

Teknologia muutostentekijänä maiden sisällä ja maiden välillä

ERKKI MÄENTAKANEN

Teknologia, politiikka ja talous historiassa

Ranskalainen kirjailija *Stendahl* kirjoitti vuonna 1827 romaanissaan »*Armance*» seuraavasti: »Vuonna 1760 tarvittiin taloutta ja hyvyyttä muttei paljonkaan onnea eikä paljon kunniaa. Jotta tullaan toimeen häyrykoneen kanssa, tarvitaan taloudellisuutta, itsepintaista työtä, luotettavuutta ja kaikkien harhakuvitelmien karsimista ajatuksista. Sellainen on ero vuoteen 1789 loppuneen vuosisadan ja vuonna 1815 alkaneen vuosisadan välillä.»

Ihminen on kehittänyt tekniikkaa kautta aikojen ja tekninen osaaminen luonnon muuttamiseksi ja hyväksikäyttämiseksi on ollut voimakas tekijä talouden ja politiikan rinnalla eri kansojen elämän ja edistyksen nousuissa ja laskuissa. Esimerkiksi Kiinalla oli 600—1300-luvuilla maailman edistynein tekninen ja taloudellinen järjestys. Myöhäiskeskiajalla Islamin valtapiiri oli tiedollisesti edistynyt ja tietoa vievä alue, jonka rinnalla Eurooppa vaikutti takapajuiselta.

Uuden ajan alussa, erityisesti 1600- ja 1700-lukujen aikana Euroopassa tapahtui kuitenkin syvällinen muutos, uudenaikainen tieteen ja tieteellisen ajattelun läpimurto, joka tarjosi pohjan teknologialle, so. tekniikan harjoittamiselle, jossa tieteellisiä teorioita käytetään johdonmukaisesti hyväksi käytännön ongelmien ratkaisemiseksi. Tiede suuntautui Euroopassa käytännönläheiseksi, talouselämä sai uutta sisältöä ja koki suuria vaihteluita. Höyrykone johti kehitystä teolliseen vallankumoukseen, markkinavoimat kasvoivat ja Ranskan vallankumous vapautti uusia poliittisia voimia.

Viime vuosisadalla Britannialla oli teknologian alalla jonkin aikaa huomattava etumat-

ka. Vuosisadan puolivälissä manner-Eurooppa oli vielä yhden sukupolven jäljessä sen teknisestä kehityksestä. Uusi teknologia, kaupan lama ja nälänhätä olivat toisaalta johtaneet Euroopassa 1840-luvulla ennen näkemättömään kurjuuteen. Vuosisadan puolivälin jälkeen manner-Euroopan teollisuus ja teknologia alkoivat kuitenkin kypsyä ja elää luovaa kautta. Samalla tapahtui lainsäädännön ja teollisen kapitalismin keskinäistä sopeutumista. Myös kauppa vapautettiin, kunnes vuodesta 1870 eteenpäin koitti jälleen rajoitusten aika. Teknologia ei tuolloinkaan elänyt omaa, eristettyä elämäänsä vaan levitti vaikutustaan eri puolille. Rajoitusten rinnalla teknologian ja talouden perusvoimat tekivät työtään: liikenne, uudet energialähteet ja raaka-aineet, rahoituksen tarjonta ja yrittäjien reaktiot muuttuivat ja kehittyivät. Euroopan teollinen kartta alkoi saada peruspiirteensä. Tekstiiliteollisuutta mekanisoitiin, hiiltä käytettiin raudan valmistuksessa, höyryvoimaa hyödynnettiin mekanisoinnissa, teollisuutta rationalisoitiin ja sijoitettiin alueellisesti uudelleen.

Teknologia oli merkittävä tekijä Saksan kansallisessa nousussa sekä Saksan, Ranskan ja Britannian välisessä kilpailussa. Jälkimmäisen kyky kasvattaa etumatkaansa manner-Eurooppaan hävisi ja Saksa alkoi korjata jälkeensä jääneisyyttään 1870-luvun puoliväliin sattuneen taantumun jälkeen. Vuosisadan vaihteeseen mennessä Saksa oli ohittanut Britannian raudan ja teräksen tuotannolla mitaten. Kemian teollisuudessa Saksan kehitys oli nopeaa, ja erityisesti väriaineteollisuudessa pantiin alulle tuotteiden kehittämiseen tähtäävä tutkimustyö. Laboratorioita pyrittiin rakentamaan tehdasmittakaavaan. Teknologijasta tuli myös markkinatekijä. Vuosisadan alussa Saksan sähköteollisuus ylti huomattaviin saa-

vutuksiin. Koulutuksella ja kasvatusasenteilla oli tähän oma osuutensa. Tiedettä ja tekniikkaa, innovaatiota ja muutosta arvostettiin. Teknologian toimivuus, rationaalisuus oli tämän arvostuksen varassa kehitystä vauhdittava voima, vaikkapa se lyhyellä tähtäyksellä ei olisi ollut taloudellistakaan. Samalla kun Euroopassa edistytettiin pitkin harppauksin ja valtioiden väliset voimasuhteet muuttuivat osin teknologian vaikutuksesta, Yhdysvallat otti puolestaan teknologisen johtoaseman Eurooppaan nähden 1890-luvulla.

Britanniassa elettiin vuosisadan vaihteessa ja toista teollista vallankumousta (sähkö, orgaaninen kemia, synteettiset aineet, moottoriajoneuvot, tarkkuutta vaativa valmistus, kokoonpanolinjat jne.). Yhdistynyt Saksa oli kehittynyt nopeasti. Ranska oli ensin seurannut Britannian esimerkkiä, mutta ranskalaisessa yhteiskunnassa ilmeni myös nykyaikaistumista vastustavia voimia. Teknologisten kehitysmahdollisuuksien tilapäinen heikkeneminen Euroopassa ennen vuosisadan vaihdetta tapahtui tilanteessa, jossa markkinoiden koko oli ehtinyt kasvaa ja rakenne muuttua. Tämä yhteensattuma — kasvun silloisille rajoille saapuminen — korosti ulkomaisten markkinoiden merkitystä ja johti kilpailun kiristymiseen (1870—1900). Taloudellinen kasvu muuttui taloudelliseksi ja poliittiseksi kilpailuasetelmiksi.

Taloudellisella alalla kilpailun kiristyminen näkyi mm. tullitariffien, kartellien ja erilaisten teollisuusyhtymien muodossa. Osaltaan tämä johtui siitä, että siirryttiin useita maita käsittävään teolliseen systeemiin. Poliittisen valtatasapainon muutokset ja talouselämän kansainvälistyminen tapahtuivat rinnan ja vuorovaikutuksessa teknologisen muutoksen kanssa. Teknologia oli yksi menestyksen edellytys ja panos, muttei enää niin itsenäinen, omalla painollaan automaattisesti ympärilleen vaikuttava tekijä, jollaisena se oli vauhdittanut teollista vallankumousta. Valtioiden välisissä suhteissa teknologia alkoi olla yksi pelilauta muiden rinnalla, jolla kansallista voimaa mitattiin. Keskenään kilpaillessaan teollisuusmaat olivat samalla toistensa parhaita

asiakkaita. Niiden suhdekenttä alkoi saada eräät oleelliset piirteensä.

Teknologia sodassa ja siviilissä

Sodat sekä estävät että edistävät innovaatiota, teknologiaa ja kasvua. Tekniikka tarjoaa puolestaan väkivallan välineitä, mutta myös vaihtoehtoja yhteisymmärrykseen ja yhteistyöhön, voimia ja vastavoimia.

Ensimmäisen maailmansodan jälkeen eri maiden taloudet kokivat epävarmuutta ja normaalien suhdannevaihtelujen ohella suoranaisia kriisejä. Kaiken lisäksi niitä kohtasi suuren laman shokki. Hallitukset puuttuivat yhä enemmän asioihin. Teknologisen kehityksen taloudellinen ympäristö oli huomattavasti muuttunut. Teknologian muutosvoima vaikutti kuitenkin voimakkaasti taustalla. Uusia teollisuudenaloja alkoi kehittyä, kuten puhe- ja radioteollisuus sekä lentokoneenrakenus. Autoteollisuus sai lisää vauhtia varsinkin Yhdysvalloissa. Sähkö valtasi alaa energiantuotannossa ja ihmisten elintavoissa. Tiedon leviäminen nopeutui; uusia kestokulutustavaroita ilmestyi markkinoille.

Tekniikka kehittyi yhtäältä pienten, jatkuvien tuotantomenetelmien muutosten kautta, toisaalta oli tultu vaiheeseen, jossa tekniikan tiedolliset ja taidolliset vaatimukset alkoivat yhä enemmän ylittää sen tason ja mahdollisuudet, jotka saavutetaan käytännön työssä. Tutkimuksen alalla siirryttiin osittain ryhmätyöhön ja keksijäntöytä organisoitiin. Ns. kehitystyö sai itseisarvonsa, samoin sen tukemisen julkisista varoista. Teknologia tiedostettiin myös yhä selvemmin valtioiden kansallisen voiman erääksi tekijäksi. Teknisiä ratkaisuja kehitettiin myös sotilaallisia tuotantotavoitteita silmällä pitäen. Tekniikka teki osaltaan mahdolliseksi suurten kansakuntien sotilaallisen varustautumisen, varuillaan olon ja liikekannallepanon valtion tiukassa ohjauksessa. Ensimmäisessä maailmansodassa ja sen jälkeisessä kehityksessä tiede ja teknologia vaikuttivat uudella tavalla valtioiden välisiin suhteisiin.

Toisen maailmansodan jälkeen teknologi-

an kärjessä kulki Yhdysvallat. Sotilasteknologiassa Neuvostoliitto seurasi ripeästi perässä erityisesti atomiaseiden kehittämisessä, ja vuonna 1957 se aiheutti järkytyksen amerikkalaisille laukaisemalla avaruuteen ensimmäisen maata kiertävän satelliitin, sputnikin. Alettiin puhua paitsi kahdesta supervallasta myös kahdesta »teknokratiasta», joiden avaruus- ja strategisten aseponnistelujen takana oli osin saksalaisten maailmansodan aikana kehittämä tekniikka. Teknologiasta tuli osa voimasuhteita ja ns. kauhun tasapainoa, vastaiskujen ja molemminpuolisen hävityksen uhkaa.

Toisaalta teknologia avasi kokonaan uudenlaisia näkymiä siviilisektorissa. Transistori, siirtovastus keksittiin vuonna 1948 ja monet muut edistysaskeleet, esim. integroitu virtapiiri olivat sovellettavissa askel askeleelta tuotantoon, joka automatisoitui ns. teollisuusmaissa. Tietokoneet ja uudet tietokonesukupolvet seurasivat toisiaan. Tietotekniikka näytti antavan samanlaisen yli maapallon ulottuvan kasvuimpulssin kuin aikoinaan höyrykone, rautatiet ja moottoriajoneuvot. Teknologian kehitys oli samalla vuorovaikutussuhteessa ns. monikansallisiin ilmiöihin, erityisesti monikansallisiin yrityksiin sekä siihen kansainvälistymisen tapahtumasarjaan, joka merkitsi kokonaan uudenlaisia haasteita kansallisvaltioille ja niiden hallituksille. Kilpailu oli merkittävä teknologisen kehityksen käyttövoima, ja tämän kehityksen vilkutukset näkyivät selvimmin taloudessa, pitemmällä aikavälillä kulttuurissa ja koko yhteiskunnassa. Maailman teollisuusmaista Japani osoitti hämmästyttävää sopeutumis- ja kehityskykyä ilman suuren sotilassektorin tarjoamaa selkänopjaa ja kasvoi vähitellen Yhdysvaltojen ja Länsi-Euroopan maiden rinnalle ja eräillä aloilla ohikin. Toisen maailmansodan jälkeisessä kehityksessä teknologiasta tuli yhä merkittävämpi kansallista voimaa mittaava tekijä, kilpailutekijä sekä ylikansallista kehitystä edistävä ja siinä mielessä kansallisten hallitusten otetta heikentävä tekijä. Sitä pyrittiin edistämään ja sen käyttöä ja leviämistä haluttiin myös valvoa. Uuden teknologian leviäminen oli joka tapauksessa nopeaa teollisuusmaiden

välillä, ja sen kehittämiseen panostettiin yhä enemmän ja oltiin huolestuneita eri maiden tai maaryhmien välille syntyneistä eroista, joita haluttiin kuroa umpeen. Perustutkimusta, soveltavaa tutkimusta ja tuotekehittelyä haluttiin lähemmäksi toisiaan. Perinteiset yliopistot ja korkeakoulut alkoivat ammatillistua ja ammatit tieteellistyä.

Kehityksen kärkialoja olivat informaatioteknologia, bioteknologia, materiaaliteknologia ja prosessitekniikka. Eri laitosten, yritysten ja maiden välinen yhteistyö kävi samalla entistä välttämättömämmäksi tiede- ja teknologiasektorilla. Teollisuus ja valtioiden väliset suhteet saivat yleismaailmalliset puitteensa.

Matka tuntemattomaan päämäärään

Maapallo on käynyt pieneksi, ja uusi teknologia on siirtänyt inhimillisen toiminnan rajoja yhä etäemmäksi merten pohjiin ja ulkoavaruuteen. Se on tehnyt mahdolliseksi ottaa käyttöön voimavaroja uusista, ennen saavuttamattomista lähteistä. Samalla kun eri maiden välille on tullut uusia kosketuskohtia ja yhteistyötarpeita ja perinteiset valtioiden väliset rajat ovat muuttuneet läpäisevämmiksi, niiden välille on syntynyt myös uudenlaisia kiistanaiheita, rajoja, rajankäyntitarpeita, sopimusneuvotteluja ja sopimuksia. Poliittikkaa, taloutta, oikeutta ja kulttuuria harjoitetaan uudella teknologisella tasolla. Teknologia tarjoaa jatkuvasti välineitä myös voimankäyttöön perustuvalla kilpailulla. Sen vaikutukset inhimilliseen toiminnan koko ympäristöön tekevät omalta osaltaan ns. edistyksen käsitteen mielenkiintoiseksi ja ongelmalliseksi.

Oivallus, että ihmiset voivat itse muokata tulevaisuuttaan eivätkä ole pelkän kohtalon tai uskon varassa kypsytettyjä vuosia sitten. Varsinaisen edistyksen ja kehityksen ajatus syntyi myöhemmin samoin kuin tapahtui mittavuuden, kokeellisuuden sekä syy- ja seuraussuhdeajattelun läpimurto. Tutkimus- ja kehitystyö yrityksissä alkoi viime vuosisadan lopulla ja sai vauhtia maailmansotien välillä. Tällä hetkellä suuryritykset myös itse harjoittavat perustutkimusta, ja toisaalta pohditaan

miten teknologia siirtyisi korkeakouluista tuotantoon. Rakennetaan tiedepuistoja, teknologiaakylä ja tietotaajamia. Teknologiaa, siihen liittyvää henkistä omaisuutta ja sen siirtymistä sekä edistetään että suojataan. Eri maissa ja maaryhmissä on alettu harjoittaa teknologia-politiikkaa. Puhutaan teknisestä vallasta, jonka sisältö on yhtä epämääräinen kuin ns. taloudellisen vallan; puhutaan myös teknonationalismista. Kun teknologia tarjoaa uusia vapausasteita tuotannon ja muun inhimillisen toiminnan maantieteelliselle sijoittumiselle, on selvää että tämä lisää kilpailua eri paikkakuntien ja eri maiden välillä.

Tieteellis-teknologista kehitystä ja sen vaikutuksia on sinänsä vaikea mitata. Sen sijaan kehitystyöhön ja teknologiaan suunnattuja voimavaroja mitataan ja vertaillaan jatkuvasti ja oletetaan, että eräänlainen suora vaikutussuhde on olemassa tuloksiin nähden tai kansalliseen kehitykseen tai voimaan nähden. Vertailuista vedetään usein myös riippuvuutta koskevia johtopäätöksiä. Kehitystä seurataan erilaisin osoittimin — indikaattorein. Tiedettä ja teknologiaa halutaan arvioida, ennustaa ja ohjata. Tutkimus- ja tuotekehityssijoitukset prosentteina bruttokansantuotteesta, julkisten korkeakoulumenojen osuus bruttokansantuotteesta, julkaisevien kirjoittajien lukumäärä eri maissa, eri maiden osuus uudesta tiedosta, eri maiden osuus elektroniikkaviennissä, eri maiden ali- tai ylijäämä elektroniikkakaupassa jne. ovat eräitä tällaisia vertailuja ja osoittimia. Yritystasolla vertaillaan tutkimukseen ja kehitystyöhön käytettävien menojen osuutta liikevaihdosta.

Eräät maat ja eräät yritykset ovat tutkimusintensiivisiä. Jotkut alat luokitellaan korkean ja toiset perinteisen teknologian aloiksi. Täl-

laiset mittaukset, vertailut ja luokitukset ovat välttämättömiä, sikäli kuin halutaan pysyä mukana kilpailussa ja sikäli kuin harjoitetaan teknologia-politiikkaa. Esimerkiksi Suomessa on otettu tavoitteeksi uusiutumisen edistäminen, perusteellisuuden kilpailukyvyyn ylläpitäminen sekä uuden teollisuuden luominen kehittyville teknologiasektoreille. Mitattavuus ja vertailtavuus ovat aiheuttaneet odotuksia ja pelkoja ja heijastuneet kansainväliseen politiikkaan — riippumatta siitä mikä teknologian todellinen vaikutus kehitykseen on.

Teknologialla on ollut ja on yhä oma muista tekijöistä riippumaton vetovoimansa. Sille ei kuitenkaan tule antaa irrallista eikä suhteetonta merkitystä muiden eri maiden sisäiseen ja valtioiden väliseen kehitykseen vaikuttavien tekijöiden joukossa: tieteen ja tekniikan edistyminen ei takaa ihmisten eikä yhteiskuntien kehitystä. Teknologialla välineenä on rajansa ja sillä on ollut ja jatkuvasti on myös vastavoimia. Mutta elämän teknistyminen on tosiasia; teknologia on voimakas väline, ja ihmiseenkin sitä haluavat kokeilla käyttäytymisteknologit ja sielun insinöörit.

Teknologia on vuorovaikutuksessa talouden ja politiikan kanssa. Muutosta pitäisi hallita, mutta ongelmia ja hämmennystä aiheuttaa se, että innovaatiot ja muutokset ovat osin arvaamattomia ja se että muutosten vauhti teknologian, talouden ja politiikan aloilla sekä ihmisten asenteissa ja ajattelussa on erilainen. Teknologisen kehityksen vauhti on aiheuttanut muutospaineita muilla sektoreilla ja saanut ihmiset ja heidän systeemsinsä näyttämään suhteellisen nopeasti vanhanaikaisilta mielenkiintoisella matkallamme tuntemattomaan päämäärään.