



Vaasan yliopisto  
UNIVERSITY OF VAASA

SIMO KESKINEN

# Synergiailmioiden tutkimuksellinen perusta

tutkimuskenttänä energia-ala ja  
teolliset yritykset

ACTA WASAENSIA 388

TUOTANTOTALOUS

## VÄITÖSKIRJA

*joka Vaasan yliopiston teknillisen tiedekunnan suostumuksella esitetään  
julkisesti tarkastettavaksi Tritonian Nissi-auditoriossa (K218)  
perjantaina 27. lokakuuta 2017, kello 12.*

Esitarkastajat Dosentti Tapio Katko  
Tampereen teknillinen yliopisto  
PL 527  
33101 TAMPERE

Dosentti Henry Nygård  
68910 PÄNNÄINEN

<b>Julkaisija</b> Vaasan yliopisto	<b>Julkaisupäivämäärä</b> Lokakuu 2017	
<b>Tekijä(t)</b> Simo Keskinen	<b>Julkaisun tyyppi</b> Väitöskirja	
<b>Orcid ID</b>	<b>Julkaisusarjan nimi, osan numero</b> Acta Wasaensia, 388	
<b>Yhteystiedot</b> Vaasan yliopisto Teknillinen tiedekunta Tuotantotalous PL 700 FI-65101 VAASA	<b>ISBN</b> 978-952-476-755-0 (painettu) 978-952-476-756-7 (verkkoaineisto)	
	<b>ISSN</b> 0355-2667 (Acta Wasaensia 388, painettu) 2323-9123 (Acta Wasaensia 388, verkkoaineisto)	
	<b>Sivumäärä</b> 182	<b>Kieli</b> suomi
<b>Julkaisun nimike</b> Synergiailmioiden tutkimuksellinen perusta – tutkimuskenttänä energia-ala ja teolliset yritykset		
<b>Tiivistelmä</b> <p>Synergian luomisella ja hyödyntämisellä on vuosikymmenien perinteet ja kokemus työelämässä. Johtamistoiminnoissa ja päätöksenteossa on myös luotu laskenta- ja arviointimenetelmiä sekä ohjeistoja tämän tueksi. Akateemisessa tutkimuksessa synergia-aihepiiri on kuitenkin jäänyt merkittävästi jälkeen käytännön saavutuksista. Tutkimustoiminnalla ja teorioiden kehittelyillä on mittavat haasteet, koska tämä on monin perustein luonnehdittavissa tieteidenväliseksi tutkimusalaksi.</p> <p>Erilaisten ja eritasoisten synergiatapausten kartoittamiseksi ja analysoimiseksi tutkimuskentäksi tässä pioneiritutkimuksessa on valittu laaja-alainen ja monitasoinen energia-ala sekä käytännön johtamis- ja kehittämistoimissa pisimmälle yltäneet teolliset yritykset.</p> <p>Tutkimuksessa on lähtökohdaksi otettu uudenlainen synergian määrittely ilmiöryhmäksi, jonka tuloksia ovat erilaiset synergiahyödyt ja lisäarvot. Tämän kvalitatiivisen tutkimuksen apuna on käytetty tapaustutkimusta ja hermeneutiikkaa sekä konstruktivistista tutkimusotetta. Niiden yhteisenä arviointi- ja päättelymenetelmänä on ollut pääasiassa abduktiivinen päättely. Tutkimuskohteina ovat olleet sekä yksittäiset synergiatapaukset että tarkoituksenmukaisesti luokitellut tapausryhmät. Tutkimuksen päätulokset ovat käsitteellisen uudelleenmäärittelyn ohella viitekehys perusdimensioineen ja yleisimpien synergiatyyppiryhmien kartoitukset selityspuolestaan. Tulevaisuuden visiona tutkimuksessa on luonnosteltu synergiatutkimuksen johtamismalli.</p> <p>Vaativimpina alueina aihepiirin tutkimuksessa ovat olleet sekä rinnan että peräkkäin kumuloituvat monisynergiat, joista edustavana esimerkkinä on kuvattu paikallisen energiaklusterin piirissä tunnistettavat synergiatyypit.</p>		
<b>Asiasanat</b> Synergia, synergiatutkimus, synergiailmio, dimensio, viitekehys		



<b>Publisher</b> Vaasan yliopisto	<b>Date of publication</b> October 2017	
<b>Author(s)</b> Simo Keskinen	<b>Type of publication</b> Doctoral thesis	
<b>Orcid ID</b>	<b>Name and number of series</b> Acta Wasaensia, 388	
<b>Contact information</b> University of Vaasa Faculty of Technology Industrial Management P.O. Box 700 FI-65101 Vaasa Finland	<b>ISBN</b> 978-952-476-755-0 (print) 978-952-476-756-7 (online)	
	<b>ISSN</b> 0355-2667 (Acta Wasaensia 388, print) 2323-9123 (Acta Wasaensia 388, online)	
	<b>Number of pages</b> 182	<b>Language</b> Finnish
<b>Title of publication</b> The research foundation of the synergy phenomenon – the energy industry and industrial enterprises as the research field		
<b>Abstract</b> <p>The creation and utilization of synergy has decade-long traditions in the practical working life. In the area of academic research, the synergy subject has lagged significantly behind the practical achievements. The research and theory building for the synergy phenomenon faces considerable challenges, not least due to the fact that in many aspects, they require deep cross-disciplinary research between different fields of the academia.</p> <p>In this pioneering thesis, different cases of synergy have been selected for synergy mapping and analysis, both in terms of the type and level of synergy. These research cases have been picked from the extensive and multi-dimensional energy industry, as well as from those industrial enterprises, which are spearheading the utilization of synergies in everyday management and development activities. The core of this thesis is a new definition of synergy as a group of phenomena, the outcome of which are different synergy benefits and value-adds. The main qualitative research methods in use consist of case study, hermeneutics and constructive research. Abductive deduction has primarily been used as the collective assessment and deduction method. Both stand-alone synergy cases as well as categorized case groups have been included as research subjects. The main results of this thesis are: a new framework to manage the concept of synergy, including its core dimensions and a mapping of the most common synergy type groupings together with their definition basis. Furthermore, as a vision for the future, a steering model for synergy research has also been drafted.</p>		
<b>Keywords</b> synergy, synergy research, synergy phenomenon, dimension, framework		



## ESIPUHE

Kiitän ennen kaikkea työni ohjaajaa, dekaani Erkki Antilaa kannustavasta, asiantuntevasta ja myötäelävästä ohjauksesta. Häneltä saamani ohjeet, parannusehdotukset ja henkinen tuki ovat olleet ratkaisevia tutkimuksen vaihtelevissa vaiheissa.

Professori Petri Helolle esitän kiitokseni tutkimukseni ohjauksesta ja kannustavista lausunnoista. Professori Josu Takalaa kiitän aktivoinnista jatko-opiskelun aloittamiseen. Aikaisempaa dekaania Matti Linnaa kiitän osallistumisesta tutkimuksien ohjaamiseen. Professori Tauno Kekälettä kiitän tutkimukseni välivaiheen eli liseniaattitutkimukseni ohjauksesta.

Vaasan yliopiston teknillisen tiedekunnan eri yksiköissä on ollut hyvä yhteistyö myös nuorempien tutkijoiden kanssa eri hankkeissa. Tohtori Teemu Mäenpää on ollut lähitukeni ja keskustelukumppanini. Ari Maunukselan, Reino Virrankosken, Vesa Nyrhilän ja Hannu Saariston kanssa edustimme Vaasan yliopistoa myös valtakunnallisissa tutkimushankkeissa sekä kansainvälisissä konferensseissa. Kaikille heistä lämmin kiitos.

Väitöstutkimukseni lujan pohjan loi työurani Salora Oy:ssä. Esimieheni, näkemykselliset johtajat Pertti Simovaara ja Martti Juva, kannustivat kehittämistoimissa ja antoivat liikkumatilaa. Yhteistyöni laaturapäällikkö Matti Köykän kanssa oli saumatonta. Kiitokset heille.

Jatko-opiskelun mahdollisesti merkittävilta osin yhteistyö teollisuusyritysten kanssa tutkimus- ja kehittämistoimissa. Toimitusjohtajat Veijo Karppinen ja Jorma Terentjeff antoivat mahdollisuudet näihin osallistumisiin. Erityisesti pitkäaikainen yhteistyö ja jatkuva ajatustenvaihto johtaja Jarmo Saarasen kanssa on ollut aidosti reflektiivistä. Tutkimustyössä keskustelukumppaneina ovat olleet myös johtajat Pertti Reinikainen, Mika Konu ja Stefan Råback. Kiitokset kaikille.

Tutkimustyön rahoittajia Vaasan kaupunkia, Vaasan Sähköä ja EPV Energiaa kiitän tutkimukseni mahdollistamisesta.

Perhepiirini tuki on ollut vankkumaton. Vaimollani Leenalla on ollut välttämätön tasapainottava rooli. Tyttäriltäni, jo aikuisilta Päiviltä ja Pialta, olen useasti kysynyt ensimmäisenä rehellisiä kommentteja. Lämpimät kiitokseni lähipiirilleni.





## Sisällysluettelo

ESIPUHE .....	VII
1 JOHDANTO .....	1
2 TUTKIMUSASETELMA .....	3
2.1 Kehitystilanne .....	3
2.2 Esiselvityksen päätelmiä .....	4
2.3 Tutkimuksellinen orientaatio ja sen rajoituksia .....	5
2.4 Johtoajatus ja tavoitteet .....	6
3 TUTKIMUSPROSESSI JA -METODOLOGIA .....	8
3.1 Tutkimuskysymys .....	8
3.2 Tutkimusprosessi .....	8
3.3 Tutkimustietämyksen rakentuminen .....	9
3.4 Tutkimusmenetelmät .....	9
3.4.1 Kvalitatiivinen tutkimus .....	10
3.4.2 Tapaustutkimus .....	11
3.4.3 Monitapaustutkimus .....	13
3.4.4 Hermeneuttinen tutkimusmenetelmä .....	14
3.4.4.1 Hermeneutiikka metodologiana .....	16
3.4.4.2 Hermeneuttinen kehä .....	16
3.4.5 Konstruktiivinen tutkimusmenetelmä .....	17
3.4.6 Abduktiivinen päättely .....	20
3.4.7 Tutkimusmenetelmät kokonaisuutena .....	22
4 KÄSITEHISTORIAA, KIRJALLISUUS JA ALKUMÄÄRITYKSIÄ .....	23
4.1 Perinteisiä kuvailuja ja luonnehdintoja .....	23
4.2 Synergiasuuntauksia ja käyttötapoja .....	24
4.3 Synergiakirjallisuus .....	28
4.3.1 Bengt Karlöf .....	29
4.3.2 H. Igor Ansoff .....	30
4.3.3 Michael E. Porter .....	33
4.3.4 Michael Goold, Andrew Campbell .....	36
4.3.5 Foss-Iversen, Osegowitsch .....	37
4.3.6 Stephen R. Covey .....	38
4.3.7 Strategisen tutkimuksen neuvosto, Euroopan parlamentin ja neuvoston päätös .....	39
4.3.8 Tasapainotettu mittaristo (BSC Balanced Score Card) .....	40
4.4 Synergian esittämistapoja .....	40
4.4.1 Kanon malli .....	40
4.4.2 Timanttimalli .....	42
4.5 Synergisiä piirteitä .....	43
4.6 Ehdotettu uusi synergian määritelmä .....	44
5 SYSTEEMIAJATTELU JA AIKAPERSPEKTIIVI .....	45
5.1 Systeemiajattelu .....	45

5.1.1	Systeemiajattelun perusteita .....	46
5.1.2	Systeemiaanalyysin ja -suunnittelun perusnäkökulmat .....	51
5.1.3	Systeemityyppejä ja luokitteluja .....	52
5.1.4	Laaja-alaiset systeemiset muutokset .....	53
5.1.5	Uusia systeemiä työkaluja.....	54
5.1.6	Systeemiäly.....	55
5.2	Systeemiajattelun hyödyntäminen energia-alalla ja synergiatutkimuksessa .....	55
5.3	Aikaprospektiivi.....	56
5.3.1	Pitkät aallot.....	58
5.3.2	Teollisuus 4.0 .....	58
5.3.3	Ennakointimenetelmiä.....	59
6	ENERGIA-ALA JA TEOLLISET YRITYKSET TUTKIMUSKENTTÄNÄ.....	61
6.1	Energia ja energia-ala .....	61
6.1.1	Tekniikan kehityksen taustat ja tärkeimmät läpimurrot .....	61
6.1.2	Luonnontieteiden kehitys .....	63
6.1.3	Energiatekniikan perusinnovaatioita.....	65
6.1.3.1	Höyrykone .....	65
6.1.3.2	Polttomootorit .....	66
6.1.3.3	Sähkögeneraattorit ja moottorit .....	66
6.1.3.4	Vaihtovirtajärjestelmä .....	67
6.1.3.5	Voimansiirron kehitys Suomessa.....	68
6.1.4	Energialähteiden kehitysvaiheita .....	69
6.2	Kokonaisvaikutuksia.....	69
6.2.1	Energia-käsitteen vakiintuminen.....	69
6.2.2	Teolliset vallankumoukset.....	70
6.2.3	Sähkön tulo Suomeen .....	70
6.2.4	Yhteiskunnallinen vaikuttavuus .....	71
6.3	Teolliset yritykset toimintaympäristönä .....	72
6.3.1	Klusteritutkimus .....	73
6.3.2	Verkostoituminen .....	73
7	VIITEKEHYS JA PERUSDIMENSIOT .....	76
7.1	Aiheuttaminen.....	77
7.2	Tulokset.....	78
7.3	Dynamiikka .....	79
7.4	Konteksti.....	80
7.5	Synergian selityserustojen rakentuminen.....	82
8	SYNERGISET PERUSTYYPPIRYHMÄT JA NIIDEN SELITYSPERUSTAT.....	83
8.1	Luontainen synergia .....	83
8.2	Yhden perussyyn synergia-ilmiot .....	85
8.2.1	Esimerkkityyppejä.....	85
8.2.2	Standardointi ja standardit.....	86
8.3	Useamman syyn synergiat .....	88
8.3.1	Kulttuurinen synergia.....	89
8.3.2	Esimerkkejä energia-alan synergioista.....	89

8.4	Synergiaetujen luominen BSC:n avulla.....	90
8.5	Systeemeihin liittyviä synergianäkökohtia .....	93
8.5.1	Synergiaa tuottavia systeemien ominaisuuksia .....	93
8.5.2	Systeemien käytön tuottamia synergiahöytyjä .....	95
8.5.2.1	Tunnettujen systeemistandardien käyttö.....	96
8.5.2.2	Kaupallisten hallinnollisten systeemien hyödyntäminen .....	96
8.5.2.3	Systeemi- integraation synergia.....	96
8.5.3	Synergiaedut systeemien luomisessa.....	97
8.6	Monisynergia.....	97
8.6.1	Teknologia synergian lähteenä .....	97
8.6.2	Merkittävien energiapäätösten synergia potentiaali ..	99
8.6.3	Verkostoituminen synergian lähteenä.....	100
8.6.4	Synergia huipputason päätöksenteossa .....	101
9	VAASAN ENERGIACLUSTERI .....	103
9.1	Historia .....	103
9.1.1	Teollistumisen varhaisvaiheet.....	104
9.1.2	Ensimmäiset konepajat .....	105
9.1.2.1	Vaasan Konepaja Oy.....	106
9.1.2.2	Onkilahden Konepaja .....	106
9.1.2.3	Muita konepajoja .....	107
9.1.2.4	Vaasan Puuvilla Oy:n moottorivalmistus .....	107
9.1.2.5	Veljekset Wickströmin moottoritehdas (Hoving 1956, Rohila 2010) .....	108
9.1.2.6	Suomen Moottoritehdas Oy.....	109
9.1.3	Teknillisen ja kaupallisen opetuksen historia Vaasassa.....	110
9.1.3.1	Teknilliset oppilaitokset (Varteva 1999).....	110
9.1.4	Kaupallisen koulutuksen alkaminen (Santonen 1989).....	112
9.1.5	Korkeakoulut ja niiden teknillinen opetus.....	113
9.1.6	Pioneeriyrityksiä ja -henkilöitä Vaasan seudulla.....	117
9.1.6.1	Vaasan Sähkö, Vaskiluodon Voima ja EPV-Energia.....	117
9.1.6.2	Wärtsilä.....	121
9.1.6.3	Wiik&Höglund/KWH .....	122
9.1.6.4	Strömberg ja ABB .....	123
9.1.7	Runsorin alueen ja yritysten kehitys .....	126
9.1.7.1	VEO- yhtiöt.....	127
9.1.7.2	VACON Group .....	127
9.1.7.3	VAMP Oy.....	128
9.1.7.4	VNT Management Oy .....	128
9.1.8	Palveluyrityksiä .....	128
9.1.8.1	VASEK .....	129
9.2	Kehityshistorian arviointia .....	130
9.3	Kehittämishankkeita .....	131
9.3.1	Innovaatiokeskittymäprofiili .....	133
9.4	EnergyVaasa- ryhmä .....	134
9.5	INKA- vaihe.....	136

9.6	Elinvoimastrategia, kasvusopimus ja AIKO .....	138
9.7	Klusterin rakenne ja nykytila lukuina .....	140
9.8	Paikallisten energiaklustereitten synergia potentiaali .....	141
10	SYNERGIAN ONTOLOGINEN JA EPISTEMOLOGINEN PERUSTA .....	144
10.1	Synergia ilmiöiden ontologia .....	144
10.2	Synergia ilmiöiden epistemologia .....	145
10.3	Ontologia- ja epistemologiatulosten synergia .....	146
11	EHDOTUKSET TULEVAISUUDEN SYNERGIATUTKIMUKSELLE .....	148
12	TULOSYHTEENVETO JA TIETEELLINEN KONTRIBUUTIO .....	149
13	TULOSTEN ARVIOINTI .....	151
13.1	Jokianalogiamallin avulla .....	151
13.2	Uusien tieteiden syntymallien avulla .....	151
13.3	Itsearviointi .....	153
14	EPILOGI .....	155
	LÄHTEET .....	156

## Kuvaluettelo

<b>Kuva 1.</b>	Tutkimusprosessin kulku.....	8
<b>Kuva 2.</b>	Tutkimustiedon käsittelyprosessi.....	9
<b>Kuva 3.</b>	Hermeneuttinen kehä. (Syrjälä ym, 1994, 125).....	17
<b>Kuva 4.</b>	Konstruktiivinen tutkimusote ja muut tutkimusotteet (Neilimo, Näsi, 1980).....	18
<b>Kuva 5.</b>	Konstruktiivisen tutkimusmenetelmän tärkeimmät elementit (Lukka 2006). ....	19
<b>Kuva 6.</b>	Abduktiivinen, induktiivinen ja deduktiivinen tutkimusote (Mitronen 2002, 120).....	21
<b>Kuva 7.</b>	Tutkimusmenetelmät synergisenä kokonaisuutena. ....	22
<b>Kuva 8.</b>	Uuden tuotemarkkina-alueen synergian arviointi.....	33
<b>Kuva 9.</b>	Esimerkki paperituotteiden arvoketjujen välisestä yhteiskäytöstä. (Porter 1985).....	35
<b>Kuva 10.</b>	Synergiapotentiaalin kasvattaminen (Goold ja Campbell 2000). ....	37
<b>Kuva 11.</b>	Coveyn seitsemän toimintatavan paradigma. (Covey 2006, 58).....	38
<b>Kuva 12.</b>	Kanon malli. (Kano 1984).....	41
<b>Kuva 13.</b>	Porterin kilpailuetutimantti vuodelta 1990. (Porter 1991)....	43
<b>Kuva 14.</b>	Systeemitasomalli.(muokattu esitelmästä Keskinen ja Maunuksela, 1998).....	47
<b>Kuva 15.</b>	V-malli (Wikipedia 2013). ....	48
<b>Kuva 16.</b>	Erik Jantschin systeemitypologia (Luukkanen 2013, 62). ....	53
<b>Kuva 17.</b>	Kondratjevian pitkien aaltojen malli (Wilenius 2012). ....	58
<b>Kuva 18.</b>	Voimansiirron kehitys Suomessa (Keskinen 1993).....	68
<b>Kuva 19.</b>	Liiketoiminnan menestyksen timanttimalli (Kamensky 2010, 28). ....	73
<b>Kuva 20.</b>	Yrityksen strategisen toimijaroolin kehitys (Ylen ym. 2010, 78). ....	75
<b>Kuva 21.</b>	Synergiailmiöiden tutkimisen viitekehys (tutkimustulos). ....	77
<b>Kuva 22.</b>	Luonnonvarojen jaottelu rajallisten varojen käytössä ja kierrätyksessä. (Pulliainen & Seiskari 2011, 9).....	84
<b>Kuva 23.</b>	Energialogistinen perusketju kehittämistoimien kontekstina. (Johansson 1997).....	85
<b>Kuva 24.</b>	Sähkö- ja telealan standardoinnin maailmanlaajuinen, eurooppalainen ja kansallinen taso (Åberg 2014, 165).....	87
<b>Kuva 25.</b>	Alkuperäinen esimerkki Balanced Scorecardista (Malmi ym. 2003, 16).....	91
<b>Kuva 26.</b>	Teknologian elinkaaren alkuvaihe (Wilenius, 2006). ....	99
<b>Kuva 27.</b>	Vaasan teollisuuden merkkimiehiä: A.A. Levon (1820-1875) ja John Wikström (1870-1959). (Hoving 1956).....	105

<b>Kuva 28.</b>	Vaasan yliopiston arkkitehtikilpailun voittanut ehdotus “Setterbergin kampa”. (Katajamäki 1997, s 112) .....	115
<b>Kuva 29.</b>	Vaasan Sähkön uudet toimitilat (Yhtiön tiedotusaineistoa)	120
<b>Kuva 30.</b>	Strömbergin ensimmäinen tuote Dynamo no 1 valmistui syksyllä 1889 ja se asennettiin Haglundin saunakiinteistöön Ratakadulle Helsinkiin. ....	123
<b>Kuva 31.</b>	Tutkijan näkemys Vaasan energiateollisuuden kehityksen päävaiheista. ....	131
<b>Kuva 32.</b>	Aluestrategian viitekehys (Harmaakorpi 2010). ....	132
<b>Kuva 33.</b>	Innovaatiokeskittymän kuvausmalli. (Viitanen & Launonen 2014) .....	134
<b>Kuva 34.</b>	EnergyVaasa-ryhmän kehittämissuunnitelma (ryhmän työpaperi, kirjoittaja saanut ryhmän jäseneltä vuonna 2013). ....	135
<b>Kuva 35.</b>	Vaasan innovaatiokeskittymän tutkimusohjelma. (Antila 2013b) .....	137
<b>Kuva 36.</b>	Vaasan yliopiston Smart systems – konsepti. ....	139
<b>Kuva 37.</b>	Paikallisen energiaklusterin rakenne (tutkijan ehdotus 2017). ....	140
<b>Kuva 38.</b>	Tutkijan ehdotus synergiatutkimuksen johtamisjärjestelmäksi. ....	148
<b>Kuva 39.</b>	Tutkijan ehdotus synergiatutkimuksen esitutkimusmalliksi. ....	148
<b>Kuva 40.</b>	Väitöstutkimuksen keskeiset tulokset. ....	149
<b>Kuva 41.</b>	Tutkijan näkemys synergiatietämyksen kasvumallista. ....	154
<b>Kuva 42.</b>	Synergiatutkimuksen tulevaisuuden vaikuttavuusalue. ....	155

## Taulukot

<b>Taulukko 1.</b>	Pohjanmaa pähkinänkuoressa (Harmaakorpi 2010, 109). ....	132
--------------------	--	-----

## Lyhenteet

ABB	Asea Brown Boveri, ruotsalais-sveitsiläinen sähkötekniikan yritys
AIKO	Alueelliset innovaatiot ja kokeilut
AVI	Aluehallintovirasto
BIPM	ransk. Bureau international des poids et mesures, Kansainvälinen paino- ja mittatoimisto, engl. International Bureau of Weights and Measures
BSC	Balanced Score Card
CCHP	Combined Cooling, Heat and Power
CEN	European Committee for Standardization
CENELEC	European Committee for Electrotechnical Standardization
CHP	Combined Heat and Power
CLEEN	Cluster for Energy and Environment, myöhemmin laajennettuna CLIC Innovation Oy:ksi
CIGRE	Council on Large Electric Systems
DEMVE	Multi-Vendor Laboratory Environment for Research and Education
EIT	Euroopan Innovaatio- ja Teknologian instituutti
EK	Elinkeinoelämän Keskusliitto
ELY	Elinkeino-, liikenne ja ympäristö
ERM	Ennakoidun rakennemuutoksen toimet, AIKOn työkalu
ETLA	Elinkeinoelämän tutkimuslaitos
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
EU	European Union
FIMECC	Finnish Metals and Engineering Competence Cluster Ltd
ICT	Information and Communication Technology
IEA	International Energy Agency, 29 maan autonominen organisaatio
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineering
EIA	Energy Information Administration, Yhdysvaltain energiaministeriön alainen laitos
EPV	Etelä-Pohjanmaan Voima, nykyään EPV Energia

INKA	Innovatiiviset kaupungit
ISO	International Standardization Organization
ITU	International Telecommunication Union, Kansainvälinen televiestintäliitto
KOKO	Vaasanseudun koheesio- ja kilpailukykyohjelma 2010-2013
kWh	kilowattitunti
KWH	Keppo, Wiik & Höglund
LNG	liquefied natural gas, nesteytetty maakaasu
NOVIA	rannikon ruotsinkielinen ammattikorkeakoulu
OSKE	Osaamiskeskus
PDM	product data management, tuotetiedon hallinta
RES	Renewable Energy Sources, uusiutuvat energialähteet
RUE	Rational Use of Energy, energian järkevä käyttö, energiatehokkuus
SFS	Suomen Standardisoimisliitto, suomalaisten standardien tunnus
SESKO	Suomen sähköteknisen alan standardointiyhdistys
SHOK	Strateginen huippuosaamiskeskittymä
SI	Systeme International d'unités, kansainvälinen mittayksikköjärjestelmä
STN	Strategisen tutkimuksen neuvosto
STUK	Säteilyturvakeskus
TEM	Työ- ja elinkeinoministeriö
TVO	Teollisuuden Voima Oy
VAMK	Vaasan ammattikorkeakoulu
VASEK	Vaasanseudun Kehitys Oy
VEBIC	Vaasa Energy Business Innovation Centre
VEI	Vaasan Energiainstituutti (Vaasan yliopiston yksikkö)
VEO	Vaasa Engineering Oy
VNT	Vacon New Technology
YIT	YIT Oyj, yhtymä, joka vuonna 2006 muodostettiin useasta yrityksestä, joista suurin oli YIT, Yleinen Insinööritoimisto



# 1 JOHDANTO

Tämä tutkimus lähti vuonna 2011 liikkeelle Vaasan yliopiston teknillisen tiedekunnan piirissä käydyistä keskusteluista ja havainnoista, että Vaasan energia-klusterista ei yli 100 vuoden kunniakkaasta historiasta huolimatta ole tehty yhteistä kokonaiskuvausta. Alkukeskusteluissa tuli esille myös tarve kuvata samalla rinnalla alkanutta alan koulutusta eri tasoilla ja myös tutkimustyötä. Paikallisen kehityksen rinnalla toivottiin kuvattavan myös alan kansallista ja kansainvälistä kehitystä. Vähitellen keskustelu laajeni myös tulevaisuuteen ja kehitysnäkymiin.

Toinen virike tutkimuksen liikkeellelähtöön ja alustavaan suunnitteluun vaikutti ratkaisevasti jo aikaisemmin saadut kokemukseni laajassa Vesikko-yhteistyöprojektissa 2006-2008. Vaasan yliopiston Teknillisen tiedekunnan kahden yksikön: tuotannon ja tietotekniikan laitosten kolme tutkijaa osallistui tähän kolmivuotiseen laajaan yhteistyöprojektiin silloisen dekaanin Matti Linnan ollessa johtoryhmän jäsenenä. Projekti oli TKK:n kahden yksikön aloitteesta syntynyt ja niiden ohjaama (Sähkönjakelu ja Vesihuolto) sekä Kuopion yliopiston, Kansanterveyslaitoksen ja Vaasan yliopiston yhteinen projekti, jossa pääaiheena oli energia- ja vesihuoltojen synergia potentiaalın kartoitus. Mukana oli myös useita energia- ja vesihuoltolaitoksia sekä YIT. Osaprojektien, seminaarien ja eri osapuolten haastattelujen sekä kirjallisuuskartoituksen tulokset kirjattiin loppuraporttiin (Aksela ym. 2008). Vaasan yliopiston päärooli oli selvittää synergiaa koskeva tutkimuksen nykytilanne, menetelmiä, käytäntöjä ja mahdollisuuksia yleisesti, eri toimialueilla sekä erityisesti vesi- ja energiahuollon alueilla. Tarkastelukohteina oli laaja skaala kokemuksia ja näkemyksiä arkipäivän fyysisistä toimenpiteistä korkeimman tason infrastruktuurien synergiaetuihin. Loppuraporttiin sisällytetty Vaasan yliopiston 16 sivun osuutta voi perustellusti pitää tämän tutkimuksen kannalta esiselvityksenä. Tätä projektia voidaan pitää välttämättömänä, jotta olisi ollut edellytyksiä ryhtyä näin laajan ja vaativan alueen syvällisempään tutkimukseen.

Suunnittelu- ja valmisteluvaihe päättyi keväällä 2012 teknilliselle tiedekunnalle esitettyyn hakemukseen, jossa työnimenä oli ”Paikallisen energiaklusterin synergia potentiaali”.

Alkuvaiheissa synergisten tapausten tutkimisessa pääasiallisesti käytetyssä hermeneuttisessa tutkimusmenetelmässä on määritelty termi esiyymmärrys, joka tarkoittaa tutkimuksen alkuun mennessä tutkijalle tai tutkimusryhmälle kertynyttä tietämystä ja kokemusta sekä näkemyksiä. Tässä tapauksessa tutkijan 40 vuoden monipuolinen työkokemus: teollisuudessa (yhteensä 12 vuotta), koulu-

tussuunnittelusta (kurssitoimenjohtajana 5 vuotta, 1982-87) ja opetuksesta teknillisissä oppilaitoksissa (Oulun teknillinen oppilaitos 1972-74 ja Vaasan ammattikorkeakoulu 1987-98) sekä opetuksesta ja tutkimuksesta Vaasan yliopistossa (10 vuotta) ovat antaneet vahvan empiirisen pohjan. Yhteistyö ja tutkimus energia- ja elektroniikkayritysten kanssa jatkui opetustehtävän ohella ja johti lisensiaattitutkimukseen, jonka teema oli Elektroniikkayritysten teknologiajohtaminen. Tutkimusta tuki myös osallistuminen TEKESin teknologiaohjelmien tutkimusprojekteihin elektroniikan ja energian alueilla.

Tutkimuksen edistyessä kirjallisuuteen perehtymisellä sekä synergisiä tyyppitapauksia kartoittamalla ja analysoimalla kävi ilmeiseksi, että synergiatutkimuksen rajaaminen vain yhteen paikalliseen toimialaan ei ole tarkoituksenmukainen. Parempi ratkaisu on tutkia koko energia-alaa ja muitakin kuin paikallisten yritysten ja laitosten kokemuksia. Toisaalta mahdollisuus hahmottaa koko aihepiiri ja sen mukana tutkijan ambitiotaso alkoi nousta, kun kahden alkuvuoden kartoitusten ja analyysien jälkeen tapahtui käänteentekevä oivallus. Tämän mukaan synergia- aihepiiriä olisi lähestyttävä ilmiöiden pohjalta.

Tutkimus siirtyi nyt uusille urille. Kun synergia-asioiden tutkimuksen suhteen vahvistui vähitellen jo Vesikko- projektin kuluessa syntynyt epäily, että se ottaa vasta ensiaskeleita. Oli mentävä juuriin ja lähdettävä uudelta pohjalta luomaan kokonaan uusi ja laajentunut katsantokanta. Samanaikaisesti tutkijalle oli muodostunut normatiivinen käsitys, että synergiatutkimus on rakennettava pitkällä aikavälillä monitieteiseksi aihepiirin tavattoman kirjavuuden ja moninaisuuden vuoksi. Ratkaisumalliin löytyi kaksi tukipylvästä. Muutamissa yrityksien johtamismalleissa oli synergian luomista ja hyödyntämistä harrastettu jo muutaman vuosikymmenen ajan, mistä saisi konkreettista pohjaa. Toinen avu oli jo 1960-luvun lopulla opiskeluaikana alkanut systeemiajattelun harrastus. Niiden pohjalta alkoi tämän pioneiritutkimuksen uudelleen suunnittelu ja toteutus.

Oli välttämätöntä harkita, mikä on järkevä tavoite ja mitä on mahdollisuutta saavuttaa yhden väitöskirjatutkimuksen piirissä. Oli selvää, että tutkimus tulee olemaan varsin pitkälle itseohjautuvaa, joskin ohjaajani suhtautuivat muutokseen myönteisesti. Tutkimuksen laajentuminen monien rajapintojen kautta johti siihen, että ensimmäisen esitarkastuskierroksen jälkeen tarvittiin enemmän konvergoivaa osuutta eli tiivistämistä ja terävöitystä. Näin neljän vuoden tutkimusretki täydentyi vielä yhdellä vuodella.

## 2 TUTKIMUSASETELMA

Tämän luvun tarkoitus on vastata kysymykseen: mitä alkuehtoja, premissejä sekä lähestymistapoja tarvitaan synergiaan liittyvän tutkimuksen alkamiseksi. Tutkimuksen aihepiiri on tavattoman laaja ja moninainen, mikä edellyttää myös tiedenvälistä ajattelutapaa.

### 2.1 Kehitystilanne

Vesikko-projektin aikaiset kokemukset sekä tämän tutkimuksen suunnittelu ja täydentävät esiselvitykset on tiivistettävissä seuraaviin havaintoihin:

1. Synergiaan liittyvä yleistuntemus ja edut tunnetaan ja tunnustetaan laajasti eri alueilla. Synergiaedut ovat olleet yritysmaailmassa mm. merkittävien strategisten päätösten kuten fuusioiden, yritysostojen sekä liiketoimintayksiköiden yhteistoimintastrategioiden perusteina. Johtamis- ja organisoimistoimissa, koordinoinnissa sekä operatiivisessa toiminnassa synergiaa on hyödynnetty monipuolisesti, joskaan ei välttämättä tällä nimellä. Systemi-integraatio on eräs merkittävä synergiaetuja tuottava kehitystoimi ja se on megatrendi yrityksissä, julkisessa hallinnossa ja kaikilla yhteiskuntaelämän alueilla. Systemaattisia ja tavoitehakuksia synergian tunnistamisen ja luomisen menetelmiä on kehitetty teollisuudessa samoin kuin päätöksenteon ja arviointien menetelmiä. Synergia on jo vahvasti läsnä käytännössä ja arjessa.
2. Teoreettinen tietämys ja tutkimuksellinen puoli on systeemiajattelua ja muutamia luonnontieteitä lukuun ottamatta ”lapsen kengissä”. Uudesta tieteenalasta ei voi vielä puhua, koska alueelta ovat toistaiseksi puuttuneet kattavat yleispätevät teoriat, selityspenustat ja viitekehykset. Filosofia, kaikkien tieteiden äidiksi joskus luonnehdittu, loistaa poissaolollaan.
3. Synergiasta ei ole globaalisesti olemassa yleishakuteosta tai käsikirjaa eikä tunnustettuja ”guruja” vastaavasti kuin johtamisen ja liiketaloustieteiden eri alueilla. Missään kansainvälisissä tunnetuissa yliopistoissa ei ole muodostunut koulukuntaa, joka olisi tehnyt alueen perustutkimusta.
4. Synergiaa koskeva kirjallisuus on varsin vähäistä ja kapea-alaista. Aihepiiristä löytyy konferenssiesitelmiä ja artikkeleita kohtuullisesti. Synergia mainitaan ohimennen varsin monissa yhteyksissä, mutta enemmänkin päälle liimattuna, koska sillä on myönteinen imago.

5. Hämmästyttävien puute on, että globaalisti tunnetut teknologiatutkimusta ja -johtamista koskevat auktoriteetit ja hakuteokset (mm. Burgelman ym. 2009), eivät edes mainitse synergiaa hakusanana, vaikka teknologia laajasti ymmärrettynä sisältää verkottumisen ohella ehkä laajimman synergia-potentiaalin teollisilla toimialoilla. Kansainvälisen sähköalan yhteistyöjärjestön IEEE (International Electrical and Electronic Engineering) aineistosta löytyy kyllä runsaasti sovellutusesimerkkejä, jotka ovat enemmän raportteja kuin tutkimuksia.

## 2.2 Esiselvityksen päätelmiä

Esiselvitysten pohjalta on tehtävissä seuraavia päätelmiä

1. Synergian syntyminen ja luominen eivät ole selitettävissä pelkästään systeemijattelun käsitteillä. Lupaavia uusia tutkimuksellisia avauksia synergian kannalta on tehty mm. kulttuuritutkimuksessa, ekologiassa, biotieteissä, liikkeenjohtoteorioissa ja taloustieteissä. Synergia-ajattelun monipuolisuutta edustaa taustaselvityksissä esiin tullut kielitieteellinen kansainvälinen tutkimus, jossa myös suomalainen emeritusprofessori Pauli Saukkonen on ollut mukana.
2. Yleisesti tunnetun kriteeristön mukaan on pääteltävissä, että synergia-aihepiiristä on olemassa runsaasti dokumentoitua knowing that -tietämystä, know-how-käytäntöjä vaihtelevasti sovellutusalueittain ja knowing why-tietämystä hyvin vähän.
3. Myöhemmin tämän tutkimuksen kuluessa kasvaneen synergiatietoisuuden nojalla em. päätelmän perusteet ovat vahvistuneet. Tämä on tieteenfilosofisesti ilmaistavissa seuraavasti:

*Epistemologista tietomateriaalia, mm. olemuksellisten piirteiden kuvauksia löytyy runsaasti. Ontologisia perusteita, jotka selittäisivät kattavasti, miksi ja miten synergiaa syntyy, niitä muodostuu tai niitä luodaan, löytyy vain joiltakin osin.*

4. Edelläolevista päätelmistä oli luonnollista tehdä perustavaa laatua oleva johdopäätös: ainut reaalisesti mahdollinen perusta jatkotutkimukselle on seuraava:

*Sen on pohjauduttava arkitodellisuuteen, käytäntöihin ja kokemuksiin ts. sen on oltava empiiristä ja pohjauduttava riittävän laajaan ja monipuoliseen*

*tutkimuskontekstiin. Tutkimuksen on oltava ensisijaisesti soveltavaa, laadullista ja sen kohteina on oltava yleisimmät tyyppitapaukset.*

Luontainen valinta tutkimuskentäksi oli aluksi Vaasan alueen energiaklusteri, joka on kunniakkaan, yli satavuotiaan historian pohjalta ja pääasiassa orgaanisen kasvun tuloksena kasvanut Pohjoismaiden suurimmaksi ja elinvoimaiseksi energia-alan keskittymäksi. Myöhemmin päätettiin laajentaa tutkimuskentäksi koko energia-ala pääpainon ollessa kuitenkin yrityksissä ja paikallisessa energiaklusterissa. Tutkimuskenttää laajennettiin myös lähinnä teknologiateollisuuden parhaimmin johdettuihin yrityksiin, joiden kanssa tehdystä tutkimus- ja kehitystyöstä tutkijalla on omakohtaista kokemusta eri yhteyksissä.

## 2.3 Tutkimuksellinen orientaatio ja sen rajauksia

Alusta lähtien tutkimuksen painopisteeksi hahmottui käytännöllinen empiriapohjalle rakentuva kokonaisuutta ohjaava tutkimustapa. Tutkimuksen pääpiirre on pragmaattisuus. Pragmatismien ajattelu- ja toimintatapaa on sovellettu juuri käytännöllisessä filosofiassa ja yhteiskuntatieteissä. Tässä tutkimuksessa on viitteitä mm. alan klassikoihin Charles Sanders Peirce'en (1839-1914) ja John Dewey'hyn (1859-1952). (Niiniluoto 2002 ja 2014, Pihlström 2002, Laine ym. 2007, Kilpinen ym. 2008)

Tutkimuksen luonnehdintaan soveltuu myös englantilaisen Michael Gibbons'in tunnetuksi tekemä tapa jakaa tieteellinen tutkimus perusluonteeltaan kahteen pääryhmään ja käyttää niistä nimityksiä mode 1 ja mode 2 (Allardt 1997, Nowotny ym. 2010). Edellinen tarkoittaa lähinnä yliopistojen sisäisiä ja vertailevia tutkimuksia jälkimmäisen tarkoittaessa käytännöllisiä yhteiskunnan ja mm. talouselämän tarpeista lähteviä tutkimuksia. Tämä tutkimus on nimenomaan jälkimmäistä tyyppiä: kerätyn tieto- ja kokemusmateriaalin analysointiin, arviointiin, päättelyihin ja yhteenvetoihin nojautuvaa klusterin kehittämisen ja uudistamistarpeita palvelevaa toimintaa.

Kokonaiskuvan saamiseksi synergia-alan aihepiiristä teknisten tieteitten ja liiketaloustieteen lisäksi tarvitaan näkökulmia yhteiskuntatieteiden alueelta, käytännöllisestä filosofiasta sekä tieteen filosofiasta, historiasta ja metodologiasta. Ilmiöiden tutkimusta varten syntynyt lähinnä mannermainen eksistentiaalis-fenomenologinen hermeneuttinen ajatussuunta on ollut tarpeellinen vertailupohja. Hermeneuttisen tutkimusmenetelmän soveltamisesta on ollut konkreettista hyötyä. Vaikka fenomenologista tutkimusta ei suoraan ole voinut soveltaa synergia-ilmion tutkimiseksi, ovat lähinnä Edmund Husserlin (1859-1938) sekä mui-

den pioneerien ja muutamien suomalaisten tutkijoiden ansiokkaat teokset ja artikkelit ilmiöiden tutkimisessa kehittäneet tarvittavaa ajattelutapaa.

Vastaavasti filosofian teoksista ei löydy suoranaisia synergia- määritelmiä, mutta ne ovat olleet välillisesti hyödyksi hahmoteltaessa metodologiaa ja tutkimusfilosofiaa. Suomen Filosofisen Yhdistyksen yhden termin kollokvioiden julkaisut ja *Ajatus*-vuosikirjat ovat antaneet virikkeitä sekä teoreettisemmassa että käytännöllisessä tutkimuksessa.

Synergian moninaisuus tuottaa yhteyksiä ja rajapintoja erittäin monille alueille, mikä sinänsä on positiivista, joskin haasteellista. Sanonta ”kaikki uusi tapahtuu rajapinnoilla” on tullut tutkimuksen kuluessa usein esille. Jotta monografia olisi pysynyt kohtuullisissa rajoissa, sinänsä tärkeiden alueiden kuten innovaatioitten, kulttuurin, klusteritutkimuksen ja teknologian syvällisempi käsittely on jäänyt viitteelliseksi.

## 2.4 Johtoajatus ja tavoitteet

Tässä tutkimuksessa pääasiallisena päättelymenetelmänä sovellettava abduktiivinen päättely edellyttää tutkimusta suuntaavaa sekä valittavia tutkimusmenetelmiä ja operatiivista toimintaa ohjaavan *johtoajatuksen* määrittelyä. Toisaalta se luo pohjan myös tavoitteiden asettamiselle, tutkimuskysymyksen asettamiselle ja koko tutkimussuunnitelmalle.

Kun tutkimuksen esivaiheiden jälkeen hahmottui yleiskuva, että synergiatutkimus elää vielä esitieteellistä aikaa, ei ole järkevää ottaa tavoitteeksi näin laajalle aihepiirille hypoteesin tai teorian rakentamista vaan johtoajatuksiksi kiteytyi:

*Syngiatutkimuksessa siirrytään tieteelliseen aikaan loogisin askelin.*

Tämän tutkimuksen alkuperäisinä tavoitteina olivat

1. Kartoittaa ja kuvata energia-alan kannalta olennaisimmat ja relevantteimmat syngiatyypit ja –lajit kokonaiskuvan luomiseksi syngiapotentiaalista tarkoituksenmukaisesti ryhmiteltynä.
2. Luoda syngiakartoituksessa tarvittava geneerinen viitekehys erilaisten ja eritasoisten syngiatyyppien tutkimiseksi, kartoittaa syngiaa luonnehtivia piirteitä sekä laajentaa teoriapohjaa.
3. Hahmotella syngiaan liittyvän tutkimuksen tulevaisuutta.

Uudelleen suunnittelun jälkeen lisätavoitteiksi täsmentyivät

4. Muotoilla synergian uusi määritelmä.
5. Määritellä ontologinen ja epistemologinen perusta.

### 3 TUTKIMUSPROSESSI JA -METODOLOGIA

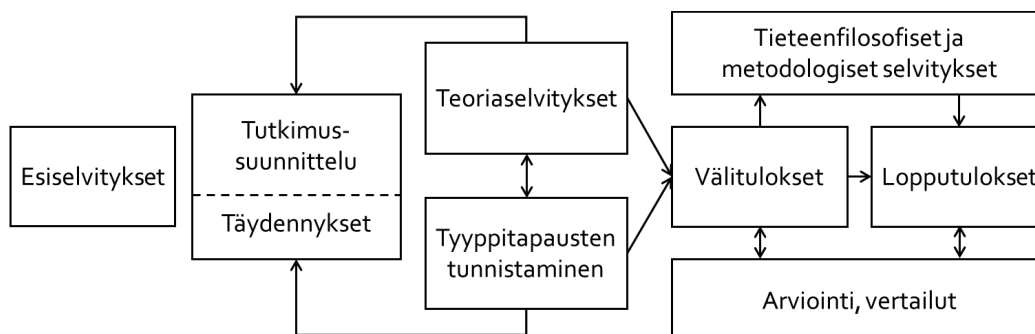
Tämän luvun tarkoitus on kuvata luvun 2 määritysten pohjalta tutkimusprosessia ja sen vaiheita kahdella eri tavalla sekä tutkimusprosessien eri vaiheissa käytettäviä eri tyyppisiä menetelmiä. Abduktiivisella päättelyllä on erittäin merkittävä rooli, joka korostuu sekä välivaiheissa että loppuosan synteisiä hahmoteltaessa. Tämän pioneeritutkimuksen ollessa kyseessä itsestään selviä lähtökohtia ovat olleet iteratiivisuus ja joustavuus menetelmien käytössä erilaisissa tyyppitapauksissa.

#### 3.1 Tutkimuskysymys

Edellä kuvatun johtoajatuksen ja tavoiteasettelun pohjalta hahmottui seuraava tutkimuskysymys: *Mistä osista synergian tutkimuksen perusta rakentuu?*

#### 3.2 Tutkimusprosessi

Tutkimuskysymyksen tavoiteasettelun ja tavoitteiden ja myöhempien tarkennusten mukaan tutkimus jäsenyi kuvan 1 mukaiseksi prosessiksi. Siinä on alkuvaiheiden jälkeen olennaista kaksi rinnakkaisessa vuorovaikutuksessa olevaa päälinjaa: empirian eli tässä tapauksessa tyyppitapausten valinta ja käsittely sekä erilliselvitykset ja sellaisten asiayhteyksien kartoitus, joissa on käytetty synergia-termiä. Suunnitelman välitulokset ovat tutkimuskysymykseen kuuluvia osia. Loppuvaihe on täydentynyt alkuperäisestä tieteenfilosofisten ja metodologisten selvitysten osalta. Prosessin perusluonne on lukuisiin palautesilmukoidenkin osoittamana ollut vahvasti iteratiivinen: lukuisia kertoja tutkimus on palannut ”lähtöruutuihin”.

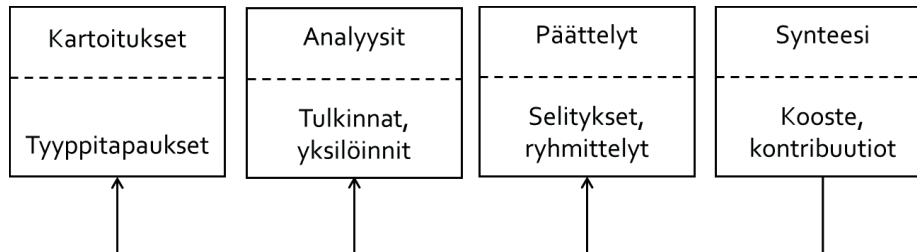


**Kuva 1.** Tutkimusprosessin kulku.



### 3.3 Tutkimustietämyksen rakentuminen

Tutkimuksen kuluessa kertyvän laajan tietomateriaalin hallitsemiseksi varauduttiin alun perin systemaattisen toimintaa ohjaavaan prosessiin kuvan 2 mukaisesti.



**Kuva 2.** Tutkimustiedon käsittelyprosessi.

Tämä prosessi on katsottava yleispäteväksi, kokemuspohjaiseksi tutkimustiedon ”jalostumisprosessiksi”. Varsinkin tässä tutkimuksessa, kun alkuvaiheissa ei ollut mielekästä sitoutua menetelmiin liian tiukasti, tämä ohjaava taustamalli oli hyödyllinen. Esiteltäessä tutkimussuunnitelmaa ko. rahoittajille tämä kaavio kiinnitti heidän huomiotaan ja kommentti oli: ”Useimpien tutkimusten tulos on päätely ja sekin on hyvä, mutta synteesi on parempi”.

### 3.4 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksen keskeinen sisältö on empiriapohjaisen aineistohankinnan avulla kartoittaa aluksi paikallisen energiaklusterin historiaa ja kehittämismahdollisuuksia sekä synergian tuottamisen alueita. Niiden pohjalta täydennettynä yrityksiä tyypillisellä synergiapotentialilla luodaan yhteenvedona synergiailmiöiden tutkimuksellinen perusta.

Alkuvaiheen perustehtävänä on kartoittaa synergiaa koskeva kirjallisuus sekä kartoittaa ja koota empiriaa tyypitapauksittain. Tutkimuksen loppuvaiheen pääsisältö on luoda tavoitteiden mukaiset lopputulokset sekä arvioida ne tunnettujen arviointimallien ja itsearviointien avulla. Alkuvaiheissa pääpaino on kvalitatiivisen tutkimuksen ja tapaustutkimuksen sekä tulkinnallisella hermeneuttisella menetelmällä yksilöidä valitut tapaukset. Loppuvaiheissa kyseiset tyypitapaukset luokitellaan (taksonomia) relevantteihin ryhmiin selityspohjaisiin sekä luodaan ontologisten ja siihen läheisesti liittyvän epistemologisten määrittelyihin nojautuen luja ja kestävä perusta. Näiden määrittelyjen pohjalta luonnostellaan ehdotukset esitutkimusmallista ja johtamisjärjestelmästä tulevaisuuden synergiatutkimusta varten.

Koko tutkimusprosessin läpi eri vaiheissa koossa pitävänä menetelmänä on abduktiivinen päättely. Tutkimus sisältää alkuvaiheissa pienempiä synteesejä ja loppuvaiheissa kokonaissynteesin, joiden luomista ohjataan konstruktiiivisella tutkimusotteella. Tutkimuksen etenemistä voi luonnehtia siten, että alkuosa on eksplanatiivista eli selittävää ja loppuosa normatiivista eli suosittavaa (“näin voisi ja olisi hyvä tehdä”).

### 3.4.1 Kvalitatiivinen tutkimus

Peruseriaatteena kvalitatiivisessa eli laadullisessa tutkimuksessa on kuvata todellista elämää. Kvalitatiivisen tutkimuksen toisena peruseriaatteena on pyrkimys enemmän löytää tai paljastaa tosiasioita kuin todentaa jo olemassa olevia hypoteeseja tai väittämiä. Kolmantena periaatteena on pyrkimys tutkia kohdetta mahdollisimman kokonaisvaltaisesti, mikä tarkoittaa erilaisia lähestymistapoja, tarkastelutasoja ja jäsenettyjen kokonaisuuksien hahmottamista. Tähän sisältyy ajatus, että todellisuus on moninainen, vaihteleva ja usein lisäksi muuttuva. Suomalaisen kvalitatiivisen tutkimuksen pioneereja on mm. yhteiskuntatutkija Pertti Alasuutari, jonka teos *Laadullinen tutkimus* julkaistiin vuonna 1993 ja uudistettuna neljäntenä painoksena vuonna 2011 (Alasuutari 1993, 2011).

Kvantitatiivinen eli määrällinen ja kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus voidaan katsoa kaikkien alojen tutkimustoiminnan pääryhmäjaotteluksi, joka on kehittynyt ja muovautunut satojen vuosien aikana tieteenalasta ja tutkimustoiminnasta riippuen. Karkeajakoisesti voidaan todeta, että kvantitatiivisella tutkimuksella on pitempiaikaiset perinteet erityisesti luonnontieteissä. Kvalitatiivinen tutkimus alalajeineen on voimistunut ja monipuolistunut lähinnä 1900-luvun alusta lähtien yhteiskunta- ja ns. ihmistieteiden myötä. Useissa hakuteoksissa ja tutkimusoppaissa on korostettu, että nämä pääryhmät eivät ole toisiaan poissulkevia vaan täydentäviä. Kvalitatiivisen tutkimuksen vahvuuksiin kuuluu lukuisien tutkimuslajien ja –mahdollisuuksien joukko. Hirsjärven ym. valikoimassa (Hirsjärvi ym. 1998, 163), joka perustuu Teschin alun perin laatimaan luetteloon, on yhteensä 43 nimikettä. Siinä ovat mukana mm. tässäkin tutkimuksessa käytetyt hermeneutiikka, hermeneuttinen tutkimus ja tapaustutkimus. I. Dey on ihmetellyt kvalitatiiviseen tutkimukseen sisällytettyjen termien, lajien ja suuntausten lukuisuutta. Hän ihmettelee myös, onko niillä olemassa jokin ydin tai siinä määrin riittävästi yhteistä pohjaa, että voitaisiin yleensä puhua kvalitatiivisesta suuntauksesta tai jonkinlaisesta ”perheyhtäläisyydestä”. (Hirsjärvi ym. 1998, 163-164). Dey päätyy kuitenkin myönteiseen tulokseen nojautuen Teschin näkemykseen, jonka mukaan tutkimusorientaatioiden välillä on vahva perheyhtäläisyys. Tätä käsitystä tukee useissa metodikirjallisuuden teoksissa korostetut saman-

suuntaiset kvalitatiivisen tutkimuksen yhteiset piirteet. Yllämainittujen peruseräiteiden lisäksi niitä ovat mm. (Hirsjärvi ym. 1998, 165):

- ihmisten tietämystä ja kokemusta arvostetaan aineiston keräämisessä
- tutkimuksen eräs tarkoitus on paljastaa odottamattomia seikkoja, koska lähtökohtana ei useinkaan ole teorian ja hypoteesien testaaminen; sitä, mikä on tärkeää, ei määrää tutkija
- tutkimussuunnitelma muotoutuu tutkimuksen edetessä, tutkimus toteutetaan joustavasti ja suunnitelmia muutetaan olosuhteiden mukaisesti
- tapauksia käsitellään ainutlaatuisina ja tulkitaan aineistoa sen mukaisesti.

Synergiailmiöiden tutkimuksellisen perustan hahmottelussa kvalitatiivinen tutkimus peruspiirteineen ja alalajeineen on suorastaan ainoa käyttökelpoinen tutkimustapa. Kohteiden, ilmiöiden ja niiden dimensioiden ominaisuuksien ja piirteiden kuvailujen lisäksi kvalitatiivisten käsitteiden avulla voidaan vertailla, arvioida ja luokitella ko. tapauksia ja ilmiöitä. Kaikkein suurin merkitys kvalitatiivisilla käsitteillä on synergisyyttä koskeviin syvällisimpiin – ontologisiin ja epistemologisiin kysymyksiin vastaamisessa. Lisäarvoina voidaan mainita kaikkien merkittävien asioiden käännettävyys ”kvalitatiiviselle kielelle” sekä kokemus- ja elämysperäisten että esteettisten kvaliteettien ilmaisukyky.

Kvaliteettien erityisasema ilmenee myös pragmatismen perustajan C.S. Peirce’n fenomenologiamallin ”faneroskopian” kategorioissa. ”Firstness” sisältää ilmiöiden kvaliteetit, mutta niitä täydentävät toiseen ja kolmanteen kategoriaan kuuluvat faktat ja lait (Niiniluoto 2002a, 12).

### 3.4.2 Tapaustutkimus

Tapaus- eli casetutkimus on ollut jo yli sadan vuoden ajan tunnettu tutkimustapa yhteiskuntatieteiden ja luonnontieteiden alueilla. Viimeisten vuosikymmenten aikana siitä on tullut jälleen myös yksi yleisimmistä tutkimusotteista liiketaloustieteissä. Välillä (n. 1965-1990) voidaan katsoa olleen survey-tutkimuksen ja tilastollisten menetelmien valtakauden (Koskinen ym. 2005, 154). Tämän tutkimusotetyypin ydin on sen tavassa kartoittaa tapauksia ja analysoida niitä. Tapaustutkimus muodostaa kvalitatiivisen tutkimuksen kanssa tämän tutkimuksen metodologisen perustan. Kuten synergian yksi tärkeimpiä ominaispiirteitä on moninaisuus, myös tapaustutkimusta voi pitää monipuolisena ja joustavana sekä tiedon hankintamenetelmänä, että jälkikäsitteilyyn soveltuvana.

Tapaustutkimusotteen kehittäjä tanskalainen Bent Flyvberg on verrannut tapaus-tutkijaa puuseppään, jonka työkalujen määrä –ja taito käyttää niitä– karttuvat vuosien myötä (Bamberg ym. 2008, 5). Englanninkielisessä kirjallisuudessa tapaustutkimusta on pidetty sekä aineistonkeruu- että tutkimusmenetelmänä, kun taas suomalaisittain erilaisesta menetelmä-sana suppeammasta tulkinnasta johtuen tapaustutkimus määritellään toisella tavalla. Tapaustutkimus ei ole metodi vaan tutkimusote-näkemyksen ohella myös tutkimustapa ja -taito tai tutkimusstrategia (Laine ym. 2007, 9). Sen sisällä voidaan käyttää erilaisia aineistoja ja menetelmiä, sekä kvalitatiivisia että kvantitatiivisia. Tapaustutkimuksessa kohde on useimmiten tapahtuma-kulku, tapahtumasarja tai ilmiö. Kohde voi olla myös mm. yksilö, yhteisö, organisaatio, kaupunki tai sivilisaatio. Tapaustutkimuksia luonnehtivia seikkoja ovat mm. holistisuus eli kokonaisvaltainen analyysi luonnollisesti ilmenevästä tapauksesta, kiinnostus sosiaaliseen prosessiin tai prosesseihin, monenlaisten aineistojen ja menetelmien käyttö sekä tapauksen ja kontekstin rajan hämäryys.

Laadullisen tutkimuksen uranuurtajan, yhdysvaltalaisen Robert E. Staken (1995, 4) mukaan yksi tärkeimmistä kysymyksistä tapaustutkimusta tehtäessä on: mitä voimme oppia tapauksesta? Tapaustutkimukselle on ominaista, että pyritään selvittämään jotakin, mikä ei ole entuudestaan tiedossa, mutta joka vaatii lisävalaisua. Koska tapaustutkimus tarkastelee usein (ja nimenomaan tässä synergia-tutkimuksessa) monimutkaisia ja pitkään jatkuvia ilmiöitä, se soveltuu hyvin vastaamaan kysymyksiin ”miten ja miksi”. Päämääränä on lisätä ymmärrystä tutkittavasta tapauksesta ja olosuhteista, joiden lopputuloksena tapauksesta tuli sellainen kuin tuli (synergiatutkimuksessa lisähyötyjä ja –arvoja synnyttävä tai muodostava). Tapaustutkijaa ajaa usein eteenpäin tunne tai alustava tieto siitä, että tapaus on jollakin tavalla tärkeä–sen lopullinen merkitys paljastuu kuitenkin vasta tutkimuksen kuluessa (synergiatutkimuksessa vasta kuitenkin useampien tyyppitapausten analysoinnin, vertailujen ja päätelmien pohjalta tehtävän synteessin lopputulemana, joka sitten merkitseekin uuden opinalan tutkimuksellista perustaa).

Systemaattinen tapaustutkimus on tuore tutkimustapa sekä teoriaa että käytäntöä tarkasteltaessa. Sen juuret voidaan jäljittää 1800- ja 1900-lukujen vaihteen yhteiskuntatutkimukseen, antropologiaan ja etnografiseen tutkimukseen. Tunnetuimpia tapaustutkimuksen kehittäjäryhmistä on ollut amerikkalaisessa sosiologiassa vaikuttanut ns. Chicagon koulukunta. Vahvan taustatuen tälle koulukunnalle antoivat myös pragmatismifilosofoina tunnetut auktoriteetit, lähinnä toimintatutkimukseen keskittyneet John Dewey ja George H. Mead. Kansainvälisesti tunnettuja tapaustutkimuksen auktoriteetteja ovat olleet mm. Stake, Denzin (2000), Yin (2009) ja Eisenhardt (1989). Tämä käy ilmi mm. siitä, että monissa

tutkimusmenetelmiä käsittelevissä oppaissa ja ohjeissa sen käsittely on varsin vähäistä ja yksipuolista.

Tapaustutkimuksen teoriaa ja soveltamista ovat vieneet eteenpäin erityisesti yhteiskuntatutkimuksen eri lohkoilla, etnografisessa tutkimuksessa. Pohjoismaissa mm. Sjöberg ja Flyjberg. Suomessa näkyvintä toimintaa tapaustutkimuksen edistämiseksi on harjoitettu yhteiskuntatutkimuksen yhteydessä. Edelläkulkijana voidaan perustellusti pitää Tampereen yliopistoa, jonka piirissä myös fenomenologista ja laadullista tutkimusta on aktiivisimmin edistetty. Tätä osoittaa mm. se, että Tampereella perustettiin Suomen fenomenologinen instituutti helmikuussa 1992. Avainhenkilöitä ovat olleet Juha Varto ja Lauri Rauhala (Varto 1992).

Tapaustutkimusta on usein ajateltu perusluonteeltaan ”etsinnällisenä ja ”uutta löytävänä lähestymistapana, jossa vertauskuvana on ollut tutkimusmatka tai löytöretki (exploratory case studies). Tämän mukaisesti tapaustutkimuksessa on tarkoitus tuottaa uusia teoreettisia ideoita, propositioita tai hypoteeseja nojautumalla niihin syihin, jotka tuottavat tiettyjä käytäntöjä (synergiatutkimuksessa niitä synergian syntymistä/tuottamista aiheuttavia tekijöitä, kun tuloksena on synergiahyötyjä ja lisäarvoja). Tapaustutkimus voi siten myös toimia esitutkimuksena jotain laajempaa tutkimusta varten, jonka tavoitteena on tuottaa yleistyksiä kuvattavista käytännöistä. Tapaustutkimus olisi tällöin ensimmäinen askel pyrittäessä luomaan yleistyksiä ja teoriaa. (Ryan ym. 1992,115; Yin 2002). Tässä synergiatutkimuksessa pyritään valitsemaan juuri sellaisia tyyppitapauksia, jotka jo sinänsä ovat melko yleisiä ilman induktiivista päättelyäkin. Toisaalta ei pyritä luomaan suoraan hypoteeseja tai teoriaa vaan monitieteisen tutkimusalan yleiskelpoista tutkimuksellista perustaa. Eräs tapaustutkimuksen soveltamistapa on vertailla vastaavantasoisia menestyneitä ja huonosti menestyneitä liiketoimintoja ja kehitellä tältä pohjalta teoriaa (Eisenhardt 1989, 537; Hampden-Turner 1991).

### 3.4.3 Monitapaustutkimus

Monitapaustutkimuksessa (multiple case study) tutkimuksen kohteena olevaa ilmiötä kuvaavia tapauksia ja niiden piirteitä puretaan osiin ja kootaan uudelleen ylemmän abstraktion tasolla teorian kehittämiseksi. Eisenhardt (1989) esittää, että usean tapauksen tutkimukset ovat vahvoja silloin, kun pyritään luomaan teoriaa, koska useampi tapaus mahdollistaa replikoinnin. Siinä voidaan yksittäisten tapausten avulla vahvistaa joko etukäteen tai tutkimuksen kuluessa määritellyjä teoreettisia propositioita. Eisenhardtin mukaan ei ole olemassa tapausten ideaali-määrää tutkimusta kohden. Hän on havainnut, että 4-10 tapausta on toiminut hyvin tutkimuksissa, sillä alle neljän tapauksen avulla on vaikeaa tuottaa

propositioita ja yli kymmenen tapauksen kohdalla aineiston käsittely voi sen laajuuden vuoksi.

#### 3.4.4 Hermeneuttinen tutkimusmenetelmä

Hermeneuttista tutkimusmenetelmää luonnehditaan tyypillisillä sanoilla ymmärättävä ja tulkitseva. Termi hermeneutiikka pohjautuu kreikankieliseen sanaan ”hermeneuein”, mikä tarkoittaa tulkintaa (hermenetike tekhnē: tulkinnan taito). Hermeneutiikan alkuperäinen merkitys oli tekstien tulkinta ja siksi sitä pidetään raamatunselitysoopin (eksegetiikka) rinnakkaistieteenä.

Hermeneutiikan kehittymisen katsotaan muotoutuneen mannermaisena filosofiasuuntauksen jatkumona (fenomenologia-eksistentiaalisismi, hermeneutiikka) analyyttisen ja marxilaisen suuntauksen ohella kolmanneksi valtavirtaukseksi 1900-luvun jälkipuoliskolla. Martin Heideggerin julkaistua vuonna 1926 pääteoksensa *Oleminen ja aika (Sein und Zeit)* se merkitsi irtoamista oppi-isänsä Edmund Husserlin perustamasta fenomenologiasta ja hermeneutiikan syntymistä. Erilaisten suuntausten ja oppikiistojen jälkeen katsotaan Hans-Georg Gadamerin pääteoksen *Wahrheit und Methode* (suomennettu 2004 nimellä *Hermeneutiikka, Ymmärtäminen tieteissä ja filosofiassa*, 2004) ilmestyttyä vuonna 1960 hermeneutiikan vakiinnuttaneen asemansa. ”Vuosisadan mieheksi” (1900-2002) kutsutun Gadamerin pääteoksen käytännöllisimmän osan ”Teoria, tekniikka, käytäntö” alkuun on otettu Kantin pääteoksen *Kritik der reinen Vernunft* kuuluisa alkulause ”*ei ole epäilystäkään, että kaikki tietomme alkaa kokemuksen myötä*”. Tämä kertoo myös Gadamerin suuresta arvonnasta käytännön toimista saatavaa todellista tietoa ja taitoa kohtaan.

Merkittäviä vaikuttajia hermeneutiikan kehityksessä ovat olleet mm. Wilhelm Dilthey, Karl-Otto Abel sekä Jürgen Habermas. Hermeneutiikalla katsotaan olevan yhtäläisyyksiä myös uuteen ranskalaiseen suuntaukseen postmodernismiin, jonka huomattavin edustaja tällä sektorilla on kielikriitikona tunnettu Jacques Derrida.

Suomessa tunnetuimmat hermeneutiikan tutkijat ovat olleet professori Jaakko Hintikka (mm. teos *Kieli ja mieli* 1982) sekä Oulussa vierailututkija Martin Kusch, joka kirjoitti ehkä Suomessa laajimman tähänastisen kokoomakirjan aiheesta nimellä *Ymmärtämisen haaste* (Kusch 1986).

Ehkä omaperäisimmän ja kiistellyn, mutta syvällisimmän käsityksen esitti G.H. von Wright teoksessaan *Selittäminen ja ymmärtäminen* vuonna 1991 (*Explanation and understanding*). Saman teeman hän tiivisti artikkelissaan ”Moder-

ni identiteetti ja eettisyys” (von Wright 1963, 14). Siinä hän pitää tärkeänä erottaa toisistaan tietäminen ja ymmärtäminen. Tiedon kasvuna hän pitää olennaisesti uusien tosiseikkojen löytämistä, säilyttämistä ja systematisointia. Tiedon kasvua hän pitää kumulatiivisena prosessina ja eri tieteenalojen kasvavaa tietomäärää ihmiskunnan yhteisenä ominaisuutena. Sitten tekstissä on kohta, joka on ymmärryksen kannalta syvintä ydintä:

*Tiedon kytkentää totuuteen vastaa ymmärtämisen kytkentä merkitykseen. Ymmärtäminen on jonkin asian – myös käsitteen tai sanan - merkityksen ja jo tunnettujen totuuksien välisten yhteyksien tajuaamista. Tällaisia yhteyksiä ovat syy-vaikutussuhteet ja tekojen perustat motiiveissa. Ymmärrys ei ole kollektiivisesti tallennettavissa ja viestittävässä samassa mielessä kuin tieto. Se on jotain yksilöllisempää kuin tieto ja myös laajemmalle ulottuvaa. On asioita, jotka voi ymmärtää, mutta joita ei voi koontaa totuuksina.*

Heikki Kannisto selvittää artikkelissaan (Kannisto 1986, 145–243) hermeneutiikan juuria ja niiden edustajien (mm. Wittgenstein, Dilthey, Heidegger, Winch, Abel, Habermas) käsityksiä ja suuntauksia. Kannisto toteaa Gadamerin pääteoksen olleen perinteen kulminaatiokohdan 1900-luvulla. Kannisto yksilöi Gadamerin välttämättömyyttä lähteä ymmärtämään muita siitä, missä itse on ja omista käsityksistä metaforisesti tilanteen ja horisontin käsitteiden avulla:

*Määrittelemme tilanteen käsitteen siten, että se sisältää ”ympäristön”, johon näkemisemme mahdollisuudet rajoittuvat. Tilanteen käsitteeseen kuuluu siten olennaisesti horisontin käsite. Horisontti on se näkökenttä, johon sisältyy ja rajoittuu kaikki, mikä on näkyvissä jostakin paikasta. Ymmärtämisessä on... kyse prosessista, joka sulauttaa yhteen...horisontteja.*

Kannisto luonnehtii kyseessä olevan eräänlaisen hegeliläisen ”Aufhebung’in”, kohoamisen korkeampaan yleisyyteen, uuteen rikkaampaan horisonttiin, joka syntyy alkuperäisten horisonttien kumoutumisen ja yhteensulautumisen myötä. Tilanteen ja horisontin ohella Gadamerin kolmas keskeinen käsite on vaikutushistoria (Wirkungsgeschichte). Tietoisuutemme todistaa historian todellisuudesta olemalla historian vaikutusten tulosta. Kannisto toteaa vaikutuksen etenevän myös toiseen suuntaan. Ymmärryksen kohteet tarjoavat tyhjentymättömän potentiaalinen eri tulkitsijoiden aktualisoida erilaisia merkityksiä. Kannisto toteaa Gadamerin palauttaneen myös soveltamisen osaksi ymmärtämistä. Tämä näkyy Gadamerin mukaan siinä läheisessä yhteydessä, jonka hän väittää vallitsevan hermeneuttisten tieteiden ja käytännöllisen järjen (fronesis) välillä.

Tässä tutkimuksessa aivan keskeistä on ymmärtää synergiaan liittyviä ilmiöitä sekä syy- ja vaikutussuhteita. Synergia ei ole sen tyyppinen asia, että sille olisi tarkoituksenmukaista keksiä lakeja, sääntöjä ja ensisijaisesti kvantifioitavissa ja sitten loogisin päättelyin tai tilastollisin menetelmin hakea korrelaatioita. Korrelaatio ei täten ole sama asia kuin kausaalinen päättely.

Erityisen sopiva hermeneuttinen menetelmä on siksi, että sitä on luonnehdittu ”taaksepäin päättelyksi” ja tässä tutkimuksessa on suhteellisen runsaasti ”esiymmärrysaineistoa”.

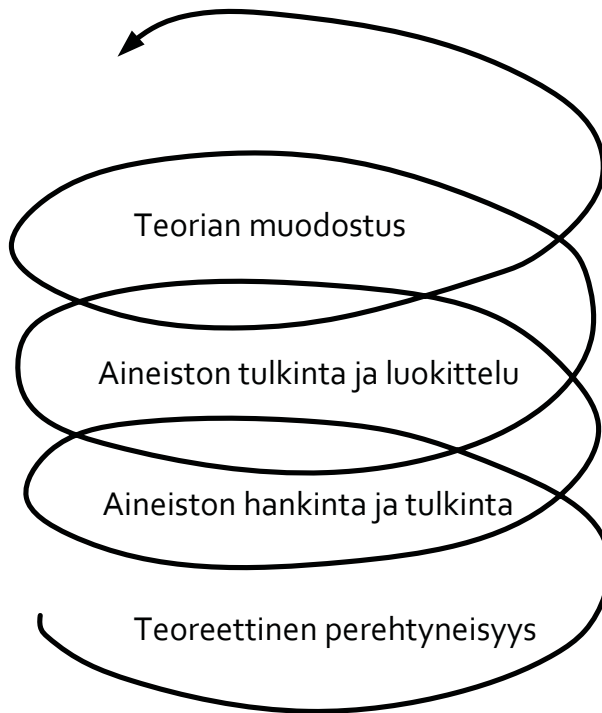
#### 3.4.4.1 Hermeneutiikka metodologiana

Hermeneutiikkaa voidaan pitää systemaattisena merkityksen tulkinnan harjoittamisena. Humanistisissa tieteissä tämä on täysin luontevaa, koska niissä erilaiset tekstit ja niiden tulkinnat ovat keskeistä tutkimusmateriaalia. Liiketaloutta ja teknisiä aiheita tutkittaessa tulkinnan sijasta on luontevampaa käyttää termiä päättely. Esimerkkejä hermeneuttisen tutkimusmenetelmän käytöstä yritysmaailmaan liittyen on mm. kahdessa väitöskirjassa (Vuorinen 2005 ja Hartikainen 2009). Päättelyssä ja johtopäätöksiensä teossa hermeneuttisessa menetelmässä voidaan perinteisten päättelyn päätyyppien induktiivisen ja deduktiivisen ohella käyttää ns. abduktiivista päättelyä. (Hartikainen 2009, 32, 33) Sen tunnetuin edustaja on C.S. Peirce (Niiniluoto 1983, 1994).

#### 3.4.4.2 Hermeneuttinen kehä

Hermeneutiikan keskeisimpiä käsitteitä on hermeneuttinen kehä. Se lähtee tietystä lähtökohdista ja palaa takaisin niiden oivaltamiseen ja ymmärtämiseen. Omien lähtökohtien ymmärtäminen vapauttaa jossakin määrin niiden rajoittavuudesta, mutta se tarkoittaa samalla, että uutena lähtökohtana ja siihen on jälleen palattava, jotta siitä voisi vapautua (Varto 1992, 69). Hermeneuttinen kehä ei ole umpeutuva kehä, jossa ei edetä mihinkään. Tutkija käy läpi aineistoaan useamman kerran koettaen vapautua esteistään ymmärtää tutkimuskohdetta. Kiertäessään kehää tutkija pääsee toisaalta koko ajan lähemmäksi tutkimuskohdettaan, toisaalta se syventää hänen itseymmärrystään. Kuva 3 esittää tätä edistymistä, jonka vuoksi tätä kuvaa voidaan nimittää myös hermeneuttiseksi spiraaliksi. Kyseinen kehä voidaan esittää myös tuotekehitysprosessiin verrattavana systemaattisten vaiheiden ketjuna. Tyypillisesti myös tutkimus- ja tuotekehitysprosessissa tarvitaan palautelenkkejä, mikä tekee prosessista ns. iteratiivisen l. askeleittain tarkentuvan.





**Kuva 3.** Hermeneuttinen kehä. (Syrjälä ym, 1994, 125)

### 3.4.5 Konstruktiivinen tutkimusmenetelmä

Konstruktiivinen tutkimus on soveltavaa tutkimusta, jota on kehitetty ja joka on saavuttanut jalansijaa tekniikan tutkimuksessa, tietojärjestelmätieteissä ja lääketieteessä (Lukka 2006, 111). Käytännössä puhutaan sekä tutkimusmenetelmästä että tutkimusotteesta, jonka suhdetta muihin tutkimusotteisiin esittää kuvan 4 mukainen metodiikkamatriisi.

	Teoreettinen	Empiirinen
Deskriptiivinen	Käsite-analyttinen tutkimusote	Nomoteettinen tutkimusote  Toiminta-analyttinen tutkimusote
Normatiivinen	Päätöksentekometodologinen tutkimusote	

**Kuva 4.** Konstruktiivinen tutkimusote ja muut tutkimusotteet (Neilimo, Näsi, 1980)

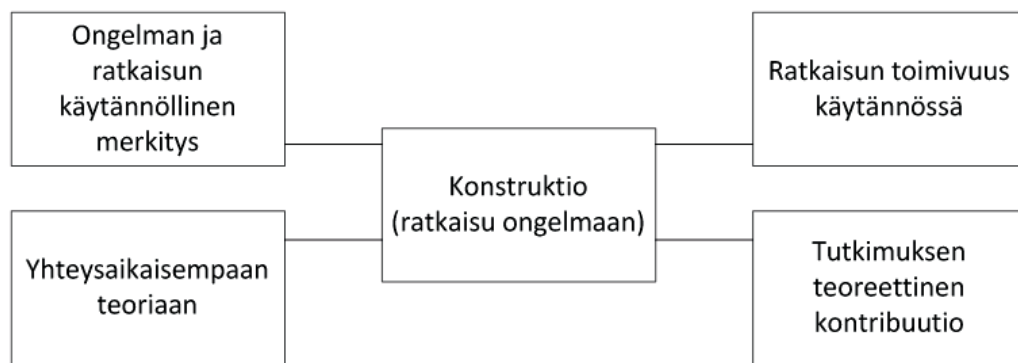
Konstruktiivinen tutkimusmenetelmä on innovatiivisia konstruktioita tuottava metodi, jolla pyritään ratkaisemaan todellisuuden ongelmia ja tällä tavoin tuottamaan kontribuutioita sille tieteenalalle, jossa sitä sovelletaan. Sen ydinkäsite (uusi) konstruktio on väljä. Sillä on suuri määrä mahdollisia toteutumia. Kaikki ihmisen luomat artefaktit – kuten mallit, kaaviot, suunnitelmat, organisaatiorakenteet, toimintastrategiat ja tietojärjestelmämallit - ovat konstruktioita. Niille on tunnusomaista, että ne eivät ole löydettyjä, vaan ne keksitään ja kehitetään. Jo olemassa olevasta poikkeavat, kehittämällä luodut konstruktioit itsessään luovat uutta todellisuutta.

Konstruktiivisen tutkimusmenetelmän ydinpiirteet (kuva 5, emt. 113) edellyttävät, että se

- keskittyy tosielämän ongelmiin, jotka koetaan käytännössä tarpeelliseksi ratkaista
- tuottaa innovatiivisen konstruktion, joka on tarkoitettu ratkaisemaan alkuperäinen ongelma
- merkitsee tutkijan ja käytännön edustajien läheistä tiimimäistä yhteistyötä, jossa tavoitteena on kokemuksellinen oppiminen kiinnittää huomiota tutkimuksen tuottamaan teoreettiseen kontribuutioon (Lukka 2000).

- konstruktiiivinen tutkimusmenetelmä on perusteiltaan selvästi normatiivista. Se on lähtökohdiltaan johtamiseen liittyvien ongelmaratkaisumenetelmien kehittämistä. Tältä osin se on sukua päätöksentekometodologiselle tutkimusmenetelmälle.

Konstruktiiivisen menetelmän tieteellisyyden ehtoja voidaan tarkastella yleisten tieteen tunnusmerkkien kuten objektiivisuus, kriittisyys ja edistyyvyys valossa. Lisäksi on otettava huomioon se, mitä erityisesti soveltavalta tieteeltä vaaditaan, jotta se olisi tieteellistä: erityisesti sitä, että tulokset ovat relevantteja, yksinkertaisia ja helppokäyttöisiä (Niiniluoto 1985). Konstruktioille itselleen olennainen pätevyys ehto on toimivuus. Siitä on tehtävissä myös teoreettisia johtopäätöksiä, kuten esimerkiksi pragmatismi -suuntauksessa C.S. Peirce on tehnyt (Kasanen ym. 1991)



**Kuva 5.** Konstruktiiivisen tutkimusmenetelmän tärkeimmät elementit (Lukka 2006).

Tieteen tuloksilta vaadittavan yleistettävyyden toteaminen tapahtuu konkreettisesti tutkimuksessa yksityisen ilmiön syvällisen ymmärryksen kautta. Suomalaisen alan pioneerien (Kasanen, Lukka, Siitonen) mielestä tässä on kyseessä sekä tekninen että hermeneuttinen ja emansipatorinen intressi (Kasanen ym. 1991).

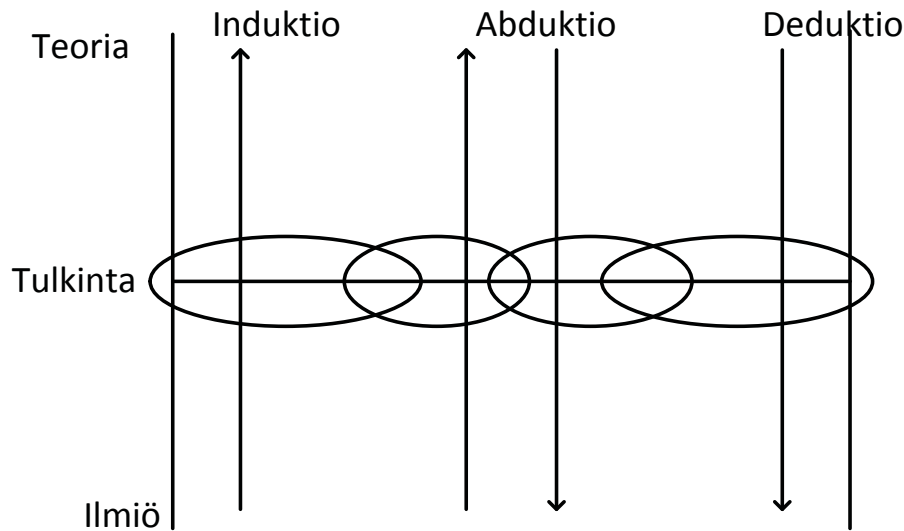
Konstruktiiivista tutkimusprosessia pidetään usein aikaa vievänä ja tutkimusprosessin läpivieminen on tutkijalle haasteellinen tehtävä. Tutkijalta edellytetään vahvaa omaa normatiivista sitoutumista. Vaativimpia konstruktiiiviset tutkimukset ovat silloin, kun alun perin ei ole määritelty sen lopputulosta vaan sen määrittely kuuluu itse prosessiin.

Tämä ohjekirjan (Kasanen ym. 1991) toteaman olen todennut useampaan kertaan osuneen asian ytimeen. Paitsi loppuvaiheissa, niin myös välivaiheissa on tarvittu ryhmistä toiseen siirryttäessä koko prosessia koossa pitävää päättelymenetelmää ja tällaiseksi osoittautui abduktiivinen päättely.

### 3.4.6 Abduktiivinen päättely

Tässä monivaiheisessa, runsaasti välivaiheita ja iteraatiokierroksia sisältäneessä tutkimuksessa on eri vaiheissa tarvittu arviointeja vertailuja, priorisointeja sekä päätelmiä ja johtopäätöksiä. Niistä voi käyttää yhteistä nimitystä reasoning (järkeily, pohdinta, päättely). Yksittäisten synergiatyyppien ja –tapausten suhteen on riittänyt samankaltaisten piirteiden tunnistus ja yleisyyteen perustuva induktiivis-painotteinen päättely. Vaativimpien tapausten käsittelyyn on tarvittu abduktiivista päättelyä. Tämän moni-ilmeisen päättelylajin ensimmäinen varsinainen luoja oli amerikkalaista filosofiasuuntausta pragmatismia edustanut Charles Sanders Peirce (1839–1914), vaikka jo Aristoteleen ajattelussa on havaittavissa vastaavia piirteitä. Peirce erotti logiikassaan ja tieteenfilosofiassaan kolme päätelyn lajia: deduktion, induktion ja abduktion (Niiniluoto 2014). Hän kutsui abduktiota nimellä hypothesis jo 1865 tarkoittaen sillä päättelyä vaikutuksista syihin ja faktoista selityksiin. Abduktiivinen päättely perustuu siihen, että uuden teorian muodostus on mahdollista vain silloin, kun havaintojen tekoon liittyy jokin johtoajatus (guiding principle). Uusi teoria ei siis synny pelkästään havaintojen pohjalta, kuten induktiivisessä päättelyssä oletetaan tapahtuvaksi (Anttila 1998). Johtoajatus voi olla luonteeltaan epämääräinen intuitiivinen käsitys tai se voi olla hyvinkin pitkälle muotoiltu hypoteesi. Sen avulla havainnot voidaan keskittää joihinkin seikkoihin tai olosuhteisiin, joiden uskotaan tuottavan uusia näkemyksiä ja ideoita sekä uutta teoriaa kyseisestä ilmiöstä. Peircen johtoajatus(-käsite) liittyy sellaiseen logiikkaan, että tosiasiat, varsinaiset ihmisen kokemukset ovat aina loogisia eikä kokemusta itsessään voi asettaa epäilyksen alaiseksi. Ainoastaan kokemuksen esittämistä yleispäteväksi kokemukseksi voidaan arvioida loogiseksi tai ei-loogiseksi.

Päättely voi rakentua inhimillisen olettamuksen varaan, mutta se voi rakentua myös varsinaisista tosiasioista, läpikäydyistä kokemuksista. Kun induktio lähtee liikkeelle empiriasta ja deduktio teoriasta, abduktiivinen päättely lähtee liikkeelle empiriasta, mutta ei torju myöskään teorian olemassaoloa kaiken taustana. Siinä voidaan käyttää tukena aikaisempaa kirjallisuutta, teorioita, mutta ei sellaiseenaan, vaan esimerkiksi inspiraation ja ideoitten lähteenä. Abduktiivista päättelyä voi pitää eräänlaisena omana välimuotona ja yhdistelmänä induktiivisesta ja deduktiivisesta päättelystä kuvan 6 esittämän periaatteen mukaan.



**Kuva 6.** Abduktiivinen, induktiivinen ja deduktiivinen tutkimusote (Mitronen 2002, 120).

Peirce julkaisi vuonna 1896 termin *abductio* 1896, joka perustuu latinaan: *ab* (pois) ja *duco* (viedä). Abduktiivisessa case-tutkimuksessa ovat kyseessä tutkijan oman ymmärryksen kokoaminen, kirjallisuuteen perehtyminen sekä empiiristen tutkimusten analysointi. Oman tapaustutkimuksen reflektointi ja taas uusi perehtyminen aiempiin tietoihin sekä havainnoiteihin tapahtuvat lomittain. Kysymys on interaktiivisesta ja kumuloituvasta oppimisprosessista, jossa esiviitekehys ja esiyymmärrys tarkentuvat tutkimuksen edetessä polveilevasti pitkin tutkijan luomia polkuja (Mitronen 2002, 120–121).

Abduktiivista päättelyä ja tutkimusotetta on luonnehdittu eri tavoin eri tutkimussektoreilla mm. seuraavasti:

- abduktio on uuden idean luomisen prosessi ja ainoa looginen toiminto, joka kehittää uuden oletuksen ja jonka avulla tuodaan uusia ideoita mukaan tutkimusprosessiin (Peirce CP 5 ja 8)
- abduktio on selitysten hakemista ongelmallisille ilmiöille, mutta sen avulla voidaan käsitellä myös tutkimuksen tekemiseen liittyviä asioita yleisellä tasolla (Paavola-Hakkarainen 2006, 269)
- abduktion voi ymmärtää paitsi päättelymallina sekä asiantuntijuuden ja kokemuksen myötä kehittyvänä ”intuitiona” myös olennaisena osana yhteisöllistä tiedonrakentamista (emt. 269-270).

Ilkka Niiniluodon mukaan (Niiniluoto 2014, 5) abduktiivinen päättely voi olla kahdenlaista, päättelyä teorioihin pyrittäessä ja päättelyä teorioista. Tässä tutki-

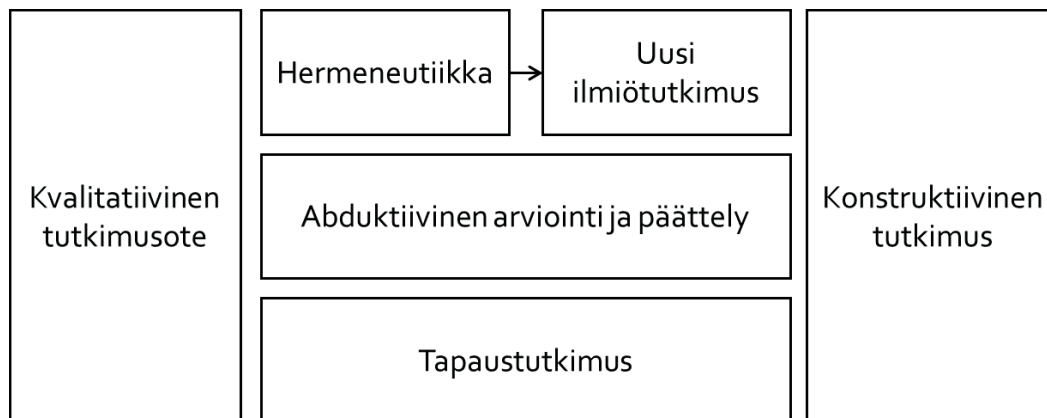
muksessa pääpaino on edellisessä, joissa etualalla on keksiminen, perustelemisen ja testaaminen.

Sami Paavola on vastaavasti todennut (Paavola 2015, 2,5), että abduktio on tutkimuksen teon ensimmäinen vaihe. Hän myös täsmentää Pasteurin tunnettua sanontaa ”sattuma suosii valmistautunutta mieltä”. Tähän sisältyy hänen mukaansa pitkäjänteisyys, pyrkimys hakea uutta, hyvä havaintokyky, pyrkimys yhdistää asioita, pienten vihjeiden huomiointi jne.

Abduktion peruspiirre on kuten hermeneuttisessakin menetelmässä päättely ”taaksepäin”, minkä avulla voidaan luoda tai todentaa jo tapahtuneita erityyppisiä ja yllättäviäkin ilmiöitä koskevia hypoteesejä. Merkittävä lisäarvo abduktiiviselle päättelylle tulee siitä, että sitä voidaan käyttää myös tulevaisuuden ennakkoinnissa (tutkijan havainto ja päättely).

### 3.4.7 Tutkimusmenetelmät kokonaisuutena

Tutkimuksen kuluessa ilmeni abduktiivisen päättelyn toinen positiivinen synerginen piirre. Sen johtoajatukseen perustuva koossapitävä, tasapainottava ja eri tilanteissa kulloinkin soveltuvan menetelmän valinta korosti tekemällä oppimista. Kuva 7 esittää tutkimusmenetelmien osalta yhteenvedona tämän väitöskirjatutkimuksen synergistä kokonaisuutta ja osa-alueita.



**Kuva 7.** Tutkimusmenetelmät synergisenä kokonaisuutena.

## 4 KÄSITEHISTORIAA, KIRJALLISUUS JA ALKUMÄÄRITYKSIÄ

Kansanomaisten synergiaa tarkoittavien ilmaisutapojen extraa, bonusta, lisäarvoa, kaksi karpästä yhdellä iskulla, lisää harteita yms.) hakuteoksissa on esitetty sekä lyhyitä että pitempiä määrittelyn tapaisia ilmaisuja ja esimerkkejä.

### 4.1 Perinteisiä kuvailuja ja luonnehdintoja

Synergia-käsite on alun perin levinnyt kaikkiin sivistyskieliin kreikan kielen yhdyssanasta synergos, joka tarkoittaa yhdessä tekemistä tai yhteistoimintaa. Toinen kreikankielinen termi synai'resis tarkoittaa yhdistämistä (Aikio & Vornanen 1986, 595). Erilaisten sanakirjojen lyhyet synergia-kuvaukset perustuvat suurelta osin näihin kahteen kreikankieliseen sanaan suoraan käännettynä. Niiden lisäksi synergiaa luonnehditaan erilaisten osien/syiden yhteisvaikutuksena. Tällöin esimerkkialueena on usein lihasten tai ihmiskehon elimien yhteistoiminta. Näkökulmaa laajentaa myös esimerkkialueena käytetty lääkeaineiden yhteisvaikutus, joka voi olla positiivisen ohella myös negatiivinen. Laajemmasta kuvailusta on esimerkki laaja-alaisessa kansainvälisten asiantuntijoiden laatimassa ja suomen-netussa teoksessa ”Uusien tieteiden sanakirja” (Ravn ym. 1997, 196-197), jossa kuvataan synergiaa eri näkökulmista. Sen mukaan: *kun kaksi tai useampi ilmiötä toimivat yhdessä ja siten saavat aikaan yhteisvaikutuksen, joka on jotain enemmän ja laadullisesti jotain muuta kuin vain toiminto ja vaikutukset erillisinä, puhutaan synergiaa. Tämän lisäksi: sanaa synergia käytettiin alun perin biologisten toimintojen yhteydessä. Synergiaa puhuttiin esimerkiksi yksilöiden symbioottisten suhteiden yhteydessä tai kuvattaessa aivojen eri osien ja toimintojen riippuvuutta toisistaan, esimerkiksi kävelyn ohjaamisessa. Synergiaa käytetään yleisesti sellaisten systeemien tunnusmerkkinä, joissa on vuorovaikutuksessa toistensa kanssa toimivia osia. Liikkeenjohdossa synergiaa on tullut kielikuva, joka tarkoittaa yhteistoiminnasta saatavaa lisäarvoa. Tämä kuvaus ilmaisee jo laajemmin alueita, joissa synergiaa on tutkittu ja hyödynnetty: biologisissa tieteissä, luonnossa, systeemijattelussa ja liikkeenjohdossa.*

Synergia-sanoilla tarkoitetaan useimmiten sen tuloshyötyjä yleisillä lisäarvo tai synergiahyöty, sen syntymistä, lähteitä, kohteita ja mekanismeja. Niinpä ne ovat levinneet kaikkialle arkikieleen sekä myös isku- ja mainoslauseisiin. Synergian olemusta ja sen lopputulosta kuvaava erittäin laajalle levinnyt tunnuslause ”kokonaisuus on enemmän kuin osiensa summa” on asetettu jopa Aristoteleen sanomaksi (Wiio 1981). Biologian, lääketieteen ja evoluutiotutkimuksen piirissä

synergia-termin käyttö alkoi lisääntyä samalla, kun systeemiajattelu sai jalansijaa myös muilla tieteen alueilla 1930- ja 1940-luvuilla.

Yritysjohtamisen, strategisen suunnittelun ja teknologiatutkimuksen piirissä termi levisi voimakkaasti 1960-luvulta lähtien. Tunnetuimmat tämän alueen kansainväliset asiantuntijat ovat olleet Igor Ansoff ja Michael Porter. Lukuisissa johtamisen koulukunnissa sitä on käytetty vaihtelevin painotuksen rinnan termin lisäarvo kanssa tarkoittaen samaa asiakokonaisuutta. Tällöin lisäarvo tarkoittaa lähes samaa kuin synergiahyöty painottaen tulosta. Toisaalta lisäarvoa ei synny pelkästään synergiaista. Yrityselämässä ja joillakin tutkimusalueilla synergiasanasto on vakiintunut ja on arkipäivän vakiotermistöä huolimatta perustutkimuksen vähäisyydestä. Verrattuna esimerkiksi innovaatio-, kulttuuri-, laatu- ja tulevaisuuskysymysten käsittelyyn synergia-alueesta ei ole systemaattista kokonaiskuvausta. Muutamista osa-alueista on kyllä syvällisiä selvityksiä, analyyseja ja raportteja, jopa metodisia malleja.

Jo Aristoteles määritteli tieteellisyyden ehdot kirjoittaessaan perustavat oppikirjat useista oman aikansa uusista tieteenaloista. Aristoteleen mukaan *meillä on havaintoihin perustuvaa ”että-tietoa” (knowing that) monista ilmiöistä, mutta tieteen on mentävä ilmiöiden taakse asioiden muuttumattomaan olemukseen. Tällainen ”miksi-tieto” (knowing why) ilmaisee tunnetun ilmiön syyn eli selityksen, joka kertoo, mistä kyseinen ilmiö koostuu, muodostuu ja syntyy sekä mitä varten se on olemassa. Selityksen esittämiseksi tarvitaan päätelmiä* (Niiniluoto 2002b, 31). Samoja tieteellisyyden ehtoja on käsitellyt myös englantilainen filosofi Gilbert Ryle 1940-luvulla. Hän pohti myös synergiaan läheisesti liittyvää emergenssi-ilmiötä (Fearn 2003a).

Aristoteleen määrittely on ollut perustana kohdan 2.2 päättelyille sekä ohjaavana yleisperiaatteena ja kriteerinä koko tälle tutkimukselle.

## 4.2 Synergiasuuntauksia ja käyttötapoja

Synergia- termillä on pitkällä aikavälillä katsoen ollut kaksi nimikettä, joilla tämän tutkimuksen tekijälle muodostuneen käsityksen mukaan on ollut enemmän haitallinen kuin hyödyllinen vaikutus synergiaan liittyvän tutkimuksen kannalta. Ne ovat *synergismi ja synergetiikka*. Niitä voisi verrata kuuluisan saksalaisen nobel-palkitun tiedemiehen Wilhelm Ostwaldin yli sata vuotta sitten itsepintaisesti ajamaan termiin energetiikka, joka ei kuitenkaan yleistynyt (Zencey 2013, 77-78).



Toinen mainituista käsitteistä on synergismi ja useimmiten sitä on käytetty lähes synonyyminä synergialle Tästä esimerkkinä erään sivistyssanakirjan mukaiset synergismin neljä merkitystä (Nurmi ym. 2003, 441, Wikipedia-täydennys):

1. kristillisessä teologiassa näkemys, josta alun perin kirkkoisät Origenes ja Augustinus käsittelivät jo 300- ja 400-luvulla sekä 1500- ja 1600-luvulla uskonpuhdistuksen aikoihin lähinnä Melanchton ja Luther olivat keskustelun osapuolina.
2. lääketieteessä samantapaisesti vaikuttavien lääkeaineiden yhteisvaikutus
3. lääketieteessä (fysiologia) myötävaikutus esimerkiksi kahden lihaksen yhteisvaikutus
4. yhteisvaikutus, -toiminta, jossa kokonaisuus on enemmän kuin osiensa summa (sama kuin synergia).

Toinen toistaiseksi vakiintumaton termi *synergetiikka* aiheuttaa myös sekaannusta. Siitä on esitetty useita toisistaan poikkeavia rajoittuneita kuvailuja. Eräs tätä käsitettä (synergetics), (Lichtenstein 2014, 67) käyttänyt henkilö on ollut Stuttgartin yliopiston teoreettisen fysiikan instituutin professori Hermann Haken teoksessaan *Synergetics* (Haken 1978). Kirjan johdanto-osan otsikoksi ja sisällyksiksi on otettu itseorganisointi fysiikassa, kemiassa ja biologiassa, siis tyypillinen luonnontieteilijän systeeminäkemys. Toinen sinänsä tunnettu ja arvostettu henkilö Buckminster Fuller (Fuller 1975), joka on ansioitunut arkkitehtuurin, tulevaisuudentutkimuksen ja systeemitieteiden alueella, on käyttänyt tätä termiä lähinnä käyttäytymistieteellisiin sovellutuksiin sekä avaruusgeometristen kappaleiden määrittelyihin.

Merkillepantavaa on, että millään filosofian alueella synergiaa ei ole käsitelty, ei edes kunnolla määritelty, vaikka sille olisi luonnollinen paikka esimerkiksi käytännöllisessä filosofiassa. Tästä puutteesta on osoituksena arvovaltainen Cambridgen filosofian 1000-sivuinen sanakirja, jossa ainoa synergia-viite on eo. *teologinen synergismi*. Synergian olennainen piirre on sama kuin systeemijattelusakin, holistisuus eli kokonaisvaltainen tarkastelutapa. Tämä tarkoittaa pyrkimystä tarkastella asioita mielekkäinä kokonaisuuksina ja kokonaisuuksien välisinä suhteina. Kuten jo hermeneuttista tutkimustapaa tarkasteltaessa kävi selville, kokonaisuuksien hahmottaminen on aina inhimilliseen kyvykkyyteen perustuvaa. Perusintressinä kaikessa synergiaan liittyvässä käytännöllisessä toiminnassa on ensisijaisesti hyödyntää synergiaa ja tarkastella sitä yhtenä resurssina, voimavarana ja kilpailukyvyn osatekijänä.

Varsin usein synergia- käsitettä käytetään irrallisena, ikään kuin päälle liimattuna otsikkona. Tästä esimerkkeinä mainittakoon mm. Jyväskylässä sijaitsevan urheiluhallin nimi ”Synergia-areena” ja Juhani Jaakkolan muistelmateoksen nimi: ”Suuntaa ja synergiaa” (1998). Jaakkolan Lappeenrannan teknillisen yliopiston rehtorina pitämistä puheista 21 vuoden aikana löytyy kyllä useita mainintoja ”synergisestä lähestymisestä, oppiaineiden synergisestä liittymisistä” jne.

Synergiaailmiön ja -tyyppien erittäin laajan ja monipuolisen kirjon selkeyttämiseksi ne ovat jaettavissa kolmeksi perusr ryhmäksi aikaperspektiivin perusteella:

- ensimmäisen ryhmän muodostavat sellaiset ilmiöt, joiden syyt ovat muotoutuneet menneisyydessä ja ovat realisoitavissa nykytilanteessa. Tällaisia ovat kulttuuriset tekijät, pitkäaikaiseen kokemukseen ja oppimiseen perustuvat syyt, vakiintuneisiin vuorovaikutussuhteisiin perustuvat syyt sekä luonnolliseen evoluutioon ja kasvukehitykseen nojautuvat syyt. Pääoman näkökulmasta tätä kokonaisuutta voidaan hyvällä syyllä nimittää *synergistiseksi peruspääomaksi*. Kaikissa tapauksissa näillä on suuri kokonaismerkitys ja niitä on syytä vaalia ja vahvistaa. Suhtautumista tämän ryhmän tekijöihin voidaan kutsua valveutuneeksi.
- toisen ryhmän muodostavat tapaukset, jotka nykytilanteessa tai lähitulevaisuudessa ovat mahdollisia sekä strategisella että taktisella ja operatiivisella tasolla johtamisessa, päätöksenteossa. Ne voivat olla systemaattisiin prosesseihin toimintoihin ja järjestelmiin ennakoitua ”sisäänrakennettuna” tai improvisoituna tilanteiden niin mahdollistaessa luoda ja hyödyntää synergiaa. Suhtautumista tämän ryhmän synergiateemoihin voitaisiin luonnehtia *tiedostavaksi, joustavaksi ja ketteräksi*, myös reagointivalmiiksi ja osin proaktiiviseksikin.
- kolmannelle ryhmälle on ominaista, että synergiaa syntyy, sitä luodaan tai sen toteutumiseksi rakennetaan erilaisia valmiuksia ja vaihtoehtoja. Suhtautumista tämän ryhmän synergia-asioihin voidaan nimittää *ennakoivaksi ja proaktiiviseksi*. Tämän ryhmän synergiatomia voidaan luonnehtia myös pääosin strategisiksi, esimerkkinä platformien sekä uusien yhteistyö- ja luottamussuhteiden sekä verkostojen rakentaminen.

Vaikka synergia on perusluonteeltaan ja hengeltään myönteistä, kaikki voittavat (win-win)- tyyppistä ajattelua, kaikki tulokset eivät ole todellisuudessa positiivisia. Synergiaharhat ovat tapauksia, joissa esimerkiksi liiketoimintoalueita ja -yksiköitä yhdistellään perustellen niitä saavutettavilla synergiaeduilla. Puutteelli-

sesti valmistellun yhdistämisen tuloksena voi syntyä kasvavia kuluja eli ns. transaktiokustannuksia ja pahimmillaan palvelun laadun heikentymistä. Vaikka yksiköiden erilaisuus luo synergian potentiaalin, käytännössä niiden erilaisuus synnyttää asenteellisen tai kulttuuriesteen synergian kehittämiseksi (Santalainen 2009, 108).

Vastaavat syyt voivat olla esteenä synergian muodostumiselle huonosti valmisteluissa yritysostoissa ja yritysten välisissä fuusioissa, kun tavoitteena on ollut synergia mm. markkinoiden laajentumisella ja tuotekehitysresurssien yhdistämisellä. Suomessa on myös liiketoiminnan ydinalueisiin keskittymisen tuloksena myyty pois ns. rönsyjä lähes ”lahjahintaan”. Synergiaa verukkeena käyttäen tehtiin aikanaan myös Strömberg Oy:n ja Kymi Oy:n fuusio, mutta todellinen perussyy oli aivan toinen: taloudellisessa ahdinkotilanteessa olevan Kymi Oy:n taloudellinen tukeminen (tutkijan kokemus, lukuisat kommentit). Vuonna 1996 muodostettiin ABB-konserni ruotsalaisesta ASEA AB:sta ja sveitsiläissaksalaisesta Brown Boweri AG:stä. Vuotta myöhemmin tapahtunut Strömberg-yksikön osto ja liittäminen osaksi ABB-konsernia on sen sijaan katsottava onnistuneeksi myös synergian näkökulmasta.

Paikallisten ja alueellisten energiayhtiöiden myyntihuuma takavuosina kuvasti lyhytnäköistä ahneutta, kun olisi pitänyt selvittää pitkäaikaisia synergisiä vaikuttavuuksia. Vaasan Sähkö Oy:täkin oltiin aikanaan innokkaasti myymässä Vattenfallille. Vattenfallin ostamasta Hämeen Sähköstä kantautui huonoja uutisia, mihin tämä aikomus lopuksi tyssäsi (luottamuksellista tietoa kerrottu tutkijalle). Esimerkkejä löytyy myös huonosti valmistelluista suurista investointipäätöksistä, joissa vaikuttavuusien selvittelyn ohella olisi ollut kartoitettava riskit ja perusedellytykset toteutumiseksi. TVO:n kolmas ydinvoimala ja Länsimetro ovat valittavia esimerkkejä moninkertaisesta *negatiivisesta synergiasta*. Tyypillisiä ongelmia ovat suunnitelmista jyrkästi kasvaneet kustannukset ja viivästyneet toteutukset. Useimmiten syinä niihin ovat mm. kokemusten puute, huono suunnittelu ja vastuuden hämärtyminen liiallisen kustannusminimoinnin vuoksi. Vastaavat kokemukset ovat tyypillisiä myös tehdaslaitoksien rakentamisessa, kun on sovellettu yksipuolisesti ns. projektinjohtourakointia (tutkijan haastattelut Vaasan ja Oulun seudun yrityksistä). Kulttuurierojen jättäminen vaille riittävää huomiota on myös ollut näissä merkittävä syy.

Edellä esitetyn toisen ryhmän osalta on erittäin tärkeää todeta eräs merkittävä seikka, mistä on runsaasti kokemuksia. Useamman lääkkeen yhteisvaikutus ei ole aina positiivinen vaan voi olla myös päinvastainen. Lääkkeillä yhdessä käytettynä voi olla erittäin haitallisia sivuvaikutuksia. Vastaavasti yrityselämässä on tapahtunut yritysten välisiä fuusioita, yritysostoja tai muita omistusjärjestelyjä, joissa

on jopa pääargumenttina olleet oletetut synergiahyödyt, joita ei kuitenkaan ole riittävästi arvioitu ja ennakoitu.

Aivan ilmiselvä puute ja rajoittuneisuus lähde-teoksissa on se, että vaikka synergia-käsitteen käyttö on alkanut systeemi-käsitteen kanssa samanaikaisesti ja samoissa yhteyksissä eli biologian ja lääketieteen piirissä, tätä yhteyttä ei ole mainittu. Tämä tiedostamaton todellinen kehityksen kulku oikeuttaa toteamaan systeemisyyden ja synergisyyden eräänlaisen epäsymmetrian:

*Synergia-ajattelun eräs osa on systeemiajattelua, mutta sen muu osa on tätä osuutta paljon laajempi. Kokonaisuus on enemmän kuin osiensa summa on sinänsä paikkansapitävä. Tutkimuksen kuluessa tämän lausuman staattisuus ja rajoittuneisuus on käynyt ilmeiseksi. Se jättää täysin huomiotta synergian syntymisen ja siihen vaikuttavat tekijät, jotka ovat tämän tutkimuksen ydinsisältö.*

Filosofian hakuteoksissa synergiaa ei ole käsitelty, ei edes kunnolla määritelty, vaikka sille olisi luonnollinen paikka esimerkiksi käytännöllisessä filosofiassa. Jo Aristoteles käytti käytännöllisestä järjestä nimitystä *fronesis* (Niiniluoto 2014), jonka alueelle synergia mitä ilmeisimmin kuuluisi. Myös skotlantilaisen filosofin Thomas Reid'in (1710-1796) lanseeraama käsite "terve järki" (*common sense*) olisi varsinkin nopeasti esille tulevissa uusissa tilanteissa oiva apu (Fearn 2003b).

### 4.3 Synergiakirjallisuus

Tässä tutkimuksessa tehdyn kirjallisuuskartoituksen perusteella voi yleiskuvana todeta, että synergia-tematiikkaa on käsitelty erittäin moninaisissa yhteyksissä eri näkökulmista. Toisaalta voi todeta, ettei kirjallisista lähteistä löydy yhtäkään kokonaan pelkästään synergia-aiheeseen liittyvää oppi- tai teoriakirjaa, jossa olisi kattavasti yleinen teoria, viitekehyksiä, tutkimusfilosofiaa tms. Termi "synergia" on sinänsä erittäin tunnettu ja paljon käytetty liikkeenjohdon kirjallisuudessa ja aikakausjulkaisuissa. Kohonnutta synergian arvostusta yrityselämässä osoittaa Suomen yrittäjälitton organisoima synergiapalvelu, mikä tarkoittaa lähinnä jäsenyritysten verkottumisen tukemista.

Tunnetuimpia ja viitatuimpia asiantuntijoita strategian ja johtamisen alueilla sekä samalla synergian alueilla ovat olleet yrityselämästä useita teoksia laatintu Bengt Karlöf sekä professorit H. Igor Ansoff ja Michael Porter.

#### 4.3.1 Bengt Karlöf

Eräs synergian määrittelyä, ominaispiirteitä ja vieroksumista pohdiskellut henkilö on ollut yrityselämän asiantuntija Bengt Karlöf. Hänen synergiatarkastelunsa lähtee biologian ja lääketieteen käyttämästä sanasta ”synergismi,” joka tarkoittaa elimistön osien välistä yhteistoimintaa. Taloustieteen kielessä Karlöfin mukaan synergialla ymmärretään strategisia etuja, jotka saavutetaan, kun konsernitason portfolioon yhdistetään kaksi tai useampia liiketoimintayksiköitä. Toiminta tehostuu joko lisääntyvän arvonmuodostuksen tai kustannusten alenemisen vuoksi. Yhteisvaikutus on suurempi kuin yksiköiden erillään toimimisen vaikutukset yhteensä. Tutkijan käsityksen mukaan tämä toteamus on lähes samaa tarkoittava kuin Ansoffin ja Porterin käsitykset. Tämä pitää periaatteessa paikkansa, mutta ei ole kattava selitys kaikille niille synergiatyypeille, joita yrityselämässä on tunnistettavissa. Sitten Karlöfin pohdiskelu päättyy paljon merkittävämpiin päätelmiin:

Monet liikkeenjohdon asiantuntijat vierastavat synergian käsitettä. Sanalle on monia vastineita, joita käytetään hieman toisistaan poikkeavissa merkityksissä.

1. strateginen vipuvaikutus
2. vuorovaikutussuhteet
3. kustannusedut
4. rationalisointiedut
5. symbioosi.

Synergiailmiöiden yhteisen tuloksen kuvaamiseen soveltuu hyvin systeemiajattelun eräs peruspiirre ”ekvifinaalisuus”. Tämä tarkoittaa sitä, että samaan lopputulokseen on monta tietä. Tässä tapauksessa synergian kohdalla voi todeta, että samaan lopputulokseen eli eri tekijöiden ja vaikutusten tuloksena syntyvä yhteisvaikutus on erittäin monien syiden tulosta. Toinen vielä yleisempi ja jo muutamissa lähteissä käytetty termi on *täydentävyys* (complementarity).

Kokonaisuuden näkemisessä hyvänä apuna on kyky nousta metatasolle, mistä ilmiöstä laajemmin tarkasteltuna voidaan käyttää nimitystä *abstrahointi* (edelleen abstraktiotasot, abstraktiotikkaat jne. (Hayakawa 1966, 172). Kuten tuotteiden kehittämissä ja kaikessa luovassa työssä tätä abstraktion kulkua on osuvasti kuvattu seuraavasti:

*Analyysin avulla ja todettujen tunnusten perusteella on yleensä mahdollista löytää ylemmän tason syy-yhteys, joka on yleisluonteisempi ja siten laajalaisempi. Tällainen menettely pienentää asian monimutkaisuutta ja tuo toisaalta esille oleelliset tunnusmerkit. Nämä taas antavat aiheen laajempialaiseen ratkaisunhakuun ja erilaisten ratkaisujen löytämiseen, kuin yksityiskohteisemmat tunnusmerkit tekevät. Tarkastelijan mielessä syntyy laajempi kuva rakenteiden järjestelmästä. Hän voi sijoittaa siihen erilaisia ratkaisumahdollisuuksia siten, että ne voi helposti palauttaa uudestaan mieleen. Abstraktio tukee täten yhtä hyvin luovia kuin myös systemaattisia ajatuskulkuja. Abstraktion avulla on myös helpompaa määritellä ongelma siten, että sen esiin nousemiseen liittyvät sattumanvaraisuudet eivät ole rajoite, ja tie on siten auki yleispätevämmälle ratkaisulle (Pahl-Beitz, 1993)*

#### 4.3.2 H. Igor Ansoff

Kansainvälisesti tunnetuimpia liikkeenjohdon asiantuntijoita 1960-luvulta lähtien kaikkialla maailmassa on ollut venäläissyntyinen (Vladivostok) H. Igor Ansoff. Väiteltään filosofian tohtoriksi 1948 Brown Universityssä hän toimi RAND Corporation'in palveluksessa kahdeksan vuoden ajan sekä Lockheed Electronics Companyn palveluksessa, kunnes siirtyi 1963 Vanderbilt Universityn (Graduate School of Management) professoriksi ja dekaaniksi Tennesseessä. Akateemisella urallaan Ansoff on osallistunut laaja-alaiseen tutkimustyöhön liittyen pääasiassa ylimmän yritysjohton päätöksentekoon, strategiseen suunnitteluun ja johtamiseen. Hänen katsotaan olleen ensimmäinen, joka hahmotti strategisen johtamisen kokonaisuuden. Siirryttyään akateemiselle uralle hän julkaisi ehkä tunnetuimman kirjansa ”Corporate Strategy” (Ansoff 1965). Jo siinä hän lanseerasi lukuisia myöhemmin vakiintuneita termejä sekä joukon peruselementtejä, joiden pohjalta hän kehitti ”yleisen strategisten päätösten teorian”.

Nämä elementit ja käsitteet olivat:

- tavoitteet (laadullisia, ensisijaisia, päämääriä)
- strategia (tuote-markkinasektori, kasvuvektori, synergia, kilpailuedut)
- nykytilanne, asemointi
- yrityksen potentiaali (mitattuna taloudellisella potentiaalilla, kustannuksilla ja kilpailumahdollisuuksilla )
- synergia,  $2+2=5$  eli yrityksen kokonaissuoritus on suurempi kuin sen osien summa.

Aikaisempiin tunnettuihin liikkeenjohdon asiantuntijoihin, kuten Alfred Sloaniin ja Peter Druckeriin verrattuna Ansoff otti käyttöön uuden termin ”synergia”. Kuten eo. luettelosta näkyy, synergia on siinä mainittu kahdesti ja erittäin korkealla prioriteetilla. Ansoff asettaa synergian jopa kilpailutekijöiden edelle. Synergian painoarvoa Ansoffin strategia-ajattelussa korostaa myös se, että hän määrittelee synergian eri tavoin monipuolisesti asiayhteydestä riippuen.

Ansoff määrittelee ja tyypittelee synergiaa mm. investointien kokonaistuoton avulla alkusynergian ja toiminnallisen synergian avulla, diversifioinnin keskeisen kriteerin avulla sekä symmetrian ja yhteisvaikutusten avulla (Ansoff 1984).

Ansoff määrittelee synergiaa pääoman tuoton eri tekijöillä:

1. Myyntisynergia Tämä saadaan aikaan, kun tuotteilla on yhteisiä jakelukanavia, yhteisiä myyntiorganisaatioita tai varastointitiloja. Täydellisentuo-  
telinjan yhteismyynnin mahdollisuudet lisäävät myyntihenkilöstön tuot-  
tavuutta. Yhteinen mainonta, myynnin edistäminen ja aikaisempi hyvä  
maine voivat kukin lisätä tuottoa.
2. Toiminnallinen synergia. Tähän päästään tuotantolaitteiden ja henkilös-  
tön korkeammalla käyttöasteella, jakamalla yleiskulut useammalle tuot-  
teelle, moniin tuotteisiin kytkeytyvillä oppimiskäyrillä ja suurilla hankin-  
tamäärillä.
3. Investointien synergia. Tämä on tuloksena saman tuotantolaitoksen yh-  
teiskäytöstä, yhteisistä raaka-ainevarannoista, tutkimus- ja kehitystulosten  
sovittamisesta useampaa tuotteeseen sekä yhteisestä perustekniikasta,  
koneista ja laitteista.
4. Johdon synergia. Johdon synergia on tärkeä kokonaisuuden kannalta. Eri  
alueilla toimivien yritysten johto joutuu vastaamaan erilaisiin strategisiin,  
organisatorisiin ja toiminnallisiin kysymyksiin. Jos johto huomaa, että  
uuden alan ongelmat ovat samankaltaisia kuin jo aiemmin ratkaistut, joh-  
to kykenee alusta lähtien toimimaan uudella tavalla voimakkaasti ja te-  
hokkaasti ohjaavana yksikkönä. Koska päteviä ylimpiä johtajia on harvas-  
sa, voi synergia tuottaa varsin positiivisia tuloksia.

Jos uuden toimialan ongelmat ovat uusia ja tuntemattomia, synergiaa ei synny. Tämän lisäksi on vaarana, että ylimmän johdon päätöksillä on negatiivinen vai-  
kutuksen erityisesti korkean teknologian alueilla. Jos esimerkiksi korkean teknologi-  
an yritys pyrkii laajentumaan tiukan kilpailun kulutushyödykkeiden aloille, ylin

johto voi tehdä vakaviakin virheitä, mikäli se pyrkii ilman aikaisempaa kokemusta vastaamaan hinnoittelusta ja mainonnasta.

Tämä esimerkki osoittaa, että yhtä hyvin johdon kuin muidenkin toimintojen synergia voi olla negatiivista tai positiivista. Yhteistyön yrittäminen tehtaassa, joka ei sovellu tuotteeseen (esimerkiksi lentokoneitehtaan käyttö alumiinisten kulutushyödykkeiden tuotantoon) tai yritys käyttää organisaatiotaan tuntemattomiin tehtäviin (esimerkiksi kulutushyödykkeitä myyneen henkilöstön käyttö teollisuuteen suunnattuun myyntiin) voi tuottaa huonompia kokonaistuloksia kuin kumpikin erikseen saisivat aikaan. Yleisjohto sopeutuu eri aloille tehokkaimmin, koska siinä useat toiminnot, kuten kirjanpito, rahoitus ja yhteiskuntasuhteet ovat varsin samanlaisia eri aloilla.

Ansoffin ajattelutavan mukaan synergiaan pyrkimistä voidaan mitata kahdella tavalla: arvioimalla yhteisestä toiminnasta aiheutuvaa kustannustasoa tuloihin tai arvioimalla nettotulojen kasvua tiettyyn investointiin. Hänen päähuomionsa on edellisessä ja siirtymisessä uusille tuotemarkkina-alueille. Niissä aikaviiveet voivat olla merkittäviä. Suotuisissa tapauksissa alkuvaiheen synergia voi olla kahdessa muodossa: rahallisina säästöinä, jotka johtuvat uuteen alaan sopivista taidoista ja ajan säästöinä pyrittäessä alalla tasapäiseen kilpailukykyyn muiden kanssa. Uudelle alalle siirryttäessä ylimmän johdon rooli on mahdollisesti tärkein synergian osatekijä, mikä on myös vaikeimmin mitattavissa.

Eräs Ansoffin näkökohta arvioitaessa synergiaa ja yhteisvaikutuksia on symmetria. Kun diversifioiva yritys voi auttaa uuden tuotantolinjan kehitystä, se voi saada itselleen huomattavia etuja. Esimerkiksi pääyhtiö voi lisätä uuden tytäryhtiön tutkimusresursseja, mutta tytäryhtiö voi myös tarjota uusia myyntikanavia pääyhtiön vanhoille tuotteille.

Vaikka kustannusten ja investointien tarkastelutavat ovat käyttökelpoisia, niillä ei täysin kateta synergian kaikkia mahdollisuuksia. Synergialla ei välttämättä pyritä alentamaan nykyisiä tuotannon yksikkökustannuksia vaan lisäämään kasvua tekemättä merkittäviä uusia investointeja. Tähän päästään, jos taidot yhdistetään uuteen tuotantokykyyn, jonka hankkiminen muuten veisi pitkän ajan ja jonka aloituskustannukset olisivat huomattavan suuret. Usein tavoiteltu joskaan ei aina saavutettu yhteisvaikutus syntyy, kun vanha ja uusi yritys yhdessä pääsevät tuotemarkkinoille, joihin kummallakaan ei yksin olisi mahdollisuuksia päästä ilman huomattavia investointeja.

Ansoff on laatinut useita menetelmiä erilaisten synergisten vaikutusten arviointiin. Niistä esimerkkinä kuvan 8 mukainen taulukko. (Ansoff 1984)



Toiminta	Vaikutukset	Kykyjen yhdistämisen vaikutukset							
		Alkuvaihe			Jatkuvatoiminta		Myynnin lisäys	Uudet tuote- ja markkina-alueet	Kokonais-synergia
		Investointi	Käyttö	Ajoitus	Investointi	Käyttö			
Yleisjohto ja rahoitus	Hyöty emoyhtiölle								
	Hyöty uudelle alueelle								
	Yhteiset mahdollisuudet								
Tutkimus ja kehitys	Hyöty emoyhtiölle								
	Hyöty uudelle alueelle								
	Yhteiset mahdollisuudet								
Markkinointi	Hyöty emoyhtiölle								
	Hyöty uudelle alueelle								
	Yhteiset mahdollisuudet								
Tuotanto	Hyöty emoyhtiölle								
	Hyöty uudelle alueelle								
	Yhteiset mahdollisuudet								

**Kuva 8.** Uuden tuotemarkkina-alueen synergian arviointi.

Myöhäisemmissä teoksissaan sekä lukuisissa artikkeleissaan Ansoff ei enää käsittele synergiaa yhtä laajasti kuin ko. perusteoksessaan. Kuitenkin voi todeta, että kukaan tunnetuista myöhempien aikojen liikkeenjohdon asiantuntijoista ei ole käsitellyt synergiaa yhtä syvällisesti ja monipuolisesti kuin Ansoff (tutkijan arvio).

#### 4.3.3 Michael E. Porter

Porter (1985a) käsittelee teoksessaan ”Competitive Advantage – Creating and Sustaining Superior Performance” synergiaa liiketoimintayksiköiden välisessä yhteiskäytössä. Hän lähtee siinä sen hetkisen kehityksen vaiheesta, jossa yritykset ovat alkaneet soveltaa kahta strategian tyyppiä: liiketoimintayksikön strategiaa ja yrityksen strategiaa.

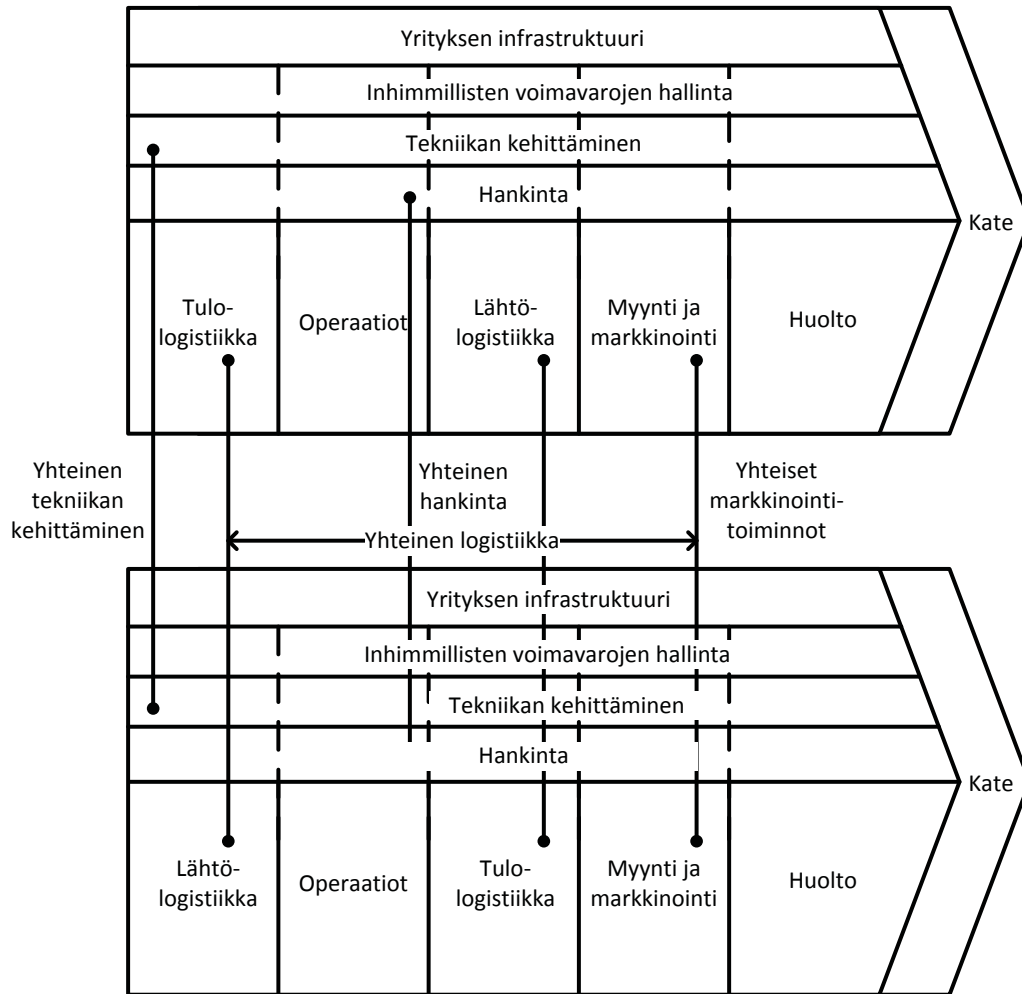
*Liiketoimintayksikön strategia* kartoittaa yrityksen toimintoja yksittäisillä toimialoilla, kun taas yrityksen strategian kohteena on liiketoimintayksiköiden muodostama portfolio. Tämän eron mukaisesti useimmat suuryritykset olivat jakaneet liiketoimintansa tiettyihin strategisiin liiketoimintayksiköihin ja ottaneet käyttöön kehitettyjä suunnittelujärjestelmiä, joiden mukaan liiketoimintayksiköt laativat suunnitelmia ylimmän johdon arvioitavaksi vuosittain tai joka toinen vuosi. Samaan aikaan yrityksen strategiaa oli alettu pitää yhä enemmän portfoliojohtamisena. Tämän kehityksen myötä oli Porterin mukaan synergian käsitettä alettu pitää joillakin tahoilla vanhentuneena. Tuolloin 1960- ja -70-luvuilla oli toteutettu laajasti yritysfuusioita ja diversifiointeja, joiden yhteydessä oli esitetty toivottavia synergia-alueita. Porterin mukaan ajatus oli todettu hyväksi, mutta se oli kuitenkin harvoin toteutunut käytännössä. Eräs syy tähän saattoi olla se, että synergian sijasta toteutettiin hajautusta. Tämän pohjalta Porter päät-

teli, että synergian epäonnistuminen johtui yritysten kyvyttömyydestä ymmärtää ja toteuttaa synergiaa eikä sinänsä käsitteen perusviasta. Silloinkin, kun yrityksillä oli ollut mahdollisuus hyödyntää synergioita, ne olivat usein epäonnistuneet siksi, ettei niillä ollut ollut synergian analysointiin tarvittavia keinoja tai ne eivät olleet kyenneet selvittämään toteutukseen liittyviä organisointiongelmia.

Ratkaisuksi näihin ongelmiin Porter otti (1985b) lähtökohdaksi lanseeraamansa differoinnin arvoketjun eri vaiheissa sekä talouden, tekniikan ja kilpailun alalla tapahtuneen kehityksen vaikutukset kilpailuetuun ja -asemaan. Hän nosti monialayritysten tärkeimmäksi strategiseksi kysymykseksi horisontaalisen, toimialojen rajat ylittävän strategian. Tällä hän tarkoitti koordinoitua yhdistelmää erillisten, mutta toisiinsa liittyvien liiketoimintayksiköiden tavoitteita ja politiikkaa ryhmän, sektorin ja koko yrityksen tasolla. Tämän ansiosta yrityksen tai ryhmän strategia on enemmän kuin yksittäisten liiketoimintayksiköitten strategioitten summa.

Horisontaalisen strategian toteuttamisessa avainasemassa ovat liiketoimintayksiköiden väliset aineelliset, aineettomat ja kilpailijasidonnaiset yhteiskäyttömahdollisuudet. Porterin silloinen perusnäkemys oli se, että voimakas yritysten kasvuvauhti oli hidastunut ja painopiste oli siirtymässä maailmanlaajuiseen kilpailuun. Tekniset muutokset ja tietojärjestelmien kehitys edistivät hänen mukaansa yhteiskäyttöä.

Kokonaisuutena synergiahyötyjä oli saavutettavissa näistä kolmesta yhteiskäytön tyypistä, mikä yhteistuloksena vahvistaa kilpailuetua. Yhteisenä työkaluna tässä voitiin käyttää Porterin lanseeraamaa arvoketjumallia, jonka käytöstä on esimerkki kuvassa 9.



**Kuva 9.** Esimerkki paperituotteiden arvoketjujen välisestä yhteiskäytöstä. (Porter 1985b)

Kokonaisuutena Porterin synergian määrittelystä voi todeta, että omalla alueellaan lähinnä suuryritysten liiketoimintayksiköiden strategioissa on ansionsa, joskaan alemman johtajuustason ja operatiivisen tason toimia enempää kuin ulkoisen yhteistyön ja verkottumisen synergiaa hän ei käsitellyt. Huomattavaa on, että Porter ei käsitellyt laajemmin osaamista ja kyvykkyyttä, oppimista kylläkin.

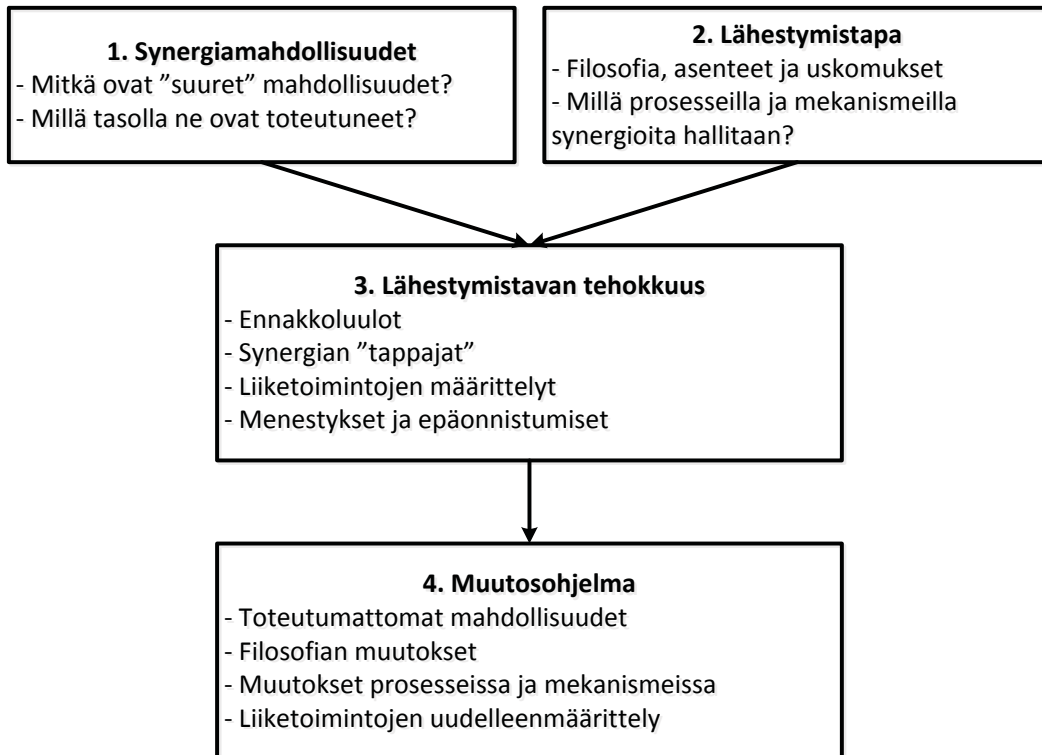
Myöhemmin tunnetut liikkeenjohdon asiantuntijat (mm. Henry Mintzberg, Gary Hamel, Labowitz & Rosansky, Doz & Kosonen) ovat käyttäneet synergia-termiä sijasta synergian olemukseen keskeisesti liittyviä termejä yhteiskäyttö, yhteensovitus, yhtenäistäminen, yhdensuuntaistaminen ja johtamisvivut.

#### 4.3.4 Michael Goold, Andrew Campbell

Englantilaiset Goold ja Campbell (2000) ovat rakentaneet 10-vuotisen kokemustensa pohjalta mallin, jota Suomessa on mm. konsulttiyritys Talent Partners hyödyntänyt.

Goold ja Campbell (2000) jakavat synergian kuuden otsikon alle. Asiantuntijuuden, tietämyksen ja osaamisen jakaminen muille yksiköille (shared know-how). Osaamisen jakamisesta esimerkkinä voidaan mainita kokeneiden työntekijöiden työtapojen ja taitojen jakaminen. Konkreettisten resurssien jakamisella (shared tangible resources) voidaan saavuttaa suuruuden ekonomian kautta saatavia etuja. Resurssien jakaminen mahdollistaa päällekkäisen työn poistamisen. Ostotilanteissa ja sidosryhmien kanssa neuvotellessa organisaatiot, erityisesti pienemmät, tarvitsevat neuvotteluvoimaa. Pienemmät organisaatiot voivat yhdistää voimansa erilaisia neuvottelutilanteita varten (pooled negotiating power). Joskus organisaatioiden tai yksiköiden välinen kilpailuasetelma aiheuttaa molemmille osapuolille haittaa. Tällöin on tarpeen miettiä strategioiden yhteensovittamista (co-ordinated synergy). Organisaatioiden sisaryksiköiden toiminnan koordinoimilla ja hallinnalla (vertical integration) voidaan hyödyntää kapasiteettia paremmin. Viimeinen synergiahyöty löytyy kokonaan uusien liiketoimintojen luomisesta (combined new business creation). Uusia liiketoimintoja voidaan luoda esimerkiksi yhdistämällä organisaation eri yksiköiden asiantuntemus.

Goold ja Campbell esittävät neljän kysymyksen muodossa viitekehyksen synergialle kuvan 10 mukaisesti. Niiden avulla voidaan selvittää toteuttamiskelpoiset synergia potentiaalit. Ensimmäiseksi on selvitettävä, mitkä ovat organisaation suurimmat synergia potentiaalit ja miten niihin on sitouduttu. Seuraavaksi on selvitettävä, miten organisaatiossa suhtaudutaan liiketoimintayksikköjen väliseen yhteistyöhön ja miten mahdollista yhteistyötä johdetaan. Kolmanneksi on selvitettävä, miten hyvin nykyiset menettelytavat (rakenteet, prosessit ja henkilöstön tuki) soveltuvat tarjolla olevien synergioiden luontiin. Viimeiseksi on selvitettävä, mitä synergian potentiaaleja tavoitellaan ja mitkä hylätään. Samalla on myös mietittävä, onko prosesseja ja mekanismeja tarpeen muuttaa.



**Kuva 10.** Synergiapotentialin kasvattaminen (Goold ja Campbell 2000).

#### 4.3.5 Foss-Iversen, Osegowitsch

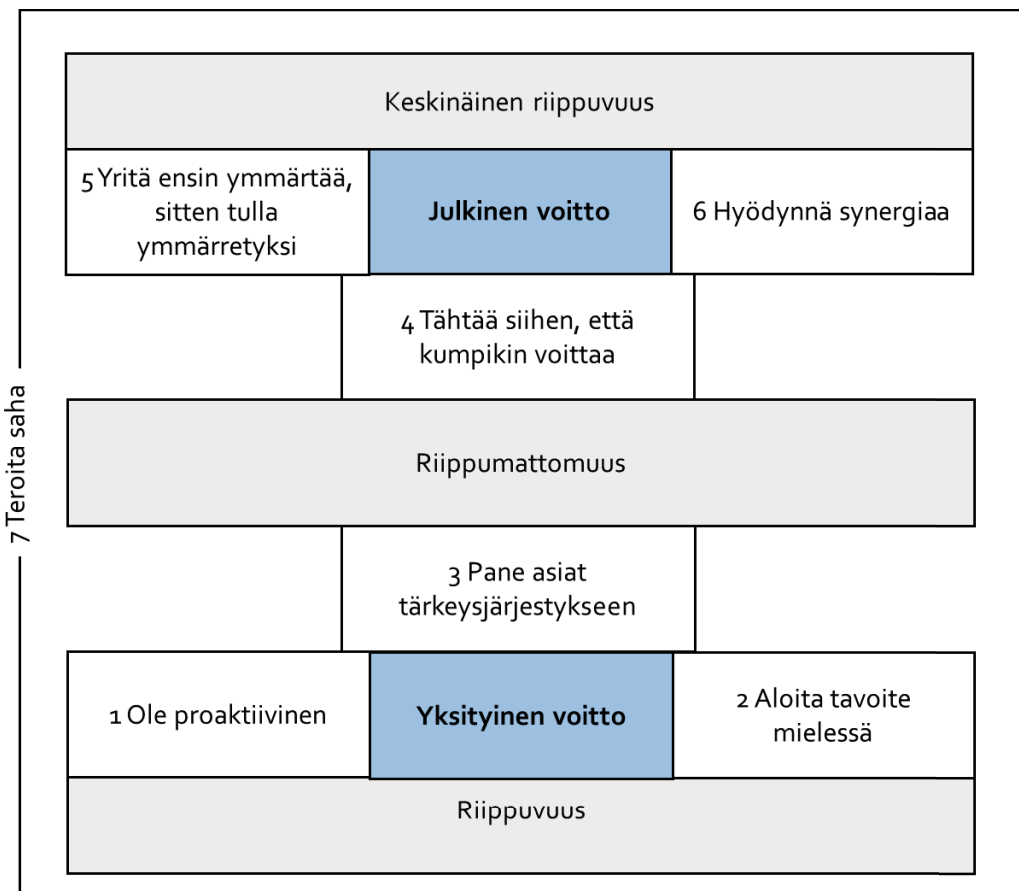
Tanskalaiset Foss ja Iversen ovat tehneet laajahkon ja monipuolisen peruskartoituksen synergiasta ja sitä käsitelleistä tunnetuista liikkeenjohdon asiantuntijoista (mm. Chandler, Porter, Teece, Pisano, Sanchez, Penrose, Wernerfelt), (Foss ja Iversen 2000). He tukeutuvat myös yo. Goold & Campbellin malliin, ydintuote- ja osaamisajatteluun (Hamel, Prahalad) sekä tuoteplatformeihin (Meyer & Utterback). Heidän Copenhagen Business School'ille tekemänsä tutkimuksen perusnäkökulma on tarkastella synergiaa strategisella tasolla resurssijattelun pohjalta ja monituotealan yritysten pääkonttorien vastuun näkökulmasta. He ottavat voimakkaan normatiivisen kannan sen suhteen, että päämajoilla on suorastaan "olemassaolon oikeutus" (raison d'être) siinä mielessä, että heidän vastuullaan on synergian luomisen potentiaali. Esimerkkiyrityksinä he käyttävät tanskalaisia suuryrityksiä Danfoss (Vaconin nykyinen omistaja) ja Bang & Olufsen. Synergiatyypit he jakavat kolmeen perusr ryhmään horisontaalinen, vertikaalinen ja ajoituksellinen.

Foss'in ja Iversenin pyrkimystä syvällisempään synergian selittämiseen osoittaa viittaus kausaaliseen selittämiseen silloin kun "on mahdotonta tunnistaa tai kontrolloida muuttujia, jotka johtavat resurssien kumuloitumiseen".

Vastaavaa synergian tutkimusta on tehnyt Thomas Osegowitsch Australiassa sak-salaisten autonvalmistajien Mercedeksen ja Volkswagenin näkökulmasta (Osegowitsch 2001). Keskeistä hänen tarkastelussaan on luoda synergiaa yhteisillä tuoteplatformeilla ja –merkeillä. Päänäkökulmana Osegowitschilla on kaksiosainen prosessi: synergia-potentiaalin tunnistaminen toteuttamisedellytyksineen ja sen toteuttaminen kyvykkyyksineen ja sitoutumisineen. Hänen mukaansa synergia-potentiaalin realisoituminen on koettu erityisen vaikeaksi silloin, kun synergiaa odotetaan syntyvän omien yksiköiden ja juuri hankittujen yksiköiden välillä.

#### 4.3.6 Stephen R. Covey

Synergian huomioonottamisesta ja sen merkityksen korostumisesta on merkinä kaksi sovellutusta. Niissä synergia on otettu strategisen arvioinnin ja päätöksen-teon yhdeksi kriteeriksi. Kuva 11 esittää Coveyn lanseeraamaa seitsemän toimintatavan paradigmaa, jossa synergian hyödyntäminen on yksi seitsemästä kuvan 11 kaavion mukaisesti.



**Kuva 11.** Coveyn seitsemän toimintatavan paradigma. (Covey 2006, 58)

Kaaviosta näkyy seitsemän toimintatavan järjestys ja niiden keskinäinen riippuvuus. Kaaviota hyödynnetään tutkittaessa sekä toimintatapojen suhteita että niiden synergiaa: miten ne keskinäisen vuorovaikutuksensa ansiosta tuottavat toisistaan uusia vahvoja muotoja, jotka lisäävät niiden arvoa. Coveyn alkuperäisteoksessa ”The 7 Habits of Highly Effective People” (1989, suomennettu 2006) on kuvattu nämä seitsemän toimintatapaa. Ydinajatus on se, että ne perustuvat menestystä tuottavaan paradigmaan ja T/TK- tasapainoon. T merkitsee siinä toivottujen tulosten tuotantoa, TK merkitsee tuotantokykyä eli kykyä ja välinettä sen toteuttamiseksi. Toimintatapaa 6, eli synergian hyödyntämistä koskevassa osassa Covey kuvaa synergiaa eri tavoin tyypillisellä yhdysvaltalaisella pontevuudella. Lähestymistapaa voi kuvata innoittuneimmaksi ja ylistävämmäksi synergia-aihepiirin kuvaukseksi, joka tässä tutkimuksessa on tullut esille. Esimerkkinä siitä on seuraava katkelma hänen teoksestaan (Covey 2006):

*Kun synergia ymmärretään oikein, se on korkeimmanasteista toimintaa, mitä voimme kuvitella: se on kaikkien muiden toimintatapojen yhteisvaikutuksen todellinen testi ja ilmentymä. Synergian korkeimpien muotojen avulla voimme voittaa elämämme suurimmat haasteet hyödyntämällä ihmisen neljää ainutlaatuista lahjaa, ”kumpikin voittaa”- periaatetta ja empaattisen kuuntelun taitoja. Tulokset ovat uskomattomia. Saamme aikaan uusia vaihtoehtoja: jotain sellaista, mitä ei aiemmin ollut olemassa...*

Covey esittää synergisen ajattelun sovelluksia useilla elämän alueilla liike-elämän ohella ja korostaa synergista kokemista useimmiten erilaisissa vuorovaikutustilanteissa. Hänen lähestymistapaansa voi nimittää sosiaalipsykologiseksi ja jopa ekologiseksi, kun hän korostaa luonnon synergisyyttä (Covey 2006, 274-298).

#### 4.3.7 Strategisen tutkimuksen neuvosto, Euroopan parlamentin ja neuvoston päätös

Suomen Akatemian hallinnoimassa Strategisen tutkimuksen neuvostossa (STN) on ollut 27.11.2014 kuulemistilaisuus kolmesta tema-alueesta:

- teknologiamurrosten hyödyntäminen ja muuttuvat instituutiot
- ilmastoneutraali ja resurssiniukka yhteiskunta
- tasa-arvo ja sen edistäminen.

Jaetussa tiedotteessa oli kyseisistä teemoista kuvaus, ratkaisuehdotuksia, liittyviä kansallisiin strategioihin, kansainväliset toimet sekä jokaisen kohdalla erikseen kohta synergiat ja tutkimukselliset lähtökohdat. Vm. kohdassa pääsisältö kussakin oli esitellä eri instituutioiden tuolloinkäynnissä ja suunnitteilla olleet

tutkimukselliset toimet (Suomen Akatemia, Tekes, SHOK'it, Sitra, Koneen säätiö ym.) Yhteisenä osana oli: ”Parhaimmillaan STN:n rahoituksella pystytään kytkeämään teeman tutkimusaiheeseen sellaista yliopistojen ja tutkimuslaitosten osaamista, joka ei aiemmin ole riittävässä määrin ollut osa kokonaisvaltaista lähestymistapaa”.

*Euroopan parlamentin ja neuvoston päätös N:o 1312/2013/EU on esimerkkinä synergian roolista huipputason päätöksenteossa, jota käsitellään luvussa 8.6.4.*

#### 4.3.8 Tasapainotettu mittaristo (BSC Balanced Score Card)

Tämä liikkeenjohdon koulukunta on soveltanut ja hyödyntänyt pisimmälle synergia-ajattelua. Tästä syystä se on valittu tässä tutkimuksessa esimerkiksi kuvaamaan synergistä tyyppitapausr ryhmää ”synergia johtamistoimissa” kohdassa 8.3.

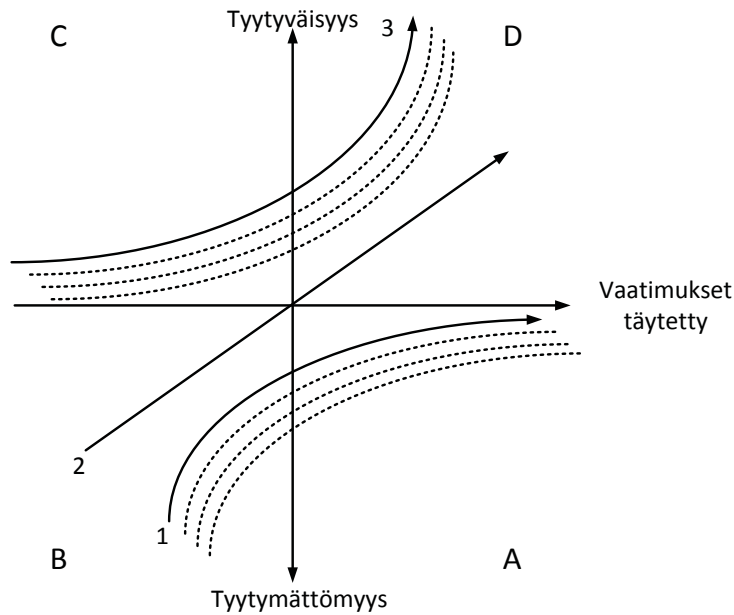
### 4.4 Synergian esittämistapoja

Synergiatutkimuksessa on mahdollista hyödyntää myös muilla alueilla käytettyjä kuvaus- ja esittämistapoja, joista seuraavassa kaksi esimerkkiä: Kanon malli ja timanttimali.

#### 4.4.1 Kanon malli

Japanilainen Noriaki Kano esitti kuvan 12 mukaisen vuonna 1984 ns. Kanon mallin. Se on samankaltainen kuin Fredrik Herzbergin työtyytyväisyyttä kuvaava ns. kaksifaktorianalyysi. Yhteistä näillä kahdella on merkitykseltään toisiaan vastaavat akselit. Niiden vaaka-akseli kuvaa odotuksia, vaatimuksia tai tavoitteita ja pystyakseli niiden täyttymistä arvioituna tyytyväisyydellä. Pystyakseli kuvaa positiivisella puolella tyytyväisyyden astetta, negatiivisella puolella tyytymättömyyttä nollakohdan ilmaistessa neutraalisuutta.





**Kuva 12.** Kanon malli. (Kano 1984)

Tämä Kanon kuvaustapa on osoittautunut erittäin käyttökelpoiseksi ja monipuoliseksi, kun laajan tietoaiteiston käsittelyn tulokset on esitettävä pelkistetysti ja havainnollisesti. Kaikkein olennaisin ja syvällisin anti tällä esittämistavalla on se, että odotusten tai vaatimusten tai tarjolla jo olevien tuotteiden ominaisuudet voidaan jakaa kahteen pääryhmään. Toiset tekijät ovat ikään kuin perusvaatimuksia ja jos ne eivät täyty, tuottavat ne tyytymättömyyttä, mutta eivät ainakaan pitkäaikaista ja kestävästä tyytyväisyyttä. Joidenkin odotusten täytyminen tuo tyytyväisyyttä ja joistakin negatiivisista tekijöistä huolimatta tuottaa positiivisen kokonaistuloksen. Niistä on käytetty mm. nimityksiä attraktiiviset (puoleensa vetävät) tekijät ja lisäarvotekijät. Kanon mallia on hyödynnetty menestyksellisesti mm. seuraavilla alueilla:

- tuotteiden laatuvaatimukset voidaan jakaa perusvaatimuksiin mm. turvallisuustekijät, tietyt suorituskyky- ja käytettävyys sekä luotettavuustekijät, jne., lisäarvotekijöitä ovat tyypillisesti design, brändi, ylellisyys- ja erottuvuustekijät
- asiakastyytyväisyyttä on työtyytyväisyyden ja ilmapiiri ohella mitattu sekä hetkellisen palvelutapahtuman onnistumisen selvittämiseksi että pitkäaikaisen kokemuksen kartoittamiseksi jakamalla tekijät tarkoituksenmukaisella tavalla ja painottaen niitä harkitusti. Näissä tutkimuksissa on todettu, että kokonaisarvosana ei ole välttämättä laskennallinen keskiarvo osatekijöistä, koska se on etupäässä tunneperäinen arviointi.

- kestokulutus- tai investointihyödykkeiden ostopäätökseen vaikuttavien tekijöiden arviointi vertailtaessa kilpailevia vaihtoehtoja. Niissä on todettu, että nämä ”must-tekijät” ovat yleensä jokseenkin samaa tasoa eivätkä ne ratkaise valintaa. Sen sijaan joku yksittäinen positiivinen tekijä voi ratkaista valinnan.

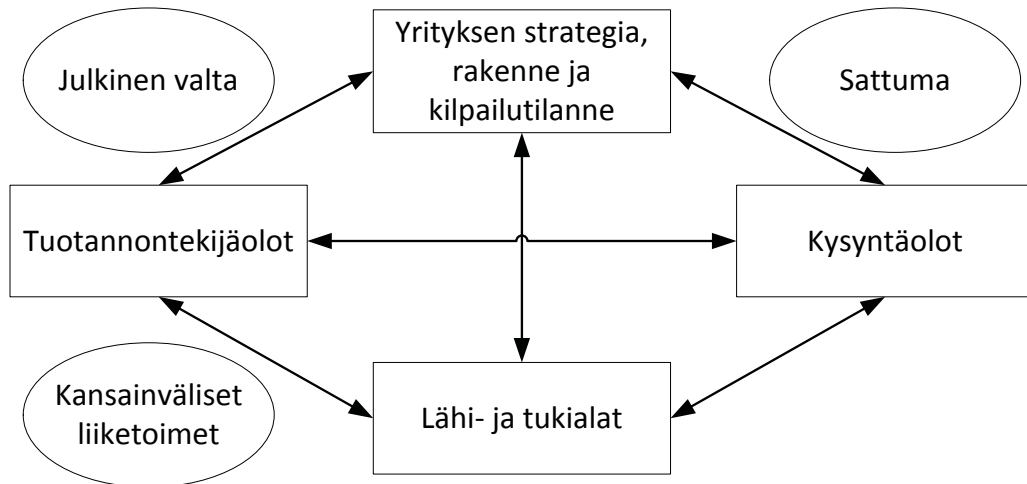
Kanon mallin käytön soveltuvuutta voidaan perustella sillä, että

- se on hyvin tunnettu menetelmä kaikkialla maailmassa ja sen käytöstä on paljon kokemusta; se on yksinkertainen, havainnollinen ja nopea käyttää
- se painottaa lopputuloksia ilmaisemalla kuitenkin riittävästi syy- ja vaikutustekijöitä
- se sopii lähinnä vertailuun ja priorisointiin; ihmiset eivät aina pysty arvioimaan absoluuttisesti asioita, mutta sen sijaan pystyvät vaihtoehtojen vertailuun sekä elämys- ja tunneperäisiin arviointeihin (Huom Blaise Pascal: Sydämellä on syynsä, joista pää ei tiedä mitään)
- odotusten ja vaatimusten ”oikeassa laidassa ” on aina tilaa, asiat ja tilanteet muuttuvat dynaamisilla toimialoilla. Myös näitä tekijöitä voi arvioida Kanon mallin avulla (tutkijan kokemukset).

Koko synergia- ja lisäarvoajattelu voidaan määritellä ja asemoida Kanon mallin perusidean mukaisesti. Kaikelle tekemiselle ja tekemisen tuloksille voidaan asettaa ikään kuin perustavoitteita ja –vaatimuksia, joiden toteutuksista syntyy tietty perusarvo. Kun suunnitelmissa, päätöksenteossa ja arvioinnissa otetaan huomioon synerginen lisäarvomahdollisuus, se mielletään positiiviseksi. Lukuisia kertoja on todettu, että paras kannustin ja motivaattori on se, kun voi itse vaikuttaa omaan työhönsä ja kehittää sitä.

#### 4.4.2 Timanttimalli

Kansainvälisesti näkyvimpiä liikkeenjohdon auktoriteetteja oli 1980- ja 1990-luvuilla Harvard Universityn professori Michael Porter. Hänen ydinkäsitteitään olivat kilpailuetu ja nk. timantti- tai pelikenttämalli (kuva 13). Porterin mallin lähtökohtana on tarkastella sitä, miten yritykset voivat aktiivisesti luoda itselleen kilpailuetua ja millaisissa oloissa nämä kilpailuedut vahvistuvat.



**Kuva 13.** Porterin kilpailuetutimantti vuodelta 1990. (Porter 1991)

Porterin mallia ja sen muunnelmia ovat käyttäneet myös Suomessa useat liikkeenjohdon konsultit mm. Mika Kamensky (Kamensky 2010). Laajin tämän perusmallin sovellutus on sen pohjalta kehitetty synergiaetujen luomismalli nk. Balanced Score Card (tasapainotettu tulosmittaristo), jota on kuvattu kohdassa 8.3.

Timanttimallin ydinperiaatteena on yksilöidä johonkin kokonaisuuteen vaikuttavat neljä päätekijää tai tekijäryhmää ja mahdollisuus niiden tasapainoiseen sekä parhaimmillaan optimoituun yhdistelmäratkaisuun eli synergiseen kokonaisratkaisuun.

Tämän tutkimuksen alkuvaiheissa tutkija oivalsi yhdeksi merkittävimmistä synergian perustekijäksi. Kun timantin nurkat valitaan luonnolliseksi vastinpariksi, niin lisäoivallus oli hahmottaa ja tulkita timantti kahden vastinparin yhdistelmänä. Lisäämällä kulmiin ”lisäpalat”, voidaan tarkastella vielä useampia synergiaa tuottavia vastinpareja.

## 4.5 Synergisiä piirteitä

Synergiatapauksien alustavien kartoitusten yhteydessä on tutkijalle hahmottunut kuva erilaisista yhteisistä piirteistä. Piirteitä voidaan muokata ja täydentää mm. uusien synergiatapauksien tunnistamisessa, tulkinnoissa ja ryhmittelyissä. Niitä voidaan hyödyntää edelleen uusien synergiatyyppeiden luomisessa ja ennakoineissa. Niitä on mahdollista myös muokata tarkistuslistojen kysymyksiksi tai päätöksenteon kriteereiksi projektien ohjauksessa. Tyypillisiä synergisiä piirteitä ovat (tutkijan yhteenvetopäätely):

1. Synergiakohteita ja –ilmiöitä kuvaavat piirteet, joiden avulla tunnistetaan ja yksilöidään erilaisia tyyppitapauksia. Niitä ovat mm. yhdistävyys, edistyyvyys, opittavuus ja kumuloituvuus
2. Operoitavuutta ja ohjattavuutta kuvaavat piirteet
3. Tavoitteita ja saavutettavuutta kuvaavat piirteet
4. Kokonaishyödynnettävyyttä ja –vaikuttavuutta kuvaavat piirteet.

## 4.6 Ehdotettu uusi synergian määritelmä

Kirjallisuuden ja tutkijan kokemusten pohjalta synergiaa olisi mahdollista lähteä tutkimaan monista lähtökohdista ja näkökulmista, joita voivat olla mm.

- tarkastelu systeemiajattelun pohjalta
- tunnettujen synergiatapausten tulosvaikutuksien tutkiminen kvantitatiivisin menetelmin esimerkiksi vaikutuksia tuottavuuden parantamiseen, laadun paranemiseen ja tasaisuuteen, läpimenoaikojen lyhenemiseen, jne.
- korrelaatioitten ja loogisten yhteyksien analyysi
- tutkimalla kausaalisten ja intentionaalisten syitä ja vaikutuksia

Nämä kaikki lähestymistavat ovat perusteltavissa ja samalla hyödyllisiä. Niitä kaikkia tarvitaan. Mikään niistä ei kuitenkaan yksinään riitä antamaan riittävän laajaa kokonaiskuvausta kyseisestä aihepiiristä ja yhdistämään em. lähestymistapoja ja luomaan yhteistä kokonaiskehystä ja pohjaa tieteellistä tutkimusta varten.

Tutkija pohti pitkään, mikä olisi sellainen synergian määrittely, joka olisi tutkimuksen etenemisen kannalta tarkoituksenmukaisin. Määrittelyn olisi luotava edellytykset tutkia hyvinkin erilaisia ja eri tasoisia olemassa olevia sekä syntyviä ja ennakoitavasti luotavia synergian syntymistapauksia. Ratkaisuksi tuli määritelmä:

*Synergia tarkoittaa synergiailmiöiden tuottamia kokonaisuutta täydentäviä, vahvistavia, mitattavia ja arvioitavissa olevia lisähyötyjä, -etuja ja –arvoja.*

Tämän kirjallisuusanalyysin ja uuden määrittelyn jälkeen seuraavassa luvussa pohditaan synergiaan liittyviä systeemiajattelua ja aikaperspektiiviä.

## 5 SYSTEEMIAJATTELU JA AIKAPERSPEKTIIVI

Synergian tutkimiseksi tarvitaan muutamia tämän aihepiirin taustoittamisen kannalta välttämättömiä, yleisesti tunnettuja ja vakiintuneita käsittelytapoja. Tämän luonteisia kuvaustapoja on käytössä lähes kaikilla tutkimusalueilla ja eri tutkimusmenetelmien yhteydessä. Ensisijaisesti tarvitaan jo vuosikymmenten ajan eri muodoissa tutkittua, kehitettyä ja hyödynnettyä systeemiajattelua kokonaisuuksien ja niiden välisten yhteyksien hahmottamiseksi. Toinen alue on kaikissa dynaamisissa ilmiöissä välttämätön aikaperspektiivi, joka jakautuu menneisyyteen, nykypäivään ja tulevaisuuteen sekä niihin kuuluvine aikakäsitteineen ja –suureineen.

### 5.1 Systeemiajattelu

Aiheellisesti voi ja pitää kysyä, mikä on se yleisin piirre tai suurin yhteinen nimitäjä, joka yhdistää synergia-ajattelun systeemiajattelun osaksi tai sen rinnakkaisalueeksi ja jonka perusteella voi tehdä muitakin päätelmiä ja johtopäätöksiä. Synergian tutkimisen kannalta eräs niistä on, että kaikki systeemiajatteluun ja –teorioihin liittyvä on myös synergiatutkimuksen ”kotisatama, josta voi lähteä tutkimusretkille sekä lähi- että vähemmän tunnetuille vieraille vesille”.

Vastaus eo. kysymykseen on luvussa 4.1 esitetty lausuma: ”Kokonaisuus on enemmän kuin osiensa summa” on merkittävin systeemiajattelun synergiaa koskeva eräänlainen perusfakta. Systeemiajattelun erään pioneerin Ludwig van Bertalanffyn omien sanojen mukaan tämän järjestelmäteorian perusnäkömyksen (järjestelmäteoria on Wiion käyttämä termi, vastaa systeemiajattelua) näkömyksen esitti jo Aristoteles aikanaan. Aristoteles jatkaa:

*Meidän täytyy voimakkaasti painottaa, että osiensa yhteyttä suurempi järjestyminen tai organisoituminen tai järjestelmä – kun osia tarkastellaan erikseen – ei ole mikään metafyyysinen ilmiö tai ihmiskeskeistä taikauskoa tai filosofista spekulointia; se on havaintoihin perustuva tosiasia, jonka kohtaa katsoessaan eläviä organismeja, sosiaalista ryhmää tai jopa atomia” (Wiio 1981, 11).*

Kokonaisuus on enemmän kuin sen osat olisi parempi, koska summa-termi voi viedä helposti harhateille. Parempi tapa olisi kertoa tuo summa esimerkiksi jollakin synergiaa tarkoittavalla kertoimella, joka voisi myös koostua useammasta osasta (tutkijan päättely).

### 5.1.1 Systeemiajattelun perusteita

Eräs määritelmä systeemiteoriasta on ”oppi, jossa tutkimuksen kohdetta tarkastellaan kokonaisuutena. Kohde koostuu keskenään vuorovaikutuksessa olevista osista tai tekijöistä ja voi olla vuorovaikutuksessa ympäristönsä kanssa”. Yleinen systeemiteoria etsii säännönmukaisuuksia fyysikaalisista, biologisista ja sosiaalisista systeemeistä. Epävirallisemmin systeemiteoria tunnetaan systeemiajatteluna, joka korostaa kokonaisuutta, synteesiä ja kontekstia (tutkijan käsitys).

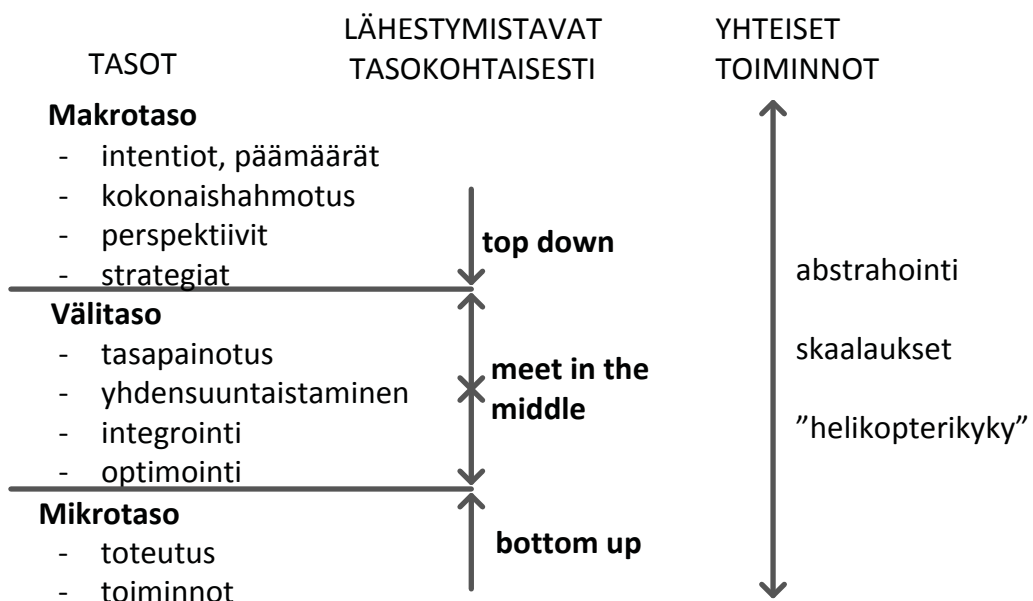
Systeemiajattelusta ja -teoriasta on esitetty lukuisia määritelmiä ja kuvauksia. Inhimillinen näkökulma on syytä aina muistaa: miten ihminen ajattelee, kokee, mieltää ja pyrkii kokonaisnäkemykseen ja kokonaisuuksien hahmottamiseen pyrkien eli holistisesti. Eräs hyvä lyhytkuvaus on: systeemiajattelu tarkoittaa sitä, että aivot jäsentävät loogisesti ymmärrettäviä asioita rajatusti, strukturoiden, pelkistetyksi ja keskittyen olennaisimpaan. Systeemiajattelua harjoittava henkilö on sisäistänyt ilmiöiden systeemisen lähestymistavan (tutkijalle syntynyt näkemys usean lähteen pohjalta).

Systeemiajattelun kehittyminen yleisesti tunnetuksi sekä laajasti sovelletuksi tieteenalaksi on tapahtunut 1800-luvulta alkaen filosofian yhtenä haarana. Itävaltalainen biologi Ludwig van Bertalanffy loi yleisen systeemiteorian 1930-luvulla ja se täydentyi 1940-luvulla kybernetiikan luojaan Norbert Wienerin ja informaatioteorian perustajan Claude Shannonin sekä edelleen 1950–70-luvuilla kansantaloustieteilijä Kenneth Bouldingin ja filosofi Ervin Laszlon toimesta. Merkittäviä vaikuttajia ovat olleet myös James Miller, Ross Ashby, Niklas Luhmann sekä teknologian alueella Peter Checkland. Viimeaikaisia kehityssuuntauksia ovat olleet pehmeä systeemimetodologia (SSM: soft system methodology) ja sen soveltaminen tulevaisuudentutkimukseen (Suomessa Mika Mannermaa (Mannermaa 1991), Mika Pantzar (Pantzar 1993) sekä Jarmo Hukka (Hukka 1998)). Kohteina ovat olleet sekä luonnon ja kosmologian että ihmisen tekemät systeemit. Alkuvaiheissa systeemityypeinä ovat olleet enemmän suljetut ja deterministiset systeemit ja jatkossa avoimet systeemit. Viime aikoina tutkimuksen kohteena ovat yhä enemmän olleet ns. itseorganisoituvat ja dynaamiset systeemit. Niillä tarkoitetaan sellaisessa tilassa olevia systeemejä, jossa ne siirtyvät vakaasta tunnetusta olotilasta järjestyneempään, mutta myös vähemmän ennustettavaan tilaan. Osa niistä on nk. dissipatiivisia rakenteita, joissa systeemin lävitse virtaava ja siihen kertyvä energia aiheuttaa aiempaa monimutkaisemman rakenteen järjestäytymisen. Tunnetuin tämän alan tutkija on Ilja Prigogine. Belgialainen Prigogine sai kemian Nobel-palkinnon 1976. Hänen tutkimuksensa päätulos on nk. *negentropia*. Se on arvioitu tieteenhistoriassa niin merkittäväksi, että sen

katsotaan muodostavan vastapainon termodynamiikan 2. pääsääntöön liitettyyn käsitteeseen *entropia (haje)*.

Systeemiajattelun peruspyrkimys on kuvan 14 pohjalta tunnistaa ja nähdä kokonaisuus tarkoituksenmukaisella tavalla, jota toteutetaan jakamalla kokonaisuus kolmeen tasoon. Ne ovat

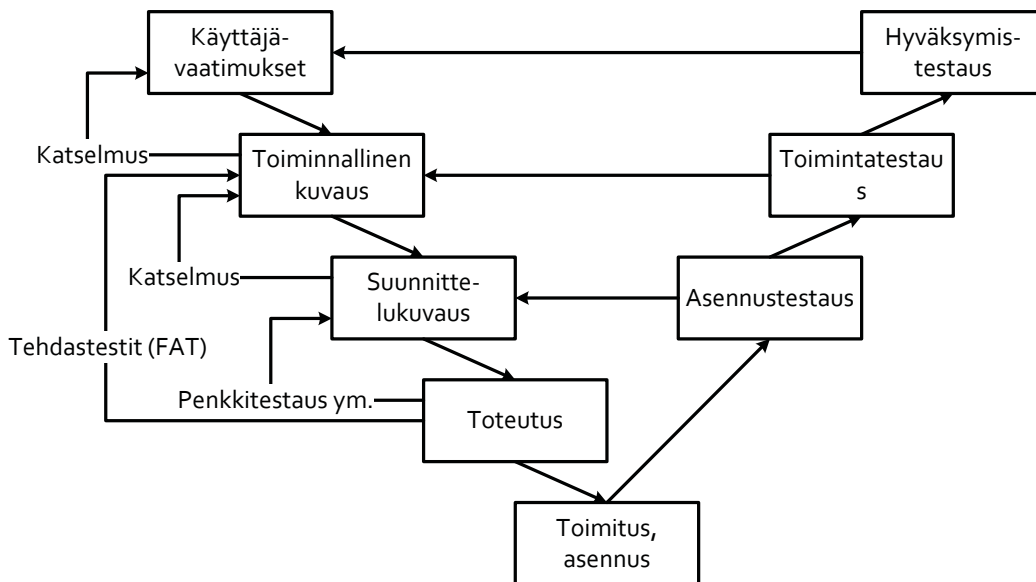
- ylimpänä tasona makrotaso
- keskimmäisenä meso(middle)- eli välitaso sekä
- alimpana mikrotaso.



**Kuva 14.** Systeemitasomalli.(muokattu esitelmästä Keskinen ja Maunuksela, 1998)

Tasonimitykset ovat yleisiä systeemien koostumuksesta ja rakenteesta riippumattomia käsitteitä, joilla tarkoitetaan kulloistakin lähestymistapaa. Niitä kuvaavat periaatteet ovat ”top down”, ”meet in the middle” ja ”bottom up”, joista vähiten käytetty ”meet in the middle” korostaa tämän välitason yhteensovittavaa ja tasapainottavaa roolia. Systeemiajattelun perusperiaatteeseen kuuluu asiakokonaisuuksia tarkasteltaessa vaihdella näkökulmaa näiden kolmen tason välillä, mitä kykyä on nimetty arkikielessä ”helikopterikyvyksi”. Se tarkoittaa taitoa vuoroin ymmärtää laajoja kokonaisuuksia ja muodostaa niistä yleisnäkemys ja vuoroin paneutua hyvinkin pieniin yksityiskohtiin (ote system engineer- työnhakuilmoituksesta Helsingin Sanomissa 1990- luvulta).

Tämän tasomallin avulla voidaan esimerkiksi kuvailla suunnittelutoiminnoissa sovellettua ns. V-mallin tapaa lähteä liikkeelle ylätasolta (”lintuperspektiivistä”) tai alimmalta tasolta (”sammakkoperspektiivistä”). Kuva 15 kuvaa tätä sekä automaatiojärjestelmien että elektroniikkalaitteiden suunnittelussa 1990-luvulta lähtien laajasti sovellettua periaatetta. V-mallia kehitettiin samanaikaisesti Saksassa ja Yhdysvalloissa. Sen perusajatukseksi oli ko. projektien alkuvaiheissa lähteä ylätasoon vaatimusmäärittelyssä suunnittelutehtävien jakamiseen ja läpiviennin yksikkötasolla, minkä jälkeen palataan joko tehtaan laadunvalvonnassa tai käyttöpaikalla asennuksen jälkeiseen lopputestaukseen. Laajojen suunnittelutehtävien ollessa kyseessä voi olla tarpeen (esimerkkinä ABB:n kehittämän RED 500-sukupolven suhteen, tutkijan kokemus) tehdä välillä tavallista mittavampi testaus ja arviointi, jolloin puhutaan W-mallista. V-mallin vahvaa asemaa kuvaa mm. se, että TEKESin ETX-ohjelman aloitusseminaarissa vuonna 1997 sovittiin V-mallia käytettäväksi ko. ohjelman kaikissa projekteissa yhteisenä työkaluna (tutkijan kokemus). (Raivio ym. 2006)



**Kuva 15.** V-malli (Wikipedia 2013).

Eri tieteenalojen ja teknologian alueilla on nykypäivänä niiden laajan kattavuuden vuoksi luontainen tarve jäsentää monipuolista välineistöä ja ohjata kompleksista kokonaisuutta. Esimerkiksi nykyaikainen elektroniikkaan, tieto- ja automaatiotekniikkaan pääosin pohjautuvan huipputekniikan (high tech), toisaalta viime aikoina yleistyneen nimityksen ”älytekniikan alueet” ovat jo sellaisenaan kehittyneitä järjestelmiä. Nimitykset suunnittelu- tuotanto-, ohjaus- ja automaatiojärjestelmät sekä systeemi-integrointi ja systeemittoimittaja kertovat, että systeemiajattelu ja –välineistö ovat arkipäivää ja niiden tulisi kuulua teknologiseen ja kaupalliseen perusosaamiseen. Tunnetun osaamisalan gurun Peter Sengen



best seller -kirjan ”The Fifth Dimension” nimi on sangen osuva. Neljän kulmakiiven ohella pyramidin huippua ja kaikkia osa-alueita yhteensitova nimittäjä on systeemiajattelu (Senge 1990). Kyseessä (system thinking, system approach) on monipuolisen hyödynnettävyytensä ohella poikkitieteellinen, kansainvälinen ja jatkuvasti kehittyvä universaali käsitteistö ja välineistö. Se soveltuu puhtaasti niin teoreettisiin tarkasteluihin eri tieteen alueilla matematiikasta yhteiskuntatieteisiin kuin myös arkipäivän energiateknologian tuotekehitykseen ja kielenkäyttöönkin.

Perisuomalainen periaate ”tyvestä puuhun nousee”, on systeemikielellä bottom up-periaate. Ilmeikkäät ”metsän näkeminen puilta/ei takerruta lillukanvarsiin, sammakko- ja lintuperspektiivi, helikopterikyky” ovat luonteeltaan ”systeemisiä” eivätkä sinänsä selityksiä tarvitse.

*Systeemiajattelun keskeisiä peruskäsitteitä* (lähteinä pääasiassa Wiio 1981, Ravn ym. 1997 ja Kast-Rosenzweig 1972) kuvataan seuraavassa:

*Hierarkia:* tarkoittaa tietynlaista rakenneperiaatetta, jossa useista tasoista tai kerroksista muodostuva ns. ohjaushierarkia on tunnetumpi kuin toinen periaate sisäkkäishierarkia. Ihmisen luomat systeemit ovat tyypillisesti ohjaushierarkioita kun taas luonnossa esiintyvät systeemit ovat tyypillisesti itsesäätelysysteemejä ja sisäkkäishierarkioita (myös sisältywishierarkia- nimitystä käytetään (Lagerspetz 1981, 35-37).

*Systeemin avoimuus:* systeemit voidaan luokitella avoimiin ja suljettuihin. Avoimet systeemit vaihtavat informaatiota, energiaa tai materiaalia ympäristönsä kanssa. Biologiset ja sosiaaliset systeemit ovat luonnostaan avoimia, mekaaniset systeemit voivat olla avoimia tai suljettuja. Avoin systeemi on yleensä joustava, sopeutuva ja uudistuva.

*Palaute (feedback):* palautteen periaate on tärkeä systeemin dynaamisen tasapaino-pyrkimyksen ymmärtämiseksi. Systeemin tuotosta tai prosessia koskeva informaatio välittyy takaisin syötteenä systeemiin ja johtaa mahdollisesti prosessin tai tulevien tuotoksien muutoksiin. Palaute voi olla sekä positiivista että negatiivista. Negatiivinen palaute on informaatio-syötettä, joka osoittaa systeemin poikkeavan suunnitellusta suunnasta ja jolla systeemi korjataan uuteen tasapainotilaan. Ns. *feedforward* on taas proaktiivisen ennakoivan vaikuttamisen ohjausperiaate.

*Homeostaasi:* dynaaminen tasapaino, järjestelmän ollessa avoin ja vuorovaikutuksessa ympäristön kanssa, sillä on useita vahvuuksia, mm. se pyrkii säilyvyyteen ja kehittyvään tasapainoon ts. kehittyessään pyrkii säilyttämään tietyn toi-

mintojen tasapainotilan. Ihmisen ja ns. tasalämpöisten eläinten lämmön ja verenpaineen säätely ovat esimerkkejä homeostaattisista säätelymekanismeista.

*Differentaatio ja integraatio* (sisäinen jäsentyminen, eriytyminen ja yhdentyminen, joskus samaa kuin hajautus-keskitys): avoimissa ja dynaamisissa systeemeissä tapahtuu jatkuvaa differentioitumista ja integroitumista ja samalla korkeamman tason organisoitumista.

*Ekvifinaliteetti tai ekvifinaalisuus* tarkoittaa saman tavoitteen saavuttamista eri teitä. Tämän periaatteen mukaan tietyt tulokset voidaan saavuttaa erilaisista alkuehdoista lähtien eri tavoin.

*Black box-periaate*: systeemin syötteet ja tulosteet tutkitaan systeemin sisäisestä rakenteesta riippumattomina.

*Optimaalisuuden periaate*: teknisissä systeemeissä: miten asetetut tavoitteet voitaisiin saavuttaa pienimmillä mahdollisilla työ-, aika-, materiaali-, energia- ja informaatioresursseilla tai yleisemmin: miten käytettävissä olevin resurssein tietyissä olosuhteissa voisi toimia parhaiten ja saavuttaa parhaan kokonaistuloksen (kokonaisoptimin, ei jotain osaoptimia).

*Integroituperiaate*: esim. tieto- ja automaatiotekniikassa tarvitaan systeemien, osajärjestelmien ja yksiköiden yhteenliitettävyyttä, yhdessätoimivuutta ja yhteisohjattavuutta.

*Ashbyn laki*: englantilaisen 1950-luvulla vaikuttaneen englantilaisen kyberneetikon W. Ross Ashbyn lanseeraama systeemien ohjattavuutta koskeva periaate: voidakseen säädellä jotakin kohdetta systeemillä on oltava enemmän vaihtoehtoisia tiloja kuin kohteella eli monimutkaisia asioita ei voi hallita liian yksinkertaisin keinoin (Eloranta 1980).

*Laajennettu Ashbyn laki*: voidakseen hallita muuttuvaa kohdetta systeemin on kyettävä oppimaan uusia toimintamuotoja vähintään yhtä nopeasti kuin kohde.

*Monitavoitteisuus*: biologisten ja sosiaalisten systeemien tyypillinen piirre.

### 5.1.2 Systemianalyysin ja -suunnittelun perusnäkökulmat

Sovellettaessa systeemiajattelua ja välineistöä eri tavoin eri prosesseissa on yleispätevästi erotettavissa muutamia perusnäkökulmia ja niiden mukaisia peruskäsitteitä. (Keskinen 2005). Niitä ovat mm.

1. Koostumus ("sisäympäristö"): Mistä elementeistä, rakenneosista, osajärjestelmistä tms. kokonaisuus koostuu, Mitä prosesseja ja prosessivaiheita systeemiin sisältyy
2. Ympäristöt, rajapinnat: Mitkä ovat keskeiset toiminta- ja esiintymisympäristöt, vaikutusalueet, asiayhteydet, kontekstit ja kyseiset rajapinnat.

#### 3. Rakenne, arkkitehtuuri

Miten kokonaisuus rakentuu, mitkä ovat osien väliset riippuvuus- ja vuorovaikutussuhteet, rakennetyypit ja -periaatteet, esim. mitä erilaisia tuotarakenteita löytyy

#### 4. Systemiset ominaisuudet

Mitä ja millaisia ovat systeemien yleiset tyyppiominaisuudet, älykkyysaste, käyttö- ja ylläpito-ominaisuudet, integroitavuusominaisuudet kuten yhteensopivuus, liitettävyyden, yhdessätoimivuus jne., ergonomiset ominaisuudet

#### 5. Toiminta, käyttäytyminen

Kuinka systeemi/prosessi toimii, mitä ilmiöitä, tapahtumia, takaisinkytkentöjä, mitä perustoimintoja esimerkiksi automaatiojärjestelmällä on, kuten mittaus, säätö, lukitus, valvonta jne.

#### 6. Ohjattavuus, hallittavuus

Miten ja millä ohjata, mitä ohjausperiaatteita, miten käyttöliittymä tai yleisemmin mmi (man machine interface) on rakennettu

#### 7. Optimoitavuus

Miten suunnitella ja toteuttaa tai hankkia tiettyyn tarpeeseen, tilanteeseen ja olosuhteisiin soveltuva sovituin kriteerein arvioitu paras mahdollinen systeemi. Kuinka saada irti olemassaolevasta/luotavasta/hankittavasta systeemistä paras teho, suorituskyky tms.

### 5.1.3 Systeemityyppejä ja luokitteluja

Edellä oleville perusnäkökulmille perustan ja konkretian antamiseksi yhteisiksi kysymyksiksi muodostuvat: ”mitä erilaisia ja erityyppisiä systeemejä on olemassa, mitä ja millaisia on luotavissa”, mitkä ovat tarpeellisia ja millaisia systeemien luokitteluja ja ryhmittelyjä on luotu ja millä perusteilla. Näitä kysymyksiä voi nimittää systeemiontologiaksi.

Eräs perusjako on syytä muistaa, koska sen perusteella määräytyvät useat muut asiat. Tämän perusjakon muodostavat luonnon systeemit sekä ihmisen luomat ja käyttämät systeemit. Myös eräs arkinen kuvaus siitä, mikä on työelämässä systeemi, on selkeä. Salora Oy:n toimitusjohtaja Henrik Öhqvist kuvaili sen käytännöllisesti 1970-luvun lopulla yhteiseksi ohjenuoraksi systeemien suunnittelijoille: ”systeemi on kyseessä silloin, kun se on kunnolla dokumentoitu ja otettu suunnitelmallisesti käyttöön”. Hän korosti kokeneena yritysjohtajana sitä, että systeemaattisuuden ja byrokratian raja on veteen piirretty viiva.

Esimerkiksi tunnettuja systeemiluokitteluja ovat Kenneth Bouldingin luokitus yhdeksään luokkaan, ekosysteemi-teknosysteemi (Malaska-Pulliainen), sekä 1976 esitetty Jantschin laaja-alainen monitieteinen systeemien ryhmittelytapa kuvan 16 mukaisesti :

A3 Formation of spritual paradigma, cultural morphogenesis, syntony	Creativity	P3 Innovative system models, biological and social morphogenesis	Volition	S3 Dissipative structures	Vitality	Evolutionary Evolution Unfolding wholeness
A2 Learning approaches, garning, moral systems	Volition	P2 Adaptive system models, homeostasis, ecology models	Vitality	S2 Irreversible thermodynamics, statistical mechanics, econometrics	Probability	Dialectic Process Regulation
A1 Rational roleplying models	Vitality	P1 Mechanistic system models, rigid behavioristic models	Probability	S1 Newtonian mechanics, cause/effect models	Causality	Dualistic Change Control
Apperception, selfreflective, consciousness (ternary)		Perception reflective consciousness (binary)		Subjectivity nonreflective consciousness (singular)		Perspective Nature of System
Spirital / human systems						
Biological / social systems						
Physical systems						

**Kuva 16.** Erik Jantschin systeemitypologia (Luukkanen 2013, 62).

Yhteenvedona systeemien ja synergian välisistä suhteista, riippuvuudesta ja vuorovaikutuksesta voidaan lausua seuraava tutkijan päätelmä:

*”Kaikessa synergiaan liittyvässä tutkimuksessa tarvitaan systeemistä ajattelua, mutta kaikki synergisiksi tunnistettavat tapaukset eivät liity systeemeihin”.*

Tästä syystä nämä systeemeihin liittyvät synergiset tapaukset on käsitelty kappaleen 8 yhtenä perustyyppiryhmänä. Siinä ne on jaettu edelleen kolmeen osaan perustuen systeemien hyödyntämiseen kolmella eri tavalla.

#### 5.1.4 Laaja-alaiset systeemiset muutokset

Yhteiskunnan ja elinkeinoelämän merkittäviä muutosajureita sekä Suomessa että kansainvälisesti kuten väestön ikääntyminen, ilmastomuutokset ja kilpailun kiristyminen eri toimialoilla merkitsevät suuria ajankohtaisia haasteita ja uudistu-

misvaatimuksia. Yhteiskunnan ja talouden muutoksien suunnittelussa ja toteutuksessa ei enää riitä yksittäiset erilliset parannukset vaan tarvitaan laaja-alaisia systeemisii muutoksia. Niitä ovat mm. lainsäädännön, toimintamallien ja rakenteiden sekä niiden vuorovaikutuksen samanaikaiset muutokset. Kansallisella tasolla tätä aihepiiriä on selvitetty mm. innovaatiopolitiikan näkökulmasta Tar-mo Lemolan ja Raimo Lovion toimesta (Lemola & Lovio 1984). Tässä selvitykses-sä on tutkittu kolmea toimialaa: tietoyhteiskuntapalveluja, rakennettua ympäris-töä ja terveydenhuoltoa. Niillä on huomattu systeemisyyden merkitys mm. digi-talisoitumisen, kasvavien käyttäjävaatimusten, globalisoidumisen ja sen aiheut-tamien arvoverkkojen hajaantumisen sekä palvelujen ja teknologian yhteen ni-voutumisen myötä.

#### 5.1.5 Uusia systeemisii työkaluja

*Pehmeä systeemimetodologia* (Soft Systems Methodology, SSM) on menetelmäl-linen kokonaisuus, eräänlainen työkalupaketti, joka muodostaa joustavan ja mo-nipuolisen kehikon inhimillisten systeemien käytännön tason ongelmanratkai-suun. Pehmeän systeemimetodologian tarkoituksena on toimia erilaisten organi-saatioiden kuten esimerkiksi hallinnon virastojen ja laitosten, yritysten, kansa-laisjärjestöjen, oppilaitosten, säätiöiden, kuntien tai minkä tahansa muiden ih-misten rakentamien järjestelmien tulevaisuustyökaluna. Tällaiset järjestelmät ovat tyypillisesti ihmisyyhteisöjen ja teknisten järjestelmien yhdistelmiä (Rubin 2002).

Kun menetelmää kehitettiin tulevaisuudentutkimuksessa, perusajatuksena oli se, että organisaatioita ja niiden kehitysvaihtoehtoja pitäisi voida lähestyä systeemi-sestä näkökulmasta. Tämä tarkoittaa sitä, että organisaatio ymmärretään toi-minnallisena ja vuorovaikutuksellisenä kokonaisuutena. Organisaation muutos vaikuttaa sekä sen omiin toimintoihin, hallinnointiin, tiedonkulkuun, teknisiin apuneuvoihin ja sisäisiin järjestelmiin, sen parissa työskenteleviin ja toimiviin ihmisiin, että myös ulospäin siihen yhteiskuntaan ja ympäristöön, jossa kyseinen organisaatio toimii.

Tulevaisuudentutkimuksessa SSM:n avulla järjestelmälle eli systeemille voidaan hahmottaa toivottava tulevaisuus tai esimerkiksi erilaisten skenaariomenetel-mien avulla monia mahdollisia tulevaisuuksia, joista valitaan tavoiteltavin. Aluksi kartoitetaan järjestelmän nykytila - siis eri osa-alueiden toiminnot sekä toimijoi-den, osa-alueiden ja rakenteiden väliset riippuvuudet. Samat asiat selvitetään myös tavoiteltavasta tulevaisuudentilasta eli tulevaisuusmallista. Näitä tiloja ver-taillaan ja mietitään sitten, millaista toimintastrategiaa toteuttamalla nykytilasta päästään tavoiteltavaan tilaan, tarkasteltuna SSM itse asiassa kuvaa hallitun

muutoksen prosessia: siis millaisen kehitysohjelman se vaatii tulevaisuudentutkimuksen näkökulmasta.

### 5.1.6 Systeemiäly

Professorit Raimo P. Hämäläinen ja Esa Saarinen loivat Teknillisellä korkeakoululla 2000- luvun alussa luentosarjan ja seminaarin pohjalta vuosittain pidettävän seminaarin nimellä ”Systeemiäly” Peter Sengen ja muiden systeemiajattelun uranuurtajien oivallusten ja tulosten pohjalta. Heidän konseptinsa perustuu lähestymistapaeroon: systeemiajattelu tarkastelee ja mallintaa vuorovaikutuksia ulkoapäin, kun taas systeemiäly tarkastelee toiminnallisessa tilanteessa sisältäpäin. Uutta on käsitteeseen sisältyvä toiminnallinen, henkilökohtainen ja elämänfilosofinen aines. Systeemiällyn tutkijayhteisö on avoin, monitieteellinen ja monitaustainen koostuen eri alojen asiantuntijoista myös Teknillisen korkeakoulun ulkopuolelta.

Seminaarimateriaali on julkaistu vuosittain vuodesta 2003 alkaen (Hämäläinen, Saarinen 2004). Aiheet kattavat monipuolisesti systeemiällyn soveltamista eri aloilla. Synergiaa koskevia esitelmiä ei kuitenkaan alkuvuosien julkaisuista löydy.

## 5.2 Systeemiajattelun hyödyntäminen energia-alalla ja synergiatutkimuksessa

Yhteenvedona systeemiajattelun monipuolisesta hyödynnettävyydestä erityisesti energia-alalla edellä mainittujen yleisen käytettävyyssnäkökohtien lisäksi voi todeta seuraavaa:

- yhteinen vallitseva kieli. Systeemiajattelu- termille asiayhteydestä riippuen löytyy useita merkityksiä, esimerkiksi keskitetyt ja hajautetut energiajärjestelmät
- energian tuotanto-, siirto-, jakelu-, varastointi ja käyttöjärjestelmät ovat täysin vakiintuneita nimityksiä ja kattavasti määriteltyjä
- energiateknologian kehittyneimmät tuotteet ovat nk. sulautettuja järjestelmiä, esimerkiksi suojareleet ja taajuusmuuttajat
- energia-alan automaatiotoiminnot suunnitellaan ja toteutetaan automaatiojärjestelmien avulla
- tässä tutkimuksessa eräs keskeinen tutkimusalue paikallisen energia-klusterin synergiapotentialiaali pohjautuu merkittävältä osin systeemi-

hin niiden ominaisuuksiin, yhteensopivuuteen, integrointiin sekä synergian tunnistamiseen

- ihmisen fysiologisten systeemien (mm. verenkierto, aineenvaihdunta, lämmönsäätely) lisäksi persoonallisuutta voidaan pitää toimivana itesäätelävänä järjestelmänä. Siinä ytimenä ovat ennakoinnin ja itsearvioinnin kyvyt, jotka taustoittavat persoonallisuuden kaikkein keskeisintä ominaisuutta; kykyä itsesäädellä intentionaalisesti omia kokemuksia ja toimia (Caprara-Cervone 2006, 72). Tämä tosiasia antaa hyvän pohjan tarkastella kaikkea ihmisen tietoisuuden, ymmärtämis- ym. kyvykkyyksien kehittämistä systeemisenä ja synergistisenä.

Yhteenvedona ja tämän tutkimuksen kannalta olennaisena jo aikaisemmin esitetty päättely täydentyy: systeemijattelu on ollut välttämätön kasvualusta synergiaajattelun ja -tutkimuksen lähtökohtana. Kun tässä tutkimuksessa on tutkimusintressien osalta nyt kyseessä eräänlainen haarautuminen eli bifurkaatio, jatkossa tarvitaan systeemijattelua ja erityisesti systeemisyys- lähestymistapaa synergiaajattelun tukena. Kaikkien synergiatyyppeiden ja -tapausten tutkimisessa tarvitaan systeemijattelun keskeistä periaatetta hahmottaa ja jäsentää kokonaisuuksia ja niiden välisiä suhteita, riippuvuuksia ja vuorovaikutuksia.

### 5.3 Aikaperspektiivi

Synergian tutkimisessa tarvitaan analyyseihin, arviointeihin ja päätelmiin aikaperspektiivin kolmea osaa; menneisyyden, nykyhetken sekä suunniteltujen ja ennakoitujen tulevaisuuden tapahtumien tuntemusta. Tälle on perusteltavissa kolme hyvää syytä:

- synergiset ilmiöt ovat tapahtuneet menneisyydessä, tapahtuvat nykyhetkellä ja lähitulevaisuudessa ja kaikkein tärkeimpänä ja suurimpana potentiaalisena tulevaisuuden mahdollisuuksina nämä kaikki edellyttävät tiettyä kokonaisnäkemystä
- synergian perusdimensioihin kuuluvat kontekstuaalisuus tilan- tekijöineen ja -kuvineen sekä dynaamisuus (tapahtumallisuus, toiminnallisuus, prosessuaalisuus)
- käsittelyssä tarvitaan lukuisia käytännöllisiä aikasuureita kuten aikakaudet, ajanjaksot, ajoitukset, elinkaaret, käyttöikä yms.

Menneisyyden tuntemisesta ja merkityksestä asioiden nykytilan ymmärtämiseksi toistuu myös tunnettujen historiantutkijoiden teoksissa (mm. Vito, Huizinga,



Burckhardt, Toynbee). George Santayanalta (1862-1952) on peräisin tunnettu sitaatti: ”Joka ei tunne menneisyyttä, on tuomittu elämään siinä”.

Vastaavasti menneisyyden tuntemuksen myös tulevaisuutta koskevien asioiden ymmärtämiseksi on professori, akateemikko Pentti Renvall kiteyttänyt (Renvall 1965, 375) ytimekkäästi:

*Emme voi siirtää historian oppia sellaisenaan myöhempään aikaan, mutta tuntemalla menneisyydessä vaikuttaneiden tekijöiden luonnetta ja keskinäistä vuorovaikutusta, voimme arvioida, minkä yhteisvaikutuksen ne saavat aikaan silloinkin, kun ne esiintyvät uudenlaisena yhdistelmänä.*

Energia-alan kokonaiskehitystä tarkasteltaessa päähuomioita ovat merkkipaalut yhteiskuntakehityksessä sekä tieteen, teknologian ja teollisuuden läpimurtojen aikakausissa (tutkijan päätelmä).

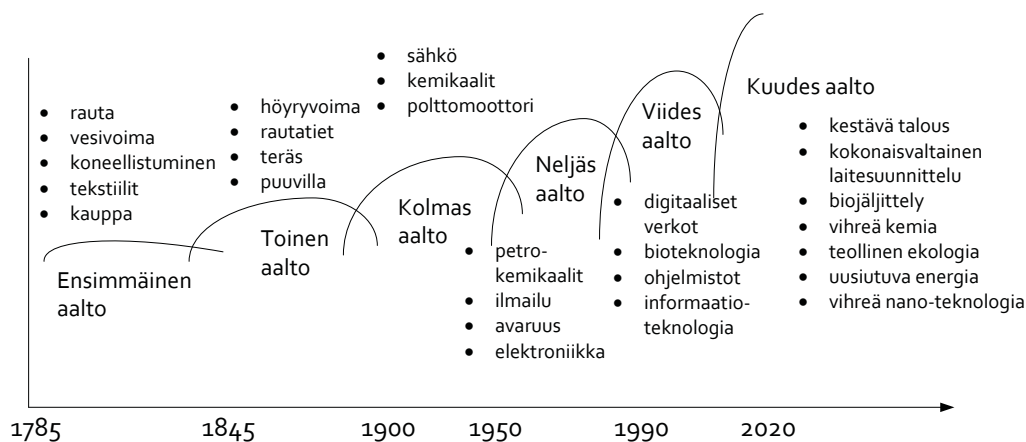
Nykyhetken toiminnassa puolestaan erilaiset tehokkuutta ja kilpailukykyä mittaavat aicasuureet ovat etusijalla, kuten läpimenoajat, toimitusaika ja -tarkkuus sekä markkinoilletulohetki (tutkijan kokemus).

Tulevaisuudentutkimuksen tehtäviä ja toimintoja organisaatioiden ja yritysten kannalta voi yksilöidä seuraavasti:

- 1 Yrityksen toimintaedellytysten ja kilpailukyvyn jatkuvan kehittämisen ja vahvistamisen tuki
- 2 Suunnittelun ja päätöksenteon tuki
- 3 Kulttuurisen jatkuvuuden tuki
- 4 Kyvykkyyden ja osaamisen vahvistaminen
- 5 Toimintaympäristön kehityksen seuranta ja ennakointi
- 6 Varautuminen vaihtoehtoiisiin tulevaisuuden kehityssuuntiin, erilaisiin lainsäädäntöihin, direktiiveihin, sopimuksiin
- 7 Varautuminen yllätyksiin
- 8 Valmiuksien suunnittelu ja toteuttaminen
- 9 Tulevaisuustietoisuuden ja -orientaation edistäminen organisaatiossa

### 5.3.1 Pitkät aallot

Historiankirjoituksessa eräs peruspiirre on hahmottaa kehityskulkuja aikakausittain. Tieteellisiin läpimurtoihin sekä teknistaloudellisiin kehitysvaiheisiin perustuvista tutkimuksista tunnetuin lienee venäläisen Nikolai Kondratjevin vuonna 1922 esittämä systemaattinen ja ekonometrinen maailmantalouden pitkiä syklejä kuvaileva malli. Vuonna 1920 hän perusti Moskovaan talouden suhdanteita tutkivan instituutin (Conjecture Institute). Mallin luomisen pohjana olivat 1800-luvun hintavaihtelut ja niihin vaikuttavat tekijät kuvan 17 mukaisesti. Kyseinen malli perustuu n. 60 vuotta kestäneisiin sykleihin eli pitkiin aaltoihin. Kansantaloustieteilijä Kondratjev oli tutkinut aluksi länsimaiden kehitystä, mutta siirtäessään huomionsa Neuvostoliittoon hänet vangittiin ja teloitettiin vuonna 1938.



**Kuva 17.** Kondratjevin pitkien aaltojen malli (Wilenius 2012).

### 5.3.2 Teollisuus 4.0

Teollisuuden pitkän aikavälin kehitystä jo 1700-luvun loppupuolelta lähtien on kuvattu teollisilla vallankumouksilla, joissa teollisuuden tuotantotapa ja –teknologia, energialähteet ja työvoiman tarve vaikutuksineen ovat olleet keskeisiä tekijöitä (Davis 2015). Kolmannen teollisuuden vallankumouksen katsotaan alkaneen 1970-luvun alusta ja perustuneen lähinnä elektroniikan sekä informaatio- ja automaatiotekniikan hyödyntämiseen. Teollisen Internetin (IoT Internet of Technology), robotisaation ym. uuden teknologisen kehityksen voimistuessa 2010-luvulla alusta lähtien tuli tarpeen nimetä uusi teollinen aikakausi alkaneeksi. Saksalaiset teollisuuspiirit ovat lanseeranneet tämän neljännen sukupolven vallankumouksen nimikkeellä Industry 4.0. eli Teollisuus 4.0. Sen tunnusmerkkejä ovat mm. aikaisempaa laajempi datan ja informaatiojärjestelmien käyttö, integraatio laitteiden ja järjestelmien välillä sekä uudet palvelut ja muutokset liiketoimintaketjuissa.

### 5.3.3 Ennakointimenetelmiä

Tulevaisuuden ennakkoinnin tavallisimpia menetelmiä ovat mm. erilaisten trendien, visioitten ja syy-yhteysmallien ohella ideariihityypiset kuvaustavat. Usein ne tehdään ryhmätyönä. Myös Suomessa on kehitetty näitä menetelmiä, mm. ”Tuumatalkoot”, synektiikka ja ns. PESTE (political, economic, social, technological, environmental/ecological)–analyysi. Viimeksi mainittu tarkoittaa laajempaa ja syvällisempää skenaariotyyppistä ryhmätyönä tehtyä. Olennaisinta on, että kaikki nämä uudet taloudet tekniikoinen ja markkinoinen ovat rinnakkaisia eri kehitysvaiheissa ja että niiden kasvunäkemyksistä ja yleistymisestä on erilaisia arvioita maasta riippuen. Arvioita päivitetään lukuisten tutkimuslaitosten ja yhteisten organisaatioiden toimesta vuosittain.

Energia-alalla tilastoja ja ennusteita laativat lukuiset kansainväliset ja kansalliset järjestöt ja laitokset. Arvostetuin niistä on Maailman Energiajärjestö IEA (International Energy Agency), jonka vuosittainen julkaisu World Energy Outlook on niistä seuratuimpia.

”Energiakenttää” voidaan jakaa, tyypitellä ja ryhmitellä monin tavoin näkökulmasta riippuen. Kaikkialla on nähtävissä samat kehityksen ”driverit”, esimerkiksi pyrkimykset torjua ilmastomuutosta, siirtyä fossiilisista polttoaineista uusiutuviin sekä nojautua omavaraisuuteen. Yhteisiä ovat mm. globaalit tai eurooppalaiset päästö- ja tuotantomuototavoitteet. Kehitysarviot lähtevät erilaisten trendi- ja skenaariohahmottelujen pohjalta. Ennusteet ovat eri maissa samansuuntaisia, kuten yleiset talousennusteet ja samalla yhtä epävarmoja. Varautuminen tulevaisuuden erilaisiin kehitysvauhteihin, yllätyksiin ja satunnaisuuksiin on vaativampaa tulevaisuuden ennakkointia ja antaa mahdollisuuksia synergian tuottamiseen.

Tärkeimmät energiateknologioiden uusimmat kehitystarpeet ja tehdyt innovaatiot yleensä jo tunnetaan, mutta niiden todellinen läpimurron ajankohta ja yleistyminen on vielä kaikille tuntematon. Tämä antaa myös mahdollisuuksia reagoida ja toimia nopeasti. Tällaisia synergiaetuja mahdollistavia alueita ovat esimerkiksi:

- aurinkopaneelien hyötysuhteen merkittävä parantuminen, uudet piitä halvemmat materiaalit ja paneelien toiminta myös hämärässä
- energian varastointiteknologioiden kehitys, mm. akkujen kapasiteetin nousu ja massan pienentyminen
- tasavirtateknologian voimakas yleistyminen
- lämmön muuttaminen sähköksi, hyötysuhteen parantuminen

- korkeita lämpötiloja sietävien materiaalien löytyminen
- aalto- ja vuorovesivoimainnovaatiot ehkä myös yhdistettynä merituu-  
livoimaloiden kehitykseen
- biokaasun kerääminen luonnosta, myös merenpohjien metaanihyd-  
roksidia koskien
- uuden energian tuotanto perustuen mikrobeihin ja levämateriaaleihin
- teollisen mittakaavan fotosynteesi
- yhdistelmäratkaisut, joissa raaka-aineet, tuotantomenetelmät, laite- ja  
järjestelmä-konseptit, infrastruktuurit ja logistiikka sekä uudet liike-  
toimintamallit ovat osa-alueita
- kylmäfuusioratkaisut.

Rohkeimmat visiot ovat ennakoineet matalissa lämpötiloissa tapahtuvaa fuusio-  
energiaa sekä uusiin kemiallisiin reaktioihin perustuvia suoraan materiaalista  
energiaksi tapahtuvia tuotantotapoja sekä langattoman tehonsiirron merkittävää  
kapasiteetin lisääntymistä (tutkijalle muodostunut kokonaiskäsitys, joka on syn-  
tynyt vuosien aikana Vaasan yliopiston sekä yliopistoyksiköiden yhteisistä rapor-  
teista ym. lähteistä).

## 6 ENERGIA-ALA JA TEOLLISET YRITYKSET TUTKIMUSKENTTÄNÄ

Synergian tutkimuksen on kohdan 2.1 perustelujen mukaan teorialähtöisyyden sijasta tapahduttava pääosin empiriapohjaisesti. Tämä merkitsee sellaisen tutkimuskentän ja –alueiden valintaa, joista on löydettävissä riittävän paljon ja riittävän monipuolisia synergisiksi ilmiöiksi tunnistettavia tapauksia. Energia-ala ja lähinnä teknologiateollisuuden yritykset on valittu kahdesta luonnollisesta perussyystä. Niiden piiristä on julkaistu monipuolisimmin kirjallista aineistoa, kuten kohta 4.3 osoittaa, toisaalta niistä on tämän tutkimuksen tekijälle karttunut runsaasti esiyymmärrykseen tarvittavaa omakohtaista kokemusta työelämässä, opetuksessa ja tutkimuksessa 40-vuotisen työuran aikana.

### 6.1 Energia ja energia-ala

Tähän tutkimukseen on valittu energia ja energia-ala erittäin laajoina ja monipuolisina kokonaisuuksina, jotta synergiailmiöitä ja -tyyppisiä olisi mahdollista tutkia sekä teollisuuden, talouden ja teknologian että myös kulttuuristen ja osin yhteiskunnallisten näkökulmien kannalta. Energian erityispiirre on, että sitä voidaan tarkastella sekä luonnonympäristössä erilaisissa ekosysteemeissä että ihmisen luomissa ns. artefakteissa.

Energia on fysiikassa erityinen suure. Se on luonnostaan fysiikan eri alueita, kuten lämpö- sähkö- ja valo-oppia sekä mekaniikkaa, dynamiikkaa ja teknillistä kemiaa yhdistävä suure. Voidaan todeta, että energialla on luontainen yhdistävä synerginen peruspiirre. Toinen luontainen yhdistävä synerginen peruspiirre on sen sisältyminen solun energiantuotannon mahdollistavan tumaan. Luonnon kannalta synergiaa tuottavan kolmannen ryhmän muodostavat eliölajien ja eliöyhteisöjen erilaiset symbioottiset suhteet.

#### 6.1.1 Tekniikan kehityksen taustat ja tärkeimmät läpimurrot

Ihmiskunnan kehityshistoriassa energia on ollut merkittävä ja välttämätön hyödyke esihistoriallisesta ajasta lähtien. Varhaisimpia energian tuottamiseen ja hyödyntämiseen liittyvät keksinnöt ovat olleet mm. tulenteon ja pyörän keksiminen sekä tuuli- ja vesivoiman hyödyntäminen. Energiaa on tarvittu eri muodoissaan kotitalouksissa, liikkumisessa ja kuljettamisessa sekä jo käsi- ja kotiteollisuudessa ennen tehdasteollisuuden alkamista (Diamond 2005).

Euroopassa tapahtui uuden ajan alussa renessanssi- ja valistusajalla yhteiskuntien eri alueilla rinnan erittäin monipuolista kehitystä (Rossi 2013). Tieteen, tekniikan ja talouden kehitys tapahtui eräiltä osin Euroopassa 1200-luvulla perustettujen yliopistojen piirissä. Kehitystä tapahtui toisaalta yliopistojen ulkopuolella käytännön ammateissa työpaikoilla ja kokeellisen toiminnan piirissä, mm. metallien ja työkalujen valmistuksessa.

Yhteiskunnissa tapahtui tunnetut Amerikan Yhdysvaltain itsenäistyminen vuonna 1776 sekä samana vuonna liberalismiin syntyvaiheet Adam Smithin julkaistua perusteoksensa ”Kansojen varallisuus”. Vuonna 1789 tapahtui Ranskan vallankumous, jolla oli merkittäviä vaikutuksia yhteiskuntakehityksessä. Niiden yhteisvaikutuksena katsotaan ns. teollisen aikakauden alkaneen suunnilleen 1800-luvun alusta lähtien (Schön 2013). Varsinaiset energiaan liittyvät fysiikan tärkeimmät keksinnöt sekä energiatekniikan merkittävimmät perusinnovaatiot tapahtuivat pääosin 1800-luvun aikana.

Modernin tieteen synty tapahtui useiden tieteenalojen uudistumisena maailmassa nimenomaan Euroopassa useissa maissa, mitä Rossi korostaa (Rossi 2013, 13). Filosofiasa ja kaikessa inhimillisessä ajattelussa voidaan katsoa alkaneen täysin uuden aikakauden erityisesti englantilaisten, ranskalaisten ja saksalaisten koulukuntien toimesta, luonnollisesti välillä ankarien kiistojen tuloksena. Merkittävimmät uudistajat olivat Francis Bacon (Tieto on valtaa), Rene Descartes (Ajattelen, olen siis olemassa) ja nykyäänkin merkittävimpana uuden ajan filosofina pidetty Immanuel Kant (kopernikaaninen vallankumous filosofiasa), (Saarinen 1999, 227). Merkille pantavaa on, että sekä Descartes että Kant olivat tehneet merkittävää tutkimusta myös luonnontieteissä.

Matematiikan eri alueilla tapahtui kahden vuosisadan kuluessa monipuolinen täysin uudentyypinen kehitys sekä uusien matematiikan haarojen syntyminen. Nykyaikaisen matematiikan voidaan sanoa syntyneen algebran ja geometrian yhdistyessä ranskalaisen Rene Descartesin (1596-1650) työssä.

Mekaniikka on erään määritelmän mukaan oppi aineellisten kappaleiden liikkeistä, tasapainosta sekä liikkeiden syistä. Vanhin mekaniikan alue on ollut kinematiikka, jonka tutkimuksen kohteena ovat kappaleiden radat ja liikkeet sekä niiden matemaattiset ominaisuudet. Keskeisessä taivaanmekaniikassa tapahtui paitsi tähtitieteen kanssa niin myös mekaniikassa käännekohta, kun Galileo Galilein (1564-1642) tutkimukset maan vetovoimasta ja putoamisliikkeestä. Nämä kokeelliset havainnot olivat perustana teorialle, jonka Isaac Newton (1642-1726) julkaisi pääteoksessaan ”Principia” vuonna 1687. Newtonin laeissa oli merkittävää, että hän määritteli voiman kiihtyvyyteen verrannolliseksi. Siten vakinaisen nopeuden ylläpito ei vaadi voimaa. Suorastaan vallankumouksellinen oli Newto-

nin ajatus, että taivaankappaleiden liikkeitä hallitsevat samat lait kuin maanpäällisiä tapahtumia.

Useimmat 1700- ja 1800-luvun suurista matemaatikoista harrastivat myös mekaniikkaa, jonka matemaattinen käsittely saavutti korkean tason ja joka toisaalta tarjosi matematiikalle uusia ongelmia. Eräs tämän kehityksen tulos oli variaatiolaskennan kehittäminen, joka johti myöhemmin kvanttimekaniikan sekä systeemi- ja säätöteorian ääriarvotehtävien ratkaisemiseen. Newtonin mekaniikan perusinnovaatioiden pohjalta kehitettiin myöhemmin hydro- ja aeromekaniikkaa, joiden käsittelyyn tarvittiin mm. uusia matemaattisia apuneuvoja, kuten tilastollisia menetelmiä.

Kemian tieteellinen alku erottautui noin vuonna 1660 alkemiasta ja iatrokemiasta, kun englantilainen Robert Boyle (1627–1691) kumosi alkemian tunnetuimman edustajan Paracelcuksen opinkappaleita. Hän suuntasi kemian tutkimuksen kokonaan uusille urille ja tuli siten varsinaisen tieteellisen kemiantutkimuksen isäksi. Boyle määritteli alkuaine-käsitteen suunnilleen sen nykyiseen muotoon, tutki hapetus- ja palamisilmiöitä, keksi kaasun tilavuuden ja paineen välistä suhdetta koskevan lain melkein samanaikaisesti Mariotten kanssa (Boyle-Mariotten laki). Hän loi perustan analyttiselle kemialle sekä sähkökemialle ja lämpöopin (termodynamiikan) kehittymiselle ja edelleen polttomoottorikeksinnöille.

Uusien tieteenalueiden kehittäminen tapahtui lähes kokonaan kokeellisesti yliopistojen ulkopuolella, vaikka Euroopan eri maihin oli perustettu yliopistoja jo keskiajan lopulla. Suomen ensimmäinen ja pitkään ainoa yliopisto perustettiin Turkuun vuonna 1640.

Juhana Gutenbergin (1397-1408) Saksassa 1400-luvulla keksimän kirjapainotaidon ansiosta tiedonvälityskin vapautui lähinnä luostareissa tapahtuneesta ja kirkon valvomasta holhoamisesta, mikä näkyi myös uusien tutkimustulosten nopeassa leviämisessä.

### 6.1.2 Luonnontieteiden kehitys

Energiatekniikka tarkoittaa lähinnä energian tuottamiseen ja käyttöön, mutta myös energian siirtoon, jakeluun, varastointiin, muuntamiseen ym. toimintoihin liittyvää tuotteiden ja järjestelmien tutkimista, kehittämistä, valmistusta ja markkinointia. Sen perustana ovat luonnontieteet, erityisesti fysiikan ja kemian eri alueet sekä materiaalitutkimus.

Varhaisimmat energiatekniikan keksinnöt ja sovellutukset ennen teorioiden keksimistä ovat olleet kokeellisia mm. sotateknisiä sekä vesi- ja tuulivoimaa hyödyntäviä laitteita. Tunnetuin monipuolisten laitteiden kehittäjä oli yleisnero Leonardo daVinci (1452-1519). Hän mm. konstruoi Italian kaupunkivaltioiden johtajille heittokoneita sodankäyntiä varten sekä piirteli että rakenteli erilaisia vipuja ja nostureita. Hän kirjoitteli myös tutkielmia mm. mekaniikasta ja veden kiertokulusta luonnossa (esillä Politechnico di Milanossa). Paitsi tähtitieteen alalla, Galileo Galilei teki myös kokeellisia tutkimuksia, jotka johtivat putous- ja heiluriliikkeen lakeihin (Rossi 2013, 63-66).

Isaac Newton oli keskeinen hahmo matematiikan ohella myös mekaniikassa. Hän julkaisi 1687 kolmiosainen pääteoksensa ”Principia”, jonka ensimmäisessä osassa määriteltiin massa, paino ja voima sekä kinematiikan ja mekaniikan peruslait ja niiden sovellutukset kappaleiden liikkeisiin. Hän kokosi 1500- ja 1600-luvun tieteelliset saavutukset synteetiksi, josta muodostui uuden luonnontieteellisen maailmankuvan perusta. Vasta Albert Einstein suhteellisuusteorioineen sekä ja atomaaristen ilmiöiden selittämiseksi kehitetty ns. kvanttimekaniikka (Heisenberg ja Schrödinger) 1900-luvun alussa täsmensivät Newtonin teorioita.

Lämpöopin ja kaasujen mekaniikassa uusia lakeja ilmiöiden selityksiä keksittiin jo 1660-luvulta alkaen, joskin merkittävä hyppäys tapahtui vasta 1840-luvulla, kun saksalainen lääkäri Julius Robert Mayer (1814-1878) ja englantilainen James Prescott Joule (1818-1889) kehittivät tahoillaan termodynamiikan 1. Pääsäännön eli energian häviämättömyyden lain. Ranskalainen insinööriupseeri Sadi Carnot oli jo 1824 hahmotellut lämmön ja mekaanisen työn väliselle yhteyden, että lämpö voi siirtyä vain lämpimämmästä kappaleesta kylmempään. Tämä teoria, joka oli itse asiassa termodynamiikan 2. pääsääntö, jäi unohduksiin kunnes Rudolph Clausius ja J.J. Thomson esittivät sen uudelleen 1850. Clausius keksi myös käsitteen *entropia* (*haje*). Teoriat edistivät jo aiemmin keksityn höyrykoneen ja myöhemmin polttomoottoreiden keksimistä.

Sähköopin varhaisimmat kehittelyt koskivat ns. hankaussähköä, kunnes ranskalainen Coulomb esitti sähköstaatiikan matemaattiset lait 1785-89 sekä Galvani ja Volta galvaanisen sähkön, ensimmäisen sähkövirran mittarin galvanometrin sekä sähköparin. Erittäin merkittäviä keksijöitä olivat sähkömagneettisen ilmiön induktion löytymiseen ja teorioiden kehittämiseen osallistuneet henkilöt. Varhaisimpia kokeilijoita olivat ranskalainen Ampere, tanskalainen Hans Ørsted ja yhdysvaltalainen Joseph Henry, kunnes englantilainen Michael Faraday rakensi 1821 alkeellisen sähkömoottorin. Hän myös loi sähkömagneettisen kentän käsitteen, mitä teoreettista kehittelyä jatkoi englantilainen J.S. Maxwell. 1870 Hän loi klassisen sähkömagneettisen teorian täydelliseksi keksittyään kuuluisat Maxwell-



lin yhtälöt. Hän osoitti niiden perusteella myös valon sähkömagneettiseksi aalto-  
liikkeeksi ja määrittäi teoreettisesti valon nopeuden. Hän ennusti myös sähkö-  
magneettisten aaltojen olemassaolon, minkä saksalainen Heinrich Herz todensi  
1888.

### 6.1.3 Energiatekniikan perusinnovaatioita

Uudella ajalla 1500-luvusta alkaen on tehty joukko merkittäviä energiainnovaati-  
oita, jotka yhdessä materiaalitekniikan ja valmistusmenetelmien kehittymisen  
kanssa merkitsivät uuden tehdasteollisuuden syntymistä, taloudellista nousua ja  
vähitellen nykyaikaisen yhteiskunnan muotoutumista (Lindell 1994, Rossi 2013).

#### 6.1.3.1 Höyrykone

Ensimmäinen varsinainen lämpövoimakone höyrykone on ollut monessa mieles-  
sä urauurtava keksintö tuuli- ja vesivoimakauden jälkeen. Se on mm.

- ensimmäinen varsinainen moottori
- ensimmäinen sekä paikallaan olevaan että liikkuvaan käyttöön, mm. vetureissa ja laivoissa soveltuva voimanlähde
- loi pohjan myös myöhemmin tapahtuneelle erittäin merkittävälle höyry- ja kaasuturbiinitekniikalle
- vaikuttanut ratkaisevasti ensimmäinen ns. teollinen vallankumoukseen 1760-luvulla alun perin Englannissa, mistä se levisi pian mannermaalle.
- Vaasan energiatekniikan ja sen teollisen hyödyntämisen alkupiste, kun proviisori Aleksander Levón hankki höyrykoneen väriaineiden valmistusta varten Alkulan tilalleen 1800-luvun puolivälissä.

Höyrykoneen katsotaan saavuttaneen teknisen kypsyyden 1800-luvun puolivälis-  
sä, johon mennessä Suomeenkin niitä oli hankittu jo eri tarkoituksiin. Höyryko-  
neita sovellettiin aluksi kaivoksien pohjalle kertyneen veden poistamiseksi kai-  
vospumpuun. Konstruktioiden kehittyttyä sovellukset laajenivat teollisuuden tar-  
vitsemiksi voimanlähteiksi sekä myöhemmin myös veturien, laivojen ja jossakin  
määrin autojen ja traktoreiden käyttövoimaksi.

Höyrykoneen syrjäyttivät 1900-luvulla tehokkaammat polttomoottorit, höyry- ja  
kaasuturbiinit sekä sähkömoottorit.

### 6.1.3.2 Polttomoottorit

Ranskalainen Lenoir ja saksalainen Deutz rakensivat ensimmäiset nestemäistä polttoainetta mekaaniseksi energiaksi muuttavat moottorikonstruktionsa 1860-luvulla. Kuitenkin vasta saksalainen Nikolaus August Otto rakensi vuonna 1876 ensimmäisen nelitahtiperiaatteella toimivan varsinaisen polttomoottorin. Saksalainen Gottlieb Daimler kehitti nelitahtimoottoria edelleen vuosina 1883-85 lisästen siihen mm. ulkopuolisen kaasuttimen ja suljetun kampikammion, joka teki mahdolliseksi rakentaa myös kaksitahtimoottorin.

Saksalainen insinööri Rudolf Diesel keksi 1893 hänen nimensä mukaan nimetyn dieselmoottorin, josta valmistettiin 1897 ensimmäinen käyttökelpoinen tyyppi. Sen suurin etu oli polttomoottoriin nähden parempi hyötysuhde, parhaimmillaan 50 %.

Em. mäntämoottorien perustyyppien jälkeen on kehitetty mm. suihku- ja potkuriturbiinimoottorityypit.

Polttomoottoreiden valmistus levisi nopeasti Euroopan maihin ja Yhdysvaltoihin. Suurimmalla polttomoottoreiden käyttöalueella autoissa seuraava suuri innovaatio oli Henry Fordin sarjavalmistukseen keksimä autotyyppi T-malli, jonka valmistus aloitettiin 1908.

Suomen ensimmäiset polttomoottorit valmistettiin Helsingissä Stenbergin Kone-  
tehtaassa vuonna 1895 ja muutamia vuosia myöhemmin mm. Porissa ja Vaasassa (Rohila 2010).

### 6.1.3.3 Sähkögeneraattorit ja moottorit

Ensimmäinen tunnettu sähkömagneettinen generaattori oli Michael Faradayn rakentama pieni käsinveivattava sähkömagneettinen generaattori vuonna 1831. Kun Faraday ei jatkanut keksintönsä teknillistä soveltamista, jatkokehittely tehtiin sormituntumalla hiljaksen ennen kuin sähkömagneettisen energiatekniikan valtava läpimurto tapahtui vasta 1880-luvulla. Tämän jälkeen kehitettiin ensin tasajännitteellä toimivia dynamo-generaattoreita ja myöhemmin vaihtosähköllä toimivia laitteita.

Erikoinen tapaus sähkökonekeksinnöissä oli belgialaisen Zenome Gramme Wienin teollisuusnäyttelyssä 1873 sattunut tapaus, kun hänen apulaisensa yhdisti vahingossa kahden esillä olleen höyrykäyttöisen dynamon johdot toisiinsa. Kun höyrykone alkoi pyörittää ensimmäistä dynamoa, toisenkin dynamon ankkuri alkoi pyörittää ensimmäistä dynamoa. Tällöin Gramme tajusi, että toinen dyna-

mo oli muuttunut sähkömoottoriksi, joka oli muita silloisia sähkömoottoreita tehokkaampi (Gramme 2013). Euroopassa kärkinimiä olivat mm. ranskalainen Deprez ja venäläissyntyinen Dolivo–Dobrowolsky, joka keksi 3-vaihegeneraattorin vuonna 1888 ja 1890-luvun alussa 3-vaihemuuntajan. Tehtailijoina ansioitui mm. kolme saksalaista Siemens-veljestä, sveitsiläinen Charles Brown (1891 Brown-Bovery & Co baijerilaisen Boverin kanssa ja 1986 ASEA:n kanssa tapahtuneen fuusion tuloksena ABB) sekä saksalainen AEG, jonka palveluksessa oli mm. von Dolivo-Dobrowolski. Tärkeimpiä monipolvisen kehittelyn tuloksia olivat mm. induktiomootorit.

Yhdysvalloissa sähkötekniikan varhaisimmat tunnetut keksijät tutkivat sähköpurkausta ja kaarivaloa 1800-luvun alussa. Myöhemmin maailman kenties tunnetuin keksijä Thomas Alva Edison (1847-1931) kehitti, mutta ei keksinyt, hehkulamppua monien muiden keksintöjensä ohessa ja kaupallisti sen 1880-luvulla. Edison myös rakennutti useita höyrykoneeseen ja tasavirtadynamoihin perustuvia voimaloita sekä laajoja valaistusjärjestelmiä mm. New Yorkiin. Kaikkien aikojen suurimpia sähkötekniikan kehittäjiä oli kroaattisyntyinen Yhdysvaltoihin Edisonin palvelukseen siirtynyt Nicola Tesla. Tekniikan historian draamatiikkaa oli, kun neroksi luonnehdittu Tesla riitaantui Edisonin kanssa, erosi ja perusti oman yrityksen, kehitti ja patentoi vaihtosähköön perustuvan laiterepertuaarin. Kun teollisuusmies George Westinghouse oivalsi vaihtosähkötekniikan paremmuuden ja osti Teslalta ko. patentit, josta alkoi vaihtosähkötekniikan voittokulku myös Yhdysvalloissa, vaikka tasavirtajärjestelmät olivatkin vielä pitkään rinnalla käytössä (Lindell 1994, 317)

#### 6.1.3.4 Vaihtovirtajärjestelmä

Ensimmäiset merkittävät energiasiirtoverkot ovat olleet valaistukseen tarkoitettut kaasunjakeluverkot. Sähkötekniikan kehittyessä ensimmäiset sähköenergian siirtoon soveltuvat verkot rakennettiin niin Euroopassa kuin USA:ssa tasajännitteellä toimiviksi muutaman kilometrin etäisyyksille 1880-luvulla. Pian kuitenkin huomattiin tasajännitteellä toimivan teknologian soveltumattomuus pitemmille etäisyyksille paksujen johtojen ja häviöiden takia.

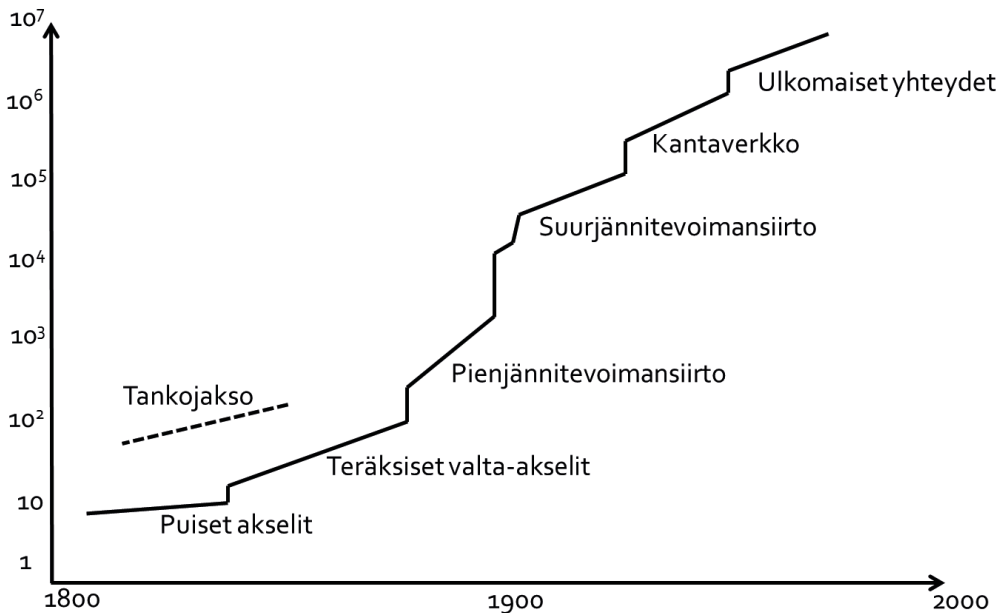
Euroopassa ja USA:ssa kehitetty monipuolinen vaihtovirtatekniikkaa käyttävä laitevalikoima mahdollisti kolmivaiheiseen vaihtovirtatekniikkaan perustuvan teknisesti ja taloudellisesti paremman ”tehokausiirron”. Euroopassa rakennettiin ensimmäinen ko. verkko 1891 Frankfurt am Mainin seudulle.

Yhdysvalloissa vastaavat verkot rakennettiin Niagaran valjastamisen yhteydessä myös 1890-luvun alussa. Järjestelmän toteuttajat olivat Westinghouse ja Tesla,

kun heidän ratkaisumallinsa 3-vaihevaihtosähköjärjestelmä voitti ankaran kamppailun Edison'in ja hänen yrityksensä General Electric'in ajaman tasavirtaan perustuvan siirtojärjestelmän kanssa (Lindell 1994, 312-318). Pohjoismaiden ensimmäiset vastaavat verkot rakennettiin vesivoimaloista kaivoksiin ja rikastamoihin Ruotsiin vuonna 1893.

#### 6.1.3.5 Voimansiirron kehitys Suomessa

Voimansiirto lähietäisyyksillä alkoi tehdasteollisuudessa mm. valta-akseliperiaatteella ja sähkötekniikan kehittyessä tasavirralla mm. tehtaiden ja kaupunkien valaistusjärjestelmissä. Vaihtovirtajärjestelmien ja suurjännitetekniikan yleistyttyä myös siirtoetäisyydet kasvoivat varsinkin maaseudun sähköistuksen voimakkaan kasvun tuloksena 1910-luvulla kuvan mukaisesti (Keskinen 1993) kuvan 18 mukaisesti



**Kuva 18.** Voimansiirron kehitys Suomessa (Keskinen 1993).

Viimeaikaiset vastaavat tutkimus-, kehitys- ja testitoiminnan hankkeet ovat kohdistuneet suurempien ulkomaanyhteyksien kapasiteetin lisäämiseksi mm. Baltian maihin, tasavirtatekniikkaan, suurempiin jakelujännitteisiin ja älykkäisiin energiaverkkoihin.

#### 6.1.4 Energialähteiden kehitysvaiheita

Vuosituhsien ajan ennen teollistumista 1700-luvun lopulla yhteiskuntien tarvitsema energia oli suhteellisen vähäistä. Se tyydytettiin lähinnä ihmisten ja eläinten lihasvoimalla, lähiympäristöstä saatavilla materiaaleilla kuten polttopuulla ja lannalla sekä suoraan auringosta saatavalla lämmön keräämisellä. Asutuksen vakiintuessa opittiin käyttämään hyväksi tuulen ja virtaavan veden sisältämää energiaa tuuli- ja vesimyllyissä sekä purjelaivoissa. Teollistumisen ja kuluneuvojen määrän kasvaessa myös energian tarve lisääntyi voimakkaasti. Se joudutti uusien energialähteiden käyttöönottoa. Kivihiili ohitti 1800-luvun loppupuolella puun tärkeimpänä teollistuneen maailman energialähteenä. Öljy ja siitä valmistetut polttoaineet aloittivat läpimurtonsa 1900-luvun alussa lähinnä moottoriliikenteen kasvun myötä. Maakaasun laajempi käyttö alkoi vasta 2. maailmansodan jälkeen rinnan ydinenergian kanssa (Keskinen 1993).

## 6.2 Kokonaisvaikutuksia

Euroopassa 1400-luvun lopulta lähtien tapahtunut monipuolinen kehitys alkaen taiteen renessanssista laajentuen sitten valistusaikana eri tieteitten ja elinkeinolämän alueille merkitsi laaja-alaisia uudistuksia yhteiskunnissa. Seuraavassa on kuvattu energiatekniikan ja -teollisuuden kannalta olennaisia vaikutuksia.

### 6.2.1 Energia-käsitteen vakiintuminen

Isaac Newton käytti vielä mullistavien mekaniikkainnovaatioiden yhteydessä pääterminä voimaa. Englantilainen luonnontutkija *Thomas Young* toi vuonna 1807 julkisuuteen 80 vuotta Newtonin jälkeen käsitteen *energia*, joka tarkoitti liike-energiaa ja joka korvasi siihen asti samaa tarkoittaneen termin vis-viva. Puoli vuosisataa myöhemmin skotlantilainen William Rankine selvitti käsitteen potentiaalienergia.

Nämä molemmat käsitteet liittyivät mekaaniseen energiaan. Niiden suhdetta lämpö- ja sähköenergiaan ei tunnettu ennen kuin näiden alojen suurmiehet Joule, Kelvin ja Maxwell olivat julkistaneet kokeitten ja teoriakehittelyjen tulokset. Fysiikan eri alojen kehittyessä erillisinä otettiin käyttöön useita yksiköitä, joiden perusteella energia voitiin määrittää, kunnes SI- mittayksikköjärjestelmään otettiin yhteiseksi yksiköksi Joule (tiedot SI-oppaasta).

### 6.2.2 Teolliset vallankumoukset

Teollisuuden massiivisen läpimurron kuvauksessa historioitsijoilla on kaksi käytäntöä. Joko puhutaan kahdesta vallankumouksesta, kuten tässä tutkimuksessa tai yhtenäisestä pitkäaikaisesta, joissa toista vallankumousta pidetään keskivaiheena. Myös ajoitukset vaihtelevat riippuen siitä, mitä asiaa painotetaan.

Teollisuuden ensimmäisen vallankumouksen alkamiseen Englannissa n. 1760 vaikuttivat useat syyt. Keskeinen edellytys oli riittävän pitkälle kehitetty voimanlähde höyrykone ja sen polttoaineena kivihiili. Höyrykoneen merkittävä etu oli sijoituspaikan vapaa valinta, esimerkiksi tehdasrakennuksiin. Ensimmäinen käyttökohde oli koneellistettu puuvillan kehruu. Myös raudanvalmistuksessa kehitetty koksen avulla tapahtuva valu- ja takoraudan valmistus edisti koneenrakennusta.

Teollisuuden toinen vallankumous ajoitetaan 1800-luvun lopulle. Sen perussyyt olivat uudet voimanlähteet: polttomoottorit, sähködynamot ja höyryturbiinit. Tärkeimmän raaka-aineen raudan valmistus laajeni ja halpeni merkittävästi, kun pystyttiin käyttämään fosforipitoista malmia. Tuotanto oli laajentunut pääalueesta konepajateollisuudesta myös muille teollisuuden aloille, rautatieverkostojen laajennuksiin, höyrylaivoihin, maatalouskoneisiin, selluloosan valmistukseen ja kemian teollisuuteen. Tästä esimerkkinä oli myös Vaasan teollisuuden alkuvaihe, Levónin aloittama maaliaineiden valmistus ja myöhemmin viljan jauhatus.

Kokonaiskuvaan kuuluvat myös teollisten valmistusmenetelmien uudistuminen sekä kansainvälisen meriliikenteen vilkastuminen mm. tunnettujen kanavien rakentamisen ansiosta (Suez 1869, Kiel 1905, Panama 1914).

### 6.2.3 Sähkön tulo Suomeen

Ennen teollisen ajan alkamista 1800-luvun alusta lähtien Suomen voimatekniikka ja -talous oli perustunut paitsi polttoaineiden, pääasiassa puun polttamiseen erilaisissa tulisijoissa, tuuli- ja vesivoiman hyödyntämiseen. Höyrykoneita hankittiin jo ennen 1800 -luvun puolta väliä mm. teollisuuskäyttöön, laivoihin ja maatalouskäyttöön sekä aloitettiin myös niiden valmistus useissa konepajoissa.

Sähkön tultua tunnetuksi Suomessa otettiin käyttöön erään saksalaisen teoksen käännöstyön yhteydessä vuonna 1845 kansainvälisen elektrisiteetin sijaan nimitys ”sähkö”, kun se sai eläimen karvatkin niin ”sähähtäin säkenöimään” (Suomalainen, 1988). Mukaellen suomennetun kirjan ”Mintähden ja Sentähden” tekijä oli lääketieteen tohtori Samuel Roos, jolle siis kuuluu kunnia sähkö-termin keksimisestä.

Sähkötekniikan hyödyntämisessä voidaan yksilöidä seuraavia merkkipaaluja:

- ensimmäisten sähköteknisten tuotteiden valmistuksen aloittaminen D.J. Wadenin 1876 perustamassa työpajassa Helsingissä
- ensimmäinen Suomessa suunniteltu sähkötekninen tuote eli dynamo, jonka 18-vuotias Gottfried Strömberg rakensi 1881
- ensimmäinen laajempi sovellutus, sähkövalaistus Finlayson & Co:n tehtaalla Tampereella 1882
- ensimmäinen kunnallinen sähkölaitos Tampereella 1888
- ensimmäinen yksityinen sähkölaitos Tampereella 1890
- ensimmäinen vesivoimala Tampereella 1891
- ensimmäiset teollisuuden rakennuttamat vesivoimalat ja kolmivaiheiset siirtolinjat käyttökohteisiin kaivoksiin Laatokan Karjalassa 1897-1898
- ensimmäinen maaseudun sähkölaitos Tyrvälle 1908, jolloin oli käytössä jo 300 kilometrin siirtoetäisyydet
- Imatrankosken valjastus vuonna 1928, jolloin sieltä saatiin n. 200 MW:n teho. Vuonna 1930 siihen asti erillisinä toimineet verkot yhdistettiin valtakunnanverkoksi.

#### 6.2.4 Yhteiskunnallinen vaikuttavuus

Teollisen ajan syntymistä ja laajentumista on käsitelty jo vuosikymmeniä mm. tieteen-, teknologia-, teollisuus- ja taloushistorian sekä yhteiskuntatutkimuksen alueilla ja menetelmin. Maailmanhistoriassa tapahtui juuri 1800-luvun puolivälin tienoilla Euroopassa ja Yhdysvalloissa voimakas teollistuminen, nopea väestön lisääntyminen, kaupunkien kasvu, maatalouden tuottavuuden kasvu, sosiaalisten rakenteiden murtuminen, kun myös ilmaantui uusia yhteiskunnallisia aatteita. Yleisenä päätelmänä eri tutkimusalueista on ollut, että kyseessä on modernin maailman synty ja rakentuminen.

Lähinnä 1960-luvulla kehittyneissä maissa, myös Pohjoismaissa alkoi tekniikan ja tekniikan historian tutkimus saada virikkeitä myös yhteiskuntatutkimuksesta. Tällä alueella tapahtui merkittävä näkökulman laajennus 1983, kun yhdysvaltalainen historioitsija Thomas P. Hughes julkaisi vähitellen kulttiteoksen aseman saavuttaneen tutkimuksensa ”Networks of Power: Electrification in Western Society 1880-1930” (Michelsen 1997). Teos tarkastelee sähköistyksen syntyä ja leviämistä Yhdysvalloissa sekä Euroopassa.

Hughes tarkastelee sähköistämistä keskeisenä osana modernin maailman kulttuuria ja hallintaa. Hän ei tarkastele 1800-luvun lopulla kehitettyä sähkötekniikkaa pelkästään yksittäisinä laitteina ja voimaloina. Hughes tarkastelee asiaa laajemmin laitteita valmistavien ja sähkön jakelusta huolehtivina yrityksiä, järjestelmiin sidottuja sijoituspankkeja, korkeakoulujen opetusohjelmia, tutkimusohjelmia ja lainsäädäntöä. Uuden tutkimusmallin avulla voitiin nyt tutkia teknologisten järjestelmien kautta, mitä teknologia pitää sisällään ja miten modernin maailman teknologinen rakenne syntyi ja kehittyi. Tämän ajattelutavan mukaan teknologia ei ole ihmisestä irrallinen ilmiö, vaan se on sosiaalinen ja inhimillinen ilmiö. Teknologia onkin todellisuudessa ihmisen peilikuva eli materiaalinen, organisatorinen ja institutionaalinen kuva niistä toiveista ja tarpeista, joita modernit ihmiset esittävät elämälleen ja ympäristölleen (Michelsen 1997).

Kokonaistulemana teknologisista järjestelmistä voidaan todeta, että modernin yhteiskunnan infrastruktuurinen perusta muodostuu suurista teknologisista järjestelmistä. Energiajärjestelmien ohella niihin kuuluvat tietoliikenneverkot ja päätelaitteet, kulkuväylät liikenne- ja kuljetusvälineineen sekä vesihuoltojärjestelmät. Infrastruktuurien välinen jatkuva yhteistyö on välttämätöntä teknologioiden kehittyessä sekä uusien tarpeiden ilmaantuessa. Vesi- ja energiahuollolla on useita intressejä tehdä yhteistyötä varsinkin paikallistasolla (Aksela ym. 2008). Omistajuusjärjestelyt eivät ole ainoa mahdollisuus ja edellytys yhteistyölle ja ne voivat johtaa erityislaatuisiin ratkaisuihin (Katko 2013, 253-255). Uusimpien näkemysten mukaan infrastruktuurien kokonaisuuteen katsotaan kuuluvan myös yhteisen tutkimusinfrastruktuurin ja ainakin osan julkisista palveluista.

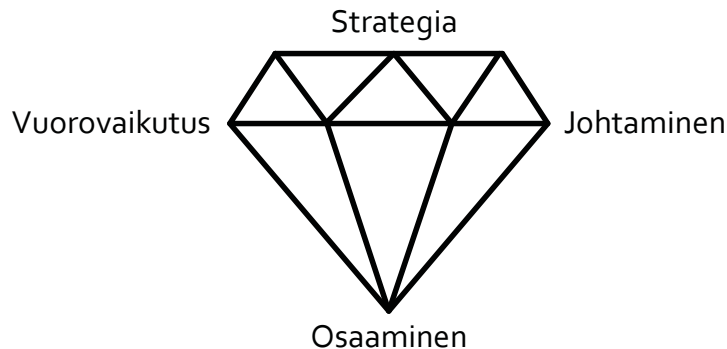
Hughes korostaa suurten teknologisten järjestelmien keksijä-yrittäjien tärkeää roolia ja heidän ympärilleen rakentunutta sosiaalisten innovaatioiden verkostoa, joka vahvistaa, suojaa ja tukee teknologisia järjestelmiä. Näitä teknologisten järjestelmien ja usein myös teollisuusimperiumin rakentajia on useissa maissa, esimerkkeinä Edison ja Henry Ford Yhdysvalloissa, Siemens-veljekset sekä Emil ja hänen poikansa Walter Rathenau Saksassa (AEG), Alfred Nobel, L.M. Ericsson ja Wallenbergit Ruotsissa. Suomessa kertaluokkaa pienempien järjestelmien ja konsernien rakentajina ovat olleet mm. Walter Ahlström, Harald Herlin ja Gottfried Strömberg.

### 6.3 Teolliset yritykset toimintaympäristönä

Suomen kokeneimpia ja tunnetuimpia liikkeenjohdon konsultteja ja myös strategisen johtamisen seuran puheenjohtajana toiminut Mika Kamensky on tiivistänyt 30-vuotisen kokemuksensa liiketoiminnan menestyksen timantiksi kuvan 19



mukaisesti (Kamensky 2010, 28). Siinä olevat kaikki neljä tekijää ratkaisevat yritysten menestymisen pitkällä aikavälillä. Mikään näistä tekijöistä ei kuitenkaan yksin ratkaise, sillä ne ovat vahvasti riippuvaisia toisistaan. Strategia, johtaminen ja osaaminen ovat pitkään olleet liikkeenjohdon suosikkitermejä. Monisyinen vuorovaikutus sekä ihmisten että yksikköjen ja yhteisöjen välillä on viime aikoina lisääntynyt voimakkaasti. Joillakin toimialueilla vuorovaikutusta voidaan pitää jopa tärkeimpänä menestystekijänä. Tärkeintä on muodostaa kuitenkin kokonaiskuva timantin särmien välisten tekijöiden vuorovaikutussuhteista.



**Kuva 19.** Liiketoiminnan menestyksen timanttimalli (Kamensky 2010, 28).

### 6.3.1 Klusteritutkimus

Suomessa käynnistettiin Michael Porterin lanseeraaman klusteritutkimusmallin pohjalta omaehtoinen klusteritutkimus ETLAn (Elinkeinoelämän tutkimuslaitos) toimesta 1980-luvun lopulla (Hernesniemi ym. 1995). Sen tuloksena syntyi runsaasti klusteritutkimusraportteja eri teollisuusalueilta. Yksi niistä oli energia-alaa koskenut ”Suomen energiaklusterin kilpailukyky” (Hernesniemi & Viitamo 1999). Klusteritutkimuksen kanssa rinnan ja jopa sitä ennenkin teollisuudessa oli jo pitkään tutkittu ja kehitetty ja otettu käyttöön lukuisia muitakin keinoja ja menetelmiä parantaa mm. kilpailukykyä, tuottavuutta, laatua, teknologiajohtamisen tasoa ja innovointikykyä. Tässä työssä aktiivisina osapuolina ovat olleet lähinnä KTM, (myöhemmin TEM), Sitra, Tekes, SHOKit ja teollisuusalojen järjestöt kärkipäässä metalli-, sähkö- ja elektroniikka, myöhemmin yhdistyneenä Teknologia-teollisuus ry:ksi. Kehitystyössä olivat vahvasti mukana myös teknilliset korkeakouluyksiköt, ETLA, VTT ym. tutkimuslaitokset.

### 6.3.2 Verkostoituminen

Kaikissa talous-, elinkeinoelämää ja teollisuudenaloja koskevissa arvioissa tärkeimpiä kehityssuuntauksia on verkostoituminen. Sen kaikkialla tapahtuva yleis-

tyminen on ollut niin massiivista, että on alettu puhua jopa verkostoyhteiskunnasta. Verkostoituminen on kuitenkin erittäin monitasoinen ja -ulotteinen ilmiö, että ko. toimijaosapuolten päättäjien olisi tarkkaan harkittava peruskysymyksiä kuten miksi verkostoitua, keiden kanssa, mikä on oma toimijarooli, millaiset verkostotyypit olisivat tarkoituksenmukaisia ja mitä edellytyksiä olisi täytettävä ennen verkostoitumista.

Verkostoitumiseen liittyvät perustermit on määritelty Suomessa seuraavalla tavalla: (Möller ym. 2006).

*Verkko* (net, liiketoimintaverkko, strateginen verkko) on tietyn yritysjoukon - mukana voi olla myös muita organisaatioita - muodostama verkko-organisaatio, joka rakennetaan tietoisesti ja tavoitehakuisesti. Verkolla on päämäärä, joka ohjaa sen kehittämistä ja toimintaa. Kullakin jäsenellä on myös omat tavoitteensa. Verkon jäsenillä on sovitut roolit, joihin liittyy vastuut sovituista toiminnoista ja yleensä myös riskinotosta ja ansaintalogiikasta

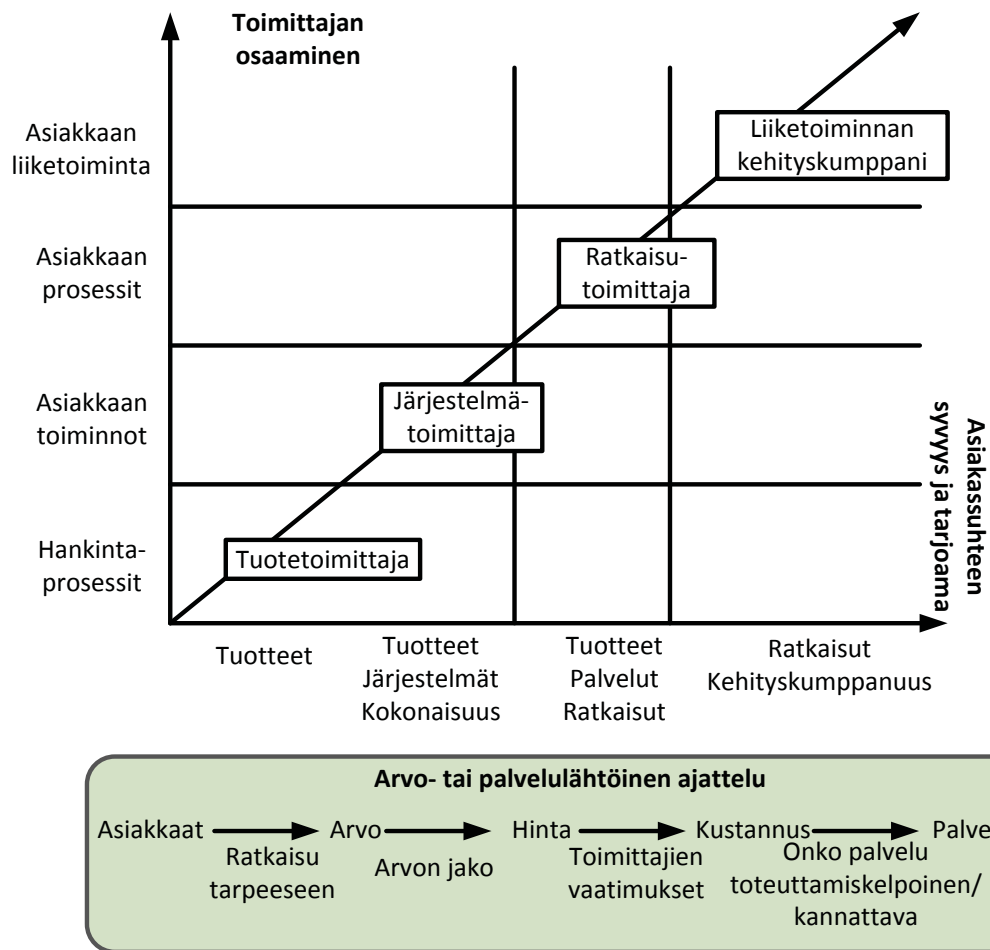
*Verkosto* (network, industries as networks, yritysverkosto, verkostoympäristö, makroverkosto, toimialaverkostot) on yritysten ja muiden organisaatioiden välisten suhteiden muodostama, toimialat ylittävä verkostokudos, joka on periaatteessa rajaton. Verkostotutkijoiden mielestä verkstorakenne kuvaa monia teknologia- ja tietämysvaltaisia aloja muita teorioita paremmin.

Joissakin tapauksissa laajat verkostot voivat kehittyä tietyissä olosuhteissa pysyvämmiksi miniklustereiksi tai klustereiksi (Hyötyläinen ym. 2004).

#### *Perussyyt ja lähtökohdat verkostoitumiseen*

Kaikkein perimmäisimmät syyt ja perustelut jäävät tiedostamatta, kun verkostoitumista ryhdytään toteuttamaan muoti-ilmiönä. Luonnollisempia ja hyvin perusteltuja syitä ovat:

- yrityksen strategisen painopisteen siirtyminen asiakkaisiin ja pitkäaikaisen strategisen kumppanuuden rakentamiseen (Lindman 2009)
- yrityksen resurssit eivät riitä koko tuotantoketjuun, vaan ulkoistaminen on välttämätön sekä lisäarvoa tuottava, esimerkiksi ohjelmistoliiketoiminnassa (Nikulainen ym. 2011)
- yrityksen liiketoiminnallinen rooli on kehittymässä yhä suuremmiksi kokonaisuuksiksi, mitä esittää kuva 20 (Ylen ym. 2010, 78).



**Kuva 20.** Yrityksen strategisen toimijaroolin kehitys (Ylen ym. 2010, 78).

Vaihtoehtoinen ja vielä kuvan 20 sisältöä laajempi ja tyypillistä kasvu- ja kehitysprosessia kuvaava esittämistapa on käyttää nimityksiä *sopimusvalmistaja*, *laitetoimittaja*, *systemitoimittaja*, *avaimet käteen toimittaja*, *verkostokumppani*, *konsortio-osallistuja jne.* (tutkijan kokemukset yrityselämästä).

## 7 VIITEKEHYS JA PERUSDIMENSIOT

Kappaleen 4.6 mukainen innovaatio määritellä synergia ilmiöjoukoksi oli koko tutkimusprosessin etenemisen kannalta käännteentekevä vaihe. Se ajoittui tutkimusprosessin puolivälin paikkeille ja merkitsi aivan uutta lähestymistapaa ja näkökulmien avartumista. Synergiatutkimuksen käsittely ja tutkiminen ilmiöinä merkitsi tutkimisen painopisteen siirtymistä pelkistä aihepiiriä kuvaavista ominaisuuksien kuvailusta eli epistemologiasta enemmän ontologiaan eli todellisuudessa olemassa olevaan ja eri tavoin ilmenevään. Kyseessä on tieteenfilosofinen kahden asian avainkysymys ja niiden keskinäinen prioriteetti. Sen on todennut mm. kuuluisa ranskalainen filosofi Jean-Paul Sartre (1905-1980), (Buckinham ym. 2012, 268) ytimekkäästi: **olemassaolo edeltää olemusta**. Filosofian historiateoksista vastaava asia, jota voisi perustellusti kutsua erääksi metaparadigmaksi, on ilmaistu: *eksistentia ennen essentiaa*.

Synergiailmiöitä tutkittaessa tarvittiin menetelmä, jota käyttäen oli mahdollista selittää kulloinkin kyseessä olevan ilmiön synty tai muodostuminen. Ilmiöiden tutkimisessa eri tieteen aloilla on lukuisia toisistaan poikkeavia menetelmiä luonnontieteistä käyttäytymistieteisiin. Mikään niistä ei osoittautunut sellaiseenaan käyttökelpoiseksi synergiailmiöiden tutkimiseen, joten oli välttämättä luotava juuri tähän tarpeeseen soveltuva nk. dimensiointimenetelmä. Tämä on samalla sekä viitekehys että tutkimusmalli, joka muotoutui tämän hankkeen toisena merkittävänä välituloksena muutamien vaihtoehtojen ja niiden kokeilun tuloksena. Toisaalta sitä voidaan luonnehtia *syväluotausmenetelmäksi*. Sen avulla tunnistetaan ilmiön syntymiseen ja ilmenemistapoihin liittyviä kaikkein primäärisimpiä ja relevanteimpia tekijöitä ts. haetaan vastauksia ko. asiaa koskeviin ”perimmäisimpiin kysymyksiin”.

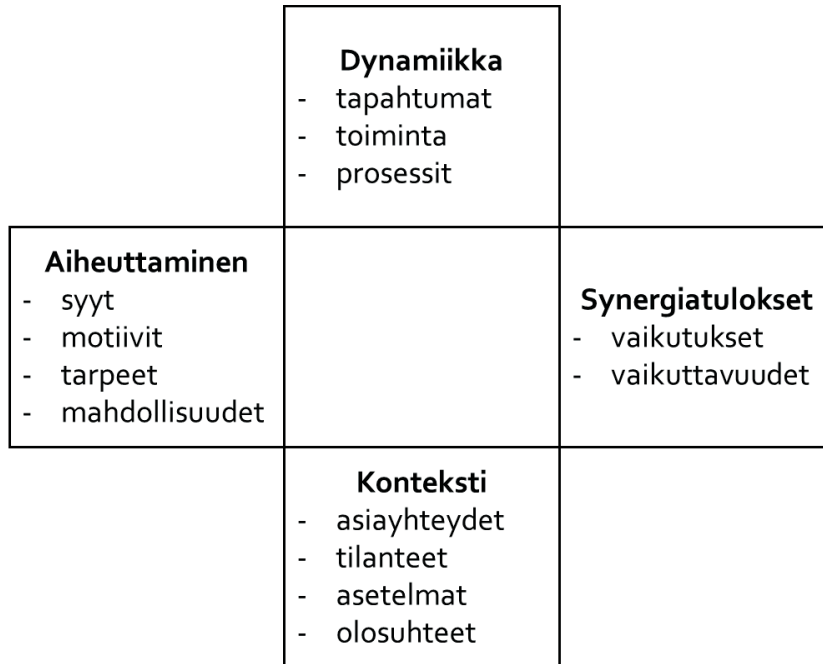
Kaikkia tutkittavia tapauksia koskee perustavanlaatuinen yhteinen ydinkysymys: ”kuinka synergiaa tuottava ilmiö on syntynyt tai muodostunut?”. Tämä yleiskysymys voidaan jakaa edelleen useampaan osakysymykseen, joista eri tyyppisiä ja laajuisia synergiailmiöitä tutkittaessa hahmottui seuraavat neljä osaluokkeryhmää:

- (i) mikä aiheuttaa tai saa aikaan synergiailmiöiden syntymisen, mistä käytettiin yhteisnimeä: **Aiheuttaminen**
- (ii) mitkä ovat ilmiöiden seuraukset ja vaikutukset, yhteisnimenä: **Tulokset**

(iii) mitä tapahtuu synergiailmiöiden syntyessä, yhteisnimenä tällä ryhmällä oli **Dynamiikka**

(iv) missä asiayhteyksissä, olosuhteissa ja tilanteissa synergiaa syntyy; tälle ryhmälle käytettiin yhteisnimitystä **Konteksti**

Näille kysymystyyppien ryhmille otettiin yhteisnimitys dimensiot. Niistä koostuva viitekehys on esitetty kuvassa 21.



**Kuva 21.** Synergiailmiöiden tutkimisen viitekehys (tutkimustulos).

Kyseisen sisäisen viitekeh്യksen nimi *dimensiointi* tarkoittaa sitä, että se on tavanomaista analyysiä laajempi sisällöltään. Siinä on mukana myös arviointia, vertailuja ja päättelyä sekä dimensiointilohkojen sisällön vaihtelevuuden mahdollistama samantyyppisten tapausten ryhmittely. Dimensiointi on verrattavissa fenomenologian perusmenetelmään eideettinen reduktio sekä tietyin varauksin teknisten laitteiden vianetsintään sekä rikos- ja onnettomuustutkintaan.

## 7.1 Aiheuttaminen

Vastaukset kysymyksiin, mikä aiheuttaa, saa aikaan tai käynnistää synergiailmiön synnyn, voivat olla selkeästi yksilöitäviä:

- konkreettisia syitä, kuten yhdistäminen, vakiointi, porrastaminen

- motiiveja parantaa, kehittää, voittaa, syrjäyttää ml. mentaaliset syyt
- tarpeita tai mahdollisuuksia, jotka johtuvat toimintaympäristön, teknologian tms. kehittymisestä ja ennakkoinnista, sopimusten ja päätösten toteuttamisesta
- yhteensattumia, yllätyksiä, muiden toimijoiden toimintaa.

Useimmissa tapauksissa syyllä on selkeästi todennettava seuraus eli vaikutus, mikä tässä dimensiointikehyksessä on ilmaistu lohkoissa tulokset. Se tarkoittaa jossain muodossa syntyntä synergistä vaikutusta, vaikutuksia, synergiahyötyä tai lisäarvoa. Perinteisesti tämä syy-vaikutus- l. kausaalisuhde on paljon käsitelty aihepiiri Aristoteleen määrittelyistä alkaen. Tästä aihepiiristä on esitetty lukuisia teorioita ja hypoteesejä. Laajaa mielenkiintoa eri tieteenalojen näkökulmista osoittaa mm. Suomen Filosofisen Yhdistyksen järjestämä tutkijakollokvio vuonna 2006, jolloin aiheena oli Syy. Kollokvion 35 esitelmästä on julkaistu 26 ko. kollokviojulkaisussa (Gylling ym. 2007). Äärimmäisiä käsityksiä tästä tematiikasta ovat esittäneet mm. J.L.Mackie ja Jaakko Hintikka. Mackien mukaan kausaliteetti on ”*universumin sementti*” kirjassaan *The Cement of the Universe* (1974), (Niiniluoto 2007, 13). Jaakko Hintikan mielestä koko kausaliteettisuhde on tarpeeton:

”Pääteesini näet on, ettei sellaista objektiivista ilmiötä kuin syysuhde ole olemassa. Todellista on erilaisten riippuvuussuhteiden verkosto” (Hintikka 2007, 215).

Tämän tutkimuksen kuluessa tutkijalle on hahmottunut myös käsitys, että kausaliteettisuhteeseen perustuva synergian syntyminen ja muodostuminen riittää selityspäätöksi yksinkertaisimmassa tapauksissa. Monimutkaisemmissa tapauksissa tutkija lauantaisi ko. Hintikan lausumaa niin, että kyseessä on eri asioiden keskinäiset suhteet, riippuvuudet ja vuorovaikutukset.

Kompleksisissa tapauksissa ei voida suoraan osoittaa ko. tekijöiden vaikutuksia, jolloin käytetään nimitystä kausatiivisuus. Tästä esimerkki on eri tekijöiden peräkkäinen yhteisvaikutus polkuriippuvuus (path dependence), joka edelleen johtaa tiettyyn tapahtumasarjaan ja vaikutusketjuun (Wikipedia). Myös yksittäinenkin tapahtuma, esimerkiksi päätös voi aiheuttaa polkuriippuvuuden.

## 7.2 Tulokset

Seuraavassa on hahmottelu synergian välittömistä hyödyistä ja eduista, jotka ovat arvioitavissa, mitattavissa ja vertailtavissa. Synergian välillisiä, kerrannais-

ja seurausvaikutuksia sekä vaikuttavuutta voidaan myös arvioida pitemmällä tähtäyksellä kuten kilpailukykyyn, laatuun ja tuottavuuteen, joskin tähän arviointiin nivoutuu monin tavoin myös laadunohjaus sekä tuottavuus- ja LEAN- kehittäminen. Tyypillisiä synergiahyötyjä ja -etuja voivat olla kirjoittajan kokemuksen ja kirjallisuuden perusteella:

1. Kustannusten alentaminen tehostuneen toiminnan ansiosta
2. Kustannusten alentuminen sarjapituuksien, suuruuden ekonomian ja standardoinnin vuoksi
3. Johtamistoimintojen tehostuminen, yhtenäistyminen, yhdensuuntaistaminen
4. Toimintojen ja prosessien ym. sujuvuus, virtaviivaistuminen
5. Järjestelmien käytettävyyden ja integroinnin tehostuminen
6. Sisäisen ja ulkoisen palvelukyvyyn parantuminen
7. Joustavuus sisäisessä ja ulkoisessa yhteistyössä vaihtoehtojen ansiosta
8. Ennakoitavuuden ja jatkuvuuksien edistäminen
9. Yhteisöllisyyden, identiteetin ja kulttuuritietoisuuden vahvistuminen
10. Ilmapiirin parantuminen, myönteisyyden ja motivaation parantuminen
11. Eko-, energia-, resurssi- ja kustannustehokkuuden parantuminen
12. Teollisten oikeuksien suojaaminen
13. Yhteistuloksena lisäarvot sidosryhmille.

### 7.3 Dynamiikka

Dynamiikka tarkoittaa tässä yhteydessä vastauksia kysymyksiin: mitä tapahtuu; miten toimitaan, johdetaan ja hallitaan; ja mitkä ovat kyseiset prosessit. Tapah- tumasarjat ja peräkkäisriippuvuudet voivat olla sekä synergiailmiön aiheuttavia tekijöitä että itse synergiailmiössä prosessiketjuna ja myös vaikutus- ja vaikutta- vuusketjuina. Yksi laajimpia synergiatapauksia on toiminta yhdessä tai yhteis- työssä ja työnjaossa. Silloin yhdistyvät sekä synergian syntymisen perussyy ja toiminta. Myös laaja-alaiseksi luokiteltava suorastaan ajattelu- ja toimintatavaksi

luokiteltava periaate on tällöin yhdistynyt ”syy ja tapahtuminen”. Eräs kansanviihsauden ilmaisema peruseriaate on tästä esimerkki: ”vie mennessäs, tee ollessas, tuo tullessas”. Tämä periaate ja toimintatapa on käyttökelpoinen synergiaa tuottava periaate aina yksilötyöskentelystä logistiikkajärjestelmiin ja vaativimmillaan matemaattinen optimointiongelma suunniteltaessa tehokkaita matkareittejä ja niiden yhdistelmiä (tutkijan kokemus ja päätelmä).

Yksi syvällisimmin toimintaa ja tapahtumista käsitellyt henkilö on ollut pragmatismien perustajiin kuuluva yhdysvaltalainen John Dewey. Hän korostaa pragmatismille tunnusomaisen toimintaan viittaavan käsitteen habit merkitystä. Pragmatismi- tutkijat ovat muuttaneet habit- käsitteen asemaa siten, että tästä toiminnan tutkimuksen jäännöstekijäksi ymmärretystä ilmiöstä tulee heidän käytössään peruskäsite. Helsingin yliopiston dosentti, VTT Erkki Kilpinen on esittänyt, että pragmatismi on osoittanut inhimilliselle toiminnalle uuden käsitteellistämistavan ja kokonaan uuden olomuodon refleksiivisessä habituaalisuudessa. Dewey on korostanut myös tietoisuuden ja habituaalisuuden rinnakkaisuutta ja samansuuntaisuutta. Tämä tarkoittaa sitä, että pragmatistisessa ajattelussa toiminta voi olla ja sen oletetaan olevan samanaikaisesti sekä tietoisesta että habituaalisuutta. Dewey toteaa, että tiedemies aivan kuin kirvesmies, lääkäri, filosofi tai poliitikko tietää toimintatapojensa avulla ei ”tietoisuutensa” avulla. Tietoisuus ei ole toimintatapojen alkuperä vaan lopputulos. Hän on todennut myös, että on kahdenlaista habituaalisuutta, järkevää (intelligent) ja rutiininomaista (Kilpinen 2008, 113-115).

## 7.4 Konteksti

Kontekstin sisällön avulla vastataan synergia-ilmion syntymisessä kysymyksiin, missä, milloin ja missä tilanteissa, asiayhteyksissä, toimintaympäristöissä ja olosuhteissa synergiaa syntyy tai luodaan. Em. dynamiikka ja tämä konteksti muodostavat usein luonnollisen toisiinsa liittyvä vastinpari (mitä tapahtuu, ja missä tapahtuu). Konteksti ja kontekstualisointi ovat nykyään sisällöltään ja merkitykseltään yhä laajenevia termejä niin käytännön toimissa ja järjestelmissä kuin eri alueiden tutkimustoiminnassa. Perinteinen konteksti tarkoittaa kirjallisuudessa asiayhteyttä. Synergiatutkimuksessa kontekstilla on merkittävä siinä mielessä, että se vastaa kysymykseen, mikä on synergialähde ja mihin toiminta kohdistuu.

Seuraavassa on hahmottelu energia-alan potentiaalisista synergiaan liittyviä konkreettisista kohteista tai asiayhteyksistä, joissa on mahdollista hyödyntää synergiaa tai tuottaa sitä nykypäivän toiminnassa tai rakentaa valmiuksia synergian tuottamiseksi.



1. Fyysiset kohteet, kuten tuotteet, teknologiat, materiaalit, fyysiset välineet
2. Sisäinen ja ulkoinen yhteistyö, verkostot
3. Johtaminen, organisointi, verkottuminen, hallinnolliset toimet
4. Toimintatavat , menetelmät, prosessit, projektit, kehittämistoimet
5. Kumuloituva osaaminen, oppiminen, harjaantuminen
6. Kulttuuri eri tasoilla organisaatioissa, klustereissa, toimialoilla
7. Päätöksenteko , erityisesti valmistelu, ajoitus
8. Ennakointi, ennalta varautuminen, skenaarioiden synergiasisältö
9. Riskianalyysit ja kartoitukset
10. Synergia-arviointi projektien ja prosessien ohjauksessa, katselmuksissa
11. Merkittävä lainsäädäntö, kansalliset politiikkapäätökset, kv. sopimukset
12. Sisällyttäminen laadunohjaukseen, LEAN-kehittämiseen yms.

Kontekstualisoinnin lisääntyntä merkitystä eri tieteenaloilla käsittelee monipuolisesti Helsingin yliopiston sosiaalipolitiikan emeritusprofessori Risto Eräsaari (2008). Viitaten kansainvälisesti tunnettuihin asiantuntijoihin hän toteaa mm.

- konteksti ei ole sinänsä mikään havainnollistamis- tai täydentämistekniikka. Se on pikemminkin jonkin erityisen maailman tai kohteen paljastamista tai ilmaisemista
- konteksti voi tarkoittaa erityisiä tulkintamalleja, genrejä tai tyyliä. Lisäksi konteksti voi muodostaa erityisen käsitteellisen kehyksen (kuten tässä tutkimuksessa se muodostaa yhden perusdimension)
- tieteen ja yhteiskunnan aikaisempaa läheisempi vuorovaikutus tarkoittaa, että yhteys muodostuu tieteen soveltamis- ja käyttämissyhteydestä (context of application) ei tieteen teoriasisällöstä
- kontekstualisointi on luonut uusia tutkimustapoja ja laajentanut tutkimuksellisia horisontteja.

## 7.5 Synergian selityspenustojen rakentuminen

Kuten edellä ovat dimensioiden kuvaukset osoittavat, ne ovat kaikki sisältörikkaita ja kaikista niistä löytyy syväulottuvuuksia. Synergioitten syntymisen selityspenusta määräytyy aiheuttamisen, dynamiikan ja kontekstin yhteisvaikutuksesta tapauskohtaisesti. Niillä voi kaikilla olla hyvin erilainen rooli kussakin tapauksessa. Perustellusti voi arvioida, että dimensiointi on syväluotaavaa analyysiä ja diagnoosia.

## 8 SYNERGISET PERUSTYYPPIRYHMÄT JA NIIDEN SELITYSPERUSTAT

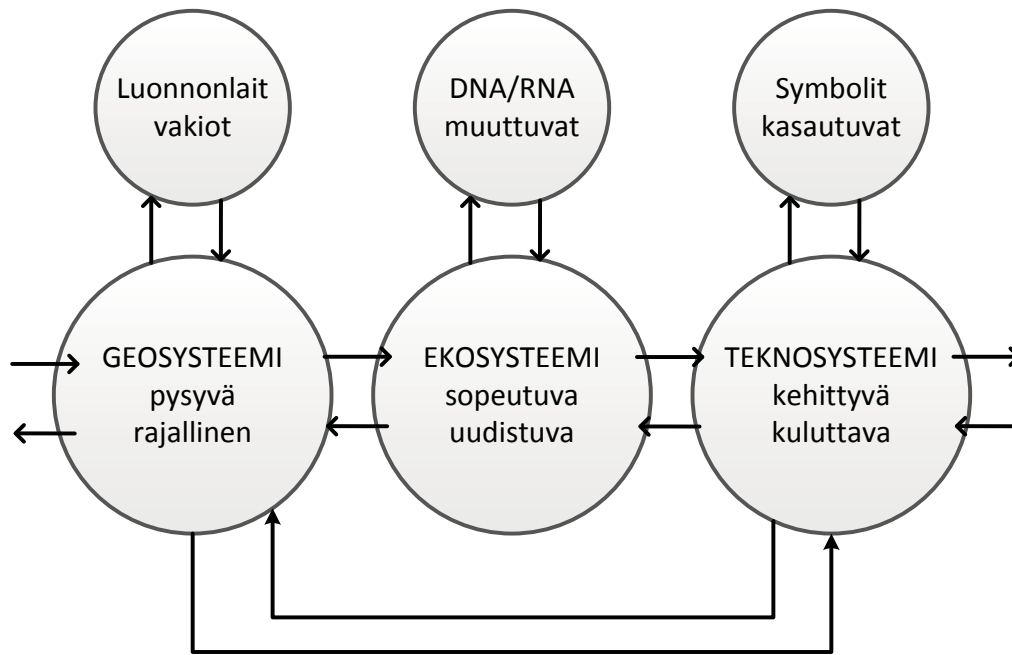
### 8.1 Luontainen synergia

Kuten kappaleessa 6 oli esillä, on ekologiassa tunnistettavissa monipuolisesti synergisiä ilmiöitä niin eliölajien sisällä kuin niiden välillä. Niistä tunnetuimpia ovat symbioottiset suhteet ja eliölajien kuten esimerkiksi mehiläis- ja muurahaisyhteiskuntien rakenne ja toiminta.

Ontologian perimmäisiä kysymyksiä ratkottaessa on puolestaan todettu energian, aineen ja informaation keskeiset roolit, niiden väliset suhteet, riippuvuudet, vuorovaikutukset ja merkitykset (Enqvist 2007, Johansson 1997). Energian luonteenomaisimmista piirteistä eräs tärkeimpiä on, että sitä voidaan pitää suurena yhdistäjänä ja yhtenäistäjänä, Tästä syystä voidaan puhua energian luontaisesta synergiasta.

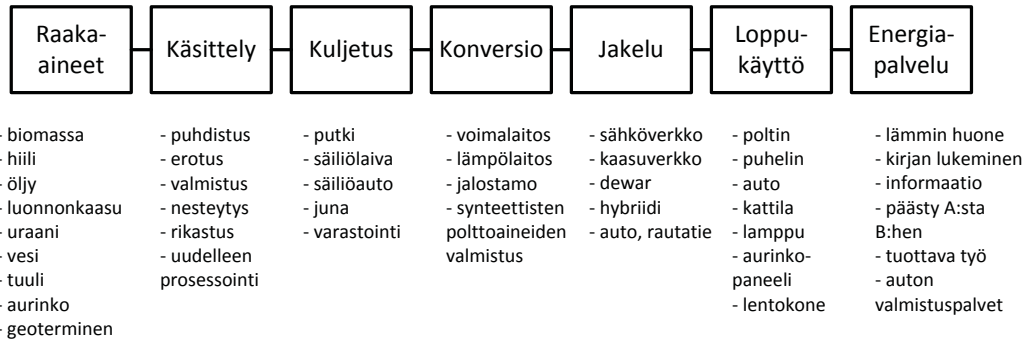
Seuraavassa käsitellään energian keskeisiä piirteitä: Ensiksi energia ja energia-ilmiöt ovat ydinasioita kaikessa ihmiskunnan tuntemassa todellisuudessa, maailmankaikkeudessa, geosfäärissä, biosfäärissä ja niitä koskevassa tutkimusalueissa. Tätä lähestymistapaa voidaan syystä nimittää metaontologiseksi ja immanenttiseksi (kaikkialla läsnä olevaksi). Toiseksi vastaava laaja-alainen kuvaus on ympäristöalan pioneerien Kyösti Pulliaisen ja Pertti Seiskarin esittämä kuvan 22 mukainen näkemys luonnonvarojen jaottelusta. Siihen on otettu mukaan myös teknoysteemi.

Kolmanneksi energiaa ja luontoa koskevat tieteidenväliset yleiset lait ja piirteet, joita on tutkittu ja kehitelty jo modernien tieteiden synnyn alkuajoista 1700-luvulta lähtien. Niitä kehitellään edelleen intensiivisesti ja myös näkemyserot kuuluvat kuvaan, kuten myös evoluutioteorian ja kvanttimekaniikan alueillakin. Energiaan liittyviä ovat mm. vapaan energian minimoituminen, energian virtaus ympäristöön, entropia ja negentropia sekä yleiset leviämis- ja jakautumalait. Näihin verrattavia ovat myös energia-ilmiöiden tarkastelu analogioiden kuten aineenvaihdunnan ja tunnettujen luonnonrakenteiden spiraalien ja kiderakenteiden avulla. Neljänneksi vaikuttavat klassisen fysiikan, kemian ja materiaaliopin yhtenäiset SI-järjestelmään perustuvat suureet ja yksiköt; energia sinänsä on luonteeltaan fysiikan pääalueita mekaniikkaa, lämpö-, sähkö- ja valo-oppia yhdistävä suure.



**Kuva 22.** Luonnonvarojen jaottelu rajallisten varojen käytössä ja kierrätyksessä. (Pulliainen & Seiskari 2011, 9)

Viidenneksi energiateknologian pääsovellusalueilla on kaikkialla maailmassa käytössä ja kehitteillä samantapaisia ratkaisuja, menetelmiä ja prosesseja. Arkiikäntöön kuuluvaa yhteistoimintaa ja yhteydenpitoa voitaneen pitää enemmän kuin kulttuurisena ilmiönä ja synergia-alueena. Kuudenneksi havaitaan yhteisten energiatehokkuuden kehittämistoimien ja ilmastomuutoksen torjumistoimien synergia. Tämä tarkoittaa kaikkia sekä yksittäisten toimijoiden että yhteisesti ohjattuja energiatehokkuuden parantamiseen ja energian säästämiseen pyrkiviä kehittämistoimia. Merkittävimpiä ja laaja-alaisimpia ajankohtaisia toimia ovat energia- ja ilmastopolitiikkaan liittyvät sekä kansainväliset että kansalliset uudistusohjelmat. Ne pohjautuvat pääosin yhteisiin kansainvälisiin kuten Kioton (1987), Lissabonin ja Pariisin (2016) sopimukseen. Yhteiseksi taustaksi edellä esitetyille kuudelle kohdalle soveltuu kuvan 23 energialogistinen perusketju (Johansson, 1997).



**Kuva 23.** Energialogistinen perusketju kehittämistoimien kontekstina. (Johansson 1997)

## 8.2 Yhden perussyyn synergiailmiöt

Tämän ryhmän synergiset tapaukset ovat sellaisia, joissa synergiaa aiheuttava perussyyn ja tavoite on selvästi alun perin määritelty samoin kuin synergian tuottaminen on harkittua ja ennakoitua. Voidaan todeta, että näissä tapauksissa koko toiminta on organisoitua, systemaattista ja jatkuvaa kehittämistoimintaa. Näistä alueista on kaikilla teollisuuden toimialueilla ja erikokoisissa yrityksissä laajaa kokemusta ja kartutettua ”hiljaista tietoa” (tacit knowledge). Kyseisen ryhmän synergian tuottamisista löytyy runsaasti kirjallista dokumentaatiota sekä tapauskohtaisia raportteja että menetelmäkuvauksia. Tässä ryhmässä on synergian synty selvästi yksilöitävissä kausaliteettisuhteeseen nojautuvaksi, tiettyihin fyysisiin kohteisiin kohdistuvaksi ja kontekstin muilla osa-alueilla tapahtuvaksi.

Tämä ryhmä muodostaa kaikista synergiatapauksista laajimman ja useissa tapauksissa –vaikkakaan ei aina–merkittävimmän kokonaisuuden ja on luonnollinen tapa kehittää synergisiä hyötyjä systeemijattelun ”bottom up”-periaatteen mukaisesti. Tutkimuksen kannalta on luonnollista aloittaa tapauksista, joilla on selkeästi tunnistettava alkusyy, mutta joilla on usein merkittävän monipuolinen soveltamisalue ja suorien synergiavaikutusten ohella pitkä vaikutusketju ja laaja vaikuttavuus.

### 8.2.1 Esimerkkityyppejä

Seuraavassa on esitetty tiiviisti yleisimpiä tyyppitapauksia, joissa voidaan yksilöidä selvästi yksi synergisyyttä aiheuttava perussyyn.

- *sarjapituuden kasvattaminen* tuotannossa on usein laskelmin todettu yksikkökustannuksia alentavaksi. Pelkistetysti voi todeta

yleisemminkin: määrän kasvu tuo kustannusetuja, parantaa tehokkuutta ja yleensä vielä laatuakin

- *uudelleenkäytettävyys (reusability)* voi tarkoittaa esimerkiksi toimistorakennuksien muuttamista asuinkäyttöön, jonkun työkalun uutta käyttötapaa tai nykyään erittäin laajasti teollisessa tuotekehityksessä toteutettua nk. platformi-konseptia. Sen periaatteena ja lähtökohtana on se, että samaa tuotteen perusrakennetta hyödynnetään eri asiakastyypien ja variaatioiden tuotannossa, peräkkäisissä tuotesukupolvissa ja useammassa samaan teollisuusryppäeseen kuuluvien yrityksen tuotteissa. Tästä löytyy esimerkkejä mm. autoteollisuudessa. Uudelleenkäytettävyttä sekä modulaarisissa että platformiperustaisissa tuoterakenteissa täydentää toisen tärkeän periaatteen mahdollistuminen eli vaihdettavuuden toteutuminen mm. huollettavuuden parantamiseksi.
- *uusiokäyttö (recycling) ja kierrätettävyys* on saavuttanut nyky-yhteiskunnassa niin merkittävän aseman, että perustellusti on alettu käyttää nimitystä kiertotalous. Energia-alalla on jätteiden ja yleensä materiaalien uusiokäyttö tuottanut uusia innovaatioita mm. biokaasun ja biopoltonesteiden valmistuksessa (Arponen ym. 2014). Puupohjaisiin materiaaleihin perustuva sekä bensineihin lisättävän biomateriaalin että biodieselin tuotanto on kasvanut maassamme jo siihen mittaani, että se on nähty jopa haittaavan puun saatavuutta mekaaniseen ja kemialliseen puunjalostukseen.

### 8.2.2 Standardointi ja standardit

Standardoinnin määritelmä kertoo sen tarkoituksen ja tärkeimmät synergiset vaikutukset yhtenäisten käytännöllistavoitteisten sääntöjen laadinta teollisten tuotteiden yhteensopivuuden ja vaihdettavuuden, käsitteiden, merkintöjen yms. ymmärrettävyyden tai laatuvaatimusten määrittelyyn jne. osalta. Lukuisista muista määritelmistä lyhimpiä ovat vakiointi ja kertaratkaisu toistuvaan tarpeeseen. Standardit eli normit ovat yleensä asianomaisten yhteisesti laatimia ja hyväksymiä suosituksia, joita voidaan soveltaa myös viranomaismääräyksinä.

Standardointia on kehitetty ja hyödynnetty kaikissa kehittyneissä yhteiskunnissa ja kaikilla toimialoilla jo yli 150 vuotta kansainvälisenä yhteistoimintana. Sillä on ollut kaksi lähtökohtaa, teoreettinen ja käytännöllinen.

Tieteellisen ja teknillisen kehityksen tuloksena voitiin määritellä yhtenäiset suu-reet ja yksiköt sekä niille referenssit ja riittävän tarkat mittaus- ja vertailumene-temät. Tämä tapahtui 1800-luvun jälkipuoliskolla, jolloin määritettiin ensim-mäiset kilon ja metrin määritelmät ja prototyypit. Tämä kehitys on johtanut täy-dessä laajuudessa kansainväliseen SI (system internationale)- järjestelmään, joka sisältää seitsemän perussuuretta ja niiden yksikkömääritelmät.

Käytännöllisen standardoinnin katsotaan alkaneen jo vuosituhsia sitten vakioi-taessa mm. tiilien ja muiden rakennusmateriaalien mittoja ja muotoja. Teolli-suuden ja kaupan alueella alkoi systemaattinen standardointi englantilaisen Jo-seph Whitworthin (1803-1887) esiteltyä vuonna 1841 vakioidun ruuvikierremal-lin. Standardointi alkoi ensin vapaaehtoisena yhteistoimintana (de facto), sit-temmin virallisina hallitusten välisinä sopimuksina (de jure). Laajavaikutteisia standardoimistoimia olivat mm. lennätinjärjestelmien, aikavyöhykkeiden ja rai-deleveyksien yhtenäistäminen eri maiden sisällä ja maiden välillä. Tekniikan ja kansainvälisen kaupan kehittyessä myös standardointi sinänsä ja järjestötoimin-ta on laajentunut ja vakiintunut kaikille aloille. Nykyistä järjestötoiminnan tilan-etta esittää kuva 24:

#### Maailmanlaajuinen taso



#### Eurooppalainen taso



#### Kansallinen taso



**Kuva 24.** Sähkö- ja telealan standardoinnin maailmanlaajuinen, eurooppalai-nen ja kansallinen taso (Åberg 2014, 165)

Huomionarvoista on, että ensimmäinen kansainvälinen standardisoimisjärjestö Kansainvälinen Sähkökomissio (International Electrotechnical Commission IEC) perustettiin jo vuonna 1906. Suomessa kansallinen järjestö Suomen standardisoimisliitto SFS ry perustettiin vuonna 1924 ja sähköalalle SESKO 1960-luvulla.

Synergian näkökulmasta standardointia voidaan kuvailla useilla tavoilla mm.

1. Yhdistettynä kuten tämän kappaleen avulla tarkoitus, toimintaympäristö ja kohdealueen sekä merkitysten suhteen periaatteellisina pyrkimyksinä kokonaisvaltainen yhtenäistäminen, viestintä, teollisuus ja kauppa
2. Synergiaa tuottavien syiden ja vastaavaan toimintatyyppin avulla. Näitä toimintoja ovat vakiointi ja porrastus, joita ovat mm. lukuiset mitat ja mittasarjat, kuten A-paperi- koot sekä E- ja R-sarjat nimellisarvojen määrityksiin. Vastaavaa synergistä toimintaa suoritetaan teollisuusalojen tuotannossa, kun valmistettavan tuotteen rakenne ”jäädytetään” määrääjäksi, mikä lisää sarjapituuksia ja parantaa kustannustehokkuutta
3. Yhtenäisillä menetelmillä, esimerkiksi laatustandardit ISO 9000- sarja, ympäristötestit IEC 68 ja sähköalan järjestelmien tietoliikennestandardi IEC 61850.

Kansallisten ja toimialojen virallisen (de jure) standardoinnin lisäksi yritykset voivat itse luoda omia tai verkostojen ja yhteistoimintakumppanien kanssa luotuja yhteisiä standardeja. Ne voivat koskea mm. tuotteita, menetelmiä, yhteisiä työkaluja tai jopa uusien teknologioiden kehittämisen yhteydessä ns. de facto-standardeja ennen virallista hyväksyntää.

### 8.3 Useamman syyn synergiat

Useamman vaikuttavan syyn aiheuttama synergisen lopputuloksen syntyminen kattaa erittäin laajan ja monitasoisen ilmiöjoukon. Suuret teknologiset innovaatiot kirjapainotaidon keksimisestä (Diamond 2005, 280-281) nykyajan merkittäviin teknologioihin (Pauku 2013) ovat edellyttäneet syntyäkseen useita rinnakkain syntyneitä edellytyksiä. Myös teolliset vallankumoukset on katsottavissa monen tekijän aiheuttamiksi synergisiksi tapahtumiksi (kohta 6.2.2).

Yrityksissä monen tekijän yhteensovittaminen ja tasapainottaminen tuottaa synergisen yhteisvaikutuksen esimerkkeinä liiketoiminta- ja teknologiajohtamismallit (Keskinen 2003 ja 2005). Seuraavassa on kaksi synergiaesimerkkiä, joissa



syinä ja aiheuttajina on myös erittäin monien tapahtumien taustalla oleva kahden perustekijän keskinäissuhde.

### 8.3.1 Kulttuurinen synergia

Yrityskulttuurin asiantuntija Hampden-Turner on tarkastellut ja vertaillut yrityksien menestymistä ja taantumista. Hän on tiivistänyt yrityskulttuurin perimmäisimmän ominaisuuden dilemmaksi, ts. yrityskulttuurin tasapainoiluksi dilemmapäiden välillä (Hampden-Turner 1991, 26-35). Perusdilemmana hän näkee tasapainoilun ulkoisen sopeutumisen ja sisäisen yhteisyyden eli organisatorisen kiinteyden välillä. Paras tilanne on silloin, kun kulttuuriarvojen johtamisella sovitetaan ääripäät yhteen ja vahvistetaan molempia. Hyvästä johtamisesta seuraa nousukierre ja huonosta kaikkea toimintaa heikentävä noidankehä, ts. negatiivinen synergia.

### 8.3.2 Esimerkkejä energia-alan synergioista

Energia-alalla on löydettävissä useita potentiaalisia synergiamahdollisuuksia, joissa on kaksi tai useampia yhdistettäviä tai yhteen sovitettavia asioita korkeamman tason päätöksien (kpl 8.6.2) ohella. Vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttö, muut vaihtoehtoiset ja vuorotellen käytettävät pienlämmitysjärjestelmät sekä valaistusjärjestelmät ovat tästä esimerkkejä. Laaja-alainen uusien energialähteiden yleistyminen ja käyttöönotto seurausvaikutuksineen sisältää monia synergiamahdollisuuksia. Eräs tällainen laajempaan soveltavan yleismallin luomiseen tähtäävä tutkimus- ja kehittäelyprosessi on käynnistetty Vaasan yliopiston Levón-instituutin toimesta 2010-luvun alusta lähtien (Peura 2013). Tähän omavarainen energiakylä- peruskonseptiin nojautuvaan projektiin on otettu mukaan useita yhteistyökumppaneita ja kokeilutoimintaa varten muutamia kuntia ja kyliä. Perusidea on luoda pitkällä aikavälillä asteittain taloudelliset, tekniset, hallinnolliset, juridiset ym. edellytykset täyttävä yhteistyömalli. Siinä on useita synergisiä ratkaisuja edellyttäviä haasteita alkaen yhteistoimintakumppanien intressien sekä keskitetyn ja hajautetun energiainfrastruktuurin yhteensovittamisesta.

Eräs ratkaistava peruskysymys on yhdistää kaksi perustekijää, mikä tuottaisi synergisen perusratkaisun ja olisi jatkotoimien kannalta suorastaan edellytys. Nämä kaksi perustekijää ovat

- energian järkevä käyttö, joka tarkoittaa energian säästöä ja energiatehokkuutta yleisnimikkeellä RUE (Rational Use of Energy, saving, efficiency)

- uusiutuvat energialähteet yleisnimikkeellä RES (Renewable Energy Sources).

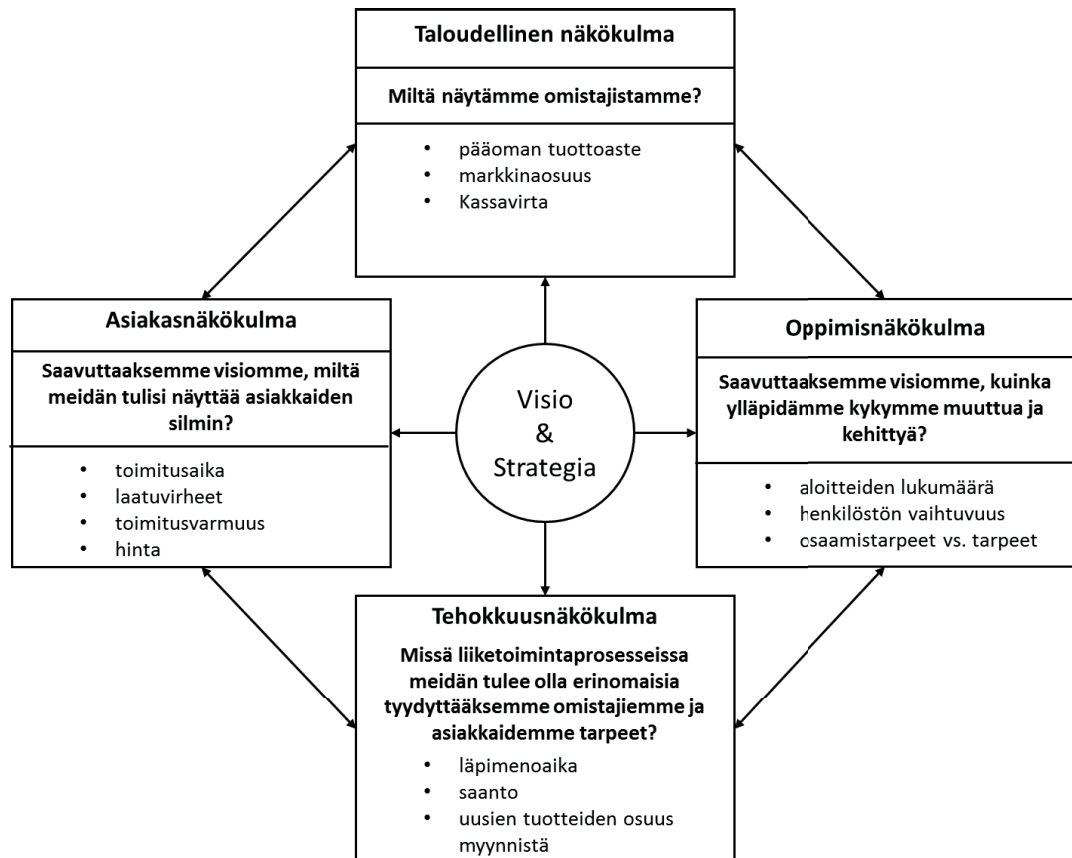
RUE- alueella merkittäviä tekijöitä ovat mm. lämpöenergian talteenotto, maalämpö, jäähdytys ja etäohjattavuus. RES- alueella ratkaisuun vaikuttavia energialähteitä on sekä lämpö- että sähköenergiapuolella: maalämpö, aurinkoenergian käyttö ja polttokennot sekä tuulienergia ja aurinkopaneelit. Alueellisiksi synergia-hyödyiksi projektissa on arvioitu kustannusten alentuminen, ostovoiman lisäys, uusi työllistyminen, verotulot sekä sosiaaliset, ekologiset ja eettiset tekijät.

Toinen erittäin yleinen käytännön tarve on yhdistää energian tuotantomuotoja. Tyypillinen perinteinen tilanne on ratkaista yhteinen lämmön- ja sähköntuotanto (CHP: Combined Heat and Power). Nykyaikana yhä suurempi tarve on liittää samaan yhteyteen myös jäähdytys (CCHP: Combined Cooling, Heat and Power).

## 8.4 Synergiaetujen luominen BSC:n avulla

Kohdassa 4.3 esitetyt yritysten johtamiseen ja strategiaan liittyvät synergiset lähestymistapaesimerkit osoittivat siltäkin osalta monipuolisuutta. Laaja-alaisen tieteellisen johtamisen ja synergian aikakauden katsotaan alkaneen 1960-luvulla lähinnä Igor Ansoff'in ja Alfred Chandlerin vaikutuksesta. Silloin kehitetty tunnetuin ja sovelletuin johtamisjärjestelmä oli nk. tavoitejohtaminen (mbo: management by objectives), myös Suomessa. Sen avuksi luodusta nk. suorituskykymittaristosta (BSC: Balanced Score Card) on muodostunut kahden vuosikymmenen aikana pisimmälle kehitetty ja kattavin synergisen kokonaispotentiaalini huomiioonottava johtamisjärjestelmä.

Alun perin BSC syntyi Yhdysvalloissa suuryritysten yhteisprojektissa, jonka tavoitteena oli kehittää yritysten suorituskyvyn mittausta. Taloudelliset mittarit koettiin riittämättömiksi kuvaamaan erityisesti aineettoman pääoman tuloksia. Kehitetyn mittariston käyttöä monipuolistettiin strategisen johtamisen välineeksi. BSC- mittariston avulla visio ja strategia muutetaan tavoitteiksi, mittareiksi ja toimintasuunnitelmiksi neljän näkökulman avulla kuvan 25:



**Kuva 25.** Alkuperäinen esimerkki Balanced Scorecardista (Malmi ym. 2003, 16)

BSC- järjestelmän kehittäjät Robert S. Kaplan ja David P. Norton kirjoittivat ensimmäisen kirjansa aihepiiristä vuonna 1996. Neljäs heidän julkaisemansa kirja julkaistiin vuonna 2006: "Alignment: Using the Balanced Scorecard to Create Corporate Synergies". Se julkaistiin suomeksi vuonna 2007 nimellä Strategian toteutus, Synergiaetujen luominen Balanced Scorecardin avulla (Norton-Kaplan 2007). Siinä on otettu avainkäsitteeksi strategian yhdensuuntaistaminen sekä apuvälineiksi heidän edellisissä teoksissaan kehittämänsä strategiakartta ja BSC-mittaristo.

He ottavat siinä perustaksi suunnitteluprosessin ja tukitoimintojen yhdensuuntaistamisen ja kuvan 25 mukaisen nelijaon. Strategioiden toteutuksia esiteltäessä käytetään esimerkkeinä yhdysvaltalaisia yrityksiä. Heidän mallinsa mukaan (Kaplan-Norton 2007, 54-56)

1. Taloudelliset synergiat tarkoittavat:

- toisten yritysten hankintaa ja integrointia

- ylivertaisten valvonta- ja hallinnointiprosessien ylläpitoa yhtiön eri yksiköissä
- yhteisen brandin hyödyntämistä eri liiketoimintayksiköissä
- näkyvyyden tai erityistaitojen saavuttamista neuvotteluissa ulkoisten kumppaneiden ja sidosryhmien välillä.

## 2. Asiakassynergiat tarkoittavat:

- yhteisen arvolupauksen jatkuvaa korostamista maantieteellisesti hajanaisten vähittäismyynti- tai tukkuliikkeiden keskuudessa
- yhteisten asiakkaiden hankkimista yhdistämällä tuotteita ja palveluita useisiin yksikköihin, minkä avulla saavutetaan selkeitä etuja kuten alhaiset kulut, kätevyys ja räätälöidyt ratkaisut.

## 3. Liiketoiminnan prosessien synergiat tarkoittavat:

- ydinosaamisalueiden hyödyntämistä, minkä avulla luodaan erinomaisia tuotteita tai prosessiteknologioita eri liikeyksiköissä. Ydinosaamisalueita ovat esimerkiksi mikroelektroniikan tuotanto optoelektroniikassa, ohjelmistokehityksessä ja jakelujärjestelmissä, jotka johtavat kilpailuetuun useilla toimialasegmenteillä
- tuotannon mittakaavaetujen saavuttamista yhteisten tuotanto-, tutkimus-, jakelu- tai markkinointiresurssien avulla.

## 4. Kasvun ja oppimisen synergiat tarkoittavat:

- henkisen pääoman kehittämistä HR (human resources)- osaston henkilöstön palkkaamisen ja kouluttamisen kautta sekä johdon kehityskäytäntöjen avulla eri liiketoimintayksiköissä
- yhteisen teknologian käyttöönottoa, kuten toimialalla johtavatoimintaohjelma tai kanava asiakkaille, mikä parantaa yrityksen laajan palveluvalikoiman saatavuutta
- parhaiden toimintatapojen yhteiskäyttöä tiedonhallinnan avulla, mikä edistää prosessien hallintaa useissa liiketoimintayksiköissä.

Kokonaisuutena BSC-johtamisjärjestelmään perustuvasta synergiakonseptista on todettavissa, että se on luonteeltaan yrityksessä synergiaa varmistava järjestelmä, kuten yritysten laatujärjestelmissä on vastaavasti laatua varmistavia toimintoja. Sillä on kuitenkin muista johtamisjärjestelmistä poikkeava synergiakonsepti.

Synergian luominen ja varmistaminen on ”sisäänrakennettu” yrityksen kokonaisprosesseihin.

## 8.5 Systemeihin liittyviä synergianäkökohtia

Kappaleessa 5 todettiin systeemi- ja synergia-ajattelun ”lähisukulaisuus” ja vuorovaikutus, mikä ei kuitenkaan ole luonteeltaan symmetristä. Synergia-ajattelua ja systeemistä lähestymistapaa tarvitaan lähes kaikissa synergia-tarkasteluissa, mutta kaikki synergiset tapaukset eivät perustu systeemeihin. Tässä alakohdassa tarkastellaan systeemejä ja synergian tuottamista kolmesta näkökulmasta: systeemeihin sinänsä kuuluvien synergiaa aiheuttavien piirteiden näkökulmasta, synergian käytön ja hyödyntämisen sekä systeemien luomisen näkökulmasta.

### 8.5.1 Synergiaa tuottavia systeemien ominaisuuksia

Synergiaa tuottavien systeemeihin sisältyvien tekijöiden kokonaisvaikutusta voidaan nimittää systeemievoluutioksi. Näitä ominaisuuksia on tarkoituksenmukaista ryhmitellä esimerkiksi seuraavalla kahdella tavalla:

1. Luontaiset synergistiset piirteet. Niitä ovat esimerkiksi homeostaasi, ekvifinaalisuus ja laajennettavuus, jotka synergiaetuna merkitsevät joustavuutta ja vaihtoehtoja tilanteiden ja olosuhteiden muuttuessa. Myös palautuvuus häiriötilanteissa sekä sopeutuminen uusiin olosuhteisiin ovat tyyppillisiä synergisiä piirteitä. Luonnon systeemien eliölajien symbioottiset vuorovaikutussuhteet ovat tuttuja mm. tv:n luontodokumenteista. Kasvit ja eläinlajit voivat olla molempia hyödyttävissä suhteissa tai delfiinit ja leijonat voivat yhdessä luoda tehokkaan saalistus- tai puolustusjärjestelmän.
2. Systeemien evolutiiviset piirteet. Systeemien erityisesti luonnon systeemien pitemmän aikavälin kehitykseen, muutokseen ja uudistumisiin on eri yhteyksissä liitetty sellaiset ominaisuudet ja ilmiöt, kuten emergenttiset ominaisuudet ja emergenssi-ilmiö, supervenienssi, autopoieesi ja itseorganisointuminen. Emergenssiin liittyy yleisesti oletus, että systeemin kehittyessä tapahtuu kehityshyppäys (vastaava nimitys evoluutiossa on fulguraatio = esiinsukeltaminen). Oletetaan myös yleisesti, ettei alemman tason käsitteillä voi kuvata ylemmän tason asioita (antireduktionismi). Tästä usein käytetty esimerkki on, että fysiikan ja kemian käsitteillä ei voi kuvata biologisia ilmiöitä (Kamppinen ym. 2003, 60-64, 31, 85; Ravn ym. 1997) .

Termi ”emergenti” tarkoittaa sitä, että todellisuuden ylemmillä tasoilla syntyy, tulee esiin eli ”emergeituu” (kehkeytyy) uusia ominaisuuksia. Ne ovat sellaisia, joita ei ole eikä voi olla alemmilla tasoilla. Emergenttien ominaisuuksien syntymistä voidaan pitää myös eräänlaisina ”kehityshyppäyksinä”: systeemin kehitysprosessissa uudelle tasolle siirtyminen tuottaa näitä uusia, ennen saavuttamattomia ominaisuuksia ja kykyjä, jotka mahdollistavat uuden tavan toimia. Toisaalta ylemmän tason ominaisuuksia ei voi redusoida alemmille tasoille eli selittää alemman tason käsitteillä. (Ravn ym. 1997,31).

Laajin ja merkittävin emergenssiä koskeva julkaisu on hakuteostyyppinen laajasti emergenssi-ilmiöitä eri puolilta tarkasteleva 2014 ilmestynyt teos ”Generative emergence: a new discipline of organizational, entrepreneurial and social innovation” (Lichtenstein 2014). Nimensä mukaisesti teos on kirjoitettu yleispätevän oppiaineen tai näkökulmasta riippuen tieteenalaksi katsottavaan muotoon kyseisiä sovellutusaloja silmällä pitäen. Sen taustaksi on otettu laaja 15 aluetta käsittävä kompleksisuustieteet (complexity sciences), joista yksi on synergetiikka (synergetics) (emt 67). Sen peruslähdeokseksi on otettu Stuttgartin yliopiston teoreettisen fysiikan instituutin professorin Hermann Hakenin teos ”Synergetics” (Haken 1978). Kirjan johdanto-osan otsikoksi ja sisällöksi on otettu itseorganisointi fysiikassa, kemiassa ja biologiassa, siis tyypillinen luonnontieteilijän systeeminäkemys. Lichtensteinin teos pohjautuu laajaan tähän asti aihepiiristä julkaistuun kirjallisuuteen ja asiantuntijoihin lähtien emergenssi-termin 1875 keksineestä Georg H. Lewis’istä (emt 108). Teoksessa on esitetty mm. emergenssin määritelmiä, ominaispiirteitä, rakenteita ja dynaamisia tiloja, joissa emergenssi-ilmiö esiintyy sekä erilaisia tyyppejä.

Eräs emergentin systeemitodellisuuden käsite on *supervenienssi* (päältäminen). Se tarkoittaa systeemitasojen keskinäistä riippuvuutta ja on luonteeltaan varsin abstrakti ja käytännön systeemyölle melko vieras. Siihen liittyvää teoreettista pohdiskelua on harrastettu mm. teoreettisemmassa systeemiajattelussa, tulevaisuudentutkimuksessa ja filosofiassa (Kamppinen ym 2003, Pihlström 2001).

Tässä tutkimuksessa on tehty alustavasti havainto, edellä olevan lämpötilaa koskevan esimerkin pohjalta, että myös energia on supervenientti tekijä. Koska energia voi esiintyä fysikaalisena suureena eri muodoissaan, kuten lämpö-, sähkö- ja säteilyenergiana sekä myös kemiallisena ja mekaanisena energiana, niin sen voidaan katsoa syntyneen eri syistä ja siten olevan erittäin monipuolinen supervenientti tekijä.

Systeemiontologiaan liittyvä kolmas perustermi on *autopoiesi*, joka tarkoittaa sananmukaisesti ”itsensäluomista” (kreik. Autos = itse ja poiein = luominen). Siinä on toimintojen kokonaisuus, jossa biologinen tai joku muu systeemi muo-

dostaa uudelleen omia osiaan ja siten itsensä kaltaisia systeemejä ja pitää yllä yksilöllisyyttään. Termin ovat ottaneet käyttöön 1973 chileläiset biologit Humberto Maturana ja Francisco Varela. Autopoieesin avulla tehdään ero perinteiseen biologiassa vallitsevaan käsitykseen siitä, että organismit ovat systeemejä, joihin tulee syötteitä ja josta lähtee tuotoksia. Siten tämän ajattelutavan mukaisesti organismintoiminta ja tuotokset riippuvat vain siitä, mitä panoksia ne ottavat vastaan ulkoa. Maturana haluaa osoittaa, että organismin sisäinen elävä järjestymisen – sen autopoieesi – määrää, mitä organismi tekee ja kokee. Siinä korostuu ulkoisten ärsykkeiden ja kontrollin sijasta autonomia, itsenäisyys ja systeemin sisäinen arkkitehtuuri (Ravn ym. 1997, 17-18).

Autopoieettisia systeemejä ovat mm. solut, immuunijärjestelmä, havaitseminen yleensä, viestintä sekä tajunnan sisältö ja evoluutio. Saksalaisen sosiologin Niklas Luhmann'in mukaan myös sosiaaliset järjestelmät ilmaisevat autopoieettisuutta (Ravn ym. 1997, 17-18).

Itseorganisoituminen on myös fysiikan ja biologian tutkimuksesta alkanut yleiseen systeemiteoriaan ja kompleksisuuteen liittyvä rakenteiden siirtymistä korkeamman asteisuuden tasolle tarkoittava termi. Se on seurausta viime vuosikymmeninä lisääntyneestä kiinnostuksesta korkeammin järjestäytyneisiin systeemeihin ja tapoihin siitä, kuinka ne ovat syntyneet ja kehittyneet maailman-kaikkeuden ja elämän evoluutiossa. Erityyppiset itseorganisoituvat systeemit koostuvat yksinkertaisista osasista, jotka ovat vuorovaikutuksessa toisiinsa yksinkertaisten sääntöjen mukaan, mutta synnyttävät kuitenkin monimutkaisia muotoja. Jotkut itseorganisoituvat systeemit ovat nk. dissipatiivisia rakenteita, joissa systeemin lävitse virtaava ja siihen kertyvä energia aiheuttaa aiempaa monimutkaisemman rakenteen järjestymisen. Itseorganisoitumista esiintyy ja sitä tutkitaan myös kosmologian eri suuntauksissa sekä kemiassa selvittäessä elämän syntyä ja kehitystä. Tutkimuksen kohdealueita ovat lisäksi mm. laser, hermoverkkotietokoneen toiminta, oppiminen ja älykkyys sekä biologiassa tutkittaessa organismien kehitystä eli morfogeneesiä (Ravn ym. 1997, 85-87).

### 8.5.2 Systeemien käytön tuottamia synergiahyötyjä

Systeemien käyttö tarkoittaa tässä yhteydessä jo olemassa olevien systeemien käytöstä, käyttötavasta ja hyödyntämisestä aiheutuvia synergiahyötyjä, joista seuraavassa on kaksi esimerkkiä.

### 8.5.2.1 Tunnettujen systeemistandardien käyttö

Näitä systeemityyppejä ovat esimerkiksi tunnettujen kansainvälisten laatu- ja ympäristöjärjestelmiin ISO 9000 ja ISO 14.000 liittyvä soveltaminen. Näiden systeemistandardien merkittävin synergiaetu on oma yhtenäinen käytäntö kaikkialla maailmassa. Laatujärjestelmiä voidaan hyödyntää sekä sellaisenaan tai täsmennettynä riippuen siitä, millainen ko. järjestelmän laatusertifikaatti halutaan hankkia. Näitä systeemistandardeja voidaan hyödyntää sekä sisäisten kehittämistoimien apuna ja ulkoisessa kaupallisessa toiminnassa. Parhaita pitkän aikavälin synergiahyötyjä ovat uuden laatum kulttuurin syntyminen, ekoajattelun syventäminen sekä vakiintuvat asiakas- ym. yhteistyösuhteet (kirjoittajan kokemukset standardoinnista ja yrityksen laatu järjestelmien rakentamisesta).

### 8.5.2.2 Kaupallisten hallinnollisten systeemien hyödyntäminen

Tyypillisiä kaupallisesti hankittavia systeemejä ovat esimerkiksi tietokoneavusteiset tuotekehitys-, testaus- ja dokumentointijärjestelmät. Synergististä lisähyötyä niistä saadaan mm., kun hankitaan yhteistoimintakumppanien kanssa yhtenäiset järjestelmät, jolloin saadaan suuruus etu ja turvataan ko. järjestelmien koulutus- ja huoltopalvelut.

### 8.5.2.3 Systeemi- integraation synergia

Systeemien integraatio on monipuolinen systeemien käyttömahdollisuuksia ja synergiapotentiaalia lisäävä ilmiökokonaisuus. Isompi hyppäys on rinnakkaisten systeemien yhteenliittäminen esimerkiksi hajautetuissa energian tuotantojärjestelmissä sekä yritysten tietokonepohjaisten suunnittelu-, tuotanto ja testausjärjestelmien yhdistäminen. Vertikaalinen integraatio on kyseessä silloin, kun esimerkiksi yritysten laajoissa toiminnanohjausjärjestelmissä (esim. tunnetussa kaupallisessa järjestelmässä SAP) operatiiviset tietosysteemit on yhdistetty ylempiin ohjaus- ja optimointisysteemeihin.

Erittäin laajan systeemi-integraatiokokonaisuuden muodostavat lentokoneisiin, lentokenttien, koko infrastruktuuriin, sääpalveluun sekä koko lentoliikenteen valvonta- ja onnettomuustutkintajärjestelmiin liittyvä integrointi. Määrittelykysymys on, puhutaanko systeemi-integraatiosta vai konvergenssista tai assimilaatiosta, kun on kyseessä hallinnonalojen, toimialojen ja valtioiden rajat ylittävien systeemien ja verkostojen integrointi.



### 8.5.3 Synergiaedut systeemien luomisessa

Teollisten yritysten tyypillisimpiä omien systeemien rakentamisprosesseja on kahdenlaisia tai niiden yhdistelmiä. Omaan käyttöön tarkoitetut, johtamis-, viestintä- ja tuotantotekniset systeemit muodostavat ensimmäisen alueen. Toisen alueen muodostavat markkinoitavat tuote- ja palvelusysteemit. Tuotesysteemit sinänsä ovat synergistisiä kokonaisuuksia, esimerkiksi sulautetut järjestelmät: niissä on integroitu erilaisia teknologioita, ohjelmistoja ja pakkaustekniikkaa. Tuotesysteemit rakentuvat nykyisin sukupolvittain yhteiskäyttöisten alustojen pohjalle. Asiakaskohtaiset tuotesysteemit toteutetaan ja ylläpidetään ohjelmallisesti. Synergisiä lisäetuja on tällöin mahdollista luoda, kun yhdistetään tuote- ja palvelutarjonta tai suunnitellaan systeemit prototyypivaiheessa ensin omaan käyttöön referenssiksi ja sitten ne tuotteistetaan ja kaupallistetaan.

Parhaimpia esimerkkejä uusien systeemien luomisessa synergia-potentiaalin kannalta on nykyisen alustatalouden periaatteita noudattava konsepti, joita Suomessakin on toteutettu. Yliopistoyksiköiden ja teollisuuden yhteistyöprojektina on toteutettu langattomien anturiverkkojen alustakehitys (Virrankoski 2012). Edelleen jatkuvan tutkimus- ja kehitystyön tavoite siinä on tietoliikennestandardin IEEE 802.15.4 pohjalta kehittää yhteinen defacto-standardiluonteinen systeemialusta.

## 8.6 Monisynergiat

### 8.6.1 Teknologia synergian lähteenä

Teknologia on kaikkine lajeineen ja tyyppineen sekä yritys- että toimiala- ja globaalitasoilla erittäin monipuolinen synergialähde. Synergia voi tässä tapauksessa olla myös negatiivista, mistä väärät valinnat, ajoitukset, byrokratia ja kehitystä jarruttavat direktiivit ovat esimerkkejä. Kuten kappaleessa 5 osoitettiin, jo pelkästään erilaiset infrastruktuurit tarjoavat yrityksille laajat mahdollisuudet hyödyntää mm. energia-, ICT-, liikenne- ja tutkimusinfrastruktuureja. Toisaalta tuottamalla niihin tuotteita, järjestelmiä ja palveluja voi esimerkiksi energiatuoteteollisuus sisällyttää niihin synergiamahdollisuuksia.

Tyypillisiä teknologiateollisuuden yritysten teknologiaan pohjautuvia synergia-alueita ovat:

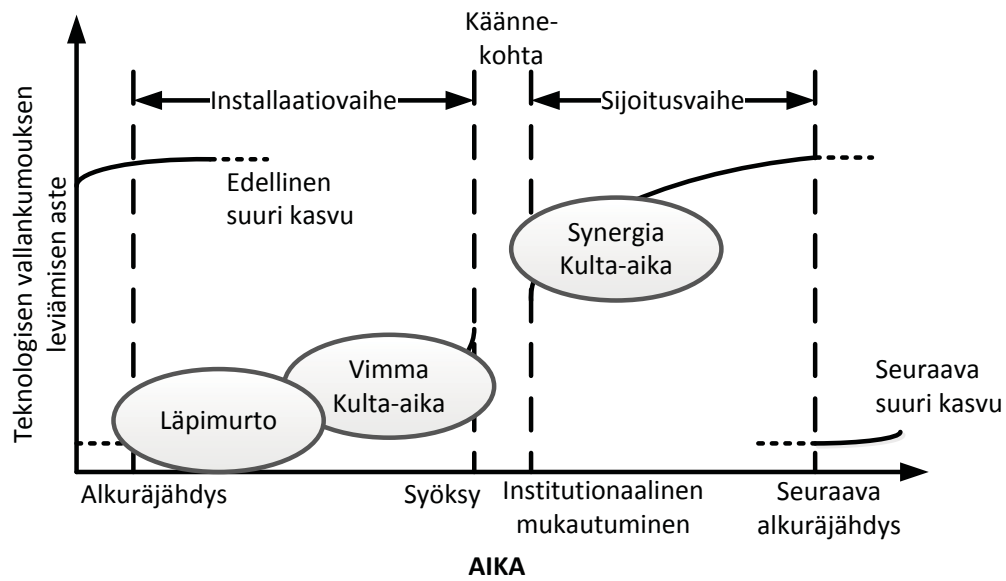
1. Kehitettäviin ja valmistettaviin tuotteisiin sisältyvät tuoteiston ja tuotekenteiden sekä niihin kuuluvien teknologiavalintojen suunnittelu esimerkiksi tuote- ja teknologiatiekarttoja käyttäen (Keskinen 2005)
2. Uusien teknologioiden kehittäminen ja käyttöönottovalmiuksien arviointi, myös uusien materiaalien ominaisuuksien ja yhteensopivuuksien testaus; nykyaikaista poikkitieteellistä tutkimusta edustaa mm. synergiahakuinen proteomiikka, mikä tarkoittaa soluissa olevien proteiinien yhteisvaikutusta
3. Yrityksen toiminnoissa ja prosesseissa tarvittavien, usein tietokoneavusteisten teknologioiden ja työkalujen käyttö. Myös integroitu tuotetiedon hallinta (PDM product data management) kuuluu tähän alueeseen
4. Osallistuminen laaja-alaisiin toimialan yhteisiin tutkimus- ja kehittämishankkeisiin kustannusten jakamisen ja yhteisten standardien luomiseksi sekä kansainvälisissä järjestöissä että Suomessa lähinnä Tekesin ja strategisten huippuosaamiskeskittymien (SHOK, esim. CLIC Oy ja FIMECC Oy) hankkeissa. Uusimpana alueena ovat aikaisempien osaamiskeskusohjelmien tilalle tulleet INKA (innovatiiviset kaupungit) -ohjelmat, jossa Vaasa yhtenä viidestä vastaa energia-alan ohjelmasta Kestävät energiaratkaisut.
5. Potentiaalisten moniteknologioiden ja teknisten epäjatkuvuuskohtien kartoitus, seuranta ja ennakointi
6. Järjestelmien huolto ja ylläpito, joissa nykyaikainen etäoperointi mahdollistaa pitkien etäisyyksien takaa ja mm. merialueilla jatkuvan järjestelmien kunnonvalvonnan, vikadiagnostiikan ja ohjelmistopäivitykset.

Kaikissa em. alueissa on mahdollista hyödyntää yhtenäistämistä, yhteishankintoja, standardointia sekä immateriaalioikeuksia (IPR immaterial product rights).

Kaikilla yhteiskunnan alueilla on viime aikoina suurta huomiota saavuttanut digitalisaatio. Lähes päivittäiset irtisanomisuutiset ja massiiviset työttömyysnäkyvät ovat aiheuttaneet suurta huolta kaikkialla maailmassa ja johtaneet julkisen hallinnon toimenpiteisiin. Keväällä 2015 nimitetty Suomen hallitus mm. on ottanut yhdeksi kärkihankealueeksi digitalisaation.

#### 7. Teknologisten läpimurtojen synergiavaihe

Teknologiastrategian ja -johtamisen opeissa yksi keskeinen teema on teknologisten innovaatioiden yleistymisen ja leviämisen eli diffuusio. Koko elinkaaren alkuvaihetta kypsyyteen asti tai aivan alkuvaihetta voidaan nimittää läpimurtovaiheeksi kuvan 26 mukaan.



**Kuva 26.** Teknologian elinkaaren alkuvaihe (Wilenius, 2006).

Siinä olevaa voimakkainta kasvuvaihetta ennen kypsymistä ja saturaatiovaihetta voidaan nimittää myös ”synergian kultakaudeksi” kahdenlaisesta perussyystä. Teknologian käyttöönottovaiheen tuloksena voidaan todeta ko. teknologian todellinen käytettävyys eri sovellutuksia ja hyödynnettävyys sekä rajallisuudet. Toisaalta teknologisten arviointien ja testauksien tuloksena selviää teknologinen integrointi eli mahdollisuudet mm. moniteknologiahyödyntämiseen.

### 8.6.2 Merkittävien energiapäätösten synergia potentiaali

Energiasektorin ja teknologian tulevaisuuteen liittyvää synergia potentiaalia on luontevaa tarkastella merkittävien päätösten valmistelun, kriteerien toteutus suunnittelun, toteutuksen ja vaikuttavuuksien kannalta. Näille päätöksille on tunnistettavissa muutamia yhteisiä piirteitä. Ne koostuvat useista peräkkäisistä, tarkentuvista ja konkretisoituvista osapäätöksistä ja muodostavat päätösketjuja. Synergia koostuu useista eritasoisista vaikutuksista, vaikuttavuuksista sekä kerrannaisvaikutuksista. Päätökset koskevat useita osapuolia, joilta edellytetään yhteisymmärrystä ja osallistumista yhteistyöhön. Päätöksen toteutus ratkaisee, miten hyvin synergia toteutuu tai, jos toteutus on huono, siitä voi seurata myös negatiivista synergiaa.

Tällaisia merkittäviä päätöksiä ovat mm. (koostettu eri lähteistä, uutisista, kolumneista):

- energia- ja ilmastopoliittinen päätöksenteko valtioneuvostotasolla sisältäen lainsäädännön ja regulaation ohella myös tariffi- ja tukipolitiikan
- merkittävät infrastruktuureja koskevat päätökset, esimerkiksi kantaverkkoratkaisut, siirtoyhteydet ulkomaille, energia- ja vesihuollon sekä kulkuväylien yhteisten etujen ennakointi jne.
- laajat teknologioita koskevat päätökset. Em. älykkäitä verkkoja koskevien päätösten ohella mm. kaasuteknologian liittyvät lng-ratkaisut muodostavat monitasoisen ja -vaiheisen asteittain toteutuvan kokonaisuuden huomioon ottaen muun kehityksen kuluttajien tarpeissa, raaka-aineiden hintakehityksessä ja kilpailevissa teknologioissa, myös em. potentiaaliset läpimurrot voivat edellyttää merkittäviä päätöksiä
- ydinvoimaloita koskevat päätökset, jotka Suomessa on ydinenergiain lain mukaan liitetty ydinvoimalan lupaprosessiin. Kyseessä on pitkä prosessi, jonka jokaisessa vaiheessa Säteilyturvakeskus (STUK) arvioi ja valvoo hankkeen turvallisuutta. Suomessa on vuonna 2017 meneillään kaksi eri vaiheissa olevaa uutta ydinvoimalahanketta, joista voidaan arvioida synergian toteutumista.

Hallittu siirtyminen keskitetyistä energiajärjestelmistä osin hajautettuihin uusiutuviin energialähteisiin, päästökaupan hyödyntäminen ja ilmastopöytäkirjaan liittyvät sopeuttamistoimet edellyttävät kaikki päätöksentekijöiltä laajojen kokonaisuuksien hallintaa.

### 8.6.3 Verkostoituminen synergian lähteenä

Perinteisesti yritysten keskinäinen verkottuminen on tapahtunut vertikaalisten toimittaja-asiakasverkostojen kautta. Viime vuosina on syntynyt erilaisia horisontaalisia ja moniulotteisia verkkoja ja verkostoja, jotka perustuvat mm. kilpailijoiden, tutkimuslaitosten ja julkishallinnon toimijoiden kanssa tehtävään yhteistyöhön. Voidakseen uudistua ja pysyä kilpailukykyisinä yritysten on löydettävä uusia liiketoiminta- ja verkostomalleja (Valkokari ym. 2009).

Verkostoitumisen tarkastelu synergian näkökulmasta lähtee siitä, että kaikki verkostojen toiminta on monitahoista yritysten ym. osapuolten yhteistyötä ja työnjakoa. Koska synergia-termi tarkoittaa yhdessä tekemistä, siitä on pääteltävissä, että sekä synergiaa tuottavia tekijöitä että synergistisiä vaikutuksia ja siten synergiahyötyjä on useampia. Järkevästi rakennettu, johdettu ja uudistettu on kokonaisuutena kaikkien osapuolten yhteinen etu. Seuraavassa esitetään tiivistet-

tynä näitä verkostoitumisen tuloksena potentiaalisesti syntyviä synergiatyyppejä yksittäisten yritysten kannalta:

- yrityskulttuurin tason nousu ja vahvistuminen
- optimaalisen strategisen toimijaroolin mahdollistaminen
- pysyväisluonteiset strategiset asiakassuhteet
- keskittyminen ydinosamisiin ja –kyvykkyksiin
- yhteisten työkalujen hankinta ja käyttö, hankintaedut
- teknologioiden, menetelmien ja työkalujen yhtenäistäminen
- resurssien keskittämisedut
- aikaisempaa laajemmat tarjontamahdollisuudet järjestelmät, palvelut
- neuvotteluvoiman lisääntyminen
- suuruusetuja
- riskien jakaminen
- kumppaneilta oppiminen, osaamisen siirto
- yhteinen kieli ja viestintätapa erilaisten verkostokumppanien välillä erilaisissa konteksteissa.

#### 8.6.4 Synergia huipputason päätöksenteossa

Kaikkein arvovaltaisain ja merkittävin tutkimuksen tiedonhaun löydös synergian hyödyntämisestä liittyi huipputason päätöksentekoon ja arviointiin. Kysymys oli Euroopan parlamentin ja neuvoston päätöksestä N:o 1312/2013/EU. Se on annettu 11 päivänä joulukuuta 2013 ja koskee Euroopan innovaatio- ja teknologia-instituutin (EIT) viiden pääkohdan ensimmäistä strategista innovaatio-ohjelmaa: EIT:n antama panos innovatiivisen Euroopan edistämiseen. Yksi kohta eriteltyistä tärkeimmistä toimista on kohdan 1.3 mukainen Synergia ja keskinäinen täydentävyys muiden poliittisten ja rahoitusaloitteiden kanssa. Tämä tarkoittaa: tutkimuksen, innovoinnin ja korkea-asteen koulutuksen väliset yhteydet ovat entistä näkyvämmiin esillä unionin aloitteissa ja ohjelmissa. Mahdollisuudet toisiaan vahvistaviin toimiin ovat suuret eurooppalaisella, kansallisella ja alueellisella tasolla. Unionin tasolla voidaan tutkimuksen ja innovoinnin puiteohjelman Horisontti 2020 (2014-2020) tarjoaman strategiakehyksen avulla varmistaa, että tätä synergiaa hyödynnetään täysimääräisesti....synergiamahdollisuudet vaihtelevat osaamis- ja innovaatioyhteisön aihealueen mukaan, mutta useat unionin

tason aloitteet ja ohjelmat ovat erityisesti omiaan luomaan yhteistyöhön ja koordinointiin perustuvia hyötyjä.... Tulevat eurooppalaiset innovaatiokumppanuudet antavat laajat puitteet yhdenmukaistuksen ja älykkään synergian edistämiseen kysyntään ja tarjontaa perustuvissa tutkimustoimissa, innovaatiovälineissä ja –politiikoissa.

Vastaavaa synergian arviointia on dokumentoitu muissakin EU-tutkimushankkeissa. Kuten Horisont 2020:n uutta luonnetta ja uusia tavoitteita on luonnehdittu (Mai Tolonen, TEM/Tekes) sen yksi uusi piirre on kasvava synergia kansallisten toimien kanssa sekä yhteisrahoitteiset ohjelmat. Myös maamme uusin korkeimpaan tutkimukseen liittyvä vuonna 2015 perustettu instituutio Strategisen tutkimuksen neuvosto (STN) on ottanut tutkimusohjelmien arvioinnissa yhdeksi kriteerikseen synergian (Suomen Akatemian ja STN:n aineisto). EU:n ja STN:n aloittama käytäntö hyödyntää synergian arviointia tutkimustoiminnan ohjauksessa on mitä ilmeisimmin laajeneva, myös korkeamman asteen synergian tutkimus- ja kehittämistoimintaa edistävä toimintatapa.

Tutkijan oma ja vain oma päätelmä on, että valtioiden turvallisuuspolitiikkaa, sotilaallisia strategioita ja doktriineja koskien on mitä todennäköisimmin kehitetty edellä vastaavia menetelmiä ja arviointeja päätöksentekoa varten. Peruste tälle päättelylle on se, että kyseiset strategiat ja doktriinit ovat sisällöltään tyypillisesti yhdistelmäratkaisuja (Kesseli 2007). Myös puolustushaarojen ja mm. pohjoismainen yhteistyö tällä alueella edellyttävät synergisiä ratkaisuja.

## 9 VAASAN ENERGIACLUSTERI

Tässä kappaleessa synergian tuottamisen ja hyödyntämisen kannalta merkittävimmässä osassa tutkimusta on kuvattu Vaasan energiaklusterille ja vastaavasti muille paikallisille energia- ja muillekin teollisuuden alojen klustereille olennaisia näkökohtia.

### 9.1 Historia

Luvussa kuvataan Vaasan seudun ja perinteisen Etelä-Pohjanmaan alueen toiminnallisia taustatekijöitä, kulttuurisia piirteitä ja energiaan liittyvien opetuksen, tutkimuksen ja teollisen toiminnan käynnistymistä. (pääasiallisina tietolähteinä ovat olleet Alanen 1950; Hoving 1956; Hoffman 1989; Varteva 1994, Katajamäki 1997; Leinamo 2006; Vaasan historia, osa IV, 2006; Miilumäki 2009; Körkkö & Öhman 2009; Rohila 2010).

Vaasan energiaklusterin historialliset juuret nojautuvat toisaalta koko energia-alan tieteen, tutkimuksen ja teknisen kehityksen historiaan länsimaissa (kappale 5), Suomessa ja toisaalta Vaasan teollistumisen historiaan. Myös koko Suomen kansainvälisesti katsoen nuori teollistumisen historia on nähtävä isompaa taustaa vasten.

Kaupan ja meriliikenteen voimakas kasvu 1700- ja 1800-luvun vaihteen jälkeen oli myös merkittävä edellytys teollistumiselle. Tässä oli voimakas sysäys, kun lähinnä vahvatahtoinen Anders Chydenius ajoi Ruotsin valtiopäivillä Pohjanlahden rannikkokaupunkien purjehduksen vapauttamisen (Alanen 1950).

Vaasassa on jo vuosisatoja harjoitettu vientiä merikuljetuksin tervan, voin, puutavaran ja teollisuustuotteiden osalta. Tuontiartikkeleita ovat olleet pääasiassa elintarvikkeet ja teollisuuden tarvitsemat raaka-aineet. Merikuljetukset lisääntyivät moninkertaisiksi 1800-luvun alkupuolella, kun C.G. Wolffin purjelaivat muodostivat Pohjoismaiden suurimman kauppalaivaston. Alkupiste oli vuosi 1834, jolloin Wolff perusti yhtiönsä. Merikuljetukset ja niiden myötä vakiintuneet kuljetusreitit ennakoivat voimistuvaa teollistumista ja lisääntyvää kansainvälisyyttä.

Energia-alan historiallisen kehityksen tarkastelussa keskeisiä näkökulmia ovat luonnontieteellinen kehitys ja siihen nojautuva tekninen kehitys, alan tutkimuksen, koulutus- ja opetustoiminta sekä alan tuotteita valmistavat yritykset.

Luonnollisesti energian tuotanto, raaka-ainekysymykset, siirto ja jakelu, tarve ja käyttö sekä näihin toimintoihin liittyvä liiketoiminta ovat olennaisia näkökohtia. Alan termistössä voima, työ ja teho yleistyivät. Vasta 1860-luvulla yleiseen käyttöön levinnyt termi *energia* kuvasti kehitystä, jossa oli löydetty paitsi sähkövirran ja magnetismin yhteys, niin myös eri fysiikan alojen energiamuotoja yhdistävä tekijä.

Kuten muillakin aloilla, erityisesti paljon nuoremman tieto- ja viestintätekniikan historia on nähtävissä tiettyihin perusinnovaatioihin ja niiden myötä eri kehitysvaiheisiin perustuvina kausina. Termodynamiikan ja sähkötekniikan 1800-luvun aikana tapahtuneet kehitysaskleet sekä radioaaltojen keksiminen siihen asti kehittyneimpään metallitekniikkaan yhdistettynä tuottivat yhteiskunnallisesti valtavia tuloksia. Tapahtui ns. teknillis-tieteellinen vallankumous ja ennennäkemätön taloudellinen nousu vähitellen kaikkialla maailmassa. Akateemikko Erkki Laurila on nimittänyt osuvasti aikaväliä 1800-luvun puolivälistä I maailmansodan loppuun tekniikan ”Sturm und Drang” eli myrsky ja kiihko-kaudeksi (Laurila 1982, 28).

Teollisessa kehityksessä valmistus keskittyi alkuvaiheissa lähinnä vesi- ja tuuli-voimaa hyödyntäviin koneisiin sekä erilaisiin tulisijoihin ja lämpöenergiaa varastoihin laitteisiin. Silloista kehitystä voi pitää hajautettuna: energian tuottaminen ja käyttö olivat lähinnä paikallisia. Myös raaka-aineet, lähinnä puuaines sekä työvoima olivat paikallisia.

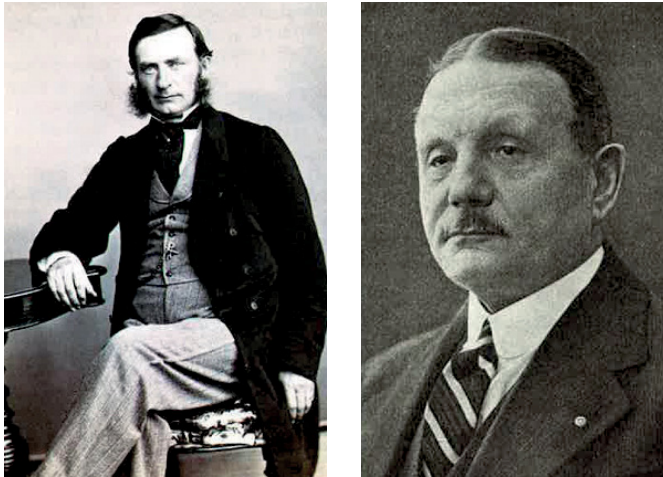
Joustavina toimintamuotoina olivat luontaisesti talkootyöt ja eri vuodenaikojen hyödyntäminen kuljetustoiminnoissa mm. talvisaikaan, uitoissa ja tervan kuljetuksissa. Laitevalmistuksen ohella metallitekniikassa tarvittavat uunit, ahjot sekä tervahaudat ja miilut edustivat eräänlaista ”teollista esihistoriaa”.

### 9.1.1 Teollistumisen varhaisvaiheet

Vaasan teollistumisen voidaan katsoa alkaneen jo ennen vuonna 1852 tapahtunutta Vaasan paloa (Hoving 1956, Leinamo 2006, Körkkö & Öhman 2009). Proviisori August Levón aloitti kaupungin pohjoispuolella omistamallaan Alkulan tilalla vuonna 1848 väripigmenttien kemiallisen valmistuksen. Ensimmäiset tuotteet olivat lyijyvalkoinen, muut väriaineet ja etikka. Tulevaa energiateollisuutta enteili seuraavana vuonna hankittu 15 hevosvoiman korkeapainehöyrykone, joka tietävästi oli kolmas höyryvoimaa käyttävä teollisuuden voimanlähde maassamme. Höyrykoneessa oli kapasiteettia väriaineiden teon ohella myös myllynkivien pyörittämiseen. Levónin saatua luvan höyrymyllylleen vuonna 1850 myllyteollisuudesta kasvoi yhä laajeneva liiketoiminta, mikä johti myöhemmin Vaasan



Höyrymyllyn perustamiseen. Vaasan vuonna 1852 tapahtuneen palon jälkeen tarvittavaa rakennustoimintaa varten Levón perusti Hietalahden kulmille tiilitehtaan. Sen näkyvimpiä ilmentymiä ovat Vaasan merkittävät tiiligotiikan rakennukset. Tiilitehtaalle hankittiin voimanlähteeksi myös höyrykone, jonka varakapasideettiin nojautuen perustettiin edelleen höyrysaha. Levón oli myös avainhenkilö perustettaessa 1857 Palosaarella toimintansa aloittanut Vaasan Puuvilla Manufaktuuri Osakeyhtiö. Levónin roolia Vaasan ja koko Suomen teollisuuden rakentamisessa kuvastaa hänen ottamisensa mukaan yhdeksi kuudesta vanhemman polven teollisuuden suurmiehistä tohtori Keijo Alhon teokseen (Alho 1961).



**Kuva 27.** Vaasan teollisuuden merkkimiehiä: A.A. Levón (1820-1875) ja John Wikström (1870-1959). (Hoving 1956)

### 9.1.2 Ensimmäiset konepajat

Vaasan läänin metallitekniikan voidaan katsoa alkaneen järvimalmin löytymisen jälkeen. Ruukeissa tapahtuneen raudanvalmistuksen alkamisen jälkeen Vaasassa oli syntynyt jo purjelaivojen aikakaudella kukoistava merenkulku ja sen myötä laivanrakennusta mm. tervan ja voin kuljetuksia varten erityisesti Wolffin toimesta. Palosaarella toimineissa useammassa laivaveistämöissä tarvittiin valmistusta ja korjaustoimintaa varten erilaisia työkaluja sekä myös raudasta valmistettuja laivojen ja veneiden osia, minkä ansiosta syntyi konepajoihin tarvittavaa osaamista. Vaasan Puuvillaan oli vuonna 1899 perustettu myös valimo sekä omia tarpeita että myös ulkoa tilattuja toimituksia varten.

### 9.1.2.1 Vaasan Konepaja Oy

Insinööri Johan Sarlin perusti vuonna 1881 Vaasan ensimmäisen konepajan Palosaarelle Vaasan Varustamoyhtiön vanhaan pajaan Palosaaren satamaan. Vuonna 1885 konepaja aloitti vesiturbiinien valmistuksen oman järjestelmän pohjalta. Ne oli tarkoitettu lähinnä Pohjanmaan jokien mataliin vesiputouksiin. Vuodesta 1905 lähtien yrityksessä alkoi uudentyyppisten amerikkalaisen Francis-turbiinin valmistus. Yrityksen valmistusohjelman kuului tärkeimpänä alueena myllylaitteet sekä sahakoneet. Vuonna 1917 Sarlin myi konepajansa Onkilahden konepajalle.

### 9.1.2.2 Onkilahden Konepaja

Vaasan kaupunki oli myynyt vuonna 1890 Onkilahdenkadulta Palosaareltä useita tontteja höyrypuusepäntehdasta varten. Omistajuusmuutosten ja vaihtuneiden suunnitelmien jälkeen omistajiksi tulivat veljekset Gustav ja Axel Eskelin vuonna 1894. Silloin perustetun liikkeen nimeksi tuli Onkilahden Konepaja toiminta-ajatuksena työpajakoneiden ja työkalujen valmistus. Vuoden 1896 lopulla omistajaksi tuli Karl Eskelin ja konepajan johtajaksi Alfred Wessberg, joka oli ennen siirtymistä toiminut 19 vuoden aikana Oulun konepajan palveluksessa. Wessbergin toimesta laajennettiin aikaisemmin perustettua valimoa sekä otettiin höyrykattilat ja höyrykoneet valmistusohjelmaan. Vuonna 1899 konepaja muutettiin osakeyhtiöksi ja laajennettiin omistuspohjaa (Leinamo 2006, 83).

Kasvaneen pääomatarpeen vuoksi Wessbergin toimesta yhtiö vuokrasi kaupungilta Mansikkasaarella sijaitsevan alueen, perusti sinne veneveistämön ja laivate-lakan sekä rauta-alusten korjauksia että niiden rakentamista varten. Vuonna 1917 Vaasan Konepajan ohella ostettiin yhtiöön myös Vaasan Teknokemiallinen tehdas. Se oli valmistanut ensimmäisenä Suomessa vuodesta 1902 lähtien myllynkiviä, mitkä täydensivät Onkilahden Konepajan myllykoneistoja.

Onkilahden Konepaja valmisti vuosina 1908–1910 pienen määrän kaksitahtisia moottoreita. Toiminnan laajentumisen takia yhtiö tarvitsi lisää tehdastiloja. Vuonna 1919 se sai Vaasan kaupungilta tontin Pitkänkadun päästä, mihin rakennettiin uusia työpajarakennuksia. Osakepääomaa nostettiin jälleen vuonna 1920, jolloin omistajiksi tulivat mm. tunnetut vaasalaiset suvut Backman, Levon ja Gros. Vuodesta 1921 lähtien oli toimitusjohtajana dipl.ins. Oskar Gros ja hänen aikanaan uusiksi tuotealueiksi tulivat mm. vaneriteollisuuden koneet sekä tiehöylät ja lumiaurat. Taloudellisten vaikeuksien vuoksi yhtiö teki konkurssin vuonna 1935. Seuraavana vuonna yhtiön osti yksi sen velkojista, Oy Wärtsilä Ab.

### 9.1.2.3 Muita konepajoja

Antti Rahkola perusti vuonna 1919 levyteostehtaan, joka valmisti lähinnä erilaisia maa-, metsä- ja puutarhatalouden työvälineitä. Vuonna 1941 Oy Rahkola Ab:ksi muuttunut yritys sijaitsi Palosaarella ja sen tuotevalikoimaan kuuluivat em. työkalut sekä saranat, ovenkahvat ja luistimet.

Albin Haldinin vuonna 1936 perustama autoliike ja -korjaamo laajensi toisen maailmansodan aikana toimintaansa traktorien valmistukseen. Tuonnin tyrehytymisen ja rintamalla tarvittavien hevosten vuoksi oli kysyntää kotimaiselle tuotteelle. Raaka-ainepulan takia ensimmäinen Ab Haldin Oy:n valmistama Vaasatraktori tuli markkinoille vasta vuonna 1945. Pari vuotta myöhemmin valmistui 11 kappaleen puukaasukäyttöinen traktorin koesarja. Tuote oli kuitenkin vanhentunut eikä sen tuotantoa jatkettu. Päätuotteiksi tulivat tämän jälkeen ohjaamot ja autonkorit.

Perusinnovaatiot Nikolaus Otto:n ja Rudolph Diesel'in toimesta oli tehty 1800-luvun lopulla. Tällaiset perusinnovaatiot kuten auto, veneet, maatalouskoneet ja tietyt teollisuuden alat tarvitsivat kipeästi höyrykonetta pienempää, kevyempää ja useimmiten liikkuvaa tai helposti liikuteltavissa olevaa voimanlähdettä.

Vaasassa on tiettävästi ensimmäinen polttomoottori ollut esillä, kun rautatievaunussa toukokuussa 1893 kapteeni Karl Liljeqvistin käyttöön oli tuotu petroolikäyttöinen moottorivene. Uteliasta kansaa ihmetytti, kun "moottori oli kovin pieni eikä savupiippuakaan näkynyt".

Vaasan tieteellisiksi katsottavissa sekä muissakaan historiateoksissa ei ole kattavaa kuvausta polttomoottoreita valmistaneista pajoista ja tehtaista eikä valmistetuista moottorityypeistä. Valmistaneita yksiköitä on todistettavasti ollut kuitenkin yli 10 kappaletta (Rohila 2010, 58-62). Jotkut niistä ovat tosin olleet varsin pieniä ja niiden valmistus on ollut lyhytaikaista.

Vaasan auto- ja merimuseoihin on kuitenkin pystytty hankkimaan suhteellisen laaja valikoima ko. moottoreita sekä jäljittämään ja tunnistamaan niiden valmistajat ja tyypit. Alan harrastajat ja harrastuskerhot ovat tehneet tässä ainutlaatuisen kulttuuriteon. Seuraavassa on kuvattu tunnetuimmat ja pitkäaikaisimmat valmistajat.

### 9.1.2.4 Vaasan Puuvilla Oy:n moottorivalmistus

Ensimmäiset Vaasassa valmistetut dokumentoidut moottorit on rakennettu Puuvillan valimossa vuonna 1901. Tilaaja on ollut Munsmossa sijainnut Maranderin

veneveistämö. Valimon perustamisen 1899 oletetaan olleen englantilaissyntyisen kutomomestarin Emanuel Cooperin sekä purjehduksesta kiinnostuneiden henkilöiden ansiota. Osoituksena jatkuvasta konstruktiokehittelystä Vaasan Puuvillassa kehitetyistä moottoreista on tunnistettu kolme valmistettua tyyppiä ja 21.5.1908 myönnetty patentti no 3314. Tästä mallista on käytetty nimitystä “kissanpäämoottori”.

#### 9.1.2.5 Veljekset Wickströmin moottoritehdas (Hoving 1956, Rohila 2010)

Mustasaaren Vassorin kylän kupari- ja vaskiseppien seudulla vuonna 1870 syntyneen John Wickströmin perustamasta yrityksestä tuli ajan mittaan Suomen ensimmäinen ja Pohjolan ensimmäisiä moottorinvalmistajia. Hän oli uranuurtaja pienten Otto-polttomoottoreiden kehittäjänä ja valmistajana sekä niiden pääasiallisilla käyttöalueilla veneissä ja maatalouden koneellistamisessa. Häntä voidaan pitää myös edelläkävijänä, kun Vaasaan muodostui 1900-luvun alkupuolella polttomoottoreiden valmistuksen keskittymä Suomessa.

Isänsä pajassa hankittuja metallinkäsittelyn perustaitoja tarvittiin ensi kerran omaehtoiseen kehittelyyn, kun hän 17-vuotiaana rakensi sen ajan tyyllisen Pohjanmaa-merkkisen polkupyörän. Markkinointiyritykset eivät kuitenkaan tuottaneet tulosta ja niin hän lähti 19-vuotiaana suuren siirtolaisaallon mukana Yhdysvaltoihin. Työskenneltyään Michiganissa rautateiden konepajassa ja putkiasentajana kaivoksessa hän tuli vuonna 1891 lyhyeksi ajaksi kotimaahan, mutta palasi veljensä Jakobin kanssa takaisin Yhdysvaltoihin. Siellä hän pääsi Chicagossa töihin agentuuriliikkeeseen, joka edusti erästä ns. lämminilmamoottorityyppiä, suoritettiin samaan aikaan opintoja ja valmistui insinööriksi vuonna 1897. Seuraavana vuonna hän perusti kahden ruotsalaisen kanssa Chicago Motor Cycle Co-nimisen yrityksen, joka alkoi valmistaa yksisylinterisellä 12 hevosvoiman ilmajäähdytteisellä moottorilla varustettua automobiilia. Yritys ei saavuttanut mainittavaa menestystä, ehkä moottorivalinnan takia ja se lopetettiin vuonna 1903.

Wickström oli perustanut kuitenkin jo vuonna 1901 oman venemoottoreita valmistavan yrityksen, kun kalastusvenemoottoreiden kysyntä suurten järvien alueella oli kasvussa. Kireän kilpailun takia veljekset John ja Jakob palasivat Suomeen vuonna 1906 tavoitteena aloittaa moottoreiden valmistus täällä. Kyrönjoella tapahtuneen moottorivene-esittelyn rohkaisemana he perustivat syyskuussa 1906 Veljekset Wickströmin Moottoritehdas Osakeyhtiön Palosaarelle Onkilahden rantaan. Yhdysvalloissa ansaitun pääoman turvin veljekset pystyivät sijoittamaan yhtiön osakepääomaksi mittavat 45.000 markkaa.

Voidaan katsoa, että Vaasassa aloitettiin silloin uudentyyppinen vaativa teollinen sarjavalmistus, joka edellytti pääomien lisäksi uutta osaamista ja riittävän laatu- ja suorituskyvyn omaavia alihankkijoita. Vaasassa Puuvillan valimo kykeni valmistamaan tarvittavia valuosia ja kampiakseleita pystyi toimittamaan Vulcan Oy:n Turun tai Pietarsaaren konepajat.

Ensimmäisenä toimintavuotena valmistetuista 20 moottorista lähtien sovellutus-alueita olivat mm. rannikon yhdysliikenteen veneet, sahat, verkonkutomakoneet sekä erilaiset kalastajaveneet. Maaseudulla oli tapahtumassa samaan aikaan suuri edistysaskel puimakoneiden yleistyessä. Riihessä tapahtuneen ja hevosia voimanlähteenä käyttäneen puimisen sijasta voitiin polttomoottoreita käyttämällä siirtää liikuteltaviin puimakoneisiin.

Voimakkaan kasvun vuoksi tarvittiin suurempia valmistusmääriä, minkä vuoksi yhtiö otti käyttöön vuonna 1910 Vaskiluodossa ajanmukaiset tehdastilat. Siellä rautatie ja asema olivat lähellä ja yhtiöllä oli oma satama. Vuonna 1913 yhtiön palveluksessa oli jo 60 henkilöä ja moottoreiden toimitusmäärä 210 kpl.

Wickströmin veljesten yrityksen menestys toi alalle myös uusia valmistajia. Onkilahden konepaja valmisti vuosina 1908–1910 yksisylinterisiä kaksitahtikuulasyöttimiä. Vuonna 1936 tehdas alkoi valmistaa englantilaisella lisenssillä 9–80 hevosvoimaisia Wickström-Lister- dieselmoottoreita, jotka soveltuivat samaan tarkoitukseen kuin petroolimoottorinkin, mutta olivat kooltaan suurempia.

Sodan aikana tehtaan tuotanto sopeutettiin muuttuneisiin olosuhteisiin ja sodan jälkeen tehdasta laajennettiin sotakorvauksiin kuuluneiden moottorien ja vinsien valmistamiseksi. Toimintaa laajennettiin vielä 1950-luvulla, kunnes vähentyneen maamoottorien kysynnän ja venemoottori- markkinoilla tapahtuneen tuontituotteiden kilpailun lisääntyessä tuotanto lopetettiin vuonna 1964.

Yrityksen toimintaa jatkettiin tämän jälkeen ahvenanmaalaisen Sallyvarustamon omistuksessa muiden kuin dieselmoottoreiden valmistuksella sekä alihankintatöiden ja huoltotoiminnan muodossa.

#### 9.1.2.6 Suomen Moottoritehdas Oy

Vakavasti otettava kilpailija Wickströmin veljeksille syntyi vuonna 1920, kun aiemmin Wickströmien palveluksessa olleet työntekijät Einar Sundholmin johdolla perustivat Suomen Moottoritehdas Oy:n (Finska Motorfabriks Ab). Tuotemerkiksi otettiin Olympia ja tehtaan sijaintipaikaksi tuli Vöyrinkaupunki.

Yritys valmisti alusta alkaen samankaltaisia vene- ja puimurimoottoreita kuin kilpailijansa. Se valmisti 1930-luvulla mm. moottoreita suomalaisiin Sisukuorma-autoihin. Sodan erityisolosuhteiden jälkeen tehtaan valmistusohjelmaan tulivat perinteisten polttomoottoreiden ohella myös dieselmoottorit. Tehtaan toiminta siirtyi vuonna 1968 uuteen omistukseen tuotannon painopisteen siirtyessä merikykkiin, potkureihin ja alihankintatöihin, kunnes toiminta supistumisen jälkeen päättyi vuonna 1992.

### 9.1.3 Teknillisen ja kaupallisen opetuksen historia Vaasassa

Perinteisesti tieto ja taito siirtyivät 1800-luvun jälkipuoliskolle asti perimätietona sukupolvilta toisille perhe- ja kyläyhteisöissä, myöhemmin lähinnä ammattikuntalaitoksen ansiosta. Luonnontieteiden ja tekniikan valta-alueiden konetekniikan ja termodynamiikan sekä sotatekniikan merkittävät kehitysharppaukset 1800-luvun jälkipuoliskolla toivat tähän uusia kehitystarpeita. Teollistuminen ja sodat varsinkin Länsi-Euroopan kehittyneissä maissa Englannissa, Ranskassa ja Saksassa johtivat ensimmäisiin teknillisiin opetuslaitoksiin sekä insinöörin ammatinimikkeeseen.

#### 9.1.3.1 Teknilliset oppilaitokset (Varteva 1999)

Ennen kansakoululaitosta alkoivat keisarillisella asetuksella vuonna 1842 maassamme toimia ns. sunnuntaikoulut. Suurimmat kaupungit velvoitettiin antamaan niissä mm. mestarin arvon saamiseksi tarvittavia tietoja, joita olivat vaihtelevasti mm. piirustus, kemia, fysiikka, geometria, mekaniikka ja kirjanpito. Teollistumisen voimistumiselle elintärkeä tietojen ja taitojen opetus kehittyi merkittävästi, kun perinteisen ammattikuntalaitoksen rinnalle maassamme perustettiin tekniikan aloille teknilliset reaalikoulut vuonna 1847. Vuonna 1849 aloitti maassamme kolme teknillisen alan opinahjoa: Helsingissä (myöhemmin vuodesta 1872 lähtien Polyteknillisenä opistona.), Turussa sekä Vaasassa ruotsinkielisenä: Hantverkare- och fabrikskolan- nimisenä. Vm. opinahjo toimi vuonna 1852 tapahtuneen Vaasan palon jälkeen väliaikaisesti myös Pietarsaassa ja alkoi uudelleen toimintansa Vaasassa vuonna 1862.

Vuonna 1885 annetulla keisarillisella julistuksella määrättiin maahamme perustettavaksi kuusi teollisuuskoulua. Niillä luotiin pohja ja kehityssuunta teknikko- ja rakennusmestarikoulutukselle seuraavien vuosikymmenien ajaksi. Vaasassa vuonna 1887 teollisuuskoulu jatkoi teknillisen reaalikoulun toimintaa kahtena yksikkönä, mekaanisen teollisuuden ja rakennusteollisuuden osastona. Uuden asetuksen mukaan aloitti Vaasan teollisuuskoulu vuonna 1912 kolmivuotisena,

kun kolmanneksi yksiköksi oli perustettu kulkulaitososasto. Samana vuonna alkoi siinä myös ensimmäinen suomenkielinen yksikkö koneteollisuusosastona. Koulu jatkoi toimintaansa tämän jälkeen kaksikielisenä vuoteen 1967, jolloin perustettiin erilliset suomen- ja ruotsinkieliset teknilliset oppilaitokset.

Teollisuuskoulu oli toiminut alkuvuosikymmenet vuokratiloissa, kunnes syksyllä vuonna 1938 koulu siirtyi omiin toimitiloihin Palosaarelle Wolffintie 33:en. Siinä toimi myöhemmin Vasa tekniska läroanstalt (VTLA) ja nykyään ruotsinkielisenä ammattikorkeakoulun Novian tekniikan yksikkö. Vaasan teknillinen oppilaitos (VTOL) sai omat uudet toimitilat vuonna 1967 Wolffintie 30:en, jossa ennen uudisrakennusta suomenkielinen oppilaitos oli toiminut jo aikaisemmin.

Merkittävimpiä uudistuksia sotien jälkeen olivat sähköteknillisen osaston perustaminen vuonna 1952 Strömbergin tuoman koulutustarpeen pohjalta sekä insinöörikoulutuksen aloittaminen suomenkieliselä puolella vuonna 1961 ja ruotsinkieliselä puolella seuraavana vuonna.

Merkittäviä valtakunnallisia kehittämistoimia olivat teknillisten oppilaitosten opintolinjojen ja suuntien opetusohjelmien uudistukset vuosina 1953, 1963 ja 1971. Teknillisten oppilaitosten johto oli ollut Ammattikasvatusthallituksella, joka vuonna 1968 siirrettiin Kauppa- ja teollisuusministeriöstä Opetusministeriöön. Eräs vähemmän mairitteleva seuraamus tästä oli 1970-luvun alkuvuosina, kun tuolloin opetusministerinä toimineelta Ulf Sundqvistin lähettämänä tuli teknillisiin oppilaitoksiin kiertokirje, jossa haluttiin rajoittaa yhteistyötä teollisuuden kanssa (kirjoittajan kokemus toimiessaan silloin Oulun teknillisen oppilaitoksen opettajana). Molemmissa oppilaitoksissa on ollut keskeisinä opetusalueina kone-, sähkö- ja rakennusosastot. Niissä on ollut sekä teknikko- että insinöörikoulutusta. Yhteiset kone- ja sähkötekniikan laboratoriot olivat VTOL:n tiloissa ja vastaavasti rakennusalan laboratorio VTLA:ssa ennen kuin Vaasan Puuvillan saneerattuihin tiloihin siirrettiin kolmen osapuolen muodostama yhteinen laboratorio TechnoBothnia 1996. Kolmanneksi osapuoleksi ko. laboratorioon tuli myös Vaasan yliopisto.

Kehittämistoimia 1980- ja 1990-luvuilla ovat olleet mm.

- kone- ja sähköosastojen uudet automaatio- ja tietotekniikan opintosuunnat
- kurssi- ja palvelutoiminnan systemaattinen aloitus vuodesta 1982 alkaen

- hallinnolliset uudistukset: vuonna 1987 (päätoimiset rehtorit), omistajuusmuutokset valtiolta kunnille tai muille instituutioille vuonna 1995
- VTOL:n englanninkielisen koulutuksen aloitus vuonna 1991
- valtakunnalliset uudistukset ammattikorkeakouluksi (AMK), mihin sisältyi useita merkittäviä muutoksia paitsi opetustoiminnassa myös eri alojen opetuslaitosten yhdistäminen suuremmiksi yksiköiksi.

#### 9.1.4 Kaupallisen koulutuksen alkaminen (Santonen 1989)

Kaupallinen koulutus alkoi Suomessa aluksi yksityisesti valtion rahoituksen tukemana useammassa kaupungissa, kunnes kesäkuussa 1850 annettiin keisarillinen asetus, jossa mainittiin myös ”julkiset kauppakoulut”. Tämä oli lainsäädännössä ensimmäinen maininta kauppaopetuksesta. Ensimmäisenä koulutus alkoi Turussa 1839. Vaasassa Vaasan kauppakoulu aloitti toimintansa valtionapua saavana oppilaitoksena 9.10.1843. Ko. koulutustarve perustui mm. rahtituloihin ja rukiin viennin kasvuun. Alun perin Ruotsista tullut Turun koulun ensimmäinen johtaja N.V. Goldsmith muutti alkuvuodesta 1843 Vaasaan antaakseen kaupallisen alan yksityisopetusta ruotsin kielellä. Koulu sai Turusta ratkaisevia vaikutteita, sillä myös Goldsmithin seuraaja August Lilius oli toiminut Turun kauppakoulussa opettajana. Vaasan palon jälkeen kauppakoulun toiminta siirrettiin Pietarsaareen, josta se palautettiin Vaasaan 1863. Lilius ei kuitenkaan halunnut palata Vaasaan ja kun sopivaa johtajaa ei hänen tilalleen saatu, valtionapu ja samalla kauppakoulun toiminta loppui (Santonen 1989).

Uusi kaupallisen koulutuksen vaihe alkoi 1900-luvun alussa. Maan teollisuushallitus lähetti kaupungeille tiedoksi kauppakoulukomitean mietinnön, joka painettiin 1900. Vaasan kauppayhdistys teki tämän johdosta ehdotuksen yksivuotisen kauppa-apulaiskoulun perustamiseksi. Filosofian tohtori Knut Svanljungin aloitteesta valtuustolle esitettiin kauaskantoisempaa kaksivuotisen ja kaksikielisen kauppakoulun perustamista. Kauppiasyhdistys piti ehdotusta hyvänä ja kaupunginvaltuusto teki myönteisen päätöksen toukokuussa 1902. Kauppakoulu aloitti toimintansa syksyllä 1903. Maaperä oli suotuisa, kun Vaasan ruotsinkieliset sanomalehdet olivat jo 1860- ja 1970-luvuilla pitäneet esillä koulutustarvetta ja kauppias G.A. Wikman oli lahjoittanut testamentissaan huomattavan summan perustettavaa kauppaoppilaitosta varten. Vaasan asukasluku oli noussut vuosisadan vaihteessa noin 15000:een ja oppilaita tuli laajalti maakunnasta (Santonen 1989).



### 9.1.5 Korkeakoulut ja niiden teknillinen opetus

Vaasassa 1900-luvun alussa käynnistynyt kaupallisen alan opetus käynnistyi aluksi kauppakouluna ja laajentui vuonna 1945 kauppaopistoksi. Toimittuaan aluksi vuokratuissa tiloissa Kirkkopuistikolla ja Koulukadulla Vaasan kauppaoppilaitos sai vuonna 1940 Raastuvankatu 31:stä omat toimitilat, joita laajennettiin 1950-luvulla. Näissä tiloissa aloitti sittemmin myös Vaasan kauppa korkeakoulu.

Yliopistolaitos alkoi laajentua 1900-luvun alussa paitsi valtionyliopistojen ja yksityisten korkeakoulujen, myös erityisalojen korkeakoulujen perustamisella. Helsinkiin perustettiin perinteisten yliopistojen rinnalle Teknillinen korkeakoulu vuonna 1908 ja Kauppa korkeakoulu vuonna 1911. Kun sotien jälkeen kypsyivät ajatukset perustaa yliopistoyksiköitä myös muualle Suomeen Helsingin ja Turun ohella, muodostettiin valtioneuvoston toimesta korkeakoulukomitea vuonna 1952. Kymmenhenkisen komitean sihteeriksi kutsuttiin teuvalaissyntyinen Helsingin yliopiston professori Oiva Ketonen.

Ketonen kirjoitti vuonna 1955 *Valvoja*-lehden artikkelin, jossa kaavailtiin mahdollisen uuden yliopiston sijoittamista akselille Vaasa-Jyväskylä-Kuopio-Joensuu. Artikkelin aktivoi lähinnä Etelä-Pohjanmaan Maakuntaliiton toimesta paikallisia merkkihenkilöitä toimimaan yliopiston perustamiseksi. Oulu oli kuitenkin valmistellut asiaa jo aikaisemmin ja vuonna 1958 eduskunta hyväksyi lain valtion yliopiston perustamiseksi Ouluun, jossa toiminta alkoi seuraavana vuonna. Alusta alkaen siellä oli myös teknillinen tiedekunta, jota laajennettiin vuonna 1965 kone- ja sähköinsinööriosastoilla. Vastaavasti Tampereelle perustettiin Teknillisen korkeakoulun haarakorkeakoulu vuonna 1965 ja siihen aluksi kone-, sähkö- ja rakennusosastot.

Vaasan kauppaoppilaitoksen rehtorin Martti Ulkuniemen kirjoitus *Vaasa*-lehdessä vuoden 1959 aloitti uuden vaiheen korkeakouluyksikön saamiseksi Vaasaan. Ulkuniemi oli tehnyt perusteellista taustatyötä kun oli saatu vihiä kauppa korkeakoulun perustamiseksi. Terävöitetty suunnitelma, paikallisten taustavoimien saaminen hankkeen taakse ja hyvät suhteet silloiseen alan vastuuministeriöön KTM:än antoivat aikaisempaa vankemman pohjan hankevalmistelulle.

Rehtori Ulkuniemen suunnittelu- ja valmistelutyön rinnalla käynnistyi filosofian lisensiaatin ja Helsingin yliopiston maantieteen laitoksen nuoren tutkijan Mauri Palomäen tutkimustyö, josta oli tuleva erittäin merkittävä panos korkeakoulun perustamiseksi ja hänen oman elämänuran ratkaisun kannalta. Hän oli julkaissut jo vuoden 1960 lopulla selvityksen mahdollisesti perustettavien uusien korkeakoulujen sijoittumiskysymyksestä. Sittemmin hän teki klassikoksi muodostuneen

väitöskirjansa Etelä-Pohjanmaan keskus- ja vaikutusaluejärjestelmästä (Katajamäki 1998, 13-14).

Korkeakouluasia eteni Vaasassa jo vuoden 1960 syksyllä mm. korkeakouluyhdistyksen perustamisen jälkeen seuraavana kesänä aloitetun kesäyliopiston merkeissä. Vuonna 1961 hankkeen valmistelun tuloksena voitiin tehdä muistio, joka esiteltiin valtioneuvostolle. Maaliskuussa 1961 perustettiin myös Vaasan Kaupparkeakoulun säätiö, jonka toimesta tehtiin anomus 13.5.1961 valtioneuvostolle suomenkielisen kaupparkeakoulun perustamiseksi Vaasaan. Viivästysten jälkeen hakemus lähetettiin uudelleen maaliskuussa 1965 ja 27.1.1966 valtioneuvosto hyväksyi anomuksen, jolloin Vaasan kaupparkeakoulu hyväksyttiin valtionavustusta saavaksi kaupparkeakouluksi. Ensimmäinen lukuvuosi käynnistyi vuonna 1968 syksyllä em. kauppaoppilaitoksen piharakennuksessa vaasalaissyntyisen talousmatematiikan ja tilastotieteen professorin Trygve Saxenin ollessa rehtorina.

Toisena lukuvuotena kaupparkeakoulu sai ko. rakennuksen kokonaan käyttöönsä, kun kauppaoppilaitokselle valmistuivat uudet tilat. Alkuvaiheen kehitystoimiin kuuluivat myös kirjaston ja julkaisusarjojen perustaminen, tieteellisten konferenssien järjestäminen ja ylioppilaskunnan perustaminen sekä täydennyskoulutuksen ja tutkimuslaitoksen toiminnan käynnistäminen. Talousmaantieteen professori ja vararehtori Mauri Palomäki valittiin rehtoriksi 19.3.1970 ja hän toimi tässä tehtävässä yhteensä 17 vuotta. Hänen ohjenuoranaan oli alusta pitäen laajentaa ja monipuolistaa korkeakoulun toimintaa.

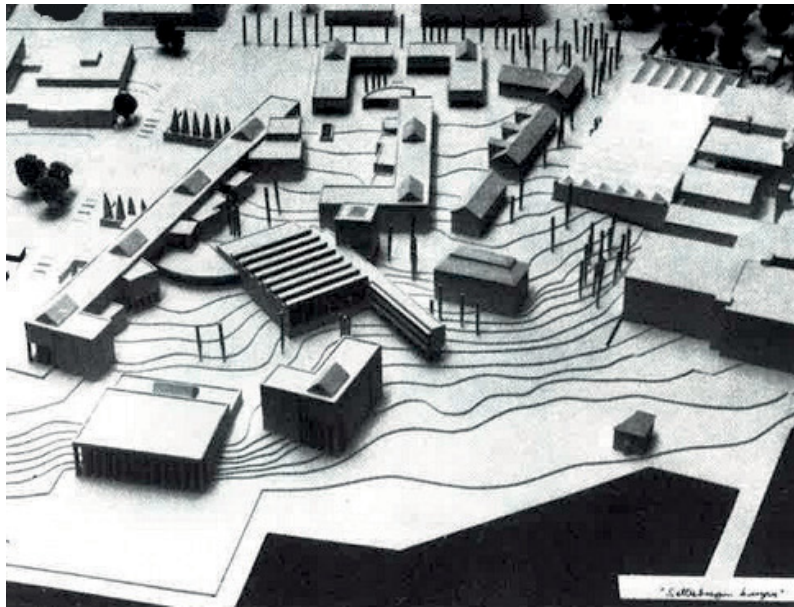
Ensimmäiset yhdeksän vuotta nykyinen Vaasan yliopisto toimi siis kauppatieteellistä opetusta antavana yksityisenä kaupparkeakouluna. Vuonna 1977 kaupparkeakoulu valtiollistettiin ja vuonna 1980 sen nimi muutettiin kaupparkeakoulusta korkeakouluksi humanistisen alan kielenkääntäjäkoulutuksen aloittamisen myötä. Yhteiskuntatieteilijät tulivat taloon vuonna 1983.

Viimeisin vaihe korkeakoulun muuttumisessa yliopistoksi alkoi loppuvuodesta 1989, jolloin opetusministeriö ilmoitti olevansa valmis esittelemään asiaa koskevan lakiesityksen valtioneuvostolle ja eduskunnalle. Korkeakoulun oma esitys laiksi Vaasan yliopistosta hyväksyttiin helmikuussa 1990 korkeakoulun hallituksessa ja siihen perustuva hallituksen esitys eduskunnalle annettiin kesäkuussa 1990. Eduskunta hyväksyi ja tasavallan presidentti vahvisti lain Vaasan yliopistosta vuoden 1990 lopulla. Laki tuli voimaan vuoden 1992 alusta, jolloin myös uusittua yliopistohallintoa tiedekuntineen alettiin soveltaa käytäntöön.

Palomäen vastaehdokas talousmatematiikan professori Ilkka Virtanen voitti 1987 rehtorivaalin, mistä seurasi seitsenvuotinen rehtorikausi. Tänä aikana mm. Vaa-

san kauppakorkeakoulu muuttui yliopistoksi, muutti uusiin toimitiloihin Palosaarelle ja aloitti yhteistyön muutamien eurooppalaisten ja yhdysvaltalaisen yliopistojen kanssa.

Voimakas kasvu 1980-luvulla aiheutti lisätilatarpeita. Palosaarella olevan vanhan puuvillatehtaan tilojen sekä sen vieressä olevan ns. Tervahovin tontin vapautuminen 1970-luvulla teknillisten oppilaitosten läheltä toi ratkaisun. Ne olivat luonnollinen ja kaukonäköinen ratkaisu toimitilojen rakentamiseksi sekä koko tulevan campusalueen luomiseksi. Vuonna 1984 valtio ja Vaasan kaupunki tekivät sopimuksen Tervahovin tontin kaupasta ja uuden korkeakoulualueen suunnittelukilpailu julistettiin jo samana vuonna. Kilpailu ratkesi vuoden 1985 loka-kuussa, kun kilpailulautakunta valitsi 22 ehdotuksesta voittajaksi Simo ja Käpy Paavilaisen kuvan 28 mukaisen ”Setterbergin kamman” (Katajamäki 1997, s.112)



**Kuva 28.** Vaasan yliopiston arkkitehtikilpailun voittanut ehdotus ”Setterbergin kampa”. (Katajamäki 1997, s 112)

Tämän pohjalta alkoi jatkosuunnittelu. Yliopiston yksiköiden muutto saneerattuihin tehdastiloihin alkoi asteittain. Uudisrakennuksen suunnittelu alkoi vuonna 1990 ja rakennustyöt vuoden 1992 lopulla.

Välillä esiin nostettu ABB:n Melaniemi-ehdotus sekä 1990-luvun alussa alkanut lama viivästyttivät aikataulua ja uhkasivat koko hanketta, mutta vahvojen taustavoimien vaikuttamisella pääministeri Esko Ahon hallitukseen saatiin rakennustyöt alulle ja päätökseen vuoden 1994 lopulla.

Vaasan yliopisto aloitti yhteistyön Vaasan teknillisen oppilaitoksen ja Svenska yrkeshögskolanin kanssa 1990-luvun alkupuolella yhteisen laboratorion perustamiseksi. Yhteistyöneuvottelut johtivat myönteiseen tulokseen, kun yliopisto tuli kolmanneksi osapuoleksi em. TechnoBothniaan.

Teknillisen opetuksen tulo Vaasan yliopiston toimintaan voidaan katsoa toteutuneen neljässä vaiheessa (Jakobsson 1998). Puolitoista vuotta ennen kauppakorkeakoulun perustamista ensimmäisessä kehittämissuunnitelmassa vuonna 1967 esitettiin kokonaan uutena insinööriekonomin tutkintoa, joka olisi ollut yhdistelmä insinöörin ja alemmasta ekonomin tutkinnoista. Neuvottelut teknillisten oppilaitosten, kauppakamarin ja AKH:n kanssa eivät kuitenkaan johtaneet tuloksiin. Seuraavina vuosina monet työryhmät ja toimikunnat tekivät suunnitelmia ja ehdotuksia korkeakoulutasoisen opetuksen käynnistämiseksi erityisesti sähkötekniikan ja konetekniikan aloilla.

Ensimmäinen vaihe oli teollisuusekonomikoulutuksen alkaminen. Vuoden 1986 kesäkuussa valmistui Valtioneuvoston asettaman Vaasan teknillisen koulutuksen toimikunnan mietintö, jossa ehdotettiin teknillisen tiedekunnan perustamista Vaasan yliopistoon. Ehdotusta vastustettiin äänin 6-4 kun toimikunnassa olleet Åbo Akademin ja Tampereen teknillisen korkeakoulun edustajat olivat hanketta vastaan. Eri tahojen taustatyön ansioksi on katsottava, että vuoden 1987 budjettiin oli kuitenkin saatu maininta, jonka mukaan "tarkoituksena on kehittää Vaasan kauppakorkeakoulun kauppatieteellistä koulutusta tarvittavissa määrin tietotekniikan ja tuotantotalouden suuntaan".

Niinpä jo vuoden 1988 syksyllä ensimmäiset tuotantotaloutta tai tietotekniikkaa pääaineenaan lukevat opiskelijat aloittivat ekonomiopiskelunsa, kun yliopistoon oli perustettu tuotantotalouden ja tietotekniikan professuurit ja näiden alojen assistenttuurit. Käynnistynyt toiminta nimettiin teollisuusekonomin koulutusohjelmaksi, johon sisällytettiin laajahkot teknilliset ja luonnontieteelliset opinnot. Nämä mahdollistettiin uusien lehtoraattien ja assistenttuurien perustamisella sekä osallistumisella teknillisen oppilaitoksen järjestämään opetukseen.

Toinen vaihe oli DI-koulutuksen aloitus yhteistyönä. Vaasan kauppakorkeakoulun ja Teknillisen korkeakoulun rehtorit Ilkka Virtanen ja Jussi Hyypä aloittivat neuvottelut korkeakoulujen välisestä koulutus- ja tutkimusyhteistyöstä vuonna 1988. Tavoitteena oli diplomi-insinöörin tutkintoon tähtäävän koulutuksen aloittaminen Vaasassa. Neuvottelujen tuloksena vuoden 1989 kesäkuussa solmittiin yhteistyösopimus ko. osapuolten välillä. Pääaineiksi kaavailtiin tietotekniikkaa ja tuotantotaloutta.

Sopimuksen mukaan Vaasaan otettiin vuonna 1990 ensimmäiset 25 diplomi-insinööriopiskelijaa. Yhteistyösopimuksen mukaisesti 80 opintoviikkoa suoritettiin Vaasassa ja loput 100 opintoviikkoa Otaniemessä. Vaasassa oli ajatuksena tätä kautta laajentaa korkeakouluinsinööriopiskelutusta, mikä on kuitenkin toteutunut alkuperäisiä suunnitelmia hitaammin.

Kolmas vaihe teknillisen opetuksen laajentamisessa tapahtui vuonna 1999, jolloin käynnistettiin DI-tutkintoihin tähtäävä ns. muuntokoulutus. Opiskelun aloitti aikaisemmin aloittaneiden DI-tutkintoon tähtäävien opiskelijoiden ohella 180 uutta opiskelijaa. Kokonaisvahvuus oli vuoden 2001 lopulla 374 opiskelijaa. Muuntokoulutuksessa Vaasan yliopisto pystyi järjestämään koko opetuksen Teknillisen korkeakoulun antaessa tutkintotodistuksen. Muuntokoulutuksen ansiosta yliopistolle saatiin aikaisempien lisäksi useita professori- ja lehtorivakansseja. Muuntokoulutuksen alueet olivat sähkö- ja automaatiotekniikka.

Neljäs vaihe teknillisen opetuksen laajentamisessa oli vuonna 2002 saatu DI-tutkinnon anto-oikeus. Merkittävä lisä teknillisen tutkimuksen lisääntymiseen TechnoBothnian ohella on ollut Vaasan Energiainstituutin (VEI) perustaminen jatkokoulutuksesta vastaavan Levón-instituutin yhteyteen. Uusin kehitysvaihe Vaasan yliopiston ja lähinnä energia-alan tutkimustoiminnan edistämiseksi on ollut VEBIC (Vaasa Energy Business Innovation Centre)-rakennuksen valmistuminen (Kohdassa 9.6 tarkemmin)

#### 9.1.6 Pioneeriyrityksiä ja -henkilöitä Vaasan seudulla

Vaasan keskustan siirryttyä vuonna 1852 tapahtuneen Vaasan palon jälkeen Klemetsön niemelle sekä laajennuttua vähitellen Palosaarelle ja Vaskiluotoon alkoi teollistuminen vauhdittua. Vaasan Puuvillan, Höyrymyllyn ja Sokerin jälkeen perustettiin ensimmäiset monipuolisesti metallivalmistusta harjoittavat konepajat. Niiden jälkeen perustettiin vaihteittain energiayrityksiä teknisten keksintöjen ja teollisten sovellutusten yleistyttyä lähinnä USA:ssa ja Euroopassa. Vaasalaiset alan yritykset olivat Suomessa ensimmäisten joukossa ja mm. poltto-moottoritekniikan pioneereja.

##### 9.1.6.1 Vaasan Sähkö, Vaskiluodon Voima ja EPV-Energia

Edelläkulkijana sähköenergian hyödyntämisessä oli sähkövalaistus. Voimanlähteenä paikallisissa sovellutuksissa ennen myöhemmin kehitettyjä laajempia alueellisia olivat höyrykone-generaattoriyhdistelmät tai jos vesivoimaa oli saatavilla, sitä hyödyntävät turbiini-generaattoriyhdistelmät.

Edisonin vuonna 1879 kehittämään hehkulamppuun perustuvat valaistukset tulivat ensimmäisinä käyttöön tehdas- ym. rakennuksissa ja pian myös kaupunkien katuvalaistuksessa ensimmäisinä pohjoismaissa. Suomessa otettiin Tampereella sähkövalo käyttöön vuonna 1882 Finlaysonin kutomosaliissa käyttämällä Tammerkosken vesivoimaa. Vaasaan saatiin ensimmäinen sähkövalaistus vuonna 1885 Vaasan kirkkoon kellarin holviin tuodun höyrykoneen ja generaattorin toimiessa sähköön tuottajana. Vaasan Puuvilla sai vuonna 1889 sähkövalot käyttöön 75 hv:n höyrykone-generaattoria käyttäen (Hoving 1956).

Vaasassa suunniteltiin katujen valaistusta sähköllä Helsingin mallin mukaisesti. Helsinkiin oli perustettu sähkölaitos vuonna 1884. Paikallisen vesivoiman puuttuminen ja osin epäonnistuneet katujen valaistuskokeilut sekä vielä muutenkin kehittymätön tekniikka olivat pääsyitä, miksi sähkölaitoksen perustaminen Vaasaan viivästy. Kun Vaasan johtavien teollisuuslaitosten johtajat ja Vaasan teollisuuskoulun rehtori Johan Willehand Samberg ryhtyivät ajamaan asiaa voimallisesti, perustava yhtiökokous pidettiin 12. huhtikuuta 1892 ja insinööri Samberg valittiin ensimmäiseksi toimitusjohtajaksi.

Sähkövoimalaitoksen rakentamiseksi hankittiin Palosaaren sillan kupeesta tontti, johon vuosisadan vaihteeseen mennessä oli hankittu kolme 100 hv:n ja yksi 300 hv:n höyrykone. Ensimmäiset höyrykoneet generaattoreineen tilattiin Oerlikone'n tehtailta Sveitsistä. Ko. yhtiö rakensi myös ensimmäisen keskusaseman ja jakeluverkon.

Ensimmäiset sähkölaitoksen toimesta toteutetut sähkövalot syttyivät Vaasassa tammikuun 25. päivänä 1893 torilla, mistä ne laajenivat vähitellen pääkatujen valaistukseen. Siihen mennessä jakeluverkosto ulottui jo Vaskiluotoon ja yhtiön palveluksessa oli 19 henkilöä. Mittavien laajennusten tuloksena seuraavien noin viidentoista vuoden aikana tuotantokapasiteetti oli kahteen 100 hv höyrykoneeseen perustuen noussut 754.000 kilowattituntiin ja jakeluverkosto käsitti jo noin 20 km. Sähkölaitoksen piiriin oli liitetty Vanha Vaasa, Vetokannas ja Gerby.

Vaasan kaupunki oli vuoteen 1910 mennessä kasvattanut omistususuuttaan alkuperäisestä vajaasta kolmanneksesta enemmistöksi ostamalla ja merkitsemällä uusanneissa osakkeita.

Kaupungin suuret teollisuuslaitokset olivat kuitenkin pitkään sähköenergian suhteen omavaraisia. Merkittäviä teknisiä muutoksia olivat mm. vuonna 1912 päätetty muutos siirtyä jakeluverkossa yksivaiheisesta kolmivaiheiseen ja vaihtaa suurjännitejohdot maakaapeleiksi.

Lisääntyneen toimitilojen tarpeen tyydyttämiseksi rakennettiin vuonna 1930 Kirkkopuistikko 4:ään kaupunginarkkitehdin suunnittelema kolmikerroksinen talo. Asessori Sambergin toimitusjohtajakausi päättyi vuonna 1923. Häntä ovat seuranneet DI Hjalmar Svanström (+23-38), DI Olof Råberg (-38-47), DI Bertel Hisinger (-47-78) ja DI Mikko Lind (-78-01). Nykyinen toimitusjohtaja, DI Hannu Linna on aloittanut johtajakautensa vuonna 2001.

Seuraavien vuosikymmenten tärkein tehtävä oli ratkaista, miten tyydytetään monista syistä johtunut yhä kasvava energian tarve. Mm. jakelualue oli laajentunut Vaasasta ja Mustasaaresta ympäröivälle rannikkoseudulle. Tuotantokapasiteetin laajennukset toteutettiin useassa vaiheessa lähinnä höyryturbiinigeneraattoreiden hankinnoilla, kunnes vuonna 1938 päädyttiin voimansiirtopimukseen Länsi-Suomen Voiman kanssa. Sen tuloksena alkoi sähköenergian siirto ko. yhtiön Harjavallan voimalaitokselta vuonna 1940, kun 110 kilovoltin siirtolinja oli saatu rakennetuksi. Energian toimitussopimuksia tehtiin vuodesta 1950 alkaen myös Pohjolan Voima Oy:n kanssa.

Vuonna 1951 laadittiin suunnitelma yhteisen höyryvoimalaitoksen rakentamiseksi Vaskiluodosta aikaisemmin hankitulle tontille. Seuraavana vuonna perustettiin tätä varten uusi yhtiö, jonka nimeksi tuli Etelä-Pohjanmaan Voima Oy. Alkuaan Vaasan kaupunki oli suurimpia osakkeenomistajia. Näistä osakkeista on valtaosa myöhemmin siirtynyt Vaasan Sähkö Oy:lle. Vastaavasti Vaasan Sähkö myi osan siirtolinjoja Etelä-Pohjanmaan Voimalle. Uusi voimalaitos alkoi tuottaa sähköenergiaa vuoden 1956 alusta lähinnä maaseudulle. Sen johdosta Vaasan Sähkön toiminta muuttui kaupunkimaiseksi. Vuosikymmenten ajan Vaasan Sähkö on toiminut kiinteässä yhteistoiminnassa Etelä-Pohjanmaan voiman kanssa. Jälkimmäisen yhtiön nimi vaihtui vuonna 2009 EPV Energiaksi. Siitä on sittemmin usein käytetty lyhennettä EPV, kuten myös yhtiön 60-vuotishistoriikissa (Juuti & Rajala 2012, 15)

Vuonna 1955 päätettiin rakentaa Vaskiluotoon uusi höyryvoimalaitos, jonka ympärille perustettiin myös uusi yhtiö, Vaskiluodon Voima Oy. Voimala valmistui vuonna 1958, minkä jälkeen kehittämistoimien painopiste siirtyi jakeluverkkojen parantamiseen ja uusien linjojen rakentamiseen, mm. Outokummun kaivoksille Korsnäsiin.

Merkittävimpiä kehittämistoimia 1960-luvulla olivat kaukolämmityslaitoksen ja verkoston rakentamisen aloittaminen sekä uuden keskusvaraston rakentaminen Klemetilään.

Vuodesta 1982 lähtien Vaskiluotoon rakennetun kivihiiivoimalan kapasiteetti on ollut 230 megawattia sähkötehoa ja 170 megawattia kaukolämpötehoa, mikä on

kattanut noin 90 % Vaasan alueen kaukolämmön tarpeesta. Merkittävä muutos tähän voimalaan tehtiin 2011, jolloin se varustettiin silloin maailman suurimmalla biomassan kaasutuslaitoksella. Kivihiilestä voitiin näin korvata 25–40 prosenttia uusiutuvalla energialla, joita ovat metsähake, turve ja muut biomassat.

Mustasaaren Stormossenin alueelle ryhdyttiin rakentamaan vuoden 2009 lopulla viiden kunnallisen jäteyhtiön omistaman Westenergy Oy:n jätettä polttavaa voimalaitosta. Rakennusvaihe kesti kolme vuotta ja investointi oli noin 140 M€. Laitoksen tuottama energia on myyty Vaasan Sähkölle.

Vaasan Sähkön ja EPV Energian yhteiset uudet kuvan 29 mukaiset Vaskiluodon sillan läheisyyteen rakennetut toimitilat ovat valmistuneet ja otettu käyttöön keväällä 2015 aikana.



**Kuva 29.** Vaasan Sähkön uudet toimitilat (Yhtiön tiedotusaineistoa)

EPV Energian toiminnassa viime vuosien merkittävimmät tapahtumat ovat olleet (Juuti & Rajala 2012, 194-200, vuosikertomukset):

- omistajuuksien laajentumiset muissa energiayhtiöissä
- EPV Alueverkko Oy:n perustaminen 1995 synnä sähkömarkkinalain muutos 1996



- osallistuminen tuulivoimalaohjelman aloittamiseen Torniossa 2010, Mervento Oy:n tuulivoimalan käyttöönottoon 2012 Vaasan Öjenissä sekä Vähäkyröön sijoitettavien 16 voimalan rakentamiseen.

#### 9.1.6.2 Wärtsilä

Onkilahden konepajan osti vuonna 1936 yksi sen velkojista, Oy Wärtsilä Ab. Sillä oli tarvetta valimokapasiteetin lisäämiseksi ja ko. konepajan kankirautavalimon ansiosta osto oli taloudellisesti perusteltu ratkaisu. Konepajan toiminta jatkui melko itsenäisenä aikaisemman tuotevalikoiman mukaisesti. Vuodesta 1939 lähtien se toimi Wärtsilä-yhtymä Oy:n Vaasan konepajana. Sotakorvaustoimituksina konepaja valmisti 1940-luvun ja 1950-luvun vaihteessa vaneritehtaiden koneita, vanerisorveja ja viilunkuivaajia sekä Mansikkasaaren telakalla proomuja. Vaasassa tehtiin myös yhtymän telakoilla rakennettuihin aluksiin varusteita kuten höyrykoneita, höyryvinttureita ja pumppuja. (Hoving 1956, Miilumäki 2009)

Kotimaan tarpeisiin laitteita toimitettiin mm. mekaaniseen puunjalostukseen, myllyteollisuuteen ja teiden kunnossapitoon. Tuotevalikoima laajeni entisestään 1950-luvun alussa esimerkiksi vesiliikenteen tuotteiden kokoonpanoon ja paperikoneiden hammaspyörästöihin.

Merkittävä käänne konepajan toiminnassa tapahtui vuonna 1954, kun yhtymän turkulaiselta Crichton- Vulcanin telakalta siirrettiin dieselmoottorien lisenssi- valmistus vähitellen Vaasaan. Lisenssivalmistuksen alkuvaiheissa konepajalla kehitettiin sekä moottorien valmistettavuutta että omaa valmistustekniikkaa. Konepajan tarmokkaan johtajan Arno Sarasteen aloitteesta ryhdyttiin kehittämään omaa moottorikonstruktiota. Tämän moottorityypin Vaasa 14:n oman tuotekehityksen ja vuonna 1960 aloitetun tuotannon aloittamisen jälkeen Wärtsilän Vaasan konepajasta muodostui lisenssivalmistuksen kautta johtava tehdas Suomessa. Tyyppi 24:n jälkeen aloitettiin nopeakäyntisen dieselöljyä käyttäneen Vaasa 22 -moottorin valmistus. Sitä käytettiin sekä pää- että apumoottoreina jäänmurtaajissa.

Dieselmoottoreiden lisäksi Wärtsilän Vaasan tehtailla ja telakalla valmistettiin 1970-luvun alussa hammaspyöriä ja -vaihteita, kansinostureita, laivalohkoja ja – runkoja, aluksia ja dieselvoima-asemia.

Täysin uuden moottorityypin Vaasa 32 -dieselmoottorin kehitystyö aloitettiin 1970-luvun alussa. Markkinatutkimuksella oli tunnistettu pienikokoisen keskinopean moottorityypin tarve. Samalla aloitettiin myös huonolaatuisella raskaalla polttoöljyllä toimivan moottorin tutkimus- ja kehitystyö. Laskelmia ja polttoko-

keita tehtiin yhteistyössä mm. Trondheimin teknillisen korkeakoulun kanssa (Tuotekehityspäällikkö Matti Kleimolan esitelmä 1981 Vääksyssä, kirjoittaja oli läsnä, Kleimola 1981).

#### 9.1.6.3 Wiik&Höglund/KWH

KWH- yhtymän alkuvaiheet juontavat juurensa vuoteen 1929. Emil Höglund ja Edwin Wiik perustivat tuolloin Puutavaraliike Wiik & Höglundin päätoimintana kaivospölkkyjen ja paperipuun vienti. Toiminnan laajennuttua toimipisteitä oli usealla paikkakunnalla. Yhtiön hankittua mm. viisi sahaa siitä kasvoi yksi maamme suurimmista puutavaraviejistä ennen toista maailmansotaa. Merkittävä toimialan muutos yhtiöön piirissä tapahtui 1950-luvun alussa, kun yhtiön päätoimialueeksi tuli muoviteollisuus. Alkuvuosien päätuotteina olivat lattialaatat, muoviset pienprofiilit, kaapelit, letkut ja putket sekä myöhemmin myös kalvot ja muovimatot. Tuotantoa laajennettiin edelleen yritysostoilla, joista merkittävin oli pietarsaarelaisen Oy Nars Ab:n hankinta vuonna 1963. Toiminnan uudelleenjärjestelyjen tuloksena putkituotanto keskitettiin Vaasaan ja polystyreenituotteiden (Styrox) tuotanto Pietarsaareen. Muovituotannon laajentuessa ja monipuolistuessa entisestä päätoimialasta puutavaramyynnistä luovuttiin vuonna 1966. Kasvua vauhdittivat yhä suurempi kupari- ja rautaputkien korvaaminen muoviputkillilla, yhdyskuntien ja tehtaitten vesi- ja viemäriverkostojen yhä laajempi rakentaminen sekä tavara- ja know how-viennin aloittaminen. Yhtiön konepajan ja teknisen osaamisen tason kasvu mahdollistivat paikallisen valmistuksen vienti-  
maissa.

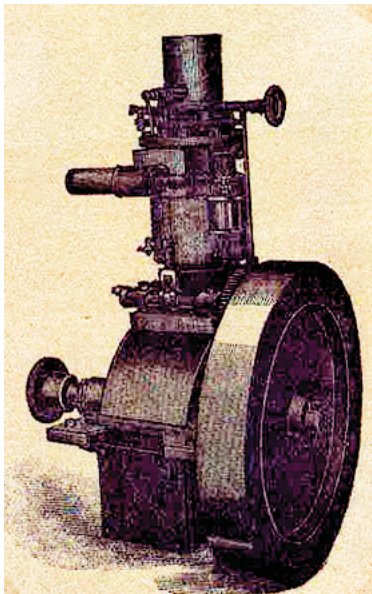
Wiik & Höglundin laajentuminen energia-alan liiketoimintaan vauhdittui Suomessa 1950-luvulla alkaneen kaukolämpöverkostojen rakentamisen ansiosta. Suomen suurimmaksi kasvaneessa muovialan yrityksessä alkoi erikoistuminen ja keskittyminen tiettyihin tuoteryhmiin. Osa niistä myytiin ja mm. profiilivalmistus irrotettiin omaksi yhtiökseen.

Vuonna 1984 Emil Höglundin omistama Oy Keppo Ab osti Wiik & Höglundin osake-enemmistön ja kahdesta erilaisesta yrityksestä muodostettu KWH-yhtymä yhtiöitti vuonna 1988 pääosan yhdeksästä liiketoimintaryhmästään. Niistä KWH Pipe tarjoaa ratkaisuja erilaisiin energiasovellutuksiin, mm. lämmönkeruuseen ja -siirtoon, jäähdytysvesiputkistoihin sekä energiatuotannon raaka-aineiden kuljetukseen ja varastointiin. Vuonna 2013 KWH Group ja Uponor Oyj yhdistivät yhdyskuntaputkien tuotannon ja markkinoinin yhteiseksi Uponor Infra Oy:ksi (Uponor Oyj:n Wikipedia- sivu)

#### 9.1.6.4 Strömberg ja ABB

Suomalaisen sähkökoneteollisuuden uranuurtajana voidaan pitää insinööri Carl August Wahlia, joka perusti vuonna 1887 patenttoimansa dynamokoneita valmistavan yksikön Paul Wahl & Co:n. Se toimi aluksi Varkauden konepajan yhteydessä ja siirtyi seuraavana vuonna Viipuriin. Alusta lähtien tässä yhtiössä toimi eräänlaisena myynti-insinöörinä vuonna 1863 Muhoksella syntynyt insinööri Axel Gottfrid Strömberg. Hän oli suorittanut Polyteknisessä Opistossa sähkötekniikan insinööritutkinnon vuonna 1887 ja jatkanut opintojaan sen jälkeen Berliinissä ja Hannoverissa. Wahl ja Strömberg olivat tutustuneet jo aikaisemmin ja tiet kohtasivat uudelleen Saksassa. Kotimaahan palattuaan Strömberg aloitti myös opetus toiminnan Polyteknillisessä opistossa sekä vapaaehtoisen asepalveluksen (Hoving 1956, Keskinen 1983, Hoffman 1989, Lindell 1994).

Vuoden 1889 Strömberg alkoi suunnitella oman yrityksen perustamista. Saatuaan vielä vaikutteita osallistuessaan samana vuonna kesänä Pariisin maailmannäyttelyyn hän toimitti heinäkuun 24. päivänä Helsingin maistraattiin elinkeinoilmoituksen. Strömbergin kehittämä ensimmäinen tuote oli kuvan 30 mukainen dynamokone. Niiden tuotanto alkoi John Stenbergin konepajassa, jonka päätuotteita olivat höyrykoneet. Hyöty oli molemminpuolista, koska dynamokoneiden yhteyteen tarvittiin usein myös höyrykone. Koneita toimitettiin aluksi lähinnä kiinteistöjen sähköistykseen ja sahateollisuuteen, myöhemmin yhä enemmän paperiteollisuuteen ja höyrylaivoihin.



**Kuva 30.** Strömbergin ensimmäinen tuote Dynamo no 1 valmistui syksyllä 1889 ja se asennettiin Haglundin saunakiinteistöön Ratakadulle Helsinkiin.

Strömberg osti syksyllä 1890 yhdessä Karl Södermanin kanssa Ruoholahdesta tontin, jossa olevassa makasiinirakennuksessa aloitettiin oma valmistus. Samalla liiketoiminnan luonne muuttui asennustoiminnasta teollisuuslaitokseksi. Södermanin siirryttyä mm. höyrykoneita valmistavan Kone ja Silta Oy:n toimitusjohtajaksi vuonna 1894 alkoi yritysten välinen pitkäaikainen yhteistyö.

Kasvaneen tuotannon ja viennin johdosta tuli tarve laajemmista toimitiloista, mikä johti vuoden 1898 lopulla tapahtuneeseen tuotannon siirtymiseen kokonaisuudessaan Sörnäisten teollisuusalueelle rakennettuun uudisrakennukseen.

Strömbergin tuotannon siirron suunnittelu Sörnäisistä muualle Suomeen alkoi jo 1930-luvun lopulla lähinnä kasvaneen työvoimatarpeen johdosta. Tämä johti vuonna 1940 kaukonäköiseen ratkaisuun ostaa Vaasan kaupungilta 102 hehtaarin maa-alue (70 ha tehtaille, 32 ha asuntotarkoituksiin) Huutoniemeltä läheltä rautatietä. Tehtaiden siirto Vaasaan juontuu jatkosodan loppuvaiheeseen. Helsingin pommitukset olivat sysäyksenä päätökselle siirtää moottoritehdas Vaasaan. Vuonna 1945 alkoi professori Alvar Aallon suunnittelemassa tehtaassa HZOikosulkumoottoreiden tuotanto. Kyseisestä moottorityypistä tuli 1940- ja 50-luvuilla erittäin suosittu teollisuuden ja erityisesti maatalouden yleismoottori, jota valmistettiin 1950-luvun puolivälissä vuosittain keskimäärin 100.000 kappaletta.

Vuonna 1963 otettiin tuotantoon uusi HX-moottorityyppi, jonka pohjalta erikoistuttiin kiristyneen kilpailun takia 1980-luvulla kaikkien suurimpien kokojen valmistukseen.

Vuonna 1947 valmistuneessa kojetehtaassa ryhdyttiin kontaktorien ohella valmistamaan myös erilaisia kytkimiä. Kojetehtaan tiloissa alkoi myös pienten jakelumuuntajien tuotanto vuonna 1949. Uusi jakelumuuntajatehdas valmistui vuonna 1951. Valmistusmäärien lisääntyessä ja suurmuuntajien valmistuksen alkaessa vähitellen vuonna 1955 muuntajatehdasta laajennettiin useaan otteeseen.

Merkittävä parannus muuntajien ja kojeiden valmistuksessa tapahtui vuosina 1955 ja 1956, kun alallaan Suomen suurin ja uudenaikaisin suurjännitelaboratorio otettiin käyttöön. Koj- ja kojeistotuotannon tärkeimmät tuotteet olivat ML-kotelot ja -keskukset, joiden vuosituotanto ylitti myös 10.000 kappaleen rajan 1960-luvun alkupuolella.

Tehtaan oman vähäöljykatkaisimen tuotekehitys aloitettiin 1950-luvun lopulla, minkä tuloksena tämä katkaisintyyppi oli yksi tärkeimmistä kojeista 1980-luvun

alkuun asti. Vuonna 1963 valmistunut erityinen kojeistotehdas antoi mahdollisuuksia valmistaa tehokkaammin sarjavalmisteisia koteloita ja keskuksia.

Aikaisemmin yhtiön Sörnäisiin, Pitäjänmäelle ja Vaasan kojetehtaalle hajautetun liesituotannon asema vahvistui Vaasan liesitehtaan valmistuessa vuonna 1956. Kotimaan markkinajohtajuuden Strömberg saavutti 140.000 vuosituotannolla ja 85 % markkinaosuudella johtavan aseman maassamme. Liesituotannon keskittyminen aiheutti vähitellen työvoimapulaa Vaasassa, mistä syystä muiden tuotantoryhmien työvoiman turvaamiseksi liesituotantoa siirrettiin vähitellen Kauhajoelle. Sinne siirrettiin myöhemmin myös sähkölämmityspattereiden ja lämmivesivaraajien tuotanto.

Elektroniikkatuotanto oli 1970-luvulle asti ollut lähinnä Pitäjänmäellä, joskin Vaasan tehtailla oli kehittynyt vähitellen elektroniikkatuotantoa ja -osaamista huolto- ja korjaustoiminnan tuloksena. Tuotteet olivat aluksi erilaisia mitta- ja apulaitteita. Tuotevalikoima laajeni vähitellen suojareleisiin sekä hälytys- ja tehonsäätölaitteisiin. Vuonna 1971 entinen moottoritehdas muutettiin elektroniikkatehtaaksi.

Vuosikymmenen puolivälissä suojareleiden osuus Vaasan elektroniikkatuotannon liikevaihdosta oli noin puolet. Niiden lisäksi Vaasassa valmistettiin myös sähkölaitosten automaatio- ja kaukokäyttölaitteita, paloilmoituslaitteita sekä rakennusautomaatiojärjestelmiä. Oikosulkumoottorien pyörimisnopeuden säätöön tarkoitettu taajuusmuuttajien kehittämistyö alkoi Pitäjänmäellä 1970-luvulla johtuen lähinnä Helsingin metroon tarvittavien veturien nopeudensäädöstä. Tästä Strömbergin menestystuotteeksi osoittautuneesta SAMI (semiconductor asynchronous motor inverter) -tuotemerkillä markkinoidusta tuotevalikoimasta pienten teholuokkien kehitys ja tuotanto siirrettiin 1980-luvulla Vaasaan.

Strömbergin tuotannon kannalta Vaasa oli 1950- ja 1960-luvuilla selkeä painopistealue, kun sarjavalmistusvaiheeseen siirryttäessä lisätilaa tarvinnut tuotantoyksiköt muuttivat pois Helsingistä. Vaasan tehtaiden kasvuvauhti oli lähes kuuksinkertainen Pitäjänmäen tiloihin verrattuna. Suurmuuntajatehtaan toiminnan alkaessa vuonna 1956 Vaasan tehtaiden tuotanto oli kasvanut suuremmaksi kuin Pitäjänmäen yksiköiden, mikä nousi enimmillään koko Strömbergin tuotantokapasiteetista noin 75 prosenttia.

Koko Strömbergin omistajuudessa ja yritysjärjestelyissä tapahtui 1980-luvun aikana erittäin merkittäviä muutoksia, mikä merkitsi myös Vaasan tehtaiden kannalta olennaisia uudistuksia. Osakeyhtiölain muutos johti 1980-luvun alussa

vajaat 45 % Strömbergin osakkeita omistaneen Kymi-Kymmene Oy:n omistusosuuden kasvuun ja lopulta vuonna 1983 yhdistymiseen Kymi-Strömberg Oy:ksi.

Ruotsalais-sveitsiläinen ABB (AseaBrownBoveri) oli muodostettu vuonna 1996 pääkonttorin sijoituspaikkana Sveitsi Zürich. Seuraavana vuonna se osti Strömbergin liiketoiminnot ko. konsernista ja siitä muodostettiin Suomen ABB Oy. Nykyisin sillä on viisi liiketoimintadivisioonaa.

### 9.1.7 Runsorin alueen ja yritysten kehitys

Runsorin alueella Vanhan Vaasan ja Vaasan lentokentän välille oli siirtynyt jo 1970-luvulla Wärtsilän toimintoja. Runsorin alueen kasvu energiaklusterin kolmanneksi alueelliseksi keskittymäksi on ollut monin kriteerein arvioituna erittäin onnistunut kokonaisratkaisu voimakkaassa kasvuvaiheessa pääosiltaan neljännesvuosisadan aikana (Miilumäki 2009, 284-287).

Vaasan energiakehityksessä vuosi 1989 on merkkipaalu kahdesta syystä. Silloin perustettiin Teknologiakeskus Oy Merinova Oy kehittämään Vaasan seudun elinkeinoelämää. Perustajina olivat Vaasan kaupunki ja Vaasan yliopisto. Merinovan tehtäväksi annettiin erilaisten ohjelmien ja hankkeiden avulla edistää alueen energia-alan yritysten toimintaedellytyksiä ja innovaatiotoimintaa sekä uusien teknologia- ja teknologiayritysten syntymistä. Siihen liitettiin myöhemmin 1990-luvulla perustettu Länsi-Suomen osaamiskeskus. Merinova on noussut vähitellen valtakunnalliseksi energiategniikan ja -talouden osaamiskeskukseksi. Se toimi mm. Tekesin valtakunnallisen Densy -ohjelman (Hajautetut energiajärjestelmät 2002–2006) koordinaattorina. Merinova toimi puolestaan kansallisen Energiateknologia- ja energiaklusterin koordinaattorina (2007–2013).

Uusien toimitilojen rakentamista varten perustettiin vuonna 1999 Merinova Kiinteistöt Oy, nykyinen Vaasa Parks Oy. Sen tehtävä on rakentaa ja markkinoida uusia toimitiloja ja tarjota keskitettyjä toimitilapalveluja yrityksille Vaasassa. Sen omistavat teknologiakeskus Merinova, Vaasan kaupunki, pääomasijoitusyhtiö Oy Wedeco Ab ja valtion omistama rahoitusyhtiö Finnvera Oyj. Merinovan ja Wedecon kautta Vaasan elinkeinoelämä on vahvasti mukana toiminnan suunnittelussa. Yhtiö on markkinoinut viime vuosina kolmea yrityspuistoa: Strömberg Parkia, Vaasa Airport Parkia ja Vaasa Science Parkia. Uudisrakentaminen on keskittynyt viime vuosina pääosin Runsorin teollisuusalueen Airport Parkiin. Myös siellä on osoittautunut Suomen muissakin huomattavissa teknologia- ja energiakeskityksissä kahden vuosikymmenen aikana omaksuttu ja hyväksi todettu toimintakonsepti. Sen mukaan rakennetaan kysynnän mukaan kasvavien ja uusien ja teknologia- ja palveluyritysten toimintaa varten monikerroksisia ”teknologiataloja”.

### 9.1.7.1 VEO- yhtiöt

Vuoden 1989 lopulla Runsorin alueelle perustettiin myös ensimmäinen uusteknologiayritys Vaasa Engineering Oy, josta on myöhemmin kasvanut yritysryväs VEO-yhtiöt. ABB-taustaiset perustajat Harri Niemelä ja Mauri Holma perustivat ko. yrityksen alun perin kojeistovalmistusta varten, mistä se on vähitellen laajentunut monipuoliseksi konserniksi. Välillä perustetut tytäryhtiöt Vaasa Kojelistot ja Vaasa Service on myöhemmin sulautettu emoyhtiöön. Norjaan, Ruotsiin ja Venäjälle perustettujen tytäryhtiöiden lisäksi Suomessa on toimipisteitä Vaasan pääkonttorin ohella mm. Seinäjoella, Kuopiossa, Paimiossa ja Lahdessa. Yhtiön pääliiketoiminta-alueita ovat lämpö- ja vesivoima- sekä automatisointi ja kojeistoliiketoiminnot.

### 9.1.7.2 VACON Group

Vuonna 1993 syksyllä entiset ABB-läiset Veijo Karppisen johdolla perustivat Vaasa Control Oy:n, joka pian muutettiin VACON Oy:ksi. Vaasan ABB:llä toiminut pienten teholuokkien taajuusmuuttajia kehittänyt ja valmistanut ns. Ministar-yksikkö oli kuulunut Pitäjänmäellä sijainneeseen pääyksikköön, Tehoelektronikka-divisioonaan. Vuonna 1992 ABB päätti keskittää kaikkien taajuusmuuttajien kehittelyn ja valmistuksen Suomessa Pitäjänmäelle. Vaasan yksikkö oli kehittänyt kolme sukupolvea yli kymmenen vuoden aikana, mikä oli luonut vankan osaamis pohjan sekä tutkimuksessa ja tuotekehityksessä että tuotannossa ja logistiikassa. Osaamista ja kokemusta oli karttunut myös markkinoinnissa, lähinnä kotimaassa. Vientiä silmällä pitäen sitä tuli täydentämään Erkki Raunio ABB:n toisesta elektroniikkayksiköstä Suojareleistä.

VACON:in liiketoiminta- ja teknologiastrategioiden luominen ja niiden pohjalta tapahtunut voimakas kasvu tuotannon alettua vuoden 1995 alussa on ollut jopa silloin tehtyjä kasvuennusteita edellä. Merkkipaaluja kehityksessä ovat olleet mm uusien toimitilojen valmistuminen Runsorin alueella vuonna 1998. Tuotantotiloja on sen jälkeen laajennettu useamman kerran ja tuotantoa on siirretty 2000-luvun alusta alkaen myös Kiinaan. Vientiä varten on perustettu oma myyntiyhtiö 23:en maahan, kun vientimaita on kaikkiaan yli sata. Vuonna 2001 VACONista tuli pörssi-yhtiö.

Tärkeimpiä menestystekijöitä ovat olleet saavutettu maailman kärkiluokkaa oleva teknologiataso, kumppanuudet markkinoinnissa mm. suurten automaatioyritysten kanssa ja operatiivinen tehokkuus. Uusi vaihe VACONin historiassa alkoi vuoden 2014 aikana, kun tanskalainen Danfoss osti ko. yhtiön osakeenemmistön.

### 9.1.7.3 VAMP Oy

Kuten edellä vuonna 1993 perustettiin Vaasa Electronics myös ABB:ltä siirtyneen Seppo Pettissalon johdolla. VACON ja Vaasa Electronics toimivat alkuvuosina yhteistyössä ja osin samoissa toimitiloissa. Perustuote on ollut valokaarirele, jonka tuotenimen mukaan myös yrityksen nimi muutettiin sittemmin VAMP Oy:ksi. Sen kehityspolku on ollut toisenlainen verrattuna VACONiin. Alkuvuosien pitempi täysin uuden tuotetyypin kehittäminen ja pienempi valmistuksen volyymi ovat merkinneet verkkaisempaa kasvuvauhtia. Perustamisen jälkeen tapahtuneet muutokset omistusrakenteissa ja rekrytoinneissa ovat olleet tyypillisiä uuden teknologiayrityksen kasvukipuja. Viimeisin vaihe VAMP Oy:n historiassa vuonna 2010, kun ranskalainen sähkö- ja elektroniikka-alan suurtoimija Schneider osti yhtiön osake-enemmistön.

Taajuusmuuttajien perussovellutusten, moottorien nopeussäätöjen ohella oli VACONissa alkanut myös kehitys muiden invertterisovellutusten tuotteistaminen. Niitä varten perustettiin tytäryhtiö Vertego, joka yhdistettiin myöhemmin ostettujen yhdysvaltalaisen Utility:n ja lappeenrantalaisen Rotatek Oy:n kanssa Switch Oy:ksi. Yhtiö toimii sekä Vaasassa että Lappeenrannassa.

The Switch Oy:n päätuotteita ovat olleet tuulivoimaloiden suorakäyttöiset generaattorit sekä suurnopeuskäytöt ja viime aikoina merisovellutukset. Viimeisin vaihe yhtiön historiassa on ollut, kun japanilainen Yaskawa osti osake-enemmistön.

### 9.1.7.4 VNT Management Oy

VACON toimitusjohtaja Veijo Karppinen siirtyi pääomasijoitusyhtiön johtajaksi perustamaansa VNT Management Oy:hyn vuonna 2001. Yhtiön päätoimialoja ovat lähinnä teho- ja optoelektroniikka sekä muu energiatekniikka. Yhtiö on perustanut olemassaolonsa aikana kolme merkittävää rahastoa yhteissummaltaan yli 150 M€. Yhtiöllä on ollut omistuksia mm. The Switch Oy:ssä sekä Vaasaan perustetussa tuulivoimayhtiö Merventossa, jonka kärkihankkeena suunniteltiin Vaasan Sundomiin 3,6 MW:n tuulivoimala vuonna 2012.

### 9.1.8 Palveluyrityksiä

Suurimpien päätuotevalmistajien (main contractors) rinnalla on vuosikymmenten aikana rakentunut sekä Pohjanmaan että Etelä-Pohjanmaan ja koko Suomenkin eri alueille laaja sopimusvalmistajien, -tuotekehittäjien ja muiden palveluntarjoajien kokonaisuus. Merkittävin Vaasan lisäksi useilla muillakin paikka-



kunnilla toimiva ja muitakin teollisuuden alojen yrityksiä lähinnä tuotekehityspalveluja toimittava yritys on CITEC Oy. Vaasaan 1990-luvun lopulla vastaavasti lähinnä ohjelmistokehityspalvelujen alueella toimiva yritys on Wapice Oy. Vaasan alueen alihankkijoista pääosa toimii ABB:n alueen teollisuuspuistossa ja yhä suurempi osa Runsorin alueella.

#### 9.1.8.1 VASEK

Merkittävä tapahtuma Vaasan alueen profiilin nostamisen, yhteistoiminnan tiivistämisen sekä tutkimus- ja kehittämistoimien aktivoimisen kannalta on ollut Vaasan alueen seitsemän kunnan (Vaasa, Mustasaari, Maalahti, Laihia, Isokyrö, Korsnäs ja Vöyri) vuonna 2003 perustama seudullinen kehittämissyhtiö. Sen tehtävät ovat:

- seudullisen elinkeinoneuvonnan koordinointi ja toimialakohtaisten yrityspalvelujen tuottaminen
- seudulliset elinkeinoihin ja yrittämiseen liittyvät kehittämishankkeet j
- seudun markkinointi.

Yhtiö on toiminut tiiviissä yhteistyössä kuntien, elinkeinoelämän sekä koulutus- ja tutkimuslaitosten kanssa. Se on koonnut eri toimijoita yhteistyöhön ja on toiminut foorumina ja rahoittajana erilaisissa kehittämistoimissa. Voi perustellusti todeta, että VASEK on yhdessä Merinovan kanssa toiminut tehokkaana aisaparina ja organisoinut lukuisia uudistavia toimia. VASEKin osana toimii myös Uusyrityskeskus Startia.

Viime vuosien näkyvimpiä toimia energiasektorin kannalta ovat olleet mm.

- Vaasan seudun koheesio- ja kilpailukykyohjelma 2010-2013 (KOKO)
- Vaasan seudun Elinvoimastrategian laadinta vuosille 2015-2020 ja seudun innovaatiojärjestelmän kehittämiseen liittyvät toimet seutuportaalin rakentamisen ohella.
- Tiedotustoiminnan rooli on alusta alkaen ollut avaintekijä näkyvyyden noustua aikaisemmasta kertaluokkaa paremmaksi. (Råback 2014-2016)

## 9.2 Kehityshistorian arviointia

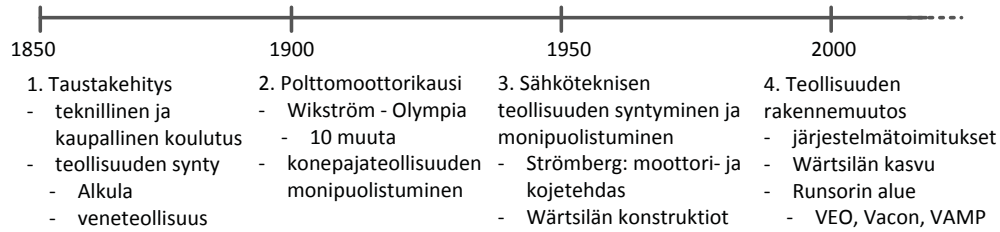
Vaasan energiaklusterin synty- ja alkuvaiheiden vuosikymmeniä voidaan arvioida seuraavilla luonnehdinnoilla

- perustajien *perinteisillä pohjalaisyrittäjyyden ja –kulttuurin piirteillä* sekä täysin uusien, spin-off ja pioneerisovellutusten suhteen
- *yrittysideoiden syntymistä* tunnistamalla tekniikoiden riittävä kypsyys ja kehitettävyyys, tarpeiden ja käyttösovellutusten yhteensovitus ja sopiva ajoitus
- *yhteensattumien, erityistilanteiden ja konfliktitilanteista* aiheutuneilla syillä
- *paikallisten vetovoimatekijöiden* vähittäisellä kehittämisellä. Näihin kuuluvat mm. henkilöresurssien koulutus pohja, määrä ja saatavuus, infrastruktuurien ja palveluiden kehittyminen sekä alueellinen sijainti
- kaikilla toimialueilla havaittavien *alueellisen klusteroitumisilmiöiden* avulla
- organisaatioiden ja järjestelmien rakenteiden ja toiminnan luonnetta kuvaavilla termeillä kuten itseohjautuvuus ja itseorganisoituminen, sopiva heterogeenisyys ja monipuolisuus
- *kaksikielisyys* luonnostaan ja vähitellen laajeneva monikulttuurisuus
- pitkittäistarkasteluna luonnollisen (orgaanisen) kehityksen tuloksena syntynyt vaiheittainen kasvu ilman erityisiä paikallisen ja valtakunnallisen julkisen hallinnon tukitoimia ja byrokraattista ohjausta. Esimerkiksi Runsorin alueen kasvua voi täydellä syillä luonnehtia positiiviseksi polkuriippuvuudeksi.

Nämä pitkällä aikavälillä toteutuneet ja hyödynnetyt ominaispiirteet ovat muodostuneet edellytyksiksi jatkuvalla kasvulla, kestäkyvyllä vaikeissa taloussuhdanteissa sekä myös tietylle riskinotolle.

Tähän arviointiin pohjautuvat myös nykypäivän ja tulevaisuuden kehittämispotentiaalin arvioinnit. Kehittämispotentiaalista puolestaan suurta osaa voi luonnehtia synergiseksi. *Parhain lisäarvo näiden tekijöiden yhteisvaikutuksesta on yhteisökulttuuri sekä paikallisen identiteetti vahvistunut.*

Kuva 31 osoittaa vakuuttavasti, miten Vaasan energiaklusterilla on ollut kunniaakkaat koulutuksen ja ammattitaidon perinteet jo yli 150 vuoden ajalta sekä yli 100- vuotinen teollinen historia.



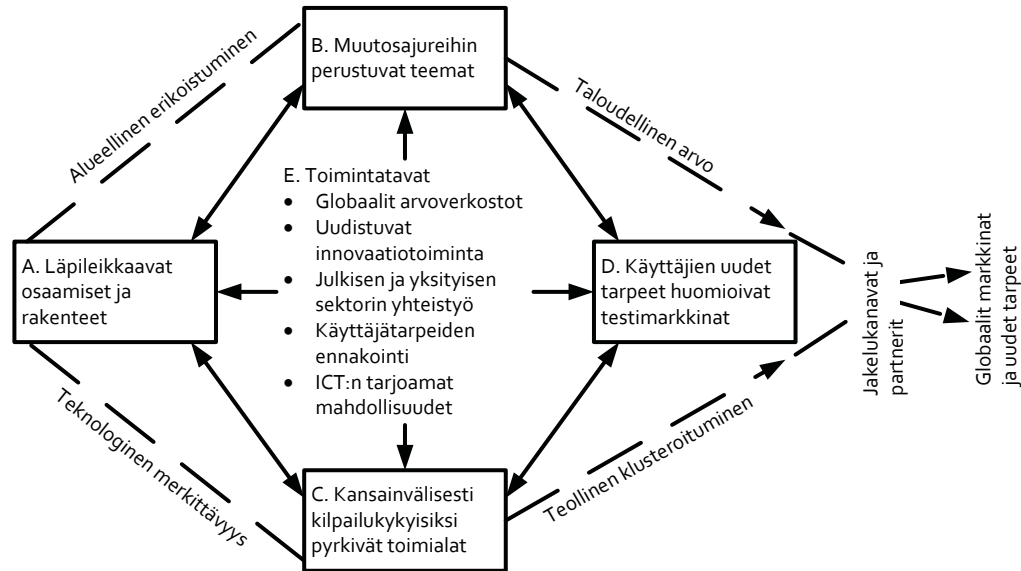
**Kuva 31.** Tutkijan näkemys Vaasan energiateollisuuden kehityksen päävaiheista.

### 9.3 Kehittämishankkeita

Vaasan alueesta, seudusta ja energiaklusterista on tehty viime vuosikymmeninä vastaavasti kuin valtakunnan tasolla useita selvityksiä, raportteja sekä kehittämissuunnitelmia, -ohjelmia ja strategioita. Niitä ovat tilanneet mm. Pohjanmaan liitto, Vaasan kaupunki ja Merinova sekä viimeisinä vuosina VASEK (Vaasan seudun Kehitys Oy). Valtakunnallisissa selvityksissä ja suunnitelmissa alue, seutu ja kaupunki on ollut esillä mm. klusteriselvityksissä, Finnsight 2015- ennakointihankkeessa ja aluetieteilijöiden vertailuissa.

Eräs koko Suomea koskevan ollut TEMin tilaama Kansallisen innovaatiostrategian alueellisten valintoja tukemiseksi tarkoitettu tutkimus Suomalaisen innovaatiojärjestelmän mosaiikki (Harmaakorpi 2010). Siinä on käytetty alueellisten tarkastelujen apuna kuvan 32 mukaista viitekehystä.

Tutkimuksessa kerättiin aineistoa 14 alueesta ja niihin osallistui alueen kannalta merkittäviä strategiatoimijoita. Ryhmätöissä muodostettiin alueellinen strategia-profiili Tekesin vuonna 2008 julkaistun dokumentin kysymysten mukaisesti. Tutkimuksessa käsiteltiin Pohjanmaan ELY-keskuksen alueen kahta maakuntaa Etelä-Pohjanmaata ja Keski-Pohjanmaata. Pohjanmaata koskien tulokset ovat pähkinänkuoressa taulukon 1 mukaiset.



**Kuva 32.** Aluestrategian viitekehys (Harmaakorpi 2010).

**Taulukko 1.** Pohjanmaa pähkinänkuoressa (Harmaakorpi 2010, 109).

Läpileikkaavat osaamiset ja rakenteet	Energiateknologiaosaaminen; Projektinhallinta ja siihen liittyvä ohjelmistotekniikkaosaaminen; Monikuluttuurisuuden tukeutuva kansainvälisen kaupan osaaminen.
Muutosajureihin perustuvat teemat	Puhdasta energiaa hajautetun energiantuotannon keinoin: tehoelektroniikan niukkaressurssiset ratkaisut; Projektitoiminta ja teollisuuden lisäarvopalvelut; Veden lähelle rakennettu ympäristö sekä älykkäät niukkaressurssiset ratkaisut talorakentamisessa; Hyvinvointi ja terveys vanhustenhoidossa sekä liikunta- ja ravitsemuskonsepteissa.
Kilpailukykyiset toimialat	Energia; Kemia-muovi; Kulkuneuvot; Mekaaninen puunjalostus; Metallitoimiala; Osaamisintensiiiviset palvelut ja kaupan alan globaalit toimijat; Hyvinvointi; Erikoistunut maatalous.
Vaativat testimarkkinat	Alueen kärkiyrityksiä pidetään erittäin vaativana testimarkkinana alihankkijoille. Isot yritykset ovat verkottuneita omille testimarkkinoilleen. Omasta maasta toivotaan parempia testimarkkinoita esim. tuulivoimalle.
Innovaatiojärjestelmän toimintatavat	Pohjanmaalla keskeisimpiä toimintatapoja ovat Vaasa Science Park, keskustelutilaisuudet ja aivoriihet.

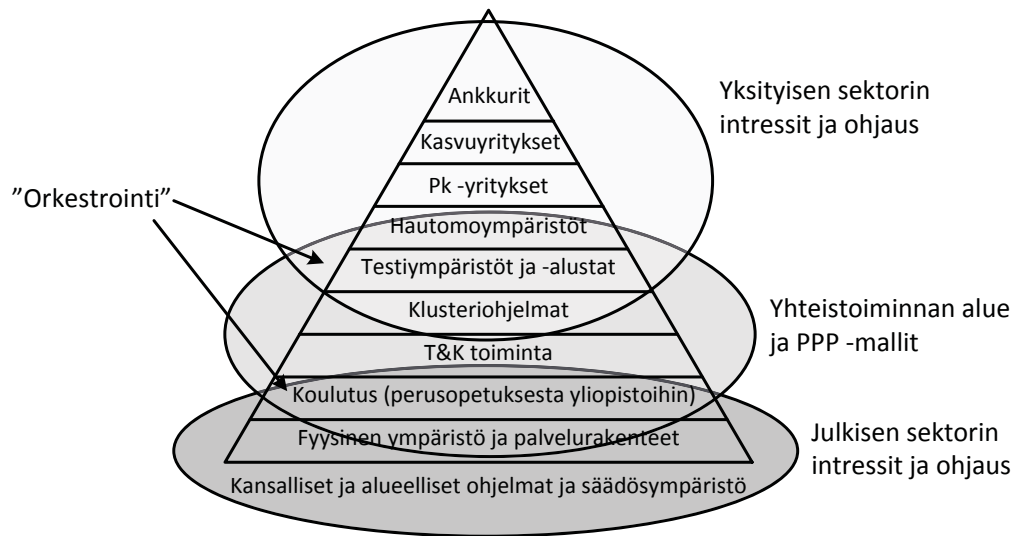
Julkisuudessa Vaasan alueen viimeisten vuosikymmenten voimakas teollinen kehitys oli pitkään melko vähän julkisuudessa esillä. Hämmästyttävää on ollut suorastaan väheksyvä tunnettujen kansallisten aluetutkijoiden arviointi. Tätä osoittavat mm. Tampereen yliopiston toimesta tehty kooste useista kaupunkiseutujen kehitys- ja kehittämistutkimuksista (Sotarauta-Viljamaa 2003), jossa Vaasa ei mainita johtavien kaupunkiseutujen joukossa.

Viimeaikaisella tutkijoiden heräämisellä todellisuuteen ja Vaasan alueen energia-alan toimijoiden aktivoitumisella (VASEK, Merinova, Vaasan kaupunki ja EnergyVaasa) sekä vuosittainen energiaviikko ovat merkinneet Vaasan energia-asioiden lisääntyntä näkyvyyttä mediassa. Myös valtiovallan edustajien vierailujen yhteydessä antamat lausunnot ovat terävöittäneet Vaasan teollista profiilia.

Aluetutkija Timo Aron vuonna 2013 julkistamat vertailevat tutkimukset maakuntien ja kaupunkiseutujen kilpailukykykyselyistä ovat vakuuttava todiste siitä että sekä Pohjanmaan että Etelä-Pohjanmaan maakunnat sekä Vaasa kaupunkina ovat sijoilla 3-5 valtakunnallisessa vertailussa (Timo Aro 2013, Jonas Nylen 2014). Tutkimustulokset ovat saaneet laajaa julkisuutta sekä paikallisissa että valtakunnallisissa medioissa.

### 9.3.1 Innovaatiokeskittymäprofiili

VASEKin toimesta tilattiin vuonna 2014 INKA-päätöksen jälkeen Hubconcept Oy:ltä heidän kehittämänsä innovaatiokeskittymämalliinsa perustuvan tutkimuksen Vaasan innovaatiokeskittymälle luotavasta profiilista. Ko. tutkimuksen peruskehys on kuvan 33 mukainen. Siinä keskeiset osat ovat pyramidin kerroksiin sisällytetty yritysten hierarkia toimintaedellytyksineen ja kolmen ”ohjauskerroksen” malli.

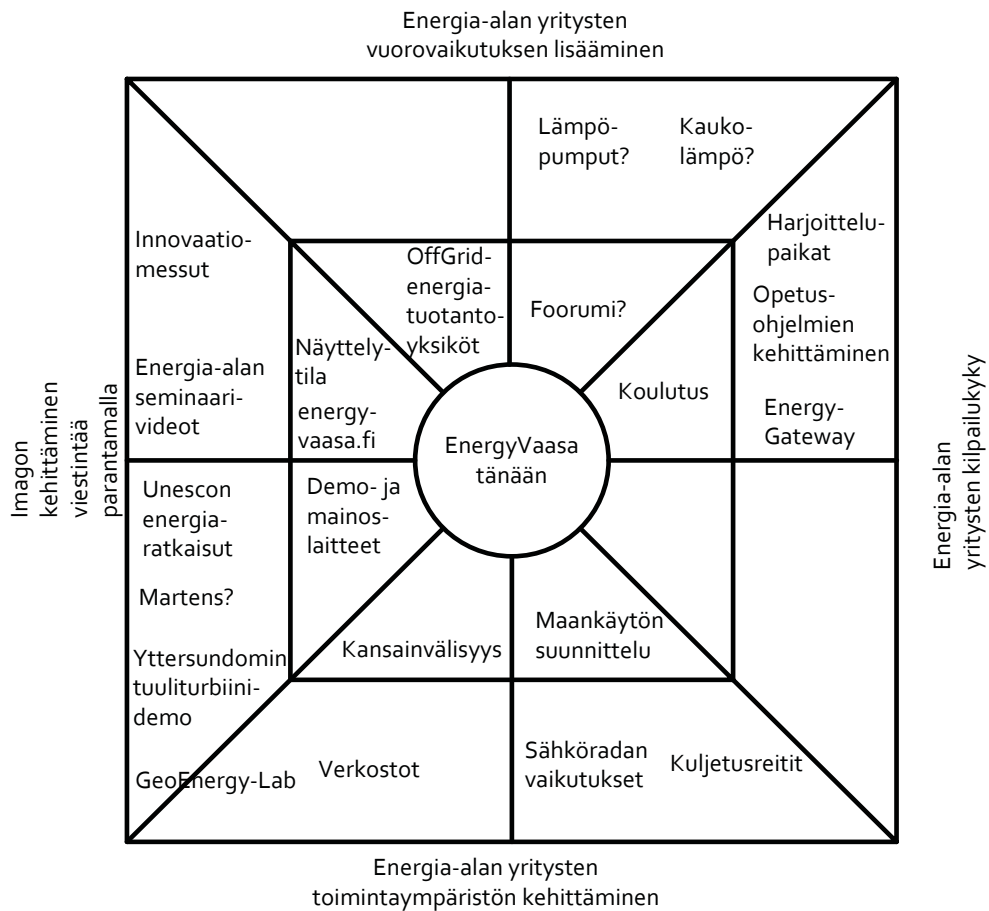


**Kuva 33.** Innovaatiokeskittymän kuvausmalli. (Viitanen & Launonen 2014)

Perinteellisiin yritys- ja klusterianalyysihin verrattuna menetelmän voisi sanoa olevan ”syväanalyysi”, joka kartoittaa nimensä mukaisesti menestystekijät ja tunnuspiirteet yksilöidymmin vertailemalla niitä vastaaviin kotimaisiin ja ulkomaisiin keskittymiin. Menetelmään kuuluu klusterin toimijaosapuolten haastattelut, joita Vaasassa tehtiin 47 kpl. Tuloksena oli toimenpidesuosituksia tulevia kehittämisohjelmia varten (Viitanen & Launonen 2014)

## 9.4 EnergyVaasa- ryhmä

Merinovan hallitus nimesi 2000-luvun alkupuolella teollisuuden, yliopiston, kaupungin ja kehittämisorganisaatioiden edustajista koostuvan ideointiryhmän, joka otti työnimekseen EnergyVaasa. Ideointi- ja kehittämistyöhön intensiivisesti paneutuneen ryhmän tuloksista kertoo kuvan 34 mukainen yhteenveto kehittämistoimista ryhmiteltynä neljään alueeseen. EnergyVaasa on muotoutunut vähitellen laajasti tunnetuksi brändiksi, jota myös jatkuvasti pyritään vahvistamaan.



**Kuva 34.** EnergyVaasa-ryhmän kehittämissuunnitelma (ryhmän työpaperi, kirjoittaja saanut ryhmän jäseneltä vuonna 2013).

Työ jatkui myöhemmin Merinovan ja VASEKin tukemana ja monipuolistamana mm. viestintähenkilön palkkaamisena energia-alueelle ja vuosittain eri rooleihin valittavan määräaikaisen energialähtetilään nimeämisenä. Vuonna 2009 Vaasassa pidettiin tuulienergia- teemasta useamman päivän kestänyt tilaisuus, mistä alkoi ja laajeni vuosittain maaliskuussa pidettävä EnergyVaasa- viikko. Energia- viikko on saavuttanut merkille pantavasti kansallista ja kansainvälistä huomiota ja sen aikana on useita rinnakkaisia konferensseja ja muita tilaisuuksia Vaasassa.

EnergyVaasa- ryhmän menestyksellinen työ huipentui eri osapuolten tiiviillä yhteistyöllä tekemään suunnitellun INKA- ohjelmaan liittyvän haun valmisteluun (Antila 2013b), minkä jälkeen perusryhmän kokoonpano ja toiminta on jatkunut uusimuotoisena.

## 9.5 INKA- vaihe

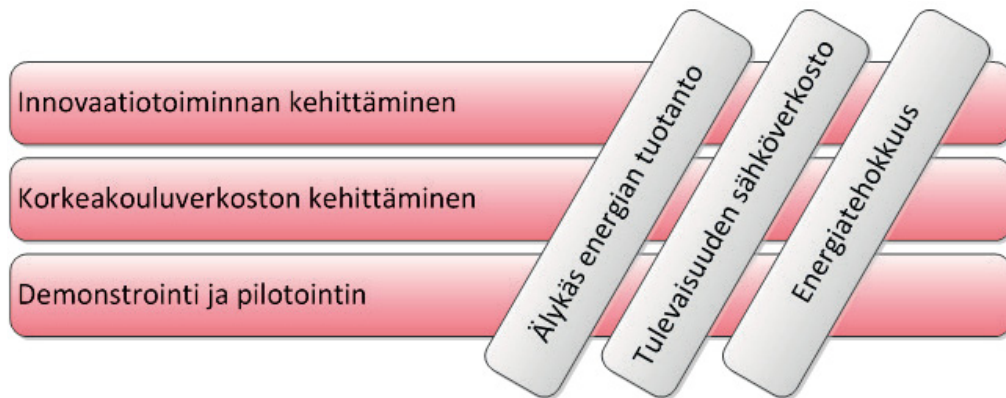
Valtakunnallisen osaamiskeskusohjelman OSKE:n päättyessä vuoden 2013 loppuun mennessä ennakoitiin jatkoa käynnistämällä 12.4.2012 päivätyllä tiedotuksella työnimellä Innovatiiviset kaupungit (INKA)-ohjelman valmistelu. Hakemuksia tehtiin yhteensä 19 kappaletta, joista valittiin viisi kesällä 2013. Vaasan hakemus todettiin TEKES'in edustajien toimesta ansiokkaimmaksi siitä syystä, että teollisuuden edustajat olivat olleet alusta lähtien valmistelussa mukana. Vaalinnan tuloksena Vaasalle tuli valtakunnallinen energiatutkimuksen päävastuu nimityksellä ”Kestävät energiaratkaisut”.

Ennen hakemusvaihetta Vaasassa oli tapahtunut 2000-luvulla energia-alalla monipuolista aktivoitumista, mikä loi laajan ja vankan pohjan hakemussuunnitelmalle ja sen toteuttamiselle sekä alueen sisällä että osallistumiselle kansallisiin tutkimus- ja kehitysohjelmiin. Vuosina 2007-2014 välisenä aikana Merinovalla oli päävastuu valtakunnallisesta OSKE (Osaamiskeskus)-ohjelmasta. Paikalliset tahot osallistuivat siinä mm. Verkkovisio 2030:n ja Roadmap 2015:n laatimiseen, sekä DEMWE (Multi-Vendor Laboratory Environment for Research and Education)- koulutusympäristön ja VAHA 1:n (verkostoautomaatio ja verkonhallinta) kehittämiseen (Antila 2013a). Lisäksi Vaasan yliopiston teknillinen tiedekunta osallistui SHOK-ohjelmiin CLEEN OY:ssä ja FIMECC OY:ssä paikallisten yritysten ohella.

Vaasan energiainstituutissa (VEI), TechnoBothniassa ja paikallisissa ammattikorkeakouluissa jatkui tutkimustoiminnan monipuolistuminen yhteistyössä yritysten kanssa. Tutkimustyön aktivoitumisen rinnalla ja tueksi on noussut Merinovan EnergyVaasa –yleisnimikkeellä vuosittain maaliskussa järjestämät Energiaviikot. Ne ovat laajentuneet kerta kerralta viiden vuoden aikana sekä sisällöltään että osanottajamäärien osalta.

INKA- hakemuksen (Antila 2013b) keskeinen osa on kuvan 35 mukainen tiivistetty strateginen tutkimusohjelma. Sen ydinajatus oli yhdistää Vaasan energia-tekniikan keskittymän osaamiseen liittyvät kysyntälähtöiset teemat ja innovaatiokeskittymän valitsevat kehittämisteemat.





**Kuva 35.** Vaasan innovaatiokeskittymän tutkimusohjelma. (Antila 2013b)

”Kestävät energiaratkaisut”-tutkimuksen painopistealueiksi nimettyjen kolmen alueen ydinkohtia ovat

1. Älykkään energian tuotannossa

- tuuli, aurinko- ja vesivoima, maa- ja vesistölämmön hyödyntäminen
- tuotantoyksiköiden hajauttaminen
- suunnittelupalvelujen kehittäminen tuotantoon ja jakeluun
- säätövoimaratkaisukonseptit

2. Tulevaisuuden sähköverkoissa

- uusiutuvan energian verkkoon liittäminen ja luotettavuusvaatimusten kasvun huomioonottaminen uusilla markkinoilla
- ICT:n, automaation ja älykkäiden ratkaisujen hyödyntäminen sähkön siirrossa, jakelussa ja käytössä
- yhteistyö yritysten kanssa verkkojen suunnittelussa, rakentamisessa ja uusimisessa

3. Energiatehokkuuden parantamisessa

- moottorien ja taajuusmuuttajien optimaaliset ratkaisut
- energiatehokkuus merenkulkuliikenteessä
- energiatehokkuus rakennuksissa ja teollisuuden prosesseissa.

Painopistealueiden yhteisiksi kehittämisteemoiksi on nimetty:

1. Innovaatiotoiminnan kehittämisessä erityisesti pk-yritysten kasvun edistäminen ja niiden viennin kehittäminen järjestelmäintegraattorien avulla, innovaatiotalli-rahoituskonseptin kehittäminen sekä EnergyVaasa-brandin vahvistaminen
2. Korkeakouluverkoston kehittämisessä yhteisten tutkimusalojen luominen tekniikan kampukselle ja yhteistyön lisääminen teollisuuden ja korkeakoulujen välillä
3. Demonstraatio ja pilottikohteiden luomisessa tuulivoimapuistojen rakentaminen, uusia energiaratkaisuja hyödyntävän aluksen saaminen Merenkurkun liikenteeseen, jätevedenpuhdistamoiden hyödyntäminen energiantuotannossa sekä Palosaarelle rakennettava älykäs energiaverkko.

Visiona on innovaatiokeskittymän kasvaminen Euroopan johtavaksi energiategnologian keskittymäksi vuoteen 2030 mennessä tavoitteina liikevaihto 10 mrd € vuodessa ja työpaikkoja 20.000.

Merinova aloitti päävastuullisena ja yhteistyössä eri osapuolten kanssa konkreettisen tutkimusohjelman toteuttamisen suunnittelun ja käynnistämisen vuoden 2014 alusta lähtien. Alkuperäisen rahoitussuunnitelman periaate oli jakaa se kolmeen osaan EU:n, TEKESin ja paikallisten toimijoiden kesken. Tiukan taloudellisen yleistilanteen vuoksi tutkimusohjelman toteutuminen on viivästynyt. EU:n meneillään olevasta puiteohjelmasta Horizon 2020 pyritään hakemaan suoraan rahoitusta INKA- projekteihin (tieto VASEKista).

Lupaavin ja näkyvin projekti oli INKA-ohjelman yhteisessä käynnistystilaisuudessa 2.10.2014 parhaana suunnitelmana palkittu Sundom Smart Grid -konsepti.

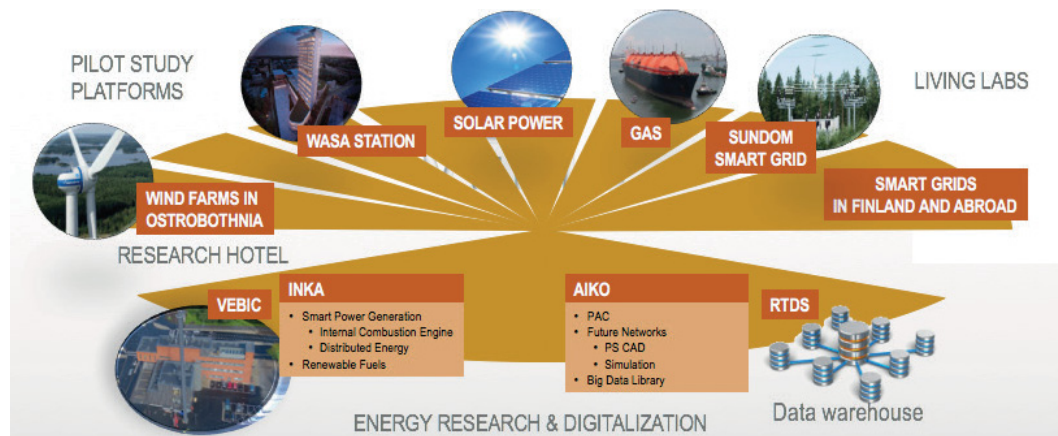
Hallituksen toimien tuloksena koko valtakunnallinen INKA- ohjelma on päätetty lopettaa vuoden 2017 loppuun mennessä. Tätä toimintaa ainakin osin korvaamaan on kaavailtu seuraavassa esitetty kasvusopimusmalli.

## 9.6 Elinvoimastrategia, kasvusopimus ja AIKO

Kuntaliiton muuttunut käytäntö on nimittää elinkeinopolitiikkaa elinvoimapolitiikaksi. Sen mukaan Vaasan seudun kehittämistoimien yhteydessä on laadittu tämän 114000 asukkaan ja seitsemän kunnan (Vaasa, Mustasaari, Vöyri, Laihia, Korsnäs, Isokyrö) yhteinen Elinvoimastrategia 2016-2020 Vaasan seutu (75 s)

keväällä 2016. Kyseinen strategia on hyväksytty Vaasan seudun yhteistyöneuvottelukunnassa ja kuntien päättävissä elimissä.

Strategiassa todetaan mm. Vaasan seudun energiakeskittymä Pohjoismaiden suurimmaksi sekä suurten kansainvälisten energiateknologiayritysten merkittävä vaikutus seudun alihankintayritysten kasvun kannalta. Palosaaren tekniikan kampuksen tutkimuskeskus Technobothnian ja Vaasan Energiainstituutin (VEI) todetaan saaneen tuntevan vahvistuksen, kun Vaasa Energy Business Innovation Centre- rakennus VEBIC valmistui kesällä 2016 ja aloitti toimintansa. VEBIC on tutkimusalusta ja laboratoriokokonaisuus, joka on toteutettu korkeakoulujen, energiateknologiayritysten sekä muiden organisaatioiden yhteiseksi tutkimus-, tuotekehitys-, innovaatio- ja koulutusyhteiseksi. VEBIC/Energy Lab-avausta seuraavan vaiheen pääsisältö on Smart Grid Vaasan suunnittelu, jonka pohjana on kuvan 36 mukainen kokonaiskonsepti (Elinvoimastrategia 2016-2020, 41)



**Kuva 36.** Vaasan yliopiston Smart systems – konsepti.

Suomen hallitus käynnisti syksyllä 2015 uuden aluekehittämistoimen AIKOn (Alueelliset innovaatiot ja kokeilut). Sen tarkoitus on turvata koko Suomen kilpailukyky, edistää kasvua ja hyödyntää maan eri osien voimavaroja. AIKO on rahoitusinstrumentti. AIKO sisältää neljä työkalua:

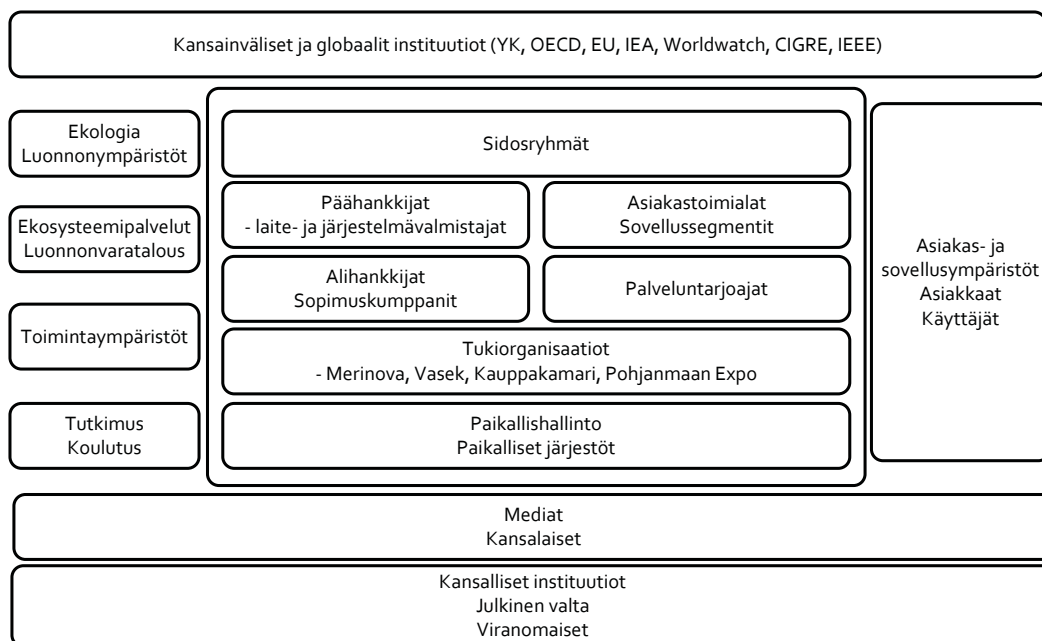
1. Ennakoidun rakennemuutoksen toimet (ERM)
2. Valtion ja kaupunkien väliset kasvusopimukset
3. Valtakunnallisesti merkittävien kasvuvyöhykkeiden rakentamisen
4. Teemakohtaiset kaupunkiverkostot.

Laaditussa Vaasan seudun kasvusopimusehdotuksessa energiateknologia oli keskeisessä roolissa. Siinä on määritelty viisi toteutettavaa painopistealuetta. Maa-

liskuussa 2016 Vaasa valittiin yhdeksi kuudesta kaupungista (Vaasa, Lappeenranta-Imatra, Oulu, Tampere, Turku ja Joensuu) metropolialueen lisäksi, jotka pääsivät hallitusohjelmaan sisältyvän Kasvusopimuksen piiriin. Vaasan kasvuso-  
pimuksessa on kolme teemaa, kansainvälinen kilpailukyky, digitalisaatio ja inno-  
vaatioympäristöt sekä uutena kansallinen kaasualan osaamiskeskittymä.

## 9.7 Klusterin rakenne ja nykytila lukuina

Klusterien sisällön ja rakenteen peruskuvamusmalli on Porterin timanttimalli. Pelkistetyksi se ilmaisee vain liiketoiminnan kilpailukykyyn lähteet ja strategian kulmakivet. Siinä on kuitenkin synergian tutkimisen kannalta merkittäviä puutteita, kuten klusterin muut toimijat, teknologiat, osajärjestelmät, prosessit sekä kaikki historiaan, kulttuuriin ja tulevaisuuteen liittyvät tekijät. Erityisesti paikallisten klustereitten toiminnan ja kaikenlaisen kehittämistoiminnan kannalta lähiympäristö, toimijat ja toimintaolosuhteet ovat merkittävä sen ytimen arvoverkoston rinnalla. Kuvassa 37 on esitetty tutkijan näkemys synergiakartoituksen tarvittavasta klusterimallista.



**Kuva 37.** Paikallisen energiaklusterin rakenne (tutkijan ehdotus 2017).

Vuoden 2017 keväällä Vaasan energiaklusterin merkittävimmät tunnusluvut ovat (Tiedot VASEKista ja Merinovasta):

– yritysten lukumäärä

160

– yhteinen liikevaihto	4,4 Mrd €
– työntekijät	n. 11.000
– tutkimus- ja kehityskustannukset	180 M€
– henkilöitä t&k- tehtävissä	n. 2000
– viennin osuus tuotannosta	n. 80 %
– osuus koko Suomen alan viennistä	n. 30 %.

## 9.8 Paikallisten energiaklustereitten synergia potentiaali

Paikalliset ja alueelliset klusterit sisältävät synergiaa tarkasteltaessa oman kokonaisuutensa riippuen kyseisen klusterin koosta, toimialasta, verkosto- ym keskinäisistä sekä ulkoisista suhteista ja vuorovaikutuksesta. Teollisten toimijoiden välisen vuorovaikutuksen ohella myös suhteet muihin alueen toimijoihin ja yhteistyön kiinteys, aktiivisuus ja ennakoivuus ovat tällöin merkittäviä tekijöitä. Erityisen tärkeä on pitkällä aikavälillä syntynyt kulttuuripohja sekä sen ydinpiirteet. Omaleimaisuus, yhteisöllisyys ja jatkuvuus luovat kasvukehitykselle ja identiteetille lujan pohjan. Systemisen ajattelutavan kannalta (makro-, middle-/meso- ja mikrotasot) paikalliset teolliset klusterit tai keskittymät edustavat väli-tasoa. Kokonaisuuden kannalta voidaan välitasosta todeta, että se on yhdistävä, yhteyksiä ja vuorovaikutusta tukeva, koordinoiva ja tasapainottava taso.

Seuraavassa olennaisimpia yhteisiä paikallistason synergian lähteitä ja tyyppejä:

1. Vaasan energiaklusteri sinänsä: kilpailukykyinen ja elinvoimainen Pohjoismaiden suurimpana energia-alan paikallisena ja alueellisena klusterina.
2. Kulttuurinen synergia: kunniakas historia, perinteet, paikalliset erityispiirteet mm. omaleimaisuus, monikulttuurisuus ja monikielisyys. Tuotteiden ja palvelujen ollessa pääosin investointi- hyödykkeitä pitkien elinkaarten ansiosta toiminnan suunnittelu on pitkäjänteisempää ja vähemmän herkkiä taloudellisille suhdanteille kuin kulutustuotteilla
3. Vaasan kaupungin laajentunut osallistuminen energiaklusterin kehittämisen tukemiseen, rahoitukseen sekä omat toteutukset mm. kaasubussien käyttöönotolla, vesihuoltolaitoksen kehittämistoimet, aikaisemmin Vaasan asuntomessut energiapainottuneiden teemojen merkeissä
4. Valmistajien, energiaoperaattoreiden ja asiakkaiden paikallinen yhteistyö

5. Mahdollisuus paikallisiin referensseihin ja koejärjestelmiin tilaajina ja koealustoina mm. kaupungin yksiköt
6. Yhteiset ekosysteemit ja infrapalvelut
7. Paikalliset opetus-, koulutus- ja tutkimusyksiköt voidaan suunnata tarpeiden pohjalta
8. Yhteisillä tukiorganisaatioilla (mm. Merinova, VASEK, Kauppakamari, Viexpo) on ollut erittäin merkittävä ja ratkaiseva rooli yhteisten tutkimus- ja kehittämistoimien organisoijana ja toteuttajafoorumina, yhteydenpitäjinä sekä brandin luomisessa ja vahvistamisessa
9. Yhteiset hallintoelimet kaupunki, maakuntaliitto, valtion aluehallintovirastot AVI ja ELY: Länsi-Suomen ja Sisä-Suomen aluehallintovirasto päätoimipaikkana Vaasa, Pohjanmaan ELY (Elinkeino-, liikenne ja ympäristö)-keskus, Vaasa
10. Yhteiset strategiat, tutkimus- ja kehitysohjelmat, valtakunnallinen päävastuu INKA- ohjelman osa-alueesta ”Kestävät energiaratkaisut”, siinä yhteistyö Lappeenrannan ja Porin teknologiakeskusten ja alan yritysten kanssa vuoden 2017 loppuun
11. Valtion ja Vaasan seudun välinen kasvusopimus on alkanut 2013 jatkuen tämänhetkisen sopimuksen mukaan vuoteen 2018
12. Vaasan osallistuminen hallituksen aloittamaan Alueellisten innovaatioiden ja kokeilujen (AIKO) aluekehittämistöimintaan yhtenä kuudesta kaupunki-seudusta
13. Yhteiset yritykset, verkostot järjestöt ja ohjelmat lähimaakuntien kanssa
14. Viime vuosina klusteri on saanut huomiota ja profiloitumista julkisuudessa erityisesti näkyvien kampanjointien ja perinteeksi muodostuneen energia- viikon johdosta. Alue- ja kaupunkivertailuissa noussut kärkisijoille kriteerien järkevöidyttyä
15. Vaasan yliopiston Levon- instituutin osallistuminen valtakunnallisiin tutkimus- ja kehitysprojekteihin mm. Helsingin yliopiston, Luonnonvarakeskuksen ja ProAgrian sekä valittujen kuntien kanssa

16. Osallistuminen valtakunnallisiin, pohjoismaisiin ja kansainvälisiin yhteistyöohjelmiin: CLIC Oy, FIMECC Oy, ST-pooli, Tekes-ohjelmat, IEA, EIA, IEC, CIGRE, EU:n puiteohjelmat
17. Alkuvuonna 2017 käynnistetyn sähköautovalmistaja TESLAN ns. Gigafactory- tehtaan saamiseksi Vaasan seudulle on tehty merkittävää synergiaa tuottavaa yhteistoimintaa.

Paikallisen ja alueellisen tason teollisuuden kehittämisessä yhteisymmärryksellä, yhteishengellä ja yhteisillä ponnistuksilla on ratkaiseva merkitys. Pysyvä ja vahvistuva rooli on myös erilaisilla yhteisillä tukitoimilla kuten viestinnällä. Vaasan energiaklusterin saavuttama elinvoima ja näkyvyys erityisesti 2010-luvulla on ollut ilahduttava kokemus. Vaasan kaupungin edustajien aktivoituminen on ollut kenties suurin muutos verrattuna aikaisempaan.

Haettaessa suurinta yhteistä tekijää kehityksen jatkuvuuden turvaamisessa tulee väistämättä esille kulttuuristen tekijöiden rooli. Yritysten, laitosten ja järjestöjen sisällä sekä erilaisissa yhteisöissä luodaan tämä arvokkain resurssi. Pitkäaikaisen perinteiden, nykyajan monikulttuurisuuden ja yhteisen arvopohjan ansiosta on Vaasan seudulla energiateollisuuden ja myös muiden toimialojen kehittämisessä vahva kivijalka.

## 10 SYNERGIAN ONTOLOGINEN JA EPISTEMOLOGINEN PERUSTA

Ontologia ja epistemologia ovat kaikissa tieteenfilosofisissa perusteoksissa nimetty filosofian ja tieteentutkimuksen peruspilareiksi. Filosofien teoreettisten ja abstraktisten lähestymistapojen ja erikoistermistön vuoksi on vaikea saada heidän taholtaan selkeitä ohjeita käytännölliseen tutkimustyöhön. Sen sijaan kvalitatiivista tutkimusta koskevassa metodikirjallisuudessa on selvempiä määritelmiä sekä ontologisiin ja episteemisiin kysymyksiin sekä niiden keskinäisiin riippuvuuksiin ja vuorovaikutuksiin. Tämä perusasetelma tarkoittaa sitä, että ontologia ja epistemologia on selkeästi luonnehdittavissa synergiseksi dualistiseksi vastinpariksi.

### 10.1 Synergiailmioiden ontologia

Ontologialla haetaan yleisimmin vastausta kysymykseen, mitä on olemassa. Ontologisella kysymyksellä tarkoitetaan kvalitatiivisessa tutkimuksessa sitä, millainen on todellisuuden olemus ja mitä voimme tietää siitä, millaisia asioita voidaan tutkia olemassa olevasta todellisuudesta. Tällöin muut asiat jäävät ulkopuolelle. (Guba & Lincoln 2000, 107-108).

Tässä tutkimuksessa synergiatapaukset on tulkittu dynaamiseksi ilmiöksi, jonka ontologisia piirteitä ovat seuraavat:

*Ensiksi* synergian syntymisen tai tuottamisen aiheuttavat tekijät; niitä ovat kappaleessa kahdeksan esitettyjen tyyppiryhmien perusteella kausaaliset, funktionaaliset, intentionaaliset ja kulttuuriset syyt sekä systeemeihin nojautuvat syyt ja liiketoiminnalliset vaatimukset sekä päätöksenteon kriteerien täyttäminen. Eriytistapauksia ovat systeemievoluution synergia sekä ns. luontainen synergia, joka syntyy energia-alan luontaisen synergisyyden ja ekosysteemien ansiosta sekä luonnonmukaisia prosesseja ja rakenteita hyödynnettäessä.

*Toiseksi* klusterin syntymisessä ja tuottamisessa dynaaminen tapahtuminen. Tämä voi olla toimintaa, yhteistyötä, prosesseja, tapahtumasarjoja tai ketjureaktioita; tapahtumiseen kuuluu vastinparina kiinteästi kontekstuaalisuus, joka yksilöi tapahtumisen asiayhteyden, tilanteen ja olosuhteet.

*Kolmanneksi* synergian olemassaoloa ja ilmenemistapoja selittävät tekijät. Näitä ovat erilaisina synergiaetuina, -hyötyinä ja lisäarvoina arvioitavat saavutetut tu-



lokset. Ilmiöt ovat tapahtuneita, parhaillaan tapahtuvia kertaluonteisia tai jatkuvia tai kumulatiivisia, ne voivat olla myös potentiaalisia tulevaisuudessa ennakoitavia ja toteutettavia tapahtumia.

*Neljänneksi* synergian syntymiseen liittyvistä ja vaikuttavista tekijöistä pääosa synergian tuottamisesta on ihmisten ja yhteisöjen aikaansaamaa, osa niistä on *kontingenttisia* ja osa *ehdollisia*. Synergia-ilmiöt voivat tapahtua myös yllätyksellisistä ja arvaamattomista syistä ja voivat olla tiedostamattomana tai sisäänrakennettuna prosesseihin.

## 10.2 Synergia-ilmiöiden epistemologia

Epistemologialla on tarkoitettu antiikin ajoista lähtien tieto-oppia eli oppia tiedosta ja sen olemuksesta. Se käsittelee tietoteoreettisia eli epistemologisia ongelmia, jotka koskevat tiedon käsitettä ja lajeja (Niiniluoto 1980, 136). Alan oppikirjat ovat sisällöltään varsin teoreettisia eivätkä sellaisenaan sovellu arkielämän tutkimukseen. Kvalitatiivisen tutkimuksen asettama epistemologinen kysymys on käytännöllisempi. Se kysyy, mitä ylipäänsä voidaan tietää, millainen suhde on tutkijalla ja tutkittavalla. Toisin sanoen, jos olemme tehneet ontologisen sitoumuksen siitä, millaista on todellisuus, joudumme samalla tyytymään siihen, että mikä hyvänsä yhteys asioiden välillä ei ole mahdollinen (Guba & Lincoln 2000, 107-108).

Guba ja Lincoln (2000) ovat kuvanneet selvästi ontologisten ja epistemologisten tutkimustulosten keskinäistä riippuvuutta ja prioriteetteja. Ontologispainotteisen tutkimuksen on mentävä edellä ja ontologisten tulosten täytyy olla ensin selvillä, jotta epistemologiset tulokset olisivat määritettävissä. Tässä väitöstutkimuksessa em. ontologiset tulokset on saatu ensin selville case- tutkimuksen dimensiointimenetelmän ja tyyppiryhmittelyn avulla. Tulokset on osittain kuvattu jo dimensioitten yhteydessä käsittelemällä synergian olennaisia piirteitä ja synergiatyypien ominaisuuksia. Kappaleessa 4.5 on mainittu tämän tutkimuksen alkuvaiheissa selviteltyjä kirjallisuudesta ja tutkijan työelämässä saaman kokemusten pohjalta kartoitettuja yleisluonteisia lähinnä synergian tunnistamiseen tarvittavia piirteitä. Niiden lisäksi kuuden tyyppiryhmän selityserustat ovat primäärisiä epistemologisia tuloksia. Synergiaa ilmiöinä kuvailevista ominaispiirteistä tärkeimpiä ovat

1. Moninaisuus, mikä tarkoittaa moninaisuutta kaikkien neljän perusdimension osalta

2. Yhdistävyys, mikä tarkoittaa yhdistävyyttä syiden, ihmisten, yhteisöjen ja pyrkimysten osalta
3. Osaamisen ja kyvykkyyden kasvu
4. Positiiviset vaikuttavuudet pitemmällä aikavälillä, vipuvaikutukset,
5. Vaikutukset yhteisön ilmapiiriin ja imagoon.

### 10.3 Ontologia- ja epistemologiatulosten synergia

Ontologisten ja epistemologisten tekijöiden synergian synty on molempien tekijöiden yhteisvaikutusta, joilla selitetään ja perustellaan mm.

1. Synerginen kokonaisvaikuttavuus ja merkittävyys, joita ovat täydentävyys, yhdistävyys ja vahvistavuus
2. Synergiailmioiden sovellettavuus ja hyödynnettävyys
3. Synergian rooli yhteisöissä mm. apuvälineenä, rationalisointimenetelmänä, tukitoimintona, resurssina
4. Tutkimus-, kehitys- ja pilotointi-intressien realisoituminen
5. Synergian tuottamisen normatiivisen luonteen pohjalta vaikutukset yhteisön arvoihin, vastuullisuuteen, eettisiin periaatteisiin.

Kokonaisuutena ontologisten, epistemologisten ja niiden yhteistarkastelun tuloksena saatujen tekijöiden ja piirteiden joukosta on koostettavissa kappaleessa 7 esitettyjen neljän perusdimension täydennykseksi ns. ”lisädimensiot”.

Kokonaisuutena jatkuvien tutkimistarpeiden tiedostaminen on tiivistettävissä tutkimustoimintaa ohjaavaksi tutkimusintressien viitteelliseksi luetteloksi:

1. Perusmäärittelyt, -kvaliteetit ja -dimensiot, käsiteanalyysit, viitekehukset
2. Tutkimusedellytykset
  - osaamis- ja kyvykkyydysvalmiudet
  - tutkimusprosessit ja –projektit, organisointi
  - yhteistyökumppanit, työnjako
  - resurssointi

- johtamis- ja vastuukysymykset

### 3. Tutkimukset

- kohdenneet , määritellyt tutkimustehtävät
- tulosten mittaaminen ja arviointi, kvalitatiiviset ja kvantitatiiviset menetelmät
- tulosten vaikuttavuudet ja merkityksellisyys
- monitieteinen tutkimus
- yhteistyö tutkimuksellisten lähialueiden kanssa

### 4. Sovellutukset, hyödyntäminen

- pilotoinnit
- hyödyntämiskohteet , ajoitukset
- uudet käyttötavat, tuotteistaminen
- osaamisen siirto
- palvelutoiminta

### 5. Tutkimuksen ohjaus

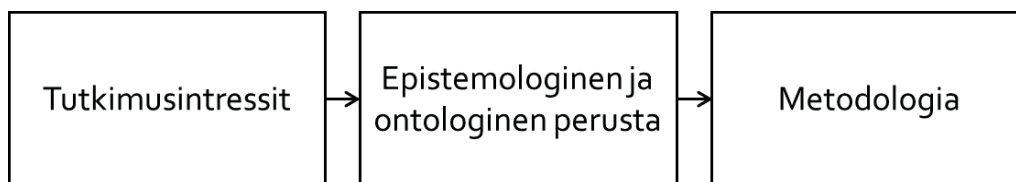
- tutkimusfilosofiset ja -teoreettiset kysymykset
- tutkimuspolitiikka, päätöksenteko
- strategiat
- metodologia
- arvioinnit.

Kun synergiatutkimuksen on katsottava olevan vielä kehityksensä varhaisvaiheessa, todellisessa elämässä tapahtuva jatkuva ohjeistettu synergian tuottaminen on monipuolista tekemällä oppimista, mikä samalla tuottaa ns. hiljaista tietoa (myös taitoakin, vaikka sitä ei yleensä erikseen mainita) kertymistä. Edelleen pätee myös jo 1970-luvulla Kone Oy:n teknillisen johtajan Vilkkon lausuma, että ”paras keino hankkia uutta know how:ta yrityksissä on hankkia sitä vähitellen omiin tarpeisiin ja omin ehdoin”( Virkkala 1972, 98-99).

Pragmatismen klassikon John Deweyn kohdan 7.3 mukainen toteamus, että tietoisuus ei ole toiminnan alkusyy, vaan lopputulos pätee myös tässä. Synergia-tietoisuus kasvaa ja kehittyy vain tekemällä ja tutkimalla.

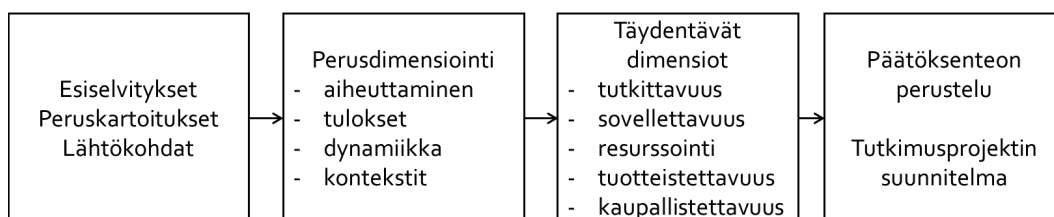
## 11 EHDOTUKSET TULEVAISUUDEN SYNERGIATUTKIMUKSELLE

Kvalitatiivista tutkimusta koskevassa metodikirjallisuudessa on kuvattu alun perin tutkijaparin (myös aviopari) Guba & Lincoln esittämä tutkimuksen tekemisen paradigmojen vertailu. Heidän määrittelemällä paradigmalla tarkoitetaan perususkomusten joukkoa, joka edustaa tutkijan maailmankuvaa. Paradigmat perususkomusjärjestelminä perustuvat ontologisiin, epistemologisiin ja metodologisiin oletuksiin. Guban ja Lincolnin mukaan kyseisten ”uskon asioiden” totuudellisuutta ei voida osoittaa (Guba & Lincoln 2000, 1007-1008). Tämän tutkimuksen pohjalta, jos paradigman ydinsisältö on relevantti, niin niiden synergia-vaikutteisesta yhdistämisestä on pääteltävissä loogisesti myös tutkimusintressit (kuten edellä kappaleessa 8) ja kokonaistulemana metodologia. Paradigma-termin käyttötapaa sisältöineen on kirjallisuudessa sangen vaihteleva ja kiistanalainen, joten tämän tutkimuksen pohjalta syntyneen kokonaisuuden nimeksi on otettu tässä johtamisjärjestelmä kuvan 38 mukaan.



**Kuva 38.** Tutkijan ehdotus synergiatutkimuksen johtamisjärjestelmäksi.

Operatiiviseksi esitutkimusmalliksi ja uusien potentiaalisten synergia-alueiden tutkimiseksi on hahmoteltu eräs tutkimusmalli kuvan 39 mukaan. Dimensiot on valittavissa ja täydennettävissä kohteen mukaan.

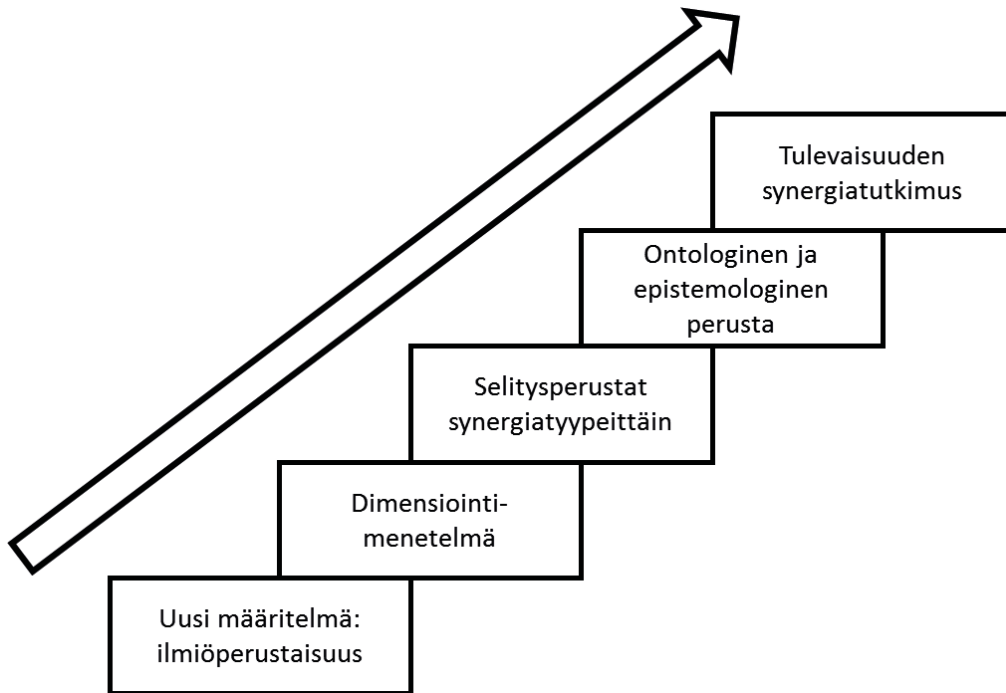


**Kuva 39.** Tutkijan ehdotus synergiatutkimuksen esitutkimusmalliksi.

Koska synergiatutkimus on vielä omaa ajattelu- ja toimintatapojaan sekä omaa rooliaan hakeva, ovat avoimuus ja joustavuus aina muistettavia asioita.

## 12 TULOSYHTEENVETO JA TIETEELLINEN KONTRIBUUTIO

Tämän väitöstutkimuksen tulokset voidaan tiivistää viidessä eri vaiheessa syntyneisiin kontribuutioihin kuvan 40 mukaiseen porraskuvaan



**Kuva 40.** Väitöstutkimuksen keskeiset tulokset.

Ensimmäinen tulos on ollut tutkimuksen tekemisen kannalta syntynyt käännteentekevä innovaatio: lähestyä synergiaa siten, että se on alkuperältään synergisiä vaikutuksia tuottava ilmiöjoukko. Tätä lähestymistapaa ei ollut aikaisemmin esitetty, tiedostettu, ei tutkittu eikä sovellettu kattavasti. Tämä uusi lähestymistapa merkitsi myös uusia mahdollisuuksia tutkia synergiailmiöiden syntymis- ja olemuotoja, esiintymistapoja sekä muita ontologiaan liittyviä tekijöitä. Samalla se korosti myös tarvetta tutkia laaja-alaisesti synergiailmiöiden olemuksellisia ym. epistemologisia piirteitä.

Toisena tuloksena syntyi näiden erityisilmiöiksi tutkimiseen soveltuva eräänlainen perusanalyysi ja samalla viitekehys. Tämä etsintä ja hahmottuminen päättyi ns. dimensiointimenetelmän luomiseen. Nimetyt neljä perusdimensiota ovat kaikille synergisille tapauksille yhteisiä tekijöitä, joita voidaan täydentää tapauskohtaisilla täydentävillä dimensioilla, jotka koskevat lähinnä ko. ilmiöiden soveltamista ja hyödyntämistä.

Kolmas tulos sisältää tyypillisten tutkimusympäristöstä ja –konteksteista poimitujen synergiatyyppien ryhmittelyn yhteisten selityserustojen perusteella. Hahmotellut kuusi tyyppiryhmää muodostavat eräänlaisen avoimen arkkitehtuurin, jota voidaan tarkentaa ja täydentää uusien tutkimuskohteiden ja –ympäristöjen pohjalta. Samankaltaisia synergisiä ilmiöitä voidaan luokitella ja ryhmitellä myös muiden luokitteluperusteiden mukaan.

Neljäs tulos on tutkimuksessa saavutettu syvälinen ontologinen ja epistemologinen perusta. Tämä perusta sisältää oleelliset ontologiset ja epistemologiset tekijät, niiden keskinäisen vahvan yhteisen riippuvuuden ja tältä pohjalta määräytyneiden muiden synergiatutkimuksessa tarvittavien relevanttien tekijöiden yksilöinnin.

Viidentenä tuloksena syntyi tutkimuksen luontaiseksi lisäarvoksi katsottava ehdotus tulevaisuudessa mahdollisesti jatkuvaa alan tutkimusta varten.

Tulokset vastaavat yhtenäisenä synergisenä ketjuna tutkimuskysymykseen: *Mistä osista synergian tutkimuksen perusta rakentuu?*

## 13 TULOSTEN ARVIOINTI

Tätä väitöstyötä ja muutakin synergiatutkimusta, sen syntyvaiheita, kehittymistä ja tulevaisuutta voidaan kuvailla ja arvioida mm. seuraavien mallien avulla:

### 13.1 Jokianalogiamallin avulla

Puuanalogiaa on käytetty monen aihepiirin vertauskuvana, mm. teknologian ja tuotteiden kuvaamiseksi. Jokianalogia tuottaa virtaavan veden ansiosta kuitenkin dynamiikan ansiosta positiivisempaa mielikuvaa. Synergian syntymistä eri konteksteissa voidaan verrata vähitellen eri lähteistä, puroista ja sivujoista koostuvana kerääntyvänä vesivarana. Tämän kuvaustavan voidaan katsoa samalla esittävän veden kiertokulkua luonnossa sekä symbolisesti luonnon ja ihmiskunnan yhteiseloa.

Jokianalogian lisäansioksi on luettava tieteen historian isäksi nimetyn englantilaisen William Whewellin (1794-1886) myös synergiatutkimuksen kehittymiseen soveltuva kuvailu (Niiniluoto 1984, 23). Whewellin mukaan tieteellisten teorioiden kehitystä voidaan verrata toisiinsa vähitellen yhtyvien sivujokien verkostoon, joka muodostaa yhä suurempia kokonaisuuksia edetessään kohti suurta pääjokea. Teoriat kokoavat, yhdistävät ja systematisoivat aikaisempia erillisiä tutkimustuloksia. Whewellin näkemystä voidaan pitää geneerisenä ja laaja-alaisena tieteiden konvergoitumis- ja integroitumiskehityksenä sekä eräällä tavalla myös monitieteisyyden kehittymisenä.

### 13.2 Uusien tieteiden syntymallien avulla

Uusien tieteiden syntymistä voi pitää nykyaikaisten tutkimus- ja tieteenalueiden tyypillisenä piirteenä. Näitä muutos- ja kehitysprosesseja ovat tutkineet mm. tieteenfilosofit, historioitsijat ja sosiologit. Ilkka Niiniluoto (Niiniluoto 1993, 187-188) on todennut, ettei mikään tietty malli sellaisenaan selitä riittävän kattavasti tieteenalojen lisääntymistä: uusia erityistieteitä voi hänen mukaansa syntyä ainakin kuudella eri tavalla. Hän toteaa aluksi, etteivät perinteiset tieteiden luokittelet kata enää 1900-luvulla syntyneitä tieteenalojen kehittymistä ja uusia yliopistojen tutkimusohjelmia. Tieteenfilosofit ovat kuitenkin olleet kiinnostuneempia vanhojen perustieteiden perustaan ja metodologiaan liittyvistä ongelmista kuin uusien tulokkaiden, esimerkiksi tulevaisuudentutkimuksen luonteesta. Vaikka tieteellisen muutoksen dynaamisesta tutkimuksesta tuli muodikas aihe

tieteenfilosofian piirissä jo 1960- luvun paikkeilla mm. K.R. Popperin, Thomas Kuhnin ja Paul Feyerabendin ansiosta, on pidettävä yllättävänä, etteivät tieteenfilosofit ole kiinnittäneet vakavaa huomiota uusien tieteenalojen syntyyn (Niiniluoto 1993).

Niiniluodon (1993) hahmottelemia uusien tieteiden syntymalleja ovat mm. eriytyminen, haarautuminen, emergenssi esimerkkinä tietojenkäsittelyoppi, konvergenssi- ja integraatio-kehityksen tuloksena syntyvä sateenvarjomalli sekä teoreettinen integroituminen esimerkkeinä teoreettinen ekologia ja suunnittelutiede.

Synergiatutkimuksen malliksi voidaan tämän tutkimuksen perusteella nimetä ns. suunnittelutiede eli taitojen tieteistyminen. Uusia akateemisia tiedonaloja ovat mm. käytännöllisistä tarpeista ja arkikokemuksista syntyneitä ”tieteitä”. Niissä pääsisältö on inhimillisten taitojen, tekniikoiden ja menetelmien tieteistyminen. Kun käytännöllisiä sääntöjä, periaatteita ja menetelmiä kootaan ohjeiksi ja oppaiksi, niiden tehokkuutta testataan tieteellisin metodein ja selitetään tieteellisten teorioiden ja mallien avulla. Yhteisnimellä tämäntapaisia käytännöllisiä tiedonaloja voidaan kutsua suunnittelutieteeksi (design science). Se eroaa tavallisista deskriptiivisistä tieteistä siinä, ettei se välttämättä kerro sitä, mitä on, on ollut tai on oleva vaan sitä, mitä pitää tehdä ja miten toimia annetun päämäärän saavuttamiseksi. Tällaisen kehityksen tuloksena ovat syntyneet mm. lääkintätieteet ja hoitotiede, insinööritieteet sekä liiketaloustieteen eri alueet ja johtamisopit. Suunnittelutieteisiin voidaan lukea myös muotoilujohtaminen (design management), tuotantotalous sekä teknologiatutkimus ja johtaminen. (Niiniluoto 1993).

Synergiatutkimuksen synty ja kehittyminen voidaan nähdä myös uuden oppiaineen, osaamisalueen ja tieteenalan (discipline) syntymisenä (Senge 2000) tai tieteenalojen integraationa (multidisciplinarity, interdisciplinarity, transdisciplinarity; Vepsäläinen 2002). Eräs näkökulma on myös uudentyyppinen soveltavasta tutkimuksesta liikkeelle lähtevä perustutkimus eikä toisinpäin, kuten yleensä ajatellaan. Tämän tutkimustyyppin havainnollistamiseksi on amerikkalainen tiedepolitiikan tutkija Donald Stokes luonut ns. Pasteurin nelikentän, jossa hän nimittää tätä käytännöllisistä edistysaskelista lähtevää tieteellistä edistymistä ”käytön innoittamaksi perustutkimukseksi” (Miettinen & Tuunainen 2010).

Myös Ilkka Niiniluoto (2014, 3) on todennut tiedon valtavan kasvun haastavan tieteenalat uudelleenlaiseen yhteistyöhön yli oppiaineiden ja tiedekuntien rajojen. Tieteidenvälisyydestä on hänen mukaansa tullut uusi iskusana yliopistojen tutkimusstrategioihin. Hän mainitsee samat kolme tieteidenvälisyyden lajia kuten edellä. Vahvimpana integraation muotona hän pitää *poikkitieteellisyyttä*



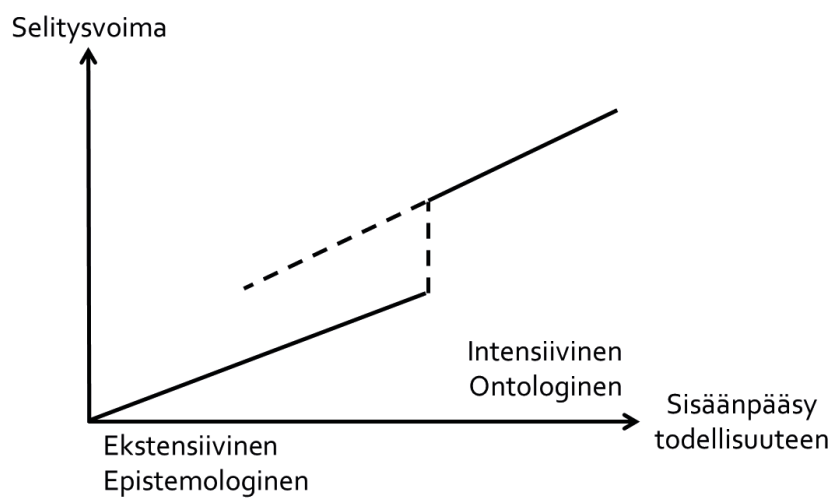
(transdisciplinarity), jossa tuloksena on uusi teoreettinen viitekehys tai paradigma. Sen myötä syntyy uusi erityistiede esimerkkinä kognitiotiede.

### 13.3 Itsearviointi

Tutkimusprojektiani voidaan kokonaisuutena arvioida omasta näkökulmastani katsoen usealla tavalla, mm. tutkimussuunnitelman mukaisen etenemisen mukaan lukuisine palautelennkeineen, todellisen kronologisen etenemisen avulla sekä oman tietämyksen kasvun ja synergiatietoisuuden avartumisen perusteella.

Valitsin tähän kuitenkin omakohtaiseen kahteen merkkipaaluun nojautuvan ja toivottavasti yleisempääkin mielenkiintoa herättävän tarkastelutavan. Keskusteluissa ohjaajieni kanssa tutkimuksen puolivälin paikkeilla esitin yksinkertaisen riippuvuussuhteen kahden akselin koordinaatistossa. Muuttujana oli ”tunkeutumasyvyys todellisuuteen” ja funktiona edellisestä riippuva ”selitysvoima”. Samalla kerroin, että mielestäni graafinen kuvaaja ei ole suora, vaan ehkä eksponentiaalinen käyrä. Tutkimuksen edetessä ja erityisesti loppuvaiheissa puolen vuoden aikana, kun ontologis-epistemologinen perusta sisältöineen alkoi muotoutua, tämä luonnos tuli esille uudessa valossa.

Koko tutkimustani reflektoidessani osoittautui erityisen hyödylliseksi emerita-professori Briitta Koskiahon monin tavoin tutkimuksen peruskysymyksiä valaiseva teos ”Ohi, läpi ja reunojen yli” (Koskiahon 1990, 52-54). Siinä hän kuvaa Andrew Sayer’iin nojautuen (Sayer 1984) siirtymää todellisuuden faktoista tulkitsemiseen ja ymmärtämiseen lähestymistavan muutoksena. Tästä hän käyttää nimitystä ”vaihtaminen ekstensiivisestä intensiivisyyteen”. Ekstensiivisyydellä hän tarkoittaa sitä, että faktojen etsimisessä jäädään tutkittavien kohteiden ulkoisten yhtäläisyyksien ja erojen vangiksi. Teoreettisempi lähestyminen edellyttää enemmän abstrahoimista kuin yleistämistä. Tällöin on kysymys intensiivisestä lähestymistavasta. Tässä kiinnostus kohdistuu siihen, miten jokin kausaalinen prosessi toimii tietyissä tapauksissa ja rajatussa pienessä tapausjoukossa. Tyypillistä tälle lähestymistavalle metodisesti on, että muutaman tapauksen avulla saadaan esiyymmärrys tutkittavasta ilmiöstä. Aineistoa täydennettäessä selitystä voidaan tarkentaa ja monipuolistaa. Juuri näin olen kokenut tämän siirtymisen oivallettua, että synergiailmiöitten tutkimisessa tarvitaan syntymisprosessia kuvaavaa dimensiointiprosessia, jolloin on tapahtunut jonkunlainen ”hyppäys”. Ko-luonnoksesta kypsyi sen mukaan kuvan 41 mukainen hahmottelu.

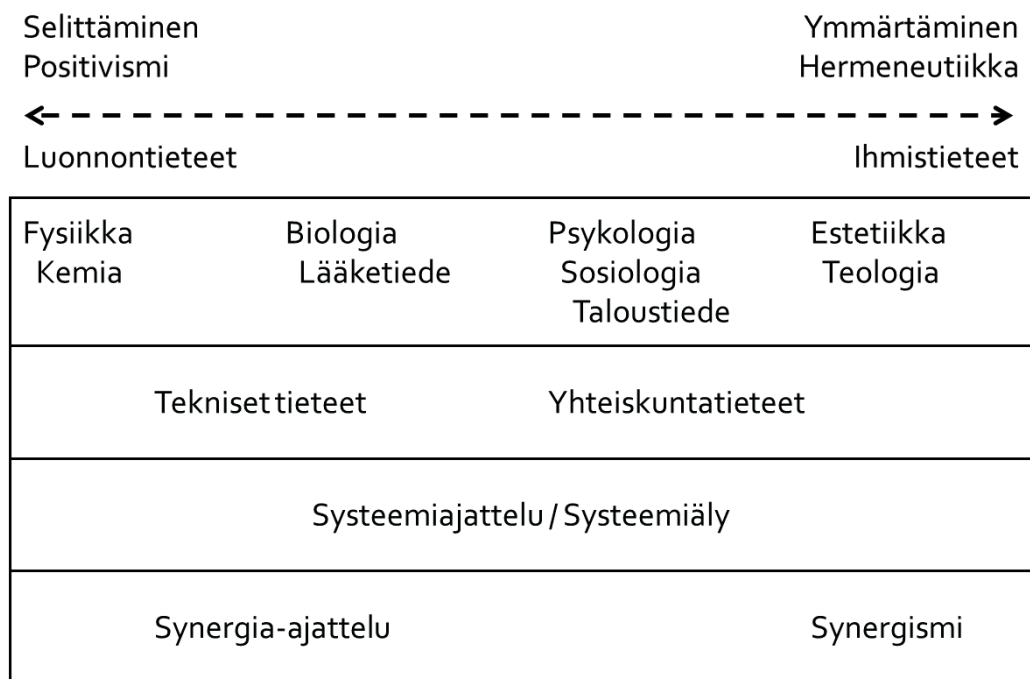


**Kuva 41.** Tutkijan näkemys synergiatietämyksen kasvumallista.

## 14 EPILOGI

Koko tutkimuksen ajan tutkijaa ovat askarruttaneet muutamat sen luonteiset taustakysymykset, jotka ovat relevantteja uuden tutkimus- ja opinalan kyseessä ollen. Niitä ovat olleet muun muassa, mikä synergiatutkimuksen rooli ja asema tulee olemaan tieteenalojen kokonaiskuvassa, millaiseksi se muotoutuu sekä millaiseksi se halutaan ja kyetään rakentamaan.

Tutkijalle on hahmottunut vähitellen tulevaisuuden kuva, että systeemi- ja synergia-ajattelu ja niiden tutkimus eri muodoissaan tulevat olemaan pitkällä aikavälillä lähes kaikkien tieteenalojen kanssa vuorovaikutuksessa ja niiden yhteisinä apuvälineinä kuvan 42 mukaisesti.



**Kuva 42.** Synergiatutkimuksen tulevaisuuden vaikuttavuusalue.

Empiirisen aineiston monipuolistuminen, kompleksisten tieteiden kehitys sekä avoin yhteistyö määrittävät pitkälle sen, ansaitseeko synergiatutkimus paikkansa muita tutkimusaloja ja käytännön toimia täydentävänä ja vahvistavana tukipalvelualueena. Siitä määräytyy edelleen, millaisiksi koko tutkimusalan tarkoitus, mielekkäys ja merkityksellisyys muodostuvat.

## LÄHTEET

- Aikio Annukka, Vornanen Rauni (1986). Uusi sivistyssanakirja, Otava, 3. painos, 664 s.
- Ailisto Heikki (2013). Esineiden ja asioiden internet – seuraava teollinen murros, Lehdistötilaisuus 13.6.2013, 8 s.
- Aksela Kia, Heinonen-Tanski Helvi, Keskinen Simo, Lehtonen Matti, Miettinen Ilkka, Mäenpää Teemu, Poutiainen Hannu (2008). Vesi- ja energiaverkoston hallinnan kehittäminen (Vesikko), Loppuraportti, Teknillinen korkeakoulu, 116 s.
- Alanen Aulis J. (1950). Pohjanlahden vapaasta purjehduksesta 1776-1808. Eripainos Historiallisesta arkistosta 53, Helsinki, 140 s.
- Alasuutari Pertti (1993). Laadullinen tutkimus, 1. painos, Vastapaino Oy, 318 s.
- Alasuutari Pertti (2011). Laadullinen tutkimus 2.0, 4. Uudistettu painos, Vastapaino Oy, 331 s.
- Alho Keijo (1961). August Aleksander Levon, teoksessa Suomen teollisuuden suurmiehiä, WSOY 1961, 59-84.
- Allardt Erik (1997). Tieteellisen työskentelyn muutokset ja nykyisen tiedepolitiikan vaarat, Tiedepolitiikka 4/1997, 7 s.
- Ansoff H. Igor (1984). Strategia 2000, Rastor-julkaisut, Helsinki, 294 s.
- Antila Erkki (2013a). Lisäarvoa yhteistyöstä, Merinova News 2/2013, 2 s.
- Antila Erkki (pj), Slotte-Kock Susanna, Saaranen Jarmo, Råback Stefan, Kankaanpää Timo (2013b). Älykkäät ja kestävät energiaratkaisut, Vaasan kaupunkiseudun esitys innovaatiokeskittymän kehittämiseksi.
- Anttila Pirkko (1996). Tutkimisen taito ja tiedonhallinta, Taito-, tiede- ja muotoilualojen tutkimuksen työvälineet, AKATIIMI OY, Helsinki 488 s.
- Aro Timo (2013). Maakuntien kilpailukykyvertailu.
- Arponen Jyri, Granskog Anna, Pantsar-Kallio Mari, Stuchey Martin, Törmänen Antti, Vanthournout Helga (2014). Kiertotalouden mahdollisuudet Suomelle, Sitran selvityksiä 84, 72 s.
- Bamberg Jarkko, Jokinen Pekka, Laine Markus (2008). Esipuhe, teoksesta Tapaustutkimuksen taito, toimittaneet Markus Laine, Jarkko Bamberg ja Pekka Jokinen, Gaudeamus, 5-6.
- Berger Roland (2014). Industry 4.0, The new industrial revolution, How Europe will succeed, 24 s.

Buckingham Will, Burnham Douglas, Hill Clive, Marenbon Jon, Weeks Marcus (2012). *Filosofit*, 352 s.

Burgelman Robert, Christensen Clayton, Wheelwright Steven (2009). *Strategic Management of Technology and Innovation*, McGraw-Hill, 5. painos, 1280 s.

Bruun Otto (1947). A.A. Levón och hans fabriksanläggning på Alkula, Särtryck ur arkiv för svenska Osterbotten VI, Vasa , 71 s.

Chaline Eric (2013). *50 konetta, jotka muuttivat maailmaa, Moreeni*, 224 s.

Caprara Gian, Cervone Daniel (2006). *Persoonallisuus toimivana itsesäätelävänä järjestelmänä*, teoksessa *Ihmisen vahvuuksien psykologia*, toim. Lisa G. Aspinwall, Ursula M. Staudinger, Edita, 69-82.

Checkland Peter, Tsouvalis Costas (1997). *Reflecting on SSM: The Link Between Root Definitions and Conceptual Models*, System Research.

Covey (2006). *Tie menestykseen – 7 toimintatapaa henkilökohtaiseen kasvuun ja muutokseen*, Gummerus, 388 s.

Davis Ron (2015). *Industry 4.0, Digitalisation for Productivity and Growth*, European Parliamentary Research Service, Briefing September 2015, 1-3.

Denzin Norman, Lincoln Yvonna (2000). *Handbook of Qualitative Research*, Second Edition, Sage Publications, 1065 s.

Diamond Jared (2005). *Tykit, taudit ja teräs, Ihmisen yhteiskuntien kohtalot*, Terra Cognita Oy, 3. painos 2005, 508 s.

Doz Yves, Kosonen Mikko (2008). *Nopea strategia, Miten strateginen ketteryys auttaa pysymään kilpailun kärjessä*, Talentum, Helsinki, 309 s.

Dunn Seth (2000). *Micropower: The Next Electrical Era*, Worldwatch Paper 151, Worldwatch Institute, Washington, DC, 94 s.

Eisenhardt Kathleen (1989). *Building Theories from Case Study Research*, *Academy of Management Review* 14 (4) 532–550.

*Elinvoimastrategia 2016-2020 Vaasan seutu* (2016). 75 s.

Eloranta Klaus (1980). *Ashbyn laki, järjestelmällisen ohjauksen lähtökohta*, *IBM-Katsaus* 1/1980, 5-7.

Enqvist Kari (2007). *Monimutkaisuus, Elävän olemassaolomme perusta*, WSOY, 389 s.

Eräsaari Risto (2008). *Konteksti*, teoksessa *Tapaustutkimuksen taito*, toim. Markus Laine, Jaakko Bamberg, Pekka Jokinen, 149-170.

*Euroopan parlamentin ja neuvoston päätös N:o 1312/2013/EU Euroopan innovaatio- ja teknologiainstituutin (EIT) strategisesta innovaatio-ohjelmasta.*

Fearn Nicholas (2003a). Rylen yliopisto, Kun asiat ovat enemmän kuin osiensa summa, teoksessa *Miten ajatella kuin filosofi*, Nicholas Fearn, Art House, 149-155.

Fearn Nicholas (2003b). Reidin terve järki, Ilmeisen filosofia, teoksessa *Miten ajatella kuin filosofi*, Nicholas Fearn, Art House, 90-97.

Fuller Richard Buckminster (1975). *Explorations in the Geometry of Thinking*, MacMillan Publishing Co., Inc, 877 s.

Gadamer Hans-Georg (2004). *Hermeneutiikka, Ymmärtäminen tieteissä ja filosofiassa*, Vastapaino, Tampere, 274 s.

Goold Michael, Campbell Andrew (2000). *Taking Stock of Synergy, A Framework for Assessing Linkage between Businesses*, *Longe Range Planning* 33 , 72-96.

Gramme Zenobe (2013). *Grammen kone*, teoksessa *50 konetta, jotka muuttivat maailmaa*, toim. Eric Chaline, Moreeni, 44-45.

Gupa Egon, Yvonna Lincoln (2000). *Paradigmatic Controversies, Contradictions and Emerging Confluences*, teoksessa *Handbook of Qualitative Research*, toim. Norman Denzin & Yvonna Lincoln, 163-188.

Gylling Heta, Ilkka Niiniluoto, Risto Vilkkö (2007). *Syy*. Suomen Filosofisen Yhdistyksen järjestämä tutkijakollokvio 9-10.1 2006, 367 s.

Haken Hermann (1983). *Advanced Synergetics: Instability Hierarchies of Self Organizing Systems and Devices*, Springer.

Hampden-Turner Charles (1991). *Yrityskulttuuri – Yrityksen mahdollisuus ja voimavara*, Weilin+Göös, Gummeruksen kirjapaino, Jyväskylä, 283 s.

Harmaakorpi Vesa, Hermans Raine, Uotila Tuomo (2010). *Suomalaisen innovaatiojärjestelmän mosaiikki*, *Markkinoilta ennakoitua alueellisia teemavalintoja*. Elinkeinoelämän tutkimuslaitos (ETLA), Taloustieto Oy, Helsinki, 204 s.

Hartikainen Pertti (2009). *Abduktiivinen tutkimus. Halton. Konsernin oppimishistoriasta 1968-2006*, Väitöskirja, Jyväskylän yliopisto, Jyväskylä studies in business and economics 77, 186 s.

Hayakawa S.S. (1966). *Ajattelun ja toiminnan kieli*, Otava, 310 s.

Hernesniemi Hannu, Lammi Markku, Ylä-Anttila Pekka (1995). *Kansallinen kilpailukyky ja teollinen tulevaisuus*, Elinkeinoelämän tutkimuslaitos, ETLA B105, SITRA 145, Taloustieto Oy, 458 s.

Hernesniemi Hannu, Viitamo Esa (1999). *Suomen energiaklusterin kilpailuetu*, Elinkeinoelämän tutkimuslaitos, ETLA B 154, taloustieto Oy, Helsinki, 356 s.

Hintikka Jaakko (2007). *Syyttä suotta*, teoksessa *Syy*, toim. Heta Gylling, Ilkka Niiniluoto, Risto Vilkkö, 215-218.

Hirsjärvi Sirkka, Pirkko Remes, Paula Sajavaara (1998). Tutki ja kirjoita, Kirjayhtymä, Tampere, 432 s.

Hoffman Kai (1989). Sähkötekniikan taitaja, Strömberg 1889-1988. Vaasa Oy, 518 s.

Hoving Victor (1956), Vaasa 1852 – 1952, Otava, 516 s.

Hughes Thomas P. (1983). Networks of Power: Electrification in Western Society 1880-1930, 492 s.

Hukka Jarmo (1998). Institutions, organizations and viable water services: A capacity development model for drinking water provision and production, Tampere University of Technology, Publications 230, Tampere, 175 s.

Hyötyläinen Raimo, Ryyänen Tapani, Mikkola Markku (2004). Ympäristöalan miniklustereiden rakentaminen ja kehittäminen, VTT Tiedotteita 2233, Espoo, 112 s.

Hämäläinen Raimo P., Esa Saarinen (2003). Systeemiäly, Helsinki University Of Technology, Systems Analysis Laboratory Research Reports, B23, April 2003, 227 s.

INKA – ohjelma 2014-2020. Suomi maailmanluokan innovaatiokeskittymäksi, TEKES 2013, 4 s.

Jaakkola Juhani (1998). Suuntaa ja synergiaa – rehtorin puheita yliopiston alkuvuosikymmeniltä, Karisto Oy, 311 s.

Jakobson Matti (1998). Tekniikan portailla, teoksessa Tekniikan koulutusta 10 vuotta Vaasan yliopistossa, toim. Matti Linna Tietotekniikan ja tuotantotalouden laitos, Vaasan yliopisto, 1-5.

Johansson Allan (1997). Ihminen ja energia, teoksessa Maailmankuvaa etsimässä, Tieteen päivät 1997, toim. Jan Rydman, WSOY.

Juuti Petri, Rajala Riikka (2012). Yhteistyöllä voimaa, EPV 1952 – 2012, Arkmedia, 219 s.

Järvinen Pertti, Järvinen Annikki (2000). Tutkimustyön metodeista, Opinpajan kirja, Tampere, 221 s.

Kannisto Heikki (1989). Ymmärtäminen, kritiikki ja hermeneutiikka. Teoksessa Vuosisatamme filosofia, toim. Ilkka Niiniluoto ja Esa Saarinen, 145-243.

Kamensky Mika (2010). Strateginen johtaminen, Menestyksen timantti, Talentum Helsinki, 375 s.

Kamppinen Matti, Kuusi Osmo, Söderlund Sari (2003). Tulevaisuudentutkimus, Perusteet ja sovellutukset, 2. painos, Suomalaisen Kirjallisuuden Seura, 929 s.

Kannisto Heikki (1987). Ymmärtäminen, kritiikki ja hermeneutiikka, teoksessa Vuosisatamme filosofia, toim. Ilkka Niiniluoto ja Esa Saarinen, 145-243.

Kano Noriaki (1984). Attractive Quality and must-be quality, The Journal of Japanese Society for Quality Control, 39-48.

Kaplan Robert S., Norton David P. (2007). Strategian toteutus, Talentum, Helsinki, 330 s.

Karlöf Bengt (2002). Johtamisen käsitteet ja mallit, WSOY, 369 s.

Kasanen Eero, Lukka Kari, Siitonen Arto (1991). Konstruktiivinen tutkimusote liiketaloustieteessä, Liiketaloudellinen Aikakauskirja 40:3, 301-329.

Kast F.E., Rosenzweig J.E. (1972). General Systems Theory: Applications for Organization and Management, Academy of Management Journal, Vol. 15, No 4, December 1972.

Katajamäki Hannu (1998). Oman alueensa yliopisto, Vaasan yliopiston kolme vuosikymmentä, 162 s.

Katko Tapio S. (2013). Hanaa!, Suomen vesihuolto – kehitys ja yhteiskunnallinen merkitys, Suomen Vesilaitosyhdistys ry, 501 s.

Keskinen Raimo (1994). Suomen energiatekniikan historia, osa 1 428 s, osa 2, 452 s.

Keskinen Simo, Saaranen Jarmo (1996). Technology strategy as the basis for strengthening collaboration, strategy and culture in a company, COST A3 Conference, Madrid, 11 s.

Keskinen Simo, Saaranen Jarmo (1997a). Synergy Advantages of Technology and Quality Management, ICPQR 97, Productivity & Quality Management Frontiers, Houston, 11 s.

Keskinen Simo, Saaranen Jarmo (1997b). Product and Process Platform a New Concept for Management, ICPQR 97, Productivity & Quality Management Frontiers VI, Houston, 10 s.

Keskinen Simo, Maunuksela Ari (1998). System approach as a tool in technology management and product development, ICPQR 98, Productivity & Quality Management Frontiers VII, Miami, 127-169.

Keskinen Simo, Mäenpää Teemu, Nyrhilä Vesa, Helo Petri, Siakas Kerstin, Harris Colleen (2011). Towards Successful Production Concepts in Global Environment, Proceedings of the university of Vaasa, Reports 172 Vaasa, 75 s.

Keskinen Simo (1993). Tuotteistokonsepti tuotekehityksen lähtökohtana, Esitelmä TEKESin teknologiaohjelman ESV (Elektronikan suunnittelu ja valmistustekniikat) vuosiseminaarissa Helsingissä, 12 s.

Keskinen Simo (2003). Liiketoimintamallien kuvaus, Raportti 31.12. 2003. Osaselvitys Tekesin DENSY-ohjelman PAREE-projektiin, 32 s.



Keskinen Simo (2005). *Elektroniikkayrityksen teknologiajohtaminen*, Lisensiaaintutkimus, Vaasan yliopisto, 117 s.

Kesseli Pasi (2007). *Vaikutuskeskeistä parveilua verkostossa. Eräitä näkemyksiä asevoimien operatiivisten doktriinien kehityslinjoista*, Tiede ja ase, Suomen sotatieteellisen seuran vuosijulkaisu N:o 65, 23-44

Kilpinen Erkki (2008). John Dewey, Georg Herbert Mead ja pragmatistisen yhteiskuntatieteen ongelmat, teoksessa *Pragmatismi filosofiassa ja yhteiskuntatieteissä*, Erkki Kilpinen, Osmo Kivinen & Sami Pihlström, Gaudeamus, 2008, 91-132

Kleimola Matti (1981). *Esitelmä Wärtsilä 32:n kehitysprosessista*, Inskon kurssilla ”Tuotekehitysjohdon neuvottelupäivät”.

Koskiahho Briitta (1990). *Ohi, läpi ja reunojen yli*, Tutkimuksenteon peruskysymyksiä, Gaudeamus, 1990, 206 s.

Koskinen Ilpo, Alasuutari Pertti, Peltonen Tuomo (2005). *Laadulliset menetelmät kauppatieteissä*, Vastapaino, 154-175.

Kuhn Thomas S. (1994). *Tieteellisten vallankumousten rakenne*, Art House Oy, 219 s.

Kusch Martin (1986). *Ymmärtämisen haaste*, Kustannusosakeyhtiö Pohjoinen, 256 s.

Körkkö Helka, Öhman Pipsa (2009). *Alkula, Tilan historiikki*, Vaasa 4H- yhdistys, Vaasa, 89 s.

Labowitz George, Rosansky Victor (1997). *The Power of Alignment*, 242 s.

Lagerspetz Kari (1981). *Hierarkkiset järjestelmät luonnossa*, teoksessa *Yhteisönä elämisen ongelmia*, Suomen sotilaspsykologinen seura ry, WSOY:n graafiset laitokset, Juva, 23-41.

Lagerspetz Kari (1983). *Sattumasta säätelyyn – Eliöt sopeutuvina säätelyjärjestelminä*, WSOY, Juva, 280 s.

Laine Markus, Jarkko Bamberg & Pekka Jokinen (2007). *Tapaustutkimuksen käytäntö ja teoria*, teoksesta *Tapaustutkimuksen taito, toimittaneet samat tekijät*, 9-38.

Laurila Erkki (1982). *Tekniikan historia ja siinä ilmenevistä psykologisista aspekteista*, teoksessa *Teknisen taitamisen ongelma*, Suomen sotilaspsykologinen Seura.

Leinamo Kari (2006). *Valmistettu Vaasassa, Neljä vuosisataa teollisuutta*, Vaasan kaupunki ja Vaasan yliopiston Levon-instituutti, 141 s.

Lemola Tarmo, Raimo Lovio (1984). *Näkökulmia teollisuuden innovaatiotoimintaan ja teknologiapolitiikkaan Suomessa 1980-luvulla*, Valtioneuvoston kanslian julkaisuja 2/1984.

Lichtenstein Benyamin (2014). *Generative Emergence: A New Discipline of Organizational, Entrepreneurial and Social innovation*, Oxford University Press, 469 s.

Lindell Ismo (1994). *Sähkötekniikan historia*, Otatieto Oy, Tampere, 377 s.

Lindman Martti (2009). *Asiakassuhteen johtaminen*, 29.10.2009.

Linna Matti (1998). *Tekniikan koulutusta 10 vuotta Vaasan yliopistossa, Tietotekniikan ja tuotantotalouden laitos*, Vaasan yliopisto, 38 s.

Lukka Kari (2006). *Konstruktiiivinen tutkimusote: luonne, prosessi, arviointi*, teoksessa *Soveltava yhteiskuntatiede ja filosofia*, toim. Kristiina Rolin Marja-Liisa Kakkuri-Knuuttila & Elina Henttonen, Gaudeamus, Helsinki, 111-133.

Lukkari Jukka (2015). *Tutkimusleikkuri iskee isoihin yrityksiin, mitä shokeille tapahtuu?*, *Tekniikka & talous* 14.8., *Kolme yritystä jää pois uudesta CLIC-shokista*, EU-raha ei korvaa SHOK-leikkauksia, *Tekniikka & talous* 21.8. 2015.

Luhmann Niklas (2004). *Ekologinen kommunikaatio*, Gaudeamus, Helsinki, 247 s.

Luukkanen Jyrki (2013). *Systeemimallien roolit tutkimuksessa ja suunnittelussa, Uuden dialektisen kokonaisuuden rakentaminen*, teoksessa *Miten tutkimme tulevaisuuksia ?*, toim. Osmo Kuusi, Timo Bergman, Hazel Salminen, *Acta Futura Fennica* No 5, 3. Uudistettu painos, 57-67.

Malmi Teemu, Peltola Jukka, Toivanen Jouko (2003). *BSC – Rakenna ja sovelle tehokkaasti (BSC – design and apply effectively)*, Talentum Media Oy, Helsinki, 270 s.

Mannermaa Mika (1991). *Evolutionaarinen tulevaisuudentutkimus, Tulevaisuudentutkimuksen seura*, Valtion Painatuskeskus, Helsinki, 362 s.

Metsämuuronen Jari (2008). *Laadullisen tutkimuksen perusteet*, *Metodologia-sarja* 4, 3. uudistettu painos, 76 s.

Michelsen Karl-Erik (1997). *Suuret teknologiset järjestelmät - Yritys selittää modernia maailmaa*, teoksessa *Maailmankuvaa etsimässä*, *Tieteen päivät 1997*, toim. Jan Rydman, WSOY.

Miettinen Reijo, Tuunainen Juha (2010). *Perus- ja soveltava tutkimus tiedepolitiikan luokittelukategorioina ja retorisisina resursseina*, *Tiedepolitiikka* 3/2010, 7-16.

Miilumäki Heikki (2009). *Wärtsilä – Vaasanseudun elinkeinoelämän moottori*, teoksessa *Rajattomalla energialla, Muistelmia Wärtsilän Vaasan tehtaan moottorivalmistuksen viideltä ensimmäiseltä vuosikymmeneltä*, Kirjapaino Arkmedia, Vaasa, 311 s.

Mitronen Lasse (2002). *Hybridiorganisaation johtaminen - Tapaustutkimus kaupan verkosto-organisaatiosta*, *Acta Universitatis Tamperensis*: 877 s.

Mäkelä Keijo (1994). *Systeemiajattelu*, teoksessa Ilkka Niiniluoto, Paavo Löppönen (toim.) *Sivistys 2017, Suomen henkinen tila ja tulevaisuus*, WSOY, 274-277.

Möller Kristian, Rajala Arto, Swahn Seija (2006). *Tulevaisuutena liiketoimintaverkot*, Teknologiainfo Teknova.

Neilimo Kari & Näsi Juha (1980). *Nomoteettinen tutkimusote ja suomalainen yrityksen taloustiede. Tutkimus positivismiin soveltamisesta*. Tampereen yliopisto. *Yrityksen taloustieteen ja yksityisoikeuden laitoksen julkaisuja. Sarja A 2: Tutkielmia ja raportteja 12*.

Niiniluoto Ilkka (1980). *Johdatus tieteenfilosofiaan, Käsitteen- ja teorianmuodostus*, Otava, 314 s.

Niiniluoto Ilkka (1983). *Tieteellinen päättely ja selittäminen*, WSOY, 416 s.

Niiniluoto Ilkka (1984). *Tiede, filosofia ja maailmankatsomus*, Otava, 359 s.

Niiniluoto Ilkka (1993). *Uusien tieteiden synty: kuusi mallia*, teoksessa *Malli Metodi Merkitys, Esseitä Veikko Rantalán 60-vuotispäivän kunniaksi*, toim. Leila Haaparanta, Ismo Koskinen, Erna Oesch ja Tere Vaden, *Fitty* 49, Tampere, 187-197.

Niiniluoto Ilkka (2002a). *Kokemus-kollokvion avaussanat*, teoksessa *Kokemus*, toim. Leila Haaparanta ja Erna Oesch, *Acta Philosophica Tamperensia*, Vol.1, 3-14.

Niiniluoto Ilkka (2002b). *Tieteen tunnuspiirteet*, teoksessa *Tutkijan eettiset valinnat*, toim. Sakari Karjalainen, Veikko Launis, Risto Pelkonen, Juhani Petarinen, *Gaudeamus*, 31-41.

Niiniluoto Ilkka (2007). *Syy-kollokvion avaussanat*, teoksessa *Syy*, toim. Heta Gylling, Ilkka Niiniluoto & Risto Vilkkö, *Gaudeamus*, 9-14.

Niiniluoto Ilkka (2014). *Syntykö tieteestä viisautta ?*, *Tiedepolitiikka* 4/2014, 5 s.

Niiniluoto Ilkka (2014). *Abduktiivinen päättely*, *Johdanto*, Kurssi 406242, Luennot 5-16.5.2014, 9s.

Nikulainen Tuomo, Ali-Yrkkö Jyrki, Seppälä Timo (2011). *Softaa koneisiin! Ohjelmisto-osaaminen suomalaisen teollisuuden uudistajana*. ETLA, 69 s.

Nowotny Helga, Peter Scott, Michael Gibbons (2001). *Re-thinking science, Knowledge and the public in an age of uncertainty*, Polity Press, 278 s.

Nurmi Timo (2004). *Suuri lyhennesanakirja*, Gummerus, 406 s.

Nurmi Timo, Rekiaro Ilkka, Rekiaro Päivi, Sorjanen Timo (2003). *Gummeruksen suuri sivistyssanakirja*, Gummerus, Viides painos, 629 s.

Nylen Jonas (2014). Vaasa kaupunkivertailussa, Poimintoja Timo Aron tutkimuksesta koskien kilpailukykytekijöitä.

Osegowitsch Thomas (2001). The Art and Science of Synergy, The Case of the Autoindustry, *Business Horizons* March-April /2001, 17-24.

Paavola Sami, Kai Hakkarainen (2006). Entäpä jos...? Ideoiden abduktiivinen kehittäminen tutkimusprosessin olennaisena osana, teoksessa *Soveltava yhteiskuntatiede ja filosofia*, toim. Kristina Rolin, Marja-Liisa Kakkuri-Knuuttila, Elina Henttonen, Gaudeamus, 268-284.

Paavola Sami (2015). Abduktiivinen malli ja serendipiteetti: sattumat vai päättely tieteellisen keksimisen perustana? Esitelmä luonnonfilosofian seuran pragmatismi-illassa, 12 s.

Pahl Gerhard, Beitz Wolfgang (2000). Koneensuunnitteluoppi, Metalliteollisuuden kustannus Oy, WSOY, 610 s.

Paukku Timo (2013). Kymmenen uutta ihmettä, *Teknologiat*, jotka muuttavat maailmaa, Gaudeamus, 187 s.

Pekkola Esa (2007). Road map 2015, Sähköverkot, sähkön käyttö ja sähkömarkkinat, 19 s

Peura Pekka (2013). Rajattomasta kasvusta kestävään energiahuoltoon– Toiminnallisten mallien synty sosiaalisen valinnan tuloksena, Väitöskirja, *Acta Wasaensia*, 279, 188 s.

Pihlström Sami (2001). Filosofin käytännöt, Pragmatismien perinteen vaikutus suomalaisessa filosofiassa 1900- luvulla, 201 s

Porter Michael (1985a). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*, Free Press, 557 s.

Porter Michael (1985b). *Kilpailuetu*, Weilin+Göös, Espoo, 648 s.

Porter Michael (1991). *Kansakuntien kilpailuetu*. Otava, Keuruu, 879 s.

Portin Petter (2012). Syyn ja seurauksen käsitteet biologiassa, *Tieteessä tapahtuu*, 4/2012, 15-18.

Pulliainen Kyösti, Seiskari Pertti (2011). *Luonnon ja ihmisen polut*, Maahenki Oy, Hämeenlinna, 227 s.

Raivio Tuomas, Syrjänen Mikko, Halonen Mikko (2006). Tekes elektroniikan moottorina, Tekesin elektroniikka-alan ohjelmatoiminnan arviointi, *Teknologiaohjelmaraaportti 14/2006*, 78 s.

Ravn Ib, Emmeche Claus, Koeppe Simo, Stjenfelt Fredric, Tauber Jan (1997). *Uusien tieteiden sanakirja*, Edita, Helsinki, 239 s.

Renvall Pentti (1965). *Nykyajan historiantutkimus*, WSOY, 407 s.

- Rohila Vesa (2010). Maamoottorit ja muut voimakoneet, Alfamer Oy, 157 s.
- Rossi Paolo (2013). Modernin tieteen synty Euroopassa, Vastapaino, Tampere, 395 s.
- Routio Pertti (2006). Tuotetiede, Internet-painos, 263 s.
- Rubin Anita (2002), Pehmeä systeemimetodologia tutkimusmenetelmänä, Tulevaisuudentutkimuksen oppimateriaali, Tulevaisuudentutkimuskeskus, Turun kauppakorkeakoulu, Turun yliopisto.
- Ryan B, Scapens RW, Theobald, M (1992). Research Method and Methodology in Finance and Accounting. Academic Press. London.
- Santalainen, Timo (2009). Strateginen ajattelu ja toiminta.
- Santonen Pirjo (1989). Merkuriuksen matkassa, 150 vuotta kauppaopetusta Suomessa 1839-1989, 240 s.
- Sayer Andrew (1984). Method in Social Science, London.
- Sotarauta Markku, Viljamaa Kimmo (2003). Tulkintoja kaupunkiseutujen kehityksestä ja kehittämisestä, Julkaisija Teknisten Akateeminen Liitto TEK ry, Cityoffset Oy, Tampere, 124 s.
- Senge Peter, (1990). The Fifth Discipline, 423 s.
- Stake Robert (1995) The Art of Case Study Research: Perspectives on Practice. Sage. Thousand Oaks, CA.
- Suomalainen Kaarlo (1988). Suomenkielen ”sähkö”-sanasta ja sen käytäntöön ottamisesta, Sähkö 3/1988, 56-60.
- Syrjälä Leena, Ahonen Sirkka, Syrjäläinen Eija & Saari Seppo (1994). Laadullisen tutkimuksen työtapoja, Kirjayhtymä Oy, Rauma, 185 s.
- Valkonen Janne, Koponen Pekka, Lehtinen Hannu, Keskinen Simo, Saaristo Hannu (2004). Hajautetut energiajärjestelmät- haasteita ja mahdollisuuksia, Automaatioväylä 6/2004, 12-15.
- Vapaavuori Matti (toim.) (1993). Miten tutkimme tulevaisuutta, Kommunikatiivinen tulevaisuudentutkimus Suomessa, Acta Futura Fennica, No 5, Painatuskeskus, Helsinki, 312 s.
- Varteva Matti (1999). Hantwerkki- ja fabriikkikoulusta ammattikorkeakouluksi, Teknillistä koulutusta Vaasassa 150 vuotta, 79 s.
- Varto Juha (1992). Fenomenologinen vuosikirja 1992, 271 s.
- Varto Juha (2005). Laadullisen tutkimuksen metodologia, 204 s.

Vepsäläinen Marja-Leena (2002). Monitieteisyys kantaa pitkälle, Tekniikan näköalat 3/2002, 28-29.

Viitanen Jukka, Launonen Martti (2014). Vaasan innovaatiokeskittymäprofiili, Hubconcepts Oy, 27 s.

Wii Osmo (1981). Järjestelmänäkemys, yksi tieteen uusista viitekehysistä, teoksessa Yhteisönä elämisen ongelmia, Suomen sotilaspsykologinen seura ry, WSOY:n graafiset laitokset, Juva, 9-22.

Wilenius, Markku (2006). Cultural Competence in the Business World: A Finnish Perspective. *Journal of Business Strategy*, Vol. 27, No 4, 2006.

Wilenius Markku, Kurki Sofi (2012). Surfing the Sixth Wave, Exploring the next 40 years of global change, Finland futures research centre FFRC eBOOK 10/2012, Turku, 125 s.

Virkkala Vilko (1972). Innovaatiot ja luova mielikuviutus, teoksessa Tekniikan käsikirja 7, toim. Uolevi Konttinen, 77-99.

Virrankoski Reino (Ed) (2012). Generic Sensor Network Architecture for Wireless Automation (Gensen), Proceedings of the University of Vaasa, Reports 174, Vaasa 2012, 73 s.

Von Wright G.H. (2006). Moderni identiteetti ja eettisyys, teoksessa Ajatus 63, Suomen Filosofisen Yhdistyksen vuosikirja 63, 7-19.

Vuorinen Tero (2005). Verkostot organisoitumisen muotona – Hermeneuttinen analyysi kahdenvälisen suhteiden rakentumisesta kärkiyrityskontekstissa, *Acta Wasaensia* No 150, 311 s.

Väkevä Lauri (1999). Hermeneutiikka tieteellisenä lähestymistapana, päivitetty 19.4.1999, 21 s.

Yin Robert K. (2009). Case Study Research: Design and Methods, 4. ed. Sage Publications. Thousand Oaks, CA, 240 s.

Ylen Jean-Peter, ym., yht 13 (2010). Automaatio liiketoimintaprosessien tukena, Tekes, Tekesin katsaus 271/2010, Helsinki, 111 s.

Zencey Eric (2013). Välttämätön energia, teoksessa Maailman tila, 2013, Onkolian myöhäistä, luku 6, 77-86.

Åberg, Veijo (2014). Standardisoiminen on nykyajan tunnussana: Suomen Standardisoimisliitto SFS 1924–2014, Suomen Standardisoimisliitto SFS, 215 s.