

**DISKONTTAAMISMENETELMÄN VALINNAN  
VAIKUTUS TALOUDELLISISSA ARVIOINNEISSA**  
**Markov-mallinnus**

Tuukka Hakkarainen

Pro gradu -tutkielma

Terveystaloustiede

Itä-Suomen yliopisto

Sosiaali- ja terveysjohtamisen

laitos

Elokuu 2020

ITÄ-SUOMEN YLIOPISTO, yhteiskuntatieteiden ja kauppatieteiden tiedekunta  
Sosiaali- ja terveysjohtamisen laitos, terveystaloustiede

HAKKARAINEN, TUUKKA: Diskonttaamisen vaikutus taloudellisissa arvioinneissa.  
Markov-mallinnus

Pro gradu -tutkielma, 50 sivua, 6 liitettä (6 sivua)

Tutkielman ohjaajat: FT Eila Kankaanpää  
FT Ismo Linnosmaa

Toukokuu 2020

Avainsanat: Diskonttaus, taloudellinen arviointi, Markov-malli, intertemporaalinen valinta

Diskonttaamisella, eli kustannusten tai hyötyjen nykyarvoon tuomisella, voi olla merkittäviä vaikutuksia taloudellisen arvioinnin tuloksiin ja se onkin viime aikoina saanut osakseen paljon huomiota. Tässä tutkielmassa tutkittiin miten taloudellisen arvioinnin yhteydessä käytetty diskonttaamismenetelmä ja diskonttokorko tulisi määrittää. Tutkimuskysymys tiivistää tämän hetkisen diskonttaamiseen liittyvän metodologisen keskustelun, jossa usein esiintyvät teemat liittyvät diskonttokoron ja diskonttausmenetelmän valintaan sekä terveyshyötyjen eri arvoiseen diskonttokorkoon.

Kirjallisuuden perusteella eksponentiaalinen malli yhtäläisellä korolla oli suosituin diskonttausmenetelmä, vaikka on olemassa näyttöä, että hyperbolinen malli saattaa kuvata paremmin yksilöiden todellista aikapreferenssiä. Myös eri maiden kansallisten suositusten perusteella eksponentiaalinen diskonttaaminen 3 % tai 5 % yhtäläisellä diskonttorokolla oli suosituin. Tätä suositti 2/3 ohjeistuksista.

Tutkielman empiirisessä osiossa suoritettiin kustannus-vaikuttavuusanalyysit krooniselle ja preventiiviselle interventioille Markov-mallinnuksen avulla. Merkittävin ero kahden mallin välillä liittyi kustannusten toteutumisen ajankohtaan. Teoria osuuden perusteella määritettiin seitsemän eri skenaariota, joissa diskonttokorko ja -menetelmä vaihtelivat. Perusanalyysi, jonka tuloksiin muita skenaarioita verrattiin, suoritettiin 3 % yhtäläisellä diskonttokorolla käyttäen eksponentiaalista mallia.

Suurin vaikutus ICER:iin kroonisen sairauden mallissa oli differentiaalidiskonttaamisella (13 %), muiden skenaarioiden vaikutukset jäivät alle 4 %. Preventiivisen intervention mallissa pienimmän vaikutuksen ICER:iin tarjosi differentiaalidiskonttaaminen (29 %) ja suurimman diskonttaamatta jättäminen (247 %). Johtopäätökset ovat, että mikäli kustannukset ja hyödyt jakautuvat tasaisesti eri periodeille, ei diskonttaamiskäytännöllä näyttäisi olevan suurta merkitystä. Preventiivisen mallin tapauksessa, jossa kustannukset painottuvat alkuun, voi diskonttaamiskäytännöllä sen sijaan olla merkittäviäkin vaikutuksia.

Diskonttokoron ja -menetelmän määrittämisessä voidaan hyödyntää esimerkiksi Ramseyn-yhtälöä tai valtionjoukkovelkakirjojen korkoa, mutta lisäksi terveydenhuollon näkökulma, kynnsarvo sekä terveydenkulutusarvo on huomioitava. Perustelujen tulisi kuitenkin olla yhtenäisiä ja näkyviä.

UNIVERSITY OF EASTERN FINLAND, Faculty of Social Sciences and Business Studies, Department of Health and Social Management, health economics

HAKKARAINEN, TUUKKA: The impact of discounting in economic evaluations. Markov-modelling

Master's thesis, 50 pages, 6 appendices (6 pages)

Thesis Supervisors: PhD Eila Kankaanpää  
PhD Ismo Linnosmaa

May 2020

Keywords: Discounting, economic evaluation, Markov-model, intertemporal decision making

Discounting may have significant impact on the outcomes of economic evaluation and in recent years it has received considerable attention in literature. This study summarizes the current methodological discussion considering the choice of discount rate, the appropriate discounting method and whether costs and effects should be discounted at same rate. The research question was: How should the discount rate and method be determined in economic evaluations?

The literature review suggests that exponential discounting with equal discount rate for costs and benefits, even though hyperbolic models might offer a better fit for the real social time preference. According to different national guidelines the most recommended discounting method was exponential discounting with equal discount rates of either 3 % or 5 %.

In the empirical section of the study, two cost-effectiveness analysis were carried out by using Markov-modelling. The first model was for a chronic disease and the second for a preventive intervention. The main difference between the analyses was the timing of costs. Seven different discounting scenarios were defined based on the literature. The base case analysis was done with exponential discounting with equal discount rates of 3 %.

In the chronic disease model differential discounting had the greatest impact on ICER (13 %). The impact of other scenarios was under 4 %. In the preventive intervention model however, differential discounting had the lowest impact (29 %) and no discounting had the greatest impact (247 %). The conclusions are that different discounting methods does not seem to have great impact on interventions where costs and effects are distributed similarly between time periods. But in the case of preventive intervention where costs are focused in the beginning, the impact can be significant.

The reasoning for discounting should be uniform and apparent. The Ramsey equation or government bonds can be used to determine social discount rate, but other things to consider are goal of the health care, threshold and the consumption value of health.

## SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>5</b>
<b>2 TALOUDELLINEN ARVIOINTI .....</b>	<b>7</b>
<b>3 DISKONTTAAMISEN TEORIAA .....</b>	<b>10</b>
3.1 Yleisen diskonttokoron johtaminen .....	12
3.2 Diskonttokoron johtaminen erikseen kustannuksille ja hyödyille .....	14
3.3 Diskonttaamisessa käytetty malli .....	16
<b>4 DISKONTTAAMISEN MALLINTAMINEN .....</b>	<b>19</b>
4.1 Sosiaalisen diskonttokoron määrittäminen .....	19
4.2 Diskonttokorkojen määrittäminen erikseen kustannuksille ja hyödyille .....	20
4.3 Diskonttaamismallin valinta .....	25
4.4 Käytännöt eri maissa .....	28
<b>5 AINEISTO JA MENETELMÄT .....</b>	<b>34</b>
5.1 Malli 1: Zidovudinen ja lamivudinen kombinaatioterapia HIV:n hoidossa .....	35
5.2 Malli 2: Tyypin 2 diabeteksen preventiivinen korkean intensiteetin elämäntapaohjelma .....	37
5.3 Käytetyt diskonttausmallit .....	39
<b>6 TULOKSET .....</b>	<b>41</b>
6.1 Malli 1: Kroonisen mallin tulokset .....	41
6.2 Malli 2: Preventiivisen mallin tulokset.....	42
<b>7 POHDINTA.....</b>	<b>44</b>
7.1 Tulosten tarkastelua .....	44
7.2 Tutkimuksen luotettavuus.....	47
7.3 Johtopäätökset.....	47
7.4 Jatkotutkimuksia .....	49
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>51</b>
<b>LIITTEET</b>	
Liite 1 HIV Markov-mallin parametrit .....	58
Liite 2 HIV Markov-malli .....	59
Liite 3 HIV Markov-mallin tulokset.....	60
Liite 4 Diabetes Markov-mallin parametrit .....	61

Liite 5 Diabetes Markov-malli .....	62
Liite 6 Diabetes Markov-mallin tulokset.....	63

## **KUVIOT**

Kuvio 1 Diskonttokoron vaikutus visuaalisesti. ....	11
Kuvio 2 Diskonttaamiskäytännön valinta. (Drummond Michael ym. 2015, 110). ....	25
Kuvio 3 HIV Markov-mallin tilasiirtymien kuvaus. (Briggs ym. 2006).....	37
Kuvio 4 Diabetes Markov-mallin tilat ja siirtymät. (Roberts ym. 2018) .....	39

## **TAULUKOT**

Taulukko 1 QALY:jen kumulatiivinen kertymä eri diskonttokoroilla.....	11
Taulukko 2 Esimerkki inflaation vaikutuksesta diskonttaamisessa .....	20
Taulukko 3 Parametriestimaatit (Stegall Sarah ym. 2019, 2-5). ....	27
Taulukko 4 Diskonttaamiskäytännöt eri maissa. ....	30
Taulukko 5 Markov-malleissa käytetyt diskonttausmenetelmät .....	40
Taulukko 6 Diskonttausmenetelmien vaikutus HIV mallissa .....	41
Taulukko 7 Diskonttausmenetelmien vaikutus diabetes mallissa .....	43

## 1 JOHDANTO

Kohtuuhintainen perusterveydenhuolto on yksi hyvinvointivaltion kulmakiviä, mutta kuten muualla maailmassa, on Suomessakin havaittavissa, että terveydenhuollon menot bruttokansantuotteeseen nähden kasvavat yhä nopeammin. (Watkins John 2018, 280 ). Vuonna 2017 Suomen terveydenhuollon menot olivat 20,6 miljardia euroa, mikä tarkoittaa noin 9,2 % bruttokansantuotteesta. Edelliseen vuoteen verrattuna terveydenhuollon menot kasvoivat reaalisesti 2,4 %. (THL 2019, 1). Koska terveydenhuollon resurssit ovat rajalliset, joudumme tekemään valintoja eri interventioiden välillä, erityisesti uusien kalliimpien lääkkeiden saapuessa markkinoille. Yhteiskunnan kannattaa kohdistaa rajalliset resurssinsa sellaisiin hoitoihin, joiden odotetaan tuottavan eniten terveyshyötyjä suhteessa käytettävissä oleviin resursseihin. Taloudellinen arviointi pyrkiikin vastaamaan kysymykseen: Voidaanko hoitoa pitää kustannusvaikuttavana? Parhaimmillaan taloudellinen arviointi tarjoaa johdonmukaisen lähestymistavan hoitojen hinnoitteluun ja hankintaa liittyvään päätöksentekoon. Toisaalta väärin tehtynä taloudellinen arviointi oletuksineen ja valintoineen voi pahimmillaan vääristää kuvaa hoitojen hyödyistä ja ohjata rajallisia resursseja epätarkoituksenmukaisiin kohteisiin. (Kiviniemi Vesa & Rannanheimo Pia 2020, 184-190).

Diskonttaamisella voi olla merkittäviäkin vaikutuksia taloudellisten arviointien tuloksiin ja se onkin viime aikoina saanut osakseen merkittävää huomiota. (Attema Arthur, Brouwer Werner & Claxton Karl 2018, 745). Tämän tutkielman tarkoituksena on kuvata keskeisimmät diskonttaamiseen liittyvät kysymykset, argumentit sekä käytännöt ja pyrkiä luomaan kokonaiskuva diskonttaamisesta taloudellisten arviointien yhteydessä. Tutkielmaa ohjaa tutkimuskysymys; Miten taloudellisen arvioinnin yhteydessä käytetty diskonttaamismenetelmä ja diskonttokorko tulisi määrittää? Tutkimuskysymys tiivistää tämänhetkisen diskonttaamiseen liittyvän metodologisen keskustelun, jossa usein esiintyvät teemat liittyvät diskonttokoron valintaan, diskonttausmenetelmän valintaan sekä kustannusten ja terveyshyötyjen diskonttaamiseen eri diskonttokorolla. Tutkielman tarkoituksena on myös osaltaan tarkastella diskonttaamisen merkitystä taloudellisissa arvioinneissa ja kannustaa kansallisia viranomaisia kiinnittämään enemmän huomiota diskonttaamiseen liittyviin valintoihin sekä niiden perusteluihin.

Tämä tutkielma pyrkii kuvaamaan mahdollisimman kattavasti keskeisimmät asiat, jotka tulisi huomioida kansallisia diskonttaamiskäytäntöjä suositeltaessa sekä tuomaan esiin keskustelua ja argumentteja eri metodologioille. Ensin käyn läpi taloudellisen arvioinnin perusteet ja kuinka diskonttaaminen linkittyy niihin. Tämän jälkeen siirryn tutkimaan diskonttaamisen teoriaa ja perusteita taloustieteen näkökulmasta. Teoriaosuuden jälkeen tarkastelen kuinka diskonttausmalleja käytännössä voidaan johtaa teorian pohjalta. Teoriaosuuden lopuksi kuvaan eri maiden kansallisten viranomaisten suosituksia diskonttaamisesta ja pohdin kuinka hyvin ne vastaavat teoriaa.

Tutkielman empiirisessä osiossa tutkin diskonttauskäytännön vaikutusta taloudellisen arvioinnin tuloksiin kahden esimerkki-intervention kustannusvaikuttavuus mallinnusten avulla. Interventioiden keskeinen ero on niiden kustannusten toteutumisessa. Ensimmäisessä interventiossa sekä kustannukset, että hyödyt sijoittuvat tasaisesti aikahorisontille. Toisessa perventiivisessä interventiossa sen sijaan kustannukset sijoittuvat alkuun, mutta hyödyt ulottuvat useiden vuosien päähän. Diskonttaamiskäytännön vaikutusta tutkin seitsämän eri skenaarion avulla, joissa jokaisessa samaan kustannus-vaikuttavuusmalliin käytetään eri diskonttaustapaa. Tutkielman lopuksi pohdin empiirisen osion tuloksia ja niiden merkitystä, ja vastaan tutkimuskysymykseen teorian ja empiirisen osion havaintojen pohjalta.

## 2 TALOUDELLINEN ARVIOINTI

Tarve lääkehoitojen taloudelliselle arvioinnille, eli HTA (Health Technology Assessment) toiminnalle, huomattiin jo 1970-luvulla, kun lääkehoitojen kustannukset alkoivat nousta ja yleinen tietoisuus terveydenhuollon resurssien rajallisuudesta alkoi kasvaa. Tämän seurauksena terveydenhuollon päätöksentekoprosesseihin tarvittiin enemmän läpinäkyvyyttä ja johdonmukaisuutta. Näin ollen päätöksentekijät tarvitsivat kattavamman lähestymistavan prioriteettien asettamiseen ja siihen kuinka rajallista resursseista saatu hyöty voidaan maksimoida vaarantamatta eettisiä arvoja. Tätä tiedontarvetta kuvaa HTA toiminnan yleistyminen, sillä se pystyi tarjoamaan työkaluja päätöksentekijöille päätöksenteon tueksi. Vaikka HTA on käsitteenä laaja, niin nykyään suurin osa HTA toiminnasta on lääkkeiden kustannus-vaikuttavuusanalyysia. HTA toiminnan pääkysymys on: yhteiskunnan maksuhalukkuuden valossa, onko intervention hinta hyväksyttävä suhteessa sen tuottamiin vaikutuksiin? (Towse Adrian, Drummond Michael & Sorenson Corinna 2011, 7-8).

Terveydenhuollon tavoitteen määrittäminen on yksi keskeisimpiä valintoja, joka päätöksentekijöiden on tehtävä ennen taloudellisen arvioinnin aloittamista. Mikäli terveydenhuollon tavoitteena katsotaan olevan terveyden parantaminen, kuten useimmissa tapauksissa näin on, suoritetaan arviointi kustannus-vaikuttavuusanalyysina (CEA), joka mittaa intervention hyödyt geneerisenä terveyteen liittyvänä elämänlaatuna (HRQoL). Useimmiten käytetty mittari on laatu-painotettu elinvuosi eli QALY. Geneerisen mittarin etuna on, että se mahdollistaa eri käyttöaiheisiin tarkoitettujen interventioiden vertaamisen keskenään. Mikäli terveydenhuollolla taas katsotaan olevan laajempi yhteiskunnallinen merkitys ja sen tavoitteena on hyvinvoinnin parantaminen, tulisi siihen liittyvien päätöksentekosääntöjen perustua samoihin periaatteisiin kuin muutkin julkiset tai yksityiset valinnat. Tämä welfaristinen näkemys perustuu yksilöiden preferensseihin siitä, kuinka paljon saadusta hyödystä ollaan valmiita maksamaan. Tällöin taloudellinen arviointi suoritetaan kustannus-hyötyanalyysina (CBA), missä saavutetut hyödyt ilmoitetaan monetaarisena yksikkönä kuten euroina. Vaikka kustannus-vaikuttavuusanalyysi ja kustannus-hyötyanalyysi näyttävät erilaisina, on niiden ero todellisuudessa näennäinen. Siinä missä CBA mittaa hyödyt monetaarisesti ja CEA luonnollisina yksikköinä kuten QALYina, ar-



votetaan nämä kuitenkin monetaarisesti, kun inkrementaalista kustannus-vaikuttavuussuhdetta (ICER) verrataan terveydenhuollon kynnyksarvoon. Mikäli vaihtoehtoiskustannukset on kustannus-vaikuttavuusanalyysissä arvioitu oikein, johtaa se samaan lopputulemaan kuin kustannus-hyötyanalyysi. (Drummond Michael, Sculpher Mark, Claxton Karl, Stoddart Greg & Torrance George 2015, 78 & 96).

Päätöksenteko on osa meidän kaikkien elämää, niin yksilöiden kuin päätöksentekijöiden. Kaikilla päätöksillä voidaan sanoa olevan omat hyötynsä ja kustannuksensa ja taloudellisten arviointien tavoitteena onkin tarkastella päätöksestä seuraavien hyötyjen ja kustannusten suhdetta sekä selvittää onko kustannus-hyötysuhde hyväksyttävä. Taloudellisessa arvioinnissa voidaan tunnistaa kaksi vaihtetta. Ensimmäinen on määritettävä arvioitava interventio sekä kaikki relevantit vaihtoehdot sille, esimerkiksi muut terveydenhuollon toimenpiteet. Näistä kaikkein suotuisinta vaihtoehtoa nimitetään myös vaihtoehtoiskustannukseksi, koska se edustaa saatua hyötyä, joista joudumme luopumaan, jos valitsemme tarkastelun kohteena olevan intervention. Tämän jälkeen tarkasteltavaa interventiota verrataan vaihtoehtoiskustannuksiin. Interventio voidaan nähdä hyväksyttävänä, jos se tuottaa enemmän hyötyä, kuin mitä menetämme vaihtoehtoiskustannuksina. (Paulden Mike 2014, 395)

Intervention tuottamat lisäterveysvaikutukset ( $\Delta h$ ) mitataan usein laatu-painotettuina lisäelinvuosina (QALY) ja lisäkustannukset ( $\Delta c_h$ ) paikallisella rahayksiköllä. Näiden intervention tuottamien lisäkustannusten ja lisäterveysvaikutusten suhde esitetään yleensä inkrementaalisen kustannus-vaikuttavuussuhteenä (ICER). ICER tarjoaa päätöksentekijöille kätevän tunnusluvun, joka kuvaa yhden saavutetun lisäQALYn hinnan vertailun kohteena olevalla interventiolla. Jotta voidaan arvioida parantaako interventio kokonaisterveyttä, tarvitaan niin sanottu ”kynnyksarvo” ( $k_h$ ), joka kuvastaa todennäköisiä vaihtoehtoiskustannuksia eli lisäterveyttä mikä olisi saavutettu, jos resurssit olisi allokoitu optimaalisesti. Interventio voidaan sanoa parantavan kokonaisterveyttä, jos sen lisäterveysvaikutukset ovat suuremmat kuin sen vaihtoehtoiskustannukset eli  $\Delta h > \Delta c_h / k_h$ . (Claxton Karl 2017, 5).

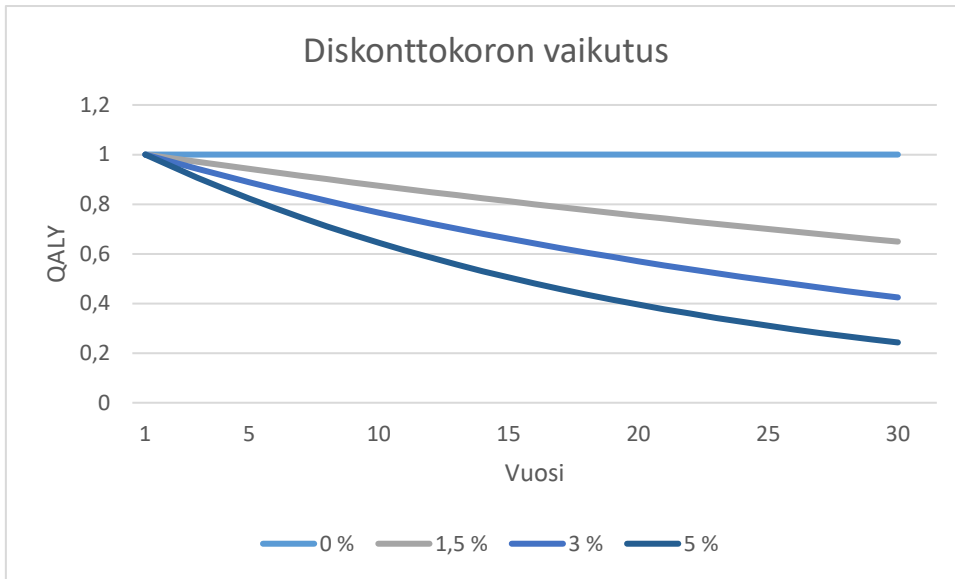
Intervention vaihtoehtoiskustannukset ovat riippuvaisia intervention kustannusten ja terveysvaikutusten toteutumisen hetkestä. Rationaalinen päätöksentekijä haluaisi yleensä,

että kustannukset koituisivat mieluummin tulevaisuudessa kuin tänä vuonna, koska silloin rahat voisi sijoittaa johonkin muuhun tänä vuonna. Vastaavasti terveyshyötyjen koitumista tulevaisuudessa arvotetaan vähemmän kuin niiden toteutumista heti. Tätä käytöstä kutsutaan aikapreferenssiksi. Toisaalta voi olla tilanteita, joissa utiliteetin maksimointi edellyttää juurikin päinvastaisia valintoja. (Paulden Mike, 2014, 395-396). Intertemporaalisilla valinnoilla tarkoitetaan vaihtokauppaa kustannusten ja vaikutusten suhteen eri ajanjaksoina. Näillä valinnoilla on merkittäviä vaikutuksia ihmisten hyvinvointiin ja vaurauteen, jopa valtioiden taloudelliseen vaurauteen. (Frederick Shane, Loewenstein George & O'Donoghue 2002, 351). Jotta voimme vertailla eri aikoina toteutuvia hyötyjä ja kustannuksia, on ne saatettava keskenään vertailukelpoisiksi arvottamalla tulevaisuudessa tapahtuvat erät nykyarvoonsa. Tätä matemaattista menetelmää kutsutaan diskonttaamiseksi.

### 3 DISKONTTAAMISEN TEORIAA

Diskonttaamisen vaikutus taloudellisissa evaluaatioissa on merkittävä, varsinkin kun tarkasteltava aikajänne ulottuu yleensä useiden vuosien päähän. Mallinnuksessa käytetty diskonttaamismenetelmä saattaa olla se, joka erottaa näyttäytykö arvioitava interventio hyväksyttävältä vai ei. Se voi myös johtaa siihen, että interventiot, joiden terveysvaikutukset toteutuvat vasta vuosien päästä mutta kustannukset heti, vaikuttavat vähemmän houkuttelevilta, kuin interventiot, joilla myös kustannukset jakautuvat tasaisesti tulevaisuuteen. (Paulden Mike 2014, 395).

Kuvio 1 havainnollistaa miten diskonttokorko vaikuttaa yhden QALY:n nykyarvon kehitykseen 30 vuoden aikajänteellä eri diskonttokoroilla. Vaaka-akselilla on kuvattuna vuodet ja pystyakselilla QALY:t. Käyrä puolestaan osoittaa mikä on QALY:n nykyarvo tarkasteltavana vuonna. Huomaamme että jo 1,5 % diskonttokorolla yhden QALY:n nykyarvo 30 vuoden päästä on enää noin 0,6 kertainen ja 5 % korolla QALY:n nykyarvo on lopussa enää noin 0,2 kertainen. Taulukossa 1 on puolestaan kuvattuna näiden diskonttokorkojen tuottamien QALY:jen kumulatiivinen kertymä kyseisellä 30 vuoden aikahorisontilla. Taulukosta huomaamme, että verrattuna 0 % diskonttokorkoon, eli kun QALY:ja ei diskontata, tuottaa 3 % diskonttokorko kymmenen QALY:a vähemmän ja 5 % diskonttokorolla QALY:jen kumulatiivinen kertymä lähes puolittuu. Havaitsemme, että diskonttokoron merkitys kasvaa tarkastelujakson pidentyessä ja pitkillä aikahorisonteilla diskonttaamisen vaikutus voi olla merkittävä.



**Kuvio 1 Diskonttokoron vaikutus visuaalisesti.**

**Taulukko 1 QALY:jen kumulatiivinen kertymä eri diskonttokoroilla**

Diskonttokorko	0 %	1,5 %	3 %	5 %
Kumulatiivinen QALY	30	24	20	16

Taloudellisten arviointien yhteydessä käytetyt tarkoituksenmukaiset diskonttaamiskäytännöt ovatkin saaneet viime aikoina erityistä huomiota kirjallisuudessa ja kansallisissa taloudellisen arvioinnin oppaissa. Nykyisessä keskustelussa on tunnistettavissa kolme pysyvää erimielisyyden aihetta; I. Diskonttokoron suuruus ja sen perusta. II. Tuleeko kustannukset ja vaikutukset diskontata samalla korolla? III. Tulisiko diskonttokoron laskea ajan kuluessa vai pysyä muuttumattomana? (Attema Arthur ym. 2018, 745-747).

Drummond ja Rutten (2008, 2) ovat jopa ehdottaneet taloudellisille evaluaatioille kansainvälistä referenssitapausta, joka määrittäisi minkä käytäntöjen tulisi olla standardeja ja mitkä käytännöt voisivat vaihdella maittain. Esimerkkinä käytännöstä, jonka kansallinen viranomais voisi määrittää perustuen oman maan arvotuksiin, olisi diskonttaamisessa käytettävä korko. Tämä ehdotus maittain vaihtelevista diskonttauskäytännöistä on kuitenkin saanut osakseen huomattavaa metodologista keskustelua siitä, mikä olisi oikea diskonttauskäytäntö ja mitkä asiat eri maiden

kansalliset viranomaiset voisivat itse määrittää. Seuraavaksi käymme läpi nykyistä metodologista keskustelua, jota edellä olevien avainkysymysten äärellä käydään.

### **3.1 Yleisen diskonttokoron johtaminen**

Kuten edellä mainittiin, on ihmisillä empirian mukaan olemassa selvä aikapreferenssi; he haluavat hyödyn mieluummin nyt kuin tulevaisuudessa. Ekonomistit ovat esittäneet kolme eri selitystä tälle yksilökäyttäytymiselle, jotka voidaan myös laajentaa selittämään sosiaalista aikapreferenssiä. Ensimmäinen selitys on, että ihmiset odottavat tulotasonsa kasvavan tulevaisuudessa, ja näin ollen pystyvänsä kuluttamaan enemmän kuin aikaisemmin. Kulutuksen kasvusta seuraa kuitenkin se, että kulutuksen rajahyöty laskee, mikä saattaa johtaa siihen, että yksilöt kuluttavat enemmän tänään maksimoidakseen utiliteettinsa. Toinen selitys on niin sanottu katastrofaalinen riski, joka ottaa huomioon sen mahdollisuuden, että yksilö ei suuronnettomuuden vuoksi pysty kuluttamaan tulevaisuudessa. Kolmas selitys on yksinkertaisesti se, että ihmiset kuluttavat mieluummin nyt kuin tulevaisuudessa, riippumatta tulevaisuuden kulutuksen olettamuksista. Tätä kutsutaan puhtaaksi aikapreferenssiksi, mikä heijastaa sitä, että yksilöt ovat lähtökohtaisesti kärsimättömiä ja ajattelevat lyhytnäköisesti. (Paulden Mike 2014, 396).

Yksilön aikapreferenssin perusteella, voidaan osittain muodostaa yhteiskunnan kokema aikapreferenssi eli sosiaalinen aikapreferenssi. Ensimmäisen selityksen laajentaminen koko yhteiskunnan tasolle on suhteellisen kitkatonta, sillä yksilöiden kulutuksen kasvaessa, myös yhteiskunnan kokonaiskulutus kasvaa. Katastrofaalisen riskin osalta, asia ei ole yhtä yksiselitteinen. Vaikka yksilöillä on väistämätön mahdollisuus suuronnettomuuteen, kuten kuolema, niin riski vastaavan mittakaavan onnettomuuteen koko yhteiskunnan tasolla on merkittävästi pienempi. Viimeinen selitys eli puhdas aikapreferenssi, johon kärsimättömyydestä ja lyhytnäköisestä toiminnasta, on yhteiskunnan näkökulmasta jokseenkin kiistanalainen. (Paulden Mike 2014, 396).

Käytännössä on olemassa kaksi eri menetelmää, joiden avulla voidaan pyrkiä mittamaan yksilöiden aikapreferenssiä. Kenttätutkimuksilla diskonttokorot määritetään niiden taloudellisten päätösten perusteella, joita ihmisten havaitaan tekevän jokapäiväisessä elämässään. Kokeellisissa tutkimuksissa taas koehenkilöitä pyydetään valitsemaan eri vaihtoeht-

tojen välillä, jotka liittyvät eri aikoina tapahtuvaan utiliteettiin ja hypoteettisiin lopputulemiin. Kokeellisiin tutkimuksiin liittyy kuitenkin usein yksi merkittävä ongelma. Ne olettavat yleensä, että kaikki lopputulemat ovat varmoja ja niihin ei liity mitään epävarmuutta. Periaatteessa sama ongelma, voi ilmentyä myös kenttätutkimuksissa, jos tarkastelun kohteena oleva henkilö olettaa tulevaisuudessa toteutuvien hyötyjen olevan täysin varmoja. (Frederick Shane ym. 2002, 382). Alankomaissa tehdyssä empiirisessä tutkimuksessa (Keren Gideon & Peter Roelofsma 1995) pyrittiin selvittämään, miten epävarmuus vaikuttaa yksilöiden aikapreferenssiin. Kokeessa ensimmäisen ryhmän vastaajia pyydettiin valitsemaan joko 100 guldenia nyt tai 110 guldenia kuukauden päästä. Toisen ryhmän vastaajia puolestaan pyydettiin valitsemaan joko 100 guldenia nyt 50 % todennäköisyydellä tai 110 guldenia kuukauden päästä 50 % todennäköisyydellä. Ensimmäisestä ryhmästä 82 % vastaajista valitsi pienemmän välittömän palkinnon ja toisesta ryhmästä vastaava osuus oli vain 39 %, vaikka molempien vaihtoehtojen todennäköisyydet olivat yhtäläiset.

Sosiaalista diskonttokorkoa määriteltäessä hyödynnetään usein Ramseyn yhtälöä (Ramsey F. P. 1928), joka ottaa huomioon puhtaan sosiaalisen aika preferenssin, marginaaliutiliteetin jouston sekä kulutuksen kasvun asukasta kohden. Tavallisesti yritykset johtaa sosiaalista diskonttokorkoa, ovatkin keskittyneet sosiaalisen pääoman marginaalivaihtoehtoiskustannusten ja sosiaalisen aikapreferenssin yhteensovittamiseen. Yleisesti tähän voidaan erottaa kaksi eri menetelmää. Ensimmäinen lähestymistapa on painotetun keskiarvon menetelmä, missä sosiaalinen diskonttokorko tulisi olla pääoman marginaalivaihtoehtoiskustannusten, sosiaalisen aikapreferenssin ja ulkomaisen lainan hinnan painotettu keskiarvo. Painojen tulisi heijastaa eri lähteistä saatuja varoja, mikä edellyttäisi eri diskonttokorkoa jokaiselle eri interventiolle. Painotetun keskiarvon puutteena on, että saavutetut hyödyt oletetaan kulutettavan heti. Pääoman varjohinta -menetelmä sen sijaan ei tee tätä oletusta. Siinä intervention avulla saavutetut hyödyt voidaan uudelleen sijoittaa yksityiselle sektorille. Intervention hyödyt saadaan sen aikaansaaman kulutuksen ja uudelleen sijoittamisen aikaansaaman kulutuksen summasta. Vastaavasti intervention kustannus voidaan laskea intervention ja uudelleen sijoittamisen syrjäyttämän kulutuksen summana. (Paulden Mike 2014, 396-397).

Vaikka diskonttaaminen ja sen perusteet ovatkin nykyään laajalti vakiintuneita ja hyväksytyjä, on diskonttaaminen saanut osakseen myös kritiikkiä. Sen on muun muassa kritisoitu eriarvoistavan sukupolvia. Esimerkiksi Frank Ackerman ja Lisa Heinzerling (2002, 1570-1571) esittävät diskonttaamisella olevan merkittäviä ja jopa perusteettomia vaikutuksia päätöksissä, joiden vaikutukset ulottuvat satojen vuosien päähän. He havainnollistavat asiaa esimerkillä, jonka mukaan 5 % diskonttokorolla miljardin ihmisen kuolema 500 vuoden päästä olisi vähemmän merkitsevä kuin yhden ihmisen kuolema tänään. Tällaisen retoriikan käyttöä on vastaavasti kritisoitu asioita yksinkertaistavina ja todellisuudesta irrallisina esimerkkeinä. Muun muassa David Weisbach ja Dexter Samida (2007, 169) vastaavat Ackermanin ja Heinzerlingin esimerkkiin esittämällä, että diskonttokoron ollessa suurempi kuin talouden todellinen pitkän ajan kasvuaste, saadaan mikä tahansa päätös pitkällä aikavälillä vaikuttamaan yhtä suurelta kuin koko maailman varallisuus yhteensä. Weisbach ja Samida esittävätkin, että pitkän ajan diskonttokorkojen tulisi heijastaa talouden pitkän ajan todellista kasvuvauhtia.

### **3.2 Diskonttokoron johtaminen erikseen kustannuksille ja hyödyille**

Päätös tietyn intervention käyttöönotosta saattaa tuottaa joitakin välittömiä terveyshyötyjä, mutta todellisuudessa intervention hyödyt toteutuvat useiden vuosien aikana tulevaisuudessa. On myös tärkeä huomioida, että intervention hyödyt eivät aina rajoitu vain terveysvaikutuksiin, vaan se voi välillisesti myös vaikuttaa positiivisesti yksilöiden kulutusmahdollisuuksiin. Tästä seuraa myös diskonttaamisen kannalta tärkeä kysymys: Kuinka intervention avulla saadut hyödyt tulisi mitata? Normatiivisen näkemyksen mukaan päätöksentekijät ja instituutiot toimivat päämiehen, tässä tapauksessa yhteiskunnan, edustajina jakaen valtaa alemmille tahoille antaen heille spesifisiä ja mitattavia tavoitteita, kuten esimerkiksi terveyden parantaminen. Tässä kontekstissa tulevaisuudessa toteutuvien terveysvaikutusten diskonttaamisen perustelut eivät voi vedota Ramsey'n yhtälön mukaisesti preferensseihin tai hyvinvoinnin argumentteihin, vaan yksinomaan terveydenhuollon rahoituksen vaihtoehtokustannuksiin. Koska terveydenhuolto muuntaa siihen sijoitetut resurssit terveydeksi, on terveydenhuollon resurssien intertemporaalinen vaihtokauppa päätöksentekijöiden näkökulmasta lopulta terveyden intertemporaalista vaihtokauppaa. Tästä syystä, mikäli terveydenhuollon kustannuksiin käytetään diskonttausta

heijastamaan terveydenhuollon vaihtoehtoiskustannuksia, tulisi myös terveysvaikutukset diskontata samalla diskonttokorolla. (Claxton Karl 2017, 5)

Terveydenhuollon kustannusvaikuttavuuden kynnsarvolla ( $k$ ) ja sen oletetulla arvon muuttumisella on siis merkittävä rooli diskonttaamiskäytännön valinnassa. Olisi helppoa olettaa, että kynnsarvo kasvaa terveydenhuollon menojen kasvaessa johtuen alenevasta rajatuotoksesta, ja että nominaalikynnsarvo kasvaa keskihintojen noustessa. Näiden oletusten ongelmana on kuitenkin se, että ne eivät ota huomioon terveydenhuollon tuottavuuden mahdollista muutosta tuottavuudessa (usein tuottavuuden oletetaan nousevan) tai muutoksia terveyden taustatekijöissä, kuten terveellisten elämäntapojen lisääntymistä ja elinolosuhteiden paranemista. Nämä tekijät nostavat elinajanodotetta, mikä tarkoittaa että kuolleisuutta vähentävä interventio tuottaa enemmän lisäelinvuosia. Toisaalta preventiivisten ja sairastumisen riskiä vähentävien interventioiden tuottama absoluuttinen lisäterveys myös vähenee. Tästä syystä kynnsarvon kehitys on ennenkaikkea empiirinen kysymys. Esimerkiksi UK:sta on saatavilla empiiristä näyttöä siitä, että kynnsarvon estimaatit pysyivät muuttumattomina, vaikka kokonaiskulutuksen reaaliarvo kasvoi ja sen mukana myös terveydenhuollon hinnat. (Drummond Michael ym. 2015, 89-90).

Eräs kirjallisuudessa vähäiselle huomiolle jäänyt seikka on niin kutsuttu terveyshyötyjen ”tupla diskonttaaminen”. Kuten edellä mainittiin, mitataan interventioiden terveysvaikutukset tavallisesti QALY:ina. Tiettyihin terveydentiloihin liitetyt elämänlaatupainot johdetaan usein tekniikoilla, joihin liittyy aikakomponentteja. Yleisesti käytetty menetelmä on pyytää vastaajia valitsemaan haluaisivatko he viettää mielluummin pitkä ajan (usein 10 vuotta) vajaassa terveydentilassa vai lyhyemmän ajan täydellisessä terveydentilassa. Empiria on osoittanut ihmisillä olevan aikapreferenssi terveydelle, mikä saattaa johtaa näissä kyselyissä terveyden tuoman utiliteetin aliarvioimiseen, koska ihmiset diskonttaavat mielessään kaukana tulevaisuudessa olevat terveyshyödyt. Tämä johtaa siihen, että johdetut utiliteetit (QALY), ovat jo valmiiksi diskontattuja vastaajien toimesta. Mikäli tätä utiliteettien vääristymää ei oteta huomioon taloudellisen arvioinnin diskonttaamisessa, johtaa se terveyshyötyjen kaksinkertaiseen diskonttaamiseen. Tämän ongelman korjaamiseen on olemassa työkaluja, mutta käytännössä niitä ei ole toistaiseksi hyödynnetty. (Attema Arthur ym. 2018, 751).



Ison-Britannian terveysviranomaisella NICE:llä on pitkä perinteet taloudellisen arvioinnin hyödyntämisessä ja heidän päätöksiään sekä suosituksiaan seurataan usein tarkasti. NICE:n 2000-luvulla tekemät muutokset taloudellisten arviointien suosituksiin ovat herättäneet laajasti keskustelua ja ovat erinomainen esimerkki diskonttaamiseen liittyvästä epävarmuudesta. Ennen vuotta 2004 NICE suositteli taloudellisissa arvioinneissa käytettävän differentiaalidiskonttaamista, mikä tarkoittaa että kustannukset ja terveyshyödyt diskontataan eri koroilla. Suositellut diskonttokorot olivat kustannuksille 6 % ja terveyshyödyille 1,5 %. Vuoden 2004 jälkeen NICE on kuitenkin suosittanut 3,5 % diskonttokorkoa käytettävän sekä kustannuksille että terveyshyödyille. Muun muassa Brouwer ja kumppanit (2005, 446) pitävät NICE:n päätöstä hylätä differentiaalidiskonttaaminen askeleena taaksepäin, joka saattaa vääristää arviointeja viemällä rahoitusta pois interventioilta, joissa vaikutukset ovat kaukana tulevaisuudessa.

Claxton työryhmineen (2006, 1-2) sen sijaan pitää NICE:n päätöstä perusteltuna ja esittää, että terveyshyödyillä ja kustannuksilla voidaan käydä vaihtokauppaa eri ajankohtien suhteen, minkä vuoksi ne tulisi diskontata samalla korolla. Vuonna 2011 NICE julkaisi laajaa keskustelua herättäneen muutoksen kansalliseen ohjeistukseen teknologioiden arvioinnista. Muutoksessa suositeltiin differentiaalidiskonttaamista interventioissa, joissa terveysvaikutukset ovat merkittäviä ja ne ulottuvat yli 30 vuoden päähän. James O'Mahoy ja Mike Paulden (2014, 493-495) pitävät differentiaalidiskonttaamisen palauttamista tervetulleena uudistuksena, mutta sen perustelut ja valikoituvuus herättävät epäilyksiä. Tutkijat esittävät, että interventioiden eriarvoinen kohtelu johtaa lopulta epäjohtonmukaisuuksiin, tiettyjen interventioiden diskriminointiin sekä epäselvyyksiin siitä, mitkä interventiot ovat oikeutettuja saamaan erityiskohtelua.

### **3.3 Diskonttaamisessa käytetty malli**

Taloustieteessä on olemassa rikas normatiivisten teorioiden historia intertemporaaliseen eli kuluttamisen ajankohtaan liittyvään päätöksentekoon. Paul Samuelson oli ensimmäinen joka tarjosi työkaluja siihen, kuinka aika tulisi ottaa huomioon intertemporaalisessa päätöksenteossa. Samuelsonin kehittämä diskontatun utiliteetin teoria (Discounted Utility Theory, DUT) nojaa siihen normatiiviseen periaatteeseen, että

päätöksenteon tulisi olla ajasta riippumatonta. Tämän rajoitteen vallitessa myöhempien kustannusten ja hyötyjen nykyarvo saadaan diskonttaamalla ne eksponenttifunktiolla, missä diskonttauksen eksponentti kontrolloi funktion jyrkkyyttä. Tässä taloustieteen intertemporaalisen diskonttaamisen perusmallissa oletetaan ihmisten tulevaisuuden arvotuksen kertoimen olevan vakio ja sitä kutsutaan eksponentiaalisesti diskonttaamiseksi. (Namboodiri Vijay & Shuler Marshall 2016, 2). Eksponenttifunktion matemaattista esitystä tarkastellaan kappaleessa 4.3.

Eksponentiaalisen diskonttaamisen houkutteleva ominaisuus on sen oletus ajallisesti johdonmukaisesta käytöksestä, mikä tekee sen käytöstä helppoa. Empiria on kuitenkin osoittanut, että eksponentiaalisen diskonttaamisen mallin parametriset rajoitteet eivät välttämättä vastaa kovin hyvin yksilöiden todellista käyttäytymistä. Luopumalla staattisesta aikapreferenssistä, voidaan saavuttaa paremmin todellisuutta vastaavia malleja. (Namboodiri Vijay & Shuler Marshall 2016, 2). Hyperbolinen diskonttaaminen eroaakin eksponentiaalisesta mallista siinä, että se ei tee oletusta aikapreferenssin staattisuudesta. Eksponentiaalisessa mallissa periodien (vuosien) 1 ja 2 marginaalinen vaihtosuhte on sama kuin periodien 2 ja 3. (Varian Hal 2010, 574-575).

Perinteistä eksponentiaalista mallia on kritisoitu siitä, että se aliarvioi lyhyen aikavälin aikapreferenssin ja yliarvioi pitkän aikavälin aikapreferenssin. Käytännössä tämä tarkoittaa, että palkkion nykyarvo laskee alussa liian hitaasti ja lopussa liian nopeasti. Perinteisessä hyperbolisessa mallissa sen sijaan palkinnon nykyarvo alenee aluksi nopeammin, mutta sen jälkeen arvon aleneminen hidastuu. Tämä tarkoittaa, että lähempänä oleva tulevaisuus diskonttataan voimakkaammin kuin kauemmat periodit viiveissä. (Stegall Sarah, Collette Tyler, Kinjo Takuji, Takahashi Taiki & Romanowich Pau, 2019, 1).

Vaikka suurin osa yksilöiden vähenevän aikapreferenssin näytöstä on peräisin tutkimuksista, joissa utiliteettina on ollut monetaarinen hyöty, on vastaavaa havaittu myös terveyshyötyjen suhteen (Bleichrodt Han & Johannesson Magnus 2001, 276-278). Vuonna 2016 Hollannissa suoritetussa tutkimuksessa jopa havaittiin, että yksilöiden aikapreferenssi terveyden suhteen oli epäjohdonmukaisempaa kuin rahan. Tämä viittaisi siihen, että eksponentiaalinen malli kuvaisi yksilöiden aikapreferenssiä terveyden suhteen

vielä huonommin kuin monetaarisen hyödyn. Tutkimuksessa verrattiin eri diskonttaamismallien sovitteita yksilöiden todellisiin havaittuihin aikapreferensseihin ja tulosten perusteella eksponentiaalinen ja kvasi-hyperbolinen malli vastasivat huonoiten tutkittavien aikapreferenssiä. Parhaan sovitteen sen sijaan tarjosivat perinteinen hyperbolinen malli sekä proportionaalinen hyperbolinen malli. (Bleichrodt Han, Gao Yu & Rohde Kirsten 2016, 227-228). Seuraavaksi tarkastellaan kuinka diskonttokorot ja käytetyt menetelmät voidaan käytännössä johtaa teorian pohjalta.

## 4 DISKONTTAAMISEN MALLINTAMINEN

### 4.1 Sosiaalisen diskonttokoron määrittäminen

Sosiaalinen diskonttokorko johdetaan usein hyödyntämällä Ramseyyn yhtälöä, joka ottaa huomioon puhtaan sosiaalisen aikapreferenssin, marginaaliutiliteetin elastisuuden sekä kulutuksen kasvun asukasta kohden. Marginaaliutiliteetin elastisuudesta voidaan käyttää myös termiä rajahyödyn jousto. Ramseyyn yhtälö voidaan esittää matemaattisesti seuraavalla tavalla:

$$D = \delta + \varepsilon_x g_x$$

$D$  on sosiaalinen diskonttokorko,  $\delta$  on sosiaalinen aikapreferenssisuhde,  $\varepsilon_x$  marginaaliutiliteetin jousto, eli suhde, jolla kulutuksen marginaaliutiliteetti laskee ja  $g_x$  kuvastaa kulutuksen kasvua asukasta kohden. Tähän yhtälöön voidaan myös lisätä  $\gamma$  eli katastrofaalinen riski, mikä kuvastaa jonkun suurimittaisen onnettomuuden riskiä ja on usein hyvin pieni. Tällöin yhtälö olisi muotoa:  $D = \delta + \varepsilon_x g_x + \gamma$ . (Attema Arthur ym. 2018, 746, 749). Esimerkiksi UK:n valtionkonttori käytti Ramseyyn yhtälöä vuonna 2003 määrittäessään sen nykyisissä suosituksissa olevan 3,5 % diskonttokoron. Useiden eri tietolähteiden perusteella estimoitiin, että UK:ssa sosiaalinen aikapreferenssi suhde ( $\delta$ ) on 0,5 %, marginaaliutiliteetin jousto ( $\varepsilon_x$ ) on 1 %, kulutuksen kasvu ( $g_x$ ) on 2 % ja katastrofaalinen riski ( $\gamma$ ) on 1 %, mistä seuraa, että yhteiskunnan sosiaalinen diskonttokorko olisi 3,5 % per vuosi. (Paulden Mike 2014, 396).

Ostovoiman heikkenemisen eli inflaation huomioiminen on terveystaloustieteen keskusteluissa jäänyt yllättävän vähälle huomiolle. Perinteisesti intervention kustannusten inflaation on oletettu seuraavan markkinoiden yleistä inflaatiotahtia, jolloin inflaatio voidaan huomioida diskonttaamisessa kahdella eri tavalla. Ensimmäisessä tavassa tulevaisuudessa toteutuvat kustannukset kerrotaan inflaatioprosentilla, jonka jälkeen ne diskontataan sekä valitulla diskonttokorolla, että yleisellä inflaatioprosentilla. Esimerkiksi jos diskonttokorko olisi 5 % ja yleinen inflaatiotahti 8 %, niin inflaation suhteen korjattu diskonttokorko  $r$  olisi  $1,05 * 1,08 = 1,134$  eli 13,4 %. Taulukossa 2 on esitettyä kaksi identtistä interventiota A ja B, joiden molempien kustannukset ovat 8 000 €. Intervention

A diskonttaamisessa ei ole huomioitu inflaation vaikutusta, kun taas intervention B diskonttokorossa on huomioitu 8 % inflaatio. Taulukosta näemme, että 30 vuoden tarkastelu jaksolla intervention B inflaatiokorjatut kokonaiskustannukset ovat nykyarvoltaan noin puolet intervention A kustannuksista.

**Taulukko 2 Esimerkki inflaation vaikutuksesta diskonttaamisessa**

Interventio	Kustannukset per vuosi	Diskonttokorko	Aikajänne	Kokonaiskustannusten nykyarvo
A	8 000 €	5 %	30 vuotta	129 129 €
B	8 000 €	13,4 %	30 vuotta	66 145 €

Toinen yksinkertaisempi ja myös suositeltu tapa on jättää inflaatio huomioimatta ja käyttää pienempää diskonttokorkoa eli reaali-diskonttokorkoa. (Drummond Michael ym. 2015, 244-245). Paulden (2013) sen sijaan esittää, että perinteinen lähestymistapa inflaation huomioimiseen diskonttaamisessa on virheellinen, sillä oletus yhtäläisestä inflaatiotahdista ei usein vastaa todellisuutta. Varsinkin lääketieteellisyydessä, jossa juuri patentin menettäneen valmisteen hinta saattaa laskea hyvinkin jyrkästi. Tästä syystä jokaiselle intervention kustannukselle tulisi määrittää yksilöllinen inflaatioprofiili. Esimerkiksi jos markkinoiden inflaatio on 8 %, intervention kustannuksen estimoitu inflaatiotahti on 10 % ja reaali-diskonttokorko on 4 %, niin inflaatiokorjattu diskonttokorko olisi  $1,04 * 1,08/1,10 = 1,021$  eli 2,1 %.

#### 4.2 Diskonttokorkojen määrittäminen erikseen kustannuksille ja hyödyille

Yleisen käsityksen mukaan voidaan todeta, että kustannukset ja vaikutukset tulee diskontata. Tästä tosin seuraa tärkeä ja kiistanalainen kysymys: pitäisikö kustannukset ja vaikutukset diskontata samalla korolla? Diskonttaaminen yhtäläisellä diskonttokorolla on yleisempää kuin differentiaalidiskonttaaminen. Tunnetuimmat argumentit yhtäläisen diskonttokoron puolesta ovat Weinsteinin ja Stasonin (1977) johdonmukaisuusargumentti (consistency argument) sekä Keelerin ja Cretinin (1983) lykkäysparadoksi (postponement paradox). Nämä kaksi argumenttia ovatkin osaltaan vahvistaneet yhtäläisellä korolla diskonttaamisen vakiintunutta asemaa suosituimpana menetelmänä. (Attema Arthur ym. 2018, 747).

Johdonmukaisuusargumentin mukaan eri diskonttokorot kustannuksien ja vaikutusten välillä tulevat ajan myötä johtamaan epäjohdonmukaisuuksiin (Weinstein Milton & Stason William 1977, 716). Tämä epäjohdonmukaisuusongelma voidaan havainnollistaa kahden täysin identtisen intervention avulla. Interventio A maksaa 20 000 € tänä vuonna ja tuottaa yhden QALY:n tänä vuonna. Interventio B maksaa saman verran, mutta sekä kustannukset että hyödyt realisoituvat 40 vuoden päästä. Johdonmukaisuusargumentin mukaan terveysvaikutusten rahallinen arvostus on ajan suhteen vakio, mikä tarkoittaa, että näiden interventioiden tulisi saada yhtäläinen arvostus. Saavuttaaksemme yhtäläisen arvostuksen näiden interventioiden välillä, on kustannusten diskonttokoron ( $r_c$ ) oltava sama kuin vaikutusten diskonttokoron ( $r_e$ ). Tällöin intervention B inkrementaalinen kustannus-vaikutavuussuhde olisi  $(20\,000\ \text{€} / (1+r_c)^{40}) / (1+r_e)^{40} = 20\,000\ \text{€} / 1$  mikä on sama kuin intervention A  $20\,000\ \text{€} / 1$ . (Brouwer Werner ym. 2005, 447).

Keeler ja Cretin (1983, 304-305) puolestaan esittävät artikkelissaan mielenkiintoisen paradoksaalisen yhtälön, jonka mukaan differentiaalidiskonttaaminen, jossa terveysvaikutuksilla on alhaisempi diskonttokorko kuin kustannuksilla johtaa tilanteeseen, missä intervention kustannusvaikuttavuus paranee, kun sitä lykätään myöhemmäksi. Kirjoittajat esittävät yhtälön, jossa  $R_c$  diskonttokorko kustannuksille ja  $R_b$  vaikutuksille. Diskonttokertoimet määritetään seuraavasti:

$$\alpha = 1/(1 + R_c) \text{ kustannuksille}$$

$$\beta = 1/(1 + R_b) \text{ vaikutuksille}$$

Diskonttatut kokonaiskustannukset  $C(\alpha)$  ja kokonaisvaikutukset  $B(\beta)$  saamme:

$$C(\alpha) = \sum c_i(\alpha)^i \qquad B(\beta) = \sum b_i(\beta)^i$$

missä  $c_i$  ovat periodin  $i$  kustannukset ja vastaavasti  $b_i$  vaikutukset. Mikäli olemme tilanteessa, jossa vaikutukset diskontataan pienemmällä korolla kuin kustannukset eli  $\beta < \alpha < 1$ , tarkoittaa se, että jokaiselle interventiolle periodissa  $P_i$  on olemassa interventio periodissa  $P_{i+1}$ , jolla on parempi kustannusvaikuttavuussuhde. Paradoksi voidaan esittää myös esimerkin avulla. Olkoon meillä interventio A, jonka ICER on 20 000 € per QALY.

Mikäli diskonttaamme kustannukset 5 % diskonttokorolla ja emme diskonttaa vaikutuksia, tarkoittaa se, että intervention lykkääminen viidellä vuodella parantaisi kustannusvaikuttavuutta 4 330 € per QALY ( $20\,000\text{ €} / (1.05)^5 = 15\,670\text{ €}$ ). Kymmenen vuoden lykkäyksellä yhden QALY:n hinta putoaa 12 278 euroon. Tästä seuraa, että päätöksentekijöiden olisi optimaalisinta lykätä interventiota loputtomiin, koska lykkääminen parantaa intervention kustannusvaikuttavuutta. Tämä voi myös tekijöiden mukaan johtaa tilanteeseen, jossa suositaan interventioita, joilla on voimakkaasti laskeva marginaalihyöty lisäelivuosien suhteen. Lykkäämis-paradoksi on saanut osakseen laajasti kritiikkiä (mm. Attema Arthur ym. 2018, 747; Brouwer Werner ym. 2005, 446-447) ja tekijät itsekkin mainitsevat artikkelissaan, että differentiaalidiskonttaaminen ei välttämättä lamaannuta päätöksentekijöitä, mutta sillä on kuitenkin erikoisia budjettivaikutuksia allokaation suhteen.

O'Mahonyn ja kumppaneiden esittämä argumentti kohorttien lisäämisen epäjohdonmukaisista vaikutuksista differentiaalidiskonttauksessa on tavallaan jatkumoa Keelerin ja Cretinin lykkäysparadoksille. Argumentin mukaan useita kohortteja sisältävissä differentiaalidiskonttausta käytävissä analyyseissa, kohorttien lisääminen parantaa intervention kustannusvaikuttavuutta. Kohorteilla tarkoitetaan tässä tapauksessa uuden ikäluokan lisäämistä malliin. Useiden ikäluokkakohorttien käyttäminen mallinnuksessa, voi tulla kysymykseen interventioissa joissa riskitekijät saattavat muuttua ajan kuluessa tai tarttuvien tautien tapauksessa. Tutkijat havainnollistivat tätä esimerkillä jossa kustannukset diskontattiin 4 % korolla ja vaikutukset 1,5 % korolla. Inkremetaalinen kustannusvaikuttavuussuhde alle 12-vuotiaiden tyttöjen HPV -rokotteelle estimoitii neljällä eri kohorttien määrällä (1, 10, 20, 30). Yhden kohortin mallissa ICER oli 29 900 € ja suurimmassa 30 kohortin mallissa ICER oli vain 22 100 € eli noin 74 % yhden kohortin mallin ICER:stä. Vastaavaa epäjohdonmukaisuutta ei havaittu yhtäläisellä diskonttokorolla, missä kohorttien lisääminen malliin ei vaikuttanut tuloksiin. Tämä selittyy sillä, että mitä useampi kohortti mallissa on, sitä kauempana on viimeisten kohorttien kustannusten toteutuminen. Tutkijat kuitenkin painottavat, että heidän tavoitteenaan ei ole esittää argumenttia differentiaalidiskonttaamista vastaan, vaan tuoda esiin epäjohdonmukaisuutta, joka tulisi huomioida differentiaalidiskonttaamisessa. (O'Mahony John, de Kok Inge, vaan Rosmalen Joost, Habbema Dik, Brouwer Werner & Ballegooijen Marjolein 2001, 440-442).

Edellä esitetyn Ramseyn yhtälön avulla saimme johdettua yleisen sosiaalisen diskonttokoron. Entä voiko olla tapauksia, joissa kustannuksille ja terveyshyödyille olisi perusteltua käyttää eri diskonttokorkoja? Tarkastellaan seuraavaksi diskonttokorkojen johtamista erikseen kustannuksille ja vaikutuksille. Kuviossa 1 on esitetty, kuinka kustannuksille ja terveysvaikutuksille käytetyt diskonttokorot voidaan johtaa erikseen kansallisella tasolla ja mitä asioita siinä tulisi ottaa huomioon. Oikean diskonttokoron valintaan voidaan sanoa vaikuttavan lähtökohtaisesti kolme asiaa: I. Liittyykö terveydenhuollon menoihin rajoitteita, eli onko terveydenhuollon budjetti kiinteä? II. Odotetaanko terveydenhuollon kynnsarvon kasvavan ajan kuluessa? III. Odotetaanko terveyden kulutusarvon kasvavan ajan kuluessa? (Drummond Michael ym. 2015, 110).

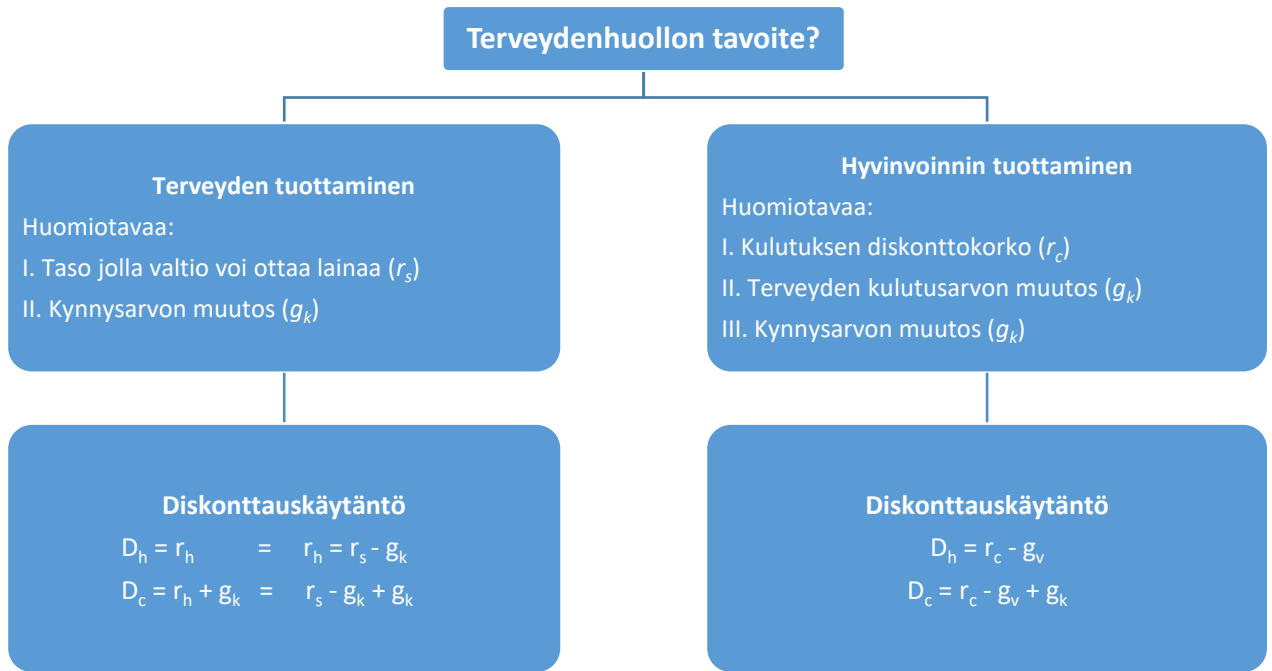
Kynnsarvolla ja sen odotetulla muutoksella on merkittävä rooli diskonttokorkojen johtamisessa. Tästä syystä on tärkeää ensin ymmärtää, mitä kynnsarvolla todellisuudessa tarkoitetaan. Kynnsarvo ( $k_t$ ) kuvastaa terveydenhuollon syrjäytettävää kustannusvaikutavuutta eli mitä olisi oletettavasti saavutettu, jos resurssit olisi allokoitu toisin ja se voidaan mitata kustannusten ja vaikutusten muutosten suhteena  $\Delta c_t / \Delta h_t$ . Nämä terveyden vaihtoehtokustannukset nousevat terveydenhuollon budjetin kasvaessa ja pienenevät marginaalituottavuuden noustessa. Marginaalituottavuuden kasvu voi johtua esimerkiksi uusien tehokkaampien interventioiden käyttöönotosta. Yleensä kynnsarvo kasvaa nopeudella ( $g_k$ ) eli  $k_{t+1} = k_t(1 + g_k)$ . (Attema Arthur ym. 2018, 749). Claxton ja kumppanit (Claxton K, Paulden M, Gravelle H, Brouwer W & Culyer AJ, 2011) esittävät, että differentiaalidiskonttaaminen on tarpeen, kun kynnsarvon odotetaan muuttuvan ajan myötä. Myös O'Mahony ja kumppanit (2001) näkevät differentiaalidiskonttaamisen tarpeellisenä mikäli kynnsarvo ( $k_t$ ) nousee ajan kuluessa. Tällöin kustannusten diskonttokoron ( $r_c$ ) on oltava korkeampi kuin terveysvaikutusten diskonttokoron ( $r_h$ ), joka kuvastaa myös päätöksentekijöiden aika preferenssiä. Tällöin kustannusten diskonttokoron tulisi olla suunnilleen  $r_h + g_k$ .

Terveydenhuollon tavoitteena on terveyden maksimointi ja budjetin ollessa kiinteä, voidaan vaihtoehtokustannusten todeta olevan yhtä kuin terveys mitä olisimme voineet saavuttaa sijoittamalla resurssit eli rahat toisin. Tätä menetystä kuvaa kynnsarvo  $k$ . Tällöin kustannusvaikuttavuus voidaan esittää laskemalla jokaisen periodin nettoterveysvaikutukset ja diskonttaamalla ne ( $D_h = r_h$ ). Vastaavasti kun kynnsarvon odotetaan pysyvän



muuttumattomana ajan kuluessa, voidaan ICER:iä verrata nykyiseen kynnyksisarvoon diskonttaamalla kustannukset ja vaikutukset yhtäläisellä diskonttokorolla ( $D_c = D_h = r_h$ ). Terveysvaikutusten diskonttokorko ( $r_h$ ) voidaan perustaa tasoon, jolla terveydenhuollon rahoittajat voivat lainata tai säästää ( $r_s$ ) ja kynnyksisarvon odotettuun muutokseen ( $g_k$ ), jolloin otamme huomioon terveyden nykyisen reaaliarvon suhteessa tulevaisuuteen ( $r_h = r_s - g_k$ ). Vastaavasti mikäli kynnyksisarvon odotetaan kasvavan reaaliarvossa ( $g_k > 0$ ), voidaan tulevaisuuden kustannusten olettaa syrjäyttävän vähemmän terveyttä. Jos vertaamme ICER:iä nykyiseen kynnyksisarvoon on tämä muutos otettava huomioon diskonttaamalla kustannukset korkeammalla korolla kuin vaikutukset ( $D_c = r_h + g_k$ ). Esimerkiksi jos terveyden diskonttokorko ( $r_h$ ) olisi 1,5 % ja kynnyksisarvon kasvun ( $g_k$ ) odotetaan olevan 2 % olisi diskonttokorot kustannuksille ( $D_c$ ) 3,5 % ja terveystyöyksille ( $D_h$ ) 1,5 %. (Drummond Michael ym. 2015, 110).

Mikäli terveydenhuollon tavoitteena katsotaan pelkän terveyden tuottamisen sijaan olevan kokonaishyvinvoinnin parantaminen, on otettava huomioon myös terveyden kulutusarvon ( $v_t$ ) mahdollinen muutos ( $g_v$ ), jonka voidaan olettaa kasvavan taloudellisen kasvun ja kulutuksen myötä. Terveyden kulutusarvon nouseminen johtuu usein ihmisten lisääntyneestä varallisuudesta, mikä tarkoittaa, että ihmiset pystyvät sijoittamaan enemmän rahaa terveyteen. (Smith David & Hugh Gravelle 2001, 241). Tällöin tarkoituksenmukainen diskonttokorko terveystyöyksille olisi  $D_h = r_c - g_v$ , eli edellä määritelty terveystyöyksen diskonttokorko miinus terveyden kulutusarvon odotettu kasvu. Vastaavasti kustannusten sopiva diskonttokorko olisi terveystyöyksen diskonttokoron ja kynnyksisarvon kasvun summa  $D_c = D_h + g_k$ . Terveystyöyksen diskonttokorko voidaan siis johtaa miinustamalla terveyden kulutusarvo ( $v_t$ ) sosiaalisesta aikapreferenssistä. Tämä kuvastaa tulevaisuuden terveyden korkeampaa kulutusarvoa, kun  $g_v > 1$ . Vastaavasti kustannusten diskonttokorko saadaan miinustamalla terveyden kulutusarvon kasvu sosiaalisesta aikapreferenssi kulutuksella ja plussaamalla tähän kynnyksisarvon kasvu. Tämä voidaan esittää matemaattisesti  $r_c - g_v + g_k = D_h + g_k$ . (Attema Arthur ym. 2018, 749). Kuvio 2 tiivistää edellä esitetyn teoreettisen dialogin ja havainnollistaa kuinka eri diskonttauskäytäntöihin päädytään.



**Kuvio 2 Diskonttaamiskäytännön valinta. (Drummond Michael ym. 2015, 110).**

Tärkeä havainto onkin siis, että kun vertaamme ICER:iä nykyiseen kynnysarvoon, johtaa nimenomaan kynnysarvon kasvu siihen, että diskonttaamme terveysvaikutukset pienemällä diskonttokorolla kuin kustannukset. Terveyden kulutusarvon kasvu puolestaan johtaa siihen, että sekä terveysvaikutusten että kustannusten diskonttokorko laskee. Mikäli terveydenhuollon budjetti ei ole kiinteä, voidaan terveysvaikutusten yhteisarvo laskea summaamalla yhteen eri periodien terveyden kulutusarvo ja tämän jälkeen diskontata sekä tulevaisuuden terveysvaikutukset ( $v_t \Delta h_t$ ) että tulevaisuuden kustannukset ( $\Delta c_t$ ) samalla korolla ( $r_c$ ). Vaihtoehtoisesti, mikäli ICERiä verrataan nykyiseen terveyden kulutusarvoon, voidaan inkrementaaliset terveysvaikutukset diskontata alhaisemmalla diskonttokorolla kuin kustannukset ( $D_h = r_c - g_v$ ). Tiivistettynä voidaan siis todeta, että mikäli terveydenhuollon budjetti ei ole kiinteä ja terveyden kulutusarvon odotetaan kasvavan, voidaan terveysvaikutukset diskontata alhaisemmalla korolla kuin kustannukset. (Drummond Michael ym. 2015, 111-112).

### 4.3 Diskonttaamismallin valinta

Kun diskonttokorot kustannuksille ja terveyshyödyille on määritetty on päätöksentekijöiden valittava malli jota diskonttaamisessa tullaan käyttämään. Samuelsonin kehittämä diskontatun utiliteetin teoriaan pohjautuva eksponentiaalisen

diskonttaamisen malli on käytetyin ja niin sanottu perinteinen tapa. Malli voidaan esittää seuraavasti:

$$\delta^t u(c),$$

missä  $u(c)$  on kulutuksen tuottama utiliteetti tänään ja  $t$  puolestaan kuvastaa tarkasteltavaa ajanjaksoa. Eri ajanjaksoina tapahtuvien utiliteettien paino  $\delta$  saadaan kaavalla  $1/(1+r)$ , missä  $r$  edustaa valittua diskonttokorkoa. Diskonttauksen kumuloituva vaikutus voi siis olla hyvinkin merkittävä kaukaisuudessa toteutuviin hyötyihin. (Varian Hal 2010, 574-575; Paulden M. 2014, 395).

Ekspontiaalinen malli on matemaattisesti helppo yhtälö, mutta se ei ole paras malli kuvaamaan todellisuutta. Empiria on osoittanut, että ihmisten aikapreferenssi ei aina ole vakio, vaan se voi muuttua riippuen palkinnosta ja tarkastun ajankohdasta. Tätä käyttäytymistä voidaan paremmin kuvata perinteisellä hyperbolisella diskonttoyhtälöllä:

$$v = \frac{V}{1 + kN}$$

missä  $v$  on diskontattu palkinto,  $V$  on diskonttaamaton palkinto,  $N$  on ajallisen etäisyyden mittari, eli kuinka kaukana palkinto toteutuu, ja parametri  $k$  on diskonttauksen asteen vakio eli diskonttokorko. Palkinnolla viitataan tässä yhteydessä hyötyihin tai kustannuksiin. Mitä suurempi  $k$ , sitä suurempi on aikapreferenssi nykyhetken suhteen. Hyperbolisessa mallissa siis palkkion nykyarvo laskee voimakkaammin alussa kuin myöhemmissä periodeissa. (Stegall Sarah ym. 2019, 1).

Perinteisen hyperbolisen mallin lisäksi on olemassa erilaisia hyperbolisen mallin versioita, jotka toimivat hieman eri tavalla. Yksi esimerkki on niin kutsuttu ”power” hyperbolinen malli, joka lisää yhden lisäparametrin edelliseen funktioon:

$$v = \frac{V}{1 + kN^S}$$

missä paramteri  $S$  kuvaa diskontattujen ( $v$ ) ja diskonttaamattomien ( $V$ ) palkkioiden mahdollisia herkkyseroja (toisin sanoen  $v/V$ ) sosiaaliseen etäisyyteen ( $N$ ) nähden. Kun

$S = 1$ , on power hyperbolinen funktio sama kuin perinteinen hyperbolinen malli. Kun  $S < 1$ , kasvaa palkkion nykyarvo eli  $v$ . Vastaavasti kun  $S > 1$ , niin  $v$  pienenee. Q-eksponentiaalinen funktio on mielenkiintoinen erityistapaus, sillä se voi ottaa joko eksponentiaalisen tai hyperbolisen mallin muodon. Matemaattisesti q-eksponentiaalinen malli voidaan esittää:

$$v = \frac{V}{(1 + k(1 - q)N)^{1/(1-q)}}$$

missä,  $v$ ,  $V$ ,  $k$  ja  $N$  ovat samat kuin edellisissä malleissa ja uusi parametri  $q < 1$  edustaa eksponentiaalisesta mallista poikkeavan käytöksen astetta. Kun parametri  $q$  lähestyy ykköstä, toimii funktio kuten eksponentiaalinen malli, eli yksilö on aikapreferenssin suhteen jotakuinkin johdonmukainen. Vastaavasti kun  $q$  lähestyy nollaa, on yksilö aikapreferenssin suhteen täysin epäjohdonmukainen. Taulukossa 3 on kuvattuna Stegallin ja kumppaneiden vuonna 2019 suorittaman tutkimuksen pohjalta johdetut parametriestimaatit edellä esitettyihin malleihin. (Stegall Sarah ym. 2019, 2-5). Parametrien  $q$  ja  $s$  lisäksi, mielenkiintoista on myös estimoitu aikapreferenssin estimaatti  $k$  eli siis käytettävä diskonttokorko. Tutkimuksen perusteella aikapreferenssi vaihtelee eri menetelmien välillä. Pienin aikapreferenssi eli diskonttokorko on eksponentiaalisella mallilla (1,3 – 1,6 %) ja suurin power hyperbolisella mallilla (5,8 – 7,7 %).

**Taulukko 3 Parametriestimaatit (Stegall Sarah ym. 2019, 2-5).**

Malli	Ekspontiaalinen	Hyperbolinen	q-	Power
Parametri			eksponentiaalinen	hyperbolinen
<b>Hyödyille</b>				
$k$	0,016	0,031	0,046	0,077
$q$ tai $s$			-0,686	0,779
<b>Kustannuksille</b>				
$k$	0,013	0,024	0,036	0,058
$q$ tai $s$			-0,767	0,791

Suosituin eksponentiaalisesta diskonttaamisesta poikkeava malli on kuitenkin niin sanottu kvasi-hyperbolinen malli, jossa päätöksentekijän oletetaan arvottavan nykyhetkeä erityisen paljon:

$$\varphi(t) = \begin{cases} \beta\delta^t & \text{kun } t > 0 \\ 1 & \text{kun } t = 0 \end{cases},$$

missä parametri  $\beta$  kuvaa päätöksentekijöiden nykyhetkelle antamaa erityistä arvostusta ja parametri  $\varphi$  diskonttausfunktiota, joka ensimmäisen vuoden jälkeen pysyy samana. Mallissa siis kerrotaan nykyhetken hyödyt päätöksentekijän antamalla ekstra painolla, mikä johtaa nykyhetken suurempaan arvotukseen kuin muiden vuosien. Kvasi-hyperbolinen diskonttaaminen eroaakin eksponentiaalisesta diskonttaamisesta vain ensimmäisen vuoden osalta. (Bleichrodt Han ym. 2016, 215-217).

#### 4.4 Käytännöt eri maissa

Edellä kuvattiin teoriaa diskonttaamiskäytäntöjen taustalla sekä tarkasteltiin diskonttokorkojen ja mallien määrittämistä käytännössä. Todellisuudessa käytettävät diskonttauskäytännöt määritetään jokaisen maan kansallisen viranomaisen toimesta erikseen. Tarkastellaan seuraavaksi mitä diskonttaamiskäytäntöjä eri maiden kansalliset viranomaiset suosittavat sekä mahdollisia perusteluja valitulle kansalliselle suositukselle.

Useimmat kansalliset lääkealan ohjeistukset suosittavat yhtäläistä diskonttokorkoa kustannuksille ja vaikutuksille ilman kunnollisia perusteita (Attema Arthur, Brouwer Werner & Claxton Karl 2018, 745). Myös Suomessa Sosiaali- ja terveysministeriö edellyttää, että lääkkeiden hintalautakunnalle (Hila) tehtävässä hakemuksessa on diskontattava tulevaisuudessa toteutuvat kustannukset ja hyödyt 3 % korolla, mutta ei tarjoa yhtää perusteluja valitulle käytännölle (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus lääkkeiden hintalautakunnalle tehtävästä hakemuksesta ja hintailmoituksesta, 201/2009; Lääkkeiden hintalautakunta 2019, 7). Hilan lisäksi myös toinen Suomessa lääkehoitojen arviointia tekevä viranomainen, Fimea, seuraa Sosiaali- ja terveysministeriön asetusta 201/2019 ja vaatii kolmen % diskonttokoron käyttöä tulevaisuudessa toteutuville kustannuksille ja hyödyille, mutta ei myöskään tarjoa mitään perusteluja valitulle käytännölle (Fimea 2/2012, 27).

Taulukossa 4 on kuvattuna eri maiden suosituksia diskonttaamiskäytännöistä ja herkkyysanalyyseistä sekä perustelut niiden taustalla, jos niitä on esitetty. Taulukkoon on pyritty keräämään keskeisten Euroopan valtioiden diskonttaamiskäytännöt, mutta

valitettavasti osalla maista taloudellisten arviointien ohjeistuksia ei ole saatavilla verkossa tai diskonttaamista ei ohjeistuksissa ole huomioitu. Taulukossa on lisäksi joitain Euroopan ulkopuolisia valtioita, jotka ottivat ohjeistuksissaan kantaa diskonttaamiseen ja ohjeistus on saatavissa verkossa. Valitettavasti Yhdysvalloilla, yhdellä maailman suurimmista lääkkeiden kuluttajista, ei ole tarjolla ohjeistusta taloudellisia arviointeja varten. Tämä saattaa johtua Yhdysvaltain terveydenhuollon rahoituksen vakuutusperäisestä hajanaisuudesta.

Taulukon perusteella voimme havaita, että suurimmassa osassa maita suositellaan eksponentiaalista diskonttaamista yhtäläisellä korolla. Differentiaalidiskonttaamista suosittaa vain neljä maata, joista yksi, Belgia, mainitsee oman käytäntönsä perustuvan osaltaan Alankomaiden päätökseen siirtyä diiferentiaali diskonttaamiseen. Puola perusteli differentiaalidiskonttaamista terveyden kulutusarvon odotetulla kasvulla, kun taas Ranska estimoit terveyden kulutusarvon pysyvän muuttumattomana ajan kuluessa, mikä johti suositukseen yhtäläisestä diskonttokorosta. Ranska oli myös ainoa maa, joka suositteli hyperbolista diskonttaamista laskemalla diskonttokorkoa 30 vuoden jälkeen 4 %:sta 2 %:iin. Diskonttokorot vaihtelivat 1,5-5 % välillä, mutta selvästi suosituimmat diskonttokorot olivat 3 ja 5 %. Lähes kaikissa suosituksissa, tulokset pyydettiin esittämään herkkyyksianalyseissa myös muita diskonttokorkoja käyttäen ja moni maa perusteli tätä nimenomaan diskonttokoron valintaan liittyvällä epävarmuudella.

Valitettavasti vain osassa suosituksia esitettiin perusteluja valitulle diskonttauskäytännölle, mikä saattaa myös osaltaan viestiä diskonttaamiseen liittyvän merkityksen ymmärtämättömyydestä. Yleisimmin kustannusten suositettu diskonttokorko perustui valtionjoukkovelkakirjojen odotettuun tuottoon eli niin sanottuun markkinoiden pitkän ajan odotettuun riskittömään tuottoon. Uusi-Seelanti oli yksi harvoja maita, joka tarjosi kattavan perustelun diskonttokoron määrittelylle. He perustelivat yhtäläistä diskonttokorkoa muun muassa oletuksella kynnysarvon muuttumattomuudesta ja tarjosivat kaavan inflaation huomioon ottamiselle diskonttaamisessa  $[(1 + \text{nimellinen korko}) / (1 + \text{inflaatio}) - 1]$ . Huomion arvoista on myös, että usea 3 % diskonttokorkoa suosittava maa, perusteli diskonttauskäytännön valintaa sen yleisyydellä muissa maissa. Esimerkiksi Itävalta kertoi suosituksessaan diskonttokoron perustuvan Itävaltaa vastaavien maiden suosituksiin käyttää 3 % korkoa.

Muutamassa maassa ohjeistuksissa mainittiin, että poikkeaminen suosituksista saattaa olla joissain tapauksissa mahdollista, mutta valitettavasti perusteluja ei avattu ollenkaan. Esimerkiksi NICE mainitsee ohjeistuksessaan, että voi olla tapauksia, joissa suosituksista poikkeaminen on sallittavaa, mutta perustelut tälle on esitettävä selkeästi. Myös Irlanti sekä Baltian maat sallivat suosituksista poikkeamisen joissain tapauksissa, mutta poikkeaminen on perusteltava. Edellä mainitut viranomaiset eivät kuitenkaan suosituksissaan tarjoa mitään esimerkkejä siitä, missä tapauksissa suosituksesta poikkeaminen voisi tulla kysymykseen ja mitkä ovat perustelut sen taustalla. Kuten James O'Mahoy ja Mike Paulden (2014, 493-495) esittävät, tällainen interventioiden eriarvoinen kohtelu saattaa johtaa epäjohtonmukaisuuksiin, varsinkin kun perusteluja eri käytännöille ei ole avattu.

**Taulukko 4 Diskonttaamiskäytännöt eri maissa.**

Maa	Kustannukset	Vaikutukset	Perustelut / Herkkyysanalyysit
<b>Alankomaat</b> (Health Care Insurance Board, 2016)	4 %	1,5 %	Tulokset esitettävä myös 0 % diskonttokorolla.
<b>Australia</b> (Australian Government Department of Health, 2016)	5 %	5 %	Tulokset esitettävä myös 3,5 % ja 0 % diskonttokoroilla.
<b>Baltian maat</b> (Behmane Daiga ym. 2002)	5 %	5 %	Muun diskonttokoron käyttö perusteltava.
<b>Belgia</b> (Belgian Health Care Knowledge Centre, 2012)	3 %	1,5 %	Perustuu osaltaan Alankomaiden päätökseen siirtyä differentiaalidiskonttaamiseen. Tavoitteena on ettei interventioita, joiden hyödyt toteutuvat kaukana tulevaisuudessa rangaista liikaa. Kustannusten diskonttokorko perustuu edelliseen korkoon. Hyötyjen diskonttokorko vaatii vielä lisätukkimusta ja voi muuttua.
<b>Espanja</b> (Osteba Basque Office for Health Technology Assessment,	Cat Salut 3 % OSTEBA 5 %	Cat Salut 3 % OSTEBA 5 %	OSTEBA: Tulokset esitettävä myös 5 % ja 0 % diskonttokoroilla.

1999; Attema Arthur, 2018)			
<b>Etelä-Afrikka</b> (Department of Health, 2013)	5 %	5 %	Tulosten diskonttaaminen ei ole pakollista. Mikäli tulokset diskontataan, suositellaan 5 % diskonttokorkoa ja herkkyyssanalyysejä 0 % ja 10 % koroilla.
<b>Etelä-Korea</b> (Health Insurance Review Agency, 2006)	5 %	5 %	Tulokset esitettävä myös 3 % diskonttokorolla.
<b>Irlanti</b> (Health Information and Quality Authority, 2019)	4 %	4 %	Kuvaa yhteiskunnan aikapreferenssiä. Joissain tapauksissa hyperbolinen diskonttaaminen sallittua. Tulokset esitettävä myös diskonttokorolla väliltä 0-10 %.
<b>Iso-Britannia</b> (National Institute for Health and Care Excellence, 2013)	3,5 %	3,5 %	Diskonttokorko laskettu Ramseyn yhtälöllä. Diskonttaamissuosituksista poikkeaminen perusteltava. Tulokset esitettävä myös 1,5 % diskonttokorolla.
<b>Israel</b> (Ministry of Health Pharmaceutical Administration, 2010)	3 %	3 %	*
<b>Italia</b> (Capri Stefano ym. 2001)	3 %	3 %	Diskonttauskäytäntö perustuu tieteelliseen teoriaan. Tulokset esitettävä myös 0 % ja 8 % diskonttokorolla.
<b>Itävalta</b> (Ludwig Boltzmaan Institut, 2012)	3 %	3 %	Perustuu siihen, että muissa Itävaltaa vastaavissa maissa diskonttokorko yleensä 3 %. Tulokset esitettävä myös 0 %, 5 % ja 10 % diskonttokorolla.
<b>Japani</b> (Takeru Shiroiwa ym. 2017)	2 %	2 %	Perustuu valtionjoukkovelkakirjojen korkoon ja kuluttajahintaindeksin kasvuun. Tulokset esitettävä myös käyttäen diskonttokorkoa väliltä 0-4 %.
<b>Kanada</b> (CADTH, 2017)	1,5 %	1,5 %	Diskonttokorko perustuu valtionjoukkovelkakirjojen reaalikorkoon (2 %), joka on inflaatiokorjattu. Yhtäläistä diskonttokorkoa perustellaan oletuksella eksogeenisestä budjettirajoitteesta ja kynnsarvon muutoksen epävarmuudella. Tulokset esitettävä myös 3 % ja 0 % diskonttokorolla.



<b>Kroatia</b> (Agency for Quality and Accreditation in Health Care, 2011)	5 %	5 %	Tulokset esitettävä myös diskonttokorolla väliltä 3-10 %.
<b>Norja</b> (Statens legemiddelverk, 2018)	4 %	4 %	*
<b>Portugali</b> (Alves da Silva Emilia ym. 1998)	5 %	5 %	Perustuu markkinoiden pitkän ajan korkoihin. Tulokset ilmoitettava myös jollain muulla diskonttokorolla. Differentiaalidiskontaaminen mahdollista painavista syistä.
<b>Puola</b> (The Agency for Health Technology Assessment and Tariff System, 2016)	5 %	3,5 %	Vaikutusten pienempi diskonttokorko perustellaan terveyden kulutusarvon odotetulla nousulla. Tulokset esitettävä myös 0 % diskonttokorolla.
<b>Ranska</b> (Department of Economic and Public Health Assessment, 2012)	4 %	4 %	Yli 30 vuoden päästä toteutuvat kustannukset ja vaikutukset diskontataan 2 % diskonttokorolla. Yhtäläistä diskonttokorkoa perustellaan terveyden reaalkulutusarvon odotetulla muuttumattomuudella. Tulokset esitettävä myös jollain muulla diskonttokorolla.
<b>Ruotsi</b> (Tandvårds- och läkemedelsförmånsverket, 2017:1)	3 %	3 %	Tulokset esitettävä myös 0 % ja 5 % diskonttokoroilla sekä differentiaalidiskontaamisella, jossa kustannukset diskontataan 3 % ja vaikutukset 0 % koroilla.
<b>Saksa</b> (Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen, 2019)	3 %	3 %	Perustuu kansainvälisten osakemarkkinoiden korkoihin. Tulokset esitettävä myös 0 %, 5 %, 7 % ja 10 % diskonttokoroilla.
<b>Singapore</b> (Agency for care effectiveness, 2018)	3 %	3 %	Perustuu valtionjoukkovelkakirjojen korkoihin. Tulokset on esitettävä myös 0 % ja 5 % diskonttokorolla.
<b>Slovakia</b> (Decree of the Ministry of Health, 422/2011)	5 %	5 %	*
<b>Slovenia</b> (ISPOR, a)	3-5 %	3 %	Tulokset esitettävä myös 0-8 % diskonttokorolla.
<b>Suomi</b> (STM, 201/2009)	3 %	3 %	Tulokset esitettävä myös 0 % diskonttokorolla

<b>Tšekki</b> (ISPOR, b)	3 %	3 %	Tulokset esitettävä myös 0 % ja 5 % diskonttokoroilla.
<b>Uusi Seelanti</b> (Pharmaceutical Management Agency, 2015)	3,5 %	3,5 %	Perustuu sosiaalisen aikapreferenssiin, jota valtionjoukkovelkakirjojen korko kuvastaa. Inflaation huomioimiseen diskonttaamisessa tarjolla oma kaava. Tulokset esitettävä myös 0 % ja 5 % diskonttokoroilla.

\* Ei perusteluita tai herkkyyksianalyysia

Vaikka diskonttaamisella on tieteellisessä keskustelussa todettu olevan merkittävä vaikutus taloudellisissa arvioinneissa, on sen rooli kansallisissa suosituksissa varsin pieni. Useissa ohjeistuksissa diskonttaaminen mainitaan lyhyesti yhdellä kappaleella, jossa annetaan käytettävät diskonttokoro sekä käytetty menetelmä. Vain harva ohjeistus tarjosi laajempia perusteluita diskonttaamiselle. Erityisen mielenkiintoista on, että vain yksi maa suositti hyperbolista diskonttaamista, vaikka intertemporaalinteoria esittää sen vastaavan eksponentiaalista mallia paremmin yksilöiden todellista aikapreferenssiä. Toisaalta Ranskan suosittama alempi diskonttokorko yli 30 vuoden päähän ulottuville kustannuksille ja hyödyille, ei ehkä liity niinkään yksilöiden aikapreferenssiin vaan todennäköisemmin pitkän aikahorisontin luomaan epävarmuuteen. Eksponentiaalisen mallin suosiota saattaa selittää sen matemaattinen helppokäyttöisyys tai se, että kansallisella tasolla päätöksentekijät käyttävät sosiaalista aikapreferenssiä, joka saattaa erota yksilöiden aikapreferenssistä. Seuraavassa kappaleessa tutkimme empiirisesti kuinka diskonttauskäytäntö vaikuttaa kahden eri kustannus-vaikuttavuusanalyysin tuloksiin.

## 5 AINEISTO JA MENETELMÄT

Tarkastellaan seuraavaksi kuinka valittu diskonttaamiskäytäntö käytännössä vaikuttaa kustannus-vaikuttavuusanalyysin tuloksiin. Vaikutusten havainnollistamista varten, on rakennettu kaksi eri kustannusvaikuttavuus mallia. Molempien interventioiden kustannus-vaikuttavuusanalyysit on tehty Markov-mallinnuksen avulla. Markov-tilasiirtymämalli on yleisesti käytetty päätösanalyttinen menetelmä, joka kykenee ottamaan huomioon ajan kulumisen lisäksi myös todennäköisyydet eri tapahtumille. Todennäköisyyksiä kuvataan tilasiirtymätodennäköisyyksillä, jotka kuvaavat käytännössä nopeutta, jolla populaatio siirtyy mallin tilojen välillä. Vertailun kohteena oleva interventio usein vaikuttaa näihin siirtymätodennäköisyyksiin relatiivisen riskin perusteella. Markov-mallia käytetään erityisesti preventiivisten ja terapeuttisten interventioiden kustannusvaikuttavuuden mallintamisessa. (Briggs Andrew, Claxton Karl & Sculpher Mark 2006, 28-33).

Markov-mallin etuna on sen joustava rakenne, joka on rakennettu erilaisten toisensa pois sulkevien tilojen varaan ja sillä on mahdollista mallintaa pitkiäkin ajanjaksoja. Henkilö voi siis yhden periodin aikana olla vain yhdessä tilassa. Siinä missä päätöspuu tarjoaa useita eri tulosvaihtoehtoja riippuen tehdyistä valinnoista, tuottaa Markov-malli yhden ennusteen, joka perustuu eri tilojen välisiin siirtymätodennäköisyyksiin. Markov-malli soveltuukin erityisen hyvin esimerkiksi seuluntojen, diagnostisen tekniikan sekä terapeuttisten interventioiden kustannusvaikuttavuuden mallintamiseen. Yleensä eri tiloihin liittyy erilaisia kustannuksia ja terveyshyötyjä. Summaamalla eri tiloissa vietettyjen periodien aikaansaamat kustannukset ja hyödyt saadaan intervention tuottamat kokonaisyödyt ja -kustannukset. Estimaatit tilasiirtymätodennäköisyyksille, riskisuhteille ja eri tiloihin liitetuille elämänlaaduille saadaan satunnaistetuista kontrolloiduista kokeista tai meta-analyyseista. (Briggs ym. 2006, 28-33; Drummond ym. 2015, 333-335).

Mallinnettavat interventiot on valittu niiden kustannusten ja vaikutusten toteutumisen perusteella. Ensimmäisessä kroonisen sairauden mallissa sekä kustannukset että hyödyt toteutuvat molemmat tasaisesti tulevissa periodeissa. Toisen mallin interventio sen sijaan on preventiivinen hoito, mikä tarkoittaa, että mallissa kustannukset sijoittuvat alkuun, mutta hyötyjen toteutuminen jatkuu pitkälle tulevaisuuteen. Tutkielmaan haluttiin ottaa mukaan kaksi eri interventiota, jotta diskonttauskäytännön vaikutuksia voitaisiin tutkia

perusteellisesti eri skenaarioissa. Interventioiden tulokset itsessään eivät tässä tutkielmassa ole mielenkiinnon kohteena, vaan tarkoituksena on tutkia kuinka eri diskonttaus-käytännöt vaikuttavat näiden kahden mallin tuloksiin.

Markov-mallinnuksen avulla toteutettujen kustannus-vaikuttavuusanalyysien tulokset on esitetty kappaleen kaksi mukaisesti inkrementaalisen kustannusvaikuttavuussuhteena eli ICER:inä. ICER lasketaan summaamalla vertailtavien interventioiden tuottamat kustannukset ja hyödyt, minkä jälkeen interventioiden välisten kustannusten erotus jaetaan terveyshyötyjen erotuksella. ICER laskukaava:

$$\frac{C_U - C_V}{E_U - E_V} = \frac{\Delta C}{\Delta E}$$

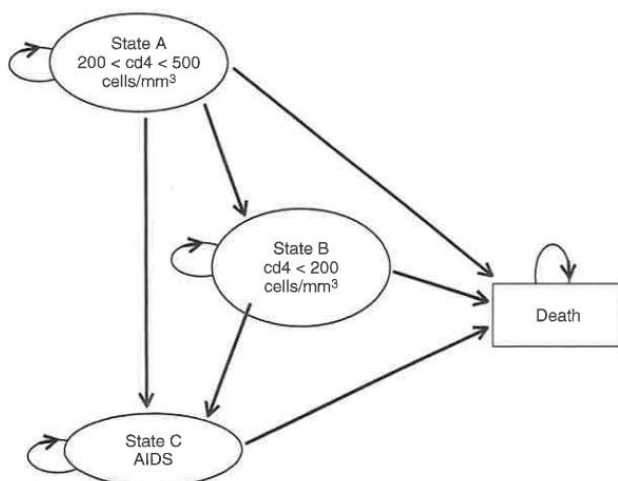
Missä  $C_V$  on vanhan hoitomuodon kokonaiskustannukset ja  $E_V$  vanhan hoitomuodon kokonaisterveyshyödyt. Uuden hoitomuodon kokonaiskustannukset ja -hyödyt vastaavasti  $C_U$  ja  $E_U$ . Kustannus-vaikuttavuusanalyysin avulla voidaan todeta mikä vertailtavista hoitomuodoista on tehokkain, mutta ei välttämättä sitä voidaanko tehokkaintakaan hoitoa pitää hyväksyttävänä. Mikäli uusi hoito on sekä tehokkaampi että edullisempi, voidaan sen katsoa dominoivan vanhaa hoitoa ja uusi hoito tulisi ottaa käyttöön. Useimmiten kuitenkin olemme tilanteessa, jossa uusi hoito on tehokkaampi ja kalliimpi. Tällöin domianssia ei ole ja päätöksentekijöiden on arvioitava, voidaanko lisähyötyjen aiheuttamia lisäkustannuksia pitää hyväksyttävänä. Viime kädessä kyse on siitä, kuinka paljon olemme yhteyskuntana valmiita maksamaan lisäterveydestä. (Räsänen Pirjo & Sintonen Harri, 1256-1258).

### **5.1 Malli 1: Zidovudinen ja lamivudinen kombinaatioterapia HIV:n hoidossa**

Ensimmäinen Markov-malli tarkastelee zidovudinen ja lamivudinen kombinaatioterapian kustannusvaikuttavuutta suhteessa zidovudinen monoterapiaan HIV-potilailla. Kyseessä on krooniseen sairauteen tarkoitettu hoito. Alkuperäinen tutkimus, jonka pohjalta malli on rakennettu, on jo suhteellisen vanha (Chancellor JV, Hill AM, Sabin CA, Simpson KN & Youle M. 1997) ja HIV-potilaiden elinajanodote on noussut merkittävästi alkuperäisen tutkimuksen ajoilta, erityisesti uusien edistyneiden lääkehoitojen ansiosta. Toistaiseksi HIV-hoidot ovat olleet lähinnä sairauden etenemistä hidastavia, mutta esimerkiksi

vuonna 2017 julkaistu artikkeli ennustaa lääkekehityksen tuottavan tulevaisuudessa jopa parantavia hoitoja HIV-potilaille (Parikh Urvi, McCormick Kevin, Zyl Gert & Mellors John 2017, 6-7). Tutkimuksen tulosten vanhentuneet tiedot eivät kuitenkaan tässä tapauksessa ole ongelma, koska tämä tutkielma keskittyy diskonttauskäytännön vaikutukseen tuloksissa, eikä tuloksiin itseensä. Tämä tutkimus valittiin tutkielmaan, koska sen avulla luotu Markov-malli on suhteellisen yksinkertainen ja sen kustannusten sekä hyötyjen toteutuminen vastaa tutkielman tarpeisiin erinomaisesti.

Markov-mallin rakenne on kuvattuna kuviossa 3. Mallissa on neljä tilaa, joista kaksi ensimmäistä on HIV-tiloja eri cd4 eli t-solu lukemilla. Kun t-solujen lukumäärä on laskenut riittävästi, siirtyy henkilö kolmanteen tilaan, joka on AIDS. Neljäs tila on kuolema, johon henkilö voi siirtyä mistä tahansa tilasta eri todennäköisyyksillä. Mallin alussa populaatio on tilassa yksi ja syklien edetessä populaatio jakaantuu mallin eri tiloihin siirtymätodennäköisyyksien mukaan. (Briggs ym. 2006, 30-31). Näkökulmana mallissa on terveydenhuollon näkökulma. Sykliin pituus on yksi vuosi ja mallin aikahorisontti on 30 vuotta, mikä on yleinen aikahorisontti taloudellisissa arvioinneissa. Liitteessä 2 on kuvattuna populaation siirtymät sekä kustannusten ja hyötyjen kertymät syklien edetessä perusmallissa. Muiden skenaarioiden eli diskonttausmenetelmien populaation tilat ja siirtymätodennäköisyydet ovat samat, mutta kustannus- ja hyötyrakenne eroaa perusmallista. Kuvion 3 nuolet osoittavat miten mallissa on mahdollista liikkua ja kuten huomaamme, henkilö ei voi palata terveempään tilaan enää, kun on siirtynyt heikompaan tilaan. Kyseessä on siis niin sanottu yksisuuntainen Markov-malli. Liitteessä 1 on kuvattuna mallissa käytetyt siirtymätodennäköisyydet, intervention relatiivinen riski vaikutus sekä muut parametrit.



Kuvio 3 HIV Markov-mallin tilasiirtymien kuvaus. (Briggs ym. 2006)

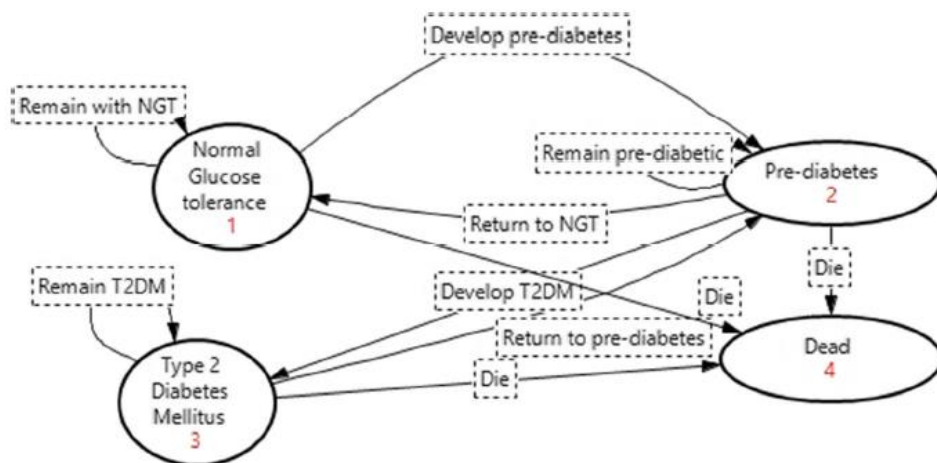
## 5.2 Malli 2: Tyypin 2 diabeteksen preventiivinen korkean intensiteetin elämäntapaohjelma

Tutkielman toinen Markov-malli edustaa niin sanottua preventiivistä interventiota, missä kustannukset toteutuvat yleensä intervention alkupuolella, mutta hyödyt ulottuvat useiden vuosien päähän. Tutkielmaa varten rakennettu Markov-malli perustuu vuonna 2018 julkaistuun tutkimukseen (Roberts Samantha, Craig Dawn, Adler Amanda, McPherson Klim & Greenhalgh Trisha 2018), missä tutkittiin kolmen tyypin 2 diabeteksen preventio-ohjelman kustannusvaikuttavuutta. Alkuperäisen tutkimuksen vertailuhoitoina olivat matalan intensiteetin elämäntapaohjelma, korkean intensiteetin elämäntapaohjelma sekä metformiini hoito. Näitä kolmea hoitoa verrattiin vaihtoehtoon ”ei hoitoa”, joka on niin sanottu Standard of Care (SoC).

Kuviossa 4 on kuvattuna Markov-mallin tilat sekä siirtymämahdollisuudet tilojen välillä. Populaation oletettiin tulevan malliin tilassa 2 eli heillä oli diagnosoitu keskiasteen hyperglykemia, mikä tarkoittaa normaalia korkeampaa verensokeria. Populaatio voi sen jälkeen siirtyä tilasta kaksi tiloihin 1, 3, 4 tai pysyä tilassa 2. Tyypin 2 diabetes tilasta eli tilasta 3, ei kuitenkaan enää voi siirtyä parempaan terveydentilaan eli tiloihin 1 tai 2. Henkilö ei myöskään voi siirtyä tilasta 1 suoraan tilaan 3. Mallin näkökulmana on terveydenhuollon näkökulma. Sykliin pituus on yksi vuosi ja mallin aikahorisontti on 50 vuotta. Alkuperäisessä tutkimuksessa tila 2 oli jaettu kolmeen alatilaan, joiden kustannukset,

hyödyt ja siirtymätodennäköisyydet erosivat toisistaan. Tätä tutkielmaa varten rakennettua Markov-mallia on kuitenkin yksinkertaistettu muun muassa yhdistämällä tilan 2 alatilojen parametrit yhdeksi tilaksi. Lisäksi tutkielmaa varten luotuun malliin on otettu mukaan vain yksi vertailu hoito: intensiivinen elämäntapaohjelma. Tämä perustellaan sillä, että tarkoituksena ei ole tutkia useiden eri interventioiden kustannusvaikuttavuutta tyyppin 2 diabeteksen preventiossa, vaan diskonttauksen vaikutusta mallin tuloksiin. Alkuperäisen tutkimuksen todennäköisyydet henkilön hyperglykemian diagnoosille on myös jätetty huomioimatta, koska se ei ole merkityksellistä tämän tutkielman kannalta. Lopuksi tyyppin 2 diabeteksen kustannusrakennetta on yksinkertaistettu. Edellä mainitut muutokset vaikuttavat luonnollisesti mallin tuloksiin, jotka poikkeavat jonkin verran alkuperäisen tutkimuksen tuloksista. Mallin perusrakenne on kuitenkin sama ja se vastaa paremmin tämän tutkielman tarkoitusta.

Tämä Markov-malli eroaa ensimmäisestä HIV mallista kolmella merkittävällä tavalla. Ensinnäkin tässä mallissa henkilöt voivat liikkua tilasta 2 tilaan 1, eli henkilön terveydentila voi parantua. Toiseksi mallissa intervention kustannukset sijoittuvat kolmelle ensimmäiselle vuodelle, mutta intervention hyödyt ulottuvat useiden vuosien päähän. Lisäksi preventiivisen mallin aikahorisontti on 20 vuotta pidempi kuin HIV terapiamallin. Diskonttaamisen kannalta kustannusten toteutumisen ajankohdalla ja aikahorisontilla on todennäköisesti vaikutuksia tuloksiin. Henkilöt tulevat malliin tilassa 2 ja siirtyvät tilojen välillä syklien edetessä siirtymätodennäköisyyksien mukaan. Liitteessä 5 on kuvattuna populaation siirtymät mallissa syklien edetessä, sekä kustannusten ja hyötyjen kehittymisen perusmallin suhteen. Eri skenaarioiden mallit eroavat perusanalyysistä ainoastaan kustannus- ja hyötykertymän suhteen. Tyyppin 2 diabetes tilasta ei kuitenkaan voi enää siirtyä tiloihin 1 tai 2. Kuolema tilaan voidaan siirtyä kaikista tiloista eriävin todennäköisyyksin. Liitteessä 4 on kuvattuna mallin siirtymätodennäköisyydet, relatiiviset riskisuhteet sekä muut käytetyt parametrit.



Kuvio 4 Diabetes Markov-mallin tilat ja siirtymät. (Roberts ym. 2018)

### 5.3 Käytetyt diskonttausmallit

Molempien mallien tulokset on esitetty seitsemällä eri skenaariolla, jotka ovat kuvattu taulukossa 5. Mallinnuksessa käytetyt diskonttausmenetelmät on valittu teoriaosuuden perusteella ja hyperbolisten mallien  $q$  ja  $s$  parametrien estimaatit ovat peräisin Stegallin ja kumppaneiden (2019, 2-5) tutkimuksesta. Kirjallisuuden perusteella eksponentiaalinen diskonttausmalli on tällä hetkellä käytetyin diskonttausmenetelmä. Myös kansallisten viranomaisten suositukset tukevat vahvasti tätä näkemystä, sillä valtaosa ohjeistuksista suositti eksponentiaalista mallia yhtäläisellä diskonttokorolla. Tästä syystä eksponentiaalinen malli yhtäläisellä diskonttokorolla on valittu tässä tutkielmassa perusanalyysiksi. Perusanalyysin kustannusten ja hyötyjen yhtäläinen 3 % diskonttokorko on valittu kansallisten viranomaisten suositusten käytetyimmän koron perusteella. Myös 5 % yhtäläinen diskonttokorko eksponentiaalisella mallilla oli erittäin käytetty ja sen vuoksi tämä diskonttauskäytäntö on otettu skenaarioon II.

Skenaariossa III kustannukset ja hyödyt diskontataan eri koroilla. Kirjallisuus antaa viitteitä siitä, että joissakin tapauksissa voi olla perusteltua käyttää alhaisempaa diskonttokorkoa terveyshyödyille kuin kustannuksille. Tämä on havaittavissa myös differentiaali-diskonttaamista suosittavissa maissa, jotka ohjeistivat 1,5-2,5 % alhaisempaa diskonttokorkoa terveyshyödyille. Skenaariossa III kustannukset diskontataan 3 % korolla kuten perusanalyysissäkin, mutta terveyshyödyt diskontataan 1,5 % korolla. Tapauksia tai suosituksia alhaisemman diskonttokoron käyttämisestä kustannuksille ei löytynyt. Skenaariot



IV-V perustuvat kirjallisuuteen, joka esittää, että eksponentiaalinen malli ei aina välttämättä vastaa parhaiten yksilöiden todellista aikapreferenssiä. Teorian mukaan yksilöiden aikapreferenssi laskee mitä pidemmälle tulevaisuuteen tarkastelujakso ulottuu. Tämä ajatus näkyy skenaarioiden IV-V hyperbolisissa malleissa siten, että mallit diskonttaavat kauempana toteutuvia kustannuksia ja hyötyjä vähemmän kuin alussa toteutuvia. Mallit siis ottavat huomioon yksilön odotetun aikapreferenssin laskemisen. Viimeinen VII skenaario esittää tulokset ilman diskonttausta, mikä on käytännössä skenaarion II vastakohta eli diskonttokorkoa lasketaan sen nostamisen sijasta.

**Taulukko 5 Markov-malleissa käytetyt diskonttausmenetelmät**

Skenaario	Menetelmä	Kustannukset	Hyödyt	Malli
I (Perusanalyysi)	Eksponentiaalinen	3 %	3 %	$\delta' u(c)$
II	Eksponentiaalinen	5 %	5 %	$\delta' u(c)$
III	Differentiaali	3 %	1,5 %	$\delta' u(c)$
IV	Hyperbolinen	3 %	3 %	$v = \frac{V}{1 + kN}$
V	Power hyperbolinen	3 %	3 %	$v = \frac{V}{1 + kN^S}$
VI	Q-eksponentiaalinen	3 %	3 %	$v = \frac{V}{(1 + k(1 - q)N)^{1/(1-q)}}$
VII	Ei diskonttausta	0 %	0 %	-

## 6 TULOKSET

### 6.1 Malli 1: Kroonisen mallin tulokset

Taulukossa 6 on kuvattuna zidovudinen ja lamivudinen kombinaatioterapian kustannus-vaikuttavuusanalyysin tulokset skenaarioittain. ICER:n lisäksi taulukossa on kuvattuna intervention eri skenaarioissa tuottamien lisäelinvuosien ja kokonaiskustannusten erotukset perusanalyysin nähden. Tämä tutkielman kannalta oleellinen tieto löytyy kahdesta viimeisestä sarakkeesta, jotka ilmoittavat eri skenaarioiden, eli diskonttauskäytäntöjen, tuottamien ICER:ien eron perusanalyysiin nähden sekä puntina että prosentteina. Taulukosta huomaamme, että perusanalyysin tuottama ICER zidovudinen ja lamivudinen kombinaatioterapialle monoterapiaan nähden on £9 735, mikä kertoo siis yhden saavutetun lisäelinvuoden kustannuksen. Perusanalyysissa kombinaatioterapia tuotti 0,75 lisäelinvuotta ja sen lisäkustannukset olivat £7 297. Kombinaatioterapia oli siis tehokkaampi hoito, mutta toisaalta sen kustannukset olivat myös korkeammat. Uusi hoito ei siis dominoi vanhaa, mikä tarkoittaa, että kustannus-vaikuttavuusanalyysin perusteella ei voida yksin tehdä päätöksiä hoidon hyväksyttävyydestä. Sen arviointiin tarvitaan päätöksentekijöiden arvioi yhteiskunnan maksuhalukkuudesta. Liitteessä 3 on kuvattuna tarkemmin kustannus-vaikuttavuusanalyysin tulokset skenaarioittain.

Diskonttokoron vaihtelulla ei näyttäisi tulosten perusteella olevan suurta merkitystä tuloksiin, sillä skenaarion II ICER eroaa perusanalyysistä vain £306 (3 %). Differentiaali-diskonttaaminen sen sijaan vaikutti tuloksiin huomattavasti enemmän ja skenaarion III ICER oli 1 179 punttaa pienempi kuin perusanalyysin ICER eli noin 13 % pienempi. Hyperbolisista malleista vähiten tuloksiin vaikuttivat skenaariot IV ja VI, joiden suhteelliset vaikutukset ICER:iin jäivät alle prosentin. Eniten hyperbolisista malleista tuloksiin vaikutti skenaario V, missä ICER oli 2 % pienempi perusanalyysin nähden. Hyperboliset mallit vaikuttivat analyysin tuloksiin tuottamalla enemmän sekä lisähyötyjä että lisäkustannuksia. Huomion arvoista on myös, että kaikki hyperboliset mallit alensivat ICER:iä. Myös diskonttaamatta jättäminen vaikutti laskevasti ICER:iin skenaariossa VII, jonka ICER oli 4 % pienempi kuin perusanalyysin.

**Taulukko 6 Diskonttausmenetelmien vaikutus HIV mallissa**

HIV Markov-malli

Tulosten erot perusanalyysin nähden

Skenaario / menetelmä	ICER	LYG	inkKustannukset	ICER (£)	ICER (%)
I Perusanalyysi	£9 734	-	-	-	-
II Eksponentiaalinen	£10 040	-0,11	-£900	£306	3 %
III Differentiaali	£8 555	0,10	£0	-£1 179	13 %
IV Hyperbolinen	£9 701	0,02	£204	-£33	0,3 %
V Power hyperbolinen	£9 536	0,09	£717	-£198	2 %
VI Q-eksponentiaalinen	£9 694	0,04	£332	-£40	0,4 %
VII Ei diskonttausta	£9 371	0,23	£1 860	-£363	4 %

## 6.2 Malli 2: Preventiivisen mallin tulokset

Taulukossa 7 on vastaavasti kuvattuna korkean intensiteetin elämäntapaohjelman kustannus-vaikuttavuusanalyysin tulokset ”ei hoitoa” vaihtoehdon suhteen. Kuten edellisessäkin taulukossa, on tulokset esitetty eri skenaarioittain, joita on verrattu perusanalyysin tuloksiin. Edellisestä taulukosta eroten, tässä analyysissä vaikutukset on mitattu laatu-painotettuina elinvuosina, minkä johdosta taulukossa on hyötyjen kohdalla inkrementaalinen QALY (inkQALY) eli saavutetut lisä-QALY:t. Perusanalyysissä interventio tuotti 0,63 QALY:a ja sen lisäkustannukset olivat £763, jolloin ICER:ksi muodostui £1 216. Myös tässä analyysissä uusi hoito oli sekä tehokkaampi, että kalliimpi. Analyysin pohjalta ei siis voida suoraan tehdä johtopäätöksiä hoidon hyväksyttävyydestä. Liitteessä 6 on kuvattuna eri skenaarioiden tuottamat tulokset yksityiskohtaisemmin.

Mallista 1 poiketen diskonttokoron muuttamisella oli preventiivisen intervention mallissa merkittävä vaikutus. Diskonttokoron nostaminen 2 %:lla skenaariossa II pienensi intervention avulla saavutettuja terveyshyötyjä, mutta kasvatti intervention aiheuttamia lisäkustannuksia. Skenaarion II ICER oli 1 160 puntaa eli 65 % suurempi kuin perusanalyysissä ja se oli myös ainoa skenaario, jolla oli ICER:iä kasvattava vaikutus. Differentiaali-diskonttaaminen vaikutti skenaarioista suhteellisesti vähiten analyysin tuloksiin, mutta senkin ICER oli 29 % pienempi kuin perusanalyysissä. Hyperbolisista malleista skenaario V vaikutti eniten tuloksiin, pienentäen ICER:iä 863 puntaa eli 110 %. Skenaario IV johti 39 % pienempään ja skenaario VI 60 % pienempään ICER:iin. Kaikki hyperboliset mallit vaikuttivat analyysin tuottamiin lisäterveyshyötyihin nostavasti ja vastaavasti lisäkustannuksiin laskevasti. Selvästi merkittävin ero perusanalyysin tuloksiin nähden oli mallilla,

jossa tuloksia ei diskontattu. Skenaarion VII ICER oli 1 344 puntaa eli jopa 247 % pienempi kuin perusanalyysin ICER. Se oli myös ainoa malleista, jossa ICER painui negatiiviseksi, tarkoittaen tässä tapauksessa, että interventio tuottaa enemmän terveyshyötyjä ja pienemmillä kustannuksilla kuin ”ei hoitoa” vaihtoehto, eli uusi hoito dominoi vanhaa.

**Taulukko 7 Diskonttausmenetelmien vaikutus diabetes mallissa**

Diabetes Markov-Malli		Tulosten erot perusanalyysin nähden			
Skenaario	ICER	inkQALY	inkKustannukset	ICER (£)	ICER (%)
I Perusanalyysi	£1 216	-	-	-	-
II Eksponentiaalinen	£2 376	-0,18	£308	£1 160	65 %
III Differentiaali	£905	0,22	£0	-£311	29 %
IV Hyperbolinen	£817	0,10	-£167	-£399	39 %
V Power hyperbolinen	£353	0,27	-£448	-£863	110 %
VI Q-eksponentiaalinen	£655	0,15	-£254	-£561	60 %
VII Ei diskonttausta	-£127	0,56	-£914	-£1 344	247 %

## 7 POHDINTA

### 7.1 Tulosten tarkastelua

Kustannus-vaikuttavuusanalyysien tarkoituksena oli tutkia eri skenaarioissa käytettyjen diskonttausmenetelmien vaikutusta analyysin tuloksiin, erityisesti ICER:iin. Markov-mallit rakennettiin erikseen kahdelle eri interventiolle eri sairauksissa. Ensimmäinen malli edusti jatkuvaa hoitoa vaativaa interventiota, jossa kustannukset ja hyödyt toteutuvat tasaisesti ajan kuluessa. Toisessa mallissa taas interventiona oli preventiivinen hoito, joka aiheutti kustannuksia ainoastaan kolmen ensimmäisen vuoden aikana, mutta hyödyt ulottuivat useiden vuosien päähän. Mallit erosivat toisistaan myös tarkasteluhorisontin suhteen, joka ensimmäisessä mallissa oli 30 vuotta ja toisessa 50 vuotta. Kahden erilaisen mallin ansiosta diskonttauskäytäntöjen vaikutusta voidaan tarkastella laaja-alaisemmin erilaisten interventioiden ja parametrien suhteen.

Ensimmäisessä mallissa perusanalyysin tuottama inkrementaalinen kustannusvaikuttavuussuhde HIV kombinaatioterapialle oli £9 734. Perusanalyysin lisäksi tulokset laskettiin kuudella eri skenaariolla, joissa mallin diskonttausmenetelmää vaihdeltiin. ICER vaihteli eri skenaarioiden välillä suhteellisen vähän. Suurimman eron tuotti differentiaalidiskonttaaminen, jonka ICER oli 13 % perusanalyysia pienempi. Muiden skenaarioiden vaikutukset tuloksiin olivat hyvin marginaalisia. Toisessa mallissa perusanalyysin tuottama ICER intensiiviselle elämäntapaohjelmalle oli £1 216. Tässä mallinnuksessa eri skenaarioilla sen sijaan oli merkittäviäkin vaikutuksia analyysin tuloksiin. Suurimman eron perusanalyysiin nähden tuotti skenaario VII, missä tuloksia ei diskontattu lainkaan. ICER perusanalyysiin nähden oli 247 % pienempi ja se jopa painoi ICER:in negatiiviseksi.

Skenaario II eli pelkkä diskonttokoron muuttaminen ei juurikaan vaikuttanut kroonisen säännöllistä lääkitystä vaativan sairauden mallin tuloksiin. Pienen vaihtelun syynä on kustannusten ja hyötyjen suhteellisen tasainen jakautuminen läpi aikahorisontin, mikä tavallaan eliminoi diskonttaamisen vaikutuksen. Mikäli kustannukset ja hyödyt olisivat täysin identtisesti jakautuneet eri periodeille, ei diskonttokoron muuttamisella olisi mitään vaikutusta tuloksiin. Nyt kuitenkin ICER nousi 3 %:lla, mikä viittaa siihen, että kustannukset

ovat suhteellisesti painottuneet terveyshyötyjä enemmän tarkastelujakson alkuun. Skenaarioiden VII tulokset ovat loogisesti vastakkaiset, koska siinä diskonttokorko pienenee perusanalyysiin nähden. Tulosten diskonttaamatta jättäminen pienensi ICER:iä 4 %.

Preventiivisen intervention mallissa sen sijaan diskonttokoron vaihtaminen skenaarioissa II ja VII vaikutti merkittävästi tuloksiin. Kahden prosenttiyksikön nousu diskonttokorossa aiheutti 65 % nousun ICER:iin. Vaikutus on siis samansuuntainen kuin mallissa 1, mutta koska kustannukset ovat nyt merkittävästi enemmän kohdistuneet mallin alkuun, on vaikutuskin moninkertainen. Vastaavasti diskonttokoron madaltaminen pienensi ICER:iä kuten myös mallissa 1, mutta tässä tapauksessa muutos oli 247 % ja painoi ICER:in jopa negatiiviseksi. Tämä tarkoittaa tässä tapauksessa, että uudesta hoidosta tuli dominoiva vanhaan nähden. Se tuottaa siis enemmän terveyshyötyjä kuin vertailu interventio ja sen kustannukset ovat alhaisemmat. Tämä tekee tästä preventiivisestä interventiosta huomattavasti houkuttelevamman vaihtoehdon ja teoreettisesti se tulisi ottaa käyttöön, koska se tuottaa enemmän terveyshyötyjä ja vähentää kustannuksia. Täysin identtisen kustannusvaikuttavuusanalyysin tulos voi siis muuttua merkittävästi pelkän diskonttokoron muuttamisen perusteella. Mikäli maittain vaihtelevat diskonttokorot eivät ole perusteltuja, saattaa se johtaa siihen, että tietyt hoidot näyttäytyvät houkuttelevimmalta maissa, jotka käyttävät pienempää diskonttokorkoa.

Hyperbolisten mallien vaikutukset skenaarioissa IV-VI ovat osaltaan samansuuntaisia diskonttokoron muuttamisen kanssa. Mallissa 1 kaikki hyperboliset mallit laskivat ICER:iä perusanalyysiin nähden. Skenaarioiden IV ja VI suhteelliset vaikutukset jäivät tosin alle yhden prosentin. Power hyperbolinen mallikin madalsi ICER:iä vain 2 %. Hyperbolisten mallien ajatus perustuu siihen, että diskonttokorko laskee mallin mukaan tietyllä tavalla ajan kuluessa. Tämä johtaa siihen, että kauempana tulevaisuudessa toteutuvat kustannukset ja hyödyt diskontataan pienemmällä korolla kuin alussa toteutuvat. Koska mallin 1 kustannukset ajoittuvat suhteellisesti hieman aikaisemmaksi kuin hyödyt, johtaa se siihen, että hyperboliset mallit laskevat ICER:iä. Vaikutus on kuitenkin hyvin marginaalinen, koska mallin kustannusten ja hyötyjen ajoittuminen on hyvin lähellä toisiaan.

Preventiivisen hoidon mallissa sen sijaan skenaarioilla IV-VI on merkittäviäkin vaikutuksia ICER:iin. Koska mallissa 2 intervention aiheuttamat lisäkustannukset toteutuvat

periodeilla 1-3, ei hyperbolisten mallien ajan kuluessa aleneva diskonttokorko vaikuta kokonaiskustannuksiin yhtä merkittävästi kuin kokonaisyötyihin. Mikäli diskonttokorko laskee periodien edetessä, lisää se tulevaisuudessa koituvien terveyshyötyjen nykyarvoa. Tässä kustannus-vaikuttavuusanalyysissä vertailun kohteena oleva preventiivinen hoito lisää SoC vaihtoehtoon verrattuna tulevaisuudessa toteutuvien terveyshyötyjen määrää, mikä hyperbolisissa malleissa näkyy lisäterveyshyötyjen nykyarvon kasvulla. Kuten HIV kombinaatiohoidon mallissa, myös tässä analyysissä hyperbolisista malleista suurimman eron perusanalyysin tuloksiin tuotti power hyperbolinen malli, jonka ICER erosi perusanalyysistä 110 %. Tämä havainto selittyy power hyperbolisen mallin yhtälön parametrimilla  $s$ , joka on pienempi kuin 1. Tämä tarkoittaa, että kunkin periodin palkkion nykyarvoon muuntavan jakolaskun nimittäjän arvo pienenee, mikä taas johtaa korkeampaan nykyarvoon. Power hyperbolisen mallin diskonttokorko on siis alhaisempi kuin muiden hyperbolisten mallien.

Mallissa 1 selvästi suurimman eron perusanalyysiin nähden tarjosi skenaario III eli differentiaalidiskonttaaminen. Skenaariossa kustannukset pysyivät muuttumattomina, koska kustannusten diskonttokorko oli sama kuin perusanalyysissä. Kokonaisterveyshyödyt kuitenkin kasvoivat alhaisemman diskonttokoron vaikutuksesta, mikä taas johti ICER:in pienenemiseen 13 %. Muiden skenaarioiden vaikutukset malliin 1 jäivät marginaalisiksi, koska sekä kustannusten että hyötyjen diskonttaamismenetelmä muuttui yhtäläisesti. Differentiaalidiskonttaamisessa sen sijaan muutetaan ainoastaan hyötyjen diskonttaamista, mikä väistämättä johtaa eroavaisuuksiin perusanalyysiin nähden. Terveyshyötyjen diskonttaaminen kustannuksia alhaisemmalla korolla parantaa hoidon houkuttelevuutta, koska tulevien periodien terveyshyötyjen nykyarvo on suurempi. Mikäli tarkastelu jakso olisi ollut pidempi, esimerkiksi 50 vuotta, olisi differentiaalidiskonttaamisen vaikutus ollut entistäkin merkittävämpi.

Mielenkiintoinen havainto on, että preventiivisen hoidon mallissa differentiaalidiskonttaamisen vaikutus oli skenaarioista pienin, vain 29 %. Kuten mallissa 1, myös tässä tapauksessa vaikutus kohdistui ainoastaan terveyshyötyihin, joiden diskonttokorkoa alennettiin, mikä taas johti ICER:in pienenemiseen. Vaikutuksen kokoa saattaa selittää uuden hoidon suhteellisen pieni lisä-QALY verrattuna SoC:iin. Merkittävän vaikutuksen perus-

analyysiin nähden, näyttäisikin aiheuttavan erityisesti kustannusten diskonttaamismenetelmän muutokset. Tämä johtuu siitä, että uusi hoito ja SoC eroavat kriittisesti toisistaan juurikin kustannusrakenteen suhteen. On tosin huomioitava, että ICER:in pieneneminen lähes kolmanneksella on itsessään hyvinkin merkittävä vaikutus, vaikkakin suhteellisesti skenaarioista pienin.

## 7.2 Tutkimuksen luotettavuus

Terveystaloudelliseen mallintamiseen liittyy aina epävarmuustekijöitä, jotka heikentävät mallin luotettavuutta. Erityisesti epävarmuutta aiheuttavat malliin liittyvät parametriset oletukset sekä pitkä tarkastelujakso. Myös tämän tutkielman kustannus-vaikuttavuusanalyseissa on tehty useita oletuksia esimerkiksi siirtymätodennäköisyyksistä, kustannusten toteutumisesta ja hoidon vaikutuksesta. Nämä oletukset eivät kuitenkaan tässä tutkielmassa juurikaan lisää epävarmuutta, koska tarkastelun kohteena on diskonttausmenetelmien vaikutukset tuloksiin, eikä tulokset itsessään. Tästä syystä mahdolliset virheoletukset malleissa, eivät sinällään vaikuta tämän tutkielman tuloksiin. Tämän tutkielman epävarmuustekijät sen sijaan liittyvät diskonttausmenetelmien ja diskonttokoron valintaan. Esimerkiksi hyperbolisten mallien parametriestimaatit  $s$  ja  $q$  ovat peräisin yhdestä tutkimuksesta, mikä lisää merkittävästi epävarmuutta näiden parametriestimaattien validiteetista. Lisäksi hyperbolisissa malleissa on käytetty diskonttokorkona samaa korkoa kuin perusanalyysissä, vaikka esimerkiksi Stegall ja kumppanit, estimoivat hyperbolisten mallien diskonttokorkojen eroavan eksponentiaalisen mallin koroista. Perusanalyysin kanssa saman diskonttokoron käyttämistä hyperbolisissa malleissa perustellaan tässä tutkielmassa sillä, että se mahdollistaa nimenomaan malleihin liittyvien eroavaisuuksien tarkastelun. Valittuun diskonttokorkoon liittyy myös merkittävää epävarmuutta, minkä osoittaa myös kansallisten viranomaisten suosittamien diskonttokorkojen erot. Kustannus-vaikuttavuusanalyseissa kuitenkin käytetään sekä 3 % että 5 % diskonttokorkoja, joita noin kaksikolmasosaa maista suositti.

## 7.3 Johtopäätökset

Tätä tutkielmaa ohjasi tutkimuskysymys ”miten taloudellisen arvioinnin yhteydessä käytetty diskonttaamismenetelmä ja diskonttokorko tulisi määrittää?”. Tutkimuskysymystä



tarkasteltiin ensin diskonttaamiseen liittyvän tieteellisen teorian kautta, jonka jälkeen suoritettiin katsaus eri maiden kansallisista suosituksista diskonttaamiseen liittyen taloudellisissa arvioinneissa. Teorian ja kansallisten suositusten pohjalta määritettiin seitsemän eri skenaariota, joiden avulla diskonttaamiskäytännön vaikutusta voitiin tutkia empiirisesti kahdessa rakenteeltaan erilaisessa kustannus-vaikuttavuusanalyysissa.

Teorian perusteella voimme todeta, että tulevaisuudessa toteutuvat kustannukset ja hyödyt tulee diskontata, eli tuoda nykyarvoon. Epävarmuutta oikeasta diskonttokorosta ja käytetystä menetelmästä kuitenkin esiintyy. Ottaen huomioon valtioiden taloudelliset ja sosioekonomiset erot, ei yhtä kansainvälistä diskonttokorkoa voida välttämättä suosittaa. Sen sijaan diskonttokorkojen määrittämisperusteiden yhtenäisyys, kuten Drummond ja Rutten (2008, 2) esittävät, voisi tuoda taloudellisten arviointien prosessiin läpinäkyvyyttä ja johdonmukaisuutta. Ramseyen yhtälön laajempi hyödyntäminen eri valtioiden sosiaalisen diskonttokoron määrittämisessä voisi yhtenäistää diskonttokoron perusteita. Kysymys siitä, tulisiko kustannukset ja hyödyt diskontata samalla korolla, näyttäisi riippuvan kynnsarvon ( $k$ ) ja terveydenkulutusarvon ( $v_t$ ) oletetusta muutoksesta. Kun vertaamme kustannus-vaikuttavuusanalyysin tuottamaa ICER:iä nykyiseen kynnsarvoon ja kynnsarvon odotetaan kasvavan ajan kuluessa, tulisi terveyshyödyt diskontata alhaisemmalla korolla kuin kustannukset. Vastaavasti mikäli terveydenhuollon budjetti ei ole kiinteä ja terveydenkulutusarvon odotetaan kasvavan tulevaisuudessa, tulisi hyödyt diskontata kustannuksia alhaisemmalla korolla. Teorian ja kansallisten suositusten perusteella on kuitenkin vielä epäselvää mikä kynnsarvon ja terveydenkulutusarvon odotettu muutos on.

Kansallisten suositusten perusteella käytetyin menetelmä oli eksponentiaalinen malli ja suosituimmat diskonttokorot olivat 3 % ja 5 %, jotka ovat selvästi suurempia kuin Stegallin ja kumppaneiden (2019, 5) tutkimuksen aikapreferenssiestimaatit eksponentiaaliselle mallille (1,3 – 1,6 %). Differentiaalidiskonttaamista suosittavissa maissa terveyshyödyt diskontattiin 1,5 – 2,5 % pienemmällä korolla kuin kustannukset. Suositukset, joissa diskonttauksen perusteluja avattiin, perustelivat valittua diskonttokorkoa usein valtionvelkakirjojen korolla. Tieteellisen teorian mukaista hyperbolista diskonttaamista ei suositeltu missään, vaikkakin Ranska suositti yli 30 vuoden päästä toteutuville kustannuksille ja hyödyille pienempää korkoa. Tästä johtuen

empiirisen osion tarjoamat tulokset hyperbolisten mallien vaikutuksista ovat erityisen informatiivisia.

Kustannus-vaikuttavuusanalyysien perusteella diskonttaamiskäytännöllä ei näyttäisi olevan suurta vaikutusta kustannus-vaikuttavuusanalyyseissä, joissa kustannukset ja hyödyt jakautuvat samalla tavalla eri ajanjaksoille. Sen sijaan interventioissa, joissa kustannukset ja hyödyt toteutuvat eri ajankohtina, saattaa diskonttauskäytännöllä olla merkittäviäkin vaikutuksia. Tällaisia interventioita ovat esimerkiksi preventiiviset interventiot, rokotukset sekä seulonnat. Hyperboliset mallit tarjoavat, mielenkiintoisen lähestymistavan aika-preferenssin käsittelyyn, mutta lisää empiiristä tutkimusta tarvitaan niiden toimivuudesta yhteiskunnan tasolla tehtävien taloudellisten arviointien yhteydessä.

Perustelut valitulle diskonttausmenetelmälle ja diskonttokorolle tulisivat olla näkyviä. Diskonttokoron määrittämisessä voidaan hyödyntää esimerkiksi valtionvelkakirjojen korkoa tai Ramseyn yhtälöä. Vastaavasti yhtäläisen tai differentiaalidiskonttokoron valintaan vaikuttavat oletukset kynnsarvon ja terveydenkulutusarvon muutoksista. Hyperbolisen mallin tueksi löytyy taloustieteen teoriaa, mutta empiirisiä perusteluja sen käytölle ei toistaiseksi löydy.

#### **7.4 Jatkotutkimuksia**

Diskonttaaminen on hyvin moniulotteinen asia, ja kuten teoria osuus osoittaa, siihen liittyy huomattavasti erimielisyyttä ja kysymyksiä. Tämä tutkielma summaa nykyisen keskustelun sekä teorian ja tarjoaa empiiristä tutkimusta teorian tueksi. Aiheeseen liittyy kuitenkin vielä paljon jatkotutkittavaa. Esimerkiksi differentiaalidiskonttaamisen kannalta, tärkeä kysymys liittyy kynnsarvon ja terveydenkulutusarvon odotettuun muutokseen. Tällä hetkellä kuitenkin näiden arvojen estimoituun muutosarvoon liittyy huomattavasti epävarmuutta. Lisää empiiristä tutkimusta näiden arvojen todellisesta muutoksesta ajan kuluessa tarvitaan.

Suomen osalta olisi tarpeen arvioida nykyisen 3 % yhtäläisen diskonttokoron oikeellisuutta. Arviointi voitaisiin suorittaa teorian pohjalta estimoimalla ensin Suomelle sosiaalinen diskonttokorko esimerkiksi Ramseyn yhtälön avulla ja tämän jälkeen tarkastelemalla luvun 4 esittämiä huomioita Suomen näkökulmasta. Lopuksi, lisää yhtenäisyyttä

diskonttauskäytäntöjen määrittämiseen tarvitaan. Drummondin ja Ruttenin (2008, 2) esittämä referenssitapaus voisi tuoda yhtenäisyyttä diskonttaamiskäytäntöjen perusteluihin. Esimerkiksi Euroopassa Euroopan keskuslääkevirasto voisi olla luonnollinen käytäntöjen yhtenäistämisen koordinoija, joka voisi tarjota työkaluja diskonttokorkojen ja -menetelmien määrittämiseen kansallisille viranomaisille. Diskonttauskäytäntöjen ei välttämättä tulisi olla identtiset maittain, mutta määrittämisperusteet tulisi olla yhtenäiset ja läpinäkyvät.

**LÄHTEET**

Ackerman Frank & Heinzerling Lisa, 2002. University of Pennsylvania Law Review. Vol. 150:1553 2002)

Agency for care effectiveness, 2018, 28. Drug evaluation methods and process guide. Versio 1.0.

Agency for Quality and Accreditation in Health Care, 2011, 20-21. The Croatian guideline for health technology assessment process and reporting. 1. painos.

Alves da Silva Emilia, Gouveia Pinto Carlos, Sampaio Cristina, Pereira Joao Antonio, Drummond Michael & Trindade Rosario, 1998, 44. Guidelines for economic drug evaluation studies.

Attema Arthur, Brouwer Werner & Claxton Karl, 2018. Discounting in Economic Evaluations. *Pharmacoeconomics* (2018) 36:745-758.

Australian Government Department of Health, 2016, 65. Guidelines for preparing a submission to the Pharmaceutical Benefits Advisory Committee (versio 5.0).

Behmane Daiga, Lambot Kadi, Irs Alar & Steikunas Nerimantas, 2002, 5. Baltic guideline for economic evaluation of pharmaceuticals.

Belgian Health Care Knowledge Centre, 2012, 43. Belgian guidelines for economic evaluations and budget impact analyses: second edition.

Bleichrodt Han, Gao Yu & Rohde Kirsten, 2016. A measurement of decreasing impatience for health and money. *J Risk Uncertain* (2016) 52:213-231.

Bleichrodt Han & Johannesson Magnus, 2001. Time Preference for Health: A Test of Stationarity versus Decreasing Timing Aversion. *Journal of Mathematical Psychology* 45, 265-282.

Briggs Andrew, Claxton Karl & Sculpher Mark, 2006. *Decision Modelling for Health Economic Evaluation*. Oxford University Press. Oxford 2006.

Brouwer Werner, Niessen Louis, Postma Maarten & Rutten Frans, 2005. Need for differential discounting of costs and health effects in cost effectiveness analyses. *BMJ* 331:446-8.

CADTH, 2017, 32-33. *Guidelines for the economic evaluation of health technologies: Canada*. 4. painos.

Capri Stefano, Ceci Adriana, Terranova Lorenzo, Merlo Franco & Mantovani Lorenzo, 2001, 195-196. Guidelines for economic evaluations in Italy: Recommendations from the Italian group of pharmacoeconomic studies. *Drug information Journal*, Vol. 35.

Chancellor JV, Hill AM, Sabin CA, Simpson KN & Youle M. 1997. Modelling the cost effectiveness of lamivudine/zidovudine combination therapy in HIV infection. *Pharmacoeconomics* Jul;12(1):54-66.

Claxton Karl, Sculpher Mark, Culyer Anthony, McCabe Chris, Briggs Andrew, Akehurst Ron, Buxton Martin & Brazier John, 2006. Discounting and cost-effectiveness in NICE - stepping back to sort out a confusion. *Health Economics* 15:1-4. John Wiley & Sons, Ltd.

Claxton K, Paulden M, Gravelle H, Brouwer W & Culyer AJ, 2011. Discounting and decision making in the economic evaluation of health care technologies. *Health Econ.* 20:2-15.

Claxton Karl, 2017. Accounting for the timing of costs and benefits in the evaluation of health projects relevant to LMICs. *Guidelines for Benefit-Cost Analysis*, working paper no. 8.

Decree of the Ministry of Health of the Slovak Republic on the details of pharmaco-economic analysis of the drug. 422/2011.

Department of Economic and Public Health Assessment, 2012, 8. Choices in Methods for Economic Evaluation.

Department of Health, 2013, 38. Publication of the guidelines for pharmacoeconomic submissions.

Drummond Michael & Rutten Frans, 2008. New guidelines for economic evaluation in Germany and The United Kingdom: Are we any closer to developing international standards? Office of Health Economics, No 46 November 2008.

Drummond Michael, Sculpher Mark, Claxton Karl, Stoddart Greg & Torrance George, 2015. Methods for the Economic Evaluation of Health Care Programmes. Oxford University Press.

Fimea 2/2012. Fimea suositus lääkkeiden hoidollisen ja taloudellisen arvon arvioinnista. Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus Fimea.

Frederick Shane, Loewenstein George & O'Donoghue 2002. Time Discounting and Time Preference: A Critical Review. Journal of Economic Literature, Vol. XL, pp. 351-401.

Health Care Insurance Board (College voor Zorgverzekeringen, CVZ), 2016, 19. Guideline for economic evaluations in healthcare.

Health Information and Quality Authority, 2019, 45, 69. Guidelines for the Economic Evaluation of Health Technologies in Ireland.

Health Insurance Review Agency, 2006, 34. Guidelines for economic evaluation of pharmaceuticals.

Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen, 2019, 32. General Methods for the Assessment of the Relation of Benefits to Costs.

ISPOR, a. Pharmacoeconomic Guidelines Around The World. Luettavissa:  
<https://tools.ispor.org/PEguidelines/countrydet.asp?c=42&t=1>. Luettu 20.4.2020.

ISPOR, b. Pharmacoeconomic Guidelines Around The World. Saatavissa:  
<https://tools.ispor.org/PEguidelines/countrydet.asp?c=47&t=2>. Luettu 20.4.2020

Keeler Emmet & Cretin Shan 1983. Discounting of Life-Saving and Other Nonmonetary Effects. *Management Science* Vol. 29 No. 3; 300-306.

Keren Gideon & Peter Roelofsma 1995. Immediacy and Certainty in Intertemporal Choice. *Organizational Behaviour and Human Decision Processes*, Vol. 63, Issue 3, pp. 287-297.

Kiviniemi Vesa & Rannanheimo Pia, 2020. Lääkehoitojen kustannusvaikuttavuuden arviointi: perusteista käytäntöön. *Duodecim* 2020;136:184-91.

Loewenstein George & Prelec Drazen, 1992. Anomalies in Intertemporal Choice: Evidence and an Interpretation. *The Quarterly Journal of Economics*, Volume 107, Issue 2, May 1992, Pages 573–597.

Lääkkeiden hintalautakunta 2019. Terveystaloudellisen selvityksen laatiminen lääkevalmisteen korvattavuus- ja tukkuhintahakemukseen.

Ludwig Boltzmaan Institut, 2012, 237. *Methodenhandbuch für Health Technology Assessment*. Versio 1.

Ministry of Health Pharmaceutical Administration, 2010, 22. Guidelines for the submission of a request to include a pharmaceutical product in the national list of health services.

Namoodiri Vijay & Shuler Marshall, 2016. The hunt for the perfect discounting function and a reckoning of time perception. *Curr Opin Neurobiol.* 2016 October; 40:135-141.

National Institute for Health and Care Excellence, 2013, 94. Guide to the methods of technology appraisal 2013.

O'Mahony James & Paulden Mike, 2014. NICE's Selective Application of Differential Discounting: Ambiguous, Inconsistent, and Unjustified. *Value in Health* 17; 493-496.

O'Mahony John, de Kok Inge, van Rosmalen Joost, Habbema Dik, Brouwer Werner & Ballegooijen Marjolein, 2001. Practical Implications of Differential Discounting in Cost-Effectiveness Analyses with Varying Numbers of Cohorts. *Value in Health* 14, 438-442.

Osteba Basque Office for Health Technology Assessment, 1999, 68. Guía de Evaluación Económica en el Sector Sanitario.

Parikh Urvi, McCormick Kevin, Zyl Gert & Mellors John, 2017. Future technologies for monitoring HIV drug resistance and cure. *Curr Opin HIV AIDS.* March ; 12(2): 182–189

Paulden Mike. 2013. Adjusting for inflation in economic evaluations of health technologies: Are we doing it wrong? *Value in Health* 16, A1-A298.

Paulden Mike. 2014. Time Preference and Discounting. *Encyclopedia of Health Economics.* Elsevier Inc. Oxford.

Pharmaceutical Management Agency, 2015. Prescription for Pharmacoeconomic Analysis: Methods for cost-utility analysis.

Ramsey F. P., 1928. A Mathematical Theory of Saving. *The Economic Journal*, Vol. 38, No. 152, 543-559.



Roberts Samantha, Craig Dawn, Adler Amanda, McPherson Klim & Greenhalgh Trisha, 2018. Economic evaluation of type 2 diabetes prevention programmes: Markov model of low- and high-intensity lifestyle programmes and metformin in participants with different categories of intermediate hyperglycaemia. *BMC Medicine* (2018) 16:16.

Räsänen Pirjo & Sintonen Harri, 2013. Terveystalouden taloudellinen arviointi. *Suomen lääkärilehti* 17/2013 vsk 68.

Smith David & Hugh Gravelle, 2001. The practice of discounting in economic evaluations of healthcare interventions. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, 17:2 (2001), 236–243.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus lääkkeiden hintalautakunnalle tehtävästä hakemuksesta ja hintailmoituksesta 201/2019.

Statens legemiddelverk, 2018, 28. Guidelines for the submission of documentation for single technology assessment (STA) for pharmaceuticals.

Stegall Sarah, Collette Tyler, Kinjo Takuji, Takahashi Taiki & Romanowich Paul, 2019. Quantitative Cross-Cultural Similarities and Differences in Social Discounting for Gains and Losses. *Frontiers in Public Health*; Vol. 7, artikkeli 297.

Takeru Shiroiwa, Takashi Fukuda, Shunya Ikeda, Tomoyuki Takura & Kensuke Moriwaki, 2017, 376. Development of an Official Guideline for the Economic Evaluation of Drugs/Medical Devices in Japan. *Value in Health* 20; 372-378.

Tandvårds- och läkemedelsförmånsverket, 2017:1, 4. Allmänna råd om ekonomiska utvärderingar.

The Agency for Health Technology Assessment and Tariff System, 2016, 41. Health Technology Assessment Guidelines, Versio 3.0.

THL 2019. Terveysturvituksen menet ja rahoitus. Tilastoraportti 15/2019

Towse Adrian, Drummond Michael & Sorenson Corinna 2011. Pharmacoeconomics in Theory and Practice. Office of Health Economics, Occasional Paper 11/03.

Varian Hal, 2010. Intermediate Microeconomics: A Modern Approach, 8. painos. W. W. Norton & Company. New York.

Watkins John, 2018. Affordability of Health Care: A Global Crisis. Value in Health 21 (2018) 280-282.

Weisbach David & Samida Dexter, 2007. Parentian Intergenerational Discounting. 74 University of Chicago Law Review 145 (2007).

Weinstein Milton & Stason William, 1977. Foundations of Cost-Effectiveness Analysis for Health and Medical Practices. N Engl J Med 296:716–721.

## LIIITEET

### Liite 1 HIV Markov-mallin parametrit

Parameters of the model				
Name	live	alpha	beta	description
<i>Transition probabilities</i>				
tpA2A	0,721	1251	483	Transition probability from A to A
tpA2B	0,202	350	1384	Transition probability from A to B
tpA2C	0,067	116	1618	Transition probability from A to C
tpA2D	0,010	17	1717	Transition probability from A to D
tpB2B	0,581	731	527	Transition probability from B to B
tpB2C	0,407	512	746	Transition probability from B to C
tpB2D	0,012	15	1243	Transition probability from B to D
tpC2C	0,750	1312	437	Transition probability from C to C
tpC2D	0,250	437	1312	Transition probability from C to D
<i>Costs</i>				
dmca	£ 1 701			Direct medical costs associated with state A
dmcb	£ 1 774			Direct medical costs associated with state B
dmcc	£ 6 948			Direct medical costs associated with state C
ccca	£ 1 055			Community care costs associated with state A
cccb	£ 1 278			Community care costs associated with state B
cccc	£ 2 059			Community care costs associated with state C
<i>Drug costs</i>				
cAZT	£ 2 278			Zidovudine drug cost
cLam	£ 2 087			Lamivudine drug cost
<i>Other parameters</i>				
RR	0,509			Treatment effect (RR)
cDR	0,03			Annual discount rate - costs (%)
oDR	0,03			Annual discount rate - benefits (%)
cDRalt	0,05			Annual discount rate - costs 5%
oDRalt	0,05			Annual discount rate - benefits 5%
<b>Parameters for hyperbolic models</b>				
<b>Benefits</b>				
q	-0,686			
s	0,779			
<b>Costs</b>				
q	-0,767			
s	0,791			
<b>Differential discount rates</b>				
DK	0,03			Annual discount rate - costs (%)
DH	0,015			Annual discount rate - benefits (%)

## Liite 2 HIV Markov-malli

Year	MONOTHERAPY				COMBINATION THERAPY				Life Years no disc	Costs no disc	Life Years disc	Costs disc	
	A	B	C	D	A	B	C	D					
0													
1	0.721	0.202	0.067	0.010	0.96	£ 5 463	£ 5 303	0.858	0.103	0.034	0.005	£ 7 328	£ 7 115
2	0.520	0.263	0.181	0.036	0.91	£ 6 060	£ 5 712	0.737	0.169	0.080	0.014	£ 7 571	£ 7 136
3	0.376	0.258	0.277	0.089	0.83	£ 6 394	£ 5 851	0.531	0.247	0.178	0.044	£ 6 002	£ 5 493
4	0.271	0.226	0.338	0.165	0.83	£ 6 381	£ 5 670	0.383	0.251	0.270	0.096	£ 6 310	£ 5 606
5	0.195	0.186	0.364	0.255	0.74	£ 6 077	£ 5 242	0.277	0.223	0.330	0.170	£ 6 305	£ 5 439
6	0.141	0.147	0.361	0.350	0.65	£ 5 574	£ 4 688	0.200	0.185	0.357	0.258	£ 6 020	£ 5 042
7	0.102	0.114	0.341	0.444	0.56	£ 4 963	£ 4 036	0.144	0.148	0.357	0.351	£ 5 537	£ 4 502
8	0.073	0.087	0.309	0.531	0.37	£ 4 316	£ 3 407	0.104	0.115	0.337	0.444	£ 4 943	£ 3 902
9	0.053	0.065	0.272	0.610	0.30	£ 3 682	£ 2 822	0.075	0.088	0.307	0.530	£ 4 308	£ 3 302
10	0.038	0.049	0.234	0.679	0.24	£ 3 092	£ 2 301	0.054	0.066	0.271	0.609	£ 3 682	£ 2 740
11	0.028	0.036	0.198	0.739	0.19	£ 2 564	£ 1 852	0.039	0.049	0.234	0.678	£ 3 098	£ 2 238
12	0.020	0.026	0.165	0.789	0.15	£ 2 102	£ 1 475	0.028	0.037	0.198	0.737	£ 2 572	£ 1 804
13	0.014	0.019	0.136	0.830	0.12	£ 1 708	£ 1 163	0.020	0.027	0.165	0.787	£ 2 111	£ 1 438
14	0.010	0.014	0.111	0.865	0.14	£ 1 377	£ 910	0.015	0.020	0.136	0.829	£ 1 717	£ 1 135
15	0.007	0.010	0.090	0.893	0.11	£ 1 103	£ 708	0.011	0.014	0.111	0.864	£ 1 386	£ 890
16	0.005	0.008	0.072	0.915	0.07	£ 878	£ 547	0.008	0.011	0.090	0.892	£ 1 111	£ 692
17	0.004	0.005	0.057	0.933	0.08	£ 695	£ 421	0.005	0.008	0.072	0.915	£ 885	£ 535
18	0.003	0.004	0.045	0.948	0.05	£ 548	£ 322	0.004	0.006	0.058	0.933	£ 701	£ 412
19	0.002	0.003	0.036	0.959	0.04	£ 431	£ 246	0.003	0.004	0.046	0.947	£ 553	£ 316
20	0.0015	0.0021	0.0282	0.9682	0.03	£ 337	£ 187	0.002	0.003	0.036	0.959	£ 435	£ 241
21	0.0011	0.0015	0.0221	0.9753	0.02	£ 263	£ 141	0.001	0.002	0.028	0.968	£ 340	£ 183
22	0.0008	0.0011	0.0173	0.9809	0.01	£ 205	£ 107	0.001	0.002	0.022	0.975	£ 266	£ 139
23	0.0005	0.0008	0.0134	0.9852	0.01	£ 159	£ 80	0.001	0.001	0.017	0.981	£ 207	£ 105
24	0.0004	0.0006	0.0104	0.9886	0.01	£ 123	£ 60	0.001	0.001	0.014	0.985	£ 160	£ 79
25	0.0003	0.0004	0.0081	0.9912	0.01	£ 95	£ 45	0.000	0.001	0.011	0.988	£ 124	£ 59
26	0.0002	0.0003	0.0063	0.9932	0.01	£ 73	£ 34	0.000	0.000	0.008	0.991	£ 96	£ 45
27	0.0001	0.0002	0.0048	0.9948	0.01	£ 56	£ 25	0.000	0.000	0.006	0.993	£ 74	£ 33
28	0.0001	0.0002	0.0037	0.9960	0.00	£ 43	£ 19	0.000	0.000	0.005	0.995	£ 57	£ 25
29	0.0001	0.0001	0.0029	0.9970	0.00	£ 33	£ 14	0.000	0.000	0.004	0.996	£ 44	£ 19
30	0.0001	0.0001	0.0022	0.9977	0.00	£ 25	£ 10	0.000	0.000	0.003	0.997	£ 34	£ 14
				sum	8,09	£64 821	£53 379					£73 977	£60 676
					6,82						9,07		7,57

## Liite 3 HIV Markov-mallin tulokset

<b>Analysis</b>											
<b>Ekspontential 3%</b>											
	Mono		Comb		Difference		Estimated	Difference to base case			
	LYs	Cost	LYs	Cost	LYG	incCost	ICER	LYG	incCost	£	ICER
deterministic	6,82	£53 379	7,57	£60 676	0,75	£7 297	£9 734	0,00	£ -	£0	0 %
<b>Ekspontential alternative 5%</b>											
	Mono		Comb		Difference		Estimated	Difference to base case			
	LYs	Cost	LYs	Cost	LYG	incCost	ICER	LYG	incCost	£	ICER
deterministic	6,15	£47 488	6,79	£53 885	0,64	£6 397	£10 040	-0,11	£- 899,69	£306	3 %
<b>Differential</b>											
	Mono		Comb		Difference		Estimated	Difference to base case			
	LYs	Cost	LYs	Cost	LYG	incCost	ICER	LYG	incCost	£	ICER
deterministic	7,41	£53 379	8,26	£60 676	0,85	£7 297	£8 555	0,10	£ -	£-1 179	13 %
<b>Hyperbolic</b>											
	Mono		Comb		Difference		Estimated	Difference to base case			
	LYs	Cost	LYs	Cost	LYG	incCost	ICER	LYG	incCost	£	ICER
deterministic	6,92	£54 410	7,70	£61 911	0,77	£7 501	£9 701	0,02	£ 204,01	£-33	0 %
<b>Power hyperbolic</b>											
	Mono		Comb		Difference		Estimated	Difference to base case			
	LYs	Cost	LYs	Cost	LYG	incCost	ICER	LYG	incCost	£	ICER
deterministic	7,27	£57 456	8,11	£65 469	0,84	£8 014	£9 536	0,09	£ 716,92	£-198	2 %
<b>Q-eksponential</b>											
	Mono		Comb		Difference		Estimated	Difference to base case			
	LYs	Cost	LYs	Cost	LYG	incCost	ICER	LYG	incCost	£	ICER
deterministic	6,99	£55 098	7,78	£62 727	0,79	£7 629	£9 694	0,04	£ 331,57	£-40	0 %
<b>No discounting</b>											
	Mono		Comb		Difference		Estimated	Difference to base case			
	LYs	Cost	LYs	Cost	LYG	incCost	ICER	LYG	incCost	£	ICER
deterministic	8,09	£64 821	9,07	£73 977	0,98	£9 157	£9 371	0,23	£ 1 859,59	£-363	4 %

#### Liite 4 Diabetes Markov-mallin parametrit

<b>States</b>		
A		Normal glucose tolerance
B		Pre-Diabetes (Combined IFG, IGT & HbA1c)
C		Type 2 diabetes (T2DM)
D		Dead
<b>Transition probabilities</b>		
tpA2A	0,79650	Transition probability from A to A
tpA2B	0,20050	Transition probability from A to B
tpA2D	0,00300	Transition probability from A to D
tpB2A	0,26907	Transition probability from B to A
tpB2B	0,58982	Transition probability from B to B
tpB2C	0,12836	Transition probability from B to C
tpB2D	0,01275	Transition probability from B to D
tpC2C	0,99475	Transition probability from C to C
tpC2D	0,00525	Transition probability from C to D
tpB2Bi	0,49471	Transition probability from B to B intensive lifestyle intervention years 1-3
tpB2Bii	0,47288	Transition probability from B to B years 4-10 following cessation of intervention
<b>State dependent QALYs</b>		
utilA	0,768	Utility of normoglycaemia
utilB	0,753	Utility of Pre-diabetes
utilC	0,738	Utility of T2DM
<b>Costs</b>		
costA	£ 773,00	Cost of normal glucose tolerance
costB	£ 908,00	Cost of state B
costC	£1 469,50	Cost of Type 2 Diabetes
costILP1	£1 225,00	Cost of implementing the Year 1 USDPP (intensive lifestyle programme)
costILP2	£ 689,00	Cost of Year 2 of USDPP (intensive lifestyle programme)
costILP3	£ 671,00	Cost of Year 3 of USDPP (intensive lifestyle programme)
<b>Other parameters</b>		
rrT2DM1	0,63	Treatment effect (RR) for T2DM Intensive lifestyle programme undergoing an intensive lifestyle intervention years 1-3
rrT2DM2	0,8	Treatment effect (RR) for T2DM Intensive lifestyle programme years 4-10 following cessation of intervention
rrNGT	1,53	Relative risk of NGT in people with pre-diabetes receiving intensive lifestyle intervention
addutil	0,0189	Additional utility from intensive lifestyle intervention (QALYs)
cDR	0,03	Annual discount rate - costs (%)
oDR	0,03	Annual discount rate - benefits (%)
DifcDR	0,03	Annual discount rate - costs (%) (Differential model)
DifoDR	0,015	Annual discount rate - benefits (%) (Differential model)
benQ	-0,686	Parameter q for benefits
benS	0,779	Parameter s for benefits
costQ	-0,767	Parameter q for costs
costS	0,791	Parameter s for costs
cDRalt	0,05	Annual discount rate - costs 5%
oDRalt	0,05	Annual discount rate - benefits 5%



## Liite 6 Diabetes Markov-mallin tulokset

Analysis												
<b>Ekspontential (3%)</b>												
	SoC		ILP		Difference		Estimated	Difference to base case				
	QALYs	Cost	QALYs	Cost	incQALY	incCost	ICER	incQALYs	incCost	£	ICER	
deterministic	17,01	£27 366	17,64	£28 129	0,63	£763	<b>£1 216</b>	0,00	£ -	£0	0 %	
<b>Ekspontential alternative (5%)</b>												
	SoC		ILP		Difference		Estimated	Difference to base case				
	QALYs	Cost	QALYs	Cost	incQALY	incCost	ICER	incQALYs	incCost	£	ICER	
deterministic	12,32	£19 234	12,77	£20 304	0,45	£1 070	<b>£2 376</b>	-0,18	£ 307,63	£1 160	65 %	
<b>Differential</b>												
	SoC		ILP		Difference		Estimated	Difference to base case				
	QALYs	Cost	QALYs	Cost	incQALY	incCost	ICER	incQALYs	incCost	£	ICER	
deterministic	22,74	£27 366	23,59	£28 129	0,84	£763	<b>£905</b>	0,22	£ -	£-311	29 %	
<b>Hyperbolic</b>												
	SoC		ILP		Difference		Estimated	Difference to base case				
	QALYs	Cost	QALYs	Cost	incQALY	incCost	ICER	incQALYs	incCost	£	ICER	
deterministic	19,74	£32 298	20,47	£32 894	0,73	£596	<b>£817</b>	0,10	£- 166,73	£-399	39 %	
<b>Power hyperbolic</b>												
	SoC		ILP		Difference		Estimated	Difference to base case				
	QALYs	Cost	QALYs	Cost	incQALY	incCost	ICER	incQALYs	incCost	£	ICER	
deterministic	24,09	£39 659	24,99	£39 975	0,89	£315	<b>£353</b>	0,27	£- 447,52	£-863	110 %	
<b>Q-eksponential</b>												
	SoC		ILP		Difference		Estimated	Difference to base case				
	QALYs	Cost	QALYs	Cost	incQALY	incCost	ICER	incQALYs	incCost	£	ICER	
deterministic	20,99	£34 785	21,77	£35 293	0,78	£508	<b>£655</b>	0,15	£- 254,23	£-561	60 %	
<b>No discounting</b>												
	SoC		ILP		Difference		Estimated	Difference to base case				
	QALYs	Cost	QALYs	Cost	incQALY	incCost	ICER	incQALYs	incCost	£	ICER	
deterministic	31,89	£53 816	33,08	£53 665	1,19	£-151	<b>-£127</b>	0,56	£- 913,84	£-1 344	247 %	