

# **Tekniikan kokonaiskehityksen ajankohtaista tarkastelua**

**(NYKYINEN ELÄMÄNMUOTO JA TEKNIikka)**

**Yleisesikuntaeversti Niilo A A Simojoki**

## **A. JOHDANNOLLISIA TARKASTELUJA**

Voidaan pitää ilmeisenä, että kunkin ajankohdan elämän huomispäivää ajatellen arvokas tarkastelu on mahdollista vain ottamalla huomioon nykyaikaiseksi tiebeeksi vähitellen kehittyneen historian pysyvimmät opetukset.

Tässä tarkastelussa sekä sen analyysissä että sitä välttämättä seuraavassa tai sen kanssa rinnan käyvässä synteessissä olisi erityisesti päästävä oivaltamaan, mitkä kysymykset ajassa ovat todella ensiarvoiset. Tämä on näkökohta, joka tarkastelun mahdollisuuksia punnittaessa on syytä erityisesti panna merkille. Ensiarvoinen, olennainen voi olla ajassa vain piilevänä, toisistaan näennäisesti irrallisina tosiasioina, jotka yhteen liitettyinä saattavat merkitä jopa uuden elämänmuodon alkua.

Aika sisältää monenlaista. Tietyt ilmiöt näyttävät jatkuvan omalla painollaan tai rytmillään. Huolellinenkaan tarkastelu ei näe mitään enteellistä vaikutussuunnan ja/tai suuruuden suhteen. Mutta ajassa on myös sekä piileviä että selvästi havaittavissa olevia virikkeitä. Nämä olisi analyysin löydettävä. Näiden virikkeiden oikein ymmärtäminen ja ajoissa tapahtuva tulkitseminen olisi oltava kaiken vakavan

utkimuksen päämääränä. Päämäärään pääsemistä helpottaa, jos oivalletaan, etteivät virikkeet ole suinkaan kaikki erillisiä, vaan että ne yleensä vaikuttavat toisiinsa. Matematiikan ilmaisua käyttäen voidaan virikettä verrata vektoriin. Kullakin on suuntansa ja suuruutensa.

Ajankohdan kokonaistapahtumisessa ei siis saa unohtaa tätä tiedostettujen tai tiedostamattomien virikkeitten vektorikenttää. Ja vain mikäli analyysi on riittävän tarkka ja synteesi oikein yhdistelevä, voidaan löytää resultantti, josta voidaan sanoa, että se ilmaisee kehityksen<sup>1)</sup> suunnan ja ehkäpä sen voimankin.

Ensiarvoisen, olennaisen oivaltaminen ei suinkaan ole helppoa. Tekniikan kokonaiskehityksen historia osoittaa tämän monin tavoin. Lienee aiheellista valaista ikysymystä esimerkillä. Esimerkki otetaan Englannista, koska se historian ensimmäisenä teollisuusvaltiona on syytä ottaa erityisen tarkkailun kohteeksi.

Englannin Westminster Abbeyssa leposijansa saaneesta historioitsija Thomas Babington Macaulaysta (1800—1859) sanotaan, että hän tunsi olevansa erityisen läheisessä kosketuksessa aikaansa, että hän ymmärsi sen ajatuksia ja pyrkimyksiä ja katsoi osaavansa ilmaista ne paremmin kuin kukaan muu. (1) Hän alkoi v 1840 kirjoittaa ns teollisen vallankumouksen<sup>2)</sup> otteessa runsaasti yli puoli vuosisataa jo kampaillaessa maassaan suurta Englannin historiaansa. Sen kaksi ensimmäistä nidettä ilmestyivät Euroopan suuren vallankumousvuoden 1848 lopulla.

Minkä Macaulay tajusi ajankohtaisesti ensiarvoiseksi? Vuoden 1848 päätyessä hän toteaa, että Englannin voimassa oleva järjestys on pysynyt pystyssä, kun sitä vastoin mannermaalla moni yhteiskuntarakennelma on joko sortunut tai vavahdellut. Niinpä hänen ensiarvoinen asiansa on v 1688 ns maineikkaan vallankumouksen ylistäminen, joka oli ratkaissut despotismin ja perustuslaillisuuden, kruunun ja parlamentin välisen taistelun ja turvannut englantilaisten perusvapaudet. (1)

1) Sana "kehitys" tarvitsi käsitteellistä valaisua, jota tässä yhteydessä on mahdotonta käydä antamaan. Tavallisessa luontaisessa merkityksessään se kuitenkin riittävän täsmällisesti ilmaisee, mistä nyt on kyse.

2) Englantilaisen taloushistorioitsijan ja yhteiskunnan uudistajan A Toynbeen (1852—1883) popularisoima ilmaisu. Kyseistä henkilöä ei ole sekoitettava samannimiseen kulttuurihistorioitsijaan.

Kysyä sopii, eikö v 1848 eurooppalainen myllerrys pikemminkin olisi ollut tajuttava uusien raaka-aineiden — hiilen ja raudan —, uuden voimatalouden — höyryvoiman —, uuden tuotantokoneiston, uusien kuljetusmuotojen, kasvavan liikenteen, pääoman iskuvoiman — kapitalismin — ja ratkaisuaan jo vaativan sosiaalisen kysymyksen haasteena historialle?

Eikö olisi ollut kyllin syytä ponnistella kohden uusia oivalluksia, alkaa kirjoittaa taloudellista ja yhteiskunnallista historiaa oikein tosiasiin?

Mutta viehtymys poliittiseen historiaan ja kulttuurihistoriaan elää näköjään jollakin irrationaalisella tavalla ihmisessä varsinkin, jos siihen sisältyy eppis-dramaattisia aineksia, jopa tragediata. Mikäli arvovaltaista historianfilosofia ja kulttuurihistorioitsijaa, H u i z i n g a a, (2) ymmärtää oikein, niin tuntuu siltä, kuin jälkimaailman näköjään olisi oikeus lukea ja kaivata mieluummin menneitten aikojen murhenäytelmiä kuin tasaisen elämänsä kuvauksia. Kun näet taloudelliset tapahtumat ovat hänen mukaansa perusluonteeltaan kollektiivisia, ei kukaan koskaan voi hallita talousprosessia täydellisesti. Yksilö pysyy enemmän tai vähemmän taustalla. Sen sijaan poliittisella areenalla ihminen, yksilö, on voinut jopa kokonaan astua tapahtumisen polttopisteeseen. Hän antaa kyllin aihetta kertomuksiin. Eloisa ja jännittävä liittyy luontaisesti historian tällaisiin vaiheisiin. "Ellei historia ole luettavaa, se ei ole historiaa". (2, s 94) Luettavuus puolestaan edellyttää eepisyttä ja dramaattisuutta. (2, s 94) Ajatusten kehittäminen päättyy näköjään vakaumukseen: "Historia, jota ei enää voi tiivistää tragediaksi, on menettänyt muotonsa". (2, s 96)

Kun kuvaan vielä kuuluu, että historioitsijoiden ja kulttuurihistorioitsijoiden tunnetuimmat nimet eivät ole saaneet luonnontieteellismatemaattista sivistystä, on oikeus epäillä, tokko heidän käsittelemään taloudellisiin tapahtumisiin osatekijänä sisältyvän tekniikan kokonaiskehitys on vielä tullut riittävän syvällisesti luodattua ja ymmärrettyä.

Olisikohan aika kypsä uuden, merkityksensä mukaisen kokonaisesityksen laatimiseen aikakaudesta, joka tosiasiassa ensi kertaa ihmiskunnan historian aikana aloittaa — ei vähempää kuin maailmankulttuurin aikakauden? Seurauksena voisi olla mm historian perinteellisen jaon tarkistuminen.

Nähtävissä jo oleva maailmankulttuuri taas on syntynyt — kuten yleisesti myönnettäneen — tekniikasta käsin. Virikkeen suunta on ollut ja on edelleen tämä. Mutta vasta olennaisen taloudellisen tapahtumisen kautta tekniikka on levinnyt ja leviää sekä kaikesta huolimatta tekee ilmeisesti kulttuurihistoriaa jopa historiaakin. Kun tämä on oivallettu, muodostuu kokonaiskehityksen kannalta ensimmäiseksi kysymykseksi seuraava:

— Miten selittyy nykyaikaisen tekniikan syntyminen?

Toinen kysymys kuuluu:

— Onko syntymähetki määritettävissä?

Esitettyjen kysymysten rinnalle on syytä vielä nostaa kolmaskin:

— Mikä on aiheuttanut sen, että nykyaikainen tekniikka on olennaisesti syntynyt ns länsimaisen kulttuurin piirissä ja vain siinä?

Vastaukset näihin valaisevat osaltaan tekniikan olemusta.

## B. UUDEN KULTTUURIN SYNTYMISEDELLYTYSTEN TARKASTELUA

Johdannollisessa tarkastelussa on päädytty tulokseen, että tekniikan kokonaiskehitys on johtanut maailmankulttuurin syntymiseen — ensi kertaa ihmiskunnan historiassa. Tämä tosiasia ilmaistaan vastedes lyhemmin puhumalla uudesta kulttuurista.

On syytä panna merkille, että ainakin osa viitatuista historiatieteen ja kulttuurihistorian edustajista näkee oltavan jonkinlaisessa uudessa historiallisessa tilanteessa. Seuraavia nimityksiä käytetään ilmaisemaan kyseistä tosiasiaa:

— Teollinen vallankumous (1) (3)

— Tekniikan aikakausi

— Uusi kulttuuri (3)

Näin ilmaistun uuden kulttuurin sisällön eri tavoin suoritettut luonnehdinnat on syytä aluksi käydä läpi haettaessa vastauksia asetettuihin kysymyksiin.

Lainattakoon ensin luonnehdinta, joka koskee uuden kulttuurin esiinmurtautumisen aikaa. Se koskee ns **teollista (teollisuuden) vallankumousta**, joka nimityksenä jo on tuttu. (1)

"Se sai alkunsa 1700-luvun jälkipuoliskolla ja sitä jatkuu yhä, vielä tänäkin päivänä. Sen varsinainen sisällys on se, että erinäisten kokeilujen ja keksintöjen avulla, jotka olivat saaneet alkunsa pikemminkin yhteiskuntaelämän käytännöllisistä tarpeista kuin järjestelmällisestä tieteellisestä ajattelusta (?)<sup>3)</sup> oli eri aloilla onnistuttu ottamaan konevoima käytäntöön hyödykkeiden tuotannossa. Sen suoranaisena seurauksena oli, että tuotantokyky nopeasti kohosi ja on sen jälkeen taukoamatta kasvanut yhä kiihtyvää vauhtia. Silloin saivat alkunsa nykyajan tehtaat. Silloin syntyi nykyajan suurteollisuus. Ja sen ohella saivat alkunsa nykyajan yhteiskunnalliset ongelmat. Teollisuuden vallankumous vie meitä kohti omaa maailmaamme."

Ilmiö sai alkunsa Englannissa. Iso-Britannia on teollisuuden vallankumouksen kantamaa, samoin kuin Ranska on nykyajan poliittisten muutosten syntymäpaikka. Erinäisten toisiinsa liittyneiden tekijöiden yhteisvaikutuksesta juuri Englanti saavutti siinä johtoaseman — sillä oli välttämättömiä raaka-aineita, ennen kaikkea kivihiiiltä ja rautaa; sillä oli käytettävänäään pääomia, sillä oli luontaiset mahdollisuudet uudelleen muovata kuljetuslaitoksensa, mikä teki tuotteet huomattavasti entistä halvemmiksi; merenherruus turvasi tavaroiden vaihdon ja menekin. Englanti sai etumatkan, joka tuotti sille vallitsevan aseman maailman teollisuudessa ja kaupassa koko 1800-luvun ajaksi. Brittein saarilta teollisuuden vallankumous levisi kaikkine laajalle haarautuvine vaikutuksineen Euroopan mannermaihin<sup>4)</sup> ja yli koko maailman. "Niin hyvässä kuin pahassakin" sanoo englantilainen A L Rowse, "nykyajan teollisuus-sivilisaatio on tuon saaren luomus: se on meidän tärkein lisämme maailmanhistoriaan."

Toinen luonnehdinta koskee niin ikään samaa ajanjaksoa. (3) "On turhaa väitellä siitä, aiheuttivatko keksinnöt tuotannon nousun vai saivatko suotuisat tuotantoedellytykset aikaan teknillisen edistymisen; se on pelkkää tyhjää dialektiikkaa ja muistuttaa kysymystä siitä, kanako

<sup>3)</sup> Korostukset ja huomautusmerkinnät (?) on lisätty lainaukseen. Kirjoittaja ilmeisesti tarkoittaa kutomoteollisuudessa tapahtunutta kehitystä, mutta se ei riitä selittämään teollisen vallankumouksen syvimpiä syy-yhteyksiä. Sama koskee myöhemmin esiintyviä lainauksia.

<sup>4)</sup> Leviämisjärjestys voitaneen todeta seuraavaksi: Belgia, Hollanti, Ranska, Saksa, Itävalta ja Sveitsi.

oli ensinnä vai muna. Ratkaisevaa on keskinäinen yhteys; — —

— — — — —  
 toisiinsa liittyessään kaikki edistysaskeleet kasvavat ohi kokeiluasteen ja niistä tulee taloudellisia tosiseikkoja \*) ja ne luovat uuden ajanjakson. \*)

— — — — —  
 Keksintö, joka ei joudu käytäntöön, on kuriositeetti.”

Ajanjaksoa n 1600— n 1750 luonnehdittaessa — mikä on mielenkiintoinen siksi, että se on ajanjakso, joka välittömästi liittyy kyseisen teollisen vallankumouksen alkuun ja edeltää sitä — löytää keksintöjen ja tekniikan välisistä kysymyksistä mm seuraavan arvioinnin: (3) ”Tekniikka kehittyy tänä kautena renessanssin luomalla pohjalla yhä tarkoituksenmukaisemmaksi. Tällöin ei kumminkaan ole sekoitettava toisiinsa teoreettisen tieteen edistymistä ja reaalisia teknillisiä parannuksia (?); jälkimmäiset saattavat tosin etäisesti (?) liittyä tieteeseen, mutta käytännössä ne ovat aivan toisella tavoin riippuvia kovasta todellisuudesta: taloudellisista näkökohdista, ihmisten tavoista, ennakkoluuloista jne. Tämän vuoksi ei ole ihmeteltävää, että yksinvaltiuden kaudella, \*) jolloin tähtitieteen, matematiikan, fysiikan ja lääketieteen alalla on sellaisia uuden aikakauden aloittavia tutkijoita kuin Galilei, Kepler, Descartes, Torricelli, Huygens, Pascal jopa Newton ja Harveykin, silti tavataan puhtaasti teknillisessä mielessä edelleenkin piirteitä, jotka johtavat ajatuksen Leonardo Da Vincin nerokkaisiin luonnoksiin ja jotka vain joissakin kohdin ylittävät hänen edellytyksensä.”

Vaikka kaikki edellä esitetty pitää tietyllä tavalla paikkansa, niin siinä ei sittenkään, syistä joihin jo on viitattu, nähdä loppuun saakka.

**Nykyaikainen tekniikka — eikä yksistään se, vaan myös**

— sen syntymisen alkuvaiheeseen sijoittuva Ranskan vallankumouksen kanssa rinnakkainen ajanjakso — teollinen vallankumous,

— edelleen kehkeytyvä tekniikan aikakausi ja

— lopuksi kuin havahtuen todettu uusi kulttuuri ovat sittenkin viime kädessä luonnontieteiden lapsia.

Vaikka jo antiikin ajalla voidaan todeta käytetyn luonnontietoa ja sen tulokset kiteytettäviä matemaattisia malleja antavaa matematiikkaa

\*) Vertaa lähteen (2) sivuja 94—96.

\*) Kausi on vuodesta 1600 noin vuoteen 1750.

hyväksi tekniikassa — Archimedes lienee tästä ehkä huomattavin esimerkki — on tekniikka tiettyyn uuden ajan ajankohtaan saakka sittenkin kehittynyt itsenäisenä kulttuurin muotona kokemukseen ja sattumanvaraisiin keksintöihin nojaten.

Vasta varsinaisesti Newtonin aloittama luonnontieteellisten, lähinnä fysikaalisten ilmiöiden kuvaamis- ja käsittelytapa tosiasiasa mahdollistaa uuden kulttuuripohjan rakentamisen.

Newtonin alati ihmetystä ja ihailua herättävällä tavalla esittämä taivaan ja kappalten mekaniikka yhdessä näitten suurten luonnonlakien löytämiseksi ja paikkansapitävyyden todistamiseksi välttämättömän uuden matematiikan — differentiaali- ja integraalilaskennan<sup>7)</sup> keksimisen kanssa merkitsee nykyaikaisen tieteellisen tekniikan syntymähetkeä.

Nykyaikana, jolloin puhutaan ns perustutkimuksesta<sup>8)</sup> voidaan selvemmin nähdä tämä tosiasia. Siinä matemaattisilla malleilla on suorastaan keskeinen osa.

Nyt kyseessä olevassa esityksessä haluttaisiin nykyaikaisen tekniikan syntyminen palauttaa esitettyihin suurtapahtumiin ja siis esittää väite, että vasta Newtonista alkava tekniikan ja luonnontieteiden, lähinnä fysiikan, vuorovaikutuksen taso mahdollistaa ja siis aloittaa kaiken sen, josta on ollut puhe.

Vuorovaikutuksen mekanismi taas on seuraava: Kun tekniikka luo oikeisiin luonnonlakeihin perustuvan uuden tutkimusvälineen, niin sen avulla saattaa käydä mahdolliseksi uuden ilmiön havaitseminen, kirjoittaa differentiaali- ja integraalilaskentaan nojautuen sen "elementaarialaki" ja integraalilaskennan avulla selvittää fysikaalista tapahtumaa

<sup>7)</sup> Differentiaali- ja integraalilaskennan keksi Newtonista riippumatta myös saksalainen filosofi Gottfried Wilhelm Leibniz (1646—1716). Hän julkaisi tutkimustuloksensa ennen Newtonin suuren teoksen ilmestymistä — v 1684.

<sup>8)</sup> Nykyisin perustutkimukseen uhrataan suorastaan huikkeitä summia ja jopa suurvallat saattavat joutua toteamaan, että jollakin alalla heidän tietolaarinsa on tyhjä. Voidaan palauttaa mieleen järkytys, joka läntisissä valloissa koettiin Sputnikin ilmestyessä taivaalle 1957. Jälkeen jääminen merkitsee nykyaikana arvovallan menetystä.

hallitseva lainalaisuus. Näin tekniikka ja luonnontieteet ovat jatkuvassa eksaktissa vuorovaikutuksessa keskenään.

Oma erillinen asiansa on se, että ennen kuin perustutkimuksen tulokset — ”keksinnöt” — muuttuvat sovelletuksi tekniikaksi, tarvitaan vielä muitakin edellytyksiä, jotka mm riippuvat voimassa olevasta talousjärjestelmästä.

Uuden kulttuurin syntymäedellytysten tarkasteluun käytiin kolmen kysymyksen merkeissä. Kahteen niistä on voitu saada suhteellisen selkeä vastaus. Johdannon lopussa esitettyyn kolmanteen kysymykseen vastaaminen sen sijaan on huomattavasti vaikeampaa. On varmaan asiallisinta, ettei kysymykseen vielä haetakaan vastausta, vaan että sitä ennen avarretaan näköaloja kiinnittämällä huomio tieteellisen tekniikan perustieteiden, ennen kaikkea fysiikan ja matematiikan osuuteen tekniikan kokonaiskehityksessä.

## C. KATSAUS FYSIIKAN OSUUTEEN

### 1. Yleistä

Yleiskatsaus fysiikan tutkimuksen tuloksiin ja sen historian tapahtumiin luodaan aikakauteen, joka alkaa fysiikan nykyaikaiseksi tieteen muodostumisesta ja joka päättyy teollisen vallankumouksen alkamiseen. Tämä tapahtuu taulukkoesitysmuotoa käyttäen, olennaisen tavoittamaan pyrkivänä yhteenvetona, joka kuuluu elimellisenä osana nyt kyseessä olevaan tutkimukseen.

Siinä kiinnitetään aluksi huomio nykyaikaisen fysiikan syntymiseen liittyviin esivaiheisiin. Tämä tapahtuu seuraavien luonnehtivien otsikoiden merkeissä:

- ”Tutkimuksen uusi henki”
- ”Valmistavia saavutuksia ja osatuloksia ilman matematiikan analyysejä”
- ”Tieteiden edistymisen teknillinen edellytys — kirjapainotaito”
- ”Tilannekuvaa täydentäviä tosiasioita”

Vasta tämän jälkeen seuraa varsinainen keskitetty katsaus tieteellisen fysiikan syntymisen ja sen alkuaajan päätuloksiin.

Viimeisenä seuraa fysiikan osuutta koskeva arviointi.



**YLEISKATSAUS FYSIIKAN TUTKIMUKSEN TULOKSIIN JA SEN HISTORIAN TAPAHTUMIIN FYSIIKAN NYKYAIKAISEKSI TIETEEDIKSI MUODOSTUMISEN JALKEEN TEOLLISEEN VALLANKUMOUKSEEN SAAKKA**

**NYKYAIKAISEN FYSIIKAN SYNTYMISEEN LIITTYVISTÄ ESIVAIHEISTA**

**"Tutkimuksen uusi henki"**

Maailmankuvan avartuminen  
Suuret maantieteelliset löytöretket

Christopher Columbus  
(1446—1506)

- Euroopan historiasta tulee maailmanhistoria
- Uusi maailma — Amerikka (1492)
- Intian meritie (Vasco da Gama 1498)
- Ensimmäinen maailmanympäripurjehdus (20.9.1519—6.9.1522; Fernao de Magalhães)
- Keski- ja Etelä-Amerikan valloitus (n 1519—n 1535)

Tutkimuksen vapauden tietoi-  
nen vaatimus  
Italian humanismi

Leonardo da Vinci (1452—1519)

- Italian humanismin ensimmäinen vaatimus: Kaiken tutkimuksen ja kaikkien tietojen tulee olla vapaita
- Antiikki valtaa mielet. Alkukielisen tekstin tuntemisen vaatimus laskee perustan nykyaikaiselle historia- ja kielitieteelle

Tieteellisten akatemioiden  
("oppineitten seurojen") perustamisyrityksiä

Napoli (1560); Rooma (1603);  
Firenze (1657)

Luonnonlakien todellisen tuntemisen vaatimus  
Luonnonvoimien hallintaan ja hyödyksikäyttöön pyrkiminen kokeellisen filosofian avulla

Francis Bacon (1561—1626)

Uskonpuhdistus

Martti Luther (1483—1546)

- Omantunnon ja ajatuksen vapaus
- Katolisen kirkon maailmavallan murtaminen
- Sivistyslaitosten maallistaminen
- Tieteen tuleminen koko kansan omaisuudeksi käy periaatteessa mahdolliseksi

Maailmankuvan mullistuminen  
Maa ei ole maailmankaikkeuden keskipiste

Nicolaus (Mikola) Kopernikus  
(1473—1543)

- Commentariolus (esityöt vuodesta 1507 alkaen) — "kopernikaaninen käänne"

Heliosentrisen maailmankuvan peloton julistaminen

Giordano Bruno (1548—1600)

- Ajatuksenvapauden ja tieteen marttyyri

"Valmistavia saavutuksia ja osatuloja ilman matematiikan analyysiä"

<p>Tähtien ottaminen tieteellisen ja järjestelmällisen havaitsemistoinnin kohteeksi Suuren tyylin observointi alkaa</p>	<p>Dynamiikan I (ja II?) peruslain kokeellinen osoittaminen kuitenkin ilman niiden selvää sanallista ja matemaattista muotoilua Tasaisesti kiihtyvä liike. Tyhjiörata, Energiaperiaate. Aristoteleen dynamiikan syrjäyttäminen</p>	<p>Kaukoputki (kiikari) Maailmankuvan uusi avartuminen Heliosentrisen maailmankuvan varmentuminen</p>	<p>Elohopeailmapuntari (1643)</p>
<p>Tyko Brahe (1546—1601)</p>	<p>Galileo Galilei (1564—1642)</p>	<p>Hans Lippershey (1608) James Metius (1608)</p>	<p>Evangelista Torricelli (1608—1647)</p>
<p>Brahen pätevän havaintoaineiston muokkaaminen ja yleisen vetovoimalain kannalta katsottuna kolmen osatuloksen keksiminen (Keplerin lait) — Astronomia nova (1609) —   kaksi ensimmäistä lakia — Harmonices Mundi (1619) —   kolmas laki</p>	<p>Dynamiikan I peruslain selkeä muotoilu (1644)  René Descartes (1596—1650)</p>	<p>Hollantilainen kiikari Galileo Galilei edellisten jälkeen itsenäisesti (1610?) — Galilei-kiikari Johannes Keplerin parannus (1611) — Keplerin kiikari</p>	<p>Ilmapumppu (1656) Magdeburgin puolipallot  Otto v Guericke (1602—1686)</p>
<p>Kiertotähtien liike auringon ympäri ilman suurempaa syy-yhteyttä</p>	<p>Dynamiikan I peruslain selkeä muotoilu (1673)</p>		<p>Korkeudenmittaus ilmapuntarin avulla</p>
<p>Johannes Kepler (1571—1630)</p>	<p>Christian Huygens (1629—1695)</p>		<p>Blaise Pascal (1623—1662)</p>

### **"Tieteitten edistymisen teknillinen edellytys — kirjapainotaito"**

(Suurtuotantoa ja massatekniikkaa ennen teollista vallankumousta)

Kirjapainotaito ajatuksena on Johan Gutenbergia (n 1400—n 1468) vanhempi. Lopputuloksena sekin on monen pienemmän keksinnön sarja. Jollei keksintöä haluta laskea sen syntyajatukselta alkaen ja kokeiluvaiheista, vaan sen toteuttamisesta käytännössä, lopullisesta tuloksesta, niin kunnia kuuluu Gutenbergille. Hänen suurin teknillinen panoksensa lienee se, että hän kehitti valutekniikan, jonka ansiosta valaminen muuttui vaivalloisesta käsityöstä "koneelliseksi tehdastyöksi". Uuden vuosisadan vaihteessa keksintö on valloittanut koko Euroopan. Oikeutetusti voidaan tällöin tekniikan kannalta katsoen jo puhua massatekniikasta ja suurtuotannosta. Kirjat tulevat huokeammiksi kuin käsikirjoitukset. Hiljalleen niiden hinta laskee ja vihdoin voidaan aloittaa todellisten kansankirjojen julkaiseminen. Kirjapainotaidon keksimisestä ja painotuotteiden julkaisemisen kehittymisestä suurtuotannon asteelle 1500-luvun alkuun mennessä on mm sanottu, että se oli "uskonpuhdistuksen teknillinen edellytys". Yleistäen voidaan sanoa sen olleen kaikkien tieteiden — ennen kaikkea kuitenkin henkítieteiden — teknillinen edellytys.

### **"Tilannekuvaa täydentäviä tosiasioita"**

Matematiikka muotoutumassa nykyaikaiseksi tieteeksi  
Analyttinen geometria syntyy René Descartes'n (1596—1650), Pierre de Fermat'n (1601—1665) ja John Wallis'n (1616—1703) töiden tuloksena

La Géometrie 1638 → Newton lukee teoksen Cambridgessa  
On ilmeisesti hänen matemaattinen innoittajansa

Tunnetaan yksi ainoa "kaasu" —  
ilma  
Vasta v 1766 — happi (O<sub>2</sub>)

Kemia ei ole nykyaikainen tiede. Sen  
syntymisen ajankohta koittaa vasta  
myöhemmin — matematiikan ja fysiikan  
jälkeen

## 2. Tutkimuksen uusi henki

Kaikella on edellytyksensä. Mitään ei synny täysin tyhjästä, ei varsinkaan suurta ja merkittävää. Kun jälkimaailma historian kulun nähneenä vakavissaan pyrkii löytämään sen, mikä ennen tieteellistä fysiikkaa oli sen syntyminen kannalta olennaista, se joutuu tutkimaan erityisen tarkasti noin kahden vuosisadan pituista ajanjaksoa, ajanjaksoa 1400-luvun puolivälistä 1600-luvun puoliväliin. Voitaneen myös väittää, että todella ensiarvoisen näkemiseen pitäisi jo nyt sentään olla tietyt edellytykset.

Viitatussa yleiskatsauksessa on olennaisen tavoittamiseen mitä vakavimmin pyrkien todella ensiarvoisena ja ikään kuin kaiken uuden lähtökohtana nähty **tutkimuksen uusi henki**, jonka puolestaan saivat aikaan lähinnä seuraavat neljä maailmanhistoriallista suurtapahtumajaksoa, nimittäin

- **maailmankuvan avartuminen** suurten maantieteellisten löytöretkien ansiosta, joitten seurauksena oli Euroopan historian muuttuminen maailmanhistoriaksi,
- **tutkimuksen vapauden tietoisien vaatimuksen syntyminen** Italian humanismin ansiosta,
- **uskonpuhdistus** omantunnon- ja ajatuksenvapauden vaatimuksiin välillisenä vaikutuksenaan sivistyslaitosten maallistaminen ja tieteen tuleminen periaatteessa koko kansan omaisuudeksi ja
- **maailmankuvan täydellinen mullistuminen**, kun maa ei olekaan maailmankaikkeuden keskipiste, ts "kopernikaaninen käänne" ihmiskunnan historiassa.

Kuten havaitaan, yleiskatsauksen yhteydessä on käytetty kaikista suurtapahtumajaksoista vektorimerkintää osoittamaan niitä olennaisia virikkeitä, joita ajanjaksoon voidaan katsoa sisältyvän. Niillä on ollut suuntansa ja suuruutensa, intensiteettinsä, jonka tieteellinen historiankirjoitus kyllä osoittaa. Tässä yhteydessä ei ole mahdollista lähemmin kuvata kyseisten suurtapahtumajaksojen sisäistä maailmaa. Voitaneen vain sanoa, että koko **ihmiskunnan historia** alkaa ikään kuin hyljälleen auaa tutkijalle.

### 3. Valmistavia saavutuksia ja osatuloja ilman matematiikan analyysää

Kyseessä on edellisellä tavalla suoritettujen merkittävien osatulosten ja valmistavien saavutuksien yhteenveto. Huomionarvoisinta tässä yhteydessä lienee Galileo Galilein sijoittaminen tieteellisen fysiikan syntymisen esivaiheisiin. On valitettavaa, ettei luonnontieteen suursaavutuksiakaan voida kirjata ilman kansallisia ambitoita. Siksi tieteellisen fysiikan perustajien joukko saattaa olla kovinkin erisuuruinen siitä riippuen, missä maassa asia esitetään.

Kun nyt kuitenkin on kyse siitä, miten ja milloin nykyaikainen tekniikka on yleensä voinut syntyä, ja kun välttämättömäksi edellytykseksi on todettu tekniikan ja luonnontieteiden, lähinnä fysiikan v u o r o v a i k u t u k s e n t a s o, jolloin differentiaali- ja integraalilaskenta välttämättä kuuluu kuvaan, ei Galileo Galilei, perinteellisiksi ehkä katsottavista luokitteluista huolimatta voi nousta tieteellisen fysiikan perustajaksi, vaan tämä maailmanhistoriallinen saavutus on lähinnä yhden ainoan hengenjättiläisen — Isaac Newtonin — nerouden ansiota.

On rakentavaa lukea Nobel-palkinnon saaneen tutkijan arviointia Newtonista erityisesti silloin, kun kyseessä on jokin muu kuin englantilainen. Erityisen merkittävänä sopii pitää v 1914 Nobel-palkinnon saaneen saksalaisen fyysikon Max von Laue'n ylikansallista lausuntoa Newtonista. (4) Hänen arviointinsa yhdessä eräiden muitten kanssa sekä viitatus olennaisen kriteerin asettelu on ollut johtamassa esitettyyn lopputulokseen.

### 4. Tieteitten edistymisen teknillinen edellytys — kirjapainotaito

Oleennaista on ensiksi havaita kirjapainotaidon merkitys kaikelle tieteelle, ennen kaikkea kuitenkin henkítieteille, ja toiseksi oivaltaa, että kyse on suurtuotannosta ja massateknikasta ennen teollista vallankumousta.

### 5. Tilannekuvaa täydentäviä tosiasioloita

Koska tämän tutkimuksen puitteissa ei ole ollut mahdollista vastavasti käsitellä matematiikan osuutta nykyaikaisen tekniikan syntymiseen

eikä sen vaikutusta teollisen vallankumouksen alkuun mennessä, ja kun matematiikan osuutta ei luonnollisesti ole voitu sivuuttaa, on tilannekuvaa tässä yhteydessä "täydennetty eräillä tosiasioilla" mahdollisimman lyhyesti.

Näin selittyy otsikko sekä matematiikkaa koskeva esitys. Sama koskee vielä suuremmassa määrin kemiaa.

## 6. Ars Physica

Edellä on todettu, että vasta varsinaisesti Newtonin aloittama luonnontieteellisten, lähinnä fysikaalisten ilmiöiden kuvaamis- ja käsittelytapa tosiasiasa mahdollistaa uuden kulttuuripohjan rakentamisen. Jäljelle jää näin ollen vain ajankohdan toteaminen. Voitaneen sanoa, että kyseeseen tulevat tällöin ne kaksi vuosikymmentä, jotka tarvittiin kokoomateoksen, ensimmäisen teoreettisen fysiikan, "Philosophiae naturalis principia mathematica" synnyttämiseen.

Newtonin "Principia" on useimmille verraten tuntematon siitä huolimatta, että se on eräs ihmiskunnan kehitykseen eniten vaikuttaneita kirjoja. Se on yleisen vetovoiman katoamaton muistomerkki. Siinä on esitettyä eksaktissa muodossa ns Newtonin mekaniikka. Lienee tässä yhteydessä sallittua havainnollistaa, mistä hengen tuotteesta on kyse. Kun esitetään kysymys, mitkä ovat ne kirjat, jotka ovat ratkaisevimmin vaikuttaneet koko ihmiskunnan kehitykseen — saattaa eräs kaikkein arvovaltaisimmista vastauksista kuulua: Pyhä Raamattu, Koraani, Marxin "Das Kapital" ja Newtonin "Principia".

Kun täten on oheisessa yhteenvedossa läpikäyty tieteellisen fysiikan syntyamisen sisältävä kohta, jää jäljelle kaiken sen huolellinen mieleenpainaminen, mikä aikajärjestyksessä on esitetty aina vuoteen 1770 saakka, jolloin maailma näkee James Wattin höyrykoneen, teollisen vallankumouksen energiatuotannon mahdollistajan. Mutta tällöin ollaankin jo teollisessa vallankumouksessa, ja sen yksityiskohtainen esittäminen ei kuulu tämän tutkimuksen puitteisiin.

Ennen yhteenvedon läpikäymisen lopettamista on syytä tehdä oikeutta alankomaalaiselle Christian Hygensille ja todeta hänet fysiikan tutkimuksen todella suurien nimien joukkoon kuuluvaksi.

ARS PHYSICA  
(n 1666—1687)→

Vuosi-luku	Tutkimustulos Tapahtuma	Henkilö Vastaava	Vaikutus tekniikkaan	Huomautuksia
1666— 1687	Tieteellisen fysiikan syn- tyminen	Isaac Newton (1642— 1727)	Eksaktinen vuorovaikutus tekniikan ja luonnontieteiden välillä nykyaikaisessa mielessä käy mahdolliseksi.	Kokoomateos, ensimmäinen teoreettinen fysiikka, "Philosophiae naturalis principia mathematica" ilmestyy 1687. Yleisen vetovoiman katoamaton muistomerkki. Siinä on esitettyinä eksaktisessa muodossa ns Newtonin mekaniikka. Mekaniikkansa suuriin oivalluksiin pyrkiessään N tulee itsenäisesti keksineeksi ns infinitesimaalilaskennan n v 1666 vaiheilla.
1657	Kello nykyaikaisessa merkityksessä	Christian Huygens (1629—1695)	Ajan täsmällinen mittaaminen käy mahdolliseksi. Fysikaalisen aikayksikön syntyminen.	Huomattava ajanmittauksen jaotuksen käytäntöä palveleva välttämättömyys.
1660	"The Royal Society of London for Improving Natural Knowledge" perustetaan	Kaarle II		
1662	Boyle-Mariotten laki Kaasujen tilavuuden ja paineen välinen yhteys	Robert Boyle		Mariotte esittää saman lain itsenäisesti 15 vuotta Boylen jälkeen.
1666	"Académie des Sciences" perustetaan	Ludvig XIV		
1672	Valon kokoomuksen selvittäminen. Kromaattisten virheiden oivaltaminen optisissa kojeissa	Isaac Newton (1642— 1727)	Aikaa myöten seurauksena akromaattiset ratkaisut (1753) Akromaattinen linssi	Newtonin toinen pysyvä suurtyö
1675	Greenwichin tähtitorni aloittaa toimintansa	Kaarle II		

1676	Valon nopeuden määrittäminen	Ole Rømer (1644—1710)		Vasta James Bradley'n (1693—1762) arvovalta saa aikaan R:n tuloksen yleisen hyväksymisen v 1728
1678	Valon aaltoliiketeoria	Christian Huygens (1629—1695)		Vasta 1700-luvun lopulla aaltoliiketeoria saa voiton Newtonin arvovallan varassa voimassa pidetystä teoriasta Youngin ja Fresnelin töiden ansiosta
1709	Lämpömittari	Gabriel Daniel Fahrenheit (1686—1736)	Lämmön täsmällinen mittaaminen käy mahdolliseksi. Ensi askel kohden lämmön tieteellistä käsittelyä	
1712	Newcomenin höyrykone	Newcom		Nykyaikaisen höyrykoneen edeltäjä
1766	Lämpöpaljouden — kaloria-käsitteen erottaminen lämpötilasta	Joseph Black (1728—1799)		Lämpöopin toinen suuri edistysaskel
1770	Nykyaikaisen höyrykoneen prototyyppi	James Watt (1736—1819)	Ns teollisen vallankumouksen energiatuotannon mahdollistaja (kutomot, rautatehtaat, kaivokset) Ensimmäinen höyryvasara 1781 Höyrykäyttöinen puuvillatehdas 1783 Höyryvoimaan perustuva rautateollisuus Raudan valssaaminen 1790	Vapautuminen yksinomaisesta vesivoimasta ja sen aiheuttamasta paikallisesta sidonnaisuudesta Matthew Boultonin rahoitus 1775 Höyrykoneen valmistus alkaa. Metallisylinteri olennainen yksityiskohta ja edellytys, ts rautateollisuuden osuus.
1799	Arkistometrin ja arkistokilogramman määrittäminen	Ranskan vallankumouksen lakiasäättävä kansalliskokous	Ensimmäinen fysikaalinen mittajärjestelmä syntyy (kg·m·s·g·cm·s -järjestelmä)	

Katsauksen yleiseksi päätökseksi on syytä viitata **energiaperiaatteen** asteettaiseen selvenemiseen. Energiaperiaatteen eräs ilmenemismuoto vie aina Galileo Galileihin saakka. Periaatteen avartuminen tapahtuu Huygens'n, Newtonin, Johann Bernoullin (1667—1748) ja Leonhard Eulerin (1707—1783) töiden kautta. Noin v 1800 vaiheilla energian häviämättömyyden periaatti on saavuttanut yleispätevän muodon.

Kahden viimeksi mainitun matemaatikon merkittävät fysikaaliset työt on niin ikään syytä merkitä muistiin katsauksen kohteena olevaan ajanjaksoon kuuluvina.



## 7. Fysiikan osuutta koskeva arviointi

Fysiikan osuuden arvioinnissa on erityisesti kyseistä aikakautta ajatellen syytä keskittyä mekaniikkaan. Oikeutetusti sanan mekaniikka eteen liitetään Newtonin nimi ja näin ollen puhutaan Newtonin mekaniikasta. Sillä tieteellisen fysiikan historia alkaa. Koska jäljempänä välittömästi havaitaan, että mekaniikalla on keskeinen osuus myös nykyajan suurtapahtumissa, arviointi ulotetaan koskemaan sen koko aluetta. Tämä tapahtuu saksalaisen Nobel-fysiikon vuodelta 1914, Max von Lauen esitystä vapaasti muovaten. (4, soveltaen) Arviointi tapahtuu preesens-aikamuodossa, koska on kyse jatkuvasti vaikuttavista syy-yhteyksistä.

- Mekaniikka on jokaisen teknillisen konstruktion perustana statiikan ja dynamiikan muodossa. Se vaikuttaa täten syvällisesti jokapäiväiseen elämäämme mekaanisten tuotteiden taustatekijänä.
- Mekaniikka mahdollistaa ihmisen ruumiinliikkeiden tieteellisen käsittelyn.
- Mekaniikkaa tarvitaan kuulemisen kokonaistapahtuman selvittämisessä.
- Mekaniikan avulla hallitaan kimmoisten kappaleiden muodonmuutokset.
- Mekaniikan avulla hallitaan nesteiden ja kaasujen virtausilmiöt.
- Mekaniikan avulla hallitaan eri väliaineissa tapahtuvat värähtely- ja aaltoilmiöt, siis mm koko akustiikka siltä osaltaan, mikä on luonteeltaan fysikaalista. Sovellutusala laajenee kuitenkin mekaniikan ulkopuolelle ja niinpä mm sähkövärähtelyjen fysikaalinen malli on mekaaninen.
- Kaiken kertyneen kokemuksen mukaan mekaniikan avulla hallitaan niin makrokosmoksen suurimpienkin massojen,  $10^{29}$ — $10^{30}$  kg, kuin mikrokosmoksen pienimpienkin osien,  $10^{-16}$  g, liikkeet. Sen avulla voidaan siis määrittää molekyylien, atomien ja aineen alkuosasten — mm elektronien liikkeet ja näin ollen tutkia sähkön johtumista materiassa. Niinpä esimerkiksi sähkön Ohmin laki on johdettavissa kokonaan klassillisen dynamiikan avulla.

Tästä syystä mekaniikka aikanaan tuli myös kineettisen kaasuteorian pohjaksi.

Enempää jatkamatta ymmärrettäneen, että pitkän aikaa mekaniikka ja fysiikka samaistettiin. Saatettiinpa suorastaan pitää fysiikan — ”luonnon filosofian” — tutkimuksen tarkoituksena ilmiön mekaniikkaan perustuvan selityksen löytämistä. Runsaat kaksi vuosisataa laajenevat, korkeamman sivistyksen saavuttaneitten piirit ovat katselleet Newtonin mekaniikkaa kuin yhtä ainoata temppeiliä, jolla on majesteetillinen arkkitehtuuri (4) ja joka valtaa ihmismielen kauneudellaan ja järjestyksellään.

Nyky aika on joutunut näkemään Newtonin mekaniikan rajat. Sen se on joutunut kuitenkin tekemään varsin erikoisissa olosuhteissa, ydinräjähdysten vavahduttaessa koko maailmaa. Mutta uuden mekaniikan järkyttävä ilmestyminen yhdessä hetkessä koko ihmiskunnan tietoisuuteen ei ole poistanut kaikkea vanhaa. Kaksi Newtonin mekaniikan perustotuutta on yleispätevästi voimassa vielä tänäkin päivänä,

- energian häviämättömyden laki ja
- impulssisääntö.

#### D. KATSAUS MATEMATIIKAN OSUUTEEN

Yleiskatsaus matematiikan tutkimukseen vastaavana ajankohtana ja sen esihistoriaan kuuluu olennaisena osana nyt kyseessä olevaan tutkimukseen, mutta sen esittämisestä tässä yhteydessä luovutaan.

#### E. KATSAUS KEMIAN OSUUTEEN

Yleiskatsaus kemian tutkimukseen vastaavana ajankohtana ja sen esihistoriaan kuuluu niin ikään olennaisena osana nyt kyseessä olevaan tutkimukseen, mutta senkin esittämisestä tässä yhteydessä luovutaan.

#### F. ERÄITÄ AJANKOHTAISIA ARVIOINTEJA

##### 1. Yleistä

Kun olisi käytävä ajankohtaisiin arviointeihin, havaitaan, että kaikki se, mitä edellä on esitetty, pitäisi pystyä näkemään omasta ajastaan. Olisi oivallettava ajassa kenties kätkeytyneenä oleva olennainen ja ensiar-

voinen, sen esitapahtumien laaja kenttä sekä sen seurausvaikutukset. Tähän ymmärrettävästi ei pystytä, vaikka kuinka huolellisesti ja rehellisesti tähyiltäisiin. Mutta tapahtumisen jatkuva arvioiminen on toki mahdollista. Se merkitsee tiettyjen tarkastelukohteiden valintaa. Näistä eräitä seuraavassa.

## **2. Raaka-ainetuotannon mahdollisuudet**

Tässä ei ole kyse niinkään raaka-ainetuotannon (sota-)taloudellisesta tarkastelusta kuin lähinnä uusien mahdollisuuksien avautumisesta perustutkimuksen ja tunnettujen raaka-aineiden etsimisen tuloksena. Erityisesti oman maamme raaka-ainetuotannon kehittämismahdollisuudet olisi pyrittävä näkemään. Aiheen lähempi käsittely ei ole tässä yhteydessä mahdollista.

## **3. Energiatuotannon mahdollisuudet**

Energiatuotannon mahdollisuuksien tarkastelu tapahtuu samassa hengessä kuin edellä. Erityisesti oman maan ydinvoimakysymys on nyt tärkeä.

## **4. Tuotantokoneiston tarkastelu**

Erityisesti olisi pyrittävä löytämään yleisesti suuntaa-antavat piirteet. Vertaa jäljempänä esitettävää tietokoneiden todennäköisestä vaikutuksesta.

## **5. Liikenteen ja kuljetusten mahdollisuudet**

Tarkastelu suoritetaan samassa hengessä kuin edellä kaikki muukin.

## **6. Tiedotustoiminnan (informaation) tarkastelu**

Tähän sisältyy julkaisu toiminta, puhelinliikenne, radiotoiminta kaikissa muodoissaan, televisio, joukkotiedotusvälineet.

## 7. Tiedon uusi maailma ja maailmankulttuurin aikakaudessa jo elämisen selkeä tiedostaminen

Lopuksi on luonnollisesti tehtävä kysymys: Onko ajassamme jotakin suuren tyylin tapahtumista? Vastaus on epäilemättä myönteinen. Mitä se mm saattaisi olla? Edellä on päädytty toteamukseen, että elämme jo maailmankulttuurin aikakautta — sen alkuaikaa. Tämä sinänsä on täällä meidän pienissä oloissamme varsin orientoiva ja vaikutuksiltaan merkittävä toteamus, jos se vain kyllin elävästi ja kansan laajoja kerroksia myöten selkeästi tajutaan.

Toinen seikka, johon katse pakostakin kiinnittyy, kuuluu niiden olennaisten virikkeiden piiriin, joista jo on ollut puhe.

Pyrkimällä tapahtumisen popularisoimiseen ja dramatisoimalla tavallinen looginen tapahtuminen, kuten näköjään historiankirjoituksen pätevyysvaatimuksiin näyttää kuuluvan, (2) kirjoitetaan sitä ajatellen otsikko:

"Tiedon uusi maailma".

Suosittua "vallankumous"-ilmaisua käyttäen otsikko voisi kuulua: "Tiedon vallankumous". Ilmaisua "Toinen teollinen vallankumous", joka ehkä piankin ilmestyy julkisuuteen, on nyt kyseessä olevassa katsannossa liian suppea. Se ilmeisesti tulisi käsittelemään lähinnä teollisen tuotannon automaatiota.

Tietojen käsittelykone, "tietokone", jota sanaa hieman vastenmielisesti käyttää, koska se on monikäsitteinen ja siksi harhaanjohtava, on ilmeisesti mullistamassa maailman tavalla, jonka ymmärtämiseen meitä auttakoon kaikki se, mitä "teollisesta vallankumouksesta" ja sen fyysikaalis-matemaattisista edellytyksistä on voitu esittää.

Tietokone on tunkeutumassa ihmisen älylliseen ja tiedolliseen maailmaan kuten James Wattin höyrykone v 1770 oman aikansa maailmaan. Seurauksena on rinnastettava mullistus, mutta tällä kertaa ihmisen älyllisellä tasolla. Tiedon tuotanto ja sen järjestäminen on käymässä tehdasmaiseksi.

Olemme jo tottuneet siihen, että koneet moninkertaistavat "kättemme työn". Emme enää käy koneitten kimppuun, kuten aikanaan Lancashiren epätoivoon joutuneet kehrääjät ison vesivoimalla käyvän kehruu-

koneen, Richard Arkwrightin "waterframe"-koneen ilmestyessä puuvillakehräämöihin teollisen vallankumouksen esivaiheessa.

Mutta nyt, kun alamme seistä silmäkkäin tietopiirimme mahtavan laventajan ja järjestäjän, tietokoneen — datamaskin, computer, Rechenmaschine — kanssa, joudumme helposti hämillemme; ehkäpä asennoitumisemme on suorastaan negatiivinen, vähättelemme — emmekä kuitenkaan voi estää kehityksen kulkua, kun se kerran jo on lähtenyt liikkeelle. Tästä asenteesta olisi meidän kaikkien syytä varottaa itseämme.

Ajassa vaikuttaa nyt voima, siinä on vektorivaikutus, joka merkittävydessään on ainakin ydinvoiman luokkaa. Se näyttää ulottuvan ihmisjärjellä saavutettavissa oleviin korkeimpiin tavoitteisiin. Hieman arastelen, mutta antaakseni ajatuksillemme sen tarvitseman mittakaavan, rohkenen puhua "kaikesta tiedosta". Tällä tarkoitetaan sitä, että kaikki tieto, mikä ihmiskunnan on yleensä mahdollista aavistaa, on myös saavutettavissa ja järjestettävissä sekä näin ollen myös hallittavissa.

Käytettävissä näyttää olevan nopeasti täydellistyvä väline, joka tunkeutuu älylliseen maailmaamme — voimme sanoa ihmisen sisäisen omistuksen alueeseen, moninkertaistaen mahdollisuutemme. Kaikkiaan:

**Inhimillinen tietämys on joutumassa kiihtyvään liikkeeseen, joka tulee jatkumaan. Tämä on jotakin olennaista. Emmekö voisi rauhallisesti tottua siihen, että meillä voi ja saa olla älyllisellä alalla "tuotantokone", joka on meitä itseämme nopeampi ja luotettavampi yhtä hyvin kuin me nyt mielenrauhaamme menettämättä katselemme jonkin massahyödykkeen pakkauskonetta.**

Mitä seuraamuksia sitten on odotettavissa? Lyhyt tiivistelmä valaisee asiaa.

- "Tiedon kiihtyvyyden" ansiosta on todennäköistä, että tällä hetkellä hallussamme oleva tieto laajassa mitassa muuttuu 30—20 vuodessa. Aloilla, jotka pystyvät kulkemaan kärjessä, tämä tapahtuneet vieläkin lyhyemmässä ajassa.
- Tuotantokoneisto ohjelmoituu ja automatisoituu. **Tärkeämmäksi kuin työ tulee työn suunnittelu.** Tähän taas tarvitaan periaatteessa mahdollisimman kvalifisoitua työvoimaa. Valvontaan, automatiikan hoitoon ja erilaisiin arviointitehtäviin tarvitaan lisäksi omat henkilönsä.

- Tarvitaan yleisesti vähemmän, mutta aikaisempaa henkisesti pätevämpää työntekijäainesta.
- Aikaisempaa lyhyempi työaika mahdollistuu, lyhyempi kuin mistä vielä puhutaankaan. Ihmistyövoimaa vapautuu ns sosiaalityötuotannon alkupäästä. Mekin olemme liikkeellä kohden yhteiskuntaa, jossa
  - ; primäärisessä sektorissa (maatila- ja metsätalous sekä kaivos-työ) on ehkä vain n 10 % kansasta,
  - ; sekundäärisessä sektorissa (teollisuus, vastaava) on ehkä n 30 % kansasta ja
  - ; tertiäärisessä sektorissa (kauppa, liikenne, kuljetukset, opetus-toimi, tutkimus, tiedotustoiminta, matkailu → palveluselinkei-not) on loput eli n 60 % kansasta.
- Aika, jolloin vain lapsia ja nuorisoa koulutetaan, on hiljalleen väistymässä. Aikuiskoulutukseen on nyt jo alettava kiinnittää huomiota. Tämä on tarpeen uusiin tehtäviin kouluttamiseksi.
- Talouselämää käy mahdolliseksi tutkia suuremmassa määrin kuin aikaisemmin, ehkäpä koko laajuudessaan. Sama koskee koko yhteiskunnan tutkimusta.
- Sivuttaen kaupan monet erikoiskysymykset todettakoon, että kaupallinen ja teknillinen sekoittuvat yhä enemmän keskenään. Tämä merkitsee ajatusmaailman ja koulutuksen muuttumista enemmän tietokonekielen hallitsemisen suuntaan. On itse pystytävä tiettyjen eteen nousevien kysymysten alkukäsittelyyn.
- Mahdollisuudet yksilölliseen valintaan kuitenkin lisääntyvät. Syntyy uusia ammatteja vapaa-ajan virkistyskäyttöä sekä uusia mahdollisia kulttuuritavoitteita ja -vaatimuksia varten.
- **Ihmiselämän täyttäminen sisällöllä käy yhä polttavammaksi. Siksi henkisten omistusten ja arvojen tarve periaatteessa valtavasti lisääntyy. Tämä on uuteen kulttuuriin liittyvä suuri paradoksi.**
- Ettei haitoitakaan ummistettaisi silmiä, on selvää, että näin suurissa mullistuksissa syntyy jälleen omalaatuinen sosiaalinen kysymys. Nyt meillä kuitenkin lienee mahdollista ottaa oppia "teollisen vallankumouksen" synneistä ja erheistä. Tämä vaatii uutta moraalialia, uudenmuotoista vapauden eetosta niin, että uudistukset tehdään länsimaisen kansanvallan hengessä.

- Uuden moraalin vaatimus korostuu myös siksi, että on ilmeisesti vaikeampaa vastustaa laajoin tietokoneoperaatioin suoritettavaa argumentointia kuin tähän saakka sittenkin varsin vallitsevana ollutta "intuitiota".
- Lopuksi vastattakoon myös sotatekniikan kannalta kysymykseen:  
Mikä tietokone on?  
Tietokone on johtamisväline.  
Se ei enää ole saksalaisittain asian ilmaisten vain "Bürohilfe".

On syytä päättää seurausten tiivistettynäkin tapahtuva esittäminen tähän. Antakaamme vastaus kuitenkin vielä yhteen olennaiseen kysymykseen, jota ei ole lupa sivuuttaa: Jos tietokone vastaa Wattin höyrykoneetta "teollisen vallankumouksen" aikakaudella, niin mikä analogia sitten koskee sen rautaa ja hiiltä? Vastaus kuuluu: perustutkimus — myös tiedon uuteen maailmaan vietyinä.

## G. LOPPUSANAT

Kuten havaitaan, nykyaikaista elämänmuotoa ja tekniikkaa on koettu valaista historiasta otetulla varsin todistusvoimaisella "mallilla". On myös esitetty indiisejä, jotka oikeuttavat ajattelemaan, että jotakin rinnastettavaa on ajassamme tapahtumassa. Yleisesikuntaupseerikunnan tulisi kohdata tulevaisuus, jonka virikkeiden kentässä se jo nyt elää, ilman hämminkiä, selkeästi tilanteen halliten, mm viitattua uutta moraalialia tutkien ja sitä tavoittamaan itsensä kasvattaen — pommistautuen yleisesikuntaupseeriston parhaiten perinteiden mukaisesti antamaan tässäkin suhteessa kansalleen "hiljaisen esimerkin".

Kansa, jossa on sivistystahtoa ja oikeata tiedon nälkää sekä kasvavaa taloudellista tajua, pysyy kyllä nykyisessäkin elämänmenossa pinnalla. Jopa uudet saavutukset ovat periaatteessa mahdolliset. \*)

\*) Täydellisyyden vuoksi todettakoon päätökseksi, että vastaus johdannon lopussa asetettuun kolmanteen kysymykseen jää tämän tutkimuksen puitteissa antamatta. Se osoittaa kysymyksen suuruusluokan. Kirjoittajan käsitys on, ettei aihetta koskeva tutkimus ole täydellinen ilman tähän kysymykseen vastaamista. Vastaaminen vaatii kuitenkin oman esityksensä.

## TÄRKEIMMÄT LÄHTEET

### Kirjallisuus

- Grimberg, Carl:  
Kansojen Historia  
Osat VIII, IX, X, Jatko-osa II  
Werner Söderström 1937, 1940, 1942, 1959 (1)
- Huizinga, Johan:  
Historian olemus  
Werner Söderström 1967 (2)
- Frisch, Hartvig:  
Euroopan Kulttuurihistoria  
Osat III, IV  
Werner Söderström 1963 (3)
- von Laue, Max:  
Geschichte der Physik  
Dritte Auflage  
Athenäum-Verlag, Bonn 1950 (4)
- Jeans, James:  
Hur Fysiken Utvecklats  
Natur och kultur, Stockholm 1949  
Ruotsinno englantilaisesta teoksesta The Growth of Physical Science (5)
- Lange, Heinrich:  
Geschichte der Grundlagen  
Der Physik, Band I  
Verlag Karl Alber Freiburg,  
München 1964 (6)
- Freyer, Hans:  
Papalekas, Johannes Chr:  
Weippert, Georg:  
Technik im technischen Zeitalter  
Verlag Joachim Schilling Düsseldorf 1965 (7)

### Haastattelut

Haastattelut seuraavissa eurooppalaisissa teollisuusyhtymissä digitaalilaskimien suunnittelijaportaan kanssa v 1966:

- SELENIA S.p.A (Industrie Electroniche Associate) Rooman tehtaas —  
Rooma, Italia
- OFFICINE GALILEO — Firenze, Italia
- NUOVA SAN GIORGIO S.p.A. (Electronics and Servosystems Division) —  
Genova, Italia
- COMPAGNIE FRANCAISE THOMSON HOUSTON — Orteaun tehtaas —  
Pariisi, Ranska
- N.V. HOLLANDSE SIGNAALAPPARATEN — Hengelon tehtaas — Hengelo,  
Hollanti



**An actual survey on the total development of technology. (The modern way of life and technology.)**

The article is a partial study, presented to Suomen Sotatieteellinen Seura on its annual meeting 9. 4. 1968, of the author's not yet completed work of research in several parts.

In the first part of the above mentioned work of research, the author seeks to present a general view of the subject "The modern way of living and technology". Thus the clarifying subtitle is added to the official title of the annual meeting discourse.

Technology meets modern man with such an intensity and in so many forms, that it is almost overflowing. In this situation the result is that modern man easily excludes the unpleasant reality and thus cannot see what really is of principle value in the present time, nor what the essential, either concealed or clearly perceptible, impulses are.

According to the survey the basic qualifications of a deep and confirmed general view is, that it should be clearly realized that for the first time in the history of mankind there is an age of universal culture — in its first stage.

This universal culture that already is apparent, originates, according to the survey, from technology and the trend of the different impulses has been and still is the very same, and in addition that it has spread and is still being spread through the essential economic process.

To get a really clear reply to the question of what has lead to the formation of the present-time conditions the following three questions ought to be answered:

- How are the origins of modern technology to be explained?
- Can the exact date of the origins be determined?
- Why does modern technology originate essentially from the sphere of the so called western culture and only there?

The answers illustrate partly the essence of technology.

The survey considers the first two questions. The essential part of the survey considers the conditions of the origins of the above mentioned universal culture — shortly called — the new culture. The development of scientific physics is considered as the most essential condition and it is stated that the basic origins of technology go back to this great event, and that it is thus closely connected to Isaac Newton's (1642—1727) life work, and is also in time connected to fairly easily determined decades, the years around 1666—1687.

According to the survey, only the standard of interaction between technology and natural science, especially physics, after Newton enable and start all that stands under the heading "Modern way of life and technology".

The most important criterion is especially the standard of interaction and this criterion, based on facts, justifies the speaking of the origins of modern technology, as in this survey.

According to the survey, there are enough facts even for a reconsideration of the division of "historical periods", because the beginning of a universal culture must be a most essential criterion.

On this basis of valuation the author continues to present in the last part of his survey some criteria, by which the present moment could be studied for determining the principle event. Finally he brings up the question: "Can any great events be found in our time?" According to the survey the answer is

positive. At present there is a power, that according to the author, is so significant that it can be compared almost to nuclear power. This power is the new world of information opened by automated information retrieval — computers.

The characteristics of the essential development is concentrated in the words: "Human knowledge is drawn into an accelerated motion, that will continue".

In conclusion the author discusses what trends can be expected in the future and what demands they put on the corps of officers.