

Kestävä kehitys ja sukupolvien välinen oikeudenmukaisuus

2

Tiivistelmä

Kasvihuoneilmion hillitsemiseksi tehtävien toimien optimaalista tasoa arvioitaessa on oleellista päättää, miten suuri paino ihmisten nykyiselle ja tulevalle hyvinvoinnille annetaan toisiinsa verrattuna. Ympäristön ja talouden välisiä yhteyksiä mallinnettaessa eri sukupolvien hyvinvoinnin tasoille asetetut painot ilmenevät diskonttokorossa. Sen melko pienetkin muutokset johtavat varsin erilaisiin yhteiskuntapoliittisiin suosituksiin, vaikka laskentamallin muut lähtökohdat pysyisivät samoina.

Diskonttokoron kiistanalaisin elementti on niin sanottu puhtaan aikapreferenssin aste, ja sen kiinnittäminen on toisinaan perustunut markkinakorkoihin ja toisinaan eettisiin argumentteihin. Markkinakorkoihin perustuvat hyvinvointilaskelmat ovat avuksi ilmastonmuutoksen rajoittamisen eri toteutustapojen välistä paremmuutta arvioitaessa, mutta ne eivät tuota eettisesti hyväksyttäviä vastauksia kysymykseen, missä määrin ilmastonmuutosta pitäisi rajoittaa.

On ongelmallista soveltaa kasvuteoriaa tulevaisuuden skenaarioiden hyvinvointivertailuihin esimerkiksi silloin, kun skenaarioissa on eri määrä henkilöitä. Siksi kasvuteorian mukaista tapaa asettaa tulevaisuuden skenaarioita paremmuusjärjestykseen olisi syytä pitää matemaattisena idealisaationa, joka tavoittaa relevanteista eettisistä näkökohdista vain osan. Tämä ei estä arvioimasta kestävästä kehityksestä edistäviä toimia vertailemalla sellaisia kasvuteoriaan perustuvia tulevaisuuden skenaarioita, joiden vertailuun teoria soveltuu paremmin.

Ilkka Kiema

on LABOREn

tutkimusohjaaja.

Suosittelava lähdeviittaus tähän lukuun:

Kiema, Ilkka (2024). *Kestävä kehitys ja sukupolvien välinen oikeudenmukaisuus*. Luku 2 (sivut 29–50) kirjassa **Hyytinen, Ari, Maliranta, Mika, Rouvinen, Petri ja Tahvanainen, Antti-Jussi** (toim.) (2024). *Vihreä kasvu*. Taloustieto Oy (osana Business Finlandin, Laboren ja VTT:n ForGrowth-hanketta). <https://ForGrowth.fi>

Johdanto

Kasvihuoneilmiön torjunnan kustannuksia maksetaan jo nyt, mutta sen torjunnasta saatava hyöty sijoittuu suurelta osin kaukaiseen tulevaisuuteen. Siksi valitsemamme kasvihuonekaasupäästöjä rajoittavat toimet riippuvat oleellisesti siitä, millaisen painoarvon annamme tulevien sukupolvien saavuttamalle hyvinvoinnille tällä hetkellä saavutettavaan hyvinvointiin verrattuna.

Kun kasvihuoneilmiötä ja sen torjunnan strategioita mallinnetaan taloustieteilijän työkaluin, eri sukupolvien hyvinvoinnin tasoille asetetut painot ilmenevät diskonttokorossa. Laskelmissa käytetyn koron arvo on toisinaan valittu markkinakorkojen perusteella ja toisinaan eettisiin argumentteihin vedoten, ja erilaiset korot ovat tuottaneet jyrkästi toisistaan poikkeavia arvioita siitä, miten ripeästi kasvihuonekaasupäästöjä olisi järkevää ryhtyä supistamaan.

Myös kullakin hetkellä vallitsevan hyvinvoinnin tason arviointi on haastavaa. Josakin maassa jonakin tiettyinä vuonna vallitsevaa aineellista elintasoja voidaan mitata henkeä kohden lasketulla bruttokansantuotteella tai yksityisen kulutuksen määrällä, mutta hyvinvoinnin muiden ulottuvuuksien mittaamiseen ei ole vastaavia vakiintuneita menetelmiä. Tilannetta vaikeuttaa myös tietämättömyys: tällä hetkellä vallitsevaa hyvinvointitasoa arvioidaksemme voimme yrittää selvittää nykyaikana elävien ihmisten mieltymyksiä, mutta tulevien sukupolvien preferenssit ovat meille tuntemattomia. Vielä periaatteellisempia ongelmia syntyy muun muassa silloin, kun ekonomistin työkaluja soveltaen yritetään vertailla tulevaisuuden skenaarioita, joissa olemassa olevien henkilöiden lukumäärä on erilainen.

Miten mitata hyvinvointia?

Filosofista suuntausta, jonka mukaan toimintamme tavoitteena tulisi olla hyvinvoinnin maksimointi, nimitetään *utilitarismiksi*. Kun erilaisten politiikkatoimien onnistuneisuutta mallinnetaan ekonomistin työkaluin, lähtökohta on yleensä utilitarismin mukainen. Taloustieteen malleissa yhteiskunnassa kunakin ajankohtana vallitsevaa hyvinvoinnin tasoa kuvataan yleensä hyvinvointifunktiolla, joka määrittää yksittäisten henkilöiden tai kotitalouksien hyvinvoinnin tasojen avulla, ja parhaana lopputuloksena pidetään tilannetta, jossa hyvinvointifunktion arvo maksimoituu.

Yksinkertaisimmissa mahdollisissa hyvinvointifunktioissa kotitalouden yksityisellä kulutuksella mitattu elintaso määrää sen hyvinvoinnin. On tavanomaista kritiikoida tällaista hyvinvointifunktiota siitä, että se ei huomioi esimerkiksi luontoarvoja, vapaa-ajan määrää ja monenlaisia ilmaiseksi saatavia tavaroita ja palveluja. Toinen, harvemmin mainittu ja kenties vähemmän ilmeinen kritiikki olisi, että bruttokansantuotteeseen sisältyvienkin tavaroiden ja palveluiden kohdalla yksityinen kulutus ei välttämättä kuvaa osuvasti niiden suhteellisia hyvinvointivaikutuksia, koska

niiden yksityisessä kulutuksessa saamat painot riippuvat niiden markkinahinnoista. Esimerkiksi internetissä leviävillä informaatiohyödykkeillä voi olla suuri hyvinvointivaikutus ilman, että tämä johtaisi niiden hintojen nousuun – näin siksi, että jo luotujen informaatiohyödykkeiden monistamisen kustannus on miltei olematon – ja jos näin käy, niiden paino ei sovellu kuvaamaan niiden koettua hyvinvointivaikutusta.

Bruttokansantuotteen käyttöä hyvinvoinnin mittarina puolustetaan kuitenkin usein sillä, että se korreloi vahvasti monien muiden hyvinvointimittareiden kanssa. Esimerkiksi Yhdistyneiden Kansakuntien määrittelemällä ja myös väestön koulutustason sekä odotettavissa olevan eliniän huomioivalla inhimillisen kehityksen indeksillä (*human development index*, HDI) ja ostovoimakorjatulla, henkeä kohden lasketulla bruttokansantuotteella on vahva korrelaatio (United Nations Development Programme, 2024).

Myöskään inhimillisen kehityksen indeksi ei ota huomioon esimerkiksi luontoarvojen tai vapaa-ajan määrän hyvinvointivaikutuksia. Yleisemmissä hyvinvointimittareissa esiintyviä suureita ovat esimerkiksi ympäristön laatu, turvallisuus ja koettu tyytyväisyys elämään. Näille annettavat painot perustuvat väistämättä osin myös mielipiteisiin pelkkien taloudellisten tosiseikkojen sijasta. Stiglitz ym. (2009, 2018) ovatkin perustellusti ehdottaneet, että yhden ”oikean” hyvinvointimittarin tuottamisen sijasta tilastoviranomaisten tulisi kerätä vertailukelpoista dataa useista eri elämänlaadun mittareista. Jos tällainen mittaristo on olemassa, sen käyttäjät voivat itse koota sen pohjalta oman arvomaailmansa mukaisia aggregaattitason hyvinvointimittareita.

Yhden oikean hyvinvointimittarin sijaan useita elämänlaadun mittareita.

Esimerkiksi OECD:n internetin välityksellä käytettävä *Better Life* -indeksi on käytännön sovellus tästä ideasta. Se nimeää yksitoista eri maissa vallitsevaan hyvinvointiin vaikuttavaa osa-alueetta, joilla menestymistä indeksissä mitataan nollasta kymmeneen ulottuvalla asteikolla. Indeksini käyttäjä voi itse valita, millaiset painot hän näille antaa, ja koota näin omien vakaumustensa mukaisen mittarin sille, miten suuri hyvinvointi eri maailman maissa vallitsee (OECD, 2020).

Bruttokansantuotteen tavoin *Better Life* -indeksin kaltaiset yleisemmät hyvinvointi-indikaattorit mittaavat hyvinvointia yhtenä ajankohtana, kuten tiettyinä vuotena. Yksi tapa lähestyä kehityksen kestävyuden mittaamista on täydentää bruttokansantuotetta erilaisten luonnonvarojen määrää (eikä vain hetkellistä kulutusta) kuvaavilla *varantosuuureilla*. Esimerkiksi Yhdistyneiden Kansakuntien määrittelemä ympäristötilinpito (*System of Environmental-Economic Accounting*, SEEA) on tilastokehikko, joka kokonaan toteutettuna sisältäisi materiaalivirtojen tilastoinnin ohella myös erilaisten materiaalien varantojen tilastoinnin (United Nations, 2014). Esimerkiksi Eurostat ja suomalainen Tilastokeskus ovat kuitenkin toistaiseksi toteuttaneet SEEA-kehikon tilastoista lähinnä vain virtasuureita eikä varantosuuureita kuvaavia tilastoja.

Stern, Nordhaus ja tulevien sukupolvien hyvinvointi

Aiemmin muun muassa Maailmanpankin pääekonomistina toiminut Nicholas Stern laati noin seitsemäntoista vuotta sitten Ison-Britannian hallituksen toimeksiannosta ilmastonmuutosta koskevan raportin (Stern, 2007), jossa päädyttiin dramaattisiin johtopäätöksiin. Raportissa sovelletaan kasvuteoriaa skenaarioihin, joissa ilmastonmuutokseen reagoitaisiin eri tavoin. Kaikissa skenaarioissa maailmantalous kasvoi pysyvästi, mutta ilmastonmuutos alensi niissä bruttokansantuotteen tasoa eri tavoin.

Sternin arvioissa päätös olla puuttumatta kasvihuoneilmiöön millään politiikkatoimilla vastaa hyvinvointivaikutuksiltaan maailman bruttokansantuotteen (ja samalla

Päätös olla puuttumatta kasvihuoneilmiöön aiheuttaisi suuria hyvinvointitappioita.

keskimääräisen aineellisen elintason) pysyvää vähintään viiden prosentin suuruista laskua. Pahimmassa tapauksessa ilmastonmuutoksesta aiheutuva elintason lasku saattaisi vastata jopa 20

prosenttia maailman bruttokansantuotteesta. Näissä luvuissa vertailukohtana toimi ajateltu tapaus, jossa kasvihuoneilmiötä ei olisi eikä siihen olisi tarpeen reagoida.

Sternin politiikkasuosituksena on dramaattinen ja nopea kasvihuonekaasupäästöjen supistaminen. Käytännön politiikkatoimena hän tarkastelee muun muassa globaalia hiilipäästöjen veroa, joka tarjoaisi kannusteen päästöjen supistamiseen. Hänen mukaansa kasvihuonekaasupäästöt rajoittavat toimet vastasivat nekin hyvinvointivaikutuksiltaan maailman bruttokansantuotteen pysyvää supistumista, mutta jos niitä toteutettaisiin, Sternin arvioissa pitkän tähtäimen bruttokansantuotteella mitattu elintason lasku voitaisiin saada rajoittumaan noin yhteen prosenttiin (Stern, 2007).

Koska kasvihuoneilmiön torjunnasta saatava hyöty sijoittuu suurelta osin kaukaisempaan tulevaisuuteen kuin sen aiheuttamat kustannukset, Sternin politiikkajohdopäätöksiin vaikutti oleellisesti se, miten tällä hetkellä saavutettavaa ja tulevien sukupolvien saavuttamaa hyvinvointia painotetaan toisiinsa verrattuna. Kasvuteorian malleissa tällaisia painoja kuvaa luku, jota nimitetään utiliteetin diskonttokoroksi tai puhtaaksi sosiaaliseksi aikapreferenssiasteeksi (*pure rate of social time preference*). Tätä käytän jatkossa lyhyempää nimitystä aikapreferenssiaste ja symbolia β . Suuremmat aikapreferenssiasteen β arvot vastaavat malleissa pienempää tulevien sukupolvien hyvinvoinnille annettavaa painoa ja päinvastoin.

Stern esittää, että ainoa eettisesti hyväksyttävissä oleva peruste antaa nykyään olemassa olevien henkilöiden hyvinvoinnille suurempi paino kuin tulevien sukupolvien hyvinvoinnille on se, että tulevien sukupolvien olemassaolo on epävarmaa, toisin kuin jo syntyneiden henkilöiden olemassaolo. Hän tulkitsee, että aikapreferenssiaste on ihmiskunnan tuhoutumisen todennäköisyys. Sternin mukaan tämä edellyttää, että ”tuhoutuminen” ymmärretään laajasti. Tällöin myös täydellistä tuhoutumista pienempi katastrofi, esimerkiksi ydinsota, joka tekisi ilmastonmuutoksen torjunnan irrelevantiksi, katsotaan tuhoutumiseksi. Stern antaa laskelmissaan tuhoutumisen todennäköisyydelle hämmentävän suuren arvon, 0,1 prosenttia vuodessa.

Kasvuteorian näkökulmasta meillä voi olla puhtaan aikapreferenssin ohella toinenkin syy painottaa oman elintasomme turvaamista tuleviin sukupolviin vaikuttavista politiikkatoimista päättäessämme. Elintaso, jota kasvuteoriassa mittaa yksityinen kulutus, on eri asia kuin hyvinvointi, ja kasvuteoriassa ajatellaan, että yksityisen kulutuksen ollessa jo valmiiksi suuri, sen kasvattamisen tuottama lisähyvinvointi käy vähitellen pienemmäksi.

Stern käytti laskelmissaan *isoelastista hyötyfunktioita*, joka on tavanomainen matemaattinen työkalu tällaisen heikkenevän hyvinvointivaikutuksen mallinnuksessa. Funktiossa esiintyy parametri, josta käytetään usein merkintää η , ja lisäkulutuksen hyvinvointivaikutus vähenee jo saavutetun elintason funktiona sitä nopeammin, mitä suurempi arvo parametrille η annetaan.

Tilanteille, joissa η on nolla tai yksi, voidaan antaa havainnolliset tulokset. Jos $\eta = 0$, koetun hyvinvoinnin lisäys ei mallin mukaan riipu alkuperäisestä kulutustasosta. Tämä merkitsee sitä, että esimerkiksi kymmenen tuhatta kuussa kuluttavan koettu hyvinvointi kasvaa satasen lisäkulutuksesta yhtä paljon kuin tuhat euroa kuussa kuluttavan. Jos taas $\eta = 1$, prosentuaalisesti samansuuruiset kulutuksen lisäykset lisäävät lisäkulutuksesta saatavaa hyvinvointia saman verran. Toisin sanoen jos $\eta = 1$, kymmentuhatta euroa kuussa kuluttava tarvitsisi tuhannen euron lisäkulutuksen saadakseen sen hyvinvointilisäyksen, jonka tuhat euroa kuussa kuluttava saisi jo satasen lisäkulutuksesta.

Tavanomainen utilitaristinen perustelu sosiaalisille tulonsiirroille perustuu oletukselle, jonka mukaan η on positiivinen. Tämän perustelun mukaan sosiaaliset tulonsiirrot lisäävät yhteenlaskettua hyvinvointia, koska jos kymmentuhatta euroa kuussa kuluttavalta otetaan satanen ja annetaan se tuhat euroa kuussa kuluttavalle, jälkimmäisen kuluttajan hyvinvointi kasvaa enemmän kuin edellisen alenee, ja siksi yhteenlaskettu hyvinvointi kasvaa.

Vastaavaa ajatusta voidaan soveltaa myös tulevien sukupolvien ja jo olemassa olevien henkilöiden hyvinvointitasojen vertailuun. Jos tulevien sukupolvien elintaso on korkeampi kuin meidän, maapallon nykyisen väestön elintason lisäys kasvattaa yhteenlaskettua hyvinvointia enemmän kuin samansuuruisen kaukaiseen tulevaisuuteen sijoittuva elintason lisäys sitä kasvattaisi. Siksi myös käsitykset tulevasta talouskasvusta ja sen tulevaisuudessa tuottamasta elintasosta ovat relevantteja ilmastonmuutoksen torjuntatoimien optimaalista tasoa arvioitaessa. Esimerkiksi Stern (2007) käytti laskelmissaan oletusta, jonka mukaan maailmantalouden pitkän tähtäimen kasvuvauhti olisi keskimäärin 1,3 prosenttia.

Diskonttikorko määrää, miten nykyistä ja tulevaa hyvinvointia arvotetaan.

Pian Sternin raportin julkaisemisen jälkeen Nordhaus kyseenalaisti Sternin aikapreferenssiastetta koskevat oletukset ja esitti vaihtoehtoiseen aikapreferenssiasteeseen perustuvia laskelmia (Nordhaus, 2007). Toisin kuin Stern, joka valitsi aikapreferenssiasteen eettisin perustein, Nordhaus kiinnitti sen havaittavissa olevien markkinakorkojen perusteella *Ramsey-yhtälöön* vedoten.

Ramsey-yhtälö on yksi kasvuteorian perustyökäluista. Sitä johdettaessa oletetaan, että markkinakorkoihin heijastuu ihmisten keskimääräinen puhdas aikapreferenssiaste (eli se, kuinka paljon mieluummin ihmiset haluavat hyvinvointia heti kuin joskus tulevaisuudessa), talouskasvun ilmaisema keskimääräinen elintason nousu ja myös se parametrin η arvo, joka tosiasiallisesti kuvaa elintason nousun tuottaman lisähyvinvoinnin supistumista elintason ollessa jo valmiiksi korkea. Kun markkinakorot, talouskasvu ja parametri η oletetaan tunnetuiksi, aikapreferenssiaste voidaan ratkaista Ramsey-yhtälöstä.¹

Nordhaus käytti omissa laskelmissaan matemaattiselta rakenteeltaan Sternin mallia muistuttanutta mallia, jota hän nimitti dynaamiseksi, integroiduksi ilmaston ja talouden malliksi (*Dynamic Integrated Model of Climate and the Economy*) tai DICE-malliksi. DICE-malli tuotti numeerisesti samaa suuruusluokkaa olevia arvoja optimaalisille ilmastotoimille kuin Sternin laskelmat, kun aikapreferenssiaste ja muutkin parametrit valittiin samoin. Nordhausin markkinakorkojen perusteella kiinnittämää aikapreferenssiastetta (1,5 prosenttia) käytettäessä optimaalinen hiilivero oli kuitenkin aluksi pieni ja pitkälläkin tähtäimellä vain alle kolmasosa Sternin oletuksista vastaavasta verosta (Nordhaus, 2007).

DICE-malli ja optimaaliset ilmastotoimet

Myöhemmin Nordhaus on kehittänyt DICE-malliaan eteenpäin. DICE-mallin vuonna 2023 julkistetulla versiolla on melko helppoa tehdä vertailuja Sternin ja Nordhausin valitsemien aikapreferenssiasteiden seurauksista. Kuvioden 2.1–2.4 esittämät vertailtavat laskelmat on laadittu DICE-mallin yksinkertaistettua versiota käyttäen.² Koska mallilaskelmat perustuvat oletuksiin, jotka koskevat kaukaisessa tulevaisuudessa tapahtuvaa teknologista kehitystä ja kasvihuonekaasujen pitkän tähtäimen vaikutuksia, ne on järkevämpää tulkita esimerkeiksi mahdollisista tulevaisuuden skenaarioista kuin varsinaisiksi ennusteiksi. Kuvioden laskelmissa DICE-mallin parametrien arvot on aikapreferenssiastetta ja siitä riippuvia päästöjen rajoitustoimia lukuun ottamatta kiinnitetty Nordhausin tarkastelemissa skenaarioissa esiintyvällä tavalla.

DICE-malli perustuu maailmantalouden laskennallisen ”bruttotuotoksen” (*gross output*) ja todellisen ”nettotuotoksen” (*net output*) väliselle erottelulle. Nettotuotos vastaa mallissa maailman bruttokansantuotetta, ja ”bruttotuotos” on tuotos, joka saavutettaisiin ajatellussa tilanteessa, jossa kasvihuoneilmiötä ei olisi eikä siihen tarvitsisi reagoida. Bruttotuotos poikkeaa nettotuotoksesta kahdesta syystä: siksi, että kasvihuonepäästöjen rajoitukset supistavat myös tuotosta, ja siksi, että lämmenneessä maailmassa elintaso jää alhaisemmaksi kuin mitä se ilman kasvihuoneilmiötä olisi. Mallissa bruttuotosta ja nettotuotosta yhdistetään kaava (Nordhaus, 2018)

$$\text{Nettotuotos} = \text{Lämpenemishaitta kerroin} * (1 - \text{Torjuntakustannus}) * \text{Bruttotuotos}$$

Torjuntakustannus (*abatement cost*) lasketaan olettaen, että jos kasvihuoneilmiöön ei reagoitaisi lainkaan, kasvihuonepäästöjen määrä olisi kullakin hetkellä brut-

totuutukseen verrannollinen. Julkisen sektorin päästöjä rajoittavat politiikkatoimet vähentävät tästä teoreettisesta päästömäärästä jonkin osuuden, jota kuvaa päästöjen supistuskertoimen (*emissions reduction rate*) μ . Kerroin μ määrää torjuntakustannuksen. Lämpenemishaittakertoimen (*damage function*) taas ilmaisee, kuinka suuri osa tuotoksesta jää saamatta ilmaston jo toteutuneen lämpenemisen vuoksi.

DICE-mallissa tulevaisuutta tarkastellaan viiden vuoden mittaisissa periodeissa, ja päästöjen supistuskertoimen μ on mallissa asetettavissa kullekin niistä erikseen. Kertoimen μ kasvattaminen merkitsee suurempia kasvihuoneilmiön torjuntakustannuksia, pienempää nettotuotosta ja alhaisempaa elintasoja, ja nämä haitat ilmenevät välittömästi. Pienemmät kertoimen μ arvot taas vastaavat suurempia kasvihuonekaasupäästöjä, ja ne näkyvät mallissa ilmaston lämpenemisenä ja lämpenemishaittakertoimen pitkäaikaisena kasvuna. Tällaiset haitat ajoittuvat suurimmalta osin kaukaiseen tulevaisuuteen. Siksi se, millaisia kerrointen μ arvoja pidämme optimaalisina, riippuu siitä, miten yhteenlaskettua hyvinvointia laskiessamme tulevaa ja nykyistä hyvinvointia painotamme.

Nordhaus (2018) erottelee toisistaan *hyvinvoinnin diskonttokoron* eli aikapreferenssiasteen ja *tavaroiden diskonttokoron*. Tavaroiden diskonttokorko vastaa reaalkorkoa eli sijoitusten keskimääräistä tuottoa, ja Nordhausin laskelmissa se on lyhyellä tähtämällä noin 4,5 prosenttia. DICE-malli ei määrää politiikkatoimien välillisesti kiinnittämiä, kasvihuonekaasupäästöjen rajoituksia kuvaavia kertoimia μ , ja periaatteessa julkinen sektori voisi valita ne mallissa miten vain. Jos kuitenkin julkisen sektorin tavoitteena on valintaa tehdessään maksimoida aikapreferenssiasteella diskontattua nykyisten ja tulevien sukupolvien yhteenlaskettua hyvinvointia, sen optimaalisina pitämät kertoimen μ arvot riippuvat aikapreferenssiasteen arvosta.

Kuten edellä todettiin, Ramsey-yhtälöstä voidaan johtaa aikapreferenssiaste, kun reaalikorot, yksityisen kulutuksen kasvuvauhti ja kasvavan kulutuksen heikkenevää hyvinvointivaikutusta kuvaava parametri η tunnetaan. Nordhausin uudella malliverziollaan tekemissä laskelmissa (ja myös kuvioiden 2.1–2.4 skenaarioissa) parametri η saa arvon $\eta = 0,95$. Valinta vastaa suunnilleen edellä kuvailtua tapausta, jossa lisäkulutuksen rajahyöty vähenee niin, että kulutuksen samansuuruiset prosentuaaliset muutokset vastaavat aina samansuuruisia koetun hyvinvoinnin lisäyksiä. Tällä parametrin η arvolla Nordhausin omiin laskelmiinsa valitsema aikapreferenssiaste (2,63 prosenttia) on suunnilleen Ramsey-yhtälön mukainen.

Nordhausin valitseman aikapreferenssiasteen käyttö ei kuitenkaan ole mikään mallin välttämätön piirre, koska DICE-mallissa kertoimet μ voidaan kiinnittää myös toisin (ja myös esimerkiksi Sternin ehdottaman aikapreferenssiasteen mukaisesti diskontattua yhteenlaskettua hyvinvointia maksimoiden). Toisaalta kun julkinen sektori on kiinnittänyt kertoimet μ , malli kuvaa niitä ja markkinoilla havaittavaa tavaroiden diskonttokorkoa vastaavan aikakehityksen, eikä aikapreferenssiaste enää suoraan vaikuta siihen.

Nordhausin tarkastelemissa skenaarioissa väestönkasvu hidastuu vähitellen niin, että maapallon väestö jää pysyvästi vähän alle 11 miljardin suuruiseksi. Myös koko-

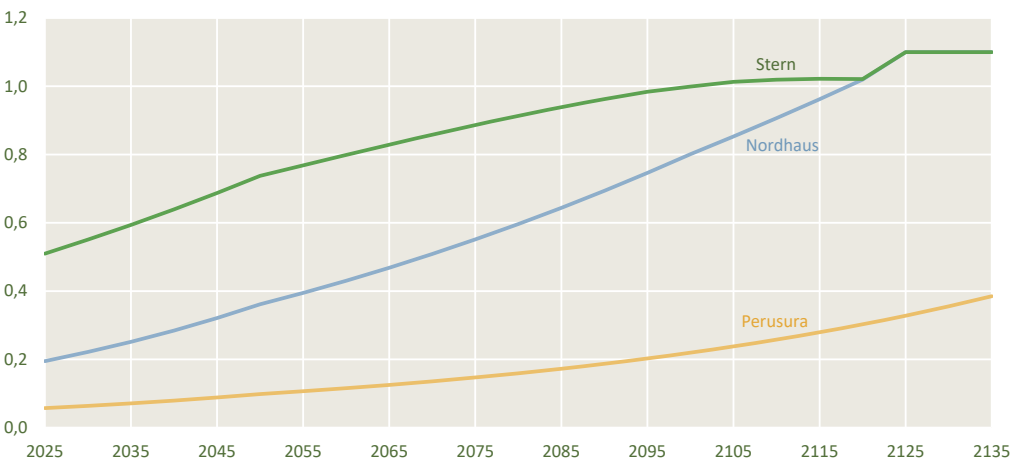
naistuottavuuden kasvu eli työn ja pääoman määrälliseen kasvuun perustumaton talouskasvu hiipuu vähitellen, mutta sen kasvun hiipuminen on Nordhausin valitsemilla parametrien arvoilla erittäin hidasta. Nordhausin neljänsadan vuoden päähän ulottuvassa skenaariossa maailmantalouden kokonaistuottavuus kasvaa lähivuosina noin 1,3 prosenttia vuosittain, ja vuoteen 2120 mennessä sen vuosikasvu on hidastunut 1,0 prosenttiin ja vuoteen 2420 mennessä 0,7 prosenttiin.

Koska kokonaistuottavuuden kasvu ja sitä vastaava talouskasvu on miltei eksponentiaalista, tuottavuuskasvu johtaa maailmantalouden bruttotuotoksen moninkertaistumiseen. Nordhausin aikapreferenssiastetta vastaavassa skenaariossa bruttotuotos on sadan vuoden kuluttua yli kahdeksankertainen ja neljänsadan vuoden kuluttua yli 500-kertainen nykyiseen verrattuna. Yksityinen kulutus määräytyy mallissa nettotuotoksesta, ja henkeä kohden lasketun kulutuksen kasvu on mallissa bruttotuotoksen kasvua hitaampaa sekä väestönkasvun että kasvihuoneilmiön takia. Henkeä kohden laskettu kulutus kasvaa sadassa vuodessa vähän yli kuusinkertaiseksi ja neljäsäsadassa vuodessa suunnilleen 380-kertaiseksi.

Rajallisten luonnonvarojen maailmassa tällainen kehitys edellyttää talouskasvun eriytymistä luonnonvarojen käytön kasvusta. Toisin sanoen mallin taustaoletuksena on, että talouskasvu muuttuu vähitellen laadullisesti entistä parempien tuotteiden ja palvelujen tuottamiseksi sen sijaan, että se perustuisi entistä suurempien fyysisten resurssien käyttöön (Hyytinen, 2022). Mallissa tämä oletus ilmenee myös siten, että siinä tuotannon määrään suhteutetut kasvihuonekaasupäästöt vähenevät vähitellen myös ilman ilmastotoimia. Toisin sanoen samansuuruinen bruttotuotos aiheuttaisi tulevaisuudessa vähäisemmät kasvihuonekaasupäästöt ja päästöt kasvai-

Kuvio 2.1

Päästöjensupistuserroin (μ) vuosina 2025–2135 kolmessa skenaariossa



Lähde: ©DICE2023-Excel-b-4-3-10-v18.3 ja kirjoittajan laskelmat.

sivat tuotosta hitaammin myös ilman, että päästöjen torjunnasta oltaisiin valmiita maksamaan.

Kuvio 2.1 esittää kertoimen μ arvoja kolmessa skenaariossa. Toisin sanoen kuvion 2.1 kolmea skenaariota vastaavat käyrät esittävät politiikkatoimien vuoksi toteutumatta jäävien hiilidioksidipäästöjen osuutta kaikista niistä päästöistä, jotka toteutuisivat, jos mitään päästöjä rajoittavia politiikkatoimia ei toteutettaisi.

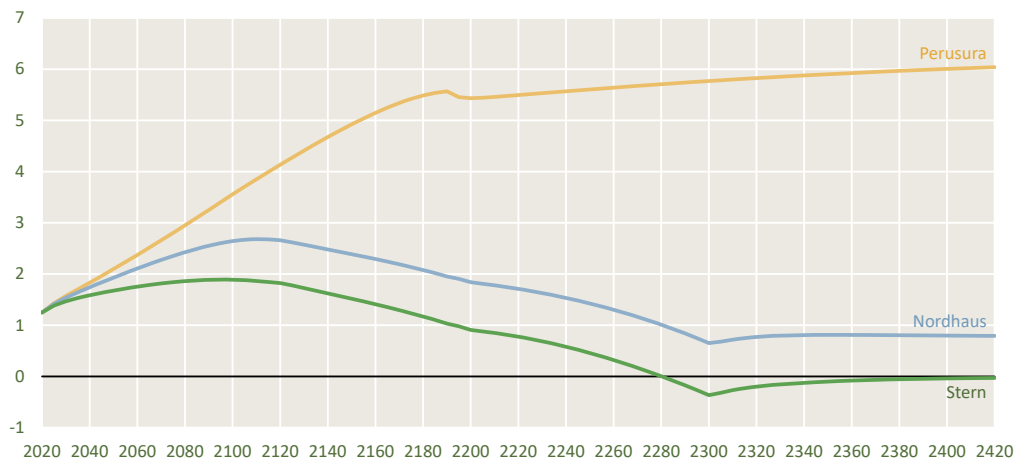
Nordhaus-skenaariossa kertoimen μ arvot on optimoitu Nordhausin markkinakorkoihin vedoten kiinnittämää aikapreferenssiastetta ($\beta = 2,63\%$) vastaavasti, ja Stern-skenaariossa Sternin eettisin perustein kiinnittämää aikapreferenssiastetta ($\beta = 0,1\%$) vastaavasti aikavälillä 2025–2120. Pienemmällä aikapreferenssiasteella nykyistä elintasoa alentavat mutta tulevaisuudessa hyödylliset politiikkatoimet näyttäytyvät perustellummilta kuin suuremmalla, ja siksi Stern-skenaariossa kerroin μ on aluksi oleellisesti suurempi kuin Nordhaus-skenaariossa. Perusura kuvaa kertoimen μ arvoa ajatellussa tapauksessa, jossa ilmastonmuutosta torjuvat politiikkatoimet rajoittuisivat vain jo päätettyihin toimiin ja mitään uusia toimia ei toteutettaisi.³

Laskelmissaan Nordhaus on oletanut, että ensi vuosisadalla saadaan käyttöön teknologioita, joilla ilmakehästä saadaan poistettua hiilidioksidia ja että siksi ensi vuosisadalla kerroin μ alkaa saada jonkin verran ykköstä suurempia arvoja (vuosina 2125–2200 kerroin μ on hänen laskelmassaan 1,1 ja 2200-luvulla se on 1,05). Kuvioiden 2.1–2.4 esittämissä laskelmissa μ on asetettu vuodesta 2025 alkaen samansuuriseksi kuin Nordhausin skenaarioissa.

Kuvio 2.2 esittää DICE-mallilla laskettua ilmakehän lämpötilan nousua vuoden 1900 tasoon verrattuna tarkastelemisamme skenaarioissa. Perusskenaariossa, jossa

Kuvio 2.2

Ilmakehän lämpötilan nousu (°C) vuoteen 1900 verrattuna vuosina 2020–2420 kolmessa skenaariossa



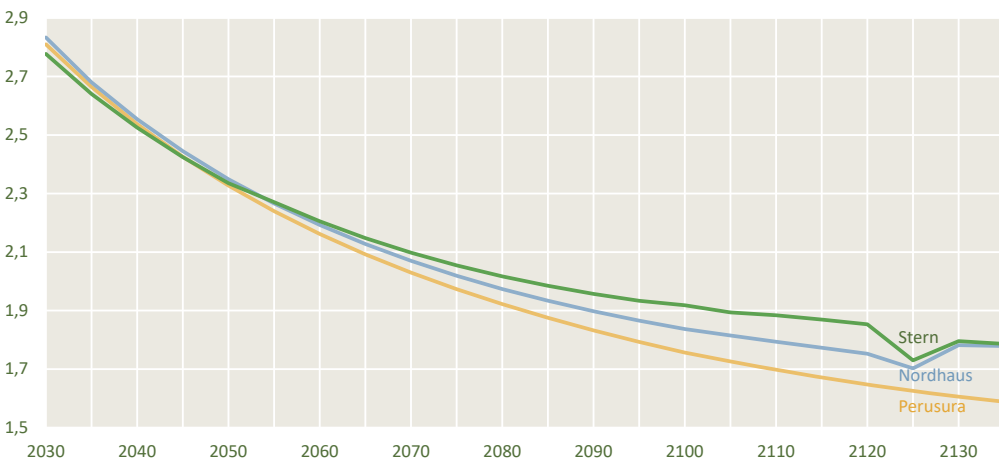
mitään uusia politiikkatoimia ei toteuteta, lämpötilan nousu on niin voimakasta (lähes kuusi astetta), että skenaariota voitaneen pitää lähinnä teoreettisena vertailukohtana. Stern-skenaariossa lämpötilan nousu rajoittuu alle kahteen asteeseen, mutta Nordhaus-skenaariossa nousu on suurimmillaan (juuri ennen kuin hiilidioksidia aletaan ”imuroimaan” ilmakehästä ensi vuosisadalla) lähes 2,7 astetta.

Kuvio 2.3 esittää maailmantalouden nettotuotoksen (tai bruttokansantuotteen) vuosikasvua 2030–2135. Stern-skenaariossa ja Nordhaus-skenaariossa myöhempi kasvuvauhti on suunnilleen samansuuruinen, vaikka nettotuotoksen tasot ovatkin niissä erilaisia. Koska Stern-skenaariossa annetaan myöhemmin saavutettavalle hyvinvoinnille suurempi paino kuin Nordhaus-skenaariossa, siinä talouskasvu on aluksi hitaampaa kuin Nordhaus-skenaariossa, mutta tilanne muuttuu päinvastaiseksi myöhemmin. Stern-skenaarion radikaalimpien ja Nordhaus-skenaarion maltillisempien ilmastotoimien ero näyttäytyy kuviossa kenties yllättävänkin pienenä talouskasvuerona: aluksi vuosittainen talouskasvu on Nordhaus-skenaariossa noin 0,05 prosenttiyksikköä nopeampaa, ja myöhemmin, eron ollessa suurimmillaan Stern-skenaarion hyväksi, talouskasvu on Stern-skenaariossa 0,1 prosenttiyksikköä nopeampaa. Kuvioista ilmenee myös, että perusuran mukainen politiikka (eli se, että mitään uusia ilmastomuutosta rajoitettavia toimia ei toteuteta) on hitaimpaan pitkän tähtäimen talouskasvuun johtava politiikkavaihtoehto.

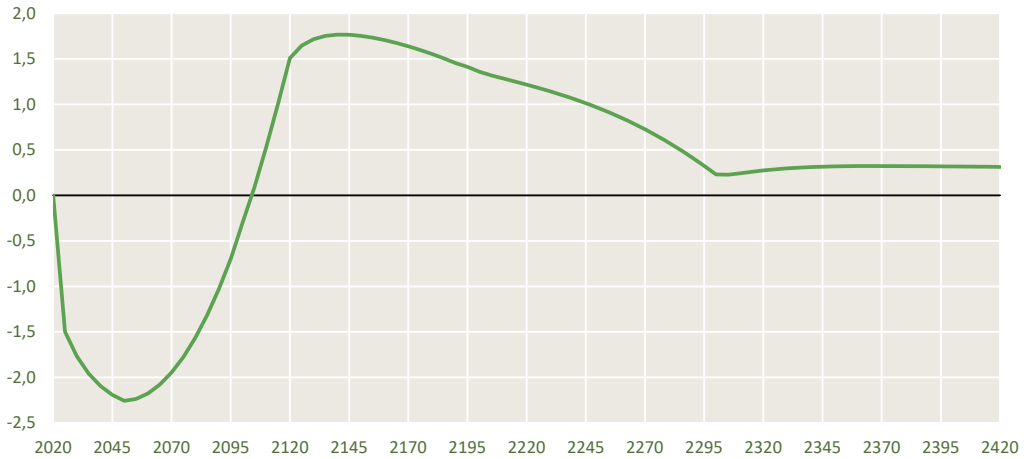
Pienetkin kasvuvauhtien erot kumuloituvat riittävän pitkällä aikavälillä suuremmiksi hyvinvoinnin eroiksi. Kuvio 2.4 esittää maailmantalouden nettotuotoksen eroa Stern-skenaariossa Nordhaus-skenaarioon verrattuna. (Teoreettisessa perusskenaariossa nettotuotos supistuisi neljässä sadassa vuodessa noin 17 prosenttia Nordhaus-

Kuvio 2.3

Maailmantalouden vuosikasvu (%) 2030–2135 kolmessa skenaariossa



Kuvio 2.4

Maailmantalouden nettotuotoksen ero (%) Stern-skenaariossa Nordhaus-skenaarioon verrattuna 2020–2420

Lähde: ©DICE2023-Excel-b-4-3-10-v18.3 ja kirjoittajan laskelmat.

skenaariota pienemmäksi.) Kahden skenaarion välinen ero maailman bruttokansantuotteessa Nordhaus-skenaarion hyväksi saa suurimman arvonsa noin vuonna 2055, jolloin se on noin 2,3 prosenttia, ja eron ollessa suurimmillaan Stern-skenaarion hyväksi se on noin 1,8 prosenttia.

Henkeä kohden laskettua hyvinvointia mittaava hyvinvointifunktio määräytyy DICE-mallissa nettotuotoksesta ja väestömäärästä. Koska väestönkasvu on samanlaista kaikissa tarkastelluissa skenaarioissa, väestökin on kullakin periodilla skenaarioissa samanlainen ja siksi Stern-skenaariossa hyvinvointi on Nordhaus-skenaariota suurempaa silloin, kun kuvion 2.4 käyrä on nollatason yläpuolella. Silloin kun Nordhausin puhdasta sosiaalista aikapreferenssiä vastaava nettotuotos on suurempi kuin Sternin aikapreferenssiä vastaava nettotuotos, Nordhausin aikapreferenssi tuottaa korkeamman hyvinvointitason kuin Sternin, ja päinvastoin.

Positivismi vai etisismi?

Weisbach ja Sunstein (2009) nimittävät ajattelutapaa, jonka mukaan hyvinvointifunktioissa eri ajankohtien painoarvojen tulee perustua ihmisten havaittavaan taloudelliseen käyttäytymiseen, *positivismiksi*. Kuten edellä nähtiin, Nordhausin ajattelutapa on positivistinen sikäli, että hänen valitsemaansa aikapreferenssiaste perustui markkina-korkoihin. Weisbachin ja Sunsteinin (2009) terminologiassa *etisismi* taas tarkoittaa ajattelutapaa, jossa hyvinvointifunktion valintaa motivoidaan Sternin tavoin eettisin perustein (vrt. Arrow ym., 1996).

Kuten Weisbach ja Sunstein (2009) huomauttavat, kasvihuoneilmiötä ja kaukaisessa tulevaisuudessa saavutettavaa hyvinvointia tarkasteltaessa ”etisistit” ja positivistit näyttäisivät puhuvan osin eri asioista. Esimerkiksi kuvioiden 2.1–2.4 esittämässä DICE-malliin perustuvissa laskelmissa on käytetty sekä positivistisesti että ”etisistisesti” perusteltua tulevaisuuden diskonttausta. Kuvioiden aikakehitykset eivät itses-

Markkinakorkoihin perustuvat laskelmat eivät vastaa eettiseen kysymykseen.

sään viittaa eettisiin periaatteisiin vaan lausuvat vain malliennusteita sille, miten maailmantalous ja maapallon lämpötila kehittyisivät, jos tiettyjä politiikkatoimia toteutettaisiin, ja niiden kannalta relevantteja korkoja ovat markkinakorot. Toisaal-

ta politiikkatoimien valinnat – jota mallissa edustavat päästöjensupistuskertoimen μ arvon kiinnittäminen eri periodeilla – voivat DICE-mallissa perustua eettiseen näkemykseen oikeasta tavasta jakaa hyvinvointia nykyisten ja tulevien sukupolvien kesken.

Greaves (2017a) havainnollistaa tilannetta erottelemalla kysymyksen siitä, millaisia investointiprojekteja meidän kannattaa toteuttaa, jos päätämme investoida, ja kysymyksen siitä, pitäisikö meidän ylipäätään investoida vai ei. Jos esimerkiksi haluaisimme toteuttaa DICE-mallin seuraavalla periodilla (2025–29) investoinnin, jonka hyöty realisoituisi sata vuotta myöhemmin periodilla 2125–29, meidän ei olisi järkevää valita investointiprojektia, jonka tuotto alittaisi markkinakoron; silloinhan projekti hyödyttäisi sadan vuoden kuluttua tulevaisuudessa eläviä ihmisiä vähemmän kuin olisi ollut mahdollista. Markkinakorkoihin perustuvat laskelmat eivät kuitenkaan vastaa eettiseen kysymykseen siitä, tulisiko meidän toteuttaa tulevia sukupolvia hyödyttävää investointiprojektia vai ei, ja tämän kysymyksen kannalta relevantti korko on eettisin perustein kiinnitetty puhdas aikapreferenssiaste (vrt. Gollier, 2015; Goulder & Williams, 2012).

”Positivistisesti” eli markkinakorkoihin perustuen valittua aikapreferenssiastetta voitaisiin kenties pitää eettisesti oikeana, jos kasvihuoneilmiön ja kaukaisen tulevaisuuden sijasta tarkastelun kohteena olisi lähempänä tulevaisuudessa saatava hyöty, joka kohdistuisi jo nyt olemassa oleviin henkilöihin – näin siksi, että positivistien valitsema markkinakorkoihin perustuva aikapreferenssiaste kuvastaa ihmisten taloudellisessa käytöksessään ilmaisemia preferenssejä.

Elämällä tänä vuonna mahdollisimman säästäväsiksi, sijoittamalla näin ylijääneen varallisuuden ja kuluttamalla sijoituksen tuoton kymmenen vuoden kuluttua voisin todennäköisesti tuolloin saavuttaa enemmän kulutusta kuin tänä vuonna menettäisin, mutta käytännössä silti havaitsemme, että useimmat ihmiset eivät minimoi nykyistä kulutustaan voidakseen maksimoida tulevan kulutuksensa. Ilmiötä voidaan osin selittää sillä, että talouskasvu pienentää tulevaisuuteen siirretyn lisäkulutuksen hyvinvointivaikutusta (koska silloin keskimääräinen kulutus on jo valmiiksi nykyistä suurempaa). Ramsey-yhtälön mukaan tämä kuitenkin selittää ihmisten havaitun taloudellisen käytöksen vain osittain. Sen mukaan selityksenä on osin puhdas aikapreferenssi eli se, että ihmiset arvostavat nykyistä hyvinvointiaan enemmän kuin tulevaa hyvinvointiaan.

Niin kauan kuin rajoitumme tarkastelemaan jo nyt olemassa olevien ihmisten hyvinvointia, voimme ajatella, että tällainen ”lyhytnäköisyys” on ihmisten tavanomainen preferenssi, jonka pitäisi demokraattisessa yhteiskunnassa näkyä poliittisissa päätöksissä. Jos Nordhausin Ramsey-yhtälöstä ratkaisemaan aikapreferenssiasteeseen asennoidutaan ihmisten keskimääräisen lyhytnäköisyyden kvantitatiivisena mittarina, Nordhausin ”positivistisen” diskonttaamisen käyttöä poliittisessa päätöksenteossa voitaisiin perustella demokratialla (vrt. Greaves, 2017a) ja pitää siksi eettisesti oikeutettuna. Tämä ei kuitenkaan ole perustelu sille, miksi markkinakorkoihin perustuva aikapreferenssiasteen käyttö olisi eettisesti hyväksyttävää silloinkin, kun tarkastelun kohteena on tulevien sukupolvien hyvinvointi; eiväthän tulevien sukupolvien preferenssit vielä näy tämänhetkisessä taloudellisessa päätöksenteossa.

Saammeko painottaa lähitulevaisuudessa saavutettavaa hyvinvointia myöhempää hyvinvointia enemmän?

Aikapreferenssiasteelle on esitetty Sternin ehdottamaa arvoa suurempia arvoja myös filosofisin perustein. Haastattelututkimus (Nesje ym., 2023) selvitti tulevan hyvinvoinnin diskonttaamisen ongelmiin perehtyneiden filosofien näkemyksiä aikapreferenssiasteesta. Tulokseksi saatiin, että filosofit ja ekonomistit ovat ehdottaneet samaa suuruusluokkaa olevia arvoja (noin kahta prosenttia vuosittain) aikapreferenssiasteelle, vaikka heidän sille esittämänsä perustelut ovatkin olleet erilaisia.

Yksi tapa argumentoida positiivisen aikapreferenssin puolesta olisi todeta, että on moraalisesti hyväksyttävää antaa suurempi painoarvo läheistensä hyvinvoinnille kuin vähemmän läheisten henkilöiden hyvinvoinnille. Nordhaus on perustellut käyttämäänsä aikapreferenssiastetta myös tällaisin argumentein. Vaikka hän tulkitsikin Sternin alkuperäisen mallin malliksi, joka kuvaa ”markkinoiden ja tällä hetkellä olemassa olevien politiikkatekijöiden tuloksia” (Nordhaus, 2007) eikä moraaliseksi arvioinniksi näiden tulosten toivottavuudesta, hän on myöhemmin perustellut laskelmiaan myös huomauttamalla, että on luonnollista huolehtia lapsistaan enemmän kuin lapsenlapsistaan, ja lapsenlapsista enemmän kuin kauempana tulevaisuudessa sijaitsevista jälkeläisistä (Nordhaus, 2013).

Myös Mogensen (2022) toteaa, että meillä voi olla toimijasta riippuvia ja yhteenkuuluvuuteen (*kinship*) perustuvia velvoitteita, jotka kohdistuvat jo olemassa oleviin tai lähitulevaisuudessa syntyviin henkilöihin ja jollaisia meillä ei ole kaukaisemmassa tulevaisuudessa syntyviä henkilöitä kohtaan. Tällaiset velvoitteet vähenevät vähitellen, kun ryhdymme tarkastelemaan nykyajan sijasta yhä kaukaisempaa tulevaisuutta. Mogensenin mukaan positiivista aikapreferenssiastetta voidaan pitää idealisoivana, yksinkertaistavana oletuksena, jolla kasvuteorian malleissa kuvataan yhteenkuuluvuuteen perustuvaa eri sukupolvien hyvinvoinnin priorisointia.

Toisaalta myös nopeampaa kasvihuoneilmiöön reagoimista voitaisiin puolustaa usein eri perustein. Jotkut niistä liittyvät tulevaisuutta koskevaan epävarmuuteen.

Ekonomistien hyvinvointifunktioihin perustuva lähestymistapa on käyttökelpoinen silloinkin, kun emme osaa ennustaa tekojemme seurauksia, jos erilaisilla tulevaisuuden skenaarioita on hyvin määritellyt todennäköisyydet, mutta tilanne muuttuu ongelmallisemmaksi sellaisen syvän epävarmuuden tilanteessa, jossa todennäköisyyksiäkään ei ole olemassa (ks. esim. Etner ym., 2010).

Kuvioiden 2.1–2.4 laskelmissa oletettiin, että 2100-luvulla kehitettäisiin entistä tehokkaampia hiilinieluja, joiden avulla aiemmin tuotettuja kasvihuonekaasuja voitaisiin poistaa ilmakehästä. Esimerkiksi tämän oletuksen todennäköisyyttä on vaikea

Filosofit ja ekonomistit
päätyvät eri lähtökohdista
samaa aikapreferenssiin.

arvioida. Vielä pidemmän tähtäimen vaikutusten arvioiminen on vaikeaa myös siksi, että luonnon omaa toimintaa hiilinieluna (eli maa-alueiden ja valtamerien kykyä sitoa kasvihuonekaasuja) on vaikea ennustaa. Voidaan ajatella, että vaikka katastrofaalisimmat

mahdolliset tulevaisuuden skenaariot eivät todennäköisiltä tuntuisikaan, meidän pitäisi silti varmistaa, etteivät ne toteudu. Tämä voi edellyttää Sterninkin ehdotuksiin verrattuna nopeampaa kasvihuonekaasupäästöjen supistamista.

Kuten useimmissa muissakin kasvumalleissa, kullakin periodilla olemassa olevia henkilöitä esittää DICE-mallissa keskimääräinen kuluttaja. Mallissa kuluttajan hyvinvoinnin kannalta luontoarvot ja aineellinen elintaso ovat vaihdettavissa olevia osatekijöitä: mallissa kuluttaja voi saavuttaa lämmenneemmässä maailmassa saman hyvinvoinnin tason kuin vähemmän lämmenneessä, jos maailmantalouden bruttotuotos on vastaavasti suurempi. Käytännössä kuluttajat ovat nyt ja tulevaisuudessa erilaisia, ja myös tulevaisuudessa ilmaston lämpeneminen vahingoittaa osaa maapallon väestöstä enemmän kuin toisia.

Makrotaloustieteessä on esitetty määritelmiä myös eriarvoisuusnäkökohdat huomioon ottaville, tulevaa hyvinvointia diskonttaaville koroille (Fleurbaey & Zuber, 2015). Käytännössä ilmastonmuutoksen haittojen epätasaista jakautumista olisi vaikeaa sisällyttää kasvuteoreettisiin malleihin. Esimerkiksi lyhyellä tähtäimellä ilmastomuutoksen torjunnasta saadun nettohyödyn voidaan katsoa olevan mallilaskelmia suurempaa siksi, että sen torjunnan kustannukset kohdistuvat ensisijaisesti keskimääräistä varakkaampiin henkilöihin ja että ilmastomuutoksen torjunta hyödyttää lyhyellä tähtäimellä enemmän köyhiä kuin rikkaita (Greaves, 2017a). Pitkällä tähtäimellä tilanne saattaa olla myös päinvastainen, jos tulevaisuudessa varakkaammat henkilöt arvostavat luontoarvoja enemmän kuin vähemmän varakkaat.

Mallilaskelmissa suosittelua nopeampaa kasvihuonekaasupäästöjen rajoittamista voitaisiin perustella myös tekemällä tavanomaisiin moraalikäsitteisiin kuuluva erotelu vahingoittamisen ja auttamatta jättämisen välillä. Voidaan ajatella, että meillä on velvollisuus olla vahingoittamatta niitä tuleviin sukupolviin kuuluvia henkilöitä, joita huonompi luonnonympäristö tulevaisuudessa ensisijaisesti vahingoittaisi, vaikka meillä ei olisikaan velvollisuutta auttaa tulevia sukupolvia esimerkiksi tekemällä niille korkeamman elintason turvaavia, yhteenlaskettua hyvinvointia lisääviä investointeja (Kelleher, 2017). Koska DICE-malli ja kasvuteorian muutkin mallit tarkastelevat tu-

levaisuuden skenaarioita vain eri skenaarioissa syntyvän yhteenlasketun hyvinvoinnin näkökulmasta, tällaista erottelua ei voida niissä tehdä.

Näitä näkökohtia voidaan täsmentää tekemällä moraalifilosofiassa tavanomainen erottelu tekojen *oikeudenmukaisuuden* ja lopputulosten *hyvyyden* tai arvon välillä (Greaves, 2017a). Erottelun mukaan henkilöillä voi olla *oikeuksia* (vaikkapa saada lainaamansa rahat takaisin), joiden toteutuminen ei välttämättä johda hyvinvoinnin maksimoivaan lopputulokseen. Jos tällaisia oikeuksia on olemassa, maksimaaliseen hyvinvointiin johtava toiminta (kuten esimerkiksi se, että velan maksamisen sijasta velallinen lahjoittaisikin lainaamansa rahat jollekin tehokkaasti toimivalle hyväntekeväisyysjärjestölle) voi olla eettisesti väärin. Jos tällainen deontologinen (eli velvollisuuksista lähtevä) ajattelutapa hyväksytään ja jos tulkitsemme lämpenemättömässä maailmassa elämisen tulevien sukupolvien oikeudeksi, jota meillä on velvollisuus kunnioittaa, voidaan päätyä ajattelemaan, että ilmastonmuutosta on torjuttava nopeammin kuin mitä hyvinvoinnin maksimointi edellyttäisi.

Hyvinvoinnin arvioinnin periaatteellisempia ongelmia

Hyvinvointitasojen vertailuun perustuva lähestymistapa voidaan haastaa myös kysymällä, ovatko erityyppiset hyvinvoinnin muodot tai eri henkilöiden hyvinvointien tasot verrattavissa (Greaves, 2017a). On myös huomattava, että teemme pysyväisluonteisia päätöksiä tulevien sukupolvien puolesta näiden mieltymyksiä tuntematta päättäessämme, miten tehokkaasti ilmastonmuutosta torjumme, koska tulevat sukupolvet elävät kasvihuoneilmaston vuoksi luonnonolosuhteiltaan toisenlaisessa maailmassa kuin me. Kärkevästi ilmaisten päätöstä tehdessä vallitsee nykyajan ihmisten tyrannia (*tyranny of the contemporary*): tuleviin sukupolviin kuuluvat henkilöt joutuvat toteamaan, että asioista on päätetty heidän puolestaan ennen heidän syntymäänsä (Gardiner, 2011).

Ongelmallista on sekin, että nykyajan ihmiset ratkaisevat käytöksellään, keitä tulevien sukupolvien yksilöt ovat. Tarkastellessamme kahta dramaattisesti erilaista, tällä hetkellä valittavissa olevaa politiikkavaihtoehtoa (kuten vaikkapa kuvioden 2.1–2.4 havainnollistamia Sternin ja Nordhausin näkemyksiä vastaavia ilmastotoimia) voidaan melkoisella varmuudella todeta, että yhdessä vaihtoehdossa kahdensadan vuoden kuluttua olemassa olevat ihmiset ovat kaikki eri henkilöitä kuin ne ihmiset, jotka ovat olemassa kahdensadan vuoden kuluttua toisessa vaihtoehdossa. Jos näin on, emme voi tarkkaan ottaen sanoa, että jollakulla henkilöllä menisi esimerkiksi ”sterniläisten” ilmastotoimien seurauksena kahdensadan vuoden kuluttua paremmin kuin hänellä menisi ”nordhauslaisten” ilmastotoimien seurauksena, mutta emme voi väittää myöskään päinvastaista – eiväthän yhdessä vaihtoehdossa esiintyvät henkilöt olisi toisessa vaihtoehdossa edes olemassa (Mogensen, 2022; Parfit, 1984).

Yhteiskuntafilosofinen ongelma tulevien yksilöiden identiteetistä voi tuntua teoreettiselta, eikä se haittaa kasvuteoriaa soveltavaa ekonomistia, jonka käyttämissä malleissa vallitseva hyvinvointi saadaan laskelmalla olemassa olevien henkilöiden hyvin-

vointitasot yhteen pohdiskelematta, keitä kyseiset henkilöt ovat. Toinen soveltavassa etiikassa paljon keskustelua herättänyt utilitarismin ongelma – niin sanottu *vastenmielinen johtopäätös* – on kuitenkin ongelmallisempi myös kasvuteorian näkökulmasta.

Edellä tarkastellut DICE-mallilla tehdyt laskelmat sisälsivät samat väestönkasvua koskevat oletukset: kaikissa tarkastelluissa skenaarioissa väestönkasvun oletettiin vähitellen hidastuvan ja maapallon väestön jäävän pysyvästi vähän alle 11 miljardin suuruiseksi. Nordhausin ja Sternin näkemyksiä vastaavissa skenaarioissa maailman väestö oli siis kullakin periodilla samansuuruinen. Jos väkiluvut olisivat poikenneet

Kasvuteorian tapa käsitellä yli sukupolvien hyvinvointia on idealisaatio.

toisistaan, suurempi väkiluku olisi itsessään voinut riittää tekemään yhteenlasketusta hyvinvoinnista suuremman, koska hyvinvointi laskettiin kaikkien ihmisten hyvinvointien summana. Jos esimerkiksi jossakin skenaariossa A olisi enemmän ihmisiä kuin jossakin

toisessa skenaariossa B, hyvinvointifunktiofunktio voisi saada skenaariossa A suuremman arvon kuin skenaariossa B, vaikka edellisessä skenaariossa kaikkien henkilöiden hyvinvointi olisi koko ajan alhaisempi kuin jälkimmäisessä skenaariossa.

Kun koko maailman hyvinvointifunktio lasketaan yksittäisten ihmisten hyvinvointitasot summaamalla, voidaan päätellä, että kuvitellussa liikakansoitettussa ja ankeassa maailmassa hyvinvointifunktion arvo olisi nykyistä hyvinvoinnin tasoa suurempi edellyttäen, että ihmisiä olisi siinä tarpeeksi ja heistä kunkin hyvinvoinnin taso olisi vähän yli nolla. Tämä vastenmieliseksi johtopäätökseksi nimitetty seuraus pätee riippumatta siitä, miten korkea hyvinvointi maailmassa nyt vallitsee (Greaves, 2017b; Parfit, 2016).

Vastenmielisen johtopäätöksen on todistettu pätevän kaikille hyvinvointifunktioidelle, jotka toteuttavat joukon tervejärkisiltä ja ilmeisiltä tuntuvia ehtoja (Arrhenius, 2000), mutta silti ajatus, jonka mukaan toivottomasti liikakansoitettu maailma olisi nykyistä parempi vain siinä elävien ihmisten suuremman lukumäärän vuoksi, tuntuu ilmeisen järjettömältä. Vastenmielinen johtopäätös voitaisiin yrittää kiertää mittaamalla hyvinvointia ihmisten keskimääräisellä hyvinvoinnilla, mutta tämäkään vaihtoehto ei tunnu eettisesti hyväksyttävältä: tuntuuhan suuremman ihmisjoukon hyvinvointi paremmalta asialta kuin pienemmän.

Lähestyttäessä sukupolvien välisen oikeudenmukaisuuden ongelmia kasvuteorian työkaluin luontevinta lieneekin ajatella, että yhteiskuntien ja tilanteiden välisen paremmuuden vertailu hyvinvointifunktioiden avulla on idealisaatio samaan tapaan kuin muutkin malleissa esiintyvät yksinkertaistavat oletukset. Kasvuteorian mallit ovat idealisoituja esimerkiksi siksi, että niissä kuluttajat ovat yleensä keskenään samanlaisia ja aina omaa hyvinvointiaan maksivoivia, ja siksi yritykset niissä aina maksivoivat voittoa, ja niin edelleen. Tulevaisuudessa saavutettavan diskontatun hyvinvoinnin maksimointiin on luontevaa asennoitua idealisaationa samantapaisessa mielessä: se tavoittaa oleellisia osia eri skenaarioiden eettisiin kriteerein tapahtuvaan vertailuun liittyvistä näkökohdista, mutta osa relevanteista eettisistä näkökohdista jää myös mallinnuksen ulkopuolelle (Mogenssen, 2022).

Johtopäätöksiä

Edellä todettiin, että vaikka bruttokansantuote ei mittaakaan hyvinvointia, se korreloi vahvasti hyvinvoinnille ehdotettujen mittareiden kanssa. Hyvinvoinnin mittaaminen on vaikeaa, ja sille ehdotetuissa mittareissa hyvinvoinnin eri osatekijöille asetettujen painojen valinta olisi syytä nähdä osin mielipidekysymyksenä. Esimerkiksi OECD:n *Better Life* -indeksi vastaa tätä ajattelutapaa, sillä se sisältää objektiivisiksi tarkoitettuja mittareita hyvinvoinnin eri osa-alueille, mutta jättää niille annettujen painojen asettamisen indeksin käyttäjän tehtäväksi.

Näkemyksemme optimaalisista ilmastonmuutoksen torjuntatoimista riippuu siitä, miten tärkeänä tulevien sukupolvien hyvinvointia jo olemassa olevien ihmisten hyvinvointiin verrattuna pidämme. Kasvuteoriassa näkemys eri aikakausina vallitsevan hyvinvoinnin painoarvosta ilmenee *puhtaassa aikapreferenssiasteessa* β . Sen arvo on toisinaan kiinnitetty ”positivistisesti” eli ihmisten havaittavan taloudellisen käytöksen perusteella ja toisinaan ”etisistisesti”, eettisiin argumentteihin vedoten. Kahdella eri tavalla määritetyt aikapreferenssiasteet näyttäisivät olevan vastauksia eri kysymyksiin. ”Etisistisesti” kiinnitetty aikapreferenssiaste on relevantti kysyttäessä, pitäisikö meidän tinkiä elintasostamme tulevien sukupolvien hyväksi, ja ”positivistisesti” määritetty taas pohdittaessa, miten tulevien sukupolvien hyväksi tehdyt toimet pitäisi käytännössä toteuttaa.

William Nordhausin kehittämällä dynaamisella, integroidulla ilmaston ja talouden mallilla eli DICE-mallilla tehdyt laskelmat havainnollistavat näiden kysymysten eroa. Lisäksi laskelmat havainnollistavat, että tulevaisuudessa saavutettavan hyvinvoinnin diskonttaamisen tapaan tehdyillä muutoksilla voi olla dramaattisia vaikutuksia siihen, miten hyödyllisyyttä arvioidaan vihreän murroksen edistämiseksi ja kasvihuonepäästöjen rajoittamiseksi tehdyissä politiikkatoimissa.

Nordhaus on käyttänyt laskelmissaan systemaattisesti markkinoiden toiminnassa ilmeneviä aikapreferenssiasteita. Stern (2007) esittää, että ainoa eettisesti hyväksyttävä tapa asettaa politiikkatoimista päätettäessä positiivinen arvo aikapreferenssiasteelle on se, että tulevien sukupolvien olemassaolo on epävarmaa, toisin kuin jo syntyneiden henkilöiden olemassaolo. Kumpikin vaihtoehto johtaa DICE-mallissa oleellisesti suurempiin kasvihuonepäästöjen rajoituksiin kuin pitäytyminen jo nyt päätetyissä ilmastonmuutosta hidastavissa politiikkatoimissa.

DICE-mallilla tehtyjen laskelmien mukaan ilmakehä lämpenisi sadassa vuodessa 1900-luvun alun tasoon verrattuna Nordhausin aikapreferenssiastetta käytettäessä vähän alle kolme astetta ja Sternin aikapreferenssiastetta käytettäessä vähän alle kaksi astetta. Mallilla tehdyissä laskelmissa ilmakehän lämpötila laskee myöhemmin, sillä Nordhaus olettaa, että ensi vuosisadalla otetaan käyttöön uuteen teknologiaan perustuvia entistä suurempia hiilinieluja. Elintaso mittaava maailmantalouden nettotuotos on tällä vuosisadalla Nordhausin näkemystä vastaavassa skenaariossa korkeampi kuin Sternin näkemystä vastaavassa skenaariossa – ja suurimmillaan ero on noin 2,3

prosenttia – mutta myöhemmin tilanne on päinvastainen. Suurimmillaan, ensi vuosisadalla, vastakkaissuuntainen ero on noin 1,8 prosenttia.

Aikapreferenssiasteelle on ehdotettu Sternin näkemystä suurempia arvoja myös eettisin perustein muun muassa siksi, että meillä on jo olemassa olevia ja seuraavaan sukupolveen kohdistuvia yksilöitä kohtaan sellaisia erityisiä velvoitteita, joita meillä ei ole kauempana tulevaisuudessa eläviä henkilöitä kohtaan. Toisaalta tulevaisuutta koskeva epävarmuus ja eriarvoisuuden huomioon ottaminen voivat olla perusteita pienemmille aikapreferenssiasteen β arvoille.

Kasvuteorian teoreettinen peruslähtökohta, jonka mukaan tavoitteena tulisi olla (tavalla tai toisella diskontattu) hyvinvointi, voidaan haastaa usein eri perustein, kuten esimerkiksi esittämällä, että ihmisillä on perusoikeuksia, joita ei ole hyväksyttävää loukata silloinkaan, kun niiden loukkaaminen lisäisi yhteenlaskettua hyvinvointia. Kasvuteorian seuraukset eivät vaikuta eettisesti hyväksyttäviltä, kun sitä käytetään vertailemaan tulevaisuuden skenaarioita, joissa ihmisten lukumäärä on erilainen.

Kasvuteorian mukaista tapaa asettaa tulevaisuuden skenaarioita paremmuusjärjestetykseen olisikin syytä pitää matemaattisena idealisaationa, jonka avulla voidaan tavoittaa relevanteista eettisistä näkökohdista vain osa. Jotkut kuvitellut tulevaisuuden skenaariot voivat esimerkiksi olla liian erilaisia ollakseen vertailtavissa kasvuteorian työkaluin, mutta tämä ei kuitenkaan estä tekemästä kasvuteorian avulla järkeviä politiikkatoimien välisiä vertailuja silloin, kun vertailtavat tulevaisuuden skenaariot poikkeavat toisistaan vähemmän.

Suosituksia

- Tilastoviranomaisten tulisi tuottaa suurehko valikoima hyvinvoinnin eri ulottuvuuksien indikaattoreita, mutta niille annettavien painojen valinta pitäisi nähdä osin mielipidekysymyksenä.
- Markkinakoroilla diskonttaaminen voi olla oikea työkalu vertailtaessa yksittäisiä tulevia sukupolvia hyödyttäviä projekteja.
- Vastaukset kysymykseen, miten paljon meidän pitäisi olla valmiita uhraamaan omaa hyvinvointiamme tulevien sukupolvien hyväksi esimerkiksi ilmastonmuutosta torjumalla, on kuitenkin perusteltava eettisiin näkökohtiin viitaten.
- Järkevästi käytettynä kasvuteorian hyvinvointifunktioihin perustuva lähestymistapa tarjoaa vain osittaisen järjestyksen mahdollisille tulevaisuuden skenaarioille.
- On silti perusteltua käyttää kasvuteorian työkaluja vertailtaessa sellaisia kestävästä kehitystä edistäviä politiikkatoimia, joita voidaan vertailla järkevästi sen avulla.

Viitteet

- ¹ Ramsey-yhtälön mukaan markkinakorkojen r , aikapreferenssiasteen β , talouskasvun g ja parametrin η välinen yhteys ilmenee kaavasta $r = \beta + g\eta$. Tällainen kaava on voimassa Ramsey-mallin tasaisen kasvun uralla, jolla talouskasvu ja pääoman kasvuvauhti ovat vakioita. Esimerkiksi DICE-mallia käsittelevässä osiossa tarkastellussa DICE-mallissa tulos on voimassa vain likimain, sillä siinä talouskasvu hidastuu vähitellen erittäin pitkällä tähtäimellä.
- ² Käytetty malliversio on ©DICE2023-Excel-b-4-3-10-v18.3 (William Nordhaus, Yalen yliopisto). Suurin periaatteellinen ero tämän yksinkertaistetun, Excel-pohjaisen malliversi-
on ja yleisemmän version välillä on se, että yksinkertaistetussa versiossa investointien ja tuotoksen suhteen kiinnittävä säästämisaste on kullakin periodilla annettu, eksogeeninen luku. Yleisemmässä versiossa säästämisasteet määräytyvät markkinakoroista, jotka riippuvat muun muassa taloudessa jo olevan pääoman määrästä.
- ³ Tässä perusuran (*baseline*) kuvaus perustuu William Nordhausin julkistamiin laskelmiin, ja skenaarioiden ”Nordhaus” ja ”Stern” kuvaus perustuu kirjoittajan DICE-mallilla (©DICE2023-Excel-b-4-3-10-v18.3) tekemiin laskelmiin.

Lähteet

- Arrhenius, G. (2000). An Impossibility Theorem for Welfarist Axiologies. *Economics and Philosophy*, 16(2), 247–266. <https://doi.org/10.1017/S0266267100000249>
- Arrow, K. J., Cline, W. R., Maler, K.-G., Munasinghe, M., Squitieri, R. & Stiglitz, J. (1996). Intertemporal Equity, Discounting, and Economic Efficiency. Teoksessa Bruce, J. P., Lee, H. & Haites, E. F. (Eds.), *Climate Change 1995 – Economic and Social Dimensions of Climate Change* (pp. 125–144). Cambridge University Press.
- Etner, J., Jeleva, M. & Tallon, J.-M. (2010). Decision Theory under Ambiguity. *Journal of Economic Surveys*, 26(2), 234–270.
- Fleurbaey, M. & Zuber, S. (2015). Discounting, risk and inequality: A general approach. *Journal of Public Economics*, 128, 34–49. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2015.05.003>
- Gardiner, S. M. (2011). *A Perfect Moral Storm. The Ethical Tragedy of Climate Change*. Oxford University Press.
- Gollier, C. (2015). The Debate on Discounting: Reconciling Positivists and Ethicists. *Chicago Journal of International Law*, 13(2).
- Goulder, L. H. & Williams, R. C. (2012). The Choice of Discount rate for Climate Change Policy Evaluation. *Climate Change Economics*, 3.
- Greaves, H. (2017a). Discounting for Public Policy: a Survey. *Economics and Philosophy*, 33(3), 391–439. <https://doi.org/10.1017/S0266267117000062>
- Greaves, H. (2017b). Population axiology. *Philosophy Compass*, 12(11), e12442.
- Hyytinen, A. (2022). Näkökulmia talouskasvuun ja maapallon kantokykyyn. *Talous ja yhteiskunta* (2/2022), 28–35.
- Kelleher, J. P. (2017). Pure time preference in Intertemporal Welfare Economics. *Economics and Philosophy*, 33(3), 441–473. <https://doi.org/10.1017/S0266267117000074>
- Mogensen, A. L. (2022). The only ethical argument for positive d? Partiality and pure time preference. *Philosophical Studies*, 179(9), 2731–2750. <https://doi.org/10.1007/s11098-022-01792-8>
- Nesje, F., Drupp, M. A., Freeman, M. C. & Groom, B. (2023). Philosophers and economists agree on climate policy paths but for different reasons. *Nature Climate Change*, 13(6), 515–522. <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01681-w>
- Nordhaus, W. (2007). A Review of the ”Stern Review on the Economics of Climate Change” [Stern Review on the Economics of Climate Change]. *Journal of Economic Literature*, 45(3), 686–702. <http://www.jstor.org/stable/27646843>
- Nordhaus, W. (2013). *The Climate Casino. Risk, Uncertainty, and Economics for a Warming World*. Yale University Press.
- Nordhaus, W. (2018). Projections and Uncertainties about Climate Change in an Era of Minimal Climate Policies. *American Economic Journal: Economic Policy*, 10(3), 333–360. <https://doi.org/10.1257/pol.20170046>
- OECD (2020). *How’s Life? 2020: Measuring Well-being* (OECD Publishing, Paris).
- Parfit, D. (1984). *Reasons and Persons*. Oxford University Press.
- Parfit, D. (2016). Can We Avoid the Repugnant Conclusion? *Theoria*, 82, 110–127.
- Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press. <http://dx.doi.org/10.1257/aer.98.21>

- Stiglitz, J. E., Fitoussi, J.-P. & Durand, M. (2018). *Beyond GDP: Measuring What Counts for Economic and Social Performance*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264307292-en>
- Stiglitz, J. E., Sen, A. & Fitoussi, J.-P. (2009). *Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress*.
- United Nations (2014). *System of Environmental-Economic Accounting 2012 – Central Framework* (United Nations, New York).
- United Nations Development Programme (2024). *Breaking the Gridlock. Reimagining cooperation in a polarized world* (Human Development Report 2023/2024).
- Weisbach, D. & Sunstein, C. R. (2009). Climate Change and Discounting the Future: A Guide for the Perplexed. *Yale Law & Policy Review*, 27(2), 433–457. <http://www.jstor.org/stable/40239718>