



**TURUN
YLIOPISTO**
Kauppakorkeakoulu

Kasvuyrityksen tyypin päättely epäsymmetrisessä informaatioissa

Formaali malli mahdollisten maailmojen semantiikassa

Laskentatoimi & rahoitus
Laskentatoimen ja rahoituksen laitos
Kandidaatintutkielma

Laatija:
Oliver Seila

Ohjaajat:
KTM Ville Kukkonen

17.04.2026
Turku

Opiskelijan lausunto tekoölyn käytöstä tähän tutkielmaan liittyen:

En ole käyttänyt tekoölyä hyödyntäviä työkaluja tätä tutkielmaa kirjoittaessani.

Olen käyttänyt tekoölyä hyödyntäviä työkaluja tätä tutkielmaa kirjoittaessani. Tämä käyttö on dokumentoitu tutkielman liitteessä. Vakuutan, että tekoölyä käytettiin yliopiston ohjeistuksen mukaisella tavalla.

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

Kandidaatintutkielma

Oppiaine: Laskentatoimi & rahoitus

Tekijä: Oliver Seila

Otsikko: Kasvuyrityksen tyypin päättely epäsymmetrisessä informaatioissa: Formaali malli mahdollisten maailmojen semantiikassa

Ohjaaja: KTM Ville Kukkonen

Sivumäärä: 30 sivua + liitteet 2 sivua

Päivämäärä: 17.4.2026

Tiivistelmä

Tutkielmassa tarkastellaan epäsymmetrisestä informaatiosta aiheutuvaa ongelmaa, jossa pääomasijoittaja ei kykene tunnistamaan kasvuyrityksen tyyppiä. Laadukkaan kasvuyrityksen tavoitteena on signaloida oma tyyppinsä sijoittajalle valitsemalla ja tuottamalla sellainen signaali, ettei heikkolaatuisen yrityksen ole kannattavaa kopioida sitä korkean vaihtoehtoiskustannuksen vuoksi.

Ongelmaa lähestytään formaalin mallin avulla, jossa analysoidaan haitallisen valikoitumisen ongelmaa sijoittajan näkökulmasta. Mallissa tarkastellaan, millä ehdoilla sijoittaja voi päätellä kasvuyrityksen tyypin ja tehdä myönteisen sijoituspäätöksen epäsymmetrisen informaation vallitessa. Metodologisesti tutkielmassa hyödynnetään mahdollisten maailmojen semantiikkaa sekä joukko-opin työkaluja, joiden avulla mallinnetaan sijoittajan episteemisiä tiloja sekä näiden tilojen päivittymistä.

Mallin keskeinen tulos on, että sijoittaja voi tietyin ehdoin päätellä kasvuyrityksen tyypin havaitun signaalin ja signaalin jälkeisen pääoman avulla. Mallin tulokset on johdettu deduktiivisesti mallin oletuksista, joten tulosten pätevyys on herkkä mallin oletusten muutoksille. Koska mallin oletukset ovat yksinkertaistuksia todellisuudesta, tulosten soveltuvuus käytännön tilanteisiin voi vaihdella reaali maailmassa.

Avainsanat: epäsymmetrinen informaatio, haitallinen valikoituminen, signaalinteoriat, pääomasijoittaminen, mahdollisten maailmojen semantiikka, Kripke-rakenne.

SISÄLLYS

1	Johdanto	6
1.1	Tutkimusongelma	6
1.2	Tutkielman tavoitteet	7
1.3	Tutkielman rakenne	7
2	Teoreettinen viitekehys	8
2.1	Epäsymmetrinen informaatio yritysrahoituksessa	8
2.2	Signalointi yritysrahoituksessa	10
2.2.1	Pääomavalinnat signaloinnin välineenä	10
2.2.2	Kasvuyrityksen signalointi ja rahoitusasema	12
2.3	Pääomasijoittaminen epäsymmetrisessä informaatiossa	14
3	Formaali malli	16
3.1	Metodologia	17
3.2	Keskeiset käsitteet	18
3.3	Oletukset	18
3.4	Mallinnus	20
3.4.1	Mallin rakenne	20
3.4.2	Signaalit osana mallia	21
3.4.3	Maailman tilanne ajanhetkellä t_0	22
3.4.4	Signaalin valitseminen	23
3.4.5	Mahdollisuuksien joukon päivittyminen ajanhetkellä t_1	24
3.4.6	Maailman tilanne ajanhetkellä t_2	25
4	Johtopäätökset	27
	Lähteet	29
	Liitteet	31
	Liite 1 Selvitys tekoälyn käytöstä	31

KUVIOT

Kuvio 1 Mallin tilanne ajanhetkellä t_0	22
Kuvio 2 Mahdollisuuksien joukon päivittyminen.	25

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimusongelma

Informaatiolla tarkoitetaan tässä tutkielmassa taloudellisesti relevanttia tietoa, joka vaikuttaa toimijoiden päätöksentekoon. Useat rahoituksen ja taloustieteen teoriat olettavat täydellisen informaation osaksi mallejaan. Reaalimaailmassa informaatio ei ole kuitenkaan jakautunut tasaisesti toimijoiden kesken, vaan osa osapuolista hallitsee enemmän tai laadukkaampaa informaatiota kuin toiset osapuolet. Tätä ilmiötä kutsutaan epäsymmetriseksi informaatioksi.

Akatemiassa epäsymmetristä informaatiota on tutkittu useissa taloustieteen ja rahoituksen tutkimuksissa. Klassisia tutkimuksia ovat Akerlofin (1970) analyysi haitallisesta valikoitumisesta sekä Spencen (1973) tutkimus liittyen toimijan laadun viestimiseen eli signaalointiin. Yritysrahoituksen kontekstissa Myers (1984) sekä Myers & Majluf (1984) ovat esimerkiksi tutkineet yrityksen rahoitukseen liittyviä kysymyksiä epäsymmetrisen informaation vaikutuksen alaisena. Pääomasijoittamisessa epäsymmetristä informaatiota ovat tarkastelleet esimerkiksi Amit ym. (1990). Pääomarahastojen sopimus- ja hallintorakenteita epäsymmetrisen informaation ja agenttiongelmiä vallitessa on puolestaan tarkastellut Sahlman (1990).

Tämä tutkielma pohjautuu aikaisempaan kirjallisuuteen ja tarkastelee epäsymmetrisestä informaatiosta aiheutuvaa ongelmallista tilannetta kasvuyrityksen ja pääomasijoittajan välillä. Sijoittajan on vaikea havainnoida yrityksen laatua informaation epätasaisen jakautumisen takia. Tästä aiheutuvaa ongelmaa kutsutaan haitalliseksi valikoitumiseksi. Haitallisesta valikoitumisesta voi aiheutua tilanne, jossa sijoittaja ei kykene tekemään sijoitusta laadukkaaseen yritykseen. Tämä johtuu siitä, että markkinoilla on useita heikkolaatuisia yrityksiä, jotka hakevat myös rahoitusta sijoittajalta. Epäsymmetrinen informaatio voi siis aiheuttaa tilanteen, jossa laadukkaat yritykset jäävät ilman rahoitusta tai laadukkaan yrityksen sopimusehdot ovat tiukemmat, koska markkinoilla on heikkoja yrityksiä.

Tutkielman keskeinen tutkimuskysymys onkin, millä ehdoilla sijoittaja voi epäsymmetrisen informaation vallitessa päätellä kasvuyrityksen tyyppin havaitun signaalin ja signaalin jälkeisen pääoman avulla.

1.2 Tutkielman tavoitteet

Tutkielmassa muodostetaan formaali malli, jonka avulla tarkastellaan analyttisesti, millä oletuksilla yrityksen tuottama signaali voi yhdessä signaloinnin jälkeisen pääoman kanssa toimia riittävänä informaationa sijoituspäätöksen perustaksi tilanteessa, jossa yrityksen tyyppi ei ole suoraan havaittavissa. Tutkielmassa formalisoidaan sijoittajan kohtaama episteeminen ongelma ja analysoidaan, miten epäsymmetrisestä informaatiosta aiheutuvaa haitallista valikoitumista pääomasijoitusmarkkinoilla voitaisiin vähentää. Formalisoinnissa hyödynnetään joukko-oppia sekä mahdollisten maailmojen semantiikkaa.

Tutkielman tavoitteena ei ole tarkastella kaikkia sijoittajan sijoituspäätökseen liittyviä tekijöitä, vaan tarkoitus on analysoida loogisesti signaalin ja pääoman avulla sijoittajan päätösprosessia mallissa annettujen oletusten vallitessa.

1.3 Tutkielman rakenne

Tutkielma etenee seuraavasti. Luvuissa 2.1 käsitellään keskeistä teoriaa epäsymmetrisestä informaatiosta yritysrahoituksen kontekstissa. Tämän jälkeen luvuissa 2.2–2.3 tarkastellaan signalointia, epäsymmetrisen informaation teorioiden soveltuvuutta pääomasijoitusmarkkinoille ja sitä, miten kasvuyritysten rahoittaminen eroaa perinteisen yrityksen rahoittamisesta. Tutkielman formaali malli pohjustetaan luvussa 3. Luvussa 3.1 puolestaan esitetään mallinnuksessa käytetyt menetelmät ja perustellaan, miksi ne soveltuvat kyseisen ilmiön tarkasteluun. Tämän jälkeen luvussa 3.2 tarkastellaan keskeisiä käsitteitä, jotka ovat oleellisia mallin ymmärtämiseksi. Käsitteiden määrittämisen jälkeen luvussa 3.3 esitetään kirjallisuuteen pohjautuvat mallin oletukset ja varsinainen analyttinen malli rakennetaan luvussa 3.4. Formaali malli koostuu alaluvuista 3.4.1–3.4.6. Lopuksi luvussa 4 esitetään tutkielman johtopäätökset, arvioidaan rajoitteita ja tarkastellaan mahdollisia jatkotutkimuskohteita.

2 TEOREETTINEN VIITEKEHYS

Klassisessa rahoitusteoriassa oletetaan usein täydellinen informaatio sekä täydelliset markkinat. Näiden oletusten alaisena on osoitettu, ettei pääomarakenne vaikuta yrityksen arvoon (Modigliani & Miller, 1958). Markkinoilla on kuitenkin epäsymmetristä informaatiota. Lisäksi on havaittu, että yritykset tekevät monimutkaisiakin päätöksiä pääomarakenteeseen liittyen tavoitellen osakkeenarvon kasvua.

Epäsymmetrisen informaation vallitessa yritykset pyrkivät signaloimaan omaa laatuaan eri keinoilla, kuten pääomarakenteella ja osinkopolitiikalla. Markkinoiden kaikki toimijat, kuten kasvuyritykset, eivät pysty alkuvaiheessa optimoimaan pääomarakennetta samalla tavalla kuin vakiintuneet yritykset. Kasvuyritysten toimintaan liittyy epävarmuutta kassavirtojen suhteen sekä rahoittajan näkökulmasta epäsymmetristä informaatiota julkisesti saatavilla olevan informaation niukkuuden vuoksi. Lisäksi kasvuyrityksissä on heikkolaatuisia yrityksiä, joten signaloinnin merkitys korostuu laadukkaiden yritysten kohdalla.

Seuraavissa luvuissa tarkastellaan keskeisiä yritysrahoituksen teorioita, jotka liittyvät epäsymmetriseen informaatioon, signointiin, kasvuyrityksen rahoitusasemaan sekä pääomasijoittamiseen. Teoriaosion tarkoituksena on tarjota lukijalle teoreettinen ymmärrys pääomasijoittamisen erityispiirteistä, jotta tutkielman formaali malli on ymmärrettävämpi.

2.1 Epäsymmetrinen informaatio yritysrahoituksessa

Epäsymmetrisen informaation vallitessa yhdellä osapuolella on enemmän tai laadukkaampaa informaatiota kuin vastapuolella. Tällainen informaation jakautuminen voi aiheuttaa ongelmia markkinoiden toiminnassa sekä organisaatioiden sisällä. Epäsymmetriseen informaatioon liittyvät ongelmatilanteet voidaan kategorisoida haitalliseen valikoitumiseen (adverse selection) ja moraalikattoon (moral hazard).

Akerlof (1970) esitti tutkimuksessaan tilanteen automarkkinoista, joissa osa autoista on laadukkaita ja osa puolestaan huonolaatuisia. Mallissa syntyy tilanne, jossa markkinoille jää lopulta vain huonolaatuisia autoja, koska auton potentiaalinen ostaja ei voi varmistua auton laadusta ja näin ollen on valmis maksamaan vain markkinoiden keskihinnan. Tämä puolestaan johtaa tilanteeseen, missä laadukkaiden autojen myyjät poistuvat markkinoilta, koska tietävät autonsa olevan arvokkaampi kuin markkinoiden keskihinta. Mallin kaltainen tilanne syntyy haitallisesta valikoitumisesta, jossa epäsymmetrisen informaation seurauksena sopimuksen laatija ei tiedä toisen osapuolen tyyppiä.

Haitallista valikoitumista esiintyy useilla rahoituksen alueilla, kuten pääomasijoittamisessa, missä sijoittaja ei voi havaita yrityksen laatua suoraan, mikä puolestaan voi johtaa siihen, että tuottovaatimus on suurempi. Tämä puolestaan voi johtaa siihen, että laadukkaat yritykset eivät ole halukkaita ottamaan rahoitusta vastaan (Sahlman, 1990). Samankaltainen tilanne muodostuu myös pankkisektorilla pankin ja lainanottajan välille. Heikkojen toimijoiden seurauksena lainoihin liitetään ehtoja, joiden avulla pankki voi vähentää riskiään, aiheuttaen kustannuksia laadukkaalle toimijalle (Stiglitz & Weiss, 1981).

Moraalikato puolestaan liittyy sopimuksen jälkeiseen vaiheeseen, jossa osapuolella voi olla kannustin muuttaa käyttäytymistään itselleen edullisemmaksi. Holmströmin (1979) mukaan tilanne syntyy, koska sopimuksen laatija ei voi seurata toisen osapuolen toimintaa jatkuvasti, mikä mahdollistaa käyttäytymisen muuttamisen. Gompers (1995) puolestaan laajentaa ajatusta pääomasijoitusmarkkinoihin. Siellä ongelma voi esiintyä siten, että kasvuyrityksen saatua sijoitus sillä voi olla motivaationa suorittaa matalamman kannattavuuden projekteja tai henkilökohtaisesti mielekkäitä projekteja sen sijaan, että yritys toteuttaisi aina kannattavimman projektin.

Epäsymmetrisen informaation tilanteita voidaan mallintaa päämies-agentti-suhteella, jossa Eisenhardtin (1989) mukaan tyypillisenä piirteenä on tilanne, jossa päämies delegoi agentille annetun toimenpiteen. Päämies-agentti-suhteita esiintyy useilla osa-alueilla yritysrahoituksessa, joista klassinen esimerkki on tilanne, jossa yrityksen johdolla on informaatioetu verrattuna osakkeenomistajiin. Jensen & Meckling (1976) kuvaavat tilannetta ongelmalliseksi, mikäli agentti on rationaalinen hyödyn maksimoijia, jolloin voi syntyä tilanne, missä agentin suorittamat toimenpiteet eivät välttämättä edistä päämiehen tavoitteita.

Ongelman ratkaisemiseksi voidaan hyödyntää erilaisia kontrolli- ja kannustinmekanismeja, joiden avulla agentin toimintaa voidaan ohjata päämiehen kannalta edullisemmaksi. Näistä mekanismeista aiheutuu valvonta-, sitouttamis- ja jäännöskustannuksia. Ensimmäisellä tarkoitetaan päämiehen käyttämiä resursseja agentin toiminnan valvomiseen esimerkiksi erilaisten raportointijärjestelmien avulla. Toinen kustannustyyppi puolestaan aiheutuu agentille, esimerkiksi sopimusten seurauksena. Kolmas kustannustyyppi eli jäännöskustannus liittyy agentin poikkeamisista aiheutuvaan hyvinvointitappioon päämiehen näkökulmasta tarkasteltuna. (Jensen & Meckling, 1976)

Etenkin pääomasijoittamisessa agenttikustannukset sekä erilaiset kontrollimekanismit korostuvat, koska pääomasijoitusrahasto ei välttämättä ole yleisesti aktiivisesti mukana kohdeyrityksen operatiivisessa toiminnassa. Sijoitukset kasvuyrityksiin eivät ole yhtä likvidejä kuin pörssinoteeratut tuotteet, jolloin kontrollimekanismien ohella laadukkaiden yritysten valinnan merkitys osaksi portfolioa korostuu. Laadukkaat yritykset pyrkivät puolestaan viestimään omaa tyyppiään signaloinnin avulla.

2.2 Signalointi yritysrahoituksessa

Toimijat voidaan jakaa niiden tyyppin perusteella eri kategorioihin. Epäsymmetrisen informaation seurauksena nämä tyypit eivät ole suoraan havaittavissa. Spencen (1973) klassisessa työmarkkinoiden signaloitimallissa toimijoilla on annettuja ominaisuuksia, joihin toimija ei voi itse vaikuttaa sekä ominaisuuksia eli signaaleja, joihin toimija voi vaikuttaa omilla päätöksillään. Annettu ominaisuus voi olla esimerkiksi työntuottavuus. Signaaleja puolestaan ovat aktiviteetit, kuten kouluttautuminen. Lisäksi signaalien tuottamisesta aiheutuva kustannus vaihtelee toimijan kategorian mukaan, eli laadukkaammalla toimijalla saman signaalin tuottaminen on edullisempaa kuin heikommalla.

Spencen (1973) mukaan kaikki signaalit eivät kuitenkaan ole yhtä tehokkaita viestimään toimijan tyyppiä sidosryhmille. Signaalin kustannuksen täytyy olla sellainen, että heikko toimija ei ole valmis tuottamaan sitä. Kustannus voidaan ymmärtää rahana, mutta myös muina resursseina, kuten aikana. Laadukkaan toimijan tavoitteena on pyrkiä viestimään omaa tyyppiään valitsemalla signaaleja, joita heikomman toimijan on haastava ja kallis kopioida.

2.2.1 Pääomavalinnat signaloinnin välineenä

Signaalit ovat siis oleellinen keino viestiä yrityksen tyyppistä eri sidosryhmille. Leland & Pyle (1977) korostavat signaloinnin merkitystä, koska ilman oman tyyppin viestimistä esimerkiksi pääomasijoittajat arvostaisivat projektit keskimääräisen laadun mukaan, mikä olisi suhteessa liian kallista laadukaille yrityksille. Laadukkaat toimijat pyrkivät siis osoittamaan oman tyyppinsä signaaleilla.

Eräs signaloinnin väline on yrityksen pääomarakennevalinta. Myersin (1984) esittelemän rahoituksen nokkimisjärjestysteorian (pecking order theory) mukaan yritys suosii epäsymmetrisen informaation vallitessa toimintansa rahoittamista seuraavassa järjestyksessä: sisäinen kassavirta, vieras pääoma ja oma pääoma. Järjestys perustuu siihen, että epäsymmetrisestä informaatiosta aiheutuvat kustannukset kasvavat siirryttäessä sisäisestä rahoituksesta kohti ulkoista pääoman ehtoista rahoitusta.

Sisäinen rahoitus on nokkimisjärjestyksen mukaan ensisijainen vaihtoehto yritykselle. Myers (1984) argumentoi sisäisen kassavirran olevan yritykselle edullisinta, koska siinä ei edellytetä ulkoisen pääoman hankkimisesta aiheutuvia epäsymmetrisen informaation lisäkustannuksia. Myers (1984) tarkoittaa, että vahva sisäinen rahoitus on varmempi tapa suorittaa kannattavat investoinnit kuin ulkoinen rahoitus. Miller & Rock (1985) puolestaan tutkivat osinkojen ja investointien suhdetta sekä näistä muodostuvaa signaalia. He osoittivat, että yrityksen kyky maksaa osinkoja indikoi laaduk-

kaasta yrityksestä, koska heikolle yritykselle osinkojen maksamisen vaihtoehtokustannus on investoinneista luopuminen, joka puolestaan vastaa Spencen (1973) ajatusta liittyen toimijoiden tyyppin eroihin.

Nokkimisjärjestyksen mukaan velka on sisäisen rahoituksen jälkeinen rahoitusvalinta. Vaikka velka aiheuttaa kustannuksia, joita sisäinen kassavirta ei aiheuta, se on epäsymmetrisen informaation vallitessa yleensä oman pääoman ehtoista rahoitusta edullisempi vaihtoehto (Myers, 1984).

Velka toimii lisäksi signaaloinnin ja kontrollin välineenä. Rossin (1977) mukaan epäsymmetrisen informaation vallitessa johdolla on enemmän informaatiota kuin sijoittajilla. Tämän seurauksena johdon valinnat liittyen velkaantumiseen viestivät informaatiota markkinoille. Velan ottamisen voidaan ajatella olevan kannattamatonta heikolle yritykselle, koska velasta aiheutuvat konkurssikustannukset voivat kasvaa liian suuriksi. Jensenin (1986) mukaan velka toimii osittain ratkaisuna vapaankassavirran ongelmaan luomalla kontrollimekanismin johdon (agentti) ja osakkeenomistajien (päämies) välille. Velan avulla voidaan pyrkiä tehostamaan toimintaa sekä estämään vähemmän kannattavia investointeja, koska johdon on maksettava sekä lainanlyhennyksiä että korkoa.

Rahoituksen nokkimisjärjestysteorian mukaan oman pääoman ehtoinen rahoitus on viimeinen valinta yritykselle. Myers & Majluf (1984) tutkimus argumentoi, että johdon hallitessa enemmän informaatiota yrityksen tyypistä, pyrkii johto välttämään uusien osakkeiden liikkeellelaskemista tavoitteenaan maksimoida nykyisten osakkeiden arvo. Myers (1984) tukee väitettä argumentoimalla, että yrityksen rahoitusinstrumenttien riskitason kasvaessa tyypillisesti osakkeen arvo on yliarvostettu. Sijoittaja tietää tämän, jolloin osakeanti signaloi yrityksen olevan yliarvostettu.

Osakepääomaa voi hankkia myös pörssilistautumisella. Welchin (1989) mukaan yrityksen on mahdollista signaloida omaa tyyppiään alihinnoittelemalla osake pörssilistautumisen yhteydessä. Alihinnoittelu voidaan ajatella Spencen (1973) kaltaisena tilanteena, jossa vain laadukkaalla yrityksellä on mahdollisuus alihinnoitteluun ilman, että sen vaihtoehtokustannus kasvaa liian suureksi. Ilman alihinnoittelua epäinformoidut sijoittajat merkitsisivät suurimman osan ylihinnoitelluista osakean-neista, koska informoidut sijoittajat vetäytyisivät niistä. Alihinnoittelu toimii siis mekanismina, jolla laadukas yritys houkuttelee sijoittajia ja viestii laatuaan. Leland & Pyle (1977) tutkimuksen mukaan toimijan sitoutuminen yritykseen signaloi projektin vahvaa kannattavuutta. Pörssilistautumisen yhteydessä tämä ilmenee siten, ettei toimija luovu omistuksestaan välittömästi listautumisen jälkeen.

Pääomarakenteen avulla tapahtuva signaalointi tyypillisesti edellyttää yritykseltä pidempää toimintahistoriaa sekä vahvempaa rahoitusasemaa, mikä mahdollistaa pääomarakenteen suunnittelun. Kasvuyrityksen mahdollisuudet käyttää pääomarakennetta signaaloinnin välineenä ovat alkuvaiheessa yleensä rajalliset. Kasvuyrityksen on siis viestittävä omaa laatuaan muilla keinoilla, kuten tiimin

osaamisella tai teknologialla. Näiden signaalien roolia sekä rahoitusaseman merkitystä tarkastellaan seuraavaksi.

2.2.2 *Kasvuyrityksen signalointi ja rahoitusasema*

Kasvuyrityksen sisäinen kassavirta on yleensä etenkin alkuvaiheessa suppeaa eikä riitä kattamaan nopean kasvun tavoitteita. Lisäksi velkarahoituksen saaminen negatiivisen tuloksen, kapean aineellisen omaisuuden sekä vakuuksien puuttumisen vuoksi voi olla haastavaa (Denis, 2004).

Orgaaninen kasvu omalla kassavirralla rajoittaisi kasvunopeutta merkittävästi ja siksi kasvuyritysten tyypillinen rahoitusvaihtoehto on oman pääoman ehtoinen osakeanti¹. Lisäksi epäsymmetrisen informaation vallitessa kasvuyritysten tyypin havaitseminen on haastavaa ulkoiselle velka- ja osakerahoittajalle. Laadukkaalla kasvuyrityksellä on kuitenkin rahoituksen pääomavalintojen sijaan muita signaloinnin keinoja, jotka voivat liittyä yrityksen perustajiin tai operatiiviseen toimintaan.

Kasvuyrityksen alkuvaiheessa omistusrakenne ja perustajat ovat ensimmäisiä sijoittajalle ilmeneviä signaaleja yrityksen tyypistä. Leland & Pyle (1977) argumentoivat, että yrittäjän sitoutuminen osaksi yritystä on keskeistä, koska epäsymmetrisen informaation seurauksena yrittäjä tietää oman yrityksensä tyypin ja sitoutuminen viestii yrityksen olevan laadukas. Lisäksi Conti ym. (2013) tukevat omistusrakenteen argumenttia FFF²-rahoituksen (Friends, Family & Fools) kautta. Yrittäjän lähipiirillä on hallussaan parempaa informaatiota liittyen yrityksen tyyppiin. FFF-rahoituksen kerääminen osoittaa, että informaatiota hallitseva lähipiiri uskoo projektin menestymiseen³. Hsu (2007) mukaan omistusrakenteen lisäksi yrittäjien aikaisemmat menestyneet yritykset kasvattavat kertynyttä osaamista sekä verkostoja ja signaloivat laadukkaampaa yrittäjää pienentäen sijoittajan epävarmuutta. Tämän vuoksi sijoittajat tyypillisesti analysoivat omistusrakennetta sekä tiimiä ensimmäisenä, koska taloudellista informaatiota on saatavilla niukasti.

Näiden lisäksi yrityksen teknologian tasosta viestivät patentit sekä operatiivisen toiminnan metriikat signaloivat myös yrityksen tyyppiä epäsuorasti. Baum & Silverman (2004) empiirisen tutkimuksen havainnot tukevat patenttien toimivan tehokkaana signaloinnin välineenä kasvattaen todennäköisyyttä saada rahoitus. Lisäksi Conti ym. (2013) empiirinen tutkimus vahvistaa havaintoa esittäen, että 1 % nousu yrityksen hallussa olevissa patenteissa kasvatti pääomarahastojen sijoittamisen todennä-

¹ Myös välirahoitusinstrumenttien käyttäminen, kuten vaihtovelkakirjojen, on yleistä.

² Käsitteellä viitataan yrityksen ensimmäisiin rahoittajiin ennen enkeli- tai pääomarahastojen mukaan tuleamista. Nimensä mukaisesti tyypillisesti FFF sisältää yrittäjän lähipiirin jäseniä, kuten ystäviä ja perheenjäseniä.

³ Huomiona, on mahdollista, että lähipiiri sijoittaa myös rahoja muista syistä kuin rationaalisesta oman varallisuuden maksimoimisesta.

köisyyttä 46 %. Operatiivisen toiminnan seuraaminen kertoo perustajatiimin kyvystä johtaa kasvuyrityksen päivittäistä toimintaa. Esimerkiksi kasvuyrityksen markkinakiinnostus (traction) on vahva signaali projektin mahdollisesta laadusta. Baum & Silverman (2004) havaitsivat, että etenkin alamarkkinoilla (downstream) tehdyt kaupalliset sopimukset ja yhteistyöt viestivät kasvuyrityksen tuotteen kaupallisesta potentiaalista. Analysoimalla useita signaaleja sijoittaja voi pyrkiä rakentamaan paremman ymmärryksen yrityksen tyypistä.

Teknologian kehittäminen sekä metriikoiden edellyttämä operatiivinen toiminta vaatii panostusta tuotekehitykseen ja tehokasta liiketoiminnan suorittamista. Panostukset näihin edellyttävät huolellista rahoituksen hallintaa, jotta signalointi onnistuu. Myers & Majluf (1984) tutkimus tukee väitettä rahoituksen huolellisesta hallinnasta. Tutkimuksen mukaan rahoitusliikkumavara (financial slack) eli käteinen ja lainauskapasiteetti ovat oleellisia yrityksille, jotta ne voivat suorittaa kannattavia investointeja ilman uuden ulkoisen osakerahoituksen nostamista. Brown ym. (2011) korostavat tutkimuksessaan kassavarojen oleellisuutta tukemaan tuotekehitykseen liittyviä kustannuksia, etenkin jos makrotasolla talouteen kohdistuu shokkeja. Lisäksi Brown ym. (2011) havaitsivat empiirisessä tutkimuksessa, että kasvuyritykset käyttivät noin 75 % kassavaroistaan tuotekehityskustannuksiin taloudellisesti haastavina aikoina. Kasvuyritykset voivat ennakoida näitä shokkeja huolellisella kassanhallinnalla ja rahoitusliikkumavaraa kohentamalla. Rahoitusliikkumavaraa voidaankin pitää keskeisenä kasvua mahdollistavana osatekijänä rahoituskierrosten välillä.

Kasvuyrityksen signaloinnin voidaan ajatella olevan tehokkaimmillaan yhdistämällä useita toisiinsa tukevia signaaleja. Signaloinnin mahdollistamiseksi on oleellista huolehtia riittävästä rahoitusliikkumavarasta, jotta investoinnit onnistuvat mahdollistaen nopean kasvun. Kasvuyritysten rahoitusliikkumavaraa voidaan seurata kassan riittävyydellä rahoituskierroksien välillä (runway) sekä käteisen varallisuuden kulumisen nopeudella (burn rate). Nämä metriikat konkretisoivat yrityksen rahoitusaseman kuvaamalla resurssien kulumista sekä aikahorisonttia, jonka aikana yritys kykenee signaloinnin kannalta jatkamaan oleellisia investointeja. Ilman riittävää rahoitusliikkumavaraa on rekrytointi, teknologian kehitys ja asiakkaiden hankinta haastavampaa.

Erityispiirteitä omaavan alkuvaiheen kasvuyrityksen osakerahoitus haetaan tyypillisesti rahoituskiirroksissa pääomasijoittajilta. Pääomasijoittajat tarjoavat rahoituksen lisäksi kasvuyrityksille oleellista osaamista sekä verkostoja. Lisäksi pääomarahastojen käyttämät kontrollimekanismit soveltuvat erinomaisesti haitallisen valikoitumisen sekä moraalikadon ongelmiin.

2.3 Pääomasijoittaminen epäsymmetrisessä informaatioissa

Pääomasijoittaminen on rahoitusmuoto, joka on kehittynyt vastaamaan kasvuyritysten erityisiin rahoitustarpeisiin. Sijoituskohteena kasvuyritykset ovat epälikvidejä ja niiden tuoton varianssi on tyypillisesti korkeampi kuin pörssinoteeratuissa instrumenteissa. Nämä tekijät rajoittavat instituutionaalisten sijoittajien osallistumista suoriksi sijoittajiksi, jolloin he hyödyntävät pääomarahastoja.

Pääomarahastoissa pääomasijoittaja (VC) kerää pääoman rahastoon tyypillisesti usealta instituutionaaliselta taholta, kuten eläkeyhtiöiltä tai säätiöiltä, joita yleisesti kutsutaan Limited Partnereiksi (LP). Osapuolten välille muodostuu päämies-agentti-suhde, jossa LP delegoi sijoittamisen siihen erikoistuneelle VC:lle. Yleensä osa VC:n palkkiosta on sidottu osaksi rahaston taloudellista suoriutumista, joka puolestaan luo kannustimen VC:lle valita vain laadukkaita yrityksiä rahaston portfolioon. (Sahlman, 1990)

Tavoitteiden saavuttamiseksi VC:n haasteena on tunnistaa kasvuyrityksen tyyppi (haitallinen valikoituminen) sekä rakentaa kontrollimekanismit, joiden avulla yrityksen toiminta ohjataan rahaston kannalta edulliseksi (moraalikato).

Haitallinen valikoituminen ilmenee pääomasijoittamisessa siten, että epäsymmetrisen informaation vallitessa heikomman tyyppiset yrittäjät hakevat rahoitusta, kun taas laadukkaat yrittäjät voivat pitää omistuksen itsellään tai hankkia rahoitusta muualta. VC:n on vaikea analysoida yrityksen tyyppiä, koska ominaisuuksien, kuten yrittäjän osaamisen havaitseminen ennen sopimukseen astumista on haastavaa. (Amit ym., 1990)

VC pyrkii ratkaisemaan haitallisesta valikoitumisesta aiheutuvaa ongelmaa analysoimalla kasvuyrityksen tuottamia ja havaittavia signaaleja. Tutkimuksessa Hall & Hofer (1993) havaitsivat, että alkuvaiheessa ensimmäisiä oleellisia arviointikriteerejä olivat liiketoimintasuunnitelma ja markkinapotentiaali, koska yrittäjän tyyppiä on haastavaa havainnoida suoraan epäsymmetrisen informaation seurauksena. Myöhemmässä empiirisessä tutkimuksessa Fried & Hisrich (1994) puolestaan esittelivät oleelliseksi arviointikriteeriksi yrityksen johdon eli yrittäjien ominaisuudet. Toisaalta on perusteltua ajatella, että kyvykkäät yrittäjät valitsevat paremmat markkinat sekä tuottavat parempia liiketoimintasuunnitelmia, jolloin järkevät päätökset näihin liittyen voi mahdollisesti implikoida yrityksen tyyppiä. Nämä puolestaan tukevat Spencen (1973) ajatusta siitä, että laadukkaat toimijat voivat tuottaa signaaleja tehokkaammin.

Moraalikato ilmenee kohdeyhtiön saatua sijoituksen pääomarahastolta. Yrityksen kannustimena voi olla muuttaa omaa käyttäytymistään henkilökohtaisen intressin ajamiseksi. Esimerkiksi yrittäjä voi valita tai jatkaa kannattamatonta projektia, koska saa siitä henkilökohtaisia hyötyjä (Gompers,

1995). Voidaankin ajatella, että sijoittajan tavoitteena on suunnitella sijoituksen kontrollimekanismit niin, että molempien osapuolten intressit yhtenevät ja agenttikustannukset pysyvät matalina. Sahlman (1990) esitteli kolme mekanismia, joiden avulla agenttikustannuksia voidaan hallita: Rahoituskierrokset, sopimuksien strukturointi sekä aktiivinen osallistuminen.

Rahoituskierrokset mahdollistavat pääomarahastolle yrityksen toiminnan seuraamisen rahoituksen välissä, sisältäen reaalioption lopettaa projektin rahoitus kesken. Sahlman (1990) korostaa, että rahoituskierrokset ovat yksi parhaista keinoista kontrolloida moraalikadon ongelmaa, koska useasti yrittäjät eivät itse keskeyttäisi heikkoa projektia, mikäli pääomaa olisi saatavilla. Yrittäjät tiedostavat ja hyväksyvät rahoituksen asteittaisen nostamisen, koska yrityksen arvon kasvaessa rahoituskierrosten välillä on yrittäjän omistusosuus suurempi kuin mitä se olisi ollut, jos koko rahoitus olisi maksettu kerralla (Sahlman, 1990).

Sopimusten strukturoinnilla pyritään yhdenmukaistamaan osapuolien tavoitteet. Sopimukset voivat sisältää ehtoja päätöksenteon ja kontrollin kannalta. Konkreettisesti sopimukseen voidaan esimerkiksi kirjata etuoikeutettuja osakkeita, likviditeettipreferenssejä tai hallituspaikkoja sääteleviä ehtoja. Ehtojen tarkoituksena on parantaa pääomasijoittajan asemaa kasvuyrityksen suoriutuessa heikosti ja kannustaa kasvuyritystä maksimoimaan arvonsa. Esimerkiksi etuoikeutetut osakkeet luovat yrittäjälle kannustimen maksimoida yrityksen arvo, koska yrittäjän onnistuessa etuoikeutetut osakkeet vaihdetaan tavallisiksi osakkeiksi, mikä on yrittäjän intresseissä. Yhdessä sopimusehdot toimivat kontrollimekanismeina moraalikadon ongelmassa. Lisäksi heikkolaatuisen yrityksen ei välttämättä ole järkevää suostua ehtoihin, jolloin sopimusehdot myös auttavat sijoittajaa päättämään yrityksen laatua (Sahlman, 1990; Kaplan & Strömberg, 2003).

Sahlmanin (1990) mukaan aktiivisella osallistumisella sijoittaja voi itse pyrkiä kasvattamaan yrityksen arvoa, joka puolestaan kompensoi moraalikadosta mahdollisesti aiheutuvia kustannuksia. Sijoittaja voi auttaa esimerkiksi rekrytoinneissa tai liiketoimintastrategian suunnittelussa. Operatiivisen tukemisen lisäksi sijoittajat tyypillisesti ottavat hallituspaikkoja kohdeyrityksestä. Hallituksessa oleminen mahdollistaa sijoittajalle merkittävien päätösten valvomisen, sekä kasvuyrityksen johdon vaihtamisen, mikäli merkittäviä rikkeitä tai heikkoa suorittamista on kestänyt pidempään.

Vaikka kontrollimekanismit tarjoavat ratkaisuja moraalikatoon, haitallisen valikoitumisen ongelma on haastavampi ratkaista. Seuraava luku esittää formaalin mallin, mikä tarkastelee sijoittajan kohdeyrityksen valintaa päättämällä yrityksen tyyppin havaituista signaalista sekä signaalin jälkeisestä pääomasta.

3 FORMAALI MALLI

Luvussa 2.3 havaittiin, että VC:n tavoitteena on tunnistaa yrityksen tyyppi ja pyrkiä valitsemaan rahastoon vain laadukkaita yrityksiä. Tässä luvussa esitettävä malli formalisoi sijoittajan kohtaaman episteemisen eli tietoon liittyvän ongelman yrityksen laadusta. Kolmen ajanhetken (t_0, t_1, t_2) mallin keskeinen kysymys on; milloin havaittu signaali yhdessä signaalin tuottamisen jälkeisen pääoman kanssa sisältää sijoittajalle riittävästi informaatiota, joka mahdollistaa yrityksen tyyppin päättelyn. Mallissa tarkastellaan siis analyttisesti haitallisesta valikoitumisesta aiheutuvaa ongelmaa.

Mallin intuitio on seuraava: Sijoittaja ei ajanhetkellä t_0 tiedä yrityksen laatua, koska ei havaitse yrityksen ominaisuuksia, joiden kombinaatio puolestaan muodostaa yrityksen tyyppin. Sijoittajan kohtaama epävarmuus havainnollistetaan mahdollisten maailmojen avulla, jotka ovat abstrakteja episteemisiä tiloja, joita sijoittaja pitää mahdollisena. Sijoittaja voi siis esimerkiksi pitää mahdollisena, että kasvuyrityksellä on hyvä teknologian taso, mutta heikko tiimi tai vastaavasti, että yrityksen teknologian taso on hyvä ja tiimi on vahva. Ajanhetken t_0 informaatiolla sijoittaja siis pitää kaikkia kombinaatioita mahdollisina, eikä näin ollen tiedä yrityksen tyyppiä.

Ajanhetkellä t_1 kasvuyritys on tuottanut signaalin, jonka sijoittaja havaitsee ja päättelee, että minkä ominaisuuksien kombinaation kanssa havaittu signaali voisi olla mahdollinen. Sijoittajan on siis signaalin perusteella mahdollista supistaa mahdollisia maailmoja, joiden kanssa hänen mielestään havaittu signaali ei ole yhteensopiva. Signaali ei itsessään vielä paljasta sijoittajalle yrityksen tyyppiä, koska heikon laatuinen yritys olisi hyvin voinut matkia laadukasta yritystä.

Mallin viimeisellä ajanhetkellä t_2 sijoittaja analysoi due diligence -prosessin yhteydessä kasvuyrityksen rahoitusasemaa. Sijoittaja havaitsee prosessin yhteydessä kasvuyrityksen jäljellä olevan pääoman K_1 , jonka avulla sijoittajan on mahdollista päätellä yrityksen tyyppi. Jos sijoittaja onnistuu päättelyssään ja tunnistaa yrityksen laadukkaaksi voi hän tehdä sijoituspäätöksen.

Malli pohjautuu aikaisempaan tutkimukseen liittyen epäsymmetriseen informaatioon. Luvuissa 2.0–2.3 pohjustetaan tätä teoriaa. Mallissa pääasiallisena taustaintuitiona toimii Spencen (1973) klasminen tutkimus työmarkkinasignaloinnista sovellettuna pääomasijoittamisen kontekstiin. Tästä tutkimuksesta on otettu signaalin tuottamiseen liittyvät kustannuserot, muuttumattomat ominaisuudet sekä manipuloitavat ominaisuudet eli signaalit. Lisäksi Akerlofin (1970) tutkimuksesta on otettu toimijan tyyppin määrittelyyn liittyvät aspektit.

Aikaisemmissa tutkimuksissa epäsymmetrisen informaation mallinnuksessa on käytetty esimerkiksi peliteoreettista-tai todennäköisyyksiin perustuvaa lähestymistapaa. Peliteoreettisella mallinnuk-

sella voidaan analysoida strategista vuorovaikutusta, josta voidaan johtaa tasapainotilat. Mallin tarkoituksena ei kuitenkaan ole tarkastella strategista vuorovaikutusta vaan tarkastella sijoittajan päätelyä. Bayes-laskentaa voitaisiin soveltaa tämän kaltaisiin tilanteisiin, joissa toimijalla on prioritietoa sekä uuden tiedon eli posteritiedon tultua päivittää todennäköisyyksiään. Haasteena olisi kuitenkin määrittellä prioritiedot, eli yritysten tyyppien osuuksien jakautuminen, sekä tähän liittyvien oletusten rakentaminen. Bayes-laskenta on todennäköisyyksiin perustuva, mutta mallin tarkoitus ei ole käyttää todennäköisyyslaskentaa vaan pyrkiä tarkastelemaan diskreetisti, milloin sijoittajalla on riittävästi informaatiota päätöksen tekemiseen.

3.1 Metodologia

Pääomasijoittajan kohtaama ongelma on episteeminen. Tutkielman metodologinen lähestymistapa on valittu siten, että episteeminen ongelma voidaan mallintaa mielekkäästi. Tutkielman keskeisinä työkaluina toimii erityisesti joukko-oppi sekä malliteoreettinen kehikko. Joukko-opin avulla mallin tekijät kategorisoidaan tarkasti sekä joukkojen avulla voidaan mallintaa sijoittajan mahdollisina pitämät asiointilat sekä mahdollisuuksien päivittyminen havaitun signaalin pohjalta.

Malliteoriaa hyödyntävä lähestymistapa on valittu, jotta sijoittajan kohtaama epävarmuus voidaan esittää täsmällisesti diskreetteinä tiloina. Diskreetti lähestymistapa on valittu, koska tarkastelun kohteena on rajattava yrityksen tyyppi sekä yksilöivät signaalit, eikä tavoitteena ole kuvata todennäköisyyksiä ilmiöön liittyen vaan tarkastella mitä tiloja sijoittaja pitää mahdollisena annetulla informaatiolla.

Tutkielmassa hyödynnetään filosofisesta kirjallisuudesta Saul Kripken (1963) kehittelemää mahdollisten maailmojen semantiikkaa. Mahdollisten maailmojen semantiikan voidaan ajatella olevan malliteorian laajennus. Mahdollisten maailmojen avulla voidaan analysoida modaalisia käsitteitä eli mahdollisuuksia ja välttämättömyyksiä. Mahdollisuuden avulla voidaan mallintaa haitallinen valikointuminen liittyen yrityksen tyyppiin intuitiivisesti, eli voidaan ajatella, että ”on mahdollista, että yritys on laadukas”.

Lisäksi mallissa hyödynnetään Jaakko Hintikan (1962) kehittelemää episteemistä logiikkaa, mikä on modaalilogiikan sovellusalue. Hintikka esitteli kaksi modaalioperaattoria *K* (*knowledge*) ja *B* (*belief*), joista tässä työssä hyödynnetään ensimmäistä. Sen avulla tarkastellaan täsmällisesti sijoittajan tietämystä yrityksen tyyppistä annetun mahdollisen maailman suhteen.

Tässä työssä mahdollisia maailmoja hyödynnetään formaalissa mallissa, sekä modaliteetit toimivat taustaintuitiona. Filosofisia elementtejä käytetään formaaleina työkaluina, eikä tutkielma ota kantaa niiden ontologiseen asemaan tai niihin liittyviin laajempiin metafyyisiin kysymyksiin.

3.2 Keskeiset käsitteet

Määritetään seuraavien käsitteiden merkitys tässä mallissa: yrityksen tyyppi ja ominaisuudet, mahdolliset maailmat sekä aktuaalinen maailma.

Yrityksen tyyppi $T(w_i) \in \{T_G, T_W\}$ on kiinteä ominaisuus eli sellainen, johon yritys ei itse voi mallissa vaikuttaa. Tämä vastaa Spencen (1973) ajatusta siitä, että toimijan taustalla on jokin ennalta annettu muuttumaton ominaisuus, kuten työntuottavuus. Yrityksen muuttumaton tyyppi rakentuu ominaisuuksista. Ominaisuuksia voi olla esimerkiksi yrittäjien sitoutuminen yritykseen, toimialatuntemus, yrityskulttuuri, tai yrittäjien välinen dynamiikka. Näistä ominaisuuksista on mahdollista muodostaa useita kombinaatiota, jotka voisivat olla mahdollisia annetulle yritykselle, eikä sijoittaja tiedä mitkä ominaisuuksista aktualisoivat mallissa.

Mahdolliset maailmat kuvaavat tässä tutkielmassa sijoittajan kannalta episteemisiä mahdollisuuksia. Maailmoja on useita, koska sijoittaja pitää usean erilaisen ominaisuuksien kombinaation olevan mahdollinen yritykselle. Epäsymmetrisen informaation seurauksena sijoittaja ei havaitse näitä ominaisuuksia, ja mahdollisilla maailmoilla kuvataan tätä epäsymmetrisestä informaatiosta aiheutuvaa episteemistä epävarmuutta.

Aktuaalinen maailma w^* tarkoittaa todellista maailmantilaa mallin sisällä, muut maailmat kuin aktuaalinen maailma ovat siis puhtaasti episteemisiä mahdollisuuksia, eivätkä konkreettisia maailmoja. Ne ovat siis abstrakteja, eli ajattomia ja paikattomia.

3.3 Oletukset

Malliin on tehty tutkimusartikkeleihin perustuvia oletuksia, jotta tarkasteltava ilmiö on saatu rajattua mielekkäästi. Tutkielmassa keskitytään erityisesti epäsymmetrisen informaation aiheuttamaan tiedolliseen epävarmuuteen, eikä mallin tarkoituksena ole kuvata kaikkia pääomasijoittamiseen vaikuttavia tekijöitä.

Oletetaan aktuaaliseen maailmaan w^* kasvuyritys ja pääomasijoittaja. Oletetaan lisäksi äärellinen määrä abstrakteja mahdollisia maailmoja w_i , joiden joukkoa merkitään W . Akerlofin (1970) pohjautuen oletetaan yrityksellä olevan aktuaalisessa maailmassa tyyppi, mikä on mallin havainnollistavassa esimerkissä laadukas $T(w^*) = T_G$. Jokaisessa mahdollisessa maailmassa yrityksellä on tyyppi, joka on laadukas tai heikko $T(w_i) \in \{T_G, T_W\}$. Lisäksi kaikissa maailmoissa kasvuyrityksen toiminta alkaa ajanhetkellä t_0 alkupääomalla \mathbf{K}_0 .

Sijoittaja ei epäsymmetrisen informaation seurauksena tiedä mikä mahdollisista maailmoista $w_i \in W$ on aktuaalinen maailma w^* . Sijoittajan tavoitteena on siis tunnistaa se mahdollinen maailma w_i , joka vastaa aktuaalista maailmaa w^* . Koska yrityksen tyyppi riippuu sen ominaisuuksista, jotka puolestaan riippuvat maailmasta w_i , ei sijoittaja tiedä yrityksen tyyppiä $T(w_i) \in \{T_G, T_W\}$ aktuaalisessa maailmassa mallin alussa ajanhetkellä t_0 . Spencen (1973) signaaliteoriaan pohjautuen oletetaan, että laadukas yritys tuottaa signaalin edullisemmin kuin heikko yritys, jos molemmat valitsevat saman signaalin.

Kasvuyrityksen oletetaan toimivan rationaalisesti. Mallissa oletetaan, että rationaalinen kasvuyritys tavoittelee rahoitusta, koska haluaa saavuttaa nopeaa kasvua. Mallissa oletetaan lisäksi, että pääomasijoittajan tavoitteena on maksimoida rahaston tuotto, koska LP:t vaativat korkeaa tuottoa kattamaan riskin, kuten Sahlmanin (1990) tutkimuksessa ilmenee. VC:n tavoitteena on pyrkiä valitsemaan vain laadukkaita yrityksiä pääomarahaston portfolioon, jotta tavoite toteutuisi.

Pohjautuen Myers & Majluf (1984) tutkimukseen, sekä Brown ym. (2011) empiriaan, oletetaan kasvuyrityksen pyrkivän ylläpitämään korkeaa rahoitusliikkumavaraa. Tämän perusteella päätellään, ettei se halua ylipanostaa signaalin tuottamiseen.

Näin ollen mallin tulkinta rajoittuu tilanteisiin, joissa sijoituspäätökseen liittyy epäsymmetrisestä informaatiosta syntyvää epävarmuutta, etenkin haitallisesta valikoitumisesta aiheutuvaa epävarmuutta liittyen yrityksen laatuun. Mallin johtopäätökset perustuvat näihin oletuksiin, joiden vallitessa signaaloinnin toimivuutta yhdessä pääoman kanssa tarkastellaan.

3.4 Mallinnus

Malli koostuu kuudesta osasta. Mallin osiot ovat: (3.4.1) mallin rakenne, (3.4.2) signaalit osana mallia, (3.4.3) maailman tilanne ajanhetkellä t_0 , (3.4.4) signaalin valitseminen, (3.4.5) mahdollisuuksien joukon päivittyminen ajanhetkellä t_1 , (3.4.6) maailman tilanne ajanhetkellä t_2 .

3.4.1 Mallin rakenne

Määritellään mallin perustaksi *Kripke*-rakenne,

$$M = \langle W, R, V \rangle,$$

missä W on mahdollisten maailmojen joukko, $R \subseteq W^2$ sijoittajan episteemisiä mahdollisuuksia kuvaava relaatio ja V tulkintafunktio.

Mahdollisten maailmojen joukko, $W = \{w_0, w_1, w_2, \dots, w_n\}$, sisältää yrityksen tyyppiä koskevia tiloja. Havainnollistavana esimerkkinä käytetään neljän mahdollisen maailman mallia $W = \{w_0, w_1, w_2, w_3\}$ ⁴. Lisäksi määritetään aktuaalinen maailma $w^* \in W$, mutta epäsymmetrisen informaation vuoksi sijoittaja ei tiedä mikä, joukon W maailmoista on aktuaalinen, eli mille $w_i \in W$ pätee $w^* = w_i$.

Relaatio $R \subseteq W^2$ on suhde kahden mahdollisen maailman välillä. Notaatio W^2 tarkoittaa mahdollisten maailmojen karteesista tuloa⁵, eli kaikkien mahdollisten maailmaparien joukkoa. Oletetaan relaatioiden ominaisuuksiksi refleksiivisyys, symmetrisyys sekä transitiivisuus⁶. Tässä tutkielmassa saavutettavuusrelaatio R määrittää ne mahdolliset maailmat, joita sijoittaja pitää episteemisesti mahdollisina.

Tulkintafunktio V , kertoo missä maailmoissa annettu propositio eli väitelauseen sisältö on tosi. Määritellään propositio p , mikä ilmaisee yrityksen vallitsevan tyyppin $T(w_i) \in \{T_G, T_W\}$ annetussa mahdollisessa maailmassa w_i ,

⁴Mahdollisten maailmojen määrä on valittu mielivaltaisesti, ehtona kuitenkin äärellisyys $|W| = n, \exists n \in \mathbb{N}$. Rajallisuus-ehto on oleellinen, jotta mahdollisuuksien joukko voidaan esittää täsmällisesti havainnollistavassa esimerkissä.

⁵Mallin havainnollistavan esimerkin mukainen karteesinen tulo on mahdollisten maailmojen järjestettyjen parien joukko: $W^2 = W \times W = \{\langle w_0, w_0 \rangle, \langle w_0, w_1 \rangle, \langle w_0, w_2 \rangle, \langle w_0, w_3 \rangle, \dots, \langle w_3, w_2 \rangle, \langle w_3, w_3 \rangle\}$. Relaatio R kuvastaa suhdetta mahdollisten maailmojen järjestetyn parin $\langle w_i, w_j \rangle$ välillä.

⁶Refleksiivisyys $\forall w(wRw)$ episteemisen mallintamisen yhteydessä tarkoittaa, että tarkasteltava maailma on itsessään toimijan näkökulmasta mahdollinen. Symmetrisyys $\forall w \forall w'(wRw' \rightarrow w'Rw)$ ilmaisee, että jos sijoittaja ei kykene erottamaan maailmaa w maailmasta w' , ei hän kykene myöskään erottamaan maailmaa w' maailmasta w . Transitiivisuuden $\forall w \forall w' \forall w''(wRw' \wedge w'Rw'' \rightarrow wRw'')$ avulla sijoittajan episteeminen mahdollisuuksien rakenne pysyy johdonmukaisena.

$p = \text{Yritys on laadukas } (T_G).$

Tällöin $\neg p$ tarkoittaa, että yrityksen tyyppi on heikko (T_W). Tulkintafunktio jakaa maailmat kahteen joukkoon yrityksen tyyppin mukaan. Joukkoja voidaan merkata myös mallin esimerkin mukaisesti,

$$W_G = V(p) = \{w_0, w_1\}, \quad W_W = V(\neg p) = \{w_2, w_3\}$$

Määritetään lisäksi modaalioperaattori K (tietää), sekä $K_I p$: ”Sijoittaja tietää, että yritys on laadukas (p)”⁷.

3.4.2 Signaalit osana mallia

Signaalit esitetään joukkona,

$$\mathbf{S} = \{s_1, s_2, s_3, \dots, s_n\}.$$

Havainnollistavassa esimerkissä olkoon $\mathbf{S} = \{s_1, s_2, s_3\}$. Lisäksi määritetään kuvaus, minkä avulla signaalit yhdistetään osaksi mahdollisia maailmoja eli osaksi mallin rakennetta,

$$\theta : W \rightarrow \mathcal{P}(\mathbf{S}),$$

missä $\theta(w_i)$ kuvaa signaaleja, jotka ovat mahdollisia maailmassa w_i ⁸ ja $\mathcal{P}(\mathbf{S})$ on puolestaan signaalien potenssijoukko⁹. Kuvaus siis yhdistää jokaiseen mahdolliseen maailmaan w_i yhden signaalin sijasta signaalien joukon, jotka olisivat yhteensopivia kyseisen maailman kanssa¹⁰. Mahdolliset maailmat w_i sisältävät yrityksen tyyppin $T(w_i)$, mikä puolestaan vaikuttaa signaalin tuottamisen kustannuksiin. Tämän vuoksi kaikki signaalit eivät ole mahdollisia kaikissa maailmoissa. Kuvaus on siis osa mallin rakennetta ja määrittelee mitkä signaalit ovat mahdollisia missäkin maailmoissa yhdistämällä maailmat $W = \{w_0, w_1, w_2, w_3\}$ signaalien potenssijoukkoihin $\mathcal{P}(\mathbf{S})$.

⁷Totuusmääritelmät ovat osa mahdollisten maailmojen semantiikkaa. Semantiikan avulla määritetään mitä jokin merkki, sana tai lause tarkoittaa. Mahdollisten maailmojen semantiikan totuusehdot ovat sidottu mallin M määrittelyyn. Eli yritys on laadukas (p) maailmassa w_i : $M, w_i \models p \leftrightarrow w_i \in V(p)$. Vastaavasti yritys on heikko ($\neg p$): $M, w_i \models \neg p \leftrightarrow M, w_i \not\models p$. Lisäksi sijoittajan tietämistä propositiota p kohtaan ($K_I p$) käsittelevä modaalioperaattorin K totuusehto on: $M, w_i \models K_I p \leftrightarrow \forall w' (w_i R w' \rightarrow M, w' \models p)$.

⁸Kuvaus eli funktio yhdistää lähtöjoukon $W = \{w_0, w_1, w_2, w_3\}$ alkioit täsmälleen yhteen maalijoukon $\mathcal{P}(\mathbf{S})$ alkioon.

⁹Potenssijoukko $\mathcal{P}(\mathbf{S})$ tarkoittaa signaalijoukon \mathbf{S} kaikkien osajoukkojen joukkoa. Mallin esimerkin mukaisesti $\mathbf{S} = \{s_1, s_2, s_3\}$, $\mathcal{P}(\mathbf{S}) = \{\emptyset, \{s_1\}, \{s_2\}, \{s_3\}, \{s_1, s_2\}, \{s_1, s_3\}, \{s_2, s_3\}, \{s_1, s_2, s_3\}\}$.

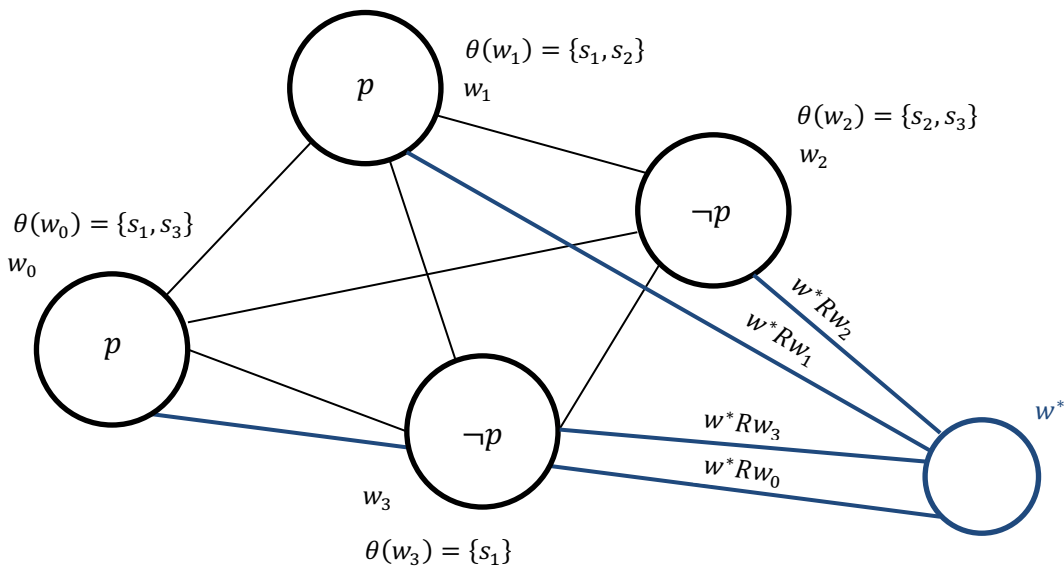
¹⁰Esimerkiksi $\theta(w_i)$ voisi olla $\theta(w_0) = \{s_1, s_3\}$, $\theta(w_1) = \{s_1, s_2\}$, $\theta(w_2) = \{s_2, s_3\}$, $\theta(w_3) = \{s_1\}$. $\mathcal{P}(\mathbf{S})$ tarvitaan siksi, että yhdessä maailmassa voi olla useampi yhteensopiva signaali, kuten $\theta(w_0), \theta(w_1), \theta(w_2)$.

3.4.3 Maailman tilanne ajanhetkellä t_0

Epäsymmetrisen informaation seurauksena sijoittaja ei tiedä yrityksen tyyppiä aktuaalisessa maailmassa w^* ajanhetkellä t_0 . Epätietoisuus esitetään formaalisti $M, w^* \notin K_I p$. Sijoittajan relaatio mahdollisia episteemisiä tiloja kohtaan on oletusten nojalla universaali eli $w^* R w_i, \forall w_i \in W$. Sijoittaja on siis relaatiossa jokaisen mallin maailman w_i kanssa. Tästä muodostuu sijoittajan mahdollisuuksien joukko ajanhetkellä t_0 ,

$$\Omega_{t_0} = \{w_i \in W \mid w^* R w_i\} = W.$$

Sijoittaja ei siis kykene ennen signaalin ilmaantumista poissulkemaan yhtään mahdollista maailmaa, jolloin kaikki mallin mahdolliset maailmat ovat episteemisesti saavutettavissa. Koska yrityksen tyyppi on osa jokaisen maailman rakennetta, tästä seuraa, että sijoittaja pitää mahdollisena, että yrityksen tyyppi voi olla laadukas tai heikko. Tämä kuvastaa sijoittajan kohtaamaa haitallisen valikoitumisen ongelmaa eli tilannetta, jossa sekä laadukkaat että heikot kasvuyritykset hakevat rahoitusta pääomasijoittajilta. Mahdollisuuksien joukko Ω_{t_0} kuvastaa siis sijoittajan episteemistä epävarmuutta, joka johtuu epäsymmetrisestä informaatiosta. Kuvio 1 havainnollistaa mallin tilannetta ajanhetkellä t_0 .



Kuvio 1 Mallin tilanne ajanhetkellä t_0 . Kuvassa aktuaalinen maailma w^* on merkattu erikseen selkeyden vuoksi, mallissa se on jokin W :n alkio. Kuvaan on visualisoitu maailmojen joukko $W = \{w_0, w_1, w_2, w_3\}$ sekä sinisellä relaatiot sijoittajan ja maailmojen välillä. Mustalla on merkattu maailmojen keskinäiset relaatiot. $\theta(w_i)$ visualisoi signaalien yhteensopivuuden kyseisen maailman w_i kanssa. Sijoittajan mahdollisuuksien joukko on $\Omega_{t_0} = W$, eikä sijoittaja siis tiedä yrityksen tyyppiä $M, w^* \notin K_I p$.

3.4.4 Signaalin valitseminen

Kasvuyritys valitsee ja tuottaa yhden signaalin $s \in \mathbf{S}$ aktuaalisessa maailmassa w^* ajanhetkien t_0 ja t_1 välillä. Olkoon mallin havainnollistavassa esimerkissä se s_2 . Luvussa 2.2.2 on esitetty kasvuyrityksiin liittyviä signaaleita joita \mathbf{S} :n alkioit voisivat olla. Signaalin kustannus $C(s_i, T(w_i))$ riippuu valitusta signaalista s_i sekä annetusta muuttumattomasta ominaisuudesta eli yrityksen tyypistä $T(w_i)$. Laadukas yritys T_G kykenee tuottamaan signaalin edullisemmin kuin heikko yritys T_W , $C(s_i, T_G) < C(s_i, T_W)$. Kasvuyritys pyrkii tuottamaan signaalin pienimmällä mahdollisella kustannuksella niin että se riittää supistamaan sijoittajan mahdollisuuksien joukkoa Ω_{t_0} , sekä ylläpitämään korkeaa pääoman \mathbf{K}_1 tasoa¹¹. Signaalin tuottamisen jälkeinen pääoma määritellään,

$$\mathbf{K}_1(s_i, T(w_i)) = \mathbf{K}_0 - C(s_i, T(w_i)),$$

missä \mathbf{K}_0 on mallin aloituspääoma. Määritetään pääoman kynnysehto $\check{\mathbf{K}}^{12}$, joka on riittävä pääoman määrä, jolla kasvuinvestoinnit rahoituskierroksien välillä ovat vielä mahdollisia. Yritys pyrkii siis ylläpitämään pääoman \mathbf{K}_1 tasoa siten, että $\mathbf{K}_1 \geq \check{\mathbf{K}}$. Yrityksille pätee kustannuksiin perustuva ehto $\mathbf{K}_1(s_i, T_G) > \mathbf{K}_1(s_i, T_W)$, $\forall i$ eli laadukkaana tyypin yrityksen T_G pääoma on suurempi signaalin tuottamisen jälkeen kuin heikon tyypin yrityksen T_W , jos ne tuottaisivat saman signaalin s_i .

Signaalit sisältävät informaatiota. Määritetään signaalin informaatioisisältö $I(s_i)$ signaalikohtaisena informaation määränä, joka vaihtelee signaalin s_i perusteella. Määritetään informaatiokynnys $\check{\mathbf{I}}^{13}$, joka on se raja, jolloin sijoittajalla on riittävästi informaatiota poissulkemaan mahdollisia maailmoja pois mahdollisuuksien joukostaan Ω_{t_0} . Signaalin on siis toteutettava ehto $I(s_i) \geq \check{\mathbf{I}}$, jotta se mahdollistaa maailmojen rajaamisen pois. Kasvuyrityksen on mahdollista approksimoida sijoittaja kohtainen $\check{\mathbf{I}}$, jolloin se pyrkii välttämään liian suurta panostusta korkean vaihtoehtoiskustannuksen seurauksena eli $I(s) > \check{\mathbf{I}}$. Kuitenkaan yritys ei halua tuottaa signaalia, mikä sisältää liian vähän informaatiota $I(s) < \check{\mathbf{I}}$, koska tällöin sijoittajalla ei ole riittävästi informaatiota mahdollisuuksien joukon päivittämiseen. Lisäksi suurempi informaatioisisältö ei aina korreloi suuremman kustannuksen kanssa.

¹¹Mallin pääomamuuttuja \mathbf{K} on abstrahointi kasvuyrityksen rahoitusasemasta \mathbf{K}_i hetkellä t_i . Pääomamuuttuja kytkeytyy Myers & Majluf (1984) esittelemään rahoitusliikkumavaran (financial slack) teoriaan. Lisäksi pääoman muutos $\mathbf{K}_1 - \mathbf{K}_0$ indikoi epäsuorasti burn rate:a. Vastaavasti kasvuyrityksen runway voidaan arvioida epäsuorasti tarkastelemalla pääoman muutosta, sekä jäljellä olevaa pääomaa \mathbf{K}_i annetulla ajanhetkellä t_i . Yrityksen käyttäessä resursseja signaalin tuottamiseen sen burn rate kasvaa sekä runway lyhenee. Yhdessä nämä supistavat yrityksen rahoitusliikkumavaraa.

¹²Pääoman kynnysehto $\check{\mathbf{K}}$ on eksogeeninen parametri, joka otetaan annettuna mallin ulkopuolelta. Ehto pohjautuu myös edellisen alaviitteen (12) tavoin rahoitusliikkumavaran konseptiin.

¹³Informaatiokynnys $\check{\mathbf{I}}$ on eksogeeninen parametri, joka otetaan annettuna. Informaatiokynnys voidaan tulkita sijoittajan preferensseihin liittyväksi muuttujaksi. Esimerkiksi syväteknologiaan erikoistunut sijoittaja voi vaatia suurempaa informaatiota liittyen yrityksen teknologian tasoon kuin generalistisijoittaja, jolloin $\check{\mathbf{I}}$ on korkeampi. Lisäksi mallin oletuksissa esitettiin vain yksi sijoittaja, ja voidaan olettaa, että kasvuyritys tietää sijoittajan preferenssit ja pystyy arvioimaan $\check{\mathbf{I}}$:n riittävällä tarkkuudella.

Yrityksen tavoitteena on valita signaali siten, että molemmat ehdot $\mathbf{K}_1 \geq \check{\mathbf{K}}$ ja $I(s) \geq \check{\mathbf{I}}$ toteutuvat. Aikaisempiin kustannuksiin pohjautuviin oletuksiin voidaan laadukkaalle kasvuyritykselle esittää,

$$\exists s_i ((\mathbf{K}_1(s_i, T_G) \geq \check{\mathbf{K}}) \wedge (I(s_i) \geq \check{\mathbf{I}})).$$

Eli sille on olemassa signaali, mikä toteuttaa molemmat ehdot. Vastaavasti heikolle yritykselle pätee ehto,

$$\nexists s_i ((\mathbf{K}_1(s_i, T_W) \geq \check{\mathbf{K}}) \wedge (I(s_i) \geq \check{\mathbf{I}})).$$

Tämä voidaan päätellä oletusten perusteella seuraavasti; Koska $C(s_i, T_G) < C(s_i, T_W), \forall i$ niin seuraa $\mathbf{K}_1(s_i, T_G) > \mathbf{K}_1(s_i, T_W), \forall i$. Tästä seuraa, $\exists s_i, (\mathbf{K}_1(s_i, T_G) \geq \check{\mathbf{K}}) \wedge (\mathbf{K}_1(s_i, T_W) < \check{\mathbf{K}})$. Informaatioehto $I(s_i) \geq \check{\mathbf{I}}$ ei riipu yrityksen tyypistä, jolloin heikon tyypin on mahdotonta täyttää molemmat ehdot. Toisin sanoen heikolla yrityksellä ei ole olemassa sellaista signaalia, joka täyttäisi molemmat ehdot samaan aikaan. Heikon tyypin yrityksen on kuitenkin mahdollista matkia laadukkaamman yrityksen signaalia, mutta samalla aloituspääoman \mathbf{K}_0 tasolla syntyy matkiessa tilanne, jossa heikon tyypin yrityksen pääoma ei ylitä pääoman kynnysehtoa molempien tuottaessa saman signaalin. Heikon tyypin yrityksen voi silti olla perusteltua matkia laadukasta yritystä, koska rahoituksen saaminen kasvattaa yrityksen kasvumahdollisuuksia merkittävästi. Lisäksi voisi olla mahdollista, ettei sijoittaja huomaisi matkimista.

3.4.5 Mahdollisuuksien joukon päivittyminen ajanhetkellä t_1

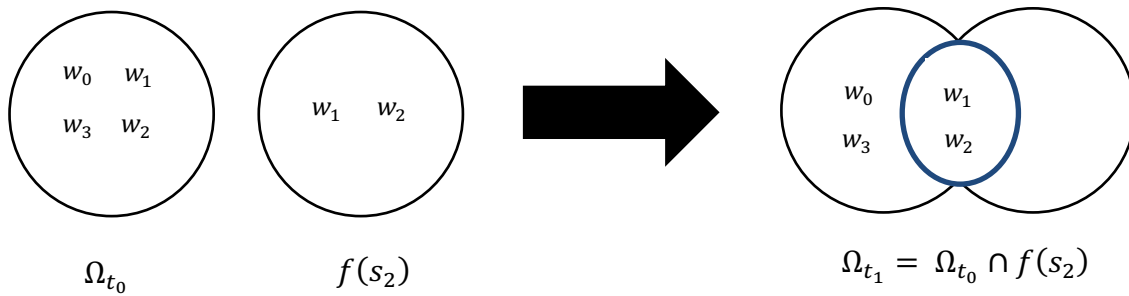
Sijoittaja havaitsee yrityksen tuottaman signaalin ajanhetkellä t_1 . Sijoittajan mahdollisuuksien joukko Ω_{t_0} päivittyy havaitun signaalien perusteella, jos signaalin informaatioisältö $I(s)$ on riittävä $I(s) \geq \check{\mathbf{I}}$. Määritellään päättelyfunktio $f(s_i)$, minkä avulla sijoittaja pyrkii päättelemään yrityksen tyypin havaitun signaalin perusteella,

$$f(s_i) = \{w_i \in W \mid s_i \in \theta(w_i)\} \subseteq W.$$

Tällöin jokaista signaalia s_i vastaa niiden maailmojen joukko, joissa kyseinen signaali on yhteensopiva mahdollisen maailman tilan kanssa. Päättelyfunktio $f(s_i)$ kuvaa signaalien näkökulmasta ne maailmat, joissa signaali on yhteensopiva maailmantilan kanssa. Mahdollisuuksien joukko päivittyy ajanhetkellä t_1 jos $I(s_i) \geq \check{\mathbf{I}}$,

$$\Omega_{t_1} = \Omega_{t_0} \cap f(s_i).$$

Jos olisi $I(s_i) < \check{I}$ niin silloin olisi $\Omega_{t_1} = \Omega_{t_0}$. Sijoittajan uusi mahdollisuuksien joukko mallin havainnollistavassa esimerkissä on $\Omega_{t_1} = \{w_1, w_2\}$ ¹⁴. Sijoittaja ei voi vielä tehdä sijoituspäätöstä, koska ei voi varmistua yrityksen tyypistä. $\theta(w_i)$ ei erota signaalin alkuperää eli sitä onko kyseessä matkimalla tuotettu signaali vai laadukkaan yrityksen tuottama aito signaali. Sijoittaja ei siis vielä tiedä yrityksen tyyppiä $M, w^* \notin K_I p$ mahdollisen matkimisen seurauksena, vaan tarvitsee myös tiedon yrityksen pääomasta \mathbf{K}_1 . Kuvio 2 havainnollistaa sijoittajan mahdollisuuksien joukon päivittymistä ja uutta joukkoa Ω_{t_1} .



Kuvio 2 Mahdollisuuksien joukon päivittyminen. Sijoittajan alkuperäinen Ω_{t_0} joukko päivittyy ajanhetkellä t_1 uudeksi joukoksi Ω_{t_1} . Päivitys on Ω_{t_0} ja $f(s_2)$ leikkaus (\cap), jota sininen alue havainnollistaa.

3.4.6 Maailman tilanne ajanhetkellä t_2

Ajanhetkellä t_2 sijoittaja analysoi mahdollisuuksien joukon $\Omega_{t_1} = \{w_1, w_2\}$ maailmoja hyödyntämällä signaalin jälkeistä pääomaa \mathbf{K}_1 . Sijoittaja tietää, että signaalin kustannus on suurempi heikon tyypin yritykselle $C(s_i, T_G) < C(s_i, T_W)$ ja hyödyntää siksi pääomaa \mathbf{K}_1 päättelyssään. Malli olettaa, että sijoittaja havaitsee toisen ehdoista $\mathbf{K}_1 \geq \check{\mathbf{K}}$ tai $\mathbf{K}_1 < \check{\mathbf{K}}$ due diligence -prosessin yhteydessä. Sijoittajalle riittää, että hän identifioi mahdolliset matkijat eli heikon tyypin yritykset T_W pois mahdollisuuksien joukosta Ω_{t_1} . Tästä sijoittaja voi päätellä, että mikäli hän havaitsee matkijat pääoman \mathbf{K}_1 avulla, jäljelle jäävät yritykset laadukkaita yrityksiä T_G . Sijoittaja siis analysoi joukon Ω_{t_1} maailmojen pääoman \mathbf{K}_1 sekä pääomakynnyksen $\check{\mathbf{K}}$ välistä suhdetta. Havainnollistavan esimerkin mukaisesti sijoittaja analysoi maailmoja w_1 ja w_2 siten että,

$$(w_1 \in \Omega_{t_1}) \wedge (\mathbf{K}_1 \geq \check{\mathbf{K}}) \rightarrow T(w_1) = T_G \text{ eli } w_1 \in W_G = V(p),$$

¹⁴Jos käytetään havainnollistavan esimerkin rakennetta eli, $\theta(w_0) = \{s_1, s_3\}$, $\theta(w_1) = \{s_1, s_2\}$, $\theta(w_2) = \{s_2, s_3\}$, $\theta(w_3) = \{s_1\}$ ja yrityksen tuottama signaali on s_2 tällöin $f(s_2) = \{w_i \in W \mid s_2 \in \theta(w_i)\} = \{w_1, w_2\}$, koska $s_2 \in \theta(w_1), s_2 \in \theta(w_2)$. Mahdollisuuksien joukon päivityksessä: $\Omega_{t_0} \cap f(s_2) = \{w_0, w_1, w_2, w_3\} \cap \{w_1, w_2\}$. Uusi joukko on siis $\{w_1, w_2\}$ ja sijoittaja voi poissulkea mahdolliset maailmat w_0, w_3 , koska $s_2 \notin \theta(w_0), s_2 \notin \theta(w_3)$.

sekä

$$(w_2 \in \Omega_{t_1}) \wedge (\mathbf{K}_1 < \check{\mathbf{K}}) \rightarrow T(w_2) = T_W \text{ eli } w_2 \in W_W = V(\neg p).$$

Mahdollisuuksien joukko ajanhetkellä t_2 voidaan nyt kirjoittaa muodossa,

$$\Omega_{t_2} = \{w_i \in \Omega_{t_1} \mid \mathbf{K}_1(s_i, T(w_i)) \geq \check{\mathbf{K}}\}.$$

Mallin kolmen ajanhetken (t_0, t_1, t_2) kuvastaa sijoittajan episteemisen mahdollisuuksien joukon Ω_i kehittymistä uuden informaation ilmentyessä kohti riittävää informaatiota sijoituspäätöksen tekemiseksi. Ajanhetkellä t_0 vallitsi siis täysi epävarmuus yrityksen tyypistä. Signaalin ilmentyminen ajanhetkellä t_1 puolestaan mahdollisti Ω_{t_0} päivittämisen, mutta ei kuitenkaan vielä sijoituksen tekemistä. Puolestaan ajanhetken t_2 mahdollisuuksien joukko Ω_{t_2} yhdessä pääoman \mathbf{K}_1 avulla mahdollisti yrityksen tyypin päättelyn. Kyseisellä ajanhetkellä sijoittaja mallin havainnollistavassa esimerkissä tietää annetun informaation perusteella, että $w^* = w_1$ eli yrityksen tyypin M , $w^* \models K_I p$, ja voi tehdä sijoituspäätöksen. Yleinen sijoitussääntö voidaan esittää muodossa,

$$\text{Sijoitus} = \begin{cases} 1, & \text{jos } \Omega_{t_2} \subseteq W_G \\ 0, & \text{muutoin} \end{cases},$$

missä $W_G = V(p)$, (1) tarkoittaa myönteistä sijoituspäätöstä ja (0) puolestaan kielteistä sijoituspäätöstä. Mallin tilanteessa sijoittaja pystyi siis supistamaan pois ne maailmat, joissa yrityksen tyyppi on heikko eli $\Omega_{t_2} \subseteq W_G$. Sijoituspäätöstä ajatellen, ei ole välttämätöntä, että sijoittajan mahdollisuuksien joukkoon jää jäljelle vain yksi mahdollinen maailma. Oleellista on se, että kaikissa joukon Ω_{t_2} mahdollisissa maailmoissa kasvuyrityksen tyyppi on laadukas T_G . Tällöin päädytään intuitiivisesti signaaliteorioiden erottavan tasapainoon (separating equilibrium) kaltaiseen tilanteeseen, jossa sijoittaja on erottanut yritysten tyypit ja voi tehdä sijoituspäätöksen.

Olisi ollut mahdollista, ettei yritys onnistuisi signaloimaan omaa tyyppiään esimerkiksi heikon signaalin valinnan seurauksena. Sijoittaja ei voisi tällöin epävarmuuden seurauksena supistaa mahdollisuuksien joukkoaan vajaan informaation seurauksena. Tällöin sijoittajan mahdollisuuksien joukossa olisi jäljellä sekä laadukkaan tyypin että heikon tyypin yrityksiä, $\Omega_{t_2} \cap W_W \neq \emptyset$, missä $W_W = V(\neg p)$. Tällöin sijoituspäätöstä ei syntyisi ja päädyttäisiin signaaliteorioiden yhdistävän tasapainon (pooling equilibrium) kaltaiseen tilanteeseen, jossa sijoittaja ei onnistu erottelemaan yrityksiä toisistaan eikä sijoituspäätöstä synny.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkielman keskeisenä tutkimuskysymyksenä tarkasteltiin millä ehdoilla sijoittajan on mahdollista päätellä kasvuyrityksen tyyppi havaitun signaalin sekä pääoman avulla epäsymmetrisen informaation vallitessa. Aikaisemmasta teoriasta johdettua formaalia mallia hyödyntämällä saatiin analysoitua eräs ympäristö, jossa sijoittajan päättely onnistuu annettujen oletusten voimassa ollessa.

Mallin perusteella voidaan huomata, että sijoittajan ei tarvitse tietää yrityksen tyyppiä, jotta sijoituspäätös voi muodostua. Päättely siis onnistuu, jos seuraavat kaksi ehtoa täyttyvät. Ensimmäiseksi yrityksen tuottaman signaalin s_i on sisällettävä informaatiota vähintään informaationkynnysehdon verran $I(s_i) \geq \check{I}$, jotta sijoittajan on mahdollista supistaa mahdollisuuksien joukkoaan Ω_{t_0} . Toiseksi yrityksen signaalin tuottamisen pääoman on oltava vähintään pääomankynnysehdon verran $K_1 \geq \check{K}$, jotta sijoittajan voi poissulkea mahdollisuuksien joukosta Ω_{t_1} matkineet yritykset pois. Näiden ehtojen samanaikainen toteutuminen muodostaa siis riittävät ehdot sijoituspäätökselle. Signaalin informaation sisältö itsessään pääomaehdon kanssa viestii implisiittisesti yrityksen tyyppiä.

Analyysin pohjalta voidaan myös todeta, että mitä tarkemmin kasvuyritys ymmärtää sijoittajan preferenssit ja informaatiokynnyksen \check{I} , on sen mahdollista arvioida paremmin mikä signaali voisi lisätä rahoituksen saamisen todennäköisyyttä. Mikäli yrittäjä ymmärtäisi preferenssit täydellisesti olisi mahdollista lähestyä ehtoa $I(s_i) = \check{I}$, jolloin yrittäjälle jäisi pääomaa jäljelle enemmän kuin tilanteessa, missä signaali ylituotetaan eli $I(s_i) > \check{I}$.

Tutkielman keskeinen kontribuutio keskittyy lähinnä filosofisen mahdollisen maailman semantiikan soveltamiseen yritysrahoituksen kontekstissa. Formaali mallinnus osoittaa, että näitä työkaluja on mahdollista soveltaa pääomasijoittamisen kontekstissa. Tämän avulla sijoittajan päättelyä on mahdollista tarkastella formaalisti. Tällä valinnalla sijoittajan ja kasvuyrityksen välinen haitallisesta valikoitumisesta aiheutuva tilanne saatiin formalisoitua intuitiivisesti hyödyntämällä mahdollisia maailmoja.

Tutkielman formaalin mallin tulokset pohjautuvat kuitenkin mallin oletuksiin, joista pyrittiin deduktiivisesti johtamaan mallin komponentit, ja joiden vallitessa tarkastelu suoritettiin. Vaikka mallin mukaan sijoittaja onnistuu päättämään kasvuyrityksen tyyppin, on valituilla oletuksilla sekä mallinnustavalla on kuitenkin rajoitteita.

Ensinnäkin oletus, että yrityksen tyyppi on joko laadukas tai heikko on todellisuudessa liian yksinkertaista. Usea yritys olisi jotain kyseiseltä väliltä, sekä itse rajojen määrittäminen tyypeille voi olla haastavaa. Binaarinen mallinnus on siis todellisuutta huomattavasti yksinkertaistava valinta.

Toiseksi oletus vain yhdestä sijoittajasta ja yhdestä kasvuyrityksestä on huomattavasti todellisuutta yksinkertaistava oletus. Lisäksi markkinoihin voi liittyä erilaisia määrällisiä rajoitteita eli on mahdollista, ettei kaikille pääomasijoitusyhtiöille riitä laadukkaan tyyppin yrityksiä. Pääomarahastot myös kilpailevat muiden rahastojen kanssa, jotta pääsevät sijoittamaan parhaimpiin kasvuyrityksiin. Tämän lisäksi yrityksiä välillä on kilpailua, mikä lisää kompleksisuutta malliin.

Kolmanneksi kaikki pääomasijoittajat eivät välttämättä noudata identtisiä valintakriteerejä sijoituspäätöksiä tehdessään. Osa rahastoista, tulkitsee eri tavalla signaaleja, sekä niillä voi olla omia sijoituskriteereitä. Tämän seurauksena rahastot eivät välttämättä tavoittelisi edes samoja sijoituskohteita. Tätä on pyritty kuitenkin huomioimaan osana informaatiokynnystä I.

Neljänneksi tyypillisesti kasvuyritys ei itsessään tuota signaalia sijoittaa varten vaan pyrkii toteuttamaan omaa liiketoimintasuunnitelmaa sekä strategiaa mahdollisimman hyvin, ja nämä signaalit ovat ns. sivutuotteita. Usein siis sijoittajalle parhaimmat signaalit ovat sellaisia, jotka syntyvät aktiviteeteista, joita yritys tuottaisi ilman pääomarahaston läsnäoloa. Malli myös yksinkertaistaa sijoitusprosessia huomattavasti, eikä huomioi pääomasijoittamisen muita kontrollimekanismeja.

Jatkotutkimuksessa mallia voisi parantaa dynaamisella episteemisellä logiikalla (DEL), sekä empiirisellä analyysillä. Dynaaminen logiikka mahdollistaisi useampien toimijoiden välisen signaloinnin eli malliin saisi enemmän realistisuutta. Lisäksi vahvempi formaalinen mallinnus mahdollistaisi tarkemman ja monimutkaisemman kokonaisuuden mallintamisen. Mallin formaalin osion voisi esittää lisäksi laajempina systeeminä, missä johdetaan enemmän tuloksia, joita sovelletaan mallin sisällä. Dynaaminen episteeminen logiikka kuitenkin ylittää kandidaatintutkimuksen vaatimustason.

Empiirisen osan voisi toteuttaa seuraavasti. Valitaan seurantaan joukko samalla ajanhetkellä aloitaneita kasvuyrityksiä, mieluusti melko samankaltaisella tuoteidealla. Tavoitteena olisi kartoittaa kasvuyritysten aktiviteetteja yrityksen perustamisen jälkeen. Yrityksiä seurattaisiin valittu aikaperiodi, ja tarkasteltaisiin kuinka moni yrityksistä saa kerättyä pääomasijoitusrahoituksen. Tämän pohjalta voidaan tunnistaa rahoituksen mahdollistavat signaalit. Tämän jälkeen haastatellaan sijoittajia ja analysoidaan, milloin informaatiota on riittävästi sijoituspäätöksen tekemistä varten. Empirian tavoitteena olisi sovittaa tutkielman formaali malli reaali maailmaan osaksi pääomasijoittajien päätösprosessia.

LÄHTEET

- Akerlof, G. A. (1970). The market for “lemons”: Quality uncertainty and the market mechanism. *The Quarterly Journal of Economics*, 84(3), 488–500.
- Amit, R., Glosten, L., & Muller, E. (1990). Entrepreneurial ability, venture investments, and risk sharing. *Management Science*, 36(10), 1233–1246
- Baum, J. A. C., & Silverman, B. S. (2004). Picking winners or building them? Alliance, intellectual, and human capital as selection criteria in venture financing and performance of biotechnology startups. *Journal of Business Venturing*, 19(3), 411–436.
- Brown, James R., & Petersen, Bruce C. (2011). Cash Holdings and R&D Smoothing. *Journal of Corporate Finance*, 17(3), 694–709.
- Conti, A., Thursby, M. C., & Rothaermel, F. T. (2013). Show me the right stuff: Signals for high-tech startups. *Journal of Economics & Management Strategy*, 22(2), 341–364.
- Denis, David J. (2004). Entrepreneurial finance: An overview of the issues and evidence. *Journal of Corporate Finance*, 10(2), 301–326.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Agency theory: An assessment and review. *Academy of Management Review*, 14(1), 57–74
- Fried, V. H. & Hisrich, R. D. (1994). *Toward a Model of Venture Capital Investment Decision Making*. *Financial Management*, 23(3), 28–37.
- Gompers, P. A. (1995). Optimal investment, monitoring, and the staging of venture capital. *The Journal of Finance*, 50(5), 1461–1489
- Hall, J., & Hofer, C. W. (1993). Venture capitalists' decision criteria in new venture evaluation. *Journal of Business Venturing*, 8(1), 25–42.
- Hintikka, J. (1962). Knowledge and belief: An introduction to the logic of the two notions. Cornell University Press.
- Holmström, B. (1979). Moral hazard and observability. *The Bell Journal of Economics*, 10(1), 74–91.
- Hsu, D. H. (2007). Experienced entrepreneurial founders, organizational capital, and venture capital funding. *Research Policy*, 36(5), 722–741.
- Jensen, M. C. (1986). Agency costs of free cash flow, corporate finance, and takeovers. *The American Economic Review*, 76(2), 323–329.
- Jensen, M. C., & Meckling, W. H. (1976). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. *Journal of Financial Economics*, 3(4), 305–360.
- Kaplan, S. N., & Strömberg, P. (2003). Financial contracting theory meets the real world: An empirical analysis of venture capital contracts. *Review of Economic Studies*, 70(2), 281–315.

- Kripke, S. A. (1963). Semantical considerations on modal logic. *Acta Philosophica Fennica*, 16, 83–94.
- Leland & Pyle (1977). Informational asymmetries, financial structure and financial intermediation. *Journal of Finance* 32(2), 371- 387.
- Miller, M. H., & Rock, K. (1985). Dividend policy under asymmetric information. *The Journal of Finance*, 40(4), 1031–1051.
- Modigliani, F., & Miller, M. H. (1958). The cost of capital, corporation finance and the theory of investment. *The American Economic Review*, 48(3), 261–297.
- Myers, S. C. (1984). The capital structure puzzle. *The Journal of Finance*, 39(3), 575–592.
- Myers, S. C., & Majluf, N. S. (1984). Corporate financing and investment decisions when firms have information that investors do not have. *Journal of Financial Economics*, 13(2), 187–221.
- Ross, S. A. (1977). The determination of financial structure: The incentive-signalling approach. *The Bell Journal of Economics*, 8(1), 23–40.
- Sahlman, W. A. (1990). The structure and governance of venture-capital organizations. *Journal of Financial Economics*, 27(2), 473–521
- Stiglitz, J. E., & Weiss, A. (1981). Credit rationing in markets with imperfect information. *The American Economic Review*, 71(3), 393–410.
- Spence, M. (1973). Job market signaling. *The Quarterly Journal of Economics*, 87(3), 355–374.
- Welch, I. (1989). Seasoned offerings, imitation costs, and the underpricing of initial public offerings. *The Journal of Finance*, 44(2), 421–449

LIITTEET

Liite 1 Selvitys tekoälyn käytöstä

Olen käyttänyt generatiivista tekoälyä tässä tutkielmassa tukena sen eri vaiheissa ja eri tarkoituksiin. Käyttämäni työkalut, niiden käytön tarkoitus sekä tekoälyn tuotosten verifioimiseksi tekemäni toimet on kuvattu alla. Samalla vakuutan, että olen käyttänyt tekoälykaluja asianmukaisella huolellisuudella, olen ilmoittanut niiden käytöstä voimassa olevan ohjeistuksen mukaisesti ja otan täyden vastuun tämän työni sisällöstä kokonaisuudessaan.

Käytetyt tekoälymallit: OpenAI ChatGPT (GPT-5.4 Thinking) & Anthropic Claude sonnet 4.6.

Käyttövaiheet: lähdekirjallisuuden etsiminen, formaali malli, tekstin rakenteen ja ymmärrettävyyden arviointi, oikoluku.

Lähdekirjallisuuden etsiminen: Tekoälyä käytettiin lähdekirjallisuuden etsimisen tukena erityisesti potentiaalisten tutkimusten kartoittamisessa. Sen avulla hahmotettiin, millaista aiempaa tutkimusta aiheesta on olemassa ja miten sitä kannattaa etsiä. Tekoälyn avulla tunnistettuja kohtia ei kuitenkaan käytetty sellaisinaan, vaan alkuperäislähteistä tarkistettiin aina itse täsmällinen sisältö, asiayhteys ja mahdollinen viitattava kohta. Lopullinen lähteiden valinta ja niiden käyttö tutkielmassa perustuivat alkuperäislähteiden itsenäiseen lukemiseen ja arviointiin.

- **Verifiointi:** Tekoälyn ehdottamia lähteitä ei käytetty sellaisinaan, vaan jokainen lähde tarkistettiin alkuperäisjulkaisusta. Varmistin itse lähteen olemassaolon ja sisällön relevanssin sekä sen, että mahdollinen viitattava kohta vastasi asiayhteyttään. Lopullinen päätös lähteen käytöstä perustui omaan arviooni.
- **Esimerkkejä syöttötiedoista:** “Mitkä ovat keskisiä lähteitä epäsymmetriseen informaatioon liittyen?”, “Onko tämä relevantti lähde minulle?”, “Mikä osa tutkimusta on relevanttia lukemista minulle?”.

Formaali malli: Tekoälyä käytettiin mallin kehittämisen tukena erityisesti sisäisen loogisuuden, käsitteellisen johdonmukaisuuden, notaation selkeyden ja sanallisen esityksen ymmärrettävyyden arvioinnissa. Sen avulla tarkasteltiin esimerkiksi sitä, muodostavatko Kripke-rakenne, mahdollisten maailmojen joukko, saavutettavuusrelaatio ja signaalin havaintoon liittyvä mahdollisuuksien joukon päivittyminen johdonmukaisen kokonaisuuden. Tekoälyä käytettiin myös yksittäisten formaalien esitystapojen ja notaatoratkaisujen sparraamiseen. Esimerkiksi yhdessä kohdassa tarkasteltiin, tulisiko tietyn kuvauksen maalijoukko esittää joukkona \mathcal{S} vai sen potenssijoukkona $\mathcal{P}(\mathcal{S})$. Tekoälylle kuvattiin mallinnettava tilanne ja siihen liittyvä formaali ongelma, minkä jälkeen se ehdotti potenssijoukon

käyttöä mahdollisena ratkaisuna. Lisäksi tekoälyä hyödynnettiin arvioitaessa, mitä käsitteitä tulisi avata ennen formaalia esitystä. Tekoäly toimi ennen kaikkea keskustelukumppanina ja loogisen jäsentelyn tukena, ei mallin itsenäisenä rakentajana. Mallin rakenne, oletukset, rajaukset, tulkinnat ja lopullinen muotoilu ovat kirjoittajan omia.

- **Verifiointi:** Suosituksia loogisuuteen ja käsitteiden selventämiseen arvioin vertaamalla rakennetta ennen muutosta ja muutoksen jälkeen. Näin pystyin arvioimaan tekoälyn ehdotuksia liittyen selkeyttämiseen. Lisäksi oma matemaattinen sekä looginen osaaminen mahdollisti ehdotettujen notaatioiden päivityksen arvioinnin itsenäisesti.
- **Esimerkkejä syöttötiedoista:** “Katso tämä osio läpi, ja analysoi voisiko jotain selkeyttää.”, “Kumpi olisi parempi tapa esittää tämä asia näistä?”, “Voisiko tämän formalisoida siistimmin?”, “Analysoi koko malli läpi erittäin kriittisesti ja etsi kaikki virheet sekä epäloogisuudet.”

Tekstin rakenteen ja ymmärrettävyyden arviointi: Tekoälyä käytettiin tekstin rakenteen ja ymmärrettävyyden arviointiin niin luvuissa 2–2.3 kuin luvuissa 3–3.4

- **Verifiointi:** Tekoälyn ehdotuksia arvioitiin vertaamalla tekstin rakennetta ja ilmaisua ennen muutosta ja muutoksen jälkeen. Ehdotuksia hyväksyttiin vain silloin, kun ne paransivat tekstin loogisuutta, selkeyttä tai käsitteellistä johdonmukaisuutta kirjoittajan oman arvioinnin perusteella.
- **Esimerkkejä syöttötiedoista:** “Voisiko tätä selkeyttää jotenkin vielä?”, “Olisiko tämä parempi käsitellä ennen tätä?”, “Onko tämä loogisempi järjestys?”, “Onko tämä osio erinomaisen arvosanan tasolla?”.

Oikoluku: Tekoälyä käytettiin tekstin oikolukemiseen erityisesti kirjoitus-, kielioppi- ja ilmaisuvirheiden tunnistamiseksi. Lisäksi sitä hyödynnettiin yksittäisten virkkeiden ja lyhyiden tekstikohtien selkeyden arviointiin silloin, kun tavoitteena oli parantaa tekstin luettavuutta ja akateemista ilmaisua. Tekoälyä ei käytetty tekstikokonaisuuksien itsenäiseen kirjoittamiseen, vaan ainoastaan kirjoittajan laatiman tekstin kielelliseen tarkistamiseen.

- **Verifiointi:** Kaikki tekoälyn ehdottamat kielelliset päivitykset arvioitiin itsenäisesti ennen niiden muokkaamista osaksi tekstiä. Muutokset eivät vaikuttaneet argumentaation sisältöön tai väitteiden sisältöön.
- **Esimerkkejä syöttötiedoista:** “Etsi kielioppi virheet tästä.”, “Onko tässä kappaleessa virheitä?”, “Miten voin kirjoittaa tämän akateemistemmin?”.