

VAASAN YLIOPISTO
KAUPPATIETEELLINEN TIEDEKUNTA
LASKENTATOIMEN JA RAHOITUKSEN YKSIKKÖ

Minnamari Kumpula

TUTKIMUS- JA KEHITYSINVESTOINTEIHIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT
EUROOPPALAISILLA LÄÄKEYRITYKSILLÄ

Laskentatoimen ja rahoituksen
pro gradu -tutkielma

Laskentatoimen ja tilintarkastuksen maisteriohjelma

VAASA 2015

SISÄLLYSLUETTELO	sivu
KUVIOLUETTELO	5
TAULUKKOLUETTELO	5
TIIVISTELMÄ	7
1. JOHDANTO	9
1.1. Tutkimuksen rajaukset	10
1.2. Aineisto ja tutkimusmenetelmät	11
1.3. Tutkielman rakenne	11
2. T&K-INVESTOINNIT SEKÄ LÄÄKETEOLLISUUS	13
2.1. T&k-investointien erityispiirteet	14
2.2. Lääketeollisuuden t&k-prosessi	16
3. TEOREETTINEN VIITEKEHYS	19
3.1. Investointihankkeiden arviointi	19
3.2. T&k-investointien tuotto-odotus ja Tobinin Q	22
3.3. T&k-toiminnan rahoitus	24
3.3.1. Rahoitusteoriat ja epäsymmetrinen informaatio	25
3.3.2. Rahoituslähteet t&k-investoinneissa	27
3.4. Optimaalisen t&k-panoksen määräytyminen	28
4. AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET JA HYPOTEESIT	30
4.1. Tulorahoitus	30
4.2. Velkaisuus	31
4.3. Tuotto-odotus	32
4.4. T&k-investointeihin vaikuttavat tekijät lääkeyrityksillä	33
4.5. Yhteenveto aikaisemmista tutkimuksista ja tutkittavat hypoteesit	36
5. TUTKIMUKSESSA KÄYTETTY AINEISTO JA MUUTTUJAT	38
5.1. Havaintoaineisto	38
5.2. Tutkimusmenetelmä	39

5.2.1. Kiinteiden vaikutusten malli	40
5.2.2. Mallin sopivuus ja selitysaste	42
5.3. Tutkimuksen muuttujat	43
6. T&K-INVESTOINTEIHIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT EUROOPPALAISILLA LÄÄKEYRITYKSILLÄ	46
6.1. Tilastollisia tietoja muuttujista	47
6.2. Korrelaatiokertoimet	50
6.3. Regressioanalyysin tulokset	51
6.3.1. Paneeliregression tulokset	52
6.3.2. Kiinteiden vaikutusten mallin tulokset	52
6.4. Johtopäätökset	53
6.5. Ehdotuksia jatkotutkimukselle	56
7. YHTEENVETO	58
8. LÄHTEET	60
LIITTEET	67
LIITE 1. Tutkimuksessa käytetyt yritykset	67
LIITE 2. Muuttujien jakaumat	68
LIITE 3. Mallien residuaalit	70

KUVIOLUETTELO	sivu
Kuva 1: Lääkkeen kehitysprosessin vaiheet	16
Kuva 2: T&k-investointien ja osakkeiden hintojen välinen riippuvuussuhde	22
Kuva 3: T&k-investoinnin rahoitusvaihtoehdot	24
Kuva 4: Optimaalisen t&k-panoksen määräytyminen	28

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1: Lääkeyritysten t&k-investointeja selittävät tekijät aikaisemmissa tutkimuksissa.	34
Taulukko 2: Muuttujien tilastollisia tietoja	47
Taulukko 3: Pearsonin korrelaatiokertoimet	50
Taulukko 4: Regressioanalyysin tulokset.	51

VAASAN YLIOPISTO
Kauppatieteellinen tiedekunta

Tekijä:	Minnamari Kumpula	
Tutkielman nimi:	Tutkimus- ja kehitysinvestointeihin vaikuttavat tekijät eurooppalaisilla lääkeyrityksillä	
Ohjaaja:	Annukka Jokipii	
Tutkinto:	Kauppatieteiden maisteri	
Oppiaine:	Laskentatoimi ja rahoitus	
Koulutusohjelma:	Laskentatoimen ja tilintarkastuksen maisteriohjelma	
Aloitusvuosi:	2011	
Valmistumisvuosi:	2015	Sivumäärä: 71

TIIVISTELMÄ

Lääkkeiden tutkimus- ja kehitystyölle (t&k) ominaista on pitkä aikajänne ja korkearisikisyys, sillä lääkemolekyylin matka tutkimuksesta markkinoille vie vähintään 10 vuotta ja vain yksi 5000–10000 tutkimuksen alaisesta molekyylistä päätyy lopulta markkinoille. Lääketeollisuus on tästä huolimatta yksi t&k-intensiivisimmistä teollisuudenaloista, sillä lääkkeiden patenttisuojamenettelyn vuoksi t&k-investoinnit ovat keskeinen tekijä yrityksen kilpailuedun kannalta.

Yrityksen optimaaliseen investointiasteeseen vaikuttaa kannattavien investointihankkeiden määrä ja niiden tuotto-odotus sekä pääoman kustannus. Yrityksen sisäisen rahoituksen, eli tulorahoituksen katsotaan olevan ensisijainen rahoituslähde investointien rahoituksessa epäsymmetrisen informaation vuoksi. Epäsymmetrinen informaatio nostaa ulkoisen pääoman kustannusta, sillä sen seurauksena ulkopuolinen sijoittaja vaatii sijoittamalleen pääomalle korkeampaa tuottoa. Tulorahoituksen merkitys t&k-investointien rahoituksessa on erityisen korostunut t&k-investointien erityispiirteiden, kuten projektien pitkäkestoisuuden sekä niihin liittyvän epävarmuuden vuoksi, minkä seurauksena esimerkiksi velkarahoitusta voi olla erittäin vaikea saada.

Tässä tutkimuksessa tutkitaan kassavirran, velkaisuuden ja tuotto-odotuksen vaikutusta eurooppalaisten lääkeyritysten t&k-investointeihin. Tutkimusmenetelmänä käytetään sekä lineaarista regressiota että kiinteiden vaikutusten mallia. Aikaisemmissa tutkimuksissa yhdysvaltalaisilla ja japanilaisilla lääkeyrityksillä kassavirralla ja tuotto-odotuksella on ollut positiivinen vaikutus yrityksen t&k-kuluihin, velkaisuuden vaikutus on puolestaan ollut negatiivinen. Tässä tutkimuksessa saatujen tulosten perusteella kassavirralla ei ollut yhtä suuri vaikutus t&k-investointeihin, minkä perusteella voidaan arvioida, että rahoitusrajoitteet eivät ole merkittävä tekijä eurooppalaisten lääkeyritysten kohdalla. Eri regressiomalleilla saadut tulokset poikkeavat kuitenkin toisistaan, minkä vuoksi velkaisuuden ja tuotto-odotuksen osalta johtopäätöksiä on vaikea tehdä.

AVAINSANAT: t&k-investoinnit, kassavirta, velkaisuus, tuotto-odotus, lääkeyritykset

1. JOHDANTO

Tämä tutkimus käsittelee kassavirran, velkaisuuden sekä tuotto-odotuksen vaikutusta eurooppalaisten lääkeyritysten tutkimus- ja kehitysinvestointeihin. Tutkimus- ja kehitystoiminnalla (t&k) tässä tutkimuksessa tarkoitetaan yritysten t&k-yksiköissä sekä muissa yksiköissä tapahtuvaa perustutkimusta, soveltavaa tutkimusta sekä kehittämistyötä, joiden tavoitteena on uuden tiedon hankkiminen ja sen soveltaminen (OECD 2002:30). T&k-investointien mittarina käytetään t&k-kuluja, sillä kirjanpidollisesti t&k-menoja käsitellään yleensä kuluina (Hall 2002).

Yritysten investointeihin vaikuttavia tekijöitä on tutkittu paljon viimeisten vuosikymmenten aikana. Empiiriset tutkimukset perustuvat yleensä neoklassisiin investointiteorioihin, ja malleissa on huomioitu usein myös investointeihin vaikuttavat rahoitustekijät. Neoklassiset investointiteoriat, kuten Tobinin (1969) Q-teoria, olettavat yritysten investointien olevan riippumattomia yritysten pääomarakenteesta. Kuitenkin kassavirran merkityksen yrityksen investoinneille osoittivat jo Myer ja Kuh (1957). Kassavirran vaikutus yrityksen investointeihin viittaa siihen, että yrityksen sisäinen ja ulkoinen rahoitus eivät ole täydellisiä substituutteja. Tämän seurauksena rahoitustekijöillä, kuten sisäisen ja ulkoisen rahoituksen saatavuudella, on vaikutusta yrityksen investointeihin. Fazzarin, Hubardin ja Kuhnin (1988) mukaan rahoitustekijöiden merkitsevyys investointiyhtälöissä johtuu epäsymmetrisestä informaatiosta, jonka seurauksena tulorahoituksen saatavuus voi rajoittaa yrityksen investointeja.

Rahoitustekijöillä on esitetty olevan erityisen suuri vaikutus t&k-investoinneille, sillä epäsymmetrinen informaatio korostuu t&k-investointien erityispiirteiden vuoksi (esim. Hall 1992). T&k-hankkeet ovat yleensä pitkäkestoisia ja niihin liittyy korkea riski, minkä seurauksena esimerkiksi lainarahoitusta voi olla hankala saada tai sen ottaminen ei ole kannattavaa korkeiden kustannusten vuoksi. Toisaalta yritykset voivat olla haluttomia paljastamaan tietoa t&k-hankkeistaan ulkopuolisen rahoituksen saamiseksi, koska pelkäävät kilpailuedun menettämistä, mikä puolestaan lisää informaation epäsymmetriaa (Bhattacharya & Ritter 1983). Rahoitusrajoitteiden on esitetty laskevan yritysten t&k-investointeja alle optimaalisen tason, minkä seurauksena myös innovaatio ja kasvu laskevat aggregaattitasolla tarkasteltuna (Brown, Martinsson & Petersen 2012). Empiirisissä tutkimuksissa yrityksen sisäisen rahoituksen (jota on yleensä mitattu kassavirralla) on osoitettu olevan merkittävä selittävä tekijä t&k-investoinneille ja toisaalta velkaisuuden on osoitettu vähentävän t&k-investointeja (kts. esim. Bakker 2011; Manohar & Scheri 2005). T&k-investointien tuotto-odotusta on usein mitattu markkina-arvoon pe-

rustuvalla mittarilla, sillä yrityksen markkina-arvon ajatellaan muodostuvan nykyhetkeen diskontatuista odotetuista kassavirroista. Yrityksen markkina-arvon ja t&k-investointien välinen positiivinen korrelaatio on osoitettu empiirisesti useissa tutkimuksissa (esim. Hall & Oriani 2006; Bosworth & Rogers 2001).

1.1. Tutkimuksen rajaukset

Tässä tutkimuksessa keskitytään lääketieteellisuuden t&k-investointeihin. Toimialakohdainen tarkastelu on tarpeen, koska eri toimialat poikkeavat toisistaan suuresti t&k-intensiivisyytensä suhteen. Lääketieteellisyys on perinteisesti investoinut t&k-työhön enemmän kuin muut teollisuuden alat ja lääketieteellisyys muodostaa arviolta 19,1 % maailmanlaajuisista t&k-kuluista. Lääketieteellisuuden t&k-intensiteetti (t&k-kulut/liikevaihto-%) oli 14,4 % vuonna 2012, mikä on huomattavasti suurempi kuin kaikilla teollisuussektoreilla keskimäärin (3,2 %). (EFPIA 2014.)

Tutkimuksen aineistona käytetään eurooppalaisia lääkeyrityksiä, sillä aikaisempaa tutkimustietoa eurooppalaisten lääkeyritysten t&k-investointien selittävästä tekijöistä ei ole vielä saatavilla. Aikaisemmat lääkeyrityksiä koskevat tutkimukset on tehty yhdysvaltalaisilla yrityksillä (Golec & Vernon 2000), japanilaisilla yrityksillä (Machlich-Roediger-Schluga 2006; Nivoix & Nguyen 2012) sekä maailman suurimmilla yrityksillä (Vernon 2005; Eger & Machlich 2014). Aikaisempien tutkimusten perusteella kassavirralla ja tuotto-odotuksella on tilastollisesti merkitsevä positiivinen vaikutus yrityksen t&k-investointeihin ja velkaisuuden vaikutus puolestaan on negatiivinen.

Eurooppalaisten lääkeyritysten t&k-investointien tutkiminen on tärkeää monesta eri syystä. Ensiksi Euroopan lääkemarkkinat ovat maailman toiseksi suurimmat uusien lääkkeiden myyntien määrällä mitattuna. Yhdysvaltojen myyntien osuus vuosina 2009–2013 markkinoille tulleista uusista lääkkeistä oli 55 %, Euroopan osuus oli 23 % ja Japanin osuus oli 10 %. Lisäksi eurooppalaisten lääkeyritysten t&k-investoinnit euromääräisesti mitattuna ovat myös toiseksi suurimmat. Yhdysvaltalaisien lääkeyritysten t&k-investoinnit vuonna 2012 olivat 34 169 miljoonaa euroa, eurooppalaisten lääkeyritysten t&k-investoinnit olivat 30 035 miljoonaa euroa ja japanilaisten lääkeyritysten t&k-investoinnit olivat 9 983 miljoonaa euroa (EFPIA 2014.) Toiseksi eurooppalaiset lääkemarkkinat poikkeavat yhdysvaltalaisista markkinoista lääkkeiden hintasääntelyn vuoksi. EU-maat säätelevät lääkkeiden hintoja useiden eri menetelmien kautta, joiden tavoitteena on hillitä kasvavia lääkekustannuksia (OECD 2010:110). Yhdysvalloissa

lääkkeiden hintoihin ei kohdistu suoraa hintasääntelyä, vaan valmisteet ovat valmistajan vapaasti hinnoiteltavissa, minkä seurauksena Yhdysvaltojen lääkkeiden hintatason on osoitettu olevan korkeampi kuin EU-maissa (Vernon 2005; Golec & Vernon 2010). Lääkkeiden hintasääntelyn on esitetty vähentävän lääketieteellisuuden t&k-investointeja, sillä hintasääntely vaikuttaa sekä investoinnin tuotto-odotukseen että vähentää nykyisiä kassavirtoja (Vernon 2005; Golec & Vernon 2010). Kolmanneksi rahoitustekijöiden vaikutus t&k-investointeihin on osoitettu vaihtelevan eri maiden välillä, minkä on katsottu johtuvan maiden erilaisista rahoitusjärjestelmistä (esim. Bhagat & Welch 1995). Lääketieteellisuuden osalta kassavirralla on aikaisempien tutkimusten perusteella suurempi vaikutus markkinaperusteisessa järjestelmässä Yhdysvalloissa (Grabowski & Vernon 2000) kuin pankkiperusteisessa järjestelmässä Japanissa (Machlich & Roediger-Schluga 2006), minkä perusteella voidaan odottaa, että myös eurooppalaisilla lääkeyrityksillä kassavirran vaikutus on pienempi.

1.2. Aineisto ja tutkimusmenetelmät

Tässä tutkimuksessa käytetty aineisto koostuu t&k-toimintaa harjoittavista 39 eurooppalaisesta lääkeyrityksestä. Tutkimuksessa käytetyt muuttujat on muodostettu aikaisempien tutkimusten perusteella. Kaikki muuttujat on saatavilla kaikille aineiston yrityksille vuosilta 2005–2013, joten kyseessä on tasapainotettu paneeliaineisto. Aineiston analysointiin käytetään sekä lineaarista regressiota että kiinteiden vaikutusten mallia. Kiinteiden vaikutusten malli on erityisesti paneeliaineistolle soveltuva analyysimenetelmä, jonka avulla voidaan kontrolloida mahdolliset havaitsemattomat yritysten väliset erot t&k-investoinneissa. Kiinteiden vaikutusten malli mahdollistaa t&k-investointien selittävien tekijöiden tarkastelun yritystasolla. Lineaarinen regressio ei huomioi mahdollista yritysten välistä heterogeenisuutta, mutta menetelmä valittiin mukaan, jotta tulokset olisivat paremmin vertailtavissa aikaisempien tutkimusten kanssa.

1.3. Tutkielman rakenne

Tutkielma jakautuu seitsemään lukuun, joista ensimmäinen on johdanto. Toisessa luvussa määritellään t&k-toiminta ja käsitellään t&k-investointien erityispiirteitä sekä lääketieteellisuuden t&k-toimintaa. Kolmannessa luvussa tarkastellaan t&k-investointeihin vaikuttavia tekijöitä teorian kannalta. Luvussa käsitellään t&k-investointien arviointimenetelmiä, rahoitustekijöiden vaikutusta t&k-investointeihin

sekä yrityksen optimaalisen t&k-investointitason määrittämistä investoinnin rajatuoton ja pääoman rajakustannuksen kannalta. Neljäs luku on katsaus aikaisempiin tutkimuksiin ja luvussa tarkastellaan kassavirran, velkaisuuden sekä tuotto-odotuksen vaikutusta yritysten t&k-investointeihin sekä lääketeollisuudessa että teollisuusyrityksillä yleisesti. Neljännen luvun lopussa esitetään myös tässä tutkimuksessa empiirisesti tutkittavat hypoteesit. Viidennessä luvussa esitellään tutkimuksessa käytetty aineisto, muuttujat sekä käytetty tutkimusmenetelmä. Empiiriset havainnot esitetään kuudennessa luvussa, jossa esitetään myös johtopäätökset saatujen tulosten perusteella. Seitsemäs luku on yhteenveto.

2. T&K-INVESTOINNIT SEKÄ LÄÄKETEOLLISUUS

OECD:n (2002: 30) määritelmän mukaan t&k on systemaattista toimintaa ihmisen, kulttuurin tai yhteiskunnan tiedon lisäämiseksi ja tiedon käyttämistä uusien sovellusten löytämiseksi. T&k kattaa kolme toimintaa: perustutkimuksen, soveltavan tutkimuksen sekä kehittämistyön. Perustutkimus on kokeellista tai teoreettista työtä, jonka tarkoituksena on uuden tiedon lisääminen tutkittavasta ilmiöstä, mutta joka ei ensisijaisesti tähtää käytännön sovellukseen. Soveltava tutkimus on myös toimintaa, jonka tavoitteena on uuden tiedon lisääminen, mutta sen ensisijaisena tavoitteena on tietty käytännön sovellus. Kehittämistyö on systemaattista toimintaa, jonka päämäärä on tutkimuksen tuloksena tai käytännön kokemuksen kautta saadun tiedon soveltaminen uusien materiaalien, tuotteiden tai laitteiden tekemiseen, uusien prosessien, järjestelmien tai palveluiden aikaansaamiseen tai olemassa olevien olennaiseen parantamiseen. T&k kattaa määritelmän mukaan sekä t&k-yksiköissä tehdyn t&k-toiminnan että epävirallisen ja satunnaisen t&k-toiminnan muissa yksiköissä.

T&k määritellään IFRS-tilinpäätösnormistossa standardissa IAS 38. Tutkimus on alkuperäistä ja suunnitelmallista selvitystyötä, jonka tarkoituksena on uuden tieteellisen tai teknisen tiedon tai ymmärryksen saavuttaminen. Kehittäminen määritellään tutkimustulosten tai muun tietämyksen soveltamista uusien tai aikaisempia olennaisesti parempien raaka-aineiden, laitteiden, tuotteiden, prosessien, järjestelmien tai palvelujen suunnitteluun ennen kaupallisen tuotannon tai käytön aloittamista. (Leppiniemi & Kisanlahti 2013.)

Investointiteoreettisesta näkökulmasta t&k-investoinnit poikkeavat usealla tavalla muista investoinneista. Merkittävimmät erot liittyvät t&k-investointien korkeisiin sopeutuskustannuksiin sekä tulevien tuottojen epävarmuuteen. Tulevien tuottojen epävarmuus asettaa haasteita sekä t&k-investointien kannattavuuden arvioimiseen yritystasolla että t&k-investointien rahoittamisen kannalta. Korkeat sopeutuskustannukset puolestaan hankaloittavat t&k-investointeihin vaikuttavien tekijöiden empiiristä mittaamista, sillä t&k-kulut ovat suhteellisen epäjoustavia pääomakustannusten muutosten suhteen (Hall 2002; Bakker 2011.)

Myös lääketieteellisuuden t&k-prosessiin liittyy omia erityispiirteitään, jotka lisäävät haasteita t&k-investointien kannattavuuden arvioimiseen. Lääketieteellisyydessä uuden tuotteen saaminen markkinoille vie vähintään 10 vuotta ja vain murto-osa tutkimuksen alaisista molekyyleistä etenee markkinoille asti. Lääketieteellisyys on tästä huolimatta

perinteisesti investoinut t&k-työhön huomattavasti enemmän kuin muut teollisuudenalat, sillä patenttisuojajamennettelyn vuoksi t&k-investoinnit ovat keskeinen tekijä yrityksen kilpailuedun kannalta. Patenttisuojalla on lääketollisuudessa kilpailullisesti erittäin tärkeä merkitys, sillä vaikka lääkkeen t&k on kallista, on lääkkeen valmistamiskustannukset suhteellisen pienet ja lisäksi kopioiminen on helppoa. (EFPIA 2014; European Commission 2009: 49–63.)

Tässä luvussa käsitellään tarkemmin t&k-investointien erityispiirteitä sekä tarkastellaan pääpiirteissään uuden lääkkeen t&k-prosessin vaiheita.

2.1. T&k-investointien erityispiirteet

T&k-investointeihin kuuluu tyypillisesti korkeat kiinteät kulut, koska merkittävä osa t&k-kuluista koostuu henkilöstökuluista. Hallin (2002) mukaan jopa yli puolet t&k-kuluista on palkkoja ja palkkioita korkeasti koulutetuille tutkijoille ja insinööreille. T&k-henkilöstö luo yrityksiin aineetonta varallisuutta ja tietopohjan, johon yrityksen tulevat tuotot perustuvat. T&k-kuluihin liittyy tietyssä määrin epäjoustavuutta, sillä olosuhteiden muuttuessa t&k-henkilöstöä ei ole kannattavaa erottaa ja palkata uudelleen, jotta ei menetetä tärkeää tietopohjaa. Toisin sanoen yritykset pyrkivät tasaamaan t&k-kulujaan, minkä seurauksena t&k-kulut käyttäytyvät yritystasolla kuten niihin liittyisi korkeat sopeutuskustannukset. Korkeat sopeutuskustannukset johtavat siihen, että lyhyellä aikavälillä esimerkiksi muutokset pääomakustannuksissa eivät vaikuta kovin paljoa t&k-kuluihin. Toisaalta korkeat sopeutuskustannukset kasvattavat myös t&k-investoinneilta vaadittavaa tuotto-odotusta, jotta nämä kustannukset saadaan katettua.

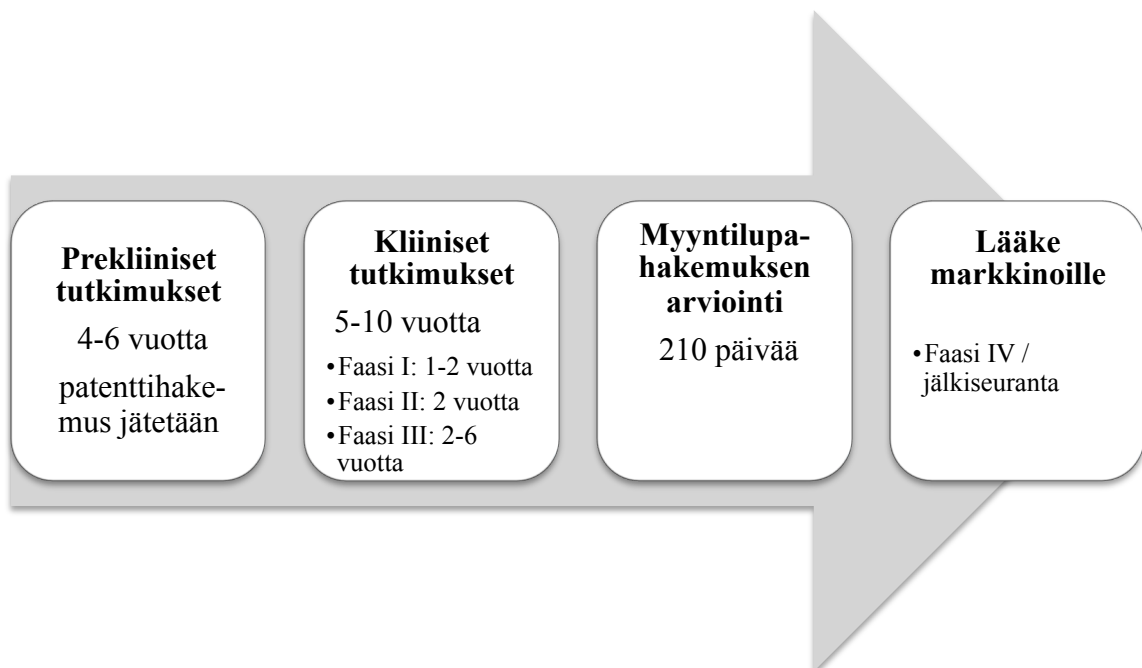
T&k-investoinneille tyypillistä on myös se, että investointeihin käytetyt menot ovat yleensä peruuttamattomia. Hankkeen epäonnistuessa tai hankkeesta luovuttaessa t&k-investoinnin menot ovat uponneita kustannuksia, jotka eivät yleensä ole palautettavissa. Uponneet kustannukset aiheuttavat merkittävän haasteen t&k-projektien rahoitukselle, sillä jos t&k-investointien lopputuloksena ei ole markkinoille päätyvä tuote, investoinnin arvo on erittäin pieni. Lisäksi epäonnistuneen t&k-investoinnin mahdollinen jäänösarvo saattaa olla vain yrityksen sisällä käytettävää tietoa, jota voi olla vaikea myydä eteenpäin. T&k-investoinneille lisäksi tyypillistä on se, että hankkeeseen uponneita kustannuksia voi olla mahdotonta arvioida etukäteen. Uponneiden t&k-kustannusten määrä vaihtelee teollisuusalojen ja ajanjaksojen välillä. (Bakker 2011.)

T&k-investoinnit eroavat muista investoinneista myös kirjanpidollisen käsittelyn suhteen, sillä t&k-kulut kirjataan pääasiassa aina tilikauden kuluksi tuloslaskelmaan (Hall 2002). Kansallisten tilinpäätöskäytäntöjen harmonisoinnin ja vertailtavuuden lisäämisen seurauksena EU:ssa on otettu vuodesta 2005 alkaen IFRS-normisto yhteiseksi raportointitavaksi kaikkien julkisesti noteerattujen emoyhtiöiden esittämässä konserniraportoinnissa. Yhdysvalloissa käytetty tilinpäätösnormisto on US GAAP. Sekä IFRS- että US GAAP -normistoissa tutkimusvaiheen menot kirjataan aina suoraan kuluiksi tuloslaskelmaan. Kehittämisvaiheen menojen kirjaamisessa tilinpäätösnormistot eroavat jossain määrin toisistaan. IFRS-normistossa kehittämiskulut on aktivoitava, jos hankkeen tuotto-odotukset ovat selvät, kun taas US GAAP -standardien mukaan kaikki kehittämismenot on kirjattava välittömästi kuluiksi lukuun ottamatta aineellista kuluvaan käyttöomaisuutta. IFRS-normistossa kehittämistoiminnan menojen aktivoimisen perusteet on lueteltu standardissa IAS 38. Standardin mukaan kehittämistoiminnan menoja aktivoivan yrityksen tulee muun muassa osoittaa, että kehittämisvaiheen menot on luotettavasti määriteltävissä, hyödyke on suurella todennäköisyydellä kaupallistettavissa ja siitä on odotettavissa vastaisia tuloja. Tämä johtaa siihen, että jos hankkeen onnistumisen todennäköisyys tai tuotto-odotus on epäselvä, tulee myös kehittämisvaiheen menot kirjata suoraan kuluiksi. (EY 2013; Leppiniemi & Kisanlahti 2013.)

T&k-investoinnit poikkeavat muista investoinneista myös investoinnin onnistumiseen ja tuleviin tuottoihin liittyvän epävarmuuden suhteen. T&k-hankkeisiin liittyvä epävarmuus on yleensä suurinta hankkeen alussa, mikä hankaloittaa investointihankkeen kannattavuuden arvioimista (Hall 2002). T&k-hankkeisiin liittyvät epävarmuudet voidaan eritellä neljään tyyppiin: teknologiseen epävarmuuteen, strategiseen epävarmuuteen, markkinoiden epävarmuuteen sekä tuleviin tuottoihin liittyvään epävarmuuteen. Teknologisella epävarmuudella tarkoitetaan epävarmuutta siitä, että johtavatko t&k-investointeihin käytetyt menot onnistuneeseen innovaatioon ja oliko tämä innovaatio se, mitä aiemmin oli määritetty ja odotettu. Strategiseen epävarmuuteen liittyy epävarmuus kilpailijoiden toimista, tekeekö kilpailija samanlaista tutkimustyötä ja jos tekee, onnistuuko kilpailija tuomaan tuotteen ensin markkinoille? Markkinoihin liittyvällä epävarmuudella tarkoitetaan sitä, että koska t&k-projektit ovat kestoaltaan huomattavan pitkiä, on epävarmaa löytyykö tutkittavalle tuotteelle markkinoita kun tuote on valmis kaupallistettavaksi. Lisäksi kaupallistamiseen liittyy epävarmuus siitä, onnistuuko yritys saamaan tuotteen markkinoille ja mitkä ovat tuotteesta saatavat vastaiset tulot. (Bakker 2011.)

2.2. Lääketeollisuuden t&k-prosessi

Uuden lääkeaineen t&k-vaihe kestää vähintään 10 vuotta ja eri arvioiden mukaan prosessiin kuluu 310–690 miljoonaa euroa. Luvussa on mukana myös epäonnistuneet projektit, arviolta vain yksi 5 000–10 000 tutkimuksen alaisesta yhdisteestä päätyy lopulta markkinoille (European Commission 2009: 55–58.) Uuden lääkkeen t&k-prosessi muodostuu useista ennalta määritellyistä vaiheista, jotka on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Lääkkeen kehitysprosessin vaiheet (mukaiillen Happonen & Saano 2006).

Varhaisessa tutkimusvaiheessa seulotaan kymmeniä tuhansia kemiallisia yhdisteitä sopivien molekyylien (NME, new molecular entity) löytämiseksi. Suurin osa molekyyleistä ei pääse seuraavaan vaiheeseen. Prekliininen vaihe kestää noin 4-6 vuotta ja tutkittavana on useita tuhansia yhdisteitä, joista suurin osa karsiutuu. Patenttihakemus jätetään yleensä jo prekliinisessä vaiheessa. (Happonen & Saano 2006.)

Kliiniset tutkimukset jaetaan yleensä neljään vaiheeseen, faasit I-IV. Kliinisiin tutkimuksiin päätyy muutamia yhdisteitä. Ennen myyntilupahakemuksen jättämistä tulee suorittaa vaiheet I-III, joissa lääkkeen turvallisuutta ja tehoa tutkitaan koehenkilöillä. Vaiheiden edetessä koehenkilöiden määrä kasvaa ja faasissa III lääkettä testataan sa-

doilla tai tuhansilla koehenkilöillä. Kliinisten tutkimusten kesto on 5-10 vuotta ja mukana on muutamia yhdisteitä. Faasi III:n jälkeen voidaan jättää myyntilupahakemus, jonka arviointi kestää 210 päivää, ja jonka aikana lääkkeen tehoa ja turvallisuutta edelleen seurataan. Myyntiluvan saamisen jälkeen lääke voidaan tuoda markkinoille ja sen haittoja ja hyötyjä seurataan jatkuvasti. (Happonen & Saano 2006.)

Uudelle lääkkeelle voidaan hakea myyntilupaa Euroopassa joko kansallisen tai keskitetyn menetelmän kautta. Kansallisessa menettelyssä myyntilupaa haetaan suoraan kyseisen valtion viranomaiselta (Suomessa Fimea). Keskitetyssä menetelmässä myyntilupaa haetaan EMA:lta (European Medicines Agency). Jos myyntilupa myönnetään keskitetyn menetelmän kautta, koskee lupa kaikkia Euroopan Unionin jäsenmaita sekä EEA-EFTA-valtioita (EMA 2013.) Myyntilupamenettelyn vuoksi lääkkeiden kehittämismenot kirjataan pääasiassa tilikauden kuluiksi, sillä menojen aktivoimisen edellytysten täytyminen on vaikea osoittaa toteutuviksi ennen kuin lääkkeelle on myönnetty myyntilupa. Esimerkiksi Orion Oyj (2015) kertoo tilinpäätösperiaatteissaan, että konsernissa ei tästä johtuen ole aktivoitu oman kehittämistoiminnan kuluja. Samoja periaatteita on sovellettu myös ulkopuolisilta ostettuihin palveluihin.

Myyntiin tullessaan uudella lääkkeellä on patenttisuoja, joka myönnetään 20 vuodeksi patenttihakemuksen jättämisestä. Patenttisuojalla on lääketieteellisyydessä erittäin tärkeä merkitys, sillä vaikka lääkkeen t&k on kallista, on lääkkeen valmistamiskustannukset suhteellisen pienet ja lisäksi kopioiminen on helppoa. Patenttihakemus jätetään yleensä jo lääketutkimuksen alussa, joten patenttisuojan aika kuluu koko tutkimusprosessin ajan. Lääkevalmisteen myyntiin tullessa patenttisuoja-ajasta on tyypillisesti kulunut kuudesta kymmeneen vuotta. Patenttisuojan lyhyttä on pyritty kompensoimaan lisäsuojatodistuksella, joka myönnetään enintään viideksi vuodeksi. Patentin ja lisäsuojatodistuksen voimassaolon lakattua myös muut valmistajat saavat valmistaa ja markkinoida samaa lääkeainetta, eli generinen kilpailu alkaa. (European Commission 2009: 49–63.)

Lääkkeiden kehitysohjelmaa ohjaa lääketieteellisen tarpeen lisäksi myös kaupalliset tavoitteet. Tuotteelle asetetaan tavoiteprofiili (target product profile), jonka perusteella arvioidaan t&k-investoinnin kannattavuus ja tehdään päätös investointiin ryhtymisestä. T&k-investoinnin kannattavuutta arvioidaan lääkkeen kehitystyön edetessä uudelleen ja tarvittaessa tavoitetta muutetaan tai kehitystyö lopetetaan. Kannattavuuden arviointia osaltaan vaikeuttaa se, että kustannukset kasvavat merkittävästi kehittämisprosessin aikana. (Happonen & Saano 2006.) Millerin (2005) mukaan yhä suurempi osuus uusien

lääkkeiden kehittämistyöstä päätetään lopettaa vasta faasissa III, jolloin projektin t&k-investoinnit ovat kokonaisuudessaan uponneita kustannuksia. Pitkälle edenneiden t&k-projektien lopettaminen kuvastaa sitä, kuinka vaikeaa hankkeen onnistumista ja kannattavuutta on arvioida etukäteen.

Markkinoille päätyneiden uusien lääkkeiden tuottojen jakaumat ovat Grabowskin, Vernonin ja DiMasin (2002) mukaan vahvasti vinot, sillä yksi kymmenesosa uusista lääkkeistä kattoi 52 % kaikkien uusien lääkkeiden kokonaisnykyarvosta vuosina 1990–1994. Suurimmalla osalla uusista lääkkeistä nettotuotot eivät ylittäneet kehittämisvaiheen kustannuksia, sillä vain 34 prosentilla uusista lääkkeistä nykyarvo ylitti keskimääräiset t&k-kustannukset. Mediaaninykyarvo oli merkittävästi alhaisempi kuin keskimääräiset t&k-kustannukset. Tästä huolimatta kaikkien uusien lääkkeiden keskimääräinen tuotto oli arviolta 11,5 %, mikä johtuu siitä, että ”läpimurtolääkkeiden” tuotto oli huomattavan suuri.

3. TEOREETTINEN VIITEKEHYS

Tässä luvussa tarkastellaan yrityksen optimaaliseen t&k-investointitasoon vaikuttavia tekijöitä; investoinnin tuotto-odotusta sekä pääoman kustannusta. Investoinnin kannattavuutta arvioidaan yrityksessä erilaisilla laskentamenetelmillä, joita käydään läpi seuraavassa alakappaleessa. Empiirisissä tutkimuksissa investoinnin tuotto-odotusta on mitattu usein markkina-arvoon perustuvilla mittareilla, joista tässä luvussa on käsitelty Tobinin Q:ta. Lisäksi tässä luvussa käydään läpi t&k-investointien rahoitusvaihtoehtoja sekä arvioidaan eroja eri vaihtoehtojen pääomakustannusten välillä rahoitusteorioiden pohjalta.

3.1. Investointihankkeiden arviointi

Investointihankkeiden arvioimiseen käytetään erilaisia laskentamenetelmiä, joiden tarkoitus on arvioida yksittäisten investointihankkeiden kannattavuutta. Erilaisten laskentamenetelmien avulla yksittäiset investointihankkeet voidaan asettaa paremmuusjärjestykseen, kun yritys valitsee, mihin investointihankkeisiin ryhtyy. Normatiivisen investointiteorian suosittelemat laskentamenetelmät ovat diskontattuihin kassavirtoihin perustuvat nettonykyarvomenetelmä sekä sisäisen korkokannan menetelmä. Normatiivisen investointiteorian peruseräteen mukaan investointikohde on kannattava, jos sen nettonykyarvo riskin huomioivalla diskonttauskorkokannalla on positiivinen. Diskontattuihin kassavirtoihin perustuviin menetelmiin liittyy seuraavat lähtöolettamukset: 1) yrityksen tavoitteena on omistajien varallisuuden maksimointi, 2) investointikohteet sekä niiden taloudelliset seuraamukset ovat tunnetut, 3) rahoituksen suhteen vallitsevat täydelliset pääomamarkkinat. (Kasanen, Virtanen, Laine & Matinpalo 1993: 15; Vaihekoski, Leminen, Pekkanen & Tiilikka 2003:4).

Nettonykyarvomenetelmässä (Net Present Value, NPV) arvioidaan investoinnista johtuvat kassavirrat periodikohtaisesti ja lasketaan tulevien kassavirtojen nykyarvo diskonttaamalla ne käyttäen valittua laskentakorkokantaa. Valittu korkokanta on suhteessa arvioitavan investointiprojektin riskiin. Nykyarvomenetelmän mukaan investointi on kannattava, jos NPV on positiivinen. Investoinnin NPV lasketaan kaavalla

$$(1) \quad NPV = CF_0 + \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t}$$

missä NPV on investoinnin nettonykyarvo, CF_t on vuoden t kassavirta ja r on investoinnille asetettu tuottovaatimus. Nettonykyarvoon ja sitä kautta investoinnin kannattavuuteen vaikuttavat vuotuisten kassavirtojen suuruus, kassavirtojen realisoitumishetki sekä diskonttauskoron ja investointimenon suuruus. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005: 218–220; Knüpfer & Puttonen 2012: 103–104.)

Nettonykyarvomenetelmän periaate on se, että yrityksen kannattaa toteuttaa kaikki hankkeet, joiden NPV on positiivinen. Käytettävissä oleva pääoma voi kuitenkin rajoittaa toteutettavien hankkeiden määrää, jolloin käytettävissä olevalle pääomalle halutaan mahdollisimman suuri tuotto. Suhteellisen nykyarvon mittari (Profitability index, PI) vertaa investoinnin nettonykyarvon suhdetta investointimenoon:

$$(2) \quad PI = \frac{NPV}{I},$$

missä I on investointimeno. Investointi on sitä kannattavampi, mitä suurempi PI on. Suhteellisen nykyarvon perusteella saadaan selville, millä investoinneilla käytettävissä oleva pääoma saadaan tuottamaan mahdollisimman paljon lisäarvoa. Suhteellisen nykyarvon menetelmässä myös sellaiset hankkeet saattavat olla kannattavia investointeja, jotka eivät olleet NPV:llä mitattuna kannattavuuslistan kärjessä. (Vaihekoski ym. 2003: 5.)

Sisäisen korkokannan menetelmässä (Internal Rate of Return, IRR) määritetään se korkokanta, millä investoinnin nettonykyarvo on nolla, eli investoinnista kertyvien tulojen nettonykyarvo on sama kuin investoinnin perushankintameno. Investointi on kannattava, jos IRR on vähintään tavoitteeksi asetetun pääoman tuottoprosentin suuruinen. Investoinnin IRR saadaan kaavalla

$$(3) \quad NPV = CF_0 + \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} = 0.$$

Investointi on sitä kannattavampi mitä suurempi IRR:n ja investoinnilta vaadittavan tuoton välinen positiivinen ero on. Jos $IRR < r$, investointi kannattaa hylätä. (Knüpfer & Puttonen 2012: 104–106)

Sisäisen korkokannan menetelmä on hyvin lähellä nettonykyarvomenetelmää, mutta sen soveltamiseen liittyy omia ongelmiaan. IRR ja NPV saattavat tietyissä tilanteissa johtaa poikkeaviin tuloksiin, sillä investoinnin IRR saattaa olla korkea, vaikka sen nettonykyarvo voi olla pieni verrattuna johonkin muuhun projektiin. IRR ei ole aina ratkaistavis-

sa, esimerkiksi jos vuotuiset kassavirrat vaihtelevat positiivisesta negatiiviseen. Lisäksi nettonykyarvomenetelmässä diskonttaus korkoa on mahdollista vaihdella korkoperiodeittain, kun taas sisäisen korkokannan menetelmässä IRR on vakio koko periodin ajan. Sisäisen korkokannan menetelmä soveltuu kuitenkin nettonykyarvomenetelmää täydentävänä informaation tuojana. (Vaihekoski ym. 2003: 6.)

Perinteisiin, diskontattuihin kassavirtoihin perustuviin investointilaskentamenetelmiin liittyy useita puutteita t&k-hankkeiden arvioimisen kannalta. Investointien tulevien kassavirtojen ennustaminen on hankalaa etenkin aineettomien investointien, kuten t&k-investointien yhteydessä. Lisäksi rahan aika-arvon vuoksi kassavirtojen nykyarvo on sitä pienempi, mitä myöhemmin kassavirta tapahtuu. Tämän vuoksi diskontattuihin kassavirtoihin perustuvat menetelmät eivät välttämättä sovellu kovin hyvin pitkäaikaisten investointien, kuten t&k-investointien arvioimiseen. Yksi merkittävä heikkous perinteisissä investointilaskentamenetelmissä on myös se, että ne olettavat kassavirtojen olevan annetut. Käytännössä yrityksen johdolla on toimillaan mahdollisuus vaikuttaa tuleviin kassavirtoihin, kuten esimerkiksi mahdollisuus laajentaa onnistunutta investointia tai lopettaa kannattamaton hanke kesken. (Kasanen ym. 1993: 25–28; Vaihekoski ym. 2003: 6.)

T&k-investointien kohdalla nettonykyarvomenetelmän ja sisäisen korkokannan menetelmän sijaan hankkeiden arvioimiseen soveltuvampana menetelmänä pidetään reaaliop-tioanalyysiä. Reaaliop-tio-teorian periaatteena on, että investointi on luonteeltaan joustava. Reaaliop-tioina voidaan pitää niitä investointiin liittyviä mahdollisuuksia tai vaihtoehtoja, joita johdolla on käytettävissään, kuten mahdollisuus viivästyttää investointia (lykkäysop-tio), mahdollisuus jatkoinvestointeihin (kasvuop-tio) sekä mahdollisuus hylätä investointi (hylkäysop-tio). Reaaliop-tio-teoriassa tämä investointiin liittyvä joustavuus rinnastetaan op-tioon ja sen arvottamiseen voidaan käyttää op-tioihin sovellettavia hinnoittelumenetelmiä. Reaaliop-tio-teorian mukaan hankkeen todellinen nettonykyarvo muodostuu seuraavasti

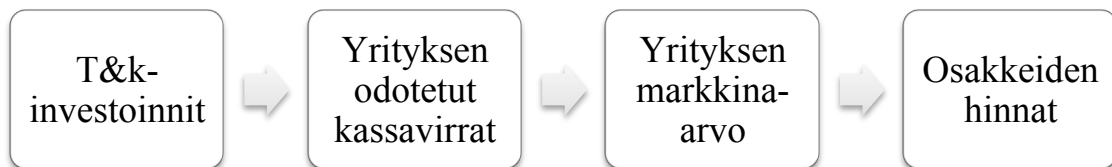
$$(4) \quad \textit{Todellinen NPV} = \textit{Investoinnin NPV} + \textit{Hylkäysop-tion NPV} + \textit{Kasvuop-tion NPV} - \textit{Lykkäysop-tion NPV}.$$

Reaaliop-tioanalyysi ottaa huomioon sen, että investointipäätöstä ei tehdä kertapäätökse-nä, vaan hankkeen kannattavuutta arvioidaan koko hankkeen ajan ja tarvittaessa tavoitetta voidaan muuttaa. Reaaliop-tion hinnoittelu on haastavampaa kuin perinteisten opti-

oiden, mutta reaalioptioiden hinnoitteluun voidaan kuitenkin soveltaa optioiden hinnoitteluun käytettyjä menetelmiä, kuten Black-Scholes-mallia. (Pike & Neale 2006: 311–314.)

Hartmannin ja Hassanin (2006) sekä Skrepnekin ja Sarnowskin (2007) tutkimuksien mukaan uusien lääkkeiden t&k-hankkeiden arvioimisessa käytetyimpiä menetelmiä ovat nettonykyarvomenetelmä, sisäisen korkokannan menetelmä sekä reaalioptioanalyysi. Hartmannin ja Hassanin (2006) mukaan nettonykyarvomenetelmä oli käytetyin työkalu kaikissa t&k-vaiheissa (tutkimus- ja prekliininen vaihe sekä faasit I-III), sisäistä korkokantaa ja reaalioptioanalyysiä käytettiin lähinnä tuotekehitysprojektin loppuvaiheissa. Tutkimusvaiheessa nettonykyarvomenetelmän lisäksi käytettiin paljon pisteytysmenetelmää. Skrepnekin ja Sarnowskin (2007) tutkimuksessa suosituimmaksi arviointimenetelmäksi laskentamenetelmien rinnalle nousi intuitio ja aikaisempi kokemus. Molemmat tutkimukset suoritettiin kyselytutkimuksena, Hartmannin ja Hassanin (2006) kysely kohdistui liikevaihdoltaan suurimpiin lääkeyrityksiin, Skrepnekin ja Sarnowskin (2007) tutkimuksen aineisto koostui puolestaan pääasiassa pienistä lääketutkimusta tekevästä bioteknologiayrityksistä.

3.2. T&k-investointien tuotto-odotus ja Tobinin Q



Kuva 2. T&k-investointien ja osakkeiden hintojen välinen riippuvuussuhde (Grandi ym. 2009).

Empiirisissä tutkimuksissa yrityksen t&k-investointien tuotto-odotusta on usein mitattu yrityksen markkina-arvoon perustuvilla mittareilla. Markkina-arvoon perustuvien mitta-reiden ajatellaan kykenevän parhaiten mittaamaan t&k-investointien tuotto-odotusta, koska t&k-toiminnasta johtuvat kassavirrat syntyvät viiveellä ja voivat jakautua usealle

vuodelle. T&k-investointien tuotto-odotuksen näkyminen yrityksen markkina-arvossa perustuu siihen, että yrityksen markkina-arvo muodostuu nykyhetkeen diskontatuista odotetuista tulevista kassavirroista. Tuotto-odotusten muuttuessa osakemarkkinoiden oletetaan reagoivat välittömästi, jolloin muutos näkyy heti yrityksen osakkeiden hinnassa (Kuva 2). Tämä vaatii kuitenkin oletusta tehokkaista markkinoista (Grandi, Hall & Oriani 2009.) Tehokkailla markkinoilla ei ole transaktiokustannuksia, informaatio on kaikkien markkinaosapuolien saatavilla ilmaiseksi ja kaikki markkinaosapuolet tulkitsevat samalla tavalla millainen vaikutus informaatiolla on osakkeen nykyisiin ja tuleviin hintoihin (Fama 1970).

Tobinin Q-teorian (Tobin 1969) mukaan investoinnit riippuvat q-muuttujasta (raja-q), joka on uuden pääomayksikön (eli investoinnin) markkina-arvon ja jälleenhankintakustannuksen suhde. Teorian mukaan yrityksen kannattaa investoida, kunnes uuden pääomayksikön markkina-arvo ylittää sen jälleenhankintakustannukset, eli kun q-muuttujan arvo ylittää luvun yksi. Jos q-muuttujan arvo on alle yksi, yrityksen kannattaa vähentää pääomakantaa. Raja-q:n havaitsemattomuus tuottaa ongelmia empiirisesti tutkittaessa ja yleensä raja-q:n sijaan tutkimuksissa on käytetty keskimääräistä-q:ta. Keskimääräinen-q vastaa raja-q:ta, kun pääomamarkkinat ovat täydelliset, tuotosmarkkinoilla vallitsee täydellinen kilpailu ja tuotantofunktiolla on vakioiset skaalatuotot (Hayashi 1982). Keskimääräinen-q voidaan määritellä seuraavalla kaavalla

$$(5) \quad Q = \frac{V}{p_1 K},$$

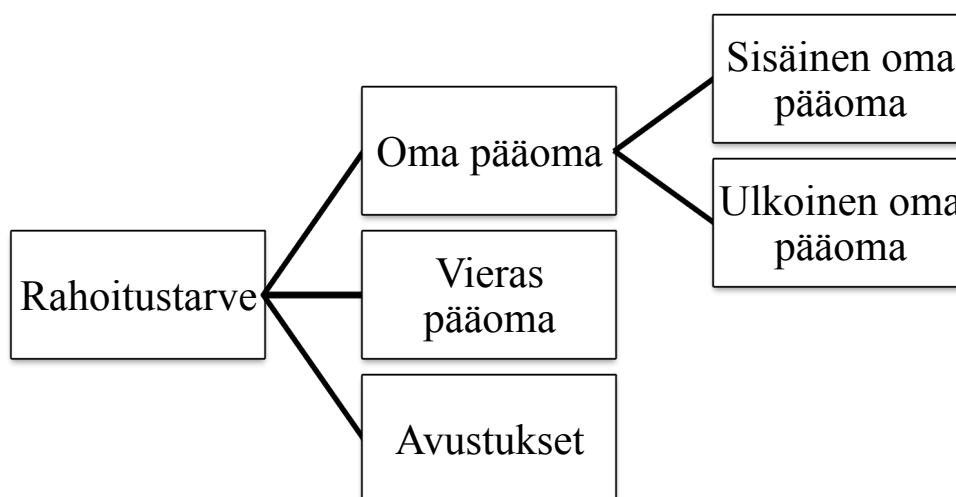
missä V on yrityksen pääomakannan markkina-arvo ja $p_1 K$ sen jälleenhankintakustannus (Hayashi 1982).

Käytännössä on osoitettu, että q-muuttujan selitysvoima yksistään ei ole kovin vahva, vaan esimerkiksi malliin lisätyllä kassavirtamuuttujalla on tilastollisesti merkitsevä vaikutus. Kassavirtamuuttujan tilastollinen merkitsevyys näissä malleissa ajatellaan johtuvan yleensä pääomamarkkinoiden epätäydellisyydestä, jolloin muuttuja kuvastaa epäsymmetrisen informaation aiheuttamia rahoitusrajoitteita (Fazzari ym. 1988.) Kassavirtamuuttujan merkitsevyys on esitetty johtuvan myös tuotosmarkkinoiden epätäydellisyydestä tai siitä, että johto käyttää ylimääräistä kassavirtaa yli-investoidakseen, eikä siten toimi aina osakkeen omistajan edun mukaisesti (Jensen 1986). Q-teoriaan pohjautuvissa malleissa q-muuttujan lisäksi malliin onkin usein lisätty pääoman kustannusta kuvaavia muuttujia, joista useimmiten käytettyjä ovat sisäisen rahoituksen saatavuutta

kuvaava kassavirtamuuttuja, ulkoisen rahoituksen saatavuutta kuvaava velkamuuttuja sekä oman pääoman kustannusta kuvaava osakkeenhinta (Bhagat & Welch 1995).

3.3. T&k-toiminnan rahoitus

T&k-investointien rahoitusvaihtoehdot ovat sisäinen oma pääoma, ulkoinen oma pääoma, vieras pääoma sekä avustukset (Kuva 3). T&k-avustukset jätetään tässä työssä huomioimatta, t&k:n sekä julkisen rahoituksen teoreettista kytkeä on tarkasteltu muun muassa Tekesin selvityksessä Innovaatio investointina (Vaihekoski ym. 2003). Sisäinen oma pääoma, eli tulorahoitus koostuu joko tilinpäätöksessä muodostuvista voitoista tai tuloksenjärjestelykeinoin yritykseen jätetyistä ja voitonjaon ulkopuolella pidätetyistä rahavaroista. Yritys voi hakea vieraan pääoman ehtoista rahoitusta, eli lainaa pankeilta, arvopaperimarkkinoilta sekä julkisilta että yksityisiltä sijoittajilta. Yleisin vieraan pääoman muoto on pankkilaina. Kolmas rahoituslähteen muoto on ulkoinen oma pääoma, jota yritys voi saada listautumalla pörssiin tai pääomasijoittajilta. (Knüpfer & Puttonen 2012: 29–31.)



Kuva 3. T&k-investoinnin rahoitusvaihtoehdot.

Rahoituksen kustannukset vaihtelevat eri rahoitusvaihtoehtojen välillä, sillä esimerkiksi riski, sijoittajan tuottovaatimus ja liikellelaskukustannukset vaihtelevat oman ja vieraan pääoman ehtoisen rahoituksen välillä. Vieraan pääoman tuottovaatimus riippuu

luotonantajan riskipreemiosta, johon vaikuttaa muun muassa yrityksen riskitaso. Yritys voi vaikuttaa riskipreemioon asettamalla vakuuksia lainalle, jolloin riskitaso (ja vieraan pääoman tuottovaatimus) laskee. Riski on myös keskeinen tekijä oman pääoman sijoittajien tuottovaatimuksessa, mutta oman pääoman kohdalla riski on yleisesti ottaen korkeampi konkurssiriskin vuoksi, jolloin myös tuottovaatimus on yleensä vieraan pääoman tuottovaatimusta korkeampi. Vieraan pääoman korot ovat vähennyskelpoisia verotuksessa, kun taas osingot maksetaan vasta veronmaksun jälkeen. Vieras pääoma on yleensä oman pääoman ehtoista rahaa halvempaa, mutta toisaalta liiallinen velkaisuus lisää konkurssi- ja rahoitusriskiä. Myöskään tulorahoitus ei ole ilmaista, sillä investoinnin sijaan yritys voisi jakaa voiton osinkoina omistajille. Koska omistajat voisivat sijoittaa rahan tuottavasti, omistajat vaativat investoinnista tuottoa. (Knüpfer & Puttonen 2012: 33–37.)

Rahoituksen saatavuus voi rajoittaa t&k-investointien määrää, eli yritys ei välttämättä pysty toteuttamaan kaikkia haluamiaan investointeja rahoitusrajoitteiden vuoksi. Rahoitusrajoitteita voivat lisätä t&k-investointien kohdalla ainakin uponneet kustannukset, epävarmuus investoinnin onnistumisesta, epävarmuus negatiivisten ja positiivisten kasvivoitojen ajoituksesta ja suuruudesta sekä epäsymmetrinen informaatio (Bakker 2011).

3.3.1. Rahoitusteoriat ja epäsymmetrinen informaatio

Modigliani-Miller-teoreema (Modigliani & Miller 1958) on pääomarakenteen tutkimuksen perusta. Teoreeman mukaan tiettyjen ehtojen pätiessä yrityksen markkina-arvo on riippumaton yrityksen pääomarakenteesta. Teoreeman mukaan yritys, joka on rahoitettu ainoastaan omalla pääomalla on samanarvoinen kuin yritys, joka on rahoitettu oman pääoman lisäksi velalla, eli $V_L = V_U$. Teoreeman toinen johtopäätös on, että pääoman kustannus velkaiselle yritykselle on sama kuin pääoman kustannuksen ja riskipreemion summa ei-velkaantuneelle yritykselle. Modigliani-Miller-teoreeman pätiessä yrityksen optimaalinen investointitaso on riippumaton yrityksen pääomarakenteesta. Teoreema pätee, kun pääomamarkkinat ovat tehokkaat, eli markkinoilla ei ole agentti- ja konkurssikustannuksia, epäsymmetristä informaatiota ja veroja. Käytännössä Modigliani-Miller-teoreema ei päde muun muassa agentti- ja konkurssikustannusten, epäsymmetrisen informaation ja verotuksellisten syiden vuoksi, vaan pääomakustannukset vaihtelevat eri rahoituslähteiden välillä (Hall 1992).

Trade off -teoria (Kraus & Litzenberger 1973) ottaa huomioon pääomamarkkinoiden epätäydellisyyden ja keskittyy erityisesti veroihin ja konkurssikustannuksiin. Teorian

mukaan yritykset optimoivat yrityksen arvoa vertailemalla velan hyötyjä velan kustannuksiin. Korkojen vähennysoikeus verotuksessa johtaa siihen, että velkaantuneen yrityksen arvo on sama kuin velattoman yrityksen arvo ja velan verotuksellinen hyöty, eli $V_L = V_U + tD$. Kun velkaisuusaste kasvaa, kasvavat kuitenkin myös konkurssikustannukset, jolloin optimaalinen velkaisuusaste saavutetaan kun velan rajahyöty (veroaste, t) on sama kuin velan rajakustannus (konkurssikustannus). Optimaalisella velkaisuusasteella yrityksen arvo on suurin.

Pecking order, eli rahoituksen nokkimisjärjestysteoria (Myers & Majluf 1984) perustuu epäsymmetriseen informaatioon ja sen mukaan yritys käyttää eri rahoituslähteitä hierarkkisessa järjestyksessä investointien rahoittamiseen. Investoinnit rahoitetaan ensisijaisesti edullisimmalla rahoitusmuodolla, eli tulorahoituksella. Jos yritys tarvitsee ulkopuolista pääomaa, yritykset suosivat vieraan pääoman ehtoista rahoitusta, sillä se on riskittömämpää kuin oman pääoman ehtoinen rahoitus. Oman pääoman ehtoinen rahoitus on viimeinen vaihtoehto investointien rahoituksessa, jota käytetään vain kun velkaa ei ole enää kannattavaa ottaa lisää. Epäsymmetrinen informaatio nostaa erityisesti oman pääoman ehtoisen rahoituksen kustannusta, minkä seurauksena se on yleensä kallein rahoituslähde.

Epäsymmetrisellä informaatiolla tarkoitetaan tilannetta, jossa johto tietää yrityksen mahdollisuuksista, riskeistä ja arvosta enemmän kuin yrityksen ulkopuolinen sijoittaja. Ulkopuolisen sijoittajan kannalta epäsymmetrinen tieto johtaa haitallisen valikoitumisen (adverse selection) ongelmaan. Haitallisella valikoitumisella tarkoitetaan riskiä siitä, että yritys käyttää hyväkseen epäsymmetristä informaatiota ja käyttää ulkopuolista pääomaa niiden projektien rahoitukseen, joiden onnistumisen todennäköisyys on pieni (Brealey, Myers & Allen 2011: 677.) Sijoittajan on vaikea erottaa hyviä projekteja huonoista, mikä johtaa siihen, että ulkopuolinen sijoittaja vaatii korkeampaa tuottoa eli ”lemons premium”:ia myös sijoituksista pienempiriskisiin hankkeisiin (Akerlof 1970).

Haitallinen valikoituminen voi vaikuttaa myös vieraan pääoman saatavuuteen, sillä myös lainanantajien on vaikea erottaa hyviä projekteja huonoista. Koron sijaan pankit saattavat säännöstellä mieluummin rahoituksen määrää, koska korkea korko karkottaa matalariskiset yritykset muualle (Vaihekoski ym. 2003: 8). Myös moraalikato-ongelma (moral hazard) voi vaikuttaa vieraan pääoman saatavuuteen. Moraalikalalla tarkoitetaan sitä, että yritys saattaa ottaa enemmän riskejä investoinneissaan, kuin rahoittajan kanssa on ennalta sovittu. Jos riskinotto kannattaa, yritys saa lisää tuottoja, kun taas rahoittajan kannalta vain riskit lisääntyvät. (Brealey, Myers & Allen 2011: 677.)

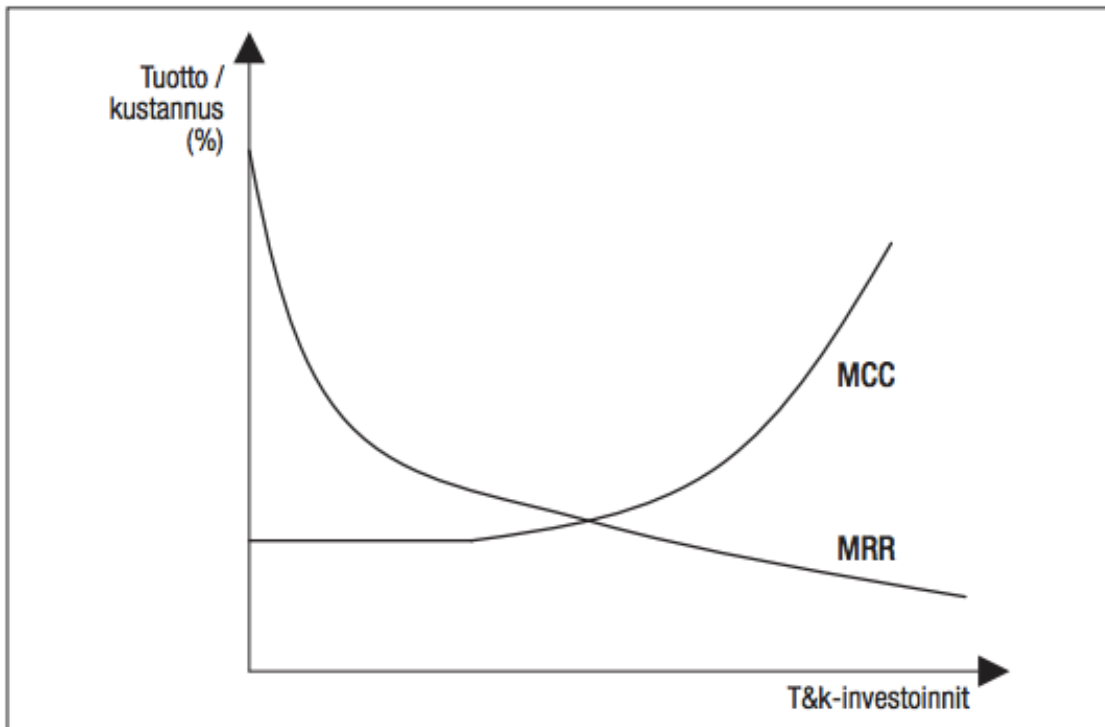
Pecking order -teoria ei ota huomioon sitä, että investoinnin kohteella voi olla vaikutusta siihen, millä investointi kannattaa rahoittaa. Transaktiokustannusteorian mukaan transaktiokustannukset johtavat siihen, että toisia investointeja on kannattavaa rahoittaa vieraalla pääomalla kuin taas toisia omalla pääomalla (Williamson 1988). Williamsonin (1988) mukaan keskeisiä transaktiokustannusten aiheuttajia ovat kohteen spesifisyys, epävarmuus ja transaktion yleisyys. Helposti realisoitavien ja ei-spesifien investointikohteiden transaktiokustannukset ovat matalat, kun taas esimerkiksi t&k-investointien transaktiokustannukset ovat korkeat, sillä t&k-investoinnit ovat tyypillisesti yrityskohdaisia, hyvin spesifejä ja investoinnin riski on korkea. Teorian mukaan yritykset suosivat oman pääoman ehtoista rahoitusta investoidessaan spesifisiin, riskisiin kohteisiin ja vierasta pääomaa investoidessaan kohteisiin, jotka ovat helposti realisoitavissa tai ei-spesifisiä.

3.3.2. Rahoituslähteet t&k-investoinneissa

T&k-investointien kohdalla sisäisen rahoituksen merkitys korostuu epäsymmetrisen informaation vuoksi. T&k-intensiiviset yritykset voivat olla Bhattacharyan ja Ritterin (1983) mukaan haluttomia paljastamaan t&k-hankkeita koskevia tietoja, minkä seurauksena epäsymmetrisen informaatio korostuu. Jos yritys haluaa vähentää epäsymmetrisen informaation aiheuttamia ongelmia, eli kohonnutta ulkopuolisen pääoman kustannusta, tulee sen paljastaa t&k-hankkeita koskevaa tietoa. Tämä tieto on Bhattacharyan ja Ritterin (1983) mukaan kuitenkin suoraan kilpailijoiden käytettävissä, minkä seurauksena yritys menettää kilpailuetuaan. Ulkopuolista pääomaa käyttävän yrityksen tulee punnita maksaako korkeampaa kustannusta pääomasta vai ottaako riskin, että kilpailuetu menetetään. Riski kilpailuedun menetyksestä nostaa ulkopuolisen pääoman kustannusta, minkä seurauksena sisäisen pääoman saatavuus voi rajoittaa t&k-investointeja. Toinen tulorahoituksen merkitystä lisäävä tekijä t&k-investointien rahoituksessa on Hallin (1992) mukaan osakemarkkinoiden lyhytnäköisyys, eli markkinat aliarvostavat pitkäaikaisia investointeja.

Epäsymmetrisen informaatio ja t&k-projektien erityispiirteet saattavat johtaa myös siihen, että vierasta pääomaa ei ole mahdollista saada, etenkin jos yrityksellä ei ole riittävästi vakuuksia (Himmelberg & Petersen 1994). Williamsonin (1988) mukaan oman pääoman ehtoinen rahoitus antaa yrityksille enemmän päätösvaltaa investoinnin suhteen ja mahdollistaa suuremman riskin ottamisen, minkä seurauksena t&k-investointien rahoituksessa ei suosita vierasta pääomaa.

3.4. Optimaalisen t&k-panoksen määräytyminen



Kuva 4. Optimaalisen t&k-panoksen määräytyminen (Vaihekoski ym. 2003: 16).

Perinteisen mikrotaloustieteellisen teorian mukaan investointipäätös määräytyy investoinnin rajatuoton (marginal rate of return, MRR) ja pääoman rajakustannuksen (marginal cost of capital, MCC) perusteella. Kuvassa 4 pystyakselilla on marginaalinen tuotto ja vaaka-akselilla t&k-investointien määrä. Yrityksen optimaalinen investointitaso on MRR- ja MCC-käyrien leikkauspisteessä, eli yritys investoi kunnes $MRR = MCC$. Teoria olettaa, että yritys arvioi rationaalisesti eri hankkeiden kannattavuuden. Investointien MRR-käyrä (investointien kysyntä) muodostetaan järjestelemällä potentiaaliset t&k-hankkeet alenevaan järjestykseen niiden kannattavuuden perusteella. MRR-käyrä on laskeva, ja sen jyrkkyys riippuu tarjolla olevien hankkeiden määrästä ja niiden kannattavuudesta. Käyrän alkupäässä on kannattavimmat hankkeet, joiden tuotto-kustannussuhde on korkein, käyrän loppupäässä on hankkeet, joiden tuotto-kustannussuhde on matalin. (Vaihekoski ym. 2003: 16.)

MCC-käyrä muodostuu yrityksen rahoituslähteiden mukaan ja se kuvastaa investoinnin vaihtoehtoiskustannusta. MCC-käyrän vaakasuora osuus kuvaa yritykselle edullisinta rahoitusmuotoa, eli tulorahoitusta. Kun investointien määrä yrittää tulorahoituksen rajat,

käyrä nousee. Vaakasuoran osuuden jälkeen nouseva käyrä kuvaa yritykselle kalliimpia rahoituslähteitä, eli vierasta tai ulkoista omaa pääomaa. Aloittelevilla yrityksillä kassavirtaa ei välttämättä ole, tai se on negatiivinen, jolloin käyrä nousee heti. Käyrän jyrkkyys riippuu siitä, mitkä ovat yrityksen konkurssiriskit. Pienillä ja nuorilla yrityksillä konkurssiriskit ovat usein korkeammat, jolloin käyrä jyrkkenee nopeammin, koska lainantajien vaatima korko on suurempi. Suurilla yrityksillä konkurssiriskit ovat yleensä matalammat, jolloin käyrä on loivempi. (Grabowski & Vernon 2000; Vaihekoski ym. 2003: 16)

Yrityksen optimaalinen t&k-investointitaso, R^* , saadaan ratkaisemalla yhtälö

$$(6) \quad MRR(R, X) = MCC(R, Z),$$

missä R on t&k-investoinnit, X on vektori muuttujista, jotka vaikuttavat t&k-investoinnin tuotto-odotukseen ja Z on vektori muuttujista, jotka vaikuttavat pääoman kustannukseen. Optimaalinen t&k-investointitaso, R^* , voidaan ilmasta X :n ja Z :n funktiona

$$(7) \quad R^* = f(X, Z).$$

Teorian mukaan yrityksen t&k-investoinnin muutosta selittää muutos joko MRR tai MCC-käyrässä. Lisääntynyt kassavirta, eli tulorahoitus siirtää MCC-käyrää oikealle, jolloin myös käyrien leikkauspiste siirtyy oikealle. Investointien tuotto-odotuksen kasvaessa MRR-käyrä siirtyy ulospäin, jolloin taas käyrien leikkauspiste siirtyy oikealle. (Grabowski & Vernon 2000.)

MCC-käyrän siirtyminen oikealle lisää optimaalista t&k-investointitasoa vain jos lähtötilanteessa yrityksen t&k-kysyntä ylittää tulorahoituksen määrän. Jos tulorahoituksen saatavuus lähtötilanteessa ylittää t&k-investointien kysynnän, optimaalinen t&k-investointitaso ei muutu tulorahoituksen kasvaessa. Tämän perusteella t&k-investoinnin herkkyys kassavirralle voi viitata rahoitusrajoitteisiin. T&k-investointien herkkyys kassavirralle on myös merkki siitä, että tulorahoitus on muutoin merkittävä t&k-investointien rahoittamisessa. (Hall 2002.)

4. AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET JA HYPOTEESEIT

Kuvan 4 mukaan yrityksen optimaalinen t&k-investointitaso määräytyy MRR- ja MCC-käyrien leikkauspisteessä. MRR-käyrään vaikuttaa t&k-investoinnin tuotto-odotus, jota aikaisemmissa tutkimuksissa on mitattu usein markkina-arvoon perustuvalla mittarilla, kuten q-muuttujalla. MCC-käyrään vaikuttaa rahoituksen saatavuus, mitä aikaisemmissa tutkimuksissa mitataan yleensä kassavirralla. Myös ulkoisen rahoituksen saatavuutta kuvaavia mittareita, kuten velkaisuutta on käytetty. Aikaisemmissa tutkimuksissa aineistona on käytetty useimmiten yhdysvaltalaisia teollisuusyrityksiä toimialaan katso-matta, muiden maiden osalta tutkimustietoa löytyy melko vähän (esim. Bhagat & Welch 1995). Osassa tutkimuksia yritykset on valittu mukaan aineistoon joko toimialan (tietty toimiala tai useita t&k-intensiivisiä toimialoja) tai yrityksen koon perusteella (esim. Chiao 2002; Himmelberg & Petersen 1994). Myös lääkeyrityksien t&k-investoinneista löytyy tutkimuksia. Näissä tutkimuksissa aineistona on käytetty yhdysvaltalaisia, japanilaisia ja maailman suurimpia yrityksiä (esim. Grabowski & Vernon 2000; Machlich & Roediger-Schluga 2006; Eger & Machlich 2014).

Tässä luvussa käsitellään tulorahoituksen, velkaisuuden ja tuotto-odotuksen vaikutusta t&k-investointeihin teollisuusyrityksillä yleisesti. Luvussa 4.4 käydään läpi lääkeyritysten t&k-investointeja selittäviä tutkimuksia. Luvussa 4.5 tehdään yhteenveto aikaisemmista tutkimuksista ja esitetään empiirisesti tutkittavat hypoteesit.

4.1. Tulorahoitus

T&k-investointien herkkyys yrityksen kassavirralla on onnistuttu osoittamaan useissa tutkimuksissa. Arviot t&k-kulujen kassavirtajoustosta vaihtelevat 0,4 ja 0,8 välillä riippuen tutkimuksesta, eli karkeasti arvioituna yhden prosentin nousu vapaassa kassavirrassa johtaisi noin 0,6 prosentin nousuun t&k-kuluissa (Bakker 2011). Hall (1992) käytti aineistonaan suurta aineistoa koostuen yhdysvaltalaisista teollisuusyrityksistä ja osoitti, että kassavirralla on merkittävä vaikutus t&k-investoinneille yritystasolla. Hallin (1992) mukaan tulos viittasi siihen, että rahoitusrajoitteet vaikuttavat yritysten t&k-investointeihin. Himmelberg ja Petersen (1994) osoittivat, että kassavirralla on vaikutusta t&k-investoinneille enemmän kuin muun tyyppisille investoinneille. Tulorahoituksen merkitys korostuu erityisesti nuorilla ja pienillä yrityksillä. Samanlaisia tuloksia saivat myös Czarnitzki ja Hottenrott (2011). Tulokset viittaavat siihen, että nuorilla ja pienillä yrityksillä ulkopuolisen rahoituksen saaminen t&k-investoinneille on haastavaa,

koska niillä ei ole vielä tarpeeksi kertyneitä voittovaroja, tasaista kassavirtaa tai tarpeeksi omaisuutta ulkopuolisen rahoituksen vakuudeksi. Suurempien yritysten tulorahoitus riittää yleensä paremmin rahoittamaan t&k-investointeja ja lisäksi ulkopuolisen rahoituksen pääomakustannus on yleensä pienempi isommille yrityksille. Toisaalta suurempienkin yritysten on todettu suosivan tulorahoitusta t&k-investointien rahoituksessa (Hall 2002).

Maan rahoitusjärjestelmällä on esitetty olevan vaikutusta siihen, kuinka suuri merkitys kassavirralla on yrityksen t&k-investoinneille. Bhagat ja Welch (1995) vertailivat t&k-kuluihin vaikuttavia tekijöitä yhdysvaltalaisilla, kanadalaisilla, brittiläisillä, eurooppalaisilla sekä japanilaisilla yrityksillä vuosina 1985–1990. Empiirisissä tutkimuksissa Yhdysvaltoja ja Iso-Britanniaa on yleensä käytetty esimerkkinä markkinaperusteisena rahoitusjärjestelmänä ja Japania ja Saksaa pankkiperusteisena järjestelmänä. Pankkiperusteisessa järjestelmässä yrityksillä ja pankeilla on tiiviimmät suhteet, joiden katsotaan vähentävän informaation epäsymmetriaa (Levine 2002). Bhagatin ja Welchin (1995) saamat tulokset poikkesivat muista tutkimuksista, sillä yhdysvaltalaisilla yrityksillä (joilla rahoitusrajoitteiden on yleisesti katsottu olevan korkeammat) edellisen vuoden kassavirralla oli tilastollisesti merkitsevä negatiivinen vaikutus t&k-kuluihin. Kassavirta ei ollut tilastollisesti merkitsevä selittävä muuttuja muissa maissa.

Brown ym. (2012) tutkivat kassavirran vaikutusta t&k-investoinneille eurooppalaisilla yrityksillä vuosina 1995–2007. Tulosten perusteella edellisen vuoden kassavirralla oli positiivinen vaikutus, kun tarkasteltiin kaikkia maita yhdessä. Edellisen vuoden kassavirran vaikutus kuitenkin poikkesi, kun tarkasteltiin maita yksittäin. Enemmän markkinaperusteisissa järjestelmissä, kuten Iso-Britanniassa ja Ruotsissa, edellisen vuoden kassavirralla oli positiivinen vaikutus t&k-investointeihin. Pankkiperusteisissa järjestelmissä, kuten Saksassa ja Ranskassa, edellisen vuoden kassavirran kerroin oli pienempi tai se ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

4.2. Velkaisuus

Aikaisempien tutkimusten perusteella t&k-intensiiviset yritykset eivät suosi velkaa toiminnan rahoituksessa. Hall (1992) havaitsi merkittävän negatiivisen korrelaation yrityksen velkaisuusasteen ja t&k-investointien välillä. Hallin (1992) mukaan yritykset suosivat vierasta pääomaa rahoittaessaan aineellisia investointeja, mutta t&k-investointien riskisen luonteen vuoksi suosivat muita rahoituslähteitä vieraan pääoman sijaan. Myös

Chiao (2002) tuli siihen tulokseen, että t&k-intensiivisillä teollisuudenaloilla velkaantuneisuusaste lisää aineellisia investointeja, mutta laskee t&k-investointeja. Manohar ja Scheri (2005) kontrolloivat yritysکوhtaiset tekijät (yrityksen koko, kasvu, suoriutuminen ja maksuvalmius), joilla saattaa olla vaikutusta t&k-kuluihin. Myös yritysکوhtaiset tekijät kontrolloimalla tutkijat osoittivat, että velkaisuusasteen ja t&k-kulujen välillä on vahva negatiivinen riippuvuussuhde. Tulosten perusteella nykyinen velkaantuneisuusaste vähentää myöhempiä t&k-investointeja, jolla saattaa tukijoiden mukaan olla negatiivinen vaikutus yrityksen pitkän tähtäimen operatiiviseen suoriutumiseen sekä tulevaisuuden kasvumahdollisuuksiin.

Bhagatin ja Welchin (1995) tutkimuksessa, jossa vertailtiin t&k-investointien selittäviä tekijöitä maittain, velkaisuudella oli tilastollisesti merkitsevä negatiivinen vaikutus t&k-investointeihin yhdysvaltalaisilla yrityksillä. Kanadalaisilla, brittiläisillä ja eurooppalaisilla yrityksillä velkaisuus ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Japanilaisilla yrityksillä velkaisuudella oli positiivinen vaikutus t&k-investointeihin. Tulosten perusteella voidaan arvioida, että rahoitusrajoitteet ovat merkittävä tekijä Yhdysvalloissa, jossa rahoitusjärjestelmä on markkinapainotteinen. Pankkipainotteisessa rahoitusjärjestelmässä Japanissa rahoitusrajoitteet eivät ole merkittävä tekijä. Yhdysvaltalaisilla yrityksillä velkaisuusasteella oli merkittävä negatiivinen vaikutus t&k-kuluihin pienillä ja keskikokoisilla yrityksillä, suurilla yrityksillä muuttuja ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

4.3. Tuotto-odotus

Empiirisissä tutkimuksissa t&k-investoinnin tuotto-odotuksen mittarina on käytetty muun muassa yrityksen arvoa, osakkeen tuottoa tai q-muuttujaa. Markkina-arvoon perustuvan mittarin käyttäminen tuotto-odotuksen mittarina perustuu siihen, että t&k-investointien tuotto-odotuksen muuttuessa muutos heijastuu yrityksen markkina-arvoon ja osakkeen hintaan. T&k-investointien positiivisen vaikutuksen yrityksen markkina-arvoon ovat osoittaneet muun muassa Bosworth ja Rogers (2001) sekä Toivanen, Stoneman ja Bosworth (2002). T&k-investointien positiivisen vaikutuksen q-muuttujaan ovat osoittaneet ainakin Hall (1993), Megna ja Klock (1993) sekä Hall ja Oriani (2006).

Rahoitustekijöitä sisältävissä malleissa tuotto-odotusta mittaava muuttuja on yleensä lisätty kontrollimuuttujaksi, sillä näissä tutkimuksissa on yleensä keskitytty rahoitusrajoitteiden tutkimiseen. Lääkeyrityksiä koskevissa tutkimuksissa tuotto-odotus on nostet-

tu keskeiseksi selittäväksi tekijäksi kassavirran rinnalle, sillä lääkkeiden hintasääntelyn on esitetty laskevan sekä tuotto-odotusta että kassavirtaa (Vernon 2005).

Bhagat ja Welch (1995) käyttivät aikaisempien vuosien osaketuottoja tuotto-odotuksen mittarina yhdysvaltalaisista, kanadalaisista, brittiläisistä, eurooppalaisista sekä japanilaisista yrityksistä koostuvalla aineistollaan. Yhden vuoden viiveellä mitattu osaketuotto ei ollut tilastollisesti merkitsevä muuttuja missään tutkimuksen maassa. Kahden vuoden viiveellä mitatulla osaketuotolla oli tilastollisesti merkitsevä positiivinen vaikutus t&k-kuluihin Yhdysvalloissa, Euroopassa ja Japanissa. Yhdysvaltalaisilla yrityksillä kahden vuoden viiveellä mitatulla osaketuotolla oli positiivinen vaikutus t&k-kuluihin sekä suurilla, keskikokoisilla että pienillä yrityksillä. Himmelberg ja Petersen (1994) käyttivät tuotto-odotuksen mittarina Tobinin Q:ta ja havaitsivat, että tuotto-odotuksella oli pieni, mutta tilastollisesti merkitsevä vaikutus pienten yritysten t&k-investoinneille. Aineellisten investointien kohdalla Tobinin Q ei ollut merkitsevä selittävä tekijä. Myös Brown ym. (2012) tutkimuksen mukaan Tobinin Q:lla oli pieni, mutta tilastollisesti merkitsevä vaikutus eurooppalaisten yritysten t&k-investoinneille.

Gugler, Mueller ja Yourtoglou (2004) jakoivat yritykset yli-investoiviin (raja- $q < 1$) ja ali-investoiviin (raja- $q > 1$). Ali-investoivilla yrityksillä q -muuttujalla oli positiivinen vaikutus t&k-investointeihin, kun taas yli-investoivilla yrityksillä muuttujalla oli negatiivinen vaikutus t&k-investointeihin.

4.4. T&k-investointeihin vaikuttavat tekijät lääkeyrityksillä

Lääketeollisuuden t&k-investointeja selittäviä tutkimuksia on koottu taulukkoon 1. Mukaan on valittu ne tutkimukset, joiden selittävinä tekijöinä on käytetty kassavirtaa ja tuotto-odotusta. Lääketeollisuutta koskevat tutkimukset perustuvat usein Grabowskin ja Vernonin (2000) tutkimuksessa käytettyyn malliin:

$$(8) \quad RDS_{it} = (E\pi_t, CFS_{it-1}),$$

jossa RDS_{it} on yrityksen i t&k-kulut jaettuna liikevaihdolla vuonna t , $E\pi_t$ on tuotto-odotus vuonna t , CF_{it-1} on yrityksen i kassavirta vuonna $t-1$. Myöhemmissä tutkimuksissa mukaan on otettu myös muita selittäviä tekijöitä, kuten yrityksen koko, velkaisuus ja yrityksen lääkemarkkina-alueiden jakautuminen yhdysvaltojen ja muiden maiden välil-

lä. Grabowski ja Vernon (2000) tutkivat yhdysvaltalaisia lääkeyrityksiä, muut tutkimukset koskevat joko japanilaisia tai maailman suurimpia lääkeyrityksiä.

Taulukko 1. Lääkeyritysten t&k-investointeja selittävät tekijät aikaisemmissa tutkimuksissa. Sulkeissa tilastollisesti merkitsevien muuttujien etumerkit.

Tutkimus	Aineisto	Aikaväli	Muuttujat
Grabowski & Vernon (2000)	11 yhdysvaltalaisista lääkeyritystä	1974–1994	Kassavirta (+) Tuotto-odotus (+)
Vernon (2005)	14 maailman suurinta lääkeyritystä	1994–1997	Kassavirta (+) Tuotto-odotus (+)
Machlich & Roediger-Schluga (2006)	15 japanilaista lääkeyritystä	1987–1998	Kassavirta (+) Tuotto-odotus (+)
Nivoix & Nguyen (2012)	36 japanilaista lääkeyritystä	1998–2007	Kassavirta Koko (+) Maksuvalmius (+) Velkaisuus (-) Velan maturiteetti (+) Tobinin Q
Eger & Machlich (2014)	20 maailman suurinta lääkeyritystä	2000–2008	Kassavirta EU myyntien osuus (-) Koko (-) Liikevaihdon kasvu Velkaisuus (-) Tobinin Q

Grabowskin ja Vernonin (2000) tutkimuksen mukaan sekä kassavirta että tuotto-odotus ovat tärkeitä selittäviä muuttujia lääkeyritysten t&k-investoinneille. Tuotto-odotusta $E\pi$, mitattiin kahdella eri muuttujalla, Newsal-muuttujalla ja Imarg-muuttujalla. Newsal-muuttuja mittaa koko toimialan t&k-toiminnan tuottavuutta ja se muodostettiin jakamalla uusien lääkkeiden myynnit t&k-kuluilla. Imarg-muuttuja mittaa toimialan voittomarginaalia ja se muodostettiin laskemalla painotettu keskiarvo aineiston yrityksille suhdeluvusta tulos ennen veroja / liikevaihto. Lineaarisen regression tulosten perusteella kas-

savirralla oli positiivinen vaikutus yrityksen t&k-kuluihin, muuttujan kerroin oli 0,13–0,31 riippuen siitä, käytettiinkö tuotto-odotusta kuvaamaan Newsal-muuttujaa, Imarg-muuttujaa vai molempia. T&k-tuottavuutta kuvaava Newsal-muuttujan kerroin oli 0,12 ja 0,19 ja toimialan voittomarginaalia kuvaavan Imarg-muuttujan kerroin oli 0,73 ja 0,94 mallista riippuen.

Vernon (2005) käytti Grabowskin ja Vernonin (2000) mallia aineistonaan 14 maailman suurinta lääkeyritystä. Tuotto-odotusta mitattiin yrityskohtaisesti, toisin kuin Grabowskin ja Vernonin (2000) tutkimuksessa, jossa käytettiin toimialakohtaisia tuotto-odotusmittareita. Vernonin (2005) tutkimuksessa käytettiin kahta eri tilastollista menetelmää, lineaarista regressiota sekä satunnaisten vaikutusten malleja. Sekä kassavirralla että tuotto-odotuksella oli positiivinen vaikutus t&k-kuluihin molempia malleja käyttämällä. Kassavirtamuuttujan kerroin oli 0,285 (lineaarinen regressio) ja 0,152 (satunnaisten vaikutusten malli). Tuotto-odotuksen kerroin oli 0,073 molemmilla malleilla.

Myös Machlich ja Roediger-Schluga (2006) käyttivät samaa mallia kuin Grabowski ja Vernon (2000), mutta käyttivät aineistonaan japanilaisia lääkeyrityksiä. Heidän tutkimuksessaan kassavirta oli erittäin merkitsevä muuttuja ja muuttujan kerroin oli 0,12. Tuotto-odotusta mitattiin toimialan voittomarginaalilla, INDMARG, ja t&k-toiminnan tuottavuutta mittaavalla muuttujalla, NEWSALES. Molemmat tuotto-odotuksen mittarit olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä, INDMARG-muuttujan kerroin oli 0,77 ja NEWSALES-muuttujan 0,08. Machlich ja Roediger-Schluga (2006) käyttivät lineaarisen regression lisäksi myös muita menetelmiä, kuten kiinteiden vaikutusten mallia. Tutkijat havaitsivat, että analyysiin valitulla tilastollisella menetelmällä oli merkittävä vaikutus muuttujien kertoimiin ja merkitsevyystasoihin, sekä kassavirran että tuotto-odotuksen kertoimet pienenevät ja kassavirta ei ollut enää tilastollisesti merkitsevä. Tutkijoiden mukaan Japanin pankkipainotteisemmalla rahoitusjärjestelmällä on vaikutusta siihen, että saadut tulokset poikkesivat Grabowskin ja Vernonin (2000) tutkimuksesta. Yhdysvaltalainen rahoitusjärjestelmä on markkinapainotteisempi, jonka vuoksi tulorahoituksen merkitys t&k-investoinneille korostuu yhdysvaltalaisilla yrityksillä.

Nivoix ja Nguyen (2012) käyttivät myös tutkimuksessaan japanilaisia lääkeyrityksiä, mutta ottivat huomioon kassavirran lisäksi yrityksen koon, velkaisuusasteen, pitkäaikaisen velan osuuden vieraasta pääomasta sekä yrityksen maksuvalmiuden. Tuotto-odotusta mitattiin Tobinin Q:lla. Yrityksen koko, velkaisuusaste, pitkäaikaisen velan osuus vieraasta pääomasta ja maksuvalmius olivat tilastollisesti merkitseviä muuttujia. Yrityksen koolla ja maksuvalmiudella oli molemmilla positiivinen vaikutus t&k-

investointeihin. Velkaisuusasteella oli negatiivinen vaikutus, eli velkaantuneilla yrityksillä oli vähemmän t&k-investointeja. Pitkäaikaisen velan suosiminen vaikutti positiivisesti t&k-investointeihin, eli toisin sanoen lyhytaikaisen velan suosiminen laski t&k-investointeja. Kassavirralla oli negatiivinen vaikutus (-0,0196), mutta se ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Myöskään Tobinin Q ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

Egerin ja Machlichin (2014) tutkimuksessa muuttujina olivat yrityksen kassavirta, koko, liikevaihdon kasvu, velkaantuneisuus ja Tobinin Q. Lääkkeiden hintasääntelyn vaikutus t&k-investointeihin huomioitiin ottamalla mukaan yritysten lääkemyyntien jakautuminen Euroopan ja muiden maiden välillä. Oletuksena oli se, että yritykset, joiden päämarkkina-alue on Eurooppa, kärsivät enemmän hintasääntelystä. Hintasääntelyn on osoitettu vaikuttavan negatiivisesti lääkeyritysten t&k-investointeihin (esim. Golec & Vernon 2010). Tulosten perusteella yrityksen koko, velkaisuus ja Euroopan myyntien osuus olivat tilastollisesti merkitseviä ja kaikilla oli negatiivinen vaikutus t&k-investointeihin. Muut muuttujat, eli kassavirta, liikevaihdon kasvu ja Tobinin Q eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

4.5. Yhteenveto aikaisemmista tutkimuksista ja tutkittavat hypoteesit

Aikaisemmissa tutkimuksissa on osoitettu tulorahoituksen merkitys yrityksen t&k-investoinneille ja myös rahoitusteorioiden perusteella tulorahoitus on ensisijainen vaihtoehto t&k-investointien rahoituksessa. Kassavirran positiivinen korrelaatio t&k-investoinneille on osoitettu useissa tutkimuksissa ja yhteys on osoitettu myös lääkeyrityksien kohdalla. Toisaalta Bhagat ja Welch (1995) osoittivat, että kassavirran merkitys vaihtelee maittain, mikä viittaisi siihen, että rahoitusrajoitteet ovat eri maissa toimivilla yrityksillä erilaiset. Markkinapainotteisissa järjestelmissä, kuten Yhdysvalloissa, kassavirralla on todennäköisesti suurempi merkitys t&k-investointien rahoituksessa kuin pankkipainotteisissa järjestelmissä. Myös lääkeyrityksillä saadut tutkimustulokset tukevat tätä oletusta, sillä kassavirralla oli Grabowskin ja Vernonin (2000) tulosten mukaan suurempi merkitys yhdysvaltalaisille lääkeyrityksille kuin Machlich ja Roediger-Schlugan (2006) tutkimuksessa japanilaisilla lääkeyrityksillä. Aikaisempien tutkimusten perusteella voidaan olettaa, että kassavirralla on positiivinen vaikutus eurooppalaisten lääkeyritysten t&k-investointeihin, mutta koska Euroopan maiden rahoitusjärjestelmä on enemmän pankkipainotteista (kts. Levin 2002), kassavirran vaikutus ei todennäköisesti ole yhtä suuri kuin yhdysvaltalaisilla lääkeyrityksillä mitattuna. Eurooppalaisilla lääkeyrityksillä tutkittava hypoteesi on:

H1: Kassavirralla on positiivinen vaikutus yrityksen t&k-investointeihin.

Rahoitusrajoitteiden vuoksi t&k-intensiivisten yritysten on osoitettu välttävän velkaa t&k-investointien rahoituksessa. Negatiivinen korrelaatio velkaisuuden ja t&k-investointien välillä on osoitettu useissa tutkimuksissa. Toisaalta rahoitusjärjestelmällä saattaa olla vaikutusta siihen, suosivatko yrityksen velkaa t&k-investointien rahoitukseen. Bhagatin ja Welchin (1995) tutkimuksessa Yhdysvalloissa velkaisuudella oli negatiivinen vaikutus t&k-investointeihin, kun taas Japanissa vaikutus oli positiivinen. Lääkeyrityksiä koskevissa tutkimuksissa velkaisuudella on kuitenkin osoitettu olevan negatiivinen vaikutus t&k-investointeihin myös pankkiperusteisessa rajoitusjärjestelmässä Japanissa (Nivoix & Nguyen 2012), mikä saattaa johtua lääketeollisuuden t&k-hankkeiden erityispiirteistä. Tämän seurauksena voidaan olettaa, että negatiivinen korrelaatio havaitaan myös eurooppalaisella aineistolla, eli tutkittava hypoteesi on:

H2: Velkaantuneisuudella on negatiivinen vaikutus yrityksen t&k-investointeihin.

Yrityksen t&k-investoinneilla on osoitettu olevan positiivinen vaikutus yrityksen markkina-arvoon (esim. Bosworth & Rogers 2001; Toivanen ym. 2002), minkä perusteella voidaan olettaa, että yrityksen markkina-arvo sisältää odotuksia t&k-investoinnin tulevista kassavirroista. Aikaisemmissa tutkimuksissa tuotto-odotusta on mitattu ainakin osaketuotoilla ja Tobinin Q:lla (esim. Bhagat & Welch 1995; Brown ym. 2012). Lääkeyritysten kohdalla on käytetty myös muita tuotto-odotuksen mittareita. Lääkeyrityksillä tuotto-odotuksella on ollut positiivinen vaikutus, kun mittarina on käytetty uusien lääkkeiden myyntiin tai voittomarginaaliin perustuvia mittareita (Grabowski & Vernon 2000; Vernon 2005; Machlich & Roediger-Schluga 2006). Toisaalta markkina-arvoon perustuvat tuotto-odotuksen mittarit eivät ole olleet tilastollisesti merkitseviä (Nivoix & Nguyen 2012; Eger & Machlich 2014). Empiirisessä osassa tutkittava hypoteesi tuotto-odotuksen osalta on seuraava:

H3: Tuotto-odotuksella on positiivinen vaikutus yrityksen t&k-investointeihin.

5. TUTKIMUKSESSA KÄYTETTY AINEISTO JA MUUTTUJAT

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on analysoida t&k-investointeihin vaikuttavia tekijöitä eurooppalaisilla lääkeyrityksillä. Tutkimusmenetelmänä empiirisessä osiossa on käytetty lineaarista regressiota sekä kiinteiden vaikutusten mallia. Tässä pääluvussa kuvataan tutkimuksessa käytettyä aineistoa, käytettyjä tutkimusmenetelmiä sekä mukaan valittuja muuttujia. Empiiriset tulokset esitellään seuraavassa pääluvussa.

5.1. Havaintoaineisto

Tutkimuksessa käytetty aineisto on tasapainotettu paneeliaineisto. Paneeliaineisto koostuu aikasarja- ja poikkileikkaushavainnoista, eli samasta yksiköstä on kerätty havaintoja eri ajankohtina. Paneeliaineistossa poikkileikkausyksiköt on valittu satunnaisesti, jonka jälkeen jokaisesta yksiköstä on kerätty havaintoja samalta aikaväliltä. Tasapainotetulla aineistolla tarkoitetaan sitä, että jokaiselle poikkileikkaussarjalle on saatavilla kaikki havainnot koko aikasarjan ajalta. (Pindyck & Rubinfeld 1998: 250–251.)

Aineisto kerättiin Orbis ja Datastream -tietokannoista. Orbis-tietokanta kattaa yritysten tilinpäätöstietoja viimeisten 10 vuoden ajalta. Vuoden 2014 tietoja oli hakuhetkellä saatavilla vain muutamalta yritykseltä, joten ajanjaksoksi valittiin vuodet 2005–2013. Hakuehtona käytettiin NACE Rev 2 -toimialakoodia 21 (Lääkkeiden ja lääkeaineiden valmistus). Alueeksi valittiin Euroopan Unionin maat (28). Mukaan valittiin vain pörssiyritykset, koska tuotto-odotusta mittaavaa q-muuttujaa varten tarvittiin osakkeiden hintoja ja määriä koskevia tietoja. Osakkeita koskevat tiedot kerättiin erikseen jokaiselle yritykselle Datastream-tietokannasta, koska Orbis-tietokannasta osaketietoja oli saatavissa vain pienelle osalle yrityksistä. Datastreamin käyttäminen osakkeita koskevien tietojen keräämiseen lisäsi havaintoaineiston määrää huomattavasti. Tutkimukseen mukaan valittiin ainoastaan ne yritykset, joilta oli saatavissa tarpeelliset tiedot muuttujia varten kaikilta vuosilta 2005–2013 ja joiden t&k-kulut olivat suuremmat kuin nolla ainakin yhdeltä vuodelta. Nämä kriteerit ja rajaukset täyttäviä yrityksiä saatiin kerättyä yhteensä 52. Aineistosta jouduttiin kuitenkin poistamaan kaikki yritykset, joiden t&k-kulut suhteessa liikevaihtoon ylitti 40 %, koska poikkeavat havainnot olisivat saattaneet vääristää regressiotuloksia. Poikkeavien havaintojen poistamisen jälkeen yrityksiä oli yhteensä 39. Osassa muuttujista käytetään yhden vuoden viivettä, joten havaintoja saatiin kahdeksalta vuodelta. Yksittäisiä havaintoja aineistossa on yhteensä 312. Aineiston yritykset on lueteltu liitteessä 1.

5.2. Tutkimusmenetelmä

Tutkimusmenetelmänä tässä työssä käytetään regressioanalyysiä. Regressioanalyysin tarkoitus on kuvata ilmiöiden välistä mahdollista korrelaatiota matemaattisen mallin avulla. Yksinkertaisen lineaarisen regressiomallin kaava on

$$(9) \quad Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon,$$

missä Y riippuva eli selitettävä muuttuja, X riippumaton eli selittävä muuttuja ja ε on residuaali eli jäännöstermi. Jäännöstermi kuvaa vaihtelua Y :ssä, jota X ei pysty selittämään. Regressiomallin perusoletuksena on, että muuttujien X ja Y välillä on lineaarista riippuvuutta. Jäännöstermin odotusarvo on nolla ja varianssin odotetaan olevan vakio riippumatta siitä, mitä arvoja X saa. (Wooldridge 2009: 22–27.)

Lineaarista regressiota voidaan käyttää myös paneeliaineistolle yhdistämällä aikasarja- ja poikkileikkausaineisto. Paneeliaineisto sisältää sekä aikasarja- ja poikkileikkaus- elementtejä, sillä samasta yksiköstä (i) on eri ajanhetkinä (t) kerättyjä havaintoja. Yhden selittävän muuttujan tilanteessa yhdistetty regressio tai paneeliregressio voidaan kirjoittaa seuraavasti

$$(10) \quad Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{it} + \varepsilon_{it},$$

kaikille $i=1,2,\dots,N$ ja $t=1,2,\dots,T$,

missä N on aineiston poikkileikkausyksiköiden lukumäärä ja T on aikayksiköiden lukumäärä. Paneeliregressio mahdollistaa paneeliaineiston poikkileikkaus- ja aikasarja-ominaisuuksien yhteisvaikutuksen mallintamisen, ilman että tutkittaisiin jokaista yksittäistä aikasarja- tai poikkileikkaussarjaa erillisillä lineaarisilla regressioilla. (Pindyck & Rubinfeld 1998: 250–252.)

Regressioparametrien β_0 ja β_1 estimaattorit b_0 ja b_1 määritetään pienimmän neliösumman menetelmällä. Pienimmän neliösumman menetelmässä, eli PNS-menetelmässä pistejoukkoon sovitetaan sellainen suora, jonka ylä- ja alapuolelle jää suunnilleen yhtä monta pistettä. PNS-menetelmässä pyritään minimoimaan jokaista havaintoparia (X , Y) kohden laskettua pystyakselin suuntaista etäisyyttä, eli residuaalia ε_i , mallina olevasta suorasta:

$$(11) \quad \text{Min} \sum_{i=1}^n (Y_i - b_0 - b_1 X_i)^2 = \text{Min} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2.$$

Minimoinnin seurauksena saadaan regressiokertoimien b_0 ja b_1 laskukaavat

$$(12) \quad b_1 = \frac{s_{xy}}{s_x^2} \text{ ja}$$

$$(13) \quad b_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x},$$

missä b_1 on suoran kulmakerroin ja b_0 suoran leikkauspiste. (Wooldridge 2009: 30–33.)

5.2.1. Kiinteiden vaikutusten malli

Yhdistetyn regression ongelma on se, että malli olettaa regressioparametrien (β_0 ja β_1) olevan samat kaikkien aika- ja poikkileikkausyksiköiden välillä. Jos selittävät muuttujat sisältävät vaihtelua aika- tai poikkileikkausyksiköiden välillä, tulisi vaihtelu ottaa huomioon, jotta vältytään mahdolliselta puuttuvan muuttujan harhalta. Puuttuvan muuttujan harhassa estimaattori b_1 on sekä harhainen että tarkentumaton. Vaihtelun huomioon ottava malli voidaan kirjoittaa muodossa

$$(14) \quad Y_{it} = \beta_0 + \delta_0 D2_t + \beta_1 X_{it} + a_i + \varepsilon_{it}, \quad t=1,2.$$

Muuttuja $D2$ on dummy-muuttuja, joka saa arvon nolla kun $t=1$ ja yksi, kun $t=2$. Muuttuja $D2$ ei muutu poikkileikkausyksiköiden välillä, vain se huomioi vaihtelun ainoastaan ajan suhteen. $D2$ -muuttujan käyttö sallii sen, että suoran leikkauspiste voi muuttua eri ajankohtina mitattuna. Muuttuja a_i on havaitsematon tai kiinteä vaikutus, joka mittaa kaikkia havaitsemattomia, ajan suhteen muuttumattomia tekijöitä, jotka vaikuttavat selittävään muuttujaan Y_{it} . Mallia kutsutaan kiinteiden vaikutusten malliksi. Kiinteiden vaikutusten malli ottaa huomioon sen, että regressiosuoran leikkauspiste voi muuttua sekä aika- että poikkileikkausyksiköiden kesken. Kiinteiden vaikutusten malli voidaan estimoida vaihtoehtoisesti käyttämällä dummy-muuttujia. Kiinteiden vaikutusten malli voidaan kirjoittaa dummy-muuttujien avulla seuraavasti

$$(15) \quad Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{it} + \gamma_2 W_{2t} + \gamma_3 W_{3t} + \dots + \gamma_N W_{Nt} + \delta_2 Z_{i2} + \delta_3 Z_{i3} + \dots + \delta_T Z_{iT} + \varepsilon_{it},$$

jossa W_{it} on dummy-muuttuja poikkileikkausyksiköille $i > 1$ ja Z_{it} on dummy-muuttuja aikayksiköille $t > 1$. (Wooldridge 2009: 456–458; Pindyck & Rubinfeld 1998 :252.)

Dummy-muuttujien käyttö on perusteltua, kun yksiköiden määrä on suhteellisen pieni. Suurilla paneeliaineistolla kiinteiden vaikutusten mallin ongelmaksi muodostuu se, että muuttujien määrä kasvaa liian suureksi, jotta malli olisi tehokas. Osittain tästä syystä yleinen käytäntö empiirisissä tutkimuksissa on käyttää ainoastaan poikkileikkausyksiköiden väliset erot huomioivaa kiinteiden vaikutusten mallia, joka voidaan esittää seuraavassa muodossa

$$(16) \quad Y_{it} = a_i + \beta X_{it} + \varepsilon_{it}.$$

(Wooldridge 2009: 485–486.)

Kiinteiden vaikutusten malli perustuu sisäiseen transformaatioon, jonka seurauksena kiinteä vaikutus a_i häviää ja malli voidaan estimoida PNS-menetelmää käyttämällä. Transformaatio perustuu siihen, että jokaiselle poikkileikkausyksikölle lasketaan keskiarvo yhtälöstä 5 ajan suhteen, eli

$$(17) \quad \bar{Y}_i = a_i + \beta \bar{X}_i + \bar{\varepsilon}_i.$$

Saatu yhtälö vähennetään sitten alkuperäisestä yhtälöstä. Kiinteä vaikutus a_i on vakio ajan suhteen, joten sen keskiarvo on a_i ja vähentämällä se alkuperäisestä yhtälöstä kiinteä vaikutus häviää. Estimoitava yhtälö on muotoa

$$(18) \quad \dot{Y}_{it} = \beta_1 \dot{X}_{it} + \varepsilon_{it},$$

jossa $\dot{Y}_{it} = Y_{it} - \bar{Y}_i$. (Wooldridge 2009: 481–483.)

Kiinteiden vaikutusten mallin oletuksiin kuuluu ehdoton eksogeenisuus, eli jäännöstermin ε_{it} tulee olla ei-korreloitunut kaikkien selittävien muuttujien kanssa kaikilla ajanjaksoilla. Jotta PNS-estimointia voidaan käyttää, jäännösten tulee olla toisistaan riippumattomia (autokorreloimattomuus) ja niiden varianssien tulee olla vakio (homoskedastisuus). Jos oletus jäännöstermien autokorreloimattomuudesta tai homoskedastisuudesta ei täyty, PNS-estimaattori ei ole enää paras lineaarinen harhaton estimaattori (BLUE). Heteroskedastisuus ja autokorrelaatio eivät välttämättä vaikuta regressiokertoimien arvoon, mutta voivat vaikuttaa regressiokertoimien tilastolliseen merkitsevyyteen. Heteroskedastisuuden ja autokorrelaation seurauksena PNS-estimoinnista saatavat keskivirheet, luottamusvälit ja testisuureet eivät ole enää valideja. Jäännöstermien tulee olla myös normaalijakautuneita, jotta t- ja F-testisuureet saavat täsmälliset arvot. Jos jään-

nöstermit eivät ole normaalijakautuneita, t- ja F- testisuureita voidaan kuitenkin pitää luotettavina arvioina, jos N on suuri ja T pieni. (Wooldridge 2009: 482–483.)

5.2.2. Mallin sopivuus ja selitysaste

Kiinteiden vaikutusten mallin sopivuutta voidaan testata F-testillä. F-testin nollahypoteesi on, että yksiköiden leikkauspisteet eivät eroa toisistaan, eli $\gamma_i = 0$ ja $\delta_i = 0$. F-testisuure lasketaan seuraavasti

$$(19) \quad F_{N+T-2, NT-N-T} = \frac{(SSE_1 - SSE_2)/(N+T-2)}{SSE_2/(NT-N-T)},$$

jossa SSE_1 on lineaarisen regression (ilman dummy-muuttujia) jäännösneliösumma ja SSE_2 on kiinteiden vaikutusten mallin jäännösneliösumma. F-testi perustuu jäännösneliösummien eron vertailuun. Jos yksiköiden välillä on vaihtelua, jota lineaarinen regressio ei selitä, on kiinteiden vaikutusten mallissa pienemmät jäännösneliösummat ja nollahypoteesi hylätään. Tällöin kiinteiden vaikutusten malli on parempi menetelmä. Jos yksilöiden välillä ei ole vaihtelua, jäännösneliösummissa ei ole eroa ja nollahypoteesi jää voimaan. (Pindyck & Rubinfeld 1998: 253.)

Tietyissä tilanteissa satunnaisten vaikutusten malli on parempi kuin kiinteiden vaikutusten malli. Satunnaisten vaikutusten mallissa havaitsematon tekijä a_i määritellään osaksi virhetermiä $v_{it} = a_i + u_{it}$. Satunnaisten vaikutusten mallin oletuksiin kuuluu, että havaitsemattoman tekijän a_i ja selittävän tekijän X_{it} korrelaatio on nolla, kun taas kiinteiden vaikutusten malli sallii korrelaation. Satunnaisten vaikutusten mallin sopivuutta voidaan testata Hausmanin testillä, jonka nollahypoteesi on, että satunnaisten vaikutusten malli on sopivampi. Hausmanin testi testaa tilastollisia eroja kiinteiden vaikutusten ja satunnaisten vaikutusten mallien selittävien muuttujien kertoimien välillä. Jos nollahypoteesi hylätään, kiinteiden vaikutusten malli on sopivampi, muussa tapauksessa ei ole väliä kumpaa mallia käytetään. (Wooldridge 2009: 493.)

Regressiomallin hyvyttä voidaan mitata mallin selitysasteen R^2 avulla. Selitysaste mitata mallin kykyä kuvata selitettävän muuttujan y vaihtelua. Selitysaste saadaan jakamalla selitetty jäännösneliösumma (SSE) kokonaisneliösummalla (SST), eli

$$(20) \quad R^2 = \frac{SSE}{SST}.$$

Usean selittävän muuttujan mallissa on usein parempi tarkastella korjattua selitystasetta, joka huomioi selittävien muuttujien määrän. Korjattu selitystaseta saadaan kaavalla:

$$(21) \quad \bar{R}^2 = 1 - \frac{(1-R^2)(n-1)}{(n-k-1)},$$

missä n on havaintojen lukumäärä ja k selittävien muuttujien lukumäärä. Mallin selitystaseta R^2 paranee, kun selittävien muuttujien määrää lisätään. Korjattu selitystaseta voi sen sijaan laskea, jos malliin lisätään turhia muuttujia, eli muuttujia jotka eivät selitä selitettävää muuttujaa ollenkaan. (Wooldridge 2009: 200–201.)

5.3. Tutkimuksen muuttujat

Tässä tutkimuksessa käytettävät selittävät muuttujat on valittu aikaisemmissa tutkimuksissa (esim. Grabowski & Vernon 2000; Machlich & Roediger-Schluga 2006; Nivoix & Nguyen 2012) käytettyjen muuttujien perusteella. Tässä tutkimuksessa käytetty malli on seuraava

$$(22) \quad RD_{it} = f(CF_{it-1}, DEBT_{it-1}, Q_{it}),$$

jossa selitettävä muuttuja RD_{it} on yrityksen i t&k-kulujen suhde liikevaihtoon vuonna t , CF_{it-1} on yrityksen i kassavirta liikevaihtoon suhteutettuna vuonna $t-1$, $DEBT_{it-1}$ mittaa velkaisuutta ja on yrityksen i vieraan pääoman suhde liikevaihtoon vuonna $t-1$ ja Q_{it} on yrityksen i q-muuttuja vuonna t .

Kassavirta on laskettu lisäämällä nettotulokseen poistot ja t&k-kulut. T&k-investoinnit lisätään takaisin kassavirtaan, koska ne kirjataan yleensä kuluiksi toisin kuin aineelliset investoinnit. T&k-kulujen lisääminen kassavirtaan on myös aikaisemmissa tutkimuksissa yleinen käytäntö (esim. Himmelberg & Petersen 1994). Muuttuja CF saadaan seuraavalla laskukaavalla

$$(23) \quad CF = \frac{\text{nettotulos+poistot+t\&k-kulut}}{\text{liikevaihto}}.$$

Yrityksen velkaisuus saadaan laskemalla yhteen taseen pitkäaikainen vieras pääoma sekä lyhytaikainen vieras pääoma. Velkaisuutta mittaava muuttuja DEBT lasketaan seuraavalla laskukaavalla

$$(24) \quad DEBT = \frac{\text{pitkäaikaiset korolliset velat} + \text{lyhytaikaiset korolliset velat}}{\text{Liikevaihto}}$$

Tuotto-odotusta mitataan q-muuttujan avulla. Q-muuttuja on laskettu yksinkertaisuuden vuoksi jakamalla yrityksen markkina-arvo ja pitkäaikaiset velat yrityksen tase-arvolla. Myös Nivoix ja Nguyen (2012) käyttivät seuraavaa kaavaa

$$(25) \quad Q = \frac{(\text{osakkeiden lkm} * \text{markkinahinta}) + \text{pitkäaikaiset velat}}{\text{Taseen loppusumma}}$$

Lääkeyritysten t&k-investointien selittäviä tekijöitä koskevissa aikaisemmissa tutkimuksissa on usein päädytty käyttämään Tobinin Q:n sijaan muita tuotto-odotuksen mittareita. Tobinin Q olettaa markkinoiden olevan täydelliset. Lääkemarkkinoilla ja etenkin uusien lääkkeiden kohdalla täydellisten markkinoiden oletus ei täyty uusien lääkkeiden patenttisuojan ja lääkkeiden hintasääntelyn vuoksi. Tämän vuoksi esimerkiksi Grabowski ja Vernon (2000) käyttivät tutkimuksessaan kahta eri tuotto-odotuksen mittaria, uusien lääkkeiden myyntiä sekä voittomarginaalia, jotka molemmat mitattiin toimialakohtaisesti. Toimialakohtainen mittaaminen ei välttämättä ole soveltuva heterogeeniselle aineistolle, joka koostuu eri kokoisista ja eri maissa toimivista yrityksistä, jolloin yrityskohtainen mittari on soveltuvampi (Vernon 2005). Vernon (2005) käytti yrityskohtaista tuotto-odotuksen mittaria, jonka muodostamisessa käytettiin muun muassa lääkkeiden ja muiden tuotteiden voittoja sekä myyntien jakautumista eri markkina-alueiden välillä. Tätä tutkimusta varten saatavissa ei ollut riittäviä tietoja samanlaisen mittarin muodostamiseksi, joten tässä tutkimuksessa päädyttiin käyttämään q-muuttujaa, jota käyttivät myös Nivoix ja Nguyen (2012). Lichtenbergin (2004: 101) mukaan keskimääräinen-q korreloi positiivisesti raja-q:n kanssa myös silloin, kun oletus täydellisestä kilpailusta ei täyty, mutta q-muuttujan regressiokerroin on tällöin mittausrvirheen vuoksi nolaa kohti harhainen.

Kaikki muut muuttujat paitsi Q on suhteutettu yrityksen kokoon käyttämällä jakajana liikevaihtoa. Normalisoinnin tarkoitus on vähentää heteroskedastisuutta ja on hyvin yleinen käytäntö t&k-kulujen selittäviä tekijöitä käsittelevissä empiirisissä tutkimuksissa (Hall 2002). Aikaisemmassa kirjallisuudessa jakajana on käytetty yleensä taseen lop-

pusummaa, mutta lääketieteellisuutta koskevissa tutkimuksissa yleisempi käytäntö on kuitenkin käyttää jakajana liikevaihtoa (esim. Grabowski & Vernon 2000), joten tässä tutkimuksessa päätettiin noudattaa tätä tapaa. Bhagat ja Welch (1995) kokeilivat jakajana sekä liikevaihtoa että taseen loppusummaa, mutta saadut regressiotulokset eivät poikenneet toisistaan merkittävästi.

6. T&K-INVESTOINTEIHIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT EUROOPPALAISILLA LÄÄKEYRITYKSILLÄ

Tässä tutkimuksessa eurooppalaisten lääkeyritysten t&k-investointeihin vaikuttavia tekijöitä tutkitaan sekä lineaarisen regression (OLS-malli) että kiinteiden vaikutusten mallin (FE-malli) avulla. Käytetyistä menetelmistä kiinteiden vaikutusten malli soveltuu paremmin analysointiin yritystasolla. Lineaarinen regressio otettiin kuitenkin mukaan tähän tutkimukseen, jotta tulokset olisivat paremmin vertailtavissa Grabowskin ja Vernonin (2000) tulosten kanssa.

Tutkimuksessa käytetty OLS-malli on seuraava

$$(26) \quad RD_{it} = \beta_0 + \beta_1 CF_{t-1} + \beta_2 DEBT_{it-1} + \beta_3 Q_{it} + \varepsilon_{i,t}.$$

OLS-malli estimoidaan käyttämällä tavallista lineaarista regressiota paneeliaineistolle. Malli ei ota huomioon yritysten välistä heterogeenisuutta t&k-investointikäyttäytymisessä, vaan se olettaa, että regressioparametri β_0 on kaikille yrityksille sama.

FE-malli on kiinteiden vaikutusten malli, joka voidaan kirjoittaa seuraavasti

$$(27) \quad RD_{it} = a_i + \beta_1 CF_{it-1} + \beta_2 DEBT_{it-1} + \beta_3 Q_{it} + \varepsilon_{it}.$$

FE-malli ottaa huomioon yritysten väliset erot t&k-investointikäyttäytymisessä sallimalla regressiosuoran leikkauspisteen a_i muuttuvan yritysten välillä. Malli ei kuitenkaan selitä sitä, mistä mahdollinen yritysten välinen heterogeenisuus (eli a_i) johtuu. Malli olettaa, että regressioparametrit β_1 , β_2 ja β_3 ovat kaikilla yrityksillä samat.

Molempien mallien estimoinnissa on käytetty pienimmän neliösumman menetelmää. Tilastollisesti testattavat hypoteesit ovat:

$$\begin{array}{ll} H1_0: CF_{it-1}=0 & H1_1: CF_{it-1} > 0 \\ H2_0: DEBT_{it-1}=0 & H2_1: DEBT_{it-1} < 0 \\ H3_0: Q_{it}=0 & H3_1: Q_{it} > 0. \end{array}$$

6.1. Tilastollisia tietoja muuttujista

Taulukko 2. Muuttujien tilastollisia tietoja.

Muuttuja	Keski-arvo	Keski-hajonta	Minimi	Maksimi	Ala-kvartiili	Mediaani	Ylä-kvartiili
RD 2005	0,0800	0,0689	0,0000	0,2669	0,0191	0,0677	0,1360
RD 2006	0,0769	0,0632	0,0000	0,2438	0,0148	0,0692	0,1300
RD 2007	0,0804	0,0623	0,0000	0,2173	0,0207	0,0782	0,1265
RD 2008	0,0817	0,0658	0,0000	0,2572	0,0250	0,0778	0,1177
RD 2009	0,0832	0,0634	0,0000	0,2512	0,0281	0,0773	0,1148
RD 2010	0,0819	0,0644	0,0000	0,2531	0,0271	0,0771	0,1095
RD 2011	0,0762	0,0611	0,0071	0,2705	0,0278	0,0704	0,1049
RD 2012	0,0768	0,0679	0,0000	0,2805	0,0216	0,0532	0,1061
RD 2013	0,0708	0,0639	0,0000	0,2807	0,0227	0,0450	0,1084
CF 2005	0,1142	0,4366	-2,1878	0,4800	0,1035	0,1891	0,3125
CF 2006	0,1714	0,2720	-0,8019	0,5128	0,0964	0,1996	0,3695
CF 2007	0,1706	0,2912	-0,8446	0,7457	0,0836	0,2162	0,3169
CF 2008	0,2117	0,3445	-0,8177	1,6401	0,1251	0,2188	0,3343
CF 2009	0,1255	0,4408	-1,7617	0,5714	0,0934	0,1974	0,3253
CF 2010	0,1694	0,5090	-2,7558	0,7568	0,1493	0,2250	0,3677
CF 2011	0,1808	0,2103	-0,4706	0,5212	0,0965	0,1938	0,3228
CF 2012	0,1894	0,2058	-0,7207	0,4930	0,1249	0,1934	0,3123
CF 2013	0,1998	0,1569	-0,1618	0,4697	0,1071	0,2042	0,3088
DEBT 2005	0,7286	0,4762	0,1798	2,6969	0,4404	0,5739	0,8795
DEBT 2006	0,7332	0,4398	0,1799	2,3480	0,4544	0,6025	0,8525
DEBT 2007	0,7702	0,5189	0,1800	2,3677	0,3928	0,6081	1,0104
DEBT 2008	0,7711	0,5868	0,2014	3,2646	0,4255	0,6093	0,9464
DEBT 2009	0,7420	0,4926	0,1904	2,2158	0,3857	0,5634	1,0190
DEBT 2010	0,8027	0,5872	0,1994	3,3551	0,4103	0,5998	1,0324
DEBT 2011	0,8571	0,6609	0,1969	2,8657	0,4148	0,6366	1,0228
DEBT 2012	0,8080	0,5956	0,2167	3,3600	0,4365	0,5818	0,9975
DEBT 2013	0,8483	0,6664	0,1938	4,0906	0,4661	0,6557	1,1733
Q 2005	1,8967	1,1984	0,2542	6,2925	1,1290	1,4193	2,5678
Q 2006	2,1358	1,3083	0,7313	7,1015	1,2706	1,5986	2,7255
Q 2007	1,8443	1,0176	0,7152	4,7471	1,1903	1,5102	2,1546
Q 2008	1,1489	0,6853	0,2321	3,2384	0,7113	0,9345	1,3513
Q 2009	1,3530	0,7166	0,3351	3,6004	0,7954	1,2303	1,6320
Q 2010	1,3518	0,9616	0,4547	5,9064	0,7052	1,1200	1,5197
Q 2011	1,2018	0,9311	0,2568	5,6765	0,7384	0,9449	1,2740
Q 2012	1,4141	1,2147	0,3698	7,5780	0,7924	1,0260	1,6062
Q 2013	1,7168	1,3839	0,1501	7,4860	0,9327	1,2379	1,9452

Taulukossa 2 on muuttujien tilastollisia tietoja vuosilta 2005–2013. Muuttuja RD on t&k-kulut liikevaihtoon suhteutettuna, muuttuja CF on kassavirta liikevaihtoon suhteutettuna, muuttuja DEBT on velat liikevaihtoon suhteutettuna ja Q on yrityksen markkina-arvo taseen loppusummaan suhteutettuna. Muuttujien tilastolliset tiedot, eli keskiarvo, keskihajonta, minimi, maksimi, ala- ja yläkvartiili sekä mediaani, on ilmoitettu vuosittain. Tilastollisten tunnuslukujen laskemiseen on käytetty aineistoon kuuluvia 39 eurooppalaista lääkeyritystä.

Taulukosta 2 havaitaan, että aineiston yritysten t&k-investointeja kuvaavan muuttujan RD keskiarvot pysyvät melko vakaana vuosina 2005–2013 ja on noin 0,08. RD-muuttujan keskiarvon vähäinen vaihtelu oli odotettavissa, sillä yritykset pyrkivät tasamaan t&k-kulujaan (Hall 2002). EFPIA:n (2014) raportoima maailman suurimpien lääkeyritysten t&k-intensiteetin (t&k-kulut/liikevaihto-%) keskiarvo on 14,4 %, joka on jonkin verran korkeampi kuin tässä tutkimuksessa käytettyjen yritysten t&k-intensiteetin keskiarvo 8 %. Tämä viittaa siihen, että eurooppalaisten lääkeyritysten t&k-intensiteetti on hieman matalampi kuin koko lääketeollisuuden t&k-intensiteetti. Aineistosta on kuitenkin poistettu kaikki yritykset, joiden t&k-intensiteetti ylittää 40 %, mikä laskee keskiarvoa huomattavasti. RD-muuttujan keskihajonta on pysynyt suhteellisen tasaisena ja myöskään minimi- ja maksimiarvoissa ei ole suurta vaihtelua. Kvartiileista mediaanissa on tapahtunut eniten vaihtelua, sillä pienin mediaani (vuonna 2013) oli 0,045 ja suurin mediaani (vuonna 2007) oli 0,078. T&k-intensiteetin jakauma ei noudata Jarque-Bera testin perusteella normaalijakaumaa, vaan jakauma on positiivisesti vino eli vino oikealle (Liite 2).

Kassavirtamuuttujan CF keskiarvo vaihtelee enemmän kuin RD-muuttujan. Pienin kassavirran keskiarvo on vuonna 2005, jolloin kassavirta liikevaihtoon suhteutettuna oli 0,11. Suurin keskiarvo CF muuttujalle on vuonna 2008 mitattu 0,21. Kassavirtamuuttujan keskiarvo tipahti vuonna 2009 arvoon 0,13, mikä saattaa olla seurausta finanssikriisistä. Kassavirtamuuttujan keskiarvot kohoavat kuitenkin tasaisesti aina vuoteen 2013 asti. Kassavirtamuuttujan minimiarvot ovat joka vuosi 2005–2013 negatiivisia, mikä viittaa siihen että mukana on toimintaa aloittelevia tai kannattamattomia yrityksiä. CF-muuttujan maksimiarvoissa on suhteellisen paljon vaihtelua ja suurin arvo on vuonna 2008 mitattu 1,64. Kvartiileissa ei ole kovin paljon vaihtelua. CF-muuttujan jakauma ei ole normaalijakautunut Jarque-Bera testin perusteella (Liite 2).

DEBT-muuttujan, eli velan määrä liikevaihtoon suhteutettuna keskiarvon vaihtelu on suhteellisen pientä, muuttujan keskiarvo on noin 0,78 koko ajanjaksolta mitattuna. Vel-

kaisuuden minimi- ja maksimiarvoista nähdään, että muuttujan arvo vaihtelee aineiston yritysten välillä melko paljon, esimerkiksi vuonna 2013 pienin arvo oli 0,19 ja suurin arvo 4,09. Muuttujan mediaanin vaihtelu ei ole kovin suurta, ja on noin 0,6 joka vuosi. DEBT-muuttujan jakauma ei noudata normaalijakaumaa Jarque-Bera testin perusteella (Liite 2).

Q-muuttujan suurin keskiarvo on vuoden 2006 2,14 ja pienin keskiarvo vuoden 2008 1,15. Muuttujan keskiarvo on joka vuosi yli 1, mikä viittaa siihen, että lääketieteellisuuden yritykset ali-investoivat. Q-teorian perusteella yrityksen kannattaa lisätä investointeja, kun raja-q on yli 1, sillä investoinnin tuotto-odotus ylittää jälleenhankintakustannukset. Toisaalta, koska tässä käytetty q-muuttuja on yrityksen markkina-arvo jaettuna tasearvolla, korkea arvo viittaa siihen, että toimialaan kohdistuu kasvuodotuksia osakemarkkinoilta. Tämä puolestaan viittaa siihen, että aineiston yritysten on helppo saada ulkopuolista rahoitusta toiminnalleen, eli epäsymmetrisen informaation ongelmat eivät ole kovin suuria (Gugler ym. 2004). Q-muuttujan pienimpien ja suurimpien arvojen välillä on kuitenkin suuri vaihtelu, pienin arvo on vuonna 2013 mitattu 0,15 ja suurin arvo on vuonna 2012 mitattu 7,58, mikä viittaa siihen, että yritysten välillä on suuria eroja muun muassa rahoitusrajoitteissa. Kuten muidenkin muuttujien kohdalla, myöskään Q ei ole normaalijakautunut Jarque-Bera testin perusteella (Liite 2).

6.2. Korrelaatiokertoimet

Taulukossa 3 on esitetty muuttujien väliset korrelaatiot koko havaintoaineistolle. Muuttujien väliset korrelaatiot ovat melko pieniä, mutta tilastollisesti merkitseviä (**) tai erittäin merkitseviä (***)).

Taulukko 3. Pearsonin korrelaatiokertoimet.

	RD_t	CF_{t-1}	$DEBT_{t-1}$	Q_t
RD_t	1,000000			
CF_{t-1}	0,213802***	1,000000		
$DEBT_{t-1}$	0,127678**	0,355260***	1,000000	
Q_t	0,227283***	0,154054***	0,183953***	1,000000

** Tilastollisesti merkitsevä 1 % merkitsevyystasolla

*** Tilastollisesti merkitsevä 5 % merkitsevyystasolla

Edellisen vuoden kassavirralla, edellisen vuoden velkaantuneisuudella ja Q :lla on kaikilla tilastollisesti merkitsevä positiivinen korrelaatio t&k-investointien kanssa. Kaikkien selittävien muuttujien korrelaatio on positiivinen, eli muuttujan kasvaessa myös t&k-investoinnit kasvavat. Korrelaatiokertoimien perusteella q -muuttujalla vaikuttaisi olevan suurin vaikutus t&k-investointeihin, vaikkakin kassavirtamuuttujan korrelaatiokerroin on lähes yhtä suuri. Kassavirran ja q -muuttujan kohdalla havaittu positiivinen korrelaatio t&k-investointien kanssa tukee hypoteeseja H1 ja H3. Velkamuuttujan kohdalla havaittu *positiivinen* korrelaatio ei tue hypoteesia H2, sillä hypoteesin mukaan velkaisuudella on *negatiivinen* vaikutus t&k-investointeihin. Taulukosta nähdään, että selittävät muuttujat, CF_{t-1} , $DEBT_{t-1}$ ja Q , korreloivat keskenään, ja kaikkien muuttujien välinen korrelaatio on positiivinen. Selittävien muuttujien välinen korrelaatio ei ole kuitenkaan liian suurta, jotta olisi aiheutta epäillä multikollineaarisuusongelmaa.

6.3. Regressioanalyysin tulokset

Taulukossa 4 on regressioanalyysin tulokset. Analyysit tehtiin käyttäen kahta eri tilastollista menetelmää, paneeliregressiota ja kiinteiden vaikutusten mallia. Regressiokaavat on esitetty tämän pääluvun alussa. Taulukossa 3 OLS-malli (kaava 26) on paneeliregressio ilman dummy-muuttujia. FE-malli (kaava 27) on kiinteiden vaikutusten malli, jossa yritykset ovat kiinteitä vaikutuksia. Taulukossa on esitetty jokaiselle muuttujalle regressiokertoimet, suluissa t-testisuureet (kaksisuuntainen t-testi) sekä merkitsevyystasot. Taulukossa on ilmoitettu myös mallien selitysasteet, jäännösneliösummat sekä tilastollinen merkitsevyys F-testin perusteella.

Taulukko 4. Regressioanalyysin tulokset. Selitettävänä muuttujana RD_t .

	OLS-malli	FE-malli
Vakiotermi	0,02534 (2,93) ***	0,08216 (11,99) ***
CF_{t-1}	0,04913 (4,82) ***	-0,01499 (-1,98) **
DEBT_{t-1}	0,03119 (4,71) ***	-0,00148 (-0,25)
Q_t	0,01363 (4,36) ***	-0,00003 (-0,01)
Selitysaste R²	0,1458	0,8257
Korjattu selitysaste R²	0,1375	0,7992
Jäännösneliösumma	1,0968	0,2238
F-testisuure	17,52 ***	31,20 ***
Havaintojen lukumäärä	312	312

Huom. T-testisuureet suluissa.

*** merkitsevä 1 % todennäköisyydellä, ** merkitsevä 5 % todennäköisyydellä.

FE-mallin vakiotermi on yrityskohtaisen vaikutuksen, a_i , odotusarvo.

6.3.1. Paneeliregression tulokset

Taulukkoa 4 tarkastelemalla huomataan, että mallin valinnalla on merkittävä vaikutus regressiokertoimiin, merkitsevyytasoihin, mallin selitysasteeseen sekä jäännösneliösummaan. OLS-mallin mukaan kaikki kolme muuttujaa, kassavirta, velkaisuus sekä Q ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Myös yksisuuntaisen t -testin tulos on tilastollisesti erittäin merkitsevä kaikkien muuttujien kohdalla. Kassavirtamuuttuja, CF_{t-1} saa arvon 0,049, eli muuttujalla on positiivinen vaikutus t&k-intensiteettiin. Velkaisuutta mittaava muuttuja $DEBT_{t-1}$ on positiivinen (0,031), jonka mukaan t&k-intensiteetti kasvaa kun velkaisuus kasvaa. Myös q -muuttujalla on positiivinen vaikutus t&k-intensiteettiin ja se saa arvon 0,014.

OLS-mallin F -testisuure on 17,52 ja malli on tilastollisesti erittäin merkitsevä (p -arvo $< 0,01$). Malli kärsii kuitenkin vakavista puutteista, jotka on otettava huomioon tuloksia tulkittaessa. Mallin selitysaste R^2 on suhteellisen alhainen, 0,15. Myös korjattu selitysaste, 0,14, on matala. Korjatun selitysasteen mukaan malli kykenee selittämään vain noin 14 % selitettävän muuttujan RD_t vaihtelusta ja noin 86 % selitettävän muuttujan vaihtelusta jää selittämättä. Alhainen selitysaste viittaa siihen, että t&k-intensiteettiin vaikuttavat myös muut tekijät, joita mallissa ei ole huomioitu. Heteroskedastisuutta testattiin Breuch-Pagan-Godfrey ja White testeillä (Liite 3). Molempien testien perusteella nollahypoteesi homoskedastisuudesta kumottiin, eli malli kärsii heteroskedastisuudesta. Jäännösten suuri vaihtelu on havaittavissa myös jäännöskuviosta, joka on esitetty liitteessä 3. Malli kärsii autokorrelaatiosta. Durbin-Watson testin tulos on 0,316, joka poikkeaa merkittävästi arvosta 2 (autokorrelaatiota ei esiinny). Jäännösten heteroskedastisuus ja autokorreloituneisuus saattaa vaikuttaa siihen, että OLS-mallin antamat t -testisuureet ja keskivirheet eivät ole valideja. Malli ei täytä myöskään odotuksia normaalijakautuneista jäännöksistä (Liite 3).

6.3.2. Kiinteiden vaikutusten mallin tulokset

OLS-mallin lisäksi estimoinnit tehtiin kiinteiden vaikutusten mallilla, eli FE-mallilla. FE-mallissa yritykset ovat *kiinteitä* vaikutuksia, eli malli ottaa OLS-mallia paremmin huomioon yritysten väliset erot t&k-investointikäyttäytymisessä. FE-mallissa kaikki kolme selittävää muuttujaa (CF_{t-1} , $DEBT_{t-1}$, Q_t) saavat negatiivisen arvon, eli yritystasolla mitattuna kaikilla selittävillä muuttujilla on negatiivinen vaikutus t&k-intensiteettiin. Kassavirtamuuttujan regressiokerroin on -0,015. Velkamuuttujan ja q -muuttujan arvot ovat marginaalisia, velkamuuttujan kerroin on -0,001 ja q -muuttujan

kerroin on -0,00003. Muuttujista ainoastaan kassavirtamuuttuja on tilastollisesti merkitsevä 5 % merkitsevyystasolla. Kassavirtamuuttuja on tilastollisesti merkitsevä myös yksisuuntaisella t-testillä mitattuna. Muuttujat $DEBT_{t-1}$ ja Q_t eivät ole tilastollisesti merkitseviä.

FE-mallin selitysaste on huomattavasti korkeampi kuin OLS-mallin. FE-mallin selitysaste on 0,825, eli malli kykenee selittämään 82,5 % selitettävän muuttujan RD_t vaihtelusta. Korkea selitysaste ei kuitenkaan ole yllättävää kun huomioidaan se, että malli lisää dummy-muuttujan jokaiselle poikkileikkausyksikölle, mikä selittää paljon aineiston vaihtelusta. Malli on tilastollisesti erittäin merkitsevä (F-testisuure 31,199). Autokorrelaatio ei ole kovin vakava ongelma, sillä Durbin-Watson testisuure on 1,155. FE-mallin jäännöskuvaaja on myös huomattavasti parempi kuin OLS-mallin (Liite 3.) Liitteestä 3 huomataan, että FE-mallin jäännöstermit eivät ole normaalijakautuneita, millä voi olla vaikutusta F- ja t- testisuureisiin. Mallin antamia testisuureita voidaan kuitenkin pitää suhteellisen luotettavina arvioina todellisista testisuureista.

F-testin perusteella FE-malli on parempi kuin OLS-malli. OLS-mallin jäännösneliösumma on 1,097 ja FE-mallin jäännösneliösumma on 0,224. Jäännösneliösummien eroa testaavan F-testin testisuure on 22,97 ja p-arvo alle 0,01, joten nollahypoteesi (leikkauspisteissä ei ole eroa) hylätään. FE-mallin sopivuutta testattiin myös Hausmanin testillä (Liite 2). Hausmanin testin perusteella nollahypoteesi siitä, että satunnaisten vaikutusten malli on parempi hylättiin 1 % merkitsevyystasolla.

6.4. Johtopäätökset

Luvussa 4.5 asetetut hypoteesit H1, H2 ja H3 olivat seuraavat:

H1: Kassavirralla on positiivinen vaikutus yrityksen t&k-investointeihin.

H2: Velkaisuudella on negatiivinen vaikutus yrityksen t&k-investointeihin.

H3: Tuotto-odotuksella on positiivinen vaikutus yrityksen t&k-investointeihin.

OLS-mallilla saadut tulokset tukevat hypoteesia H1. Tuloksen perusteella kassavirralla on positiivinen vaikutus t&k-investointeihin ja tulos on tilastollisesti erittäin merkitsevä. Kassavirtamuuttujan kerroin on 0,049. Koska CF-muuttuja on kassavirran ja liikevaihdon suhde, muuttujan estimaatin mukaan 1 % kasvu (lasku) kassavirrassa lisää (vähentää) t&k-investointeja noin 0,05 %. Yhdysvaltalaisella ja japanilaisella aineistoilla teh-

dyissä tutkimuksissa kassavirran vaikutus t&k-investointeihin oli suurempi, Grabowskin & Vernonin (2000) tutkimuksessa yhdysvaltalaisilla lääkeyrityksillä kassavirtamuuttujan kerroin oli 0,11–0,32 (riippuen muista muuttujista) ja japanilaisilla lääkeyrityksillä kassavirtamuuttujan kerroin oli 0,12, kun estimointiin käytettiin OLS-mallia. Tulos on odotusten mukainen, sillä Euroopan pankkiperusteisen rahoitusjärjestelmän vuoksi ulkoisen pääoman saaminen on luultavasti helpompaa eurooppalaisilla yrityksillä kuin markkinaperusteisessa Yhdysvalloissa toimivilla yrityksillä. Kun ulkopuolisen rahoituksen saaminen on helpompaa, kassavirran merkitys ei ole niin suuri, sillä yritysten on mahdollista saada myös vierasta pääomaa investoinneilleen.

OLS-mallilla saadut tulokset eivät tue hypoteesia H2, sillä estimoinnista saatujen tulosten perusteella velkaisuudella on *positiivinen* vaikutus t&k-investointeihin. Velkamuuttujan estimaatti on 0,031, minkä perusteella 1 % kasvu velkaisuudessa lisää t&k-investointeja noin 0,03 %. Japanilaisilla lääkeyrityksillä velkamuuttujan kerroin oli -0,055 (Nivoix & Nguyen 2012) ja maailman 20 suurimmalla lääkeyrityksellä velkamuuttujan kerroin oli -0,063 (Eger & Machlich 2014). Teorian mukaan yritykset eivät suosi vieraan pääoman ehtoista rahoitusta riskipitoisiin investointeihin korkeiden transaktiokustannusten vuoksi (Williamson 1988). Lisäksi epäsymmetrinen informaatio vaikuttaa siihen, että yritykset eivät saa vieraan pääoman ehtoista rahoitusta riskipitoisiin investointeihin, koska luotonantajat haluavat karttaa riskiä (Vaihekoski ym. 2003:8). OLS-mallilla saatujen tulosten perusteella rahoitusrajoitteet eivät ole merkittävä tekijä eurooppalaisilla lääkeyrityksillä, eli yritykset saavat vierasta pääomaa t&k-investointien rahoittamiseen. Koska yritykset näyttäisivät käyttävän myös vierasta pääomaa t&k-investointien rahoittamiseen, vieraan pääoman kustannus ei vaikuta olevan liian korkea eurooppalaisille lääkeyrityksille.

OLS-mallin antamat tulokset tukevat hypoteesia H3, eli q-muuttujalla on positiivinen (vaikkakin pieni) vaikutus t&k-investointeihin. Muuttujan pieni regressiokerroin saattaa johtua mittausvirheestä, koska kuten aiemmin mainittu Q-teorian oletukset täydellisestä kilpailusta ei toteudu lääketieteellisuuden kohdalla (Lichtenberg 2004: 101). Q-muuttujan arvo on 0,014, eli 1 % kasvu tuotto-odotuksessa johtaa noin 0,01 % kasvuun t&k-kuluissa. Havainto on yhdenmukainen teorian kanssa, sillä tuotto-odotuksen kasvaessa MRR-käyrä siirtyy ulospäin ja optimaalinen t&k-investointitaso kasvaa.

Tässä tutkimuksessa OLS-mallia käytettiin, jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia yhdysvaltalaisella ja japanilaisella aineistoilla tehtyjen aikaisempien tutkimusten kanssa. OLS-malliin liittyy kuitenkin heikkouksia, sillä se olettaa, että t&k-

investointikäyttäytyminen on kaikilla aineiston yrityksillä sama. Tosiasiassa yritysten välillä voi olla suuriakin eroja, kun otetaan huomioon että aineisto koostuu heterogeenisestä yritysjoukosta, jossa esimerkiksi yrityksen koko vaihtelee suuresti. Yrityksen koolla voi olla vaikutusta siihen, rajoittaako kassavirran saatavuus t&k-investointeja vai onko yritysten mahdollista saada ulkopuolista rahoitusta. Tämän vuoksi t&k-investointien selittäviä tekijöitä tutkittiin myös kiinteiden vaikutusten mallilla. Regressiotulokset muuttuvat merkittävästi, kun aineistoa tarkastellaan yritystasolla.

FE-mallilla saadut tulokset eivät tue hypoteesia H1, vaan tulosten perusteella kassavirralla on *negatiivinen* vaikutus yrityksen t&k-investointeihin. OLS-mallin ja FE-mallin tuloksia vertailemalla nähdään, että kassavirtamuuttujan etumerkki muuttuu, kun mallia vaihdetaan. Kyseessä voi olla ns. Simpsonin paradoksi (Blyth 1972). Paneeliaineiston kohdalla paradoksilla tarkoitetaan sitä, että kahden muuttujan välinen korrelaatio voi hävitä tai muuttua päinvastaiseksi, kun yksilöitä tarkastellaan yksittäin (jokaiselle poikileikkausyksikölle oma regressio) tai yhtenä joukkona (koko aineistolle yhdistetty regressio). FE-mallin mukaan kassavirtamuuttujan estimaatti on -0,015, eli kun kassavirtamuuttuja kasvaa 1 %, t&k-kulut pienenevät 0,015 %. Regressiokerroin on pieni, mutta tilastollisesti merkitsevä. Tuloksen perusteella kassavirran kasvu ei lisää t&k-investointeja. Tulos saattaa johtua siitä, että käytettävissä oleva kassavirta ylittää optimaalisen t&k-investointitason, jolloin kassavirran lisäys ei muuta MRR- ja MCC-käyrän leikkauspistettä. Toisin sanoen saatavilla oleva kassavirta ei rajoita yritysten t&k-investointien määrää. On kuitenkin otettava huomioon, että tässä tutkimuksessa kassavirtamuuttujassa käytettiin vain yhden vuoden viivettä. Todellisuudessa vuoden t t&k-investoinnit budjetoidaan vuonna t-1, jolloin käytössä on tilinpäätöstiedot vuodelta t-2. FE-mallista saatu tulos voisi mahdollisesti olla eri, jos malliin lisättäisiin kassavirtamuuttuja kahden (tai useamman vuoden) viiveellä.

FE-mallilla saadut tulokset eivät tue hypoteeseja H2 ja H3. FE-mallin mukaan velkaisuudella on negatiivinen vaikutus t&k-investointeihin, mutta tulos ei ole tilastollisesti merkitsevä. Saatu tulos viittaa siihen, että yrityksillä on riittävästi tulo-rahoitusta käytettävissä t&k-investointeja varten, kuten myös edellä todettu. Q-muuttujan kerroin on negatiivinen, mutta sekään ei ole tilastollisesti merkitsevä. Negatiivinen etumerkki on vastoin odotusta, sillä Lichtenbergin (2004) mukaan q-muuttujalla on positiivinen vaikutus investointiin myös silloin, kun oletukset täydellisestä kilpailusta ei toteudu. Q-muuttujan heikko merkitsevyystaso saattaa johtua siitä, että muuttuja ei ole kovin hyvä tuotto-odotuksen mittari lääkeyrityksiä tarkastellessa mittausvirheestä johtuen.

FE-mallin heikkous on se, että mallin korkea selityssaste johtuu siitä, että malli antaa jokaiselle yritykselle oman dummy-muuttujan. Toisin sanoen mallin mukaan yritysten väliset erot t&k-investointikäyttäytymisessä selittää suuren osan t&k-investointien eroissa. Malli ei kuitenkaan anna selitystä sille, mistä nämä erot johtuvat. Koska velkaisuus ja q-muuttuja eivät olleet tilastollisesti merkitseviä ja kassavirtamuuttujan kerroin oli pieni, ei mallin perusteella voida tehdä kovin selviä johtopäätöksiä t&k-investointeja selittävistä tekijöistä eurooppalaisilla lääkeyrityksillä. Tulos saattaa johtua siitä, että mukaan valitut muuttujat eivät olleet kovin hyviä selittämään t&k-investointeja tai muuttujat on muodostettu virheellisesti. Toisaalta, kuten taulukosta 2 havaittiin, yritysten keskimääräinen t&k-intensiteetti ei vaihdellut kovinkaan paljoa ajalla 2005–2013, mikä tukee Hallin (2002) esittämää väitettä siitä, että yritykset pyrkivät tasaamaan t&k-investointeja, jolloin esimerkiksi kassavirran muutoksilla ei ole vaikutusta t&k-kuluihin lyhyellä tähtäimellä. Tässä tutkimuksessa käytetty aika, 8 vuotta, on melko lyhyt kun otetaan huomioon, että lääketieteellisuuden t&k-projektin kesto arviolta on vähintään 10 vuotta. Muissa t&k-investointeja koskevissa tutkimuksissa on yleensä käytetty huomattavasti pidempiä ajanjaksoja, esimerkiksi Grabowskin ja Vernonin (2000) tutkimuksessa aikaväli oli 21 vuotta.

Kaiken kaikkiaan sekä OLS- että FE-mallien tulosten perusteella voidaan todeta, että rahoitusrajoitteet eivät ole yhtä merkittävä tekijä eurooppalaisille lääkeyrityksille, kuin yhdysvaltalaisille tai japanilaisille kilpailijoilleen. Havaintoa tukee OLS-mallin pieni kassavirtamuuttujan kerroin ja velkamuuttujan positiivinen kerroin sekä FE-mallin negatiivinen kassavirtamuuttujan kerroin. Tulosten perusteella voidaan tehdä johtopäätös, että rahoitusrajoitteet eivät rajoita eurooppalaisten yritysten t&k-investointeja kovin paljoa. Tuloksia tulkittaessa on kuitenkin otettava huomioon se, että aineistosta rajattiin pois kaikkein t&k-intensiivisimmät yritykset, jotka yleensä ovat myös nuorempia ja pienempiä (Brown ym. 2012). Näiden yritysten kohdalla tulos voisi todennäköisesti näyttää eriltä. Tuotto-odotuksen osalta on vaikea tehdä mitään johtopäätöstä mallien välillä ja lääkeyritysten tutkimiseen saattaisi soveltua paremmin jokin muu tuotto-odotuksen mittari kuin Tobinin Q.

6.5. Ehdotuksia jatkotutkimukselle

Tässä tutkimuksessa esitettyä mallia voisi parantaa useilla eri keinoilla. Aikaisempien tutkimusten perusteella voidaan odottaa, että t&k-investoinnit ovat vahvasti autonomisia (esim. Machlich & Roediger-Schluga 2006; Bhagat & Welch 1995). Erityisesti lää-

keteollisuuden kohdalla t&k-investoinnin tuotto-odotus on vaikeaa arvioida etukäteen, jonka seurauksena t&k-investointeja saatetaan päättää yrityksissä muilla keinoin (esim. tietty prosentti liikevaihdosta) (Hall 2002). Tämän vuoksi malliin olisi hyvä lisätä autoregressiivinen termi, RD_{it-1} . Viivästetyn selitettävän muuttujan lisääminen selittäviin muuttujiin vaatii jonkin muun mallin kuin kiinteiden vaikutusten mallin käyttöä, koska kiinteiden vaikutusten mallin oletuksiin kuuluu tiukka eksogeneisuus. Kiinteiden vaikutusten mallin sijaan voitaisiin käyttää esimerkiksi GMM-mallia, joka sallii muuttujien endogeneisuuden.

Mallin tuloksiin saattaisi vaikuttaa myös se, että havaintoja kerättäisiin pidemmältä aikaväliltä, sillä t&k-investointien luonteen vuoksi voidaan olettaa, että t&k-kulut ovat suhteellisen kiinteitä eivätkä jousta kovin nopeasti muiden tekijöiden muuttuessa. Tästä syystä malliin olisi hyvä ottaa myös lisää viiveitä CF ja DEBT -muuttujille. Viiveoperaattoreiden lisääminen olisi perusteltua myös siitä syystä, että t&k-budjetteja päätettäessä yritysjohdolla ei todennäköisesti ole saatavilla vielä edellisen vuoden tilinpäätöstietoja, vaan päätökset pohjautuvat toissavuoden tietoihin.

Aiemmissa lääkeyrityksiä koskevissa tutkimuksissa on usein käytetty q-muuttujan sijaan muunlaista tuotto-odotuksen mittaria, joka perustuu esimerkiksi uusien lääkkeiden myyntiin. Q-muuttujan oletuksiin kuuluu täydellinen kilpailu tuotosmarkkinoilla, mikä ei välttämättä lääketeollisuuden kohdalla toteudu. Jatkotutkimuksessa muuttuja voitaisiin korvata samanlaisella tuotto-odotuksen mittarilla, mitä esimerkiksi Grabowski ja Vernon (2000) käyttivät, jolloin myös tutkimusten tulokset olisivat paremmin vertailtavissa. Lisäksi kuten regressiotuloksista huomataan, käytetyllä mallilla on merkittävä vaikutus regressiotuloksiin. Grabowski ja Vernon (2000) käyttivät tutkimuksessaan tavallista lineaarista regressiota. Kuten Machlich ja Roediger-Schluga (2006) totesivat, olisi mielenkiintoista tutkia miten tulokset yhdysvaltalaisilla lääkeyrityksillä muuttuisivat, jos estimoinnissa käytettäisiin jotain paneeliaineistolle paremmin soveltuvaa menetelmää.

7. YHTEENVETO

Tutkielman tarkoituksena oli selvittää investoinnin tuotto-odotuksen sekä sisäisen ja ulkoisen rahoituksen saatavuuden vaikutusta eurooppalaisten lääkeyritysten t&k-investointeihin. Tutkielmassa tarkasteltiin yrityksen t&k-investointeihin vaikuttavia tekijöitä teoreettiselta kannalta. Investointiteorioiden perusteella tehtiin johtopäätös, että investoinnin tuotto-odotus Tobinin Q :lla mitattuna on tärkeä selittävä tekijä yrityksen t&k-investoinneille, mutta se ei yksin kykene selittämään yrityksen t&k-investointeja (Fazzari ym. 1988). Rahoitusteorioiden perusteella voitiin tehdä johtopäätös, että yrityksen rahoitustekijöillä, kuten sisäisen ja ulkoisen rahoituksen saatavuudella on myös vaikutusta yrityksen t&k-investointeihin markkinoiden epätäydellisyyden vuoksi. Epäsymmetrinen informaatio johtaa siihen, että tulorahoituksen merkitys t&k-investoinneille kasvaa ja saattaa asettaa rajoitteita t&k-investoinneille (Myers & Majluf 1984). Yritysten todettiin välttävän velkarahoitusta t&k-investoinneille muun muassa sen kalliin kustannuksen vuoksi (Williamson 1988).

Neljännessä luvussa tarkasteltiin aiheesta tehtyjä aikaisempia tutkimuksia. Aikaisemmat tutkimukset tukivat suurimmaksi osaksi teorioiden perusteella tehtyjä johtopäätöksiä, vaikkakin yrityksen koolla ja maan rahoitusjärjestelmällä todettiin olevan vaikutusta t&k-investointien selittäville tekijöille (Bhagat & Welch 1995). Aikaisemmat lääketieteellisuutta koskevat tutkimukset osoittivat, että investoinnin tuotto-odotuksella ja tulorahoituksella on positiivinen vaikutus yrityksen t&k-investointeihin ja toisaalta velkaisuudella oli negatiivinen vaikutus (Grabowski & Vernon 2000; Machlich & Roediger-Schluga 2006; Nivoix & Nguyen 2012). Tulorahoituksen vaikutus ei kuitenkaan ollut yhtä suuri markkinapainotteisessa rahoitusjärjestelmässä Yhdysvalloissa kuin pankkipainotteisessa järjestelmässä Japanissa, minkä perusteella tehtiin johtopäätös, että myös eurooppalaisilla lääkeyrityksillä kassavirralla on positiivinen vaikutus t&k-investoinneille, mutta vaikutus ei ole yhtä suuri kuin Grabowskin ja Vernonin (2000) tutkimuksessa yhdysvaltalaisilla yrityksillä.

Tutkimuksen muuttujat, tulorahoitusta mittaava kassavirtamuuttuja, velkaisuutta mittaava velkamuuttuja sekä tuotto-odotusta mittaava Q valittiin mukaan aikaisempien tutkimusten perusteella. Tutkimuksen aineisto kerättiin Orbis- ja Datastream-tietokannoista ja se koostui 39 eurooppalaisesta t&k-toimintaa harjoittavasta lääkeyrityksistä vuosilta 2005–2013. Paneeliaineistoa analysoitiin lineaarisella regressiolla sekä kiinteiden vaikutusten mallilla, joka mahdollisti yrityskohtaisten erojen huomioimisen t&k-investoinneissa. Analyysin tulosten perusteella havaittiin, että käytetyllä mallilla oli

merkittävä vaikutus saatuihin tuloksiin. Linearisesta regressiosta saadut tulokset tukivat hypoteeseja, että kassavirralla ja tuotto-odotuksella on positiivinen vaikutus t&k-investointeihin, mutta kumosi hypoteesin, että velkaisuudella on negatiivinen vaikutus t&k-investointeihin. Lineaariseen regressioon liittyi kuitenkin useita puutteita, joiden perusteella saatuihin tuloksiin tulee suhteutua varauksella. Kiinteiden vaikutusten malli ei tukenut mitään tutkimushypoteesia, sillä ainoastaan kassavirta oli tilastollisesti merkitsevä muuttuja ja sen regressiokerroin oli negatiivinen. Saatujen tulosten perusteella tehtiin johtopäätös siitä, että kassavirta ei vaikuttaisi olevan yhtä merkittävä tekijä eurooppalaisille lääkeyrityksille kuin yhdysvaltalaisille ja japanilaisille kilpailijoilleen. Tässä tutkimuksessa käytettyä mallia voisi kehittää edelleen, jolloin mallin selitysastetta ja vertailtavuutta aikaisempien tutkimusten kanssa voitaisiin mahdollisesti parantaa.

Tutkimuksen tarkoitus oli paikata aukko lääkeyrityksien t&k-investointeja selittävissä tutkimuksissa, sillä aineistona käytettiin eurooppalaisia lääkeyrityksiä, joiden osalta aikaisempaa tutkimusta ei vielä ollut. Eurooppalaisten lääkeyritysten t&k-investointien selittävien tekijöiden tutkiminen nähtiin tärkeänä, sillä Euroopan lääke-markkinat ovat uusien lääkkeiden myynneillä mitattuna maailman toiseksi suurimmat, ja lisäksi eurooppalaiset lääkeyritykset investoivat t&k-toimintaan toiseksi eniten maailmassa heti yhdysvaltalaisten lääkeyritysten jälkeen (EFPIA 2014). Euroopan lääke-markkinoiden erityispiirteiden, kuten lääkkeiden hintasääntelyn on myös esitetty vaikuttavan eurooppalaisten lääkeyritysten t&k-investointeihin pienentyneen kassavirran ja tuotto-odotuksen myötä (Vernon 2005). Tutkimuksessa saatujen tulosten perusteella voidaan päätellä, että eri kokoisten ja eri vaiheessa olevien yritysten niputtaminen yhteen joukkoon ei välttämättä ole järkevää kun mallinnetaan t&k-investointien selittäviä tekijöitä yksinkertaisella mallilla. Yritysten välillä oli kiinteiden vaikutusten mallin perusteella eroja t&k-investointikäyttäytymisessä, minkä perusteella analyyseissa tulisi paremmin huomioida näitä eroja ennen johtopäätösten tekemistä.

T&k-investointihankkeiden arviointimenetelmistä löytyy melko paljon kirjallisuutta. Nettonykyarvon rinnalle on kehitetty reaaliopioihin perustuvia arviointimalleja, ja myös lääkkeiden t&k-hankkeiden arvioimiseen on kehitetty omia mallejaan (esim. Rogers, Gupta & Maranas 2002). Eri arviointimenetelmien suosiota käytännön päätöksenteossa on tutkittu myös lääketeollisuuden kohdalla (esim. Hartmann & Hassan 2006), mutta lisää tutkimusta kaivattaisiin siitä, onko eri menetelmien välillä eroa t&k-investointien onnistumisen ja taloudellisen suoriutumisen kannalta.

8. LÄHTEET

- Akerlof, George A. (1970). The market for “lemons”: quality uncertainty and the market mechanism. *The Quarterly Journal of Economics* 84:3, 488–500.
- Bakker, Gerben (2011). Money for nothing: how firms have financed R&D-projects since the industrial revolution. *Research Policy* 42:10, 1793–1814.
- Bhattacharya, Sudipto & Jay R. Ritter (1983). Innovation and communication: signalling with partial disclosure. *Review of Economic Studies* 50:2, 331–346.
- Bhagat, Sanjai & Ivo Welch (1995). Corporate research & development investments: International comparisons. *Journal of Accounting and Economics* 19:2–3, 443–470.
- Blyth, Colin R. (1972). On Simpson’s paradox and the sure-thing principle. *Journal of the American Statistical Association* 67:338, 364–366.
- Bosworth, Derek & Mark Rogers (2001). Market value, R&D and intellectual Property: an empirical analysis of large Australian firms. *The Economic Record* 77:239, 323–337.
- Brealey, Richard A., Stewart C. Myers & Franklin Allen (2011). *Principles of Corporate Finance*. 10. painos. New York, NY: McGraw-Hill/Irwin. 944 s. ISBN 0-07-131417-2.
- Brown, James R, Gustav Martinsson & Bruce C. Petersen (2012). Do financial constraints matter for R&D?. *European Economic Review* 56:8, 1512–1529.
- Chiao, Chaosin (2002). Relationship between debt, R&D and physical investment, evidence from US firm-level data. *Applied Financial Economics* 12:2, 105–121.
- Czarnitzki, Dirk & Hanna Hottenrott (2011). R&D investment and financing constraints of small and medium-sized firms. *Small Business Economics* 36:1, 65–83.

EFPIA (2014). *The pharmaceutical industry in figures: key data 2014* [online]. Bryssel: EFPIA. Saatavana World Wide Webistä: <URL:http://www.efpia.eu/uploads/Figures_2014_Final.pdf>.

Eger, Stephan & Jörc C Machlich (2014). Pharmaceutical regulation in Europe and its impact on corporate R&D. *Health Economics Review* 4:23.

EMA (2013). *Applying for EU marketing authorisation* [online]. Lontoo: European Medicines Agency. Saatavana World Wide Webistä: <URL:http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Brochure/2011/03/WC500104233.pdf>.

EY (2013). *US GAAP versus IFRS – The basics* [online]. Ernst & Young LLP. Saatavana World Wide Webistä: <URL:[http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-US-GAAP-vs-IFRS-the-basics-2013/\\$FILE/EY-US-GAAP-vs-IFRS-the-basics-2013.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-US-GAAP-vs-IFRS-the-basics-2013/$FILE/EY-US-GAAP-vs-IFRS-the-basics-2013.pdf)>.

European Commission (2009). *Pharmaceutical sector inquiry: final report* [online]. European Commission, Competition DG. Saatavana World Wide Webistä: <URL:http://ec.europa.eu/competition/sectors/pharmaceuticals/inquiry/staff_working_paper_part1.pdf>.

Fama, Eugene F. (1970). Efficient capital markets: a review of theory and empirical work. *Journal of Finance* 25:2, 383–417.

Fazzari, Steven M., R. Glenn Hubbard & Bruce C. Petersen (1988). Financing constraints and corporate investment. *Brookings Papers on Economic Activity* 1988:1, 141–206.

Golec, Joseph & John A. Vernon (2010). Financial effects of pharmaceutical price regulation on R&D spending by EU versus US Firms. *Pharmacoeconomics* 28:8, 615–628.

Grabowski, Henry & John Vernon (2000). The determinants of pharmaceutical research and development expenditures. *Journal of Evolutionary Economics* 10:1/2, 201–215.

- Grabowski, Henry, John Vernon & Joseph A. DiMasi (2002). Returns on research and development for 1990s new drug introductions. *Pharmacoeconomics* 20: suppl. 3, 11–29.
- Grandi, Alessandro, Bronwyn H. Hall & Raffaele Oriani (2009). R&D and financial investors. 143-165. Teoksessa: *Evaluation and Performance Measurement of Research and Development*, Toim. Chiesa, V. & F. Frattini. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- Gugler, Klaus, Dennis C. Mueller & B. Burcin Yurtoglu (2004). Marginal q, Tobin's q, cash flow and investment. *Southern Economic Journal*, 70:3, 512–531.
- Hall, Bronwyn H. (1992). *Investment and research and development at the firm level: does the source of financing matter?* NBER Working Paper No. 4096 [online]. Cambridge: NBER Working Paper Series. Saatavana World Wide Webistä: <URL: <http://www.nber.org/papers/w4096>>.
- Hall, Bronwyn H. (1993). The stock market's valuation of R&D investment during the 1980's. *American Economic Review* 83:2, 259–264.
- Hall, Bronwyn H. (2002). *The financing of research and development*. NBER Working Paper No. 8773 [online]. Cambridge: NBER Working Paper Series. Saatavana World Wide Webistä: <URL:<http://www.nber.org/papers/w8773>>.
- Hall Bronwyn. H. & Raffaele Oriani (2006). Does the market value R&D investment by European firms? Evidence from a panel of manufacturing firms in France, Germany and Italy. *International Journal of Industrial Organization* 24:5, 971-993.
- Happonen, Pertti & Veijo Saano (2006). Uuden lääkkeen tehon ja turvallisuuden osoittaminen on monivaiheista ja kestää kauan. *Duodecim* 122:8, 953–960.
- Hartmann, Marcus & Ali Hassan (2006). Application of real options analysis for pharmaceutical R&D project valuation: empirical results from a survey. *Research Policy* 35:3, 343–354.

- Hayashi, Fumio (1982). Tobin's marginal q and average q: a neoclassical interpretation. *Econometrica* 50:1, 213–224.
- Himmelberg, Charles P. & Bruce C. Petersen (1994). R&D and internal finance: a panel study of small firms in high-tech industries. *Review of Economics & Statistics* 76:1, 38–51.
- Jensen, Michael C. (1986) Agency costs of free cash flow, corporate finance and takeovers. *The American Economic Review* 76:2, 323–329.
- Kasanen, Eero, Kalervo Virtanen, Jari Laine & Ilkka Matinpalo (1993). *Investointitapahtuma*. Helsingin kauppakorkeakoulun julkaisu D-185. Helsinki: Helsingin kauppakorkeakoulun kuvalaitos. 214 s. ISBN 951-702-495-9.
- Knüpfer, Samuli & Vesa Puttonen (2012). *Moderni rahoitus*. 6. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy. 244 s. ISBN 978-952-63-0842-5.
- Kraus, Alan & Robert H. Litzenberger (1973). A state-preference model of optimal financial leverage. *Journal of Finance* 28:4, 911–922.
- Leppiniemi, Jarmo & Timo Kaisanlahti (2013). *Liikekirjanpito*. Helsinki: Sanoma Pro Oy, päivitetty 2.1.2013. [Siteerattu 30.3.2013]. Saatavana World Wide Webistä: <URL: <http://sanomapro.fi/sanomapro/online-liikekirjanpito>>. ISBN 978-951-0-25432-5.
- Levine, Ross (2002). *Bank-based or market-based financial systems: which is better?* NBER Working Paper No. 9138 [online]. Cambridge: NBER Working Paper Series. Saatavana World Wide Webistä: <URL: <http://www.nber.org/papers/w9138.pdf>>.
- Lichtenberg, Frank R (2004). Public policy and innovation in the U.S. pharmaceutical industry. Teoksessa: *Public Policy and the Economics of Entrepreneurship*, 83–114. Toim. Holz-Eakin, Douglas & Harvey S. Rosen. Massachusetts: The MIT Press. ISBN 0-262-08329-9.

- Mahlich, Jörg C. & Thomas Roediger-Schluga (2006). The determinants of pharmaceutical R&D expenditures: evidence from Japan. *Review of Industrial Organization* 28:2, 145–164.
- Manohar, Singh & Sheri Faircloth (2005). The impact of corporate debt on long term investment and firm performance. *Applied Economics* 37:8, 875–883.
- Megna, Pamela & Mark Klock (1993). The impact of intangible capital on Tobin's q in the semiconductor industry. *American Economic Review* 83:2, 265–269.
- Miller, Paul (2005). Role of pharmacoeconomic analysis in R&D decision making: when, where, how? *Pharmacoeconomics* 23:1, 1–12.
- Modigliani, Franco & Miller H. Merton (1958). The cost of capital, corporation finance and the theory of investment. *American Economic Review* 48:3, 261–297.
- Myer, John R. & Edwin Kuh (1957). *The investment decision: an empirical study*. Cambridge: Harvard University Press.
- Myers, Stewart C. & Nicholas S. Majluf (1984). Corporate financing and investment decisions when firms have information that investors do not have. *Journal of Financial Economics* 13:2, 187–221.
- Neilimo, Kari & Erkki Uusi-Rauva (2005). *Johdon laskentatoimi*. 6.–7. uudistettu painos. Helsinki: Edita Prima Oy. 366 s. ISBN 951-37-4109-5.
- Nivoix, Sophie & Pascal Nguyen (2012). Characteristics of R&D expenditures in Japan's pharmaceutical industry. *Asia Pacific Business Review* 18:2, 225–240.
- OECD (2002): *Frascati Manual 2002: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development*. 6. painos. Pariisi: OECD Publishing. 256 s. ISBN 92-64-19903-9.
- OECD (2010). *Health at a Glance: Europe 2010* [online]. OECD Publishing. Saatavana Word Wide Webistä: <URL: http://dx.doi.org/10.1787/health_glance-2010-en>.

- Orion Oyj (2015). *Tilinpäätösperiaatteet* [online]. Orion Oyj, 2005 [siteerattu 9.4.2015]. Saatavana World Wide Webistä: <URL: <http://www.orion.fi/Sijoittajille/Taloudellista-tietoa/Tilinpaatosperiaatteet/>>.
- Pike, Richard & Bill Neale (2006). *Corporate finance and investment: decisions and strategies*. 5. painos. Harlow: Financial Times Prentice Hall. 759 s. ISBN 0-273-69561-4.
- Pindyck, Robert S. & Daniel L. Rubinfeld (1998). *Econometric models and economic forecasts*. 4. painos. Boston, MA: Irwin/McGraw-Hill. 634 s. ISBN 0-07-118831-2.
- Rogers, Michael J., Anshuman Gupta & Costas D. Maranas (2002). Real options based analysis of optimal pharmaceutical research and development portfolios. *Industrial & Engineering Chemistry Research* 41:25, 6607–6620.
- Skrepnek, Grant H. & Jeff J. Sarnowski (2007). Decision-making associated with drug candidates in the biotechnology research and development (R&D) pipeline. *Journal of Commercial Biotechnology* 13:2, 00–110.
- Tobin, James (1969). A general equilibrium approach to monetary theory. *Journal of Money, Credit and Banking*, 1:1, 15–29.
- Toivanen, Otto, Paul Stoneman & Derek Bosworth (2002). Innovation and the market value of UK firms, 1989–1995. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 64:39, 39–61.
- Vaihekoski, Mika, Seppo Leminen, Joonas Pekkanen & Jussi Tiilikka (2003). *Innovaatio investointina. Osa 1: rahoitusteoreettinen näkökulma Tekesin vaikuttavuuteen*. Teknologia katsaus 142/2003. Helsinki: Tekes. 79 s. ISBN 952-457-129-3.
- Vernon, John A. (2005). Examining the link between price regulation and pharmaceutical R&D investment. *Journal of Health Economics*. 14:1, 1–16.
- Williamson, Oliver E. (1988). Corporate finance and corporate governance. *Journal of Finance* 43:3 567–591.

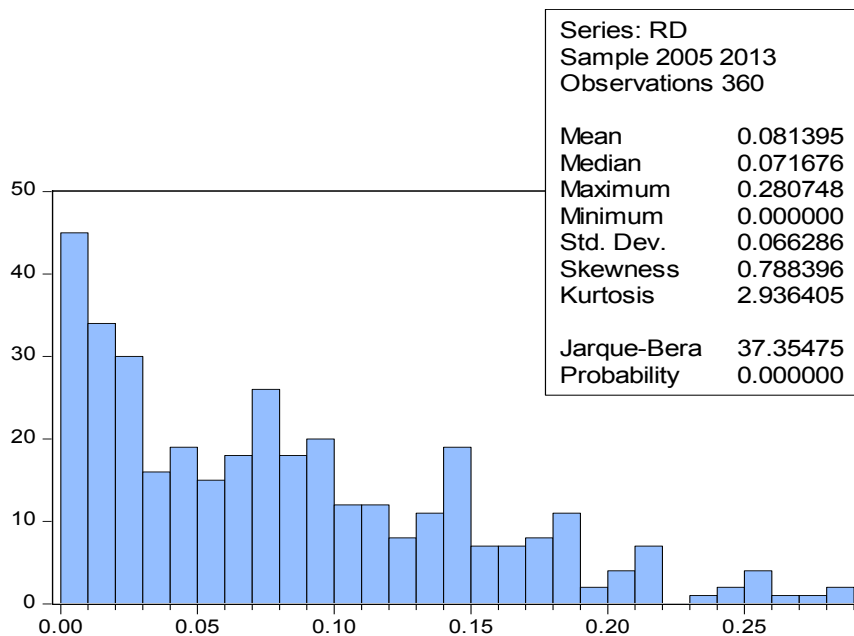
Wooldridge, Jeffrey M. (2009). *Introductory econometrics: a modern approach*. 4. painos. Mason, Ohio: Thomson South-Western. 865 s. ISBN-13: 978-0-324-66054-8.

LIITE 1. Tutkimuksessa käytetyt yritykset.

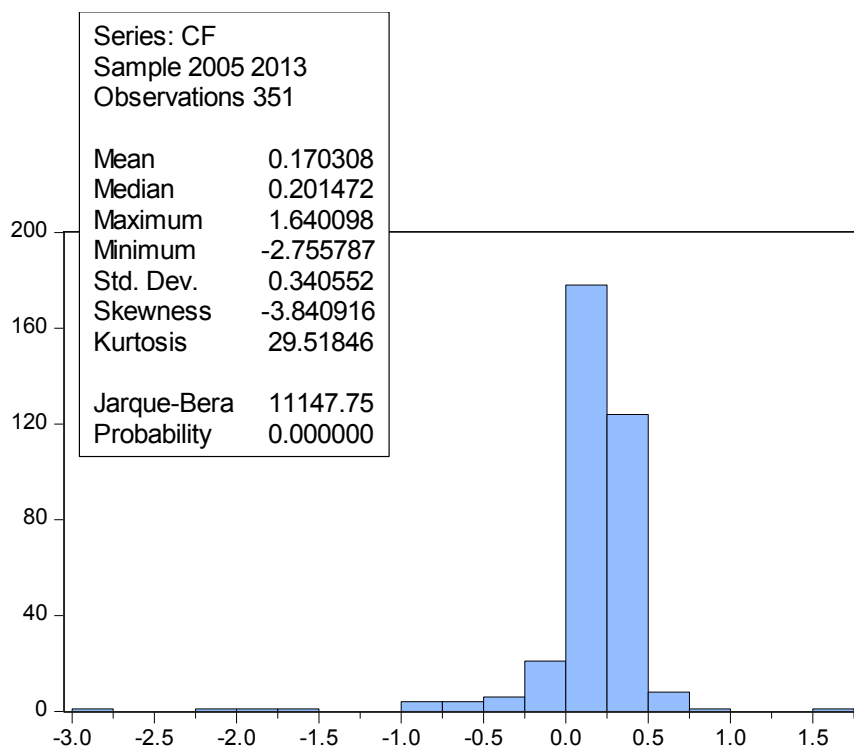
ID	Yritys	Maa	T&k-kulut, tuhatta € (ka 2005–2013)	Liikevaihto, tuhatta € (ka 2005–2013)	Tase, tuhatta € (ka 2005–2013)
1	BAYER AG	DE	2 700 778	33 813 778	50 494 444
2	SANOFI	FR	4 559 222	30 253 444	85 696 667
3	GLAXOSMITHKLINE PLC	GB	4 538 357	31 532 961	45 316 184
4	ASTRAZENECA PLC	GB	3 385 999	21 850 263	34 668 970
5	AKZO NOBEL NV	NL	441 889	14 680 667	17 326 778
6	SOLVAY SA	BE	385 889	9 536 111	14 253 222
7	NOVO NORDISK A/S	DK	1 084 305	7 446 075	7 479 090
8	SHIRE PLC	GB	469 022	2 405 713	4 607 298
9	UCB NV/SA	BE	727 222	2 886 778	8 980 333
11	GRIFOLS, S.A.	ES	47 227	1 305 772	2 741 950
12	STADA ARZNEIMITTEL AG	DE	45 357	1 582 985	2 519 655
13	H. LUNDBECK A/S	DK	318 537	1 715 832	2 221 183
14	PAUL HARTMANN AG	DE	31 178	1 503 989	1 028 124
15	BIOMERIEUX SA	FR	147 322	1 263 233	1 394 989
16	MEDA AB	SE	57 534	1 082 635	3 166 052
17	KRKA DD NOVO MESTO	SI	78 594	926 630	1 312 811
18	RICHTER GEDEON VEGYESZETI GYAR RT	HU	88 855	951 731	1 765 058
19	ORION OYJ	FI	83 367	903 767	786 422
20	HIKMA PHARMACEUTI- CALS PLC	GB	18 277	523 724	830 369
21	RECORDATI - INDUSTRIA CHIMICA E FARMACEUTI- CA S.P.A.	IT	56 977	719 775	884 622
22	SORIN S.P.A.	IT	67 982	735 692	985 195
23	VIRBAC SA	FR	7 729	527 832	528 240
24	BOIRON SA	FR	4 786	490 560	517 678
25	GUERBET SA	FR	28 178	338 252	394 340
26	VETOQUINOL	FR	15 451	254 709	277 208
28	DECHRA PHARMACEUTI- CALS PLC	GB	4 556	383 586	269 860
30	FAES FARMA SA	ES	56 802	186 257	272 129
33	GRINDEKS	LV	1 561	85 490	103 569
35	BIOTON S.A.	PL	20 057	73 589	381 877
36	SINCLAIR IS PHARMA PLC	GB	748	37 755	127 669
38	TRINITY BIOTECH PUBLIC LIMITED COMPANY	IE	4 559	79 475	138 231
42	TRIPLAN AG	DE	494	38 819	22 422
44	PURICORE PLC	GB	2 318	23 061	26 279
45	PULSION MEDICAL SYS- TEMS SE	DE	2 371	29 394	25 861
46	SANOCHEMIA PHARMA- ZEUTIKA AG	AT	2 929	30 286	84 569
47	LAVIPHARM SA	GR	1 400	181 636	172 955
48	INNATE PHARMA	FR	717	9 694	54 553
50	CYPROTEX PLC	GB	621	7 019	8 327
52	CURASAN AG	DE	261	5 968	12 986

LIITE 2. Muuttujien jakaumat

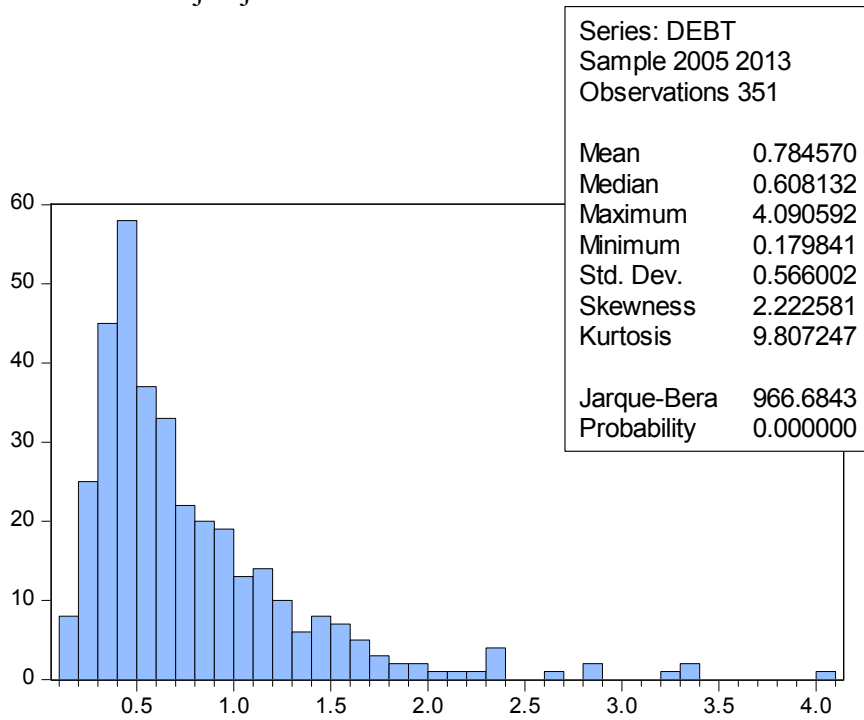
RD-muuttujan jakauma



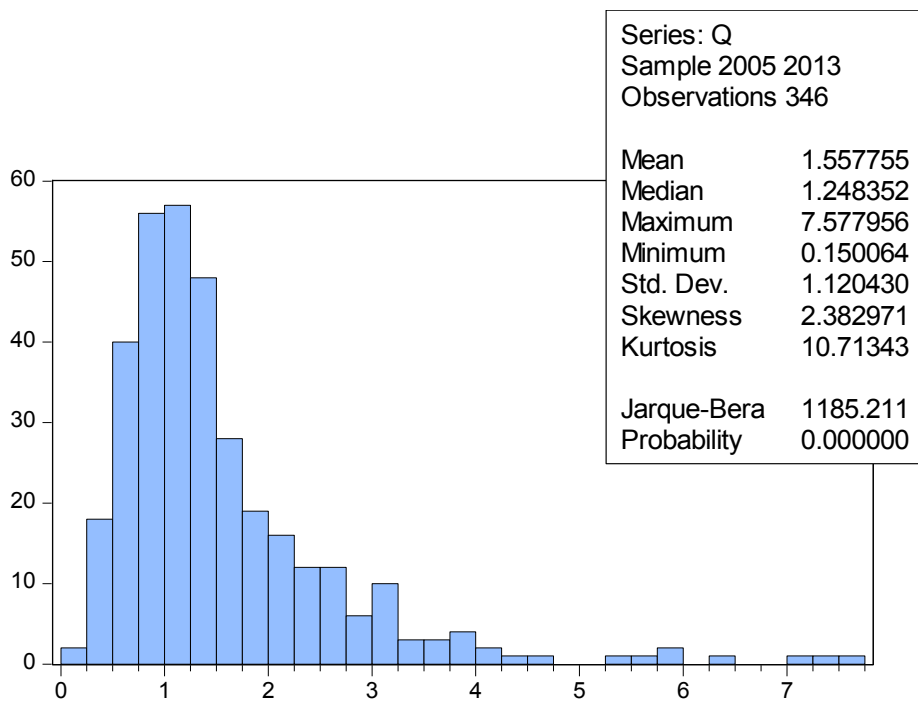
CF-muuttujan jakauma



DEBT-muuttujan jakauma

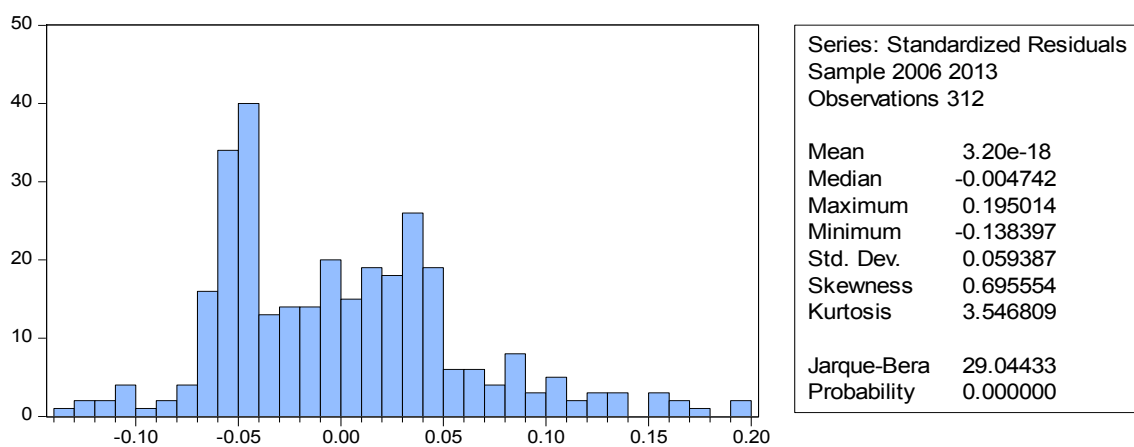
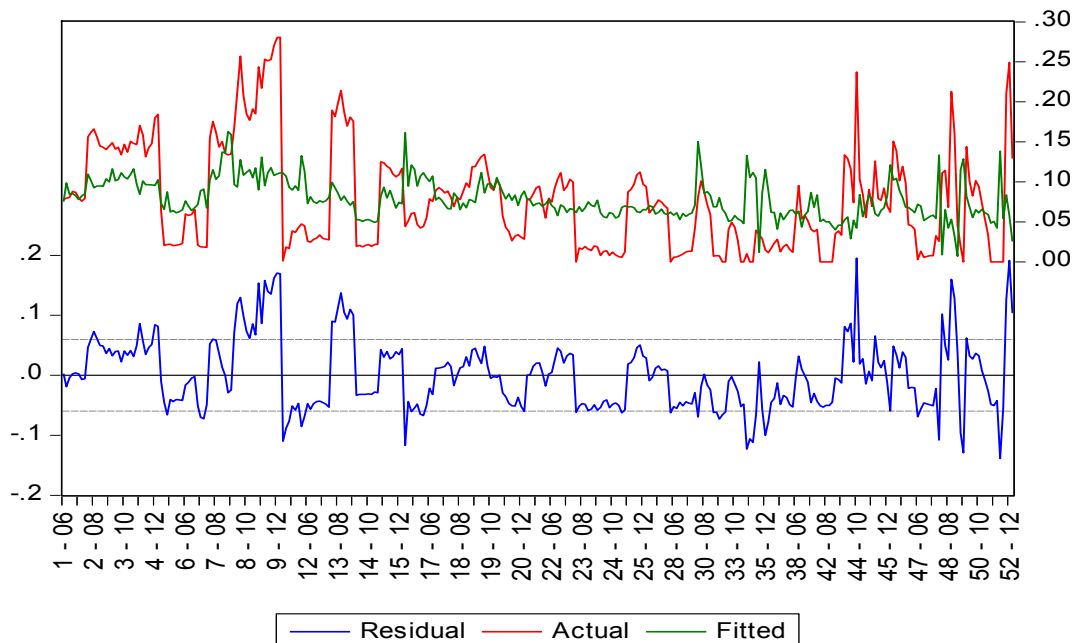


Q-muuttujan jakauma



LIITE 3. Mallien residuaalit

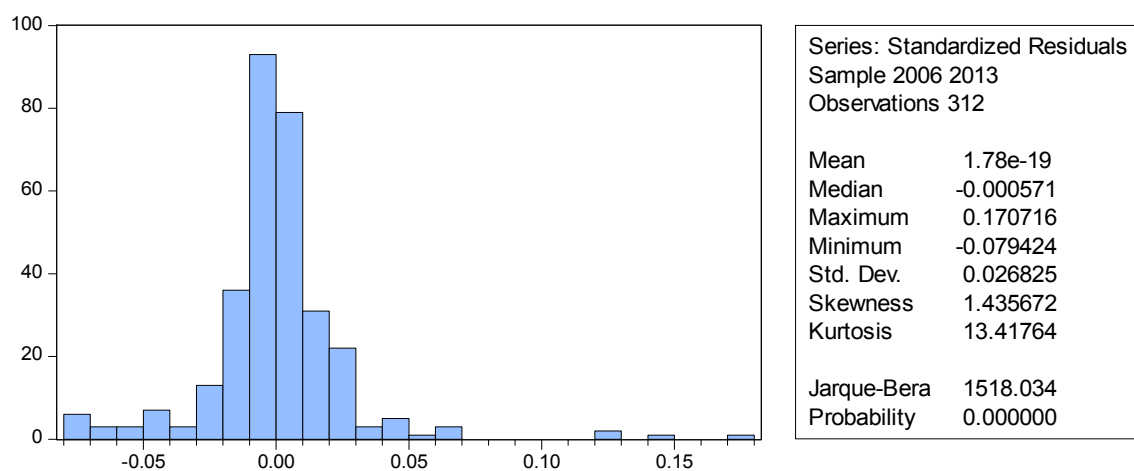
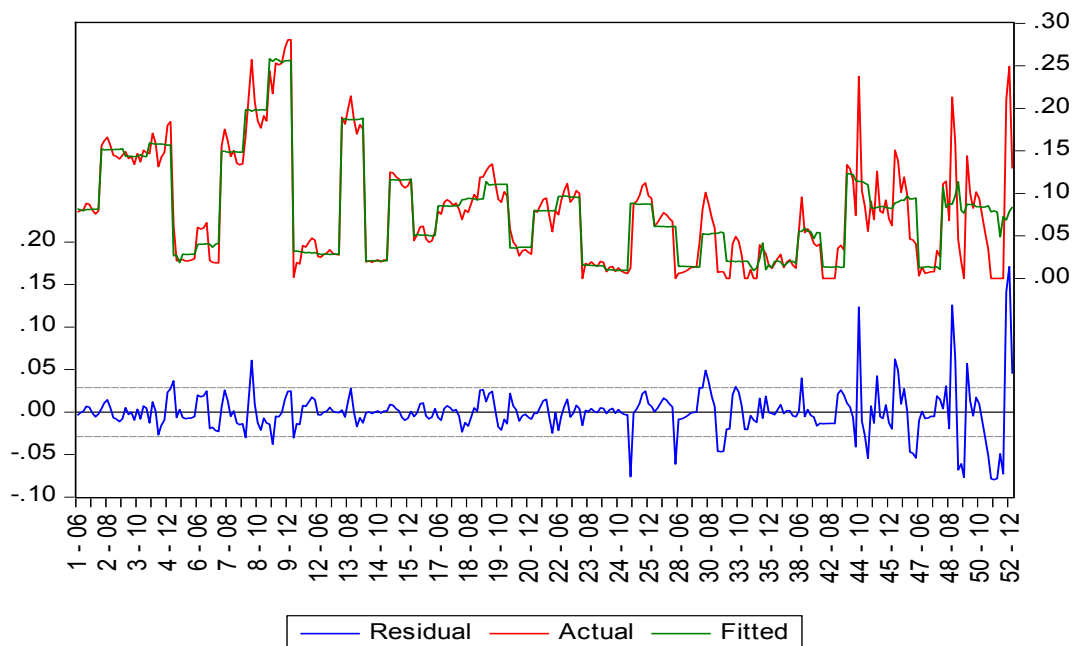
OLS-mallin residuaalit



OLS-mallin autokorrelaatio- ja heteroskedastisuustestien tulokset

Durbin-Watson stat.	0,316259
White heteroscedasticity test	67,39674 (p<0,01)
Breusch-Pagan-Godfrey heteroscedasticity test	34,65042 (p<0,01)

FE-mallin residuaalit



FE-mallin autokorrelaatiotesti ja satunnaisten vaikutusten Hausman testi

Durbin-Watson stat.	1,155169
Correlated Random Effects - Hausman Test	18,274577 (p=0,0004)