekä lähettää tarvittaessa konsultoitavaksi toiseen toimintayksikköön. Näin se mahdollistaa palvelujen uudelleen järjestämisen, ja esimerkiksi radiologisten tutkimusten osalta tämä vähentää potilaiden saamaa sädeannosta, koska tarpeettomia uusintatutkimuksia ei tarvitse tehdä. Erityisesti syöpäpotilaille odotusajat ovat vähimmilläänkin henkisesti tuskallisia.

Avoimien tietojärjestelmien etuna on se, että eri valmistajien laitteet ja ohjelmat saadaan yhteistoimintaan ja vaihtamaan tietoa keskenään. Tällöin käyttäjien ei tarvitse olla yhden toimittajan varassa. Jos tiedonsiirrossa käytettävät standardit ovat kansainvälisesti hyväksytyjä, silloin myös toimittajien kansainvälinen kilpailukyky paranisi. Aina ei ole kuitenkaan aikaa odottaa ”kansainvälisesti ratifioituja päätöksiä” vaan asioista joudutaan sopimaan kahdenvälisesti tai alueellisesti. Toinen terveydenhuollossa kauan odotettu kehitysvaihe on kuvansiirtoa edistävien erilaisten massatuotteiden (esimerkiksi kuvaa välittävien matkapuhelimien) yleistyminen, hintojen halpeneminen ja niiden kuvan laadun kehittyminen terveydenhuollon tarpeita vastaaviksi.

*Kristiina Häyrynen ja  
Pekka Turunen,  
SHIFTEC-tutkimusyksikkö,  
Kuopion yliopisto  
pekka.turunen@uku.fi*

## Suositteluvia lähteitä:

Ensio, A. 39/1999. Strateginen selvitys terveydenhuollon tietojärjestelmien standardisoinnista ja ehdotus Suomen panostuksesta standardointiin tulevaisuudessa. Stakes. Aiheita.

Hartikainen, K., Kokkola, A. & Larjomaa, R. 4/2000. Elektronisen potilaskertomuksen sisältömäärittelyt. Osaavien keskusten verkoston julkaisu.

Horiil, S.C., Prior, F.W., Bidgood, W.D.Jr., Parisot, C., Claeys, G. DICOM: An Introduction to the Standard.

[http://www.xray.hmc.psu.edu/phys-resources/dicom/dicom\\_intro/index.html](http://www.xray.hmc.psu.edu/phys-resources/dicom/dicom_intro/index.html) 18.10.2001.

# Semantic Web

## - visio, teknologiat, sovellukset

Eero Hyvönen  
Helsingin yliopisto ja  
Helsinki Institute for Information  
Technology (HIIT),  
Tietojenkäsittelytieteen laitos

---

Nykyinen WWW on kehitetty ihmislukijaa varten. Kone ei verkon sisältöjä juurikaan voi ymmärtää, ainostaan tarjota niitä ihmisen tulkittavaksi. Sisältöjen automaattinen tulkinta on kuitenkin ensiarvoisen tärkeää älykkäiden ja helppokäyttöisten Internet-sovellusten kehittämiseksi. Semantic Web, merkitysten Internet, on visio seuraavan polven älykkäistä Internetistä, jonka käyttäjinä ovat ihmisten ohella koneet. Visio on nopeasti muuttunut kansainväliseksi tahotilaksi sekä tutkimus- ja standardiohjelmiksi. Käytännön tasolla Semantic Web konkretisoituu ontologia- ja XML-perustaisiksi "semanttisiksi" standardeiksi ja välineiksi, joiden avulla WWW:ssä voidaan esittää sisältöjä ja toteuttaa seuraavan polven älykkäitä Internet-sovelluksia.

### 1. Merkityksen ongelma

---

Nykyisen WWW:n tiedot on pääosin kuvattu siten, että niitä voidaan helposti välittää ja näyttää ihmiselle. Esimerkiksi HTML on ulkoisen muotoilun kieli; otsikkomerkkaus <H1>Otsikko</H1> ei kerro mitään merkkauksen sisällöstä ilman ihmisen tulkintaa. Internetin käyttäjinä eivät kuitenkaan ole pelkästään ihmiset, vaan yhä enevässä määrin koneet, erilaiset sovellusohjelmistot, hakukoneet (search robot), sähköisen kaupan agentit (shopbot), verkkomönkijät (web crawler) jne. Niille Internetin rakenteettomien si-

sältöjen tulkitseminen ja hyödyntäminen on vaikeaa.

### Tiedon haku, tunnistaminen ja louhinta

Ongelmaa on lähestytty monin keinoin: Tiedon haku (Baeza-Yates, Ribeiro-Neto, 1999) Internetissä perustuu lähinnä kolmeen päämenetelmään: "samoiluun" linkkejä seuraten, aihekohtaisiin hakemistoihin (esim. Yahoo! ja dmoz (<http://dmoz.org/>) ja hakukoneisiin (esim. AltaVista ja Google). Tiedon tunnistamisessa (information extraction) (Pazienza, 1997) ideana on dokumenttien sanojen ja merkitysrakenteiden tunnistaminen. Näin voidaan esimerkiksi siivöidä uutisten virrasta eri käyttäjien kiinnostusprofiileihin sopivia uutisia. Tiedon louhinnan (Han, Kamber, 2000) tekniikoilla voidaan tietomassasta löytää tai oppia uutta sisäistä rakennetta ja sääntöjä tietojen analysointia ja käyttöä varten. WWW:n yhteydessä puhutaan myös verkon louhinnasta (web mining), jolloin oppimisen tai automaattisen tunnistamisen kohteena ovat joko verkon rakenne ja sisällöt (content mining) tai verkossa olevien toimijoiden käyttäytyminen (usage mining).

Näissä ratkaisumalleissa lähestytään merkityksen ongelmaa yrittämällä tulkita verkon sisältöjä ihmisen tavoin. Tämä on usein hyvin vaikeaa mm. seuraavista syistä:

- Dokumenteissa käytetty kieli on vapaamuotoista luonnollista kieltä, joka on muodoiltaan ja merkityksiltään rikasta. Se voi myös sisältää puutteita ja suoranaisia virheitä.

- Suuri osa WWW:n sisällöistä ei ole luonteeltaan tekstuaalista, esimerkiksi kuvat, äänet ja musiikki, videot ja ohjelmistokomponentit. Näiden koneellinen ymmärtäminen voi olla vieläkin haastavampaa kuin luonnollisen kielen.
- WWW-sivujen sisältöjä ei voida tulkita pelkästään sivuilla olevan tiedon perusteella, vaan ihmismäinen tulkinta perustuu yleensä dokumenttien ulkopuoliseen taustatietoon ja elämäkokemukseen. Tällaisen kontekstitiedon ja yleisen arkitietämyksen (common sense) opettaminen koneelle vähänkään yleisemmässä muodossa on osoittautunut tekoälytutkimuksessa erittäin vaikeaksi (Russel, Norvig, 1995; Hyvönen et al., 1993).

Seurauksena on, että dokumenttien automaattinen tulkinta ja tiedon louhinta on käytännössä mahdollista vain rajoitetusti ja tarkasti määritellyillä sovellusalueilla.

### Semantic Web -ratkaisumalli

WWW:n koneellisen tulkinnan perusongelma on, että verkon tieto on alunperin talletettu vaikeasti tulkittavassa vapaassa muodossa. Semantic Web -teknologioiden (Fensel, 1999, 2000; Ahmed et al., 2001) ideana on, että seuraavan polven tietoverkkojen tiedot ja rakenne koodaan siten, että niiden sisältöön (merkitykseen, semantiikkaan) päästään helpommin algoritmisesti käsiksi. Tämä mahdollistaa aiempaa olennaisesti älykkäämmän verkon käytön ja palveluiden kehittämisen. Tuloksena

syntyy nykyisen WWW:n seuraava sukupolvi: älykäs merkitysten Internet.

## 2. Semantic Web: käsitteelliset tasot

Semantic Web ei ole vain visio tulevasta vaan jo tänään joukko konkreettisia teknologioita, joiden avulla visiota ollaan ryhdytty toteuttamaan. Tarkastelemme seuraavassa Semantic Webin ideaa teknologialähtöisesti sen eri käsitteellisillä tasoilla kuvan 1 perusteella.

### Internet

Internetin keskeisimpiä käsitteitä on URI-tunniste (Universal/Uniform Resource Identifier), jolla voidaan yksikäsitteisesti viitata mihin tahansa maailman verkon *resurssiin* (resource). WWW on URI-tunnistoiden yksilöimien resurssien verkko. URI-järjestelmään kuuluvat keskeisenä osana perinteiset WWW-linkeissä käytettävät URL-tunnisteet (Universal Resource Locator) (esimerkiksi <http://www.cs.helsinki.fi>), joilla voidaan viitata verkon tiedostoihin annetulla protokollalla, kuten HTTP tai FTP. Ted Nelsonin, hypertextin isän, idean mukaisesti resurssi voidaan ot-

Kuva 2.

taa käyttöön viittamalla siihen tarpeen mukaan, jolloin resurssija ei tarvitse kopioida eikä hallita keskusjohtoisesti. Hallinta säilyy resurssin alkupe- räisellä toimittajalla ja ajantasaisen tiedon hajautettu ylläpito ja hyödyn- täminen verkon yli käy mahdolliseksi.

### Rakenteen kuvaus

XML (eXtensible Markup Language) (Bradley, 2000; Deitel et al., 2001) on WWW:n uusi perusta. XML ei ole HTML:n kaltainen kieli vaan metakieli, jonka avulla kukin voi määrittellä itselleen sovelluskohtaisia merkkaukieliä tietojen esittämiseksi. Esimerkiksi osoitetiedon esittämiseen voitaisiin määrittellä XML-kieli ja esittää osoitteita seuraavaan tapaan:

```
<OSOITE>
<NIMI>Onni Ohjelmoija</NIMI>
<PUHELIN> 123 456 </PUHELIN>
</OSOITE>
```

XSL-transformaatioiden (XML Stylesheet Language) avulla osoite- tiedoista voitaisiin automaattisesti tuottaa selaimella luettava normaali HTML-sivu, painettu osoitekirja tms. ulkoinen esitysmuoto. Ideana on do- kumentin rakenteen ja ilmiasun erot- taminen toisistaan.

XML-merkkaukseen ei sisälly mitään semantiikkaa koneen kannalta, vaan merkityksen kielen eri ilma- uksille kuten "OSOITE" antaa ihmi- nen. Koneen kannalta yllä oleva osoite tieto on täsmälleen samanarvoinen kuin sen alla oleva kreikkalaisilla merkeillä uudelleen kirjoitettu versio. XML kuvaa vain tieton rakenteen, syntaksin. (Kts kuva 2)

XML:n avulla voidaan kehittää eri toimialoille yhteisiä kieliä tietojen esittämiseen. Meneillään on sa- doittain hankkeita, joissa suunnittel- laan eri aloille XML-standardeja (ks. esimerkiksi <http://www.xml.org>). Yhteinen syntaksi on edellytys jär- jestelmien yhteiskäyttöisyydelle ja kommunikaatiolle. Näköpiirissä on XML-muotoisen tiedon nopea lisään- tyminen WWW:ssä.

Jotta kielellä olisi koneellisesti tulkittavissa oleva merkitys, täytyy sen symbolien ja rakenteiden viitata johonkin alla olevaan malliin. Esi- merkiksi logiikassa merkitys muodos- tuu malliteorian joukko-opillisten ra- kenteiden kautta, jotka kuvaavat mah- dollisia maailmantiloja. Semantic Web –konseptin keskeinen oivallus kielelliseltä kannalta on tämän käyt- tökelpoiseksi osoittautuneen idean tuominen WWW-maailmaan.

<b>Luottamus</b> (trust, proof)	<b>Palvelut, prosessit</b> XML/edi, ebXML, UDDI, WSDL,...
<b>Päätely</b> DAML+OIL, RuleML, KIF...	
<b>Ontologiat</b> WordNet, RosettaNet, ...	
<b>Metakuvaukset</b> RDF, RDF(S), Topic Maps,...	
<b>Rakenteen kuvaus</b> XML, XML Scema, XSL, ...	
<b>Internet</b> URI, Unicode...	

Kuva 1: Semantic Web -teknologioita

## Metakuvaukset

Tunnetuin ”semanttinen” meta-kuvauskieli on W3C:n RDF (Resource Description Framework) (Lassila, Swick, 1999; Hjelm, 2001) ja siihen liittyvä laajennus RDF Schema (RDFS) (Brickley, Guha, 2000). RDF:llä kuvataan URI-viittausten avulla osoitettujen verkkosisältöjen, resurssien (resource), merkityksiä. Voidaan esimerkiksi kertoa, että ”<http://www.cs.helsinki.fi>” on Helsingin yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitoksen WWW-palvelin. Kielen ”semanttisuus” syntyy viittauksista allaoleviin resursseihin. RDF:ssä viitattavina URI-resursseina voivat olla myös toiset RDF-ilmaukset (reification). Näin voidaan esimerkiksi ilmaista korkeammanasteisesta luottamusta toisen tahon antamiin kuvauksiin.

RDF on ytimeltään yksinkertainen relaatiomalli. Sillä esitetty tieto koostuu joukosta (*objekti, ominaisuus, arvo*)-kolmikoita, joissa kukin jäsen voi olla joko vakio symboli (literal) tai verkon resurssi (URI). RDF:n syntaksin spesifikaatio perustuu XML-määrittelyyn. RDF-kuvauksen esittämiseksi voidaan kuitenkin kehittää muunkinlaisia esityskieliä — rakenne ei ole olennaista vaan alla oleva semanttinen malli.

RDF Schema (RDFS) (Brickley, Guha, 2000) on RDF-perustainen RDF:n laajennus, jonka avulla määritellään RDF-sovelluksissa käytettävä sanasto. RDFS tuo olio-ajattelun idean WWW:n merkkaukieliin tarjoamalla käsitteiden kuvaamiseen joukon etukäteen sovittuja perusprimitiivejä. Class, subclass ja type -ilmausten avulla voidaan määritellä käsittehierarkioita samaan tyyliin kuin olio-ohjelmoinnissa. domain ja range -ilmaukset puolestaan kertovat millaiselle oliolle (domain) tietyn ominaisuuden arvo (range) voidaan antaa.

RDF-perustaisen sovelluksen ”älykkyys” syntyy sovellustasolla, jossa kuvaukset luetaan RDF-jäsentimellä (parser) koneen keskusmuistiin ja jossa niille sovelluksen toimesta annetaan operationaalinen tulkinta. XML:n nimiavaruusmekanismin (name space) avulla kuvauksissa voidaan hyödyntää eri standardointiryhmien laatimia sanastoja. Esimerkiksi Dublin Core (<http://www.dublincore.org>) on kirjastoalalta lähtöisin oleva standardi, jossa viidentoista ominaisuuden avulla kuvataan dokumentteihin liittyvä yleinen metatieto, kuten dokumentin laatija, laatimisaika jne.

RDF(S):n XML-syntaksi on ihmisen kannalta kömpelö tietämyksen esittämiskieli. Semantic Web -visio ei voi toteutua, jos esimerkiksi WWW-sivujen tekijöiden pitäisi koodata sillä merkityksiä. Metakuvauksia voidaan kuitenkin tuottaa myös ohjelmallisesti. Esimerkiksi W3C:n kehittämän RDFPic Java-appletin avulla voidaan JPEG-kuvien tiedostoihin upottaa tekstimuotoista metadataa RDF-muodossa. Adoben uuden XMP-alustan tavoitteena on käyttää RDF-standardia sisäisesti metatiedon esittämiseen lopulta kaikissa yhtiön WWW-tuotteissa. Yleiskäyttöiset hakukoneet eivät vielä osaa hyödyntää RDF(S)-metakuvauksia.

### Aihekartat — Topic Maps

RDFS(S) ohella toinen keskeinen metakuvauskielihanke on ISO:n (International Organization for Standardization) vuonna 2000 standardoima Topic Maps (TM) (ISO/IEC 13250) on RDF(S):ää muistuttava kieli verkon resurssien kuvaamiseen (Pepper, 2000a). Molemmilla lähestymistavoilla on sama tavoite: infoähkyn hoitaminen WWW:n resurssien metakuvauksilla.

TM:n idea syntyi jo ennen WWW:n yleistymistä 90-luvun alkupuolella kirjojen hakemistoihin ja sanastoihin liittyvän standardointityön yhteydessä. Kirjan hakemiston ideana on indeksoida dokumentissa esiintyvät aiheet, jolloin lukija voi löytää teoksessa käsiteltävät asiat hakusanojen perusteella. TM-konsepti laajentaa hakemiston ideaa semanttisessa mielessä ja tarjoaa XML-perustaisen kielen XTM (XML Topic Maps) (<http://www.topicmaps.net>) aihekarttojen kuvaamiseksi.

TM–aihekartan ydin koostuu aiheista (topic), assosiaatioista (association) ja ilmentymistä (occurrence). Aihe voi olla periaatteessa mikä tahansa asia, käsite, henkilö tms., johon voidaan liittää tietoa. Esimerkiksi Väinämöinen, Sampo tai Tuonelan joutsen. Aiheita vastaa perinteisen kirjan hakemiston hakusanat. Ilmentymiä ovat aiheen erilaiset inkarnaatiot: esimerkiksi Tuonelan joutsen -aihe voi konkretisoitua maalauksena, sävellyksenä tai aihetta käsittelevänä artikkelina (roolit). Nimetyt assosiaatiot liittävät aiheita toisiinsa. Esimerkiksi ”säveltäjä” -assosiaatio voi liittää Jean Sibeliuksen Tuonelan joutseneen. Assosiaatiot voivat olla myös omia aiheitaan. Kun aihekartta on luotu, voidaan siinä samoilla tietojen merkityksen ja assosiaatioiden mukaisesti Web-selaimen avulla. Esimerkkisovelluksena voisi olla ”Semantic Web Kalevala”, joka liittää toisiinsa kansalliseepoksemme teemat, henkilöt, näiden innoittamat sävellykset, maalaukset, tutkimukset, teoksen historian jne. Aihepiiriin liittyvä tiedonhaku tapahtuisi aiheesta ja sen ilmentymistä toiseen siirtymällä assosiaatioita seuraamalla.

### Ontologiat

Semantic Web –konseptin keskeisimpiä käsitteitä on *ontologia* (Noy, Hafner, 1997; Fensel, 2001):



Ontologia on formaali, eksplisiittinen määrittely yhteisestä käsitteistöstä

”Formaalisuus” ja “eksplisiittisyys” mahdollistavat käsitteistön koneellisen tulkinnan, “yhteisyys” tietämyksen jakamisen, yhdistämisen ja yhteiskäytön, mikä erityisen olennaista WWW-ympäristössä. Käytännössä ontologiat ovat eri sovellusalojen terminologisia käsittehierarkioita, joissa määritellään alalla käytettävät termit ja käsitteet ja näiden välisiä suhteita.

Ontologioiden käyttötarkoitukset, lähestymistavat ja tiedoesitysmekanismit poikkeavat huomattavasti toisistaan. Ontologian avulla voidaan esittää jonkin erityisalan ammattikäsitteitä ja -tietämystä (esim. biologia, elektroniikka tms.), metadatan (esimerkiksi tietolähteiden tai kuvien julkaisutiedot), yleistä arkitietämystä, käsitteistöjä (esimerkiksi ontologioiden kuvaamisessa käytettävät meta-käsitteet), tehtäviä, prosesseja ja palveluita. Tunnettuja laajoja ontologioita ovat mm. suomenkielen Yleistä asiasanastoa (<http://vesa.lib.helsinki.fi/>) muistuttava WordNet (<http://www.cogsci.princeton.edu/~wn/>), joka sisältää yli 100.000 englannin kielen käsitettä, IT- ja elektroniikka-teollisuuden RosettaNet (<http://www.rosettanet.org>), CYC (<http://www.cyc.com/>) ja vireillä oleva IEEE:n SUO (Standard Upper Ontology) standardointihanke ontologisista yläkäsitteistä sopimiseksi (<http://suo.ieee.org/>).

Ontologioiden esityskielten osalta suurimman huomion kohteena ovat olleet eurooppalainen OIL (Ontology Inference Layer) (<http://www.ontoknowledge.org/oil/>) ja amerikkalainen DAML (DARPA Agent Markup Language) (<http://www.daml.org>). Näiden pohjalta on tekeillä yhdistelmä DAML+OIL,

josta on tarkoitus saada lopulta aikaan yhteinen W3C:n standardisointi. DAML+OIL on ihmisläheinen loogisten käsittehierarkioiden määrittelykieli. DAML+OIL:n kaltaisen korkean tason loogisen ontologiakielin avulla voidaan laatia WWW:n resursseista metakuvauksia ja jättää niiden muuttaminen alemman taso RDF(S)- ja XML-ilmauksiksi koneen murheeksi.

### Päätely

Ontologioiden avulla voidaan määrittellä ne käsitteet ja oliot, joita sovellusalaan liittyy. Käsitteet ja niiden ilmentymät eivät kuitenkaan vielä kerro, miten niitä voitaisiin käyttää hyväksi. Esimerkiksi sähköisen osuagentin pitäisi voida päätellä, että jos tavoitteena on kymmenen PC:n hankkiminen ja se on tilannut yrityksestä A neljä konetta ja yrityksestä B kuusi, voidaan ilmoittaa ostomääräyksen antajalle, että tehtävä on suoritettu. Tällainen tietämys ei ole luonteeltaan ontologista, vaan toimintaa ja loogista päätelyä ontologian puitteissa ilmaistujen olioiden välisistä suhteista ja prosesseista.

W3C:n piirissä ollaan parhaallaan tutkimassa ja valmistelemaan loogisen tason standardeja, jotka sijoittuvat käsitteellisesti ontologiatason yläpuolelle. Työn alla on mm. päätelysääntöjen merkkakieli RuleML (Rule Markup Language).

### Luottamus

WWW:n menestys perustuu paljolti siihen, että kuka tahansa voi julkaista verkossa avoimesti tietoa ja mielipiteitä ja vastaavasti päästä toisten tietoihin käsiksi. Yhä keskeisemmäksi kysymykseksi tiedon hyödyntämisen kannalta on kuitenkin muodostunut se, mihin verkosta löytyviin tietoihin voi luottaa. Esimerkiksi tunnetun henkilön, lehden tai yrityksen antamiin metakuvauksiin, annotoin-

teihin, luotamme mieluummin kuin satunnaiselta tuntemattomalta sivulta löydettyihin. WWW:n resurssien annotoinnin perusmekanismeja kehitetään mm. W3C:n Annotea-projektissa (<http://www.w3.org/2001/Annotea/>). Ideana on tarjota WWW:n käyttäjille välineet sivustojen arvosteluun siten, että toiset käyttäjät voisivat paremmin arvioida verkon resurssien luotettavuutta. Digitaalisten allekirjoitusten (digital signature) avulla voidaan vakuuttaa kuvausten toimittaneen tahon identiteetistä ja näin arvioida annotointien arvoa.

### 3. Sovellusalueita

Metakuvausten ja ontologiatekniikoiden tärkeitä sovellusalueita ovat mm.:

- Tiedonhaku (information search/retrieval).
- Tietämyksen hallinta (knowledge management).
- Verkkokauppa (web commerce) B2C sektorilla.
- Sähköinen liiketoiminta (electronic business) B2B sektorilla.

WWW:n keskeisimpiä ongelmia on käyttäjän tarvetta vastaavan tiedon tai palvelun löytäminen Internetin valtavasta, huonosti jäsennetystä tietomassasta. Assosiatiivinen hypertextin käyttö ja sisältöjen metakuvaukset tarjoavat uusia, sisältöperustaisia mahdollisuuksia tiedonhakuun ja laajentavat näin perinteisten hakusanoihin perustuvien menetelmien mahdollisuuksia. Tuloksena syntyy esimerkiksi erilaisia semanttisia portaaleja, kuten Karlsruhen yliopiston AIFB-instituutin intranet (Maedhe et al., 2001).

Tietämyksen hallinnan (Smith, Farquhar, 2000) merkitys liittyy yritysten ja muiden organisaatioiden alati lisääntyvään tarpeeseen hankkia, ylläpitää, löytää ja hyödyntää omaa tietämystään kilpailuedun saamiseksi ja toimintojen tehostamiseksi.

Haasteena ovat mm. organisaatioiden tietovarastoissa olevien dokumenttien vapaamuotoisuus ja hajautus maapalloistumisen myötä. Semantic Web -teknologioilla saavutettavia etuja ovat esimerkiksi: tietoa voidaan hakea niiden sisällön (eikä vain hakusanojen) perusteella; pelkän tiedon haun sijaan voidaan tuottaa vastauksia kysymyksiin; dokumentteja voidaan vaihtaa (esimerkiksi XSLT-muunnosten avulla) eri standardeja käyttävien sistemien välillä; dokumentteihin voidaan luoda erilaisia näkökulmia. Standardien avulla voidaan saada alakohtaiset tietojärjestelmät (esimerkiksi yritys- ja tuotekatalogit, museoiden koelmatietokannat, eri sairaaloiden potilastietojärjestelmät jne.) yhteismittaisiksi ja voidaan luoda yhteisiä kieliä systeemien väliseen viestintään.

Verkkokaupan innovaatioita ovat mm. on-line markkinapaikat, ostoagentit ja huutokaupat. Alan lupausena on uusi sähköinen jakelu- ja markkinointikanava sekä tämän mahdollistamat uudentyypiset liiketoimintamallit. Näiden sisältöjen, palveluiden ja prosessien kuvauksessa Semantic Web -teknologioilla tulee olemaan yhä tärkeämpi rooli.

Sähköisessä liiketoiminnassa keskeinen kehityskohde on mm. liiketoimintaan liittyvien transaktioiden hallinta. Toinen tärkeä kehityskohde on tuote- ja palvelukuvaukset ja luettelot sekä näihin liittyvät hakemistopalvelut. XML-perustaisten teknologioiden ja ontologioiden avulla voidaan eri liiketoiminta-alueille luoda sisällöllisiä standardeja, jotka integroituvat luontevasti yritysten normaaliin dokumenttien hallintaan ja Internet-viestintään. Yhteisten terminologia- ja kommunikointikielten kautta käy mahdolliseksi esimerkiksi luoda eri toimialoille yhteisiä tuoteportaaleja.

Voimakkaan kansainvälisen standardointityön kohteena ovat mm.:

- EDI:n (Electronic Data Interchange) XML-versio XML-EDI

(<http://www.oasis-open.org/cover/xml.html#xml-edi>). EDI-FACT ei ole vastannut siihen alunperin asetettuja toiveita, vaan on osoittautunut kömpelöksi ja eristyneeksi ratkaisuksi. Apua haetaan XML-maailmasta.

- Sähköisen liiketoiminnan kehystandardit. Esimerkiksi ebXML (Electronic Business XML) ([www.ebxml.org](http://www.ebxml.org)) on laaja modulaarinen standardointihanke, jonka kunnianhimoisena tavoitteena on mahdollistaa globaalien sähköisten markkinapaikkojen luominen kaikenkokoisten ja -laisten yritysten globaalia kaupankäyntiä varten. Hankkeen vetureina ovat OASIS ja UN/CEFACT. UDDI (Universal Description, Discovery and Integration) on yritysveltoinen, Ariban, IBM:n ja Microsoftin standardointihanke. Sen spesifikaatioilla yritykset voivat julkaista tarjoamiaan palveluita erityisen rekisteröintikeskuksen kautta ja vastaavasti löytää ja käyttää itse tarvitsemiaan palveluita. WSDL (Web Services Description Language) on kieli, jolla voidaan kuvata verkon eri päätepisteiden (port) palveluita (esimerkiksi annetun yhtiön viimeisimmän pörssikurssin lukeminen tietyistä pörssipalvelusta). ([http://www.xml.org/xml/resources\\_cover.shtml](http://www.xml.org/xml/resources_cover.shtml))
- Rakenteinen ja tietämysperustainen kommunikointi. SOAP (Simple Object Access Protocol) ([http://www.xml.org/xml/resources\\_focus\\_soap.shtml](http://www.xml.org/xml/resources_focus_soap.shtml)) on HTTP-protokollaan perustuva standardi, jonka avulla järjestelmät voivat vaihtaa XML-muotoisia viestejä. KQML (Knowledge Query and Manipulation Language) (<http://www.cs.umbc.edu/kqml/>) on kehys älykkäiden agenttien kommunikoinnille. Se perustuu vastaavanlaisiin pragmaattisiin ra-

kenteisiin (puheaktit, speech acts) kuin ihmisten välinen viestintä. FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents) (<http://www.fipa.org>) ja OMG (Object Management Group) (<http://www.omg.org>) kehittävät ta- hoillaan kieliä agenttien kommunikointiin.

- Toimialakohtaiset standardit. Edellä kuvatuilla standardeilla voidaan kuvata sähköiselle kaupankäynnille ja viestinnälle lähinnä yleiset kehykset ja toimintamekanismit. Niissä ei kuitenkaan otata kantaa siihen, millaisista tuotteista tai palveluista on kysymys tai millaisia sisältöjä viesteissa kulkee. Alakohtaisten ontologioiden avulla järjestelmiin voidaan antaa ymmärrys liiketoiminnan ja viestinnän kohteena olevista tuotteista ja palveluista. Ilman yhteistä toimialakohtaista terminologiaa ja kieltä eivät järjestelmät voi toisiaan syvällisemmin ymmärtää. Tunnetuin esimerkki toimialakohtaisesta standardoityyöstä lienee elektroniikkateollisuuden piiristä syntynyt RosettaNet.

#### 4. Webin tulevaisuus

Webin kehityksessä voidaan erottaa useita sukupolvia (kuva 2).

<p>3. polven WWW</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Merkitys eroon rakenteesta</li> <li>- RDF(S), Topic Maps, DAML+OIL,...</li> </ul>
<p>2. polven WWW (90-luvun loppu)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rakenne eroon ulkoasusta</li> <li>- XML, XSL,...</li> </ul>
<p>1. polven WWW (90-luvun alku)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ulkoasu eroon sijaintipaikasta</li> <li>- URI, HTML, HTTP, PDF,...</li> </ul>

**Kuva 2:** Webin sukupolvia.

Tim Berners-Leen Cernissä 90-luvun alussa kehittämän WWW:n ideana on dokumenttien hajautus yhtenäisessä muodossa verkon yli: missä tahansa olevaan tietoa voidaan

näyttää missä tahansa. Käynnissä oleva XML-vallankumous tekee mahdolliseksi dokumentin rakenteen erottamisen sen ulkoasusta. Semantic Web edustaa seuraavaa loogista askelta, jossa rakenteista voidaan erottaa niiden merkitys koneiden käsiteltävaksi.

Tulevaisuuden mobiili- ja muiden tietoverkkojen rakentamisen perimmäisenä tavoitteena on palveluiden tarjonta. Näiden kehittämiseksi Semantic Web näyttäisi tarjoavan uuden lähtökohdan. Aihepiiri onkin ollut viime aikoina sekä vilkkaan tutkimuksen että käytännön standardointityön kohteena, sillä yhteiset pelisäännöt ovat edellytys teknologioiden luonnostaan globaalille käytölle WWW-ympäristössä.

Internetin kehitystä koordinoiva W3C-järjestö käynnisti helmikuussa 2001 erityisen Semantic Web Activity -ohjelman (<http://www.w3c.org/2001/sw>) edesauttamaan ja yhtenäistämään alan kehitystä. Tähän päänavaukseen liittyen ilmestyi mm. Scientific American -lehdessä keväällä näytävä cover story -artikkeli (Berners-Lee et al., 2001). Euroopassa käynnistyi kesällä 2001 erityinen OntoWeb -tutkimusverkosto (<http://www.ontoweb.org>) alan tutkimuslaitosten, yritysten ja tutkijoiden yhteistyötä lujittamaan. USA:ssa puolustusministeriön DARPA rahoittaa laajaa DAML-ohjelmaa (DARPA Agent Markup Language) (<http://www.daml.org>). Suomessa Tietotekniikan tutkimuslaitos HIIT ja Helsingin yliopisto yhteistyökumppaneineen järjestivät syksyllä 2002 erityisen Semantic Web Kick-Off in Finland -tilaisuuden alan kehitystyön edistämiseksi maassamme. Tilaisuuden materiaaliin ja aihepiiriin yleisemminkin voi tutustua osoitteessa <http://www.cs.helsinki.fi/u/eahyvone/stes/semanticweb>.

Semantic Web on uuden WWW-tutkimuksen ytimessä, kun verkkoa tarkestellaan sen sovelluskäytön ja palveluiden näkökulmasta. Meneillään olevan teknologisen murroksen tuloksena tarjoutuu uudenlainen mahdollisuus kehittää tietosisältöihin perustuvia, aiempaa älykkäämpiä järjestelmiä käytettäväksi Internet- ja intranet-ympäristöissä. Nähtäväksi jää, miten nopeasti visio merkitysten Internetistä alkaa toteutua käytännön sovelluksina. Lähtöasetelma alalla on haasteiden ja visioiden suuruudesta huolimatta kuitenkin lupaava ja alan kehittäjien asenne nöyrä. Selvää parannusta nykytilaan on luvassa asteittain semanttisia kuvauksia tietoverkoihin lisäten.

### Kirjallisuutta

K. Ahmed, D. Ayers, et al., Professional XML Meta Data. Wrox Press, 2001.

R. Baeza-Yates, B. Ribeiro-Neto. Modern Information retrieval. Addison-Wesley, 1999

T. Berners-Lee, J. Hendler, O. Lassila, The semantic web. Scientific American, May, 2001.

D. Brickley, R. Guha (eds.), RDF Schema specification 1.0. <http://www.w3.org/TR/2000/CR-rdf-schema-20000327/>, 2000.

D. Fensel (ed.), The semantic web and its languages. IEEE Intelligence Systems, Nov/Dec 2000.

D. Fensel, Ontologies: Silver bullet for knowledge management and electronic commerce. Springer-Verlag, 2001.

J. Han, M. Kamber, Data Mining: Concepts and Techniques. Morgan Kaufmann, 2000.

J. Hjelm, Creating the Semantic Web with RDF. John Wiley & Sons, New York, 2001.

E. Hyvönen, I. Karanta, M. Syrjänen (toim.) Tekoälyn ensyklopedia. Gaudeamus, 1993.

O. Lassila, R. Swick (eds.), Resource Description Framework (RDF): Model and syntax specification. W3C Recommendation, syntax, 1999.

N. Noy, C. Hafner: The state of the art in ontology design. AI Magazine, No. 3, 1997.

R. Smith, A. Farquhar, The road ahead for knowledge management. An AI perspective. AI Magazine, Winter 2000, 17-40.

T. Paziienza (ed.) Information extraction: a multidisciplinary approach to an emerging information technology. Springer-Verlag, Berlin, 1997.

S. Pepper, The TAO of Topic Maps. Proceedings of XML Europe 2000, 2000a.

S. Russell, P. Norvig, Artificial Intelligence. A Modern Approach. Prentice-Hall, 1995.

*Eero Hyvönen,  
Helsingin yliopisto ja  
Helsinki Institute for Information  
Technology (HIIT),  
Tietojenkäsittelytieteen laitos  
PL 26,  
00014 HELSINGIN YLIOPISTO  
eero.hyvonen@cs.helsinki.fi*

# Systemityö-yhdistys

## Johtokunta 2002

sytyke-hallitus@pcuf.fi  
<http://www.pcuf.fi/sytyke>

### Pekka Forselius

(puheenjohtaja)  
STTF Oy (Software Technology Transfer  
Finland Oy)  
Porslahdentie 23 G 40, 00980 Helsinki  
puh. 050-516 0416  
pekka.forselius@sttf.fi

### Heini Holopainen

TietoEnator Oyj  
PL 40, 02101 Espoo  
puh. 09-8625 3480, 040- 513 8492  
heini.holopainen@tietoenator.com

### Pirkko Kallaperä

Pohjolan Systemipalvelu Oy  
00013 Pohjola  
puh. 010 559 2786, 050-567 9352  
pirkko.kallapera@pohjola.fi

### Veli Matti Nokso-Koivisto

SysOpen Oyj  
Hiomotie 19, 00380 Helsinki  
puh. 0424 2020 504, 0400-671 111  
vm.nokso-koivisto@sysopen.fi

### Minna Oksanen

TietoEnator Digital Finance Oy  
Kutojantie 10, PL 33, 02631 Espoo  
puh. 09-8626 3272, 040-577 6640  
minna.m.oksanen@tietoenator.com

### Erkki Pöyhönen

Nokia Research Center,  
Software Technology Laboratory  
PL 407, 00045 NOKIA GROUP  
puh. 07180 37595  
erkki.poyhonen@nokia.com

### Helena Venäläinen

FD Finanssidata Oy  
Teollisuuskatu 1 B,  
PL 308, 00101 Helsinki  
puh. 09-404 3690, 050-568 6690  
helena.venalainen@osuuspankki.fi

## Varajäsenet

### Päivi Hokkanen

Stockmann Oyj  
PL 220, 00101 Helsinki  
puh. 09-121 3997, 050-389 0019  
paivi.hokkanen@stockmann.fi

### Hannu Kokko

Meridea Financial Software Oy  
PL 63, 00381 Helsinki  
puh. 010-303 1264, 050-386 6448  
hannu.kokko@merideasoftware.com

## Internet-vastaava

### Lauri Laitinen

lauri.laitinen@nokia.com

## Liittokokousedustajat

### Lauri Laitinen

lauri.laitinen@nokia.com

### Silja Räisänen

Pohjolan Systemipalvelu Oy  
00013 POHJOLA  
p. 040-539 1018  
silja.raisanen@pohjola.fi

### Pekka Forselius

pekka.forselius@sttf.fi

### Helena Venäläinen

helena.venalainen@osuuspankki.fi

## Toimisto, sihteeri, Systemityö-lehden tilaukset ja talouden hoito

### Anne-Maj Viio

Henrikintie 7 A, 00370 Helsinki  
puh. 09-5607 5363  
fax. 09-5607 5365  
viio@vt.inet.fi

## Jäsenyysasiat

Jäseneksi liittymis- tai jäsentietojen muutos-  
lomakkeiden tilaus:

Tietotekniikan liitto ry, Piia Heiniö  
Lastenkodinkuja 1 A (5.krs),  
PL 325, 00181 Helsinki  
puh. 09-476 5800  
<http://www.tt-tori.fi>

# Systemityö-lehti

## Julkaisija

Systemityöyhdistys SYTYKE ry

ISSN 1237-0525  
9. vuosikerta no 1.  
Painos 2500 kpl.  
Paino: Tuokinprint Oy  
Sirrikuja 4 C, 00940 Helsinki  
puh. 09-342 4150  
tuokinprint@co.inet.fi

## Toimitussihteeri

Susanna Koskinen,  
Toimistopalvelu Hennax Tmi  
Henrikintie 7 A, 00370 Helsinki  
puh. 09-5617 830  
fax. 09-5607 5365  
susanna.koskinen@hennax.inet.fi

## Päätoimittaja

Lauri Laitinen  
Nokia Tutkimuskeskus  
PL 407, 00045 Nokia Group  
Itämerenkatu 11-13, 00211 Hki,  
puh. 07180 36551 (NRC)  
Tornitaso 3 A 37, 02120 Espoo  
puh. 09-465 959  
lauri.laitinen@nokia.com

## Toimituskunta 1/2002

Helena Venäläinen ja  
Erkki Pöyhönen

## Seuraava numero:

2/2002 Mobiilisovellukset  
Toimituskunta: Heini Holopainen  
ja Veli Matti Nokso-Koivisto

## Tilaukset

Systemityölehti sisältyy yhdistyksen Tietotekniikan liiton suosituksen mukaiseen yhdistyksen jäsenmaksuun, joka vuonna 2001 on 360, 240, 240, 150 tai 80 mk/vuosi.  
Vuositilaus 100 mk. Irtonumerot 30 mk. Tilaukset yhdistyksen toimistosta.

## Ilmoitushinnat

Takakansi	mv	4 väriä
Sisäkannet (K1, K2)	-----	1200 euroa
Sisäsivut A4	-----	1000 euroa
Sisäsivut A5	400 euroa	800 euroa
Sisäsivut A6	200 euroa	600 euroa
	100 euroa	-----

## Internetin WWW-sivut

<http://www.pcuf.fi/sytyke>

Systemityö-lehden sisällysluettelo  
1988- ja useimmat artikkelit PDF-  
muodossa.