

# Keskusteluaiheita Discussion papers

Jussi Raumolin

KAIVOS- JA METALLITUOTTEIDEN  
MAAILMANTALOUS<sup>x)</sup>

No 211

18.06.1986

x) Tämä tutkielma on tutkimushankkeeseen "The Rise of Autonomous Technological Capability in the Mining Sector in Finland with Special Reference to the Copper Sector" liittyvä taustaraportti. Sen tarkoituksena on luoda perustaa Suomen kaivossektorin kehityksen sijoittamiselle maailmantalouden kehitysdynamiikkaan.

This series consists of papers with limited circulation, intended to stimulate discussion. The papers must not be referred or quoted without the authors' permission.





KAIVOS- JA METALLITUOTTEIDEN MAAILMANTALOUS

1. Johdanto	1
2. Kaivossektorin vaikutus taloudelliseen kehitykseen	3
3. Historiallinen tausta	7
4. Länsimaiden teollistuminen 1750-1913	9
5. Teollistumisen leviäminen ja kriisit 1914-1945	13
6. Taloudellisen kasvun ja dekolonisaation vuosikymmenet 1945-1973	17
7. Maailmantalouden lama ja rakennemuutokset 1974-1986	28
8. Tulevaisuudennäkymiä	35
9. Kirjallisuus	39



## 1. Johdanto

Kaivos- ja metallituotteiden maailmantalous on kokonaisvaltainen käsite, joka sulkee sisäänsä monia asioita kuten malminetsinnän, varsinaisen kaivosteollisuuden, metallien perusteollisuuden, kaivostuotteiden ja metallien perusteollisuuden tuotteiden kaupan ja kulutuksen sekä malminetsintään, kaivosteollisuuteen ja metallien perusteollisuuteen käytettävien koneiden ja laitteiden tuotannon ja kaupan maapallolla. Kaivos- ja metalliteollisuuden maailmantalouden eräs avainkäsite on kansainvälinen työnjako, joka määrittää tuotannon sijaintia ja kauppavirtojen suuntaa. Toinen avainkäsite on geopolitiikka, joka ilmaisee valtioiden pyrkimyksiä raaka-aineiden kontrolliin.

Kaivossektori (suomenkielessä käytetty myös ilmaisua vuoriteollisuus) on kaivos- ja metallituotteiden maailmantalouteen liittyvä käsite, joka pohjautuu malmien ja mineraalien jalostusketjuun kansallisella tasolla. Kaivossektori koostuu malminetsinnästä, kaivosteollisuudesta ja metallien perusteollisuudesta.

### Taulukko 1.

#### KAIIVOSSEKTORIN KAAVAKUVA

<u>Toimiala</u>	<u>Jalostusketju</u>	<u>Tuotantolaitokset</u>
Malminetsintä	Malmiesiintymä	Kaivos
Kaivosteollisuus	Louhinta Rikastus	Rikastamo
Metallien perusteollisuus	Sulatus Metallinvalmistus Metallinmuokkaus	Sulatto Metallitehdas Valssaamo Takomo

Metallien perusteellisuuden ulkopuolinen jatkojalostus kuten varsinaisten metallituotteiden ja konepajateollisuuden tuotteiden valmistus kuuluu kaivossektorin ulkopuoliseen tuotantoon.

Kaivos- ja metallituotteiden maailmantalous käsittää jalometallien kuten kullan ja hopean, värimetallien kuten kuparin, sinkin, lyijyn ja tinan sekä raudan louhintaan perustuvan tuotannon tarkastelun. Värimetallit jakautuvat raskasmetalleihin ja kevytmetalleihin. Toisin kuin tunnetuimmat raskaat värimetallit ovat alumiini ja magnesiumi varsin tuoreita keksintöjä.

Metallien saatavuudesta ja ominaisuuksista johtuen metallit ovat olleet ja ovat edelleen varsin eriarvoisia. Harvinaiset jalometallit ovat olleet aina varsin arvokkaita ja myöskin värimetallien hinta on ollut moninkertainen suhteellisen yleiseen rautaan nähden. Metalleja on aluksi käytetty aseisiin, koristeisiin ja muutamain rakennustarkoituksiin, sittemmin myös tavallisiin käyttöesineisiin ja muutamina viime vuosisatoina niiden tuotannon lisääntyminen ja hintojen laskun johdosta myös yleisesti rakennustarvikkeena ja koneiden- ja laitteiden valmistuksen raaka-aineena.

Kaivos- ja metallituotteiden maailmantaloudesta puhuminen edellyttää varsin kokonaisvaltaista näkökulmaa. Sen kehitystä on tarkasteltava kansainvälisen työnjaon, globaalisen geoekonomian ja geopolitiikan ja kansainvälisen kehityskeskustelun puitteissa. Koska metallit ovat olleet asevarustelun ja sodankäynnin strategisia raaka-aineita, on korostettava, etteivät puhtaat taloudelliset tarkastelukulmat ole riittäviä kaivos- ja metallituotteiden maailmantalouden tarkastelussa.

## 2. Kaivossektorin vaikutus taloudelliseen kehitykseen

Saksalaisilla kaivosmiehillä on ollut perinteisesti varsin yksinkertainen näkemys kaivosteollisuuden kehityksestä. Alkeellisimmalla kehityskaudella malmit viedään jalostettaviksi vieraisiin maihin. Kaivostyön laajenemisen myötä kehittyi vähitellen kotimainen metallien valmistus. Seuraavana kehityskautena kotimaiset malmivarat ehtyvät, ja metallien valmistus nojaa suurelta osalta raaka-aineen tuontiin.

Terästeollisuutta on yleensä pidetty keskeisenä teollistumiseen vaikuttavana tuotannonhaarana ja tämän vuosisadan alussa saksalainen tilantalousteoreetikko Alfred Weber esitti käsitteen teollisuuskompleksi kuvaamaan hiilikenttien läheisyyteen kuten Ruhrin alueelle syntyneitä terästeollisuuden keskittymää, johon liittyi useita liitännäisteollisuuksia kuten kemian ja raskas konepajateollisuus. Suuret hiilikentät ja niiden läheisyyteen muodostuneet terästeollisuuskeskittymät olivat maailmantalouden dynaamisia voimatekijöitä.

Neuvostoliiton teollistamista hahmottavat venäläiset suunnittelijat omaksuivat Weberin ajatuksia ja kombinaatio-periaatteen saksalaisesta keskustelusta ja pyrkivät luomaan integroituja raskaan teollisuuden kombinaatteja 1930-luvulla.

Saksalainen tilantalousteoreetikko Andreas Predöhl hahmotti teollistumisen ja kansainvälisen ja alueellisen työnjaon teoriaa 1920-luvulta lähtien hiileen ja teräkseen nojaavien teollisuusytimien kehityksen perusteelta. Hänen mukaansa värimetallien perustuotanto pyrki sijoittumaan lähelle raaka-aine-esiintymiä maailmantalouden

periferioihin, mutta tämä ei kyennyt luomaan monipuolisia teollisuusytimiä raaka-aineiden tuottajamaihin.

Viime maailmansodan jälkeisessä kehityskeskustelussa on käsitelty melko runsaasti kaivossektorin kehitysongelmia. Toisaalta on esitetty, että kaivossektorilla saattaa olla monia myönteisiä vaikutuksia taloudelliseen kehitykseen. Kaivostuotteiden vienti tuo ulkomaista valuuttaa, malmien louhintaoikeuksien vuokraus ja kaivosteollisuuden verotus tuottavat tuloja valtion kassaan, kaivosteollisuuden laajentuminen johtaa infrastruktuurin kuten tieverkoston ja voimantuotannon rakentamiseen ja ammattitaidon ja teknillisen osaamisen parantumiseen, ja kaivostyön käynnistyminen luo usein uusia työpaikkoja syrjäseudulle. Kaivostyön varaan voidaan rakentaa kotimaista metalli- ja konepajateollisuutta.

Toisaalta on kaivossektorilla nähty olevan myös kielteisiä kehitysvaikutuksia. Kaivossektori on usein ulospäin suuntautunut enklaavi paikallisessa taloudessa. Jos kaivosyhtiö on ulkomaisessa omistuksessa, kaivostyöstä koituvat voitot pyrkivät pakenemaan ulkomaille. Kaivosteollisuus on pääomavaltaista ja sen synnyttämä tiestö suuntautuu usein yksipuolisesti vientisatamiin.

Kaivosteollisuuden koneet ja laitteet tuodaan ulkomailta.

Jalostusastetta on vaikea nostaa teollistuneiden tullijärjestelmien suosiessa vähän jalostettujen tuotteiden kuten rikasteiden vientiä.

Kaivossektorin hallitsemmalle kansantaloudelle on tyypillistä kahtiajakautuminen niin teknologian kuin palkkatason suhteen. Tämä kahtiajakautuminen huonontaa myös maatalouden ja muun teollisuuden kehitysedellytyksiä, koska kaivossektorin palkkavaatimukset



heijastuvat muualle yhteiskuntaan. Sekä hallitsevan eliitin että hyvinpalkattujen kaivostyöläisten kulutustottumukset suuntautuvat helposti ulkomaisiin tuontitavaroihin, mikä vaikeuttaa entisestään talouden monipuolistamista.

Kanadalainen taloustieteilijä Anthony J. Scott on erotellut teknologisia kehitysasteita kaivosteollisuudessa. Hänen mukaansa kehitys käy läpi alkukantaisen, pääomavaltaisen ja integroidun kehitysasteen. Ensimmäiselle alkukantaiselle kehitysasteelle on tyypillistä kaivostuotteiden niukkuus. Ihmisen työvoiman lisäksi on käytössä vain vähän koneellisia apuneuvoja ja energialähteitä. Kaivosten julkinen omistus on vallitseva.

Toisella pääomavaltaisella kehitysasteella otetaan konevoima käyttöön louhintatyössä ja tuotanto muuttuu pääomavaltaiseksi. Resurssien niukkuus korvautuu vähitellen runsaudella. Malminetsintä tieteellistyy ja yksityisomaisuus valtaa alaa. Siirtomaihin syntyy kaivosteollisuuden enklaveja.

Kolmannelle integroidulle asteelle on tyypillistä markkinoiden tasapainottomuus ja erilaiset tuotteiden korvaavuudet. Kaivosyhtiöt pyrkivät tuotannon pystysuoraan integraatioon. Tutkimus- ja kehitystyöhön sijoitetaan varoja, ja tuotekehittely ja myynti sijaitsevat lähellä markkinoita. Kaivosteollisuuden ympärille kehittyy voimakkaita eteen- ja taaksepäinkytkentöjä teollistuneissa maissa. Tämä kehitys tuottaa ongelmia kansainvälisessä työnjaossa raaka-ainetuottajiksi erikoistuneille maille, jotka uhkaavat jäädä toiselle kehitysasteelle.

Amerikkalainen maantieteilijä Homer Aschmann on esittänyt paikallistason "kehitysteorian" kaivospaikkakunnan noususta ja tuhosta. Jossakin syrjäseudulla käynnistetään lupaavan malmiesiintymän hyödyntäminen. Alussa louhitaan rikkaita esiintymiä ja kaivos menestyy hyvin. Sen ympärille syntyy elinvoimainen yhdiskunta. Mitä syvemmälle kaivosta hyödynnetään, sitä korkeammiksi nousevat kuitenkin louhintakustannukset. Samanaikaisesti työläiset organisoituvat entistä tiiviimmin ja työvoimakustannukset kohoavat. Vaaditaan yhä parempia sosiaalisia etuja ja valtio vaatii osansa kakusta korottamalla verotusta. Myöskin ympäristön pilaantumisesta tulee vähitellen poliittinen ongelma ja kaivosyhtiöltä vaaditaan saastumisen vähentämistä.

Yhtiö vastaa kustannusten nousun asettamaan haasteeseen ottamalla käyttöön työvoimakuluja supistavaa koneistusta ja rationalisoimalla tuotantoa. Tämä synnyttää työttömyyttä kaivospaikkakunnalla. Samaan aikaan muualla maapallolla avataan uusia kaivoksia, joista louhittu malmi on halvempaa kuin vanhoissa kaivoksissa. Vanhan kaivoksen kilpailukyky heikkenee heikkenemistään ja koko kaivosyhdyskunnan olemassaolo joutuu vähitellen vaakalaudalle.

Työläiset ja paikkakunnan asukkaat vaativat äänekkäästi valtiota puuttumaan kehitykseen. Työvoimakustannusten alentamissuunnitelmiin suhtaudutaan kielteisesti. Lopulta kaivos otetaan valtion haltuun ja uuden teknologian käyttöönotto parantaa kilpailuasemaa hetkeksi, muttei kykene estämään kaivoksen sulkemista pitkällä tähtäimellä. Kaivoksen sulkeminen on isku maan viennille ja tuhoisa kaivospaikkakunnalle ja sen piirissä olevalle asutukselle.

### 3. Historiallinen tausta

Jo kivikaudella harjoitettiin paikoin silloisissa oloissa laajamittaista piikiven louhintaa. Metallien louhinta lienee käynnistynyt ensimmäiseksi Lähi-idässä ja se kohdistui helposti louhittavissa oleviin ja rikkaisiin esiintymiin. Louhinta oli käsityötä ja perustui valtioiden ja imperiumien synnyn jälkeisenä aikana orjatyövoimaan. Eläimiä käytettiin myös vetojuhtina. Rikastustekniikka perustui vasaran ja juoksevan veden käyttöön ja puuhiiltä käytettiin metallien sulatukseen. Tiedon ja taidon vähittäinen karttuminen ei kuitenkaan saanut aikaan kovinkaan puhtaita tuotteita. Metallien muokkaamisesta huolehtivista sepistä tuli arvostettu ammattikunta.

Kupari keksittiin värimetalleista ensimmäisenä ja sumerilaisten hallitsemaa kolmatta vuosituhatta ennen ajanlaskumme alkua onkin kutsuttu Lähi-idässä kuparin aikakaudeksi. Seuraavalla vuosituhannella opittiin yhdistämään kupari ja tina messingiksi ja siirryttiin messingin aikakauteen. Kupari ja messinki palvelivat lähinnä sotalaitosta ylläpitävää valtiota ja sen hallitsijoita kuten kuningasta ja aristokratiaa. Kulta- ja hopeakorut olivat myös lähinnä hallitsijan, hovin ja aristokratian omaisuutta. Koska malmiesiintymät ja malmien kauppa olivat valtion ja imperiumin kannalta strategisia välineitä, julkinen valta pyrki kontrolloimaan sekä kaivoksia että kauppaa.

Raudan valmistustaidon leviäminen ensimmäisellä vuosituhannella ennen länsimaisen ajanlaskun alkua oli silloista maailmaa voimakkaasti mullistava tapahtumaketju. Rautaisin asein varustetut kansat

saavuttivat aluksi sotilaallisen etulyöntiaseman. Kun rautamalmia oli saatavissa paljon helpommin kuin värimetalleja, siitä muodostui ennen pitkää edeltäjiinsä verrattuna halpa metalli ja metallien käyttömahdollisuudet laajenivat. Raudan käytön leviäminen myötävaikutti myös yhteiskunnan tiettyyn demokratisaatioon, kun hopliittijalkaväki korvasi aristokraattisen ratsuväen ja sotavaunut antiikin Kreikassa.

Menneinä aikoina kaivos- ja metallituotteiden maailmantaloudet määrittyivät pitkälti imperiumeiden mukaan. Lähi-idässä ja Välimeren ympäristössä egyptiläiset, babylonialaiset, assyrialaiset, persialaiset, hellenistiset hallitsijat, roomalaiset ja islamilaiset hallitsijat pyrkivät kukin vuorollaan kontrolloimaan kaivoksia ja metallien kauppaa. Kulta oli elintärkeä taloudellista vaihtoa ylläpitävälle rahan kiertokululle ja rauta sotakoneiston ylläpitämiselle. Värimetalleista oli lyijyn käyttö laajinta.

Tekniikan kehitys oli hidas. Niinpä vesivoiman valjastaminen tapahtui vasta Rooman valtakunnan loppuaikoina ja mustaa ruutia ryhdyttiin länsimailla käyttämään räjähdysaineena vasta 1500-luvulla. Perinteinen kaivos- ja metalliteollisuus oli suuri metsien hävittäjä. Kaivoksissa käytettiin suuria määriä kaivospuuta ja puuta käytettiin suunnattomia määriä polttoaineena sulatoissa. Niistä levisi myös myrkyllisiä saasteita ympäristöön.

#### 4. Länsimaiden teollistuminen 1750–1913

Metsien hävitys ja Englantia vaivaava puupula oli eräs ratkaiseva tekijä ns. teollisuuden mullistuksen käynnistymisessä 1700-luvun Englannissa. Hiilestä tuli uusi hallitseva polttoaine ja höyrykoneesta voimanlähde. Kaivoksissa tosin vaadittiin edelleen kasvavia määriä puuta, sillä voimakkaasti laajeneva kaivostyö perustui jatkuvasti kaivospölkkyjen käyttöön. Hyvät kuljetusyhteydet ja hiili- ja rautaesiintymien suotuisa sijainti toisiinsa nähden vauhdittivat Englannin teollistumista.

Uudenaikaisen rautateollisuuden perustana oli koksauksen käyttöönotto polttoaineen valmistuksessa, putlausmenetelmän keksiminen raudan valmistuksessa ja höyrykoneen valjastaminen takomoiden voimanlähteeksi. Tämän perusteollisuuden kehitys mahdollisti puolestaan työstökoneiden valmistuksen ja metallituote- ja konepajateollisuuden laajenemisen. Rautateiden ja höyrylaivojen rakentaminen alkoi mullistaa liikenneolosuhteita maapallolla. Englanti saavutti sotilaallisen ja poliittisen etulyöntiaseman ensimmäisenä teollistujana.

Teräksen valmistuksen keksiminen 1860-luvulla merkitsi vastikään syntyneen rautateollisuuden syrjäytymistä, vaikka lietsomauunin käyttöönotto tehosti raudanvalmistusta. Brittiläinen Bessemer-konventteri, brittiläis-ranskalainen Siemens-Martin uuni ja brittiläinen Thomas-Gilchrist uuni levisivät pian länsimailla. Fosforipitoisten rautamalmien hyödyntämisen mahdollistava Thomas-Gilchrist-valmistusmenetelmä myötävaikutti ratkaisevasti Ranskan terästeollisuuden syntyyn. Länsi-Euroopan teollinen ydinkeskus

muodostui hiili- ja rautamalmikenttien ääreen Po-joenlaaksosta Etelä-Ruotsiin ja Länsi-Puolasta Skotlantiin ulottuvalle alueelle. Terästeollisuus nosti Euroopan sotilalliseen johtoasemaan tykkien, rautateiden ja sotalaivojen voimalla. Vuosisadan loppupuolella alkoi myös Yhdysvaltojen Itärannikolle ja Venäjälle Ukrainaan muodostua uusia terästeollisuuden keskuksia.

Uudenaikainen kemian teollisuus syntyi terästeollisuuden kannoilla hiilikenttien läheisyyteen. Laboratoriotutkimuksessa löydettiin uusia metalleja, kyky erotella metalleja toisistaan ja yhdistellä niitä keskenään parani, tieteellinen metallurgia löi varsinaisesti itsensä läpi ja erikoisterästen valmistus alkoi viime vuosisadan lopulla.

Teollistumisen edetessä värimetallien kysyntä kiihtyi voimakkaasti. Kulkuneuvojen rakentaminen, uusi viestintätekniikka ja sähkökoneteollisuuden läpimurto edellyttivät värimetallien tuotannon laajentamista. Puhdas sinkki keksittiin, nikkeli otettiin käyttöön ja kuparinkysyntä nousi sähköistyksen vanavedessä niin, että kupari lähes tavoitti lyijyn kilpailussa käytetyimmän värimetallin arvosta. Uudet kevytmetallit kuten alumiini ja magnesiumi tulivat yleiseen käyttöön viime vuosisadan lopulla. Voimakas taloudellinen kehitys ja kaupan kasvu ja rahanarvon sitominen kultakantaan pitivät jatkuvasti kullin kysyntää korkealla ja kultakuumeita esiintyi asutuksen ääri rajoilla. Taloudellisen liberalismien omaksuminen siirsi kaivoksia yksityisomistukseen länsimailla, mutta muutamissa maissa kuten Saksassa, Ruotsissa ja Kanadassa malmiesiintymien julkinen omistus pysyi voimassa.

Kaivossektorilla tapahtui voimakasta teknillistä kehitystä vuosisadan vaihteessa. Malminetsintä tieteellistyi geologisen tutkimuksen voimistumisen ja geologisen kartoituksen kehityksen vanavedessä. Louhinta tehostui, kun raskaat nosturit ja maansiirtokoneet tulivat käyttöön avolouhoksilla, ja dynamitti, sähkövalo, paineilmapora, sähköistys ja uudet nosto- ja siirtolaitteet mahdollistivat louhinnan ulottumisen yhä syvemmälle maanalaisissa kaivoksissa. Uudet kemialliset erottelumenetelmät, erityisesti vaahdotus, tehostivat rikastusta ja mahdollistivat myös entistä köyhempien esiintymien taloudellisen hyödyntämisen. Liettosulatusuuni ja sähköuuni otettiin käyttöön metallisulatoissa ja uunien koko kasvoi. Elektrolyyttisten menetelmien käyttöönotto uudisti metallien valmistusta.

Kansainvälinen työnjako metalli- ja kaivostuotteiden maailmantaloudessa vakiintui vuosisadan vaihteessa. Läntiset teollisuusmaat olivat metallien kulutuksen, valmistuksen ja koneiden ja laitteiden tuotannon keskuksia maapallolla. Länsi-Euroopan omavaraisuus tärkeiden värimetallien kuten kuparin ja nikkelin suhteen heikkeni kuitenkin jatkuvasti, mutta kuljetusten halpeneminen ja siirtomaavallan leviäminen tekivät mahdolliseksi rahdata raakamalmia ja rikasteita ympäri maailmaa Länsi-Eurooppaan. Lontoon metallipörssi perustettiin jo 1878 säätelemään metallien kansainvälistä kauppaa. Suorat sijoitukset ja rautateiden rakentaminen kaivosalueilta vientisatamiin synnyttivät kahtiajakautuneita taloudellisia rakenteita ja enklaaveja siirtomaihin.

Kaivosteollisuudesta ja metallien valmistuksesta tuli varsin pääomavaltaisia teollisuuden haaroja vuosisadan vaihteessa. Suuret ja samalla kemiallisen teollisuuden raaka-aineita tuottavat koksaamot ja

uudet suuret masuunit ja hydrauliset vasarat kasvattivat terästehtaiden kokoa. Myöskin romurautaa edullisesti jalostavat Siemens-Martin teräsuunit yleistyivät nopeasti varsinkin Yhdysvalloissa. Teollisuuskapitalismin kehitykselle ja varustekilpailulle luonteenomaiset kriisit lisäsivät omalta osaltaan teollisuuden keskittymispyrkimyksiä.

Pyrkimyksiä kartellien muodostamiseen ja pystysuoraan integraatioon esiintyi voimakkaasti terästeollisuudessa varsinkin Ruhrin alueella vuosisadan vaihteessa. Sellaisista suuryrityksistä kuin Kruppista ja Thyssenistä tuli samalla kaivosteollisuuden ja metalliteollisuuden koneiden ja laitteiden valmistajia. Yhdysvalloissa muodostui uusi terästeollisuuden keskus Keski-Länteen ja johtaviksi yrityksiksi nousivat U.S. Steel ja Bethlehem Steel.

Myöskin raskaiden värimetallien tuotantoa hallitsevien kansainvälisesti toimivien länsimaisten suuryritysten ydinjoukko muodostui jo viime vuosisadan loppupuolella. Brittiläinen Rio Tinto Company perustettiin 1873, Société Le Nickel Ranskassa 1880, Metallgesellschaft Saksassa 1881, American Metal Company 1887 ja Anaconda Copper Corporation 1895 Yhdysvalloissa, Broken Hill Proprietary Company Australiassa 1885 ja Union Minière du Haut Katanga Belgiassa 1906.



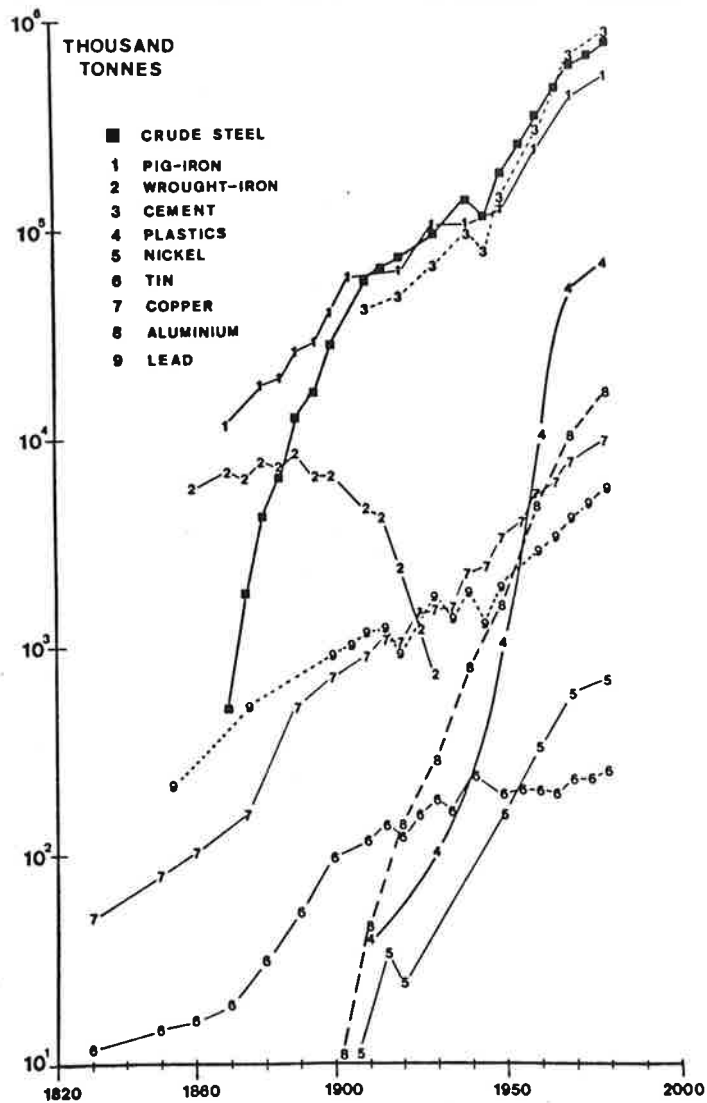
## 5. Teollistumisen leviäminen ja kriisit 1914–1945

Suuri Eurooppalainen Sota 1914–1918 oli ensimmäinen teollistuneen aikakauden suursota ja se osoitti kouriintuntuvasti teollisen koneiston toiminnan riippuvuuden erityisesti raskaiden värimetallien saatavuudesta. Varsinkin Saksa poti kuparin ja vahvojen teräslaatuojen valmistuksessa tarvittavan nikkelin puutetta. Saksassa ryhdyttiin hyödyntämään metalliromua ja pyrittiin kehittämään erilaisia korvikkeita. Helpommin saatavilla olevien kevytmetallien kuten alumiinin ja magnesiumin tuotanto kasvoi voimakkaasti.

Sodan jälkeen raskasmetallien kysyntä lisääntyi edelleen voimakkaasti johtavissa teollisuusmaissa. Autoteollisuuden nopea laajeneminen, sähkökoneteollisuuden ja sähköistyksen varsinainen läpimurto ja viestintäteknikan kuten puhelimen ja radion käytön yleistymisen siivittivät erityisesti kuparin kysyntää niin, että siitä tuli käytöltään merkityksellisin värimetalli. Työkaluteräksen ja aseteräksen valmistuksessa ryhdyttiin käyttämään uusia legeerinkimetalleja kuten kromia, kobolttia, molybneenia ja vanadiinia.

Kaivossektorin teknillinen kehitys oli jatkuva, vaikkei se ollutkaan yhtä voimakas kuin edellisen vuosisadan loppupuolella. Uudet geofysikaaliset etsintämenetelmät ja sähköisten etsintämenetelmien ja ilmavalokuvauksen käyttöönotto paransivat malminetsintämahdollisuuksia. Sähköveturien ja raidekuljetuksen yleistymisen ja lastauskoneiden käyttöönotto tehostivat louhintaa. Uusi valikoiva vaahdotus edisti erityisesti sulfidisten malmien rikastusmahdollisuuksia, sillä eri aineosat pystyttiin erottamaan ja korjaamaan taloudellisesti alteen. Koska kaivostyö synnytti ympäristön

Kuvio 1. Teollisuusraaka-aineiden maailmantuotanto 1820-1980



LÄHDE: B. Wilshire, D. Homer & N.L. Cooke. Technological and Economic Trends in the Steel Industry, Swansea 1983 s. 12.

pilaantumisongelmia, varsinkin tiheästi asutuilla alueilla toimivien rikastamojen ja sulattojen yhteyteen pystytettiin rikkihappotehtaita. Kemian teollisuuden ja kaivosteollisuuden väliset yhtymäkohdat vahvistuivat entisestään.

Vuoden 1917 vallankumouksen melskeissä valtaan noussut bolševikkipuolue pyrki Venäjän valtiojohtoiseen teollistamiseen ja Stalinin 1920-luvun lopulla käynnistämät viisivuotissuunnitelmat tähtäsivät vahvan perusteollisuuden luomiseen ja omavaraiseen talouteen siirtymiseen. Neuvostoliiton runsaat luonnonvarat mahdollistivat tällaisen politiikan valinnan. Neuvostoliitosta tuli maailman kolmanneksi suurin teräksen tuottaja 1930-luvun lopulla, ja uusi terästeollisuuden ja samalla värimetalliteollisuuden keskus rakennettiin Euroopan ja Aasian saumakohtaan Uralin ja Kuznetskin alueelle.

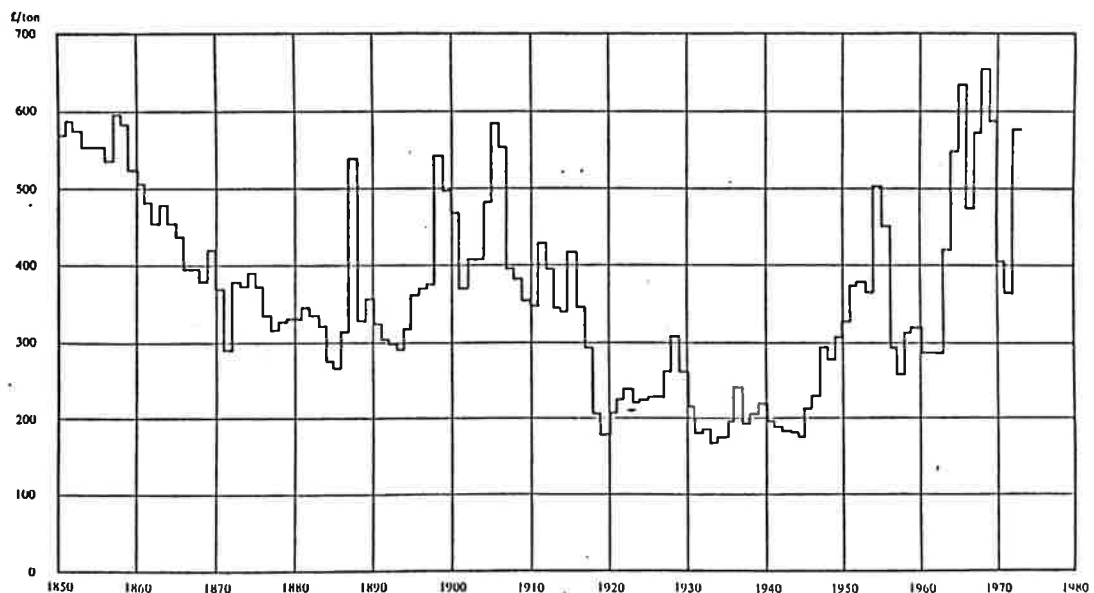
Myöskin Japani pyrki voimakkaaseen teollistumiseen, mutta toisin kuin Neuvostoliitossa teräs- ja perusmetalliteollisuuden rakentaminen nojautui siellä voimakkaasti tuontiraaka-aineisiin. Tämä tuontiriippuvuus aiheutti Japanin hallitukselle huolia samalla tavoin kuin monille Länsi-Euroopan hallituksille.

Teollistuminen eteni jatkuvasti maapallolla. Itä-Euroopan vastaitseenäistyneet valtiot omaksuivat taloudellisen nationalismien teollistamispolitiikan välineeksi. Myöskin brittiläisissä dominoissa kuten Kanadassa ja Australiassa luotiin kotimaista teräs- ja perusmetalliteollisuutta. Suurimmissa Latinalaisen Amerikan maissa kuten Argentiinassa ja Brasiliassa rakennettiin myös kotimaista rauta- ja terästeollisuutta. Yleensä kotimaisten malmien

jalostusastetta pyrittiin nostamaan Länsi-Euroopan ja Yhdysvaltojen teollisuusytimien ulkopuolisissa "uusissa teollisuusmaissa" kuten Suomessa.

Uusien tuottajien esiinmarssi ja tuotannon nopea kasvu sodan jälkeen synnytti jatkuvia ylituotanto-ongelmia erityisesti terästeollisuudessa, ja keskittyminen ja kartellisoituminen vauhdittuivat niin kansallisella kuin kansainvälisellä tasolla. Suuren Talouspulan puhkeaminen voimisti edelleen näitä kartellisoitumis- ja keskittymispyrkimyksiä. Terästuotanto supistui rajusti erityisesti Länsi-Euroopassa ja suojelutoimet yleistyivät 1930-luvulla. Vasta asevarustekilpailun vauhdittuminen vuosikymmenen lopulla alkoi nostaa kaivos- ja metalliteollisuutta syvästä lamasta.

Kuvio 2. Kuparin reaalihinnan kehitys



LÄHDE: M. Radetzki: Metal Mineral Resource Exhaustion and the Threat to Material Progress: the Case of Copper, World Development 3, 1975 s. 132.

Viime vuosisadan loppupuolella pystytetty länsimaikeskeinen kansainvälinen työnjako säilyi ennallaan. Malminetsintää ulotettiin erityisesti Afrikassa ja Kanadassa syrjäseuduille, ja varsinkin uusia kupariesiintymiä löydettiin ja ryhdyttiin hyödyntämään. Anglo-saksiset suuryritykset ja Lontoon metallipörssi hallitsivat metallien maailmanmarkkinoita. Saksaa pidettiin syrjässä värimetallien kauppavirroista ja siellä luotiin laajenemishaluinen geopolittinen käsitteistö oikeuttamaan pyrkimyksiä saada raaka-ainelähteitä kansalliseen kontrolliin läntisten siirtomaavaltojen tavoin.

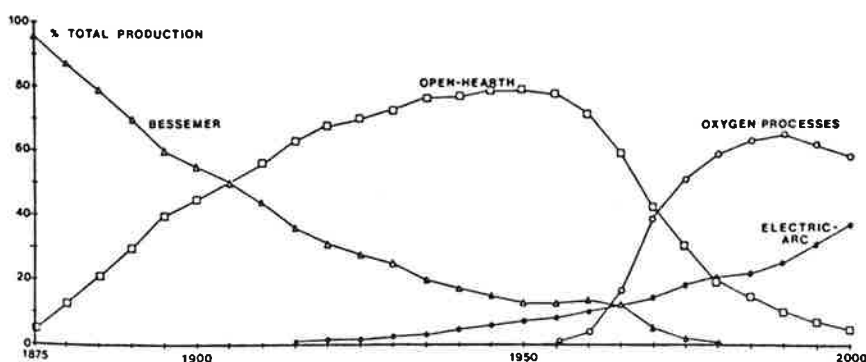
Viime maailmansodan eräänä ratkaisevana tekijänä olivat liittoutuneiden massiiviseen teräksen tuotantoon ja värimetallien kontrolliin nojaava teollinen voima. Tuontiraaka-aineista yleensäkin voimakkaasti riippuvien Saksan ja Japanin oli vaikea ylläpitää tuotantokapasiteettiaan. Valloituksistaan huolimatta Saksa poti jatkuvasti mm. kupari- ja nikkelpulaa. Metallromun ja korvikkeiden käyttöä ryhdyttiin jälleen tehostamaan.

## 6. Taloudellisen kasvun ja dekolonisaation vuosikymmenet 1945–1973

Eräs sodanjälkeisen läntisen maailmantalouden keskeisiä ongelmia oli sodasta pahoin kärsineen Länsi-Euroopan teollisen ydinalueen integrointi jälleen toimivaksi kokonaisuudeksi. Integraation edistämiseksi syntyi v. 1950 Euroopan Hiili- ja teräsunioni, jonka pohjalle on myöhemmin luotu Euroopan Talousyhteisö. Ranskassa ja Italiassa terästeollisuus järjestettiin uudelleen valtiojohtoisesti. Ammattiyhdistysliikkeen merkitys kasvoi kaikissa länsimaissa sodan jälkeen.

Sodan seurauksena yleensä nopeutunut teknillinen kehitys heijastui myös terästeollisuuteen. Korkeapainemasuuni tuli käyttöön raudan valmistuksessa ja masuunien koko kasvoi. Uusi happikaasumenetelmä otettiin käyttöön terästeollisuudessa 1960-luvulla. Jatkuvaan valuun siirtyminen ja hydraulisten puristimien käyttöönotto teräksen muokkauksessa myötävaikuttivat omalta osaltaan tehdaskoon kasvuun. Tutkimus- ja kehitystyön merkitys kasvoi myös terästeollisuudessa.

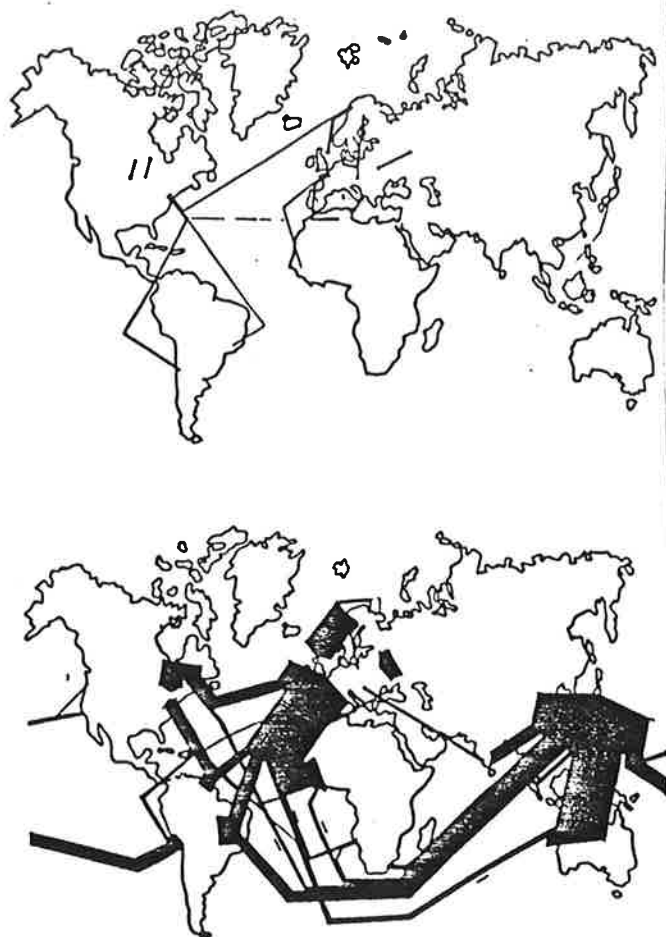
Kuvio 3. Teräksen valmistusprosessien prosenttijakaantuman kehitys ja projektio vuoteen 2000



LÄHDE: B. Wilshire, D. Homer & N.L. Cooke. Technological and Economic Trends in the Steel Industry, Swansea 1983 s. 125.

Kuusikymmenluvun vaihteessa tapahtunut öljyn hinnan halpeneminen, maakaasun kasvava käyttö, merikuljetusten nopea halpeneminen ja uusien raudan rikastusmenetelmien kehittäminen alkoivat siirtää terästehtaita varsinkin Länsi-Euroopassa tuontiraaka-aineen ja polttoaineen käyttöön ja sisämaasta satamapaikkoihin. Uusia rautamalmin suurtuotantoalueita olivat mm. Itä-Kanadan arktiset alueet, Keski-Afrikka ja Latinalaisen Amerikan maat kuten Brasilia.

Kuvio 4. Rautamalmin maailmankauppa v. 1950 ja 1975



LÄHDE: S.-G. Bergdahl: Mineralpolitiska utredningen: mineralsektorns utveckling. Vuoriteollisuus 39, 1981 s. 12.

Sodan jälkeen voimakkaasti kehittyneet uudet teollisuudenalat kuten lentokone- ja avaruusteollisuus, elektroniikka ja reaktoriteollisuus asettivat uusia vaatimuksia metalleille ja uusia metalleja kuten wismutti, titaani, berylliumi, tungsteeni ja tantalini otettiin käyttöön. Kylmän Sodan pääosapuolista, Yhdysvalloista ja Neuvostoliitosta tuli näiden uusien strategisten metallien johtavia tuottajia.

Teknillinen kehitys vauhdittui selvästi kaivossektorilla sodan jälkeen. Uusia geofysikaalisia ja geokemiallisia menetelmiä otettiin käyttöön malminetsinnässä ja tietojenkäsittelytekniikan kehittyminen nopeutti tulosten analysointia. Ilmavalokuvaus alkoi korvautua satelliittikuvauksella 1960-luvun lopulta alkaen. Sodan aikana Ruotsissa kehitetyt kovametalliset poranterät tehostivat porakoneiden käyttöä. Louhinnan koneistaminen kiihtyi 1960-luvulla, kun hydraulikkaa sovellettiin louhintaan ja kumipyöräkalusto alkoi korvata raidekalustoa. Sodan seurauksena tapahtui uusien tuotteiden kehittelyä myös räjähdysaineiden valmistuksessa. Ammoniumnitraatti alkoi korvata dynamiittia ja vesiräjähdysaineiden käyttö yleistyi 1960-luvulla. Suuret kuorma-autot ja merikuljetusten tehostuminen helpottivat raaka-aineiden ja puolivalmisteiden siirtoa.

Rikastusmenetelmien jatkuva kehittäminen mahdollisti yhä köyhempien esiintymien taloudellisen hyväksikäytön. Polttouuniteknikan kehittyminen tehosti pasutusta. Sulatoissa otettiin käyttöön uusia energiaasäästäviä menetelmiä kuten Outokumpu Oy:n kehittämä liekkisulatusmenetelmä. Jatkuvan valun ja tietokoneohjauksen käyttöönotto olivat uusia sovellutuksia värimetallien valmistuksessa 1960-luvulla. Tutkimus- ja kehitystyöstä tuli tärkeä tekijä sekä



Taulukko 2. Keskeisten kuparivalmistusmenetelmien kehitys

Jalostusketjun aste	Menetelmä	Vuosiluku
Rikastus	Vaahdotus- menetelmä	1910
Pasutus	Pyörrekerros- kattila	1950
Pasutuskaasujen hyödyntäminen	Rikkihappo- katalyyssi	1960
Sulatus	Lietsosulatusuuni Sähkösulatusuuni	1890 1930
Pasutus ja sulatus	Liekkisulatusmenetelmä (Outokumpu)	1949
	Liekkisulatus hapen kanssa (Inco)	1960
Jatkuva sulatus	Mitsubishi-menetelmä	1961
	Noranda-menetelmä	1964
	Kivcet-menetelmä	1980-luvun alkupuoli
	Q.S. happi-menetelmä	

LÄHDE: Kurt Meyer: Der technische Fortschritt in der Metallwirtschaft teoksessa Lotte Müller-Ohlsen: Die Weltmetallwirtschaft im industriellen Entwicklungsprozess. Kieler Studien 165, 1981 s. 39 (hieman mukailtu).

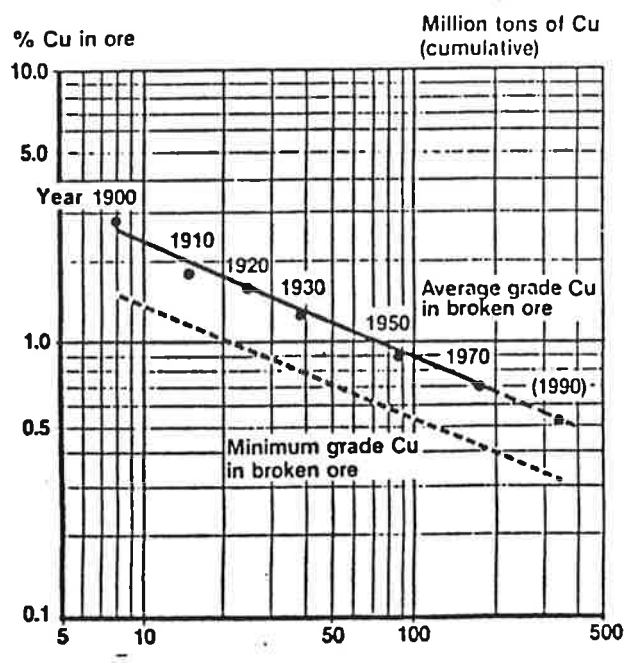
Taulukko 3. Teräksen jatkuva valu prosentteina raakateräksen tuotannosta 1970-1981

	1970	1975	1978	1981
<u>Länsi-Euroopan johtavat tuottajat<sup>a)</sup></u>				
Belgia	-	4	21	31
Englanti	2	9	15	32
Espanja	..	22	29	39
Italia	4	27	42	51
Ranska	1	13	28	51
Saksan LT	8	24	38	54
<u>Muut länsieurooppalaiset tuottajat</u>				
Hollanti	-	-	-	21
Itävalta	8	21	40	62
Jugoslavia	..	11	34	43
Luxemburg	-	-	-	7
Norja	..	4	1	-
Portugali	..	9	40	38
Ruotsi	14	22	29	65
Suomi	..	76	88	92
Tanska	-	13	56	96
<u>Itäeurooppalaiset tuottajat</u>				
DDR	..	8	10	13 <sup>b)</sup>
Neuvostoliitto	4	7	10	..
Puola	..	2	3	4
Romania	..	..	..	21
Unkari	..	21	31	35
<u>Muut tuottajat</u>				
Japani	11	31	46	71
Kanada	11	13	19	32
Yhdysvallat	4	12	14	21

a) tuottavat enemmän kuin 10 milj. tonnia; b) v. 1980

LÄHDE: George F. Ray: The Diffusion of Mature Technologies, Cambridge 1984, s. 22.

Kuvio 5. Kumulatiivinen maailman kuparintuotanto v. 1960 jälkeen



LÄHDE: S.-G. Bergdahl: Mineralpolitiska utredningen: mineralsektorns utveckling. Vuoriteollisuus 39, 1981 s. 12.

kaivosteollisuudessa että metallien perusteollisuudessa.

Kaivossektorille syntyi runsaasti konsulttiyrityksiä. Kun aikaisemmin innovaatiot olivat kummuneet pääasiassa Länsi-Euroopan ja Yhdysvaltojen teollisilta ydinalueilta, nyt tapahtui uusien menetelmien kehittämistä myös Japanissa, Kanadassa ja Suomessa. Japani ja Suomi alkoivat nousta myös uusiksi merkittäviksi koneiden ja laitteiden valmistajiksi.

Sodanjälkeinen voimakas taloudellinen kasvu kiihdytti metallien kulutusta ja aikaisemmin varsin omavarainen Yhdysvallat ajautui nopeasti tuontiriippuvuuteen. Tyypillistä Yhdysvaltojen sodanjälkeiselle tilanteelle olikin geopoliittisten ja geoeconomisten kysymyksenasettelujen pohtiminen. Strategisten raaka-ainevarastojen

kerääminen alkoi jo 1950-luvun alussa. Erityisesti Kanada ja Meksiko nähtiin Yhdysvaltojen strategisena malmien reservialueina.

Uusia maailmanmittakaavan teollisuusytimiä muodostui sodan jälkeen Neuvostoliittoon ja Japaniin ja maailmantalous alkoi moninapaistua. Japanin taloudellinen nousu oli erityisen voimakas 1960-luvulla. Itä-Euroopan uudet kommunistijohtoiset maat ja kommunistinen Kiina pyrkivät omavaraiseen teollistumiseen Neuvostoliiton esimerkin mukaan ja aiempi raaka-ainevienti Itä-Euroopasta Länsi-Eurooppaan tyrehtyi. Latinalaisessa Amerikassa tähdättiin tuontia korvaavaan teollisuuden rakentamiseen. Kotimaisen terästeollisuuden perustamisesta tuli taloudellisen itsenäisyyden vertauskuva ja sitä rakennettiin hinnalla millä hyvänsä.

Siirtomaiden itsenäistyminen käynnistyi sodan jälkeen ja vastaitsenäistyneet maat pyrkivät teollistumaan. Kotimaisten raaka-aineiden jalostusastetta pyrittiin nostamaan ja 1960-luvulla alkoi esiintyä länsimaisten suuryhtiöiden hallussa olevien kaivosten kansallistamisvaatimuksia. Koska toivottuja kehityssysäyksiä ei toteutunut ja länsimaiset kaivosyhtiöt näyttivät keräävän suuria voittoja, kuparikaivosten kansallistaminen toteutettiin 1970-luvun vaihteessa mm. Sambiassa ja Chilessä.

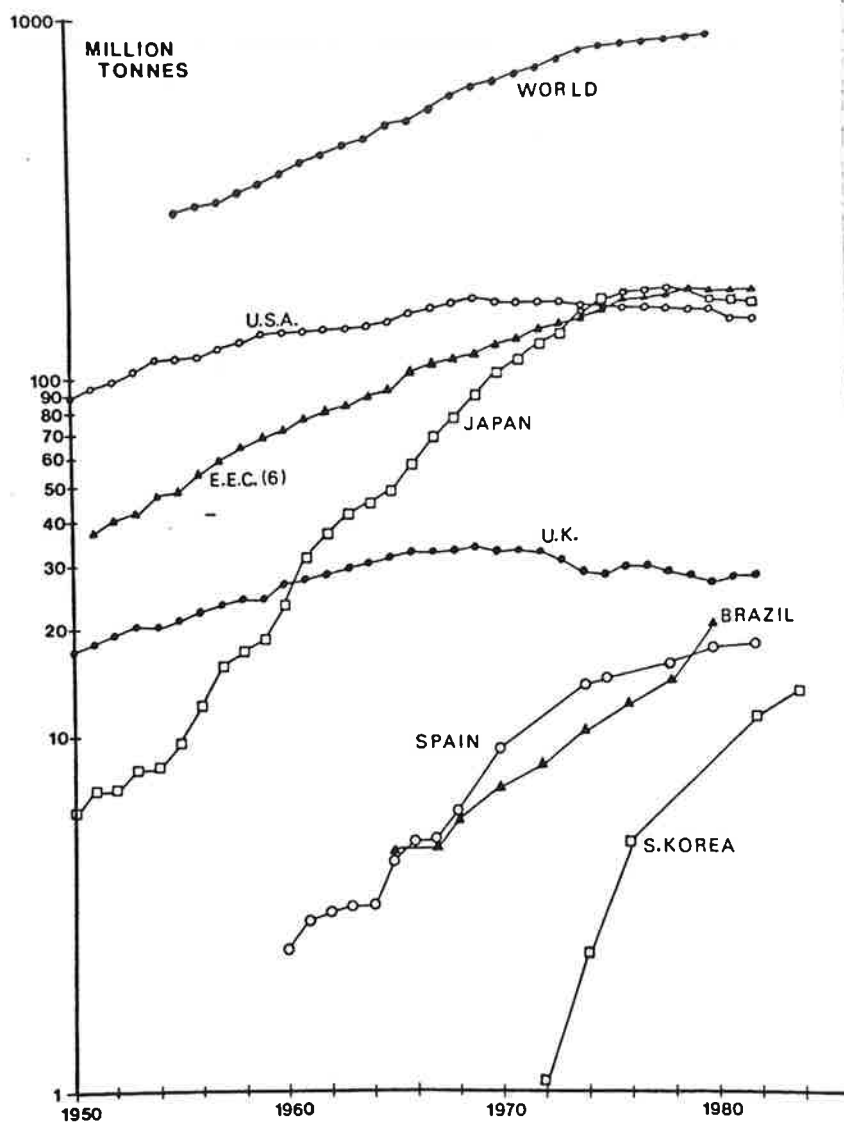
Kaivostuotteiden maailmanmarkkinoilla vallitsivat yleensä suotuisat suhdanteet sodan jälkeen. Sodanjälkeinen jälleenrakennuskausi, Korean sota ja 1960-luvun nopea taloudellinen kasvu vauhdittivat kukin vuorollaan metallien kysyntää. Suhdannevaihtelut vaikeuttivat kuitenkin kaivosteollisuuden tuotteiden viennistä riippuvien maiden taloudellista kehitystä, ja 1950-luvulla käynnistyi keskustelu raaka-aineiden markkinoiden vakauttamisesta ja erityisten

Taulukko 4. Teräksen vientimaat 1900-luvulla

1930	1950	1965	1965/1975
Belgia	samat +	samat +	samat +
Englanti	Australia	Espanja	Argentiina
Hollanti	Italia	Etelä-Afrikka	Brasilia
Itävalta	Neuvostoliitto	Jugoslavia	Bulgaria
Japani	Norja	Kreikka	Chile
Kanada		Portugali	Egypti
Luxemburg		Romania	Etelä-Korea
Puola		Suomi	Filippiinit
Saksa		Tanska	Hongkong
Ruotsi		Unkari	Intia
Tsekkoslovakia			Irlanti
U.S.A.			Kolumbia
			Malesia
			Mexico
			Singapore
			Sveitsi
			Taiwan
			Thaimaa
			Turkki
			Uusi Seelanti
			Venezuela

LÄHDE: Franco Poco: How Steelmaking Enterprises Can Be Internationally Competitive teoksessa Steel in the 80s. OECD Pariisi 1980 s. 131 (hieman mukailtu).

Kuvio 6. Raakateräksen tuotantokapasiteetin kehittyminen 1950-1980



LÄHDE: B. Wilshire, D. Homer & N.L. Cooke. Technological and Economic Trends in the Steel Industry, Swansea 1983 s. 18.

puskurivarastojen muodostamisesta. Länsimaiset teollisuusmaat eivät kuitenkaan olleet kiinnostuneita tällaisista järjestelyistä. Lisäksi läntisten teollisuusmaiden tullijärjestelyt suosivat jatkuvasti raaka-aineiden ja puolivalmisteiden tuontia korkeasti jalostettujen tuotteiden tuonnin sijasta.

Koska malminetsintä oli perinteisesti keskittynyt teollistuneihin maihin, riskialtista malminetsintää pyrittiin edistämään mm. YK:n tuella kehitysmaissa. Malminetsinnän tehostuminen oli erityisen voimakasta Kaakkois-Aasiassa ja Tyynen Valtameren piirissä. Australiasta tuli uusi tärkeä kaivostuotteiden viejä sodan jälkeen. Tämän kehityksen taustatekijänä oli Japanin nousu kaivostuotteiden johtavaksi tuontimaaksi maailmassa. Kuusikymmenluvun suotuissa markkinatilanne houkutteli myöskin sosialistisia maita kaivostuotteiden vientiin.

Suuret länsimaiset kaivosyhtiöt vastasivat kansallistamispyrkimyksiin ryhtymällä tuotannon pystysuoraan integraatioon metallien valmistuksen ja jatkojalostuksen ja markkinoinnin suuntaan johtavilla markkina-alueilla Yhdysvalloissa ja Länsi-Euroopassa. Jakelu- ja markkinointikanavien kontrolli vaikeutti uusien tuottajien pääsyä markkinoille.

Kysymys ympäristön saastumisesta muodostui tärkeäksi yhteiskunnalliseksi ja poliittiseksi ongelmaksi länsimailla 1960-luvun loppupuolella ja ympäristönsuojelusäännöstöä alettiin tiukentaa. Tämä rasitti perinteisen länsimaisen kaivosteollisuuden kilpailukykyä uusiin ulkopuolisiin tuottajiin nähden. Kultakannasta vähittäinen luopuminen vähensi kullan strategista arvoa kansainvälisessä taloudessa.

## 7. Maaillantalouden lama ja rakennemuutokset 1974-1986

Niinsanotun öljykriisin puhkeaminen v. 1973 suisti maailmantalouden lamaan, joka jatkui koko 1970-luvun ajan. Kaivostuotteiden hinnat putosivat voimakkaasti ja värimetalleja jalostava teollisuus koki vaikeita kannattavuusongelmia. Perinteisesti vahva länsimainen terästeollisuus ajautui vaikeuksiin raskaan konepajateollisuuden ja rakentamisen laman vanavedessä. Markkinoiden menetyksiä yritettiin kompensoida mm. projektiviennillä vaurastuviin öljyntuottajamaihin. Uusia kilpailijoita alkoi nousta entistä voimakkaammin ns. uusien teollisuusmaiden keskuudesta. Länsimaista terästeollisuutta alettiin saneerata kovin ottein 1970-luvun loppupuolella. Yrityskoko kasvoi ja erityistä huomiota kiinnitettiin uusien valmistusmenetelmien omaksumiseen, energiansäästöön ja prosessin ohjaukseen (vrt. kuvio 3, ja taulukko 3).

Yhdysvaltojen omaksuma uusi talouspolitiikka, dollarin arvon voimakas nousu ja korkotason nousu heikensivät edelleen kaivosteollisuuden ja uusien kaivosprojektien kannattavuutta. Värimetallien reaaliset maailmanmarkkinahinnat putosivat v. 1982 alimmilleen kolmeen vuosikymmeneen. Köyhien ja vanhojen esiintymien louhiminen ei ollut enää kannattavaa ja kaivoksia suljettiin kaikkialla länsimaissa. Kaivospaikkakuntien kehitysongelmat aiheuttivat poliittisille päätöksentekijöille huolia erityisesti Länsi-Euroopassa, jossa julkinen valta on toisin kuin Pohjois-Amerikassa pyrkinyt aktiivisesti lievittämään rakennemuutoksen aiheuttamia seurauksia.

Voimakas energian hinnannousu heikensi entisestään energiavaltaisen metallien perusteollisuuden kannattavuutta ja mm. alumiinin tuotantoa siirtyi energiakustannuksiltaan suotuisiin paikkoihin maapallolla.



Metallien perusteellisuuden uudelleenjärjestelyihin kuului myös yritysostoja, tuotannon rationalisointia ja tehtaiden sulkemisia.

Kaivostuotteiden viennistä riippuvat kehitysmaat ajautuivat puolestaan vaikeaan velkakierteeseen muiden kehitysmaiden tavoin.

Tuotantokustannuksiltaan kilpailukykyiset maat kuten Chile ovat pyrkineet lisäämään vientiään selvittääkseen velanhoitokuluista ja tämä on vaikuttanut hintatason pysymiseen alhaisena.

Paikalliset valtionyhtiöt korvasivat yhä enemmän länsimaisia suuryhtiöitä kehitysmaiden kaivosteollisuudessa. Varsinkin kuparintuotannossa on perinteisesti hallitsevien amerikkalaisten suuryhtiöiden asema todella romahtanut. Öljyntuottajamaiden järjestön OPEC:in menestyksen innostamat metallientuottajamaat pyrkivät perustamaan yhteisiä tuottajajärjestöjä 1970-luvulla, mutta niiden merkitys on jäänyt vähäiseksi mm. markkinoiden laman johdosta. Viimeksi Malesian johtama yritys saada tinan maailmanmarkkinat tuottajien kontrolliin päättyi vararikkotilanteeseen ajautumiseen ja tinan hinnan romahdukseen.

Tuottajamaiden pyrkimykset kaivossektorin kansalliseen kontrolliin ovat suunnanneet länsimaisia kaivossijoituksia uudelleen ns. turvallisuusvyöhykkeelle kuten Kanadaan ja Australiaan pikemmin kuin kehitysmaihin. Poliittiset riskit katsotaan liian suuriksi kehitysmaiden kohdalla ja toisaalta monet kehitysmaat ovat pyrkineet rajoittamaan ulkomaisia investointeja kaivosten kansallistamisen lisäksi. Uutta raskaaseen teknologiaan nojaavaa avolouhosteknikkaa on kehitelty. Ympäristösuojeluvaatimusten kiristyminen mm. happosadekysymyksen noustua päivänpolttavaksi keskustelunaiheeksi on toisaalta houkutellettu uusien kaivoksien avaamiseen kehitysmaissa,

Taulukko 5. Kuparin valmistuskapasiteetin jakautuma prosentteina maailman valmistuskapasiteetista v. 1979

Yritys	Kansallisuus	Kapasiteetti tn/v	%	Kontrolli
Memaco	Sambia	800 000	8,79	Valtioenemmistö
Roan Consolidated Mines				
Nchanga Consolidated Mines				
Codelco/Enami	Chile	765 000	8,40	Valtioenemmistö
Gecamines	Zaire	525 000	5,77	Valtioenemmistö
Phelps Dodge	U.S.A.	445 000	4,89	
Noranda	Kanada	435 000	4,78	Brascan Ltd (16,3 %)
Kennecott	U.S.A.	420 000	4,62	Curtiss Wright (13,5 %)
Asarco	U.S.A.	380 000	4,18	Bendix Corp. (20 %)
Nippon Mining	Japani	360 000	3,96	
Metallurgie Hoboken-Overpelt	Belgia	330 000	3,63	Union Minière (45 %)
Mitsubishi	Japani	283 000	3,11	
Amax	U.S.A.	280 000	3,08	Standard Oil of California (20 %)
Norddeutsche Affinerie	Saksan LT	240 000	2,64	Metallgesell- schaft ja Degussa (kumpi- kin 40 %)
Anaconda	U.S.A.	230 000	2,53	Atlantic Richfield (100 %)

LÄHDE: Lotte Müller-Ohlsen: Die Weltmetallwirtschaft im industriellen Entwicklungsprozess. Kieler Studien 165, 1981 s. 240.

Taulukko 6.

Maailman eniten metallien viennistä riippuvat maat 1970-luvulla

Maa	Päätuote	Kaivostyön prosenttiosuus BKT:sta 1967-1975	Metalliviennin prosenttiosuus kokonaisviennistä 1974-1976
Sambia	kupari	32,0	96,5
Mauritania	rautamalmi	27,9	88,6
Bolivia	tina	11,9	73,6
Guinea	bauksiitti	-	70,2
Liberia	rautamalmi	31,9	70,1
Zaire	kupari	18,5	66,6
Chile	kupari	8,5	65,8

LÄHDE: Gobind Nankani: Development Problems of Mineral-Exporting Countries. World Bank Staff Working Paper 354, 1979 s. 3 (hieman mukailtu).

joissa ei ole yhtä tiukkoja ympäristönsuojelusäännöksiä kuin läntisissä teollisuusmaissa. Kaiken kaikkiaan varsinainen kaivostoiminta on siirtymässä yhä enemmän Yhdysvaltojen, Länsi-Euroopan ja Japanin ulkopuolisiin maihin.

Perinteiset länsimaiset suuryhtiöt pyrkivät kuitenkin säilyttämään sulatto- ja metallienvalmistuskapasiteettiaan, vaikka niiden rooli itse kaivosteollisuudessa on vähenemässä. Koska kaivostuotteiden tuottajamaat pyrkivät toisaalta nostamaan jalostusastetta, kiista on kärjistynyt mm. kysymykseen sulattokapasiteetin ja metallin valmistuskapasiteetin sijainnista ja mitoituksesta maapallolla. Jatkuviin prosesseihin perustuvan valmistustekniikan kehittäminen

Taulukko 7. Johtavat kansainväliset kaivosyhtiöt liikevaihdon perusteella v. 1981

Yhtiö	Kansallisuus	Päätuote	Kaivosten pääasiain- nen sijainti	Liikevaihto v. 1981 miljardia dollaria
Anglo-American	Etelä-Afrikka	kulta, timantit	Etelä-Afrikka, Kanada	15,0 (1978)
Pechiney-Ugine- Kuhlmann (PUK)	Ranska	alumiini	Ranska	7,8
Rio Tinto Zinc	Englanti	moni- metalli	Papua, Espanja	6,1
Alcoa	U.S.A.	alumiini	U.S.A.	4,9
Alcan	Kanada	alumiini	Kanada, Australia, Ranska	4,9
Alusuisse	Sveitsi	alumiini		3,5
Reynolds	U.S.A.	alumiini	U.S.A.	3,4
Kaiser	U.S.A.	alumiini		3,2
Amax	U.S.A.	molybneeni, hiili	U.S.A.	2,7
Kennecott (Sohio)	U.S.A.	kupari	U.S.A.	2,4
Noranda	Kanada	moni- metalli	Kanada U.S.A.	2,4
Imetal	Ranska	moni- metalli		1,8
Inco	Kanada	nikkeli	Kanada	1,8

LÄHDE: Philippe Chalmin: Les marchés mondiaux des matières premières. Pariisi 1984 s. 17.

vahvistaa integroidun tuotannon kilpailukykyä. Suuryhtiöt panostavat entistä enemmän tuotekehittelyyn, jatkojalostukseen ja markkinointiin ja pyrkivät monipuolistamaan tuotantoaan. Yhdysvalloissa ovat öljy-yhtiöt käyneet hankkimaan määräysvaltaa myös kaivosyhtiöissä. Suuryhtiöt pyrkivät turvaamaan raaka-ainehuoltonsa pitkäaikaisin toimitussopimuksin tuottajamaiden kanssa ja Lontoon metallipörssin asema on heikentynyt. Rikasteita on yleensä niukalti saatavissa vapailta markkinoilta.

Seitsemänkymmentäluvun loppupuolella Länessä ryhdyttiin keskustelemaan uudesta mikroprosessorimullistuksesta ja uusien keksintöjen odotettiin käynnistävän uuden kasvukauden joskus tulevaisuudessa. Uutta tekniikkaa ryhdyttiin soveltamaan myös kaivossektorille. Mikroprosessorit, tuotannon automatisointi, robotit ja koko tuotantolaitoksen läpi ulottuvat ohjausjärjestelmät tunkeutuivat myös kaivoksiin, rikastamoihin, sulattoihin ja metallitehtaisiin. Kehitteellä olevan biotekniikan nähtiin avaavan uusia mahdollisuuksia mm. rikastusmenetelmien kehittämisessä ja jätteiden käsittelyssä. Kevytmetallien käyttö on kasvanut voimakkaasti ja alumiini on ohittanut kuparin käytetyimpänä värimetallina.

Seitsemänkymmentäluvun alkupuolella käytiin ajoittain vilkastakin mielipiteiden vaihtoa malmivarojen riittävydestä mm. Rooman klubin esittämän katastrofiennusteen pohjalta. Taloudellisen lamakauden puhkeaminen ja uusi näkemys "aineettoman kasvun aikakauteen" siirtymisestä ovat kuitenkin lamauttaneet tätä keskustelua viime vuosina. Viime vuosikymmenellä ryhdyttiin varsinkin länsimailla ja Japanissa tutkimaan merenpohjien sisältämien malmivarojen hyödyntämismahdollisuuksia, mutta merenpohjassa sijaitsevien

Taulukko 8. Metallien valmistuskapasiteetin jakautuma prosentteina maailman valmistuskapasiteetista v. 1979

Metalli	Yhtiö	Kansallisuus	Prosenttiosuus
Alumiini	Alcoa	U.S.A.	13,07
	Alcan	Kanada	10,40
	Reynolds	U.S.A.	8,38
	PUK	Ranska	7,90
	Kaiser	U.S.A.	7,85
Tina	Straits Trading	Malesia	16,67
	Shell-Billiton	Englanti Hollanti	14,57
	AMC-Preussag	Saksan LT Englanti	14,23
	Peltim	Indonesia	10,67
Lyijy	Asarco	U.S.A.	8,90
	Penarroya- Imetal	Ranska	7,76
	St. Joe	U.S.A.	4,23
	Met. Mex. Penoles	Meksiko	3,92
	Tonolli	Saksan LT	3,81
Sinkki	Mitsui	Japani	5,95
	Vieille- Montagne	Belgia	5,49
	Cominco	Kanada	4,60
	Metall- gesellschaft	Saksan LT	4,51
	Penarroya- Imetal	Ranska	4,39

esiintymien louhinta ei ole toistaiseksi päässyt juuri alkua pitemmälle. Myöskin Neuvostoliitto on alkanut kiinnostua merenpohjien luonnonvarojen hyödyntämisestä, mikä osoittanee sitä, että perinteisesti kovasti kulutetut kotimaiset esiintymät uhkaavat ehtyä sielläkin tulevaisuudessa.

Sellaisten mm. jaloteräksen valmistuksessa tärkeiden harvinaisten metallien kuten mangaanin, kromin, nikkelin, molybdeenin ja vanadiinin esiintymien keskittyminen vain muutamaiin maihin aiheuttaa jatkuvasti päänvaivaa länsimaisille strategeille ja on synnyttänyt ajatuksia merenpohjien ja avaruuden reservien hyödyntämisestä. Geopoliittiset vaikuttimet ovat olleet vaikuttamassa mm. malmirikkaan Etelä-Afrikan tasavallan erityisaseman säilymiseen. Kaivos- ja metallituotteiden maailmantalous on edelleen monilta osiltaan tiukasti sidottu valtioiden turvallisuusnäköyksiin ja tarpeisiin.

#### 8. Muutamia tulevaisuudennäkymiä

Läntisten teollisuusmaiden vallitsevassa kehityksessä on nähtävissä trendejä, jotka merkinnevät teräksen ja raskasmetallien käyttöintensiteetin jatkuvaa supistumista. Pääomahyödykkeitä valmistava teollisuus käyttää entistä vähemmän metalleja tuotantoyksikköä kohti ja kevytmetallit korvaavat raskasmetalleja. Tietokoneohjauksen ja automaation eteneminen supistaa sellaisen perinteisesti keskeisen konepajateollisuuden alan kuin työstökoneiteollisuuden markkinoita. Teräksen käyttöä on yleensä korvattu mm. muoveilla ja lasikuiduilla. Uusien perusmateriaalien kehittäminen kuten keramiikan ja optiikan viimeaikaiset saavutukset synnyttävät jatkuvasti uusia kilpailijoita metallien perinteiselle käytölle.

Tietoyhteiskunnan innokkaat puolestapuhujat näkevät kehityksen johtavan uuteen "aineettoman kasvun" aikakauteen. Ihmiset kuluttavat tulevaisuudessa entistä enemmän ohjelmistoja, kuvia ja palveluja. Palvelusektorin kasvu on ollut viime aikoina voimakasta erityisesti Yhdysvalloissa.

Sen sijaan teräksen ja värimetallien kulutus on edelleen kasvamassa kehitysmaissa, erityisesti suurimmissa ja väkirikkaimmissa kehitysmaissa ja ns. uusissa teollisuusmaissa. Juuri nämä maat ovat viime aikoina pyrkineet kehittämään voimakkaasti uudenaikaista terästeollisuutta ja yleensä metallien perusteollisuutta.

Kun kaivosteollisuus on siirtymässä entistä enemmän johtavien läntisten teollisuusmaiden ulkopuolelle, näyttää siltä, että sulatus ja metallienvalmistus seuraa entistä enemmän perässä. Kaivostuotteiden vientimaat ovat jatkuvasti nostaneet tuotteidensa jalostusastetta ja uudet teollisuusmaat pyrkivät myös jalostusasteen nostamiseen. Sen sijaan metallien muokkaus ja yleensä tuotteiden jatkojalostus säilynevät tietyn perustuotantokapasiteetin ohessa läntisissä teollisuusmaissa. Nämä maat ovat edelleen tutkimus- ja kehitystyön ja kone- ja laitevalmistuksen keskuksia.

Läntisten teollisuusmaiden perinteinen metallituotteiden perusteollisuus pyrki säilyttämään kilpailukykyään aktiivisella tutkimus- ja kehitystyöllä, tuotekehittelyllä ja markkinoinnilla. Uutta tekniikkaa kuten mikroprosessoreita ja biotekniikkaa sovelletaan parhaiden kykyjen mukaan. Erityistä huomiota kiinnitetään jatkuvasti saastumista supistavien ja energiaa säästävien prosessien kehittelyyn.



Taulukko 9. Bruttokansantuote ja värimetallien käyttö henkeä kohti valikoituissa maissa v. 1976

Maa	Bruttokansantuote henkeä kohti US \$	Alumiini <sup>1)</sup>	Kupari <sup>2)</sup>	Lyijy <sup>3)</sup>	Sinkki <sup>4)</sup>	Tina <sup>5)</sup>	Nikkeli
Sveitsi	9 160	16,47	3,28	2,08	3,17	0,11	0,2
Ruotsi	9 030	12,35	10,65	2,65	4,66	0,09	2,92
Kanada	7 930	13,03	8,96	2,48	6,35	0,21	0,50
Yhdysvallat	7 880	20,87	8,40	4,50	4,78	0,24	0,71
Norja	7 690	28,21	1,59	3,72	4,97	0,27	0,17
Tanska	7 690	1,22	0,97	4,00	2,07	0,08	0,04
Saksan LT	7 510	15,52	12,10	3,91	5,38	0,26	0,92
Belgia	7 020	24,87	23,23	5,61	12,17	0,31	0,36
Ranska	6 730	9,31	6,94	3,91	5,01	0,20	0,63
Hollanti	6 650	18,08	3,34	2,24	2,59	0,30	0,11
Suomi	5 890	4,93	8,52	2,98	4,21	0,04	0,23
Itävalta	5 620	14,19	4,55	5,38	3,19	0,05	0,56
Japani	5 090	14,27	9,31	2,04	6,17	0,31	1,01
DDR	4 520	12,51	7,03	5,54	3,87	0,15	0,60
Englanti	4 180	7,95	8,19	4,40	4,34	2,72	0,55
Italia	3,220	6,50	5,73	3,76	3,63	0,11	0,39
Espanja	2 990	6,21	3,64	2,45	3,19	0,11	0,18
Puola	2 880	4,22	5,06	2,68	4,57	0,15	0,23
Neuvostoliitto	2 800	6,58	4,87	2,38	3,62	0,09	0,47
Irlanti	2 620	1,83	0,13	0,73	0,66	.	.
Kreikka	2 570	5,56	2,18	3,03	1,42	0,03	.
Jugoslavia	1 750	6,98	4,62	3,21	3,00	0,06	0,06
Argentiina	1 580	2,20	1,74	1,79	1,52	0,04	.
Brasilia	1 300	1,96	1,63	0,48	0,88	0,04	0,04
Etelä-Afrikka	1 290	1,79	2,17	1,33	2,18	0,09	.
Meksiko	1 060	0,89	1,33	1,23	0,96	0,03	0,06
Chile	1 050	.	4,46	.	0,15	.	.
Algeria	1 010	.	.	0,30	.	.	.
Peru	840	.	0,57 <sup>6)</sup>	.	0,60	.	.
Malesia	830	0,64	.	.	0,72	.	.
Sambia	450	.	0,40 <sup>6)</sup>	.	.	.	.
Filippiinit	420	0,40	.	0,12	0,32	.	.
Kiina	370	0,42	0,38	0,23	0,26	0,02	0,02
Indonesia	280	.	.	.	0,22	.	.
Intia	140	0,27	0,09 <sup>6)</sup>	0,08	0,15	0,015	0,016
Zaire	130	.	0,04	.	.	.	.

1) raaka-alumiinia 2) kuparivalmistetta 3) lyijyvalmistetta  
4) raakasinkkiä 5) raakatinaa 6) raakakuparia

LÄHDE: Lotte Müller-Ohlsen: Die Weltmetallwirtschaft im industriellen Entwicklungsprozess. Kieler Studien 165, 1981 s. 72.

Huolimatta "aineettoman kasvun" näkymistä geopoliittinen kilpailu ei katoa tulevaisuuden maailmasta. Länsi-Euroopan ja Japanin riippuvuus raaka-aineiden tuonnista lisääntyy jatkuvasti ja Neuvostoliitto saattaa ilmestyä myös ostajapuolelle kansainvälisille raaka-ainemarkkinoille. Japanin esimerkkiä seuraavien uusien teollisuusmaiden nousu Kaakkois-Aasiassa lisää kilpailua erityisesti Australian ja yleensä Tyynen Valtameren piirin raaka-ainevaroista.

Merenpohjien malmivarojen hyödyntäminen lisääntyy pelkästään turvallisuussyistä tulevaisuudessa. Länsimaiset suuryritykset ovat kehittäneet hyödyntämistekniikkaa ja tämä tekniikka on teollistuneiden maiden monopoli nykyään. Sen sijaan viimeaikaiset vaikeudet kojeiden ja laitteiden avaruuteen lähettämässä osoittavat, että avaruuden luonnonvarojen aktiivinen hyödyntäminen säilyy pitkään haavekuvana.

Länsimaiset suuryhtiöt jatkavat pystysuoran integraation ja tuotannon monipuolistamisen politiikkaansa. Myöskin värimetallien jalostusta harjoittavat yhtiöt ryhtyvät mm. konepajayrittäjiksi ja elektroniikkateollisuuden harjoittajiksi. Pohjois-Amerikan mantereella muodostuu uusia resurssiyhtiöiden keskittymiä öljyteollisuuden, kaivosteollisuuden, kemian teollisuuden, perusmetalliteollisuuden ja metsäteollisuuden aloille. Tältä pohjalta siirrytään kokonaan uusille aloille kuten tiedonvälitykseen ja satelliittiohjelmien valmistukseen. Tulevaisuuden kehitysstrategian ydin on: toinen jalka vahvasti vanhassa ja toinen vahvasti uudessa.

9. Kirjallisuus

- Schilder, S. (1908). Die Rohstoffe in der Weltwirtschaft. Zeitschrift für Sozialwissenschaft 11:2, 105-13.
- Weber, A. (1911). Die Standortslehre und die Handelspolitik. Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik 32, 667-88.
- Weber, A. (1926). Europa als Weltindustrienzentrum und die Idee der Zollunion. Eine Standortsbetrachtung: in H. Heiman (hrsg.) Europäische Zollunion. Berlin, 122-32.
- Reichwein, A. (1928). Die Rohstoffwirtschaft der Erde, Jena.
- Predöhl, A. (1928). Die örtliche Verteilung der amerikanischen Eisen- und Stahlindustrie. Weltwirtschaftliches Archiv 27:I, 239-92.
- Predöhl, A. (1937). Industrialisierung und Weltwirtschaft: in Probleme des deutschen Wirtschaftslebens. Festschrift für Hjalmar Schacht zum 60. Lebensjahre. Berlin und Leipzig 1937, 674-96.
- Elliot, W.Y. et. al. (1937). International Control of Non-ferrous Metals. New York.
- Rosenberg, M. (1938). Die Schwerindustrie in Russisch-Asien. Eine Studie über das Ural-Kusnezker Kombinat. Berlin.
- Konno, G. (1938). Die Versorgung Japans mit Industrierohstoffen. Weltwirtschaftliches Archiv 48:II, 341-78.
- Friedenburg, F. (1938). Die Bergwirtschaft der Erde. Stuttgart.
- Avieny, W. (1941). Strukturwandlungen der Weltmetallwirtschaft. Kieler Vor-  
träge 67.
- Parsons, A.B. (ed.) (1947). Seventy-five Years of Progress in the Mineral Industry, 1871-1946. New York.
- Zimmermann, E.W. (1951). World Resources and Industries. Rev. ed. New York.
- Rollins, C.E. (1956). Mineral Development and Economic Growth. Social Research 23, 253-80.
- Barnett, H.J. (1958). The Changing Relation of Natural Resources to National Security. Economic Geography 34, 189-201.
- Jürgensen, H. (1960). Eisen- und Stahlwirtschaft. Handwörterbuch der Sozialwissenschaften 9., 158-71.
- Predöhl, A. (1961). Weltwirtschaft. Ibid 11., 600-13.

- Scott, A. (1962). The Development of the Extractive Industries. Canadian Journal of Economics and Political Science 28, 70-87.
- Gille, B. (1966). Histoire de la métallurgie. Paris.
- Aschmann, H. (1970). The Natural History of Mine. Economic Geography 46, 172-79.
- Mikesell, R.F. (ed.) (1971). Foreign Investment in the Petroleum and Mineral Industries. Baltimore.
- Sutulov, A. (1972). Minerals in World Affairs. Salt Lake City.
- Lombard, A. (1974). Les métaux dans l'ancien monde du Ve au XIe siècle. Paris-La Haye.
- Bosson, R. & B. Byron (1977). The Mining Industry and the Developing Countries. New York.
- Nankani, G. (1979). Development Problems of Mineral-Exporting Countries. World Bank Staff Working Paper 354.
- Steel in the 80s (1980). OECD, Paris.
- Müller-Ohlson, L. (1981). Die Weltmetallwirtschaft im industriellen Entwicklungsprozess. Kieler Studien 165.
- Deudney, D. (1982). Space: the High Frontier in Perspective. Worldwatch Paper 50.
- Wilshire, B. D. Homer & N.L. Cooke (1983). Technological and Economic Trends in the Steel Industries. Swansea.
- Chalmin, P. (1984). Les marchés mondiaux des matières premières. Paris.
- UNIDO secretariat (1985). The Development of Restructuring of the Non-ferrous Metal Industries. Paper presented at Expert Group Meeting on the Restructuring of the Non-ferrous Metal Industries, Vienna, Austria 18-21 March 1985. UNIDO ID/WG. 431/1, Vienna.
- Larson, E.D., M.H. Ross & R.H. Williams (1986). Beyond the Era of Materials. Scientific American 254, No 6, 24-31.

ELINKEINOELÄMÄN TUTKIMUSLAITOS (ETLA)  
The Research Institute of the Finnish Economy  
Lönrotinkatu 4 B, SF-00120 HELSINKI Puh./Tel. (90) 601 322

KESKUSTELUAIHEITA - DISCUSSION PAPERS ISSN 0781-6847

- No 193 KARI ALHO, An Analysis of Financial Markets and Central Bank Policy: A Flow-of-Funds Approach to the Case of Finland. 15.01.1986. 44 p.
- No 194 PAAVO OKKO, Julkisen rahoitustuen tehokkuus ja sen kohdentuminen eteläsuomalaisiin teollisuusyrityksiin. 15.01.1986. 46 s.
- No 195 JUSSI KARKO, The Measurement of Productivity and Technical Change at Industry Level: An Application of Micro-Data to Industry Analysis. 16.01.1986. 40 p.
- No 196 MARKKU RAHIALA, Teollisuusyritysten tuotantosuunnitelmien toteutumiseen vaikuttavat tekijät suhdannebarometriaineiston valossa tarkasteltuina. 20.01.1986. 53 s.
- No 197 ERKKI KOSKELA, Taxation and Timber Supply under Uncertainty and Liquidity Constraints. 31.01.1986. 24 p.
- No 198 PEKKA YLÄ-ANTTILA, Metsäteollisuuden kannattavuusvaihteluiden kokonaistaloudellisista vaikutuksista. 13.02.1986. 14 s.
- No 199 JUHA KETTUNEN, Kansaneläke- ja sairausvakuutuksen rahoituksesta. 10.03.1986. 28 s.
- No 200 JUKKA LESKELÄ, Välitysvaluutat ja ulkomaankaupan laskutus. 10.03.1986. 22 s.
- No 201 VESA KANNIAINEN - HANNU HERNESNIEMI, Asset Structure, Indebtedness, and the Rate of Return on Capital in a Sample of Finnish Manufacturing Firms in 1961 - 1983. 11.03.1986. 31 s.
- No 202 ANTTI RIPATTI, Teollisuus- ja ulkomaankauppatilaston yhdisteen hyödyntäminen. 20.03.1986. 31 s.
- No 203 SYNNÖVE VUORI, Returns to R & D in Finnish and Swedish Manufacturing Industries. 20.03.1986. 23 p.
- No 204 VESA KANNIAINEN, On the Effects of Inflation: The Debtor-Creditor Hypothesis Reconsidered. 20.03.1986. 15 p.
- No 205 PEKKA ILMAKUNNAS, Aggregation of Micro Forecasts. 01.04.1986. 17 p.

- No 206 JUSSI RAUMOLIN, Recent Trends in the Development of the Forest Sector in Finland and Eastern Canada. 04.04.1986. 40 p.
- No 207 VESA KANNIAINEN - JUHA VEHVILÄINEN, On Instability of a Keynesian Macro Model: Some Notes. 08.04.1986. 14 p.
- No 208 PEKKA YLÄ-ANTTILA, Investment Structure, Productivity and Technical Change - Implications for Business Organizations and Management. 17.04.1986. 19 p.
- No 209 JUHA AHTOLA, Consequences from Improper Use of Ordinary Least Squares Estimation with Time Series Data. 12.05.1986. 11 p.
- No 210 TIMO AIRAKSINEN, Vertaileva analyysi pääomatulojen verotuksesta Suomessa ja Ruotsissa vuonna 1986. 29.05.1986. 36 s.
- No 211 JUSSI RAUMOLIN, Kaivos- ja metallituotteiden maailmantalous. 18.06.1986. 40 s.
- No 212 TARMO VALKONEN, Vakuutusyhtiöiden sijoitustoiminnan puitteet ja sijoitusten jakautuminen Suomessa vuosina 1962-1984. 19.06.1986. 68 s.

Elinkeinoelämän Tutkimuslaitoksen julkaisemat "Keskusteluaiheet" ovat raportteja alustavista tutkimustuloksista ja väliraportteja tekeillä olevista tutkimuksista. Tässä sarjassa julkaistuja monisteita on rajoitetusti saatavissa ETLAn kirjastosta tai ao. tutkijalta.

Papers in this series are reports on preliminary research results and on studies in progress; they can be obtained, on request, by the author's permission.