

**UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA**

MAGISTRSKO DELO

DEAN GREGORIČ

**UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA**

MAGISTRSKO DELO

EKONOMIJA PODNEBNIH SPREMEMB

Ljubljana, april 2010

DEAN GREGORIČ

IZJAVA

Študent Dean Gregorič izjavljam, da sem avtor tega magistrskega dela, ki sem ga napisal v soglasju s svetovalcem prof. dr. Jožetom Damijanom, in da v skladu s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah dovolim njegove objave na fakultetnih spletnih straneh.

V Ljubljani, dne 30. aprila 2010

Podpis: _____

KAZALO

UVOD	1
1 PODNEBNE SPREMEMBE	4
1.1 Vzroki in posledice	4
1.2 Prihodnost in podnebne spremembe	10
2. EKONOMIJA PODNEBNIH SPREMEMB	13
2.1 Uvod v ekonomijo podnebnih sprememb	13
2.2 Ekonomske teorije podnebnih sprememb	15
2.2.1 Ekonomske teorije	15
2.2.2 Značilnost eksternalij pri podnebnih spremembah	18
2.2.3 Skupne dobrine in njihovo lastništvo	20
2.2.4 Ekonomsko ravnotežje med stroški in koristmi	22
2.2.5 Ekonomska rast in emisije TGP	24
2.2.6 Okoljska vprašanja podnebnih sprememb	28
2.2.6.1 Vpliv potrošnje	29
2.2.6.2 Vpliv okoljskih in socialnih investicij	30
2.2.6.3 Vpliv populacije	32
2.2.6.5 Keynesianski pogled na okoljska vprašanja	33
2.2.7 Določitev diskontne stopnje	34
2.2.7.1 Pomen diskontiranja	35
2.2.7.2 Pravičnost diskontiranja za prihodnje generacije	37
2.2.8 Negotovost	38
2.3 Behavioristični pogled na ekonomijo podnebnih sprememb	42
2.3.1 Behavioristična znanost v podnebnih spremembah	42
2.3.2 Behavioristični pogledi na politiko podnebnih sprememb	44
3 MODELI EKONOMIJE PODNEBNIH SPREMEMB	46
3.1 Sternovo poročilo in model PAGE2002	46
3.1.1 Poročilo in njegov pomen	46
3.1.2 Vsebina poročila in model PAGE2002	47
3.1.2.1 Uporaba modela	49
3.1.2.2 Izbira vrednosti parametrov	49
3.1.2.3 Ocena stroškov in koristi blaženja in stabilizacije ogljikovih izpustov	50
3.1.3 Kritike Sternovega poročila in modela PAGE2002	50
3.2 Nordhaus in model DICE2007	53
3.2.1 Predstavitev modela DICE2007	53
3.2.2 Kritike modela DICE2007	56
3.3 Pomembnost pravičnih scenarijev v modelih	61
4 INSTRUMENTI ZMANJŠEVANJA EMISIJ TGP	63
4.1 Značilnosti okoljskih instrumentov	63
4.2 Izbira najustreznejšega instrumenta	65
5 MEDNARODNI SPORAZUMI	67
5.1 Kjotski protokol	67
5.1.1 Opis Kjotskega protokola	67
5.1.2 Pomanjkljivosti Kjotskega protokola	69
5.2 Montrealski protokol	70
5.3 Københavnski dogovor	71
SKLEP	72
LITERATURA IN VIRI	75
PRILOGE	

KAZALO SLIK

Slika 1: Povezanost koncentracije CO ₂ v ozračju in rasti globalne temperature od leta 1959 do 2008 z dodanim linearnim trendom	6
Slika 2: Odklon od povprečne letne temperature v °C na Arktiki, koleriran z ocenjenim skupnim sončnim sevanjem (zgornji graf) in atmosfersko koncentracijo CO ₂ (spodnji graf) od leta 1875 do 2000	7
Slika 3: Globalni energijski tokovi od marca 2000 do maja 2004 v W m ⁻²	8
Slika 4: Povprečna mesečna površina morskega ledu arktičnega morja v novembru (1979 – 2009)	9
Slika 5: Pomembne vremenske katastrofe – skupne in zavarovane škode ter trend od leta 1950 do 2008	10
Slika 6: Dolgoročna rast globalnega BPD od leta 1870 do 2004	25
Slika 7: Emisija CO ₂ iz porabe fosilnih goriv od leta 1850 do 2004	26
Slika 8: Stabilizacijski krivulji emisij CO ₂ do vrednosti 450 ppm ali 550 ppm koncentracije CO ₂ v ozračju	26
Slika 9: Različni pogledi na prihodnost ekonomske rasti	28
Slika 10: Povprečna izguba BDP per capita po 4 scenarijih podnebnih sprememb glede na povišano temperaturo nad predindustrijsko ravniyo	48

KAZALO TABEL

Tabela 1: Sprememba BDP in emisij CO ₂ za 25 največjih onesnaževalcev v obdobju 1992–2006	25
Tabela 2: Primerjava študij podnebnih škod v mrd ameriških dolarjev (osnova 1990) za ZDA pri dvigu temp. za 2,5 °C	59
Tabela 3: Povzetek vpliva podnebnih škod na BDP v % v primeru dviga temperature za 2,5 °C	60
Tabela 4: Optimalni davek na ogljik na podlagi modela DICE in popravljen davek na ogljik v ameriških dolarjih	61
Tabela 5: Koristi različnih podnebnih politik, izračunanih v modelu DICE2007 (v 1.000 mrd ameriških dolarjev)	62
Tabela 6: Gibanje spremenljivk glede na politiko blaženja podnebnih sprememb	63
Tabela 7: Okoljski instrumenti po kriterijih	64

UVOD

Vsebinska utemeljitev

Globalne podnebne spremembe so v zadnjem času ena najpomembnejših tem tako na znanstvenem kot tudi političnem področju. Splošno je sprejeto, da izpusti toplogrednih plinov (TGP) in njihova višja koncentracija v ozračju povzročajo dviganje površinske temperature Zemlje. Glavni vzroki za to naj bi bili izpusti, povzročeni z izgorevanjem fosilnih goriv, in drugi človeško povzročeni TGP. V obdobju zadnjih 400.000 let (Historical Carbon Dioxide Record from the Vostok Ice Core, najdeno 12. 12. 2009 na spletnem naslovu <http://cdiac.ornl.gov/trends/co2/vostok.html>), do 20. stoletja, je bila vrednost ogljikovega dioksida (CO₂) pod 300 ppm (parts per million - število delcev na milijon). Leta 2006 je ta vrednost znašala 384 ppm. S takšno rastjo izpustov, kot je v zadnjem obdobju, pa je za leto 2050 predvidena koncentracija CO₂ 600 ppm. Pričakovane posledice povečane temperature pa so vročinski vali, povečane intenzivnosti neurij, sprememba padavinskih razmerij, dvig morske gladine in sprememba smeri morskih tokov. Te spremembe pa zelo vplivajo na delovanje ekosistemov, preživetje divjih živali in splošno blagostanje ljudi. Obstajajo pa tudi nasprotni teze skeptikov, ki zagovarjajo, da povečanje površinske temperature ni antropološkega izvora, temveč da je posledica povečanega sončnega obsevanja zaradi sončnih ciklov (Gerhard, 2004, str. 1215).

Na področju podnebnih sprememb obstaja veliko nesoglasij, tako med znanstveniki kot tudi med vladaми držav, glede vzrokov povečanja površinske temperature Zemlje ter ukrepov in politike za ublažitev oziroma preprečitev podnebnih sprememb. Kljub vsemu pa smo v zadnjih letih pričali napredku v zavedanju zunanje in notranje politike glede tega problema. To se predvsem odraža v trgovanju z boni za izpuste, raznih izpustnih taksah, vse strožjih okoljevarstvenih standardih in v spodbujanju novih ekološko prijaznih tehnoloških rešitev.

Ekonomija podnebnih sprememb se predvsem ukvarja z diagnosticiranjem vpliva podnebnih sprememb na ekonomijo ter podajanjem pozitivne in normativne analize politike za preprečevanje in omejevanje podnebnih sprememb. Čeprav se ekonomija podnebnih sprememb delno prekriva z okoljsko ekonomijo, je osredotočena predvsem na posebne dejavnike podnebnih sprememb. Glavni dejavniki so dolgoročnost časovne napovedi, obsežnost in narava negotovosti, globalnost problema ter neenakomerne distribucije koristi in stroškov skozi prostor in čas.

Poročilo The Economics of Climate Change avtorja sira Nicholasa Sterna (Svetovalec Vlade Velike Britanije in nekdanji podpredsednik Svetovne banke) trdi, da bodo neukročene podnebne spremembe postopoma povzročale vse večjo škodo svetovnemu gospodarstvu, in sicer od 1 % do 2 % bruto domačega proizvoda (BDP) do leta 2050, 2 % do 8 % do leta 2100 in 5 % do 14 % do leta 2200 (Stern et al., 2006, str. 239). Globalno segrevanje bo najbolj prizadelo države v razvoju in nerazvite države. Po mnenju Nicholasa Sterna bodo ekonomske in družbene posledice podnebnih sprememb primerljive s tistimi, ki so jih v prvi

polovici 20. stoletja povzročile obe svetovni vojni in ekonomska depresija. Po njegovem mnenju se tem spremembam še lahko izognemo, če v naslednjih desetih do dvajsetih letih namenimo 1 % svetovnega BDP za prilagajanje podnebnim spremembam. Poročilo sira Nicholasa Sterna je bilo deležno veliko kritik drugih znanstvenikov, saj temelji na zelo pesimističnih predpostavkah.

Ekonomija podnebnih sprememb postaja na znanstvenem in tudi na političnem področju vse pomembnejša. To področje je razmeroma mlado, saj do pred kratkim vprašanje podnebnih sprememb sploh ni bilo aktualno. Prvo pomembno publikacijo na to temo je leta 1991 izdal William Nordhaus, ki je tudi danes eden najpomembnejših znanstvenikov na tem področju. Trenutno nastajajo številne znanstvene razprave med različnimi avtorji (Stern, Hope, Tol, Nordhaus, Yohe, Ackerman, Gowdy itd.). Glavna vprašanja, ki se pojavljajo, so negotovost glede razvoja prihodnjih dogodkov, diskontiranje prihodnosti ter analiza stroškov in koristi. Poleg tega pa je to področje zelo interdisciplinarno, saj za prihodnja predvidevanja potrebuje podatke iz drugih ved (naravoslovnih, socioloških, itd.) (Tol et al., 2000, str. 2). Brez dvoma pa bo to področje postalo glavna tema naše sedanosti in še bolj prihodnosti.

Cilj in namen magistrskega dela

V magistrskem delu bom poskušal čim objektivneje odgovoriti na glavno vprašanje ekonomije podnebnih sprememb, in sicer na kakšen način zmanjšati izpuste, kdaj pričeti z zmanjševanjem in v kakšni količini, da bi bile bodoče koristi čim višje od sedanjih in bodočih stroškov. Navedeno bom naredil na podlagi primerjave obstoječih modelov in analiz. Za tem bom podal glavne lastnosti instrumentov za zmanjševanje izpustov. Prikazal bom tudi ekonomske teorije podnebnih sprememb .

V skladu z opredeljenimi problemi, literaturo in različnimi študijami bom v magistrskem delu dokazoval naslednjo hipotezo:

»Zaradi povečevanja koncentracije CO₂ in drugih toplogrednih plinov v ozračju in posledično zaradi povišanja zemeljske temperature bodo podnebne spremembe ob nespremenjeni podnebni politiki povzročale pomembno škodo svetovnemu BDP.«

Škodljive podnebne spremembe vključujejo vročinske vale, zmanjševanje snežnih padavin, taljenje ledenikov, dvig morske gladine in poplave priobalnih območij, intenzivne nalive, suha poletja, daljša sušna obdobja in povečanje kislosti oceanov. Vse te spremembe pa povzročajo velike gospodarske škode.

Glavni argumenti, ki govorijo v prid zgornji hipotezi, so:

- rast prebivalstva, BDP-ja in poraba energije so eksponentni,
- rast prebivalstva je pozitivno korelirana z rastjo svetovnega BDP;
- rast emisije CO₂ v državah v razvoju je veliko večja od rasti v razvitih državah, države v razvoju pa se bodo težko odrekle svoji rasti in s tem dohitevanju razvitih držav;
- tudi v primeru tehnološkega napredka in večje uporabe alternativnih virov energije bodo fosilna goriva še vedno najcenejši in najdostopnejši energijski vir v bližnji prihodnosti;
- študije predvidevajo, da se bo površinska temperatura Zemlje v naslednjih 30 letih povečala med 0,3 °C in 1,3 °C (Zwiers, 2002, str. 691). Večina dviga navedene temperature pa bo povzročena z že nastalimi emisijami.

Navedeni argumenti in rezultati simulacij modela DICE2007 (Dynamic Integrated model of Climate and the Economy) bodo temeljni način potrjevanja in dokazovanja hipoteze v mojem magistrskem delu.

Metodološka pojasnila

Glede na temo magistrskega dela bom uporabil predvsem metodo analize, kompilacije in sinteze teoretičnih spoznanj in strokovne literature na področju podnebnih sprememb. Poleg tega bom uporabil metodo deskripcije in komparacije, s katerima bom opisal dva modela za predvidevanje stroškov podnebnih sprememb. Magistrsko delo bo temeljilo večinoma na sekundarnih podatkih. Viri informacij in literature so splet, predvsem spletne strani posameznih avtorjev, različne baze strokovnih razprav ter spletne strani institucij in agencij s področja ekologije in ekonomije podnebnih sprememb. Večina avtorjev s tega področja je tujcev, tako da je skoraj vsa dostopna literatura v angleščini. V sklepnem delu bom uporabil metodi predvidevanja in abstrakcije.

Zasnova in struktura poglavij

V uvodnem poglavju sem opredelil predmet magistrskega dela in navedel razloge za potrebo po raziskovanju teh vprašanj. Tako sem predstavil osnovni namen, cilje in izhodišče magistrskega dela ter predstavil zastavljeno hipotezo, ki jo bom skozi raziskovalni proces potrdil ali ovrgel.

Predstavil sem tudi uporabljeno metodologijo, pri čemer sem opisal izbrane metode dela pri raziskovanju in pridobivanju podatkov ter informacij.

V poglavju Podnebne spremembe bom navedel, katere so spremembe podnebja, vzroke za njihov nastanek in njihove posledice. V tem poglavju bom prikazal tudi povezanost dviga povprečne globalne temperature z izpusti CO₂, vpliv sončnega sevanja ter škode, ki jih povzročajo vremenski pojavi.

V poglavju Ekonomija podnebnih sprememb bom prikazal razvoj ekonomije podnebnih sprememb ter posebej opisal trenutno prevladujoče teorije na tem področju. V nadaljevanju bom opisal eksternalije v podnebnih spremembah, skupne dobrine, ekonomsko ravnotežje, vpliv ekonomske rasti na emisije TGP ter posebej prikazal okoljska vprašanja podnebnih sprememb. Posebej bom opisal najpomembnejši značilnosti podnebnih sprememb, in sicer diskontno stopnjo in negotovost. Pri diskontni stopnji bom prikazal njene glavne lastnosti v primeru podnebnih sprememb in kako različni avtorji gledajo na njeno določitev. V posebnem poglavju pa bom opisal behavioristično teorijo v luči podnebnih sprememb. Ta je pomembna zaradi obravnave neracionalnosti, kar je predvsem uporabno v primeru zmanjševanja emisij.

V poglavju o modelih ekonomije podnebnih sprememb bom predstavil dva ključna modela, in sicer Nordhausov model DICE2007 za ocenjevanje stroškov podnebnih sprememb ter model PAGE2002, ki je bil uporabljen v Sternovem poročilu. Večji poudarek bo namenjen modelu DICE2007, ker je bolj priznan v ekonomiji podnebnih sprememb. Sternovo poročilo pa bom prikazal predvsem zaradi odmevnosti v političnem in znanstvenem svetu.

V posebnem poglavju bom predstavil različne instrumente za omejevanje izpustov TGP. Prav tako bom prikazal glavne razlike in prednosti oziroma pomanjkljivosti posameznih instrumentov omejevanja izpustov TGP.

Zadnje poglavje pa bom namenil trenutno veljavnim političnim sporazumom, kot sta Kjotski in Montrealski protokol ter Kopenhavnski dogovor.

V Sklepu bom predstavil ugotovitve, ki se bodo pokazale v magistrskem delu. S tem bom potrdil ali ovrgel hipotezo, da bodo podnebne spremembe v prihodnosti pomemben dejavnik globalne ekonomije.

1 PODNEBNE SPREMEMBE

1.1 Vzroki in posledice

Podnebne spremembe zajemajo celoten sklop sprememb podnebja, in ne zgolj ogrevanja ozračja. Višja temperatura sproža spremembe mnogih lastnosti vremena in podnebja, kot so vetrovni vzorci, količina in razporeditev padavin ter pogostost in tip ekstremnih vremenskih pojavov. Lahko povzročijo daljnosežne in nepredvidljive posledice za okolje in družbenoekonomske razmere (Pachauri et al., 2007, str. 53). Domneva se, da je večina segrevanja ozračja v zadnjih petdesetih letih posledica človekove dejavnosti. S tem soglaša večina svetovnih strokovnjakov.¹ Dvajseto stoletje je bilo globalno najtoplejše v zadnjem

¹ Univerza v Illinoisu je povabila 10.257 znanstvenikov, da bi na podlagi statistične analize (izpolnitev vprašalnika prek spleta) ugotovili splošen konsenz glede antropološkega segrevanja ozračja. Na vprašalnik je

tisočletju. Leto 2009 je bilo po podatkih agencije NASA drugo globalno najtoplejše leto od leta 1880 in najtoplejše leto na južni hemisferi. Leto 2008 pa je bilo najhladnejše leto v zadnji dekadi zaradi hladnejšega tropskega Pacifiškega oceana (Cole, 2010). Opazimo lahko, da obstaja ciklično izmenjevanje toplejših in hladnejših obdobij v trajanju nekaj desetletij, kljub temu pa je nesporno, da se je ozračje v zadnjem stoletju segrevalo. To potrjujejo krčenje in taljenje alpskih ledenikov, dviganje morske gladine in pomikanje podnebnih pasov ter posledično spremembe v ekosistemih.

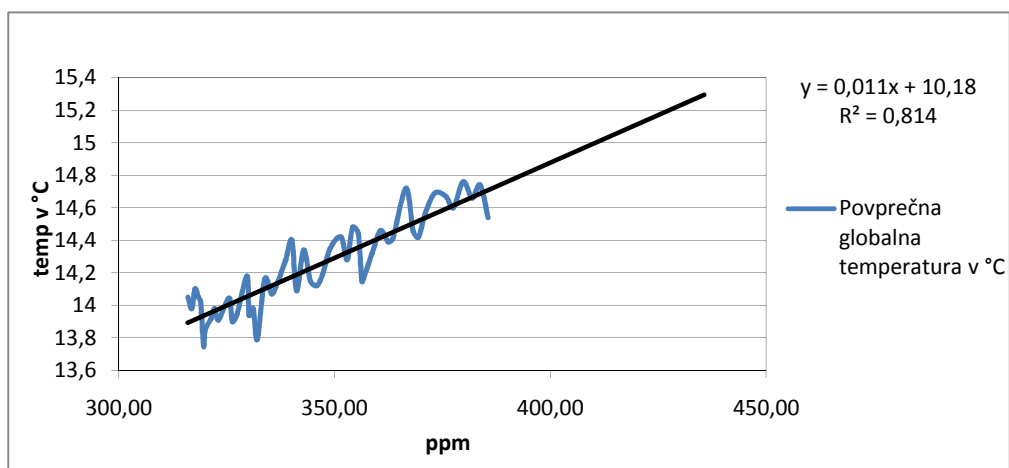
Ozračje je kot prozoren zaščitni ovoj okrog Zemlje. Ta prepušča sončno svetlobo in zadržuje toploto. Brez njega bi se sončna toplota takoj odbila od površine Zemlje in se vrnila v vesolje. Brez ozračja bi bila temperatura na Zemlji nižja za približno 18–19 °C, vendar ozračje učinkuje podobno kot steklena površina pri topli gredi (Kushnir, 2000). Na prepustnost ozračja vplivajo različni dejavniki, kot so koncentracija vodne pare (Water vapour: feedback or forcing? Real climate, 2010), TGP in aerosolov, količina prejete sončne energije (Aerosol effects and climate, Part II: the role of nucleation and cosmic rays, 2010) in lastnosti zemeljskega površja. Ti dejavniki predvsem vplivajo na stopnjo zadržanja prejete sončne energije na Zemlji in v ozračju. Posledica sprememb teh dejavnikov, ki jih povzročajo človeštvo oziroma naravni dejavniki, je lahko segrevanje ali ohlajanje ozračja in zemeljske površine.

Koncentracija TGP v ozračju, kot so ogljikov dioksid (CO₂), metan (CH₄) in dušikov oksid (N₂O), se je zelo povečala od leta 1750 (IPCC AR4, 2007, str. 37). Največji antropološko povzročen dejavnik globalnega segrevanja naj bi bil CO₂ (IPCC AR4, 2007, str. 36). V obdobju zadnjih 400.000 let, do 20. stoletja, je bila vrednost CO₂ od 180 do 300 ppm (Talbot, 2006). Leta 2008 je njegova vrednost znašala 385,57 ppm. Povprečna rast koncentracije CO₂ v obdobju od 1995 do 2008 je bila 1,92 ppm letno, v obdobju od 1959 do 2008 pa 1,39 ppm letno, kar kaže na povečevanje izpustov CO₂ (lastni izračun, vir podatkov: NASA, NOAA). Glavna vzroka za povečanje izpustov CO₂ sta izgorevanje fosilnih goriv in sprememba rabe zemljišč. Povečanje izpusta CH₄ v glavnem povzročata kmetijstvo in uporaba fosilnih goriv. Povečanje N₂O pa primarno povzroča kmetijstvo (IPCC AR4, 2007, str. 36).

Iz Slike 1 je razvidno, da je rast temperature pozitivno odvisna od koncentracije CO₂ v ozračju. Na podlagi determinacijskega koeficienta ugotavljamo, da je 81,43 % variance temperature v °C pojasnjeno z vplivom koncentracije CO₂ v ozračju v ppm po linearni funkciji. Na Sliki 1 sem narisal tudi trend, ki prikazuje vpliv povečane koncentracije CO₂ na temperature. Obstajajo pa tudi razlage, da je povečanje koncentracije CO₂ povzročilo naravno povečanje temperature (Gerhard, 2007), in sicer s povprečnim zamikom 1.600 let (Siegenthaler et al., 2005, str. 1316).

odgovorilo 3.146 znanstvenikov (90 % doktorjev znanosti, 7 % magistrstov, 3 % drugih), od katerih je 82 % znanstvenikov prišlo, da je globalno segrevanje posledica človeške aktivnosti. 97 % znanstvenikov (75 od 77), ki aktivno izdajajo članke na temo klimatologije, je odgovorilo enako (Doran et al., 2009).

Slika 1: Povezanost koncentracije CO₂ v ozračju in rasti globalne temperature od leta 1959 do 2008 z dodanim linearnim trendom



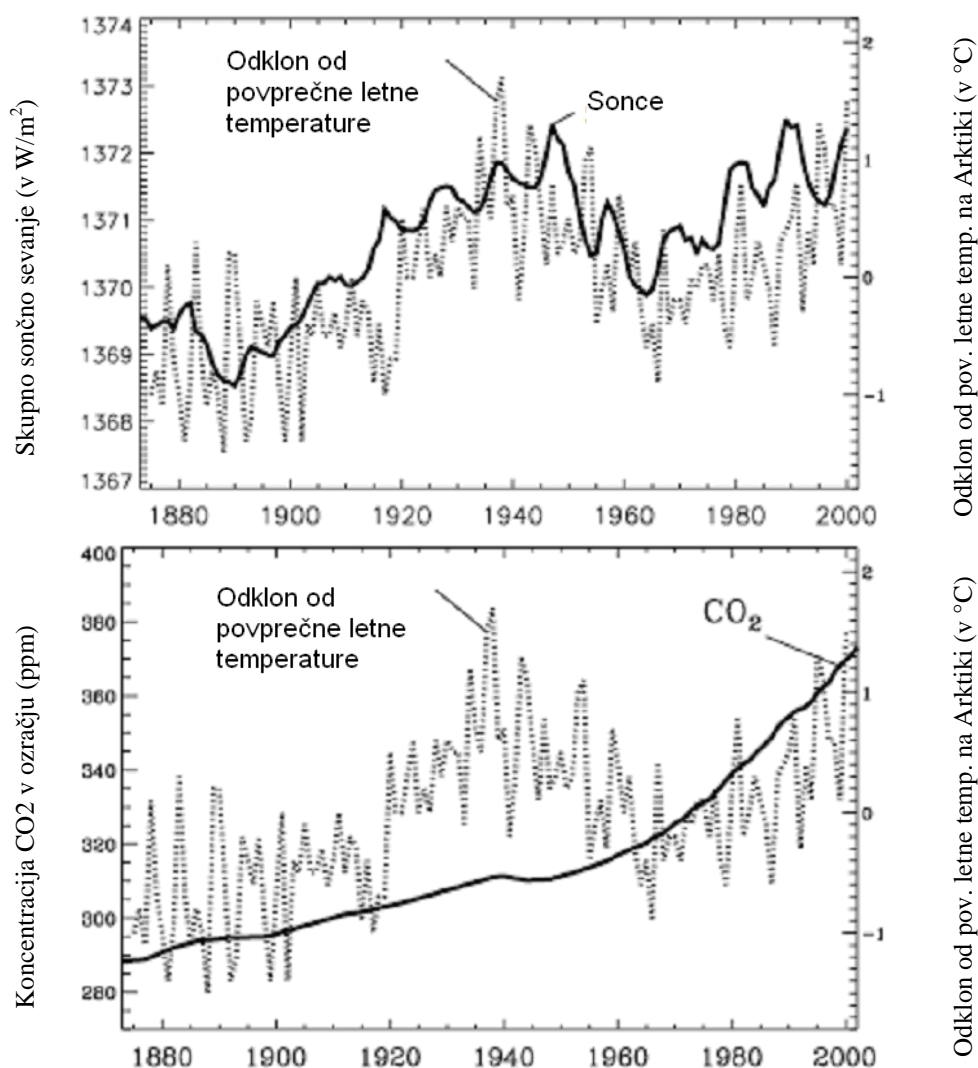
Vir: Prirejeno po podatkih NASA - GISS in NOAA, 2009.

Lindzen (2007, str. 948) trdi, da je antropološko segrevanje odgovorno za tretjino globalnega segrevanja od leta 1979, kar je premalo, da bi lahko z omejevanjem izpustov TGP vplivali na zmanjševanje globalnega segrevanja. Gre namreč za naravno spreminjanje podnebja, na katerega človeštvo nima vpliva.

Obstajajo pa tudi drugačne razlage glede segrevanja ozračja, kot je npr. vpliv sončne aktivnosti. Gerhard (2004, str. 1215) zagovarja, da povezava med antropološkimi izpusti TGP in segrevanjem ozračja ne obstaja, temveč da je glavni razlog za segrevanje ozračja sončno obsevanje. Aktivnost Sonca se spreminja. Obstaja solarni maksimum, to je 11-letni cikel, v katerem ciklično prihaja do sprememb v intenzivnosti sončnih peg in posledično energetskega vpliva na planete v osončju, torej tudi na Zemljo. Te razlage so dodatno pridobile na teži po aferi »Climategate«. Slednja je razkrila, da obstajajo možnosti, da bi bili podatki o globalnem segrevanju prikrojeni.

Iz Slike 2 lahko razberemo vpliv sončnega obsevanja na Arktiki v primerjavi z vplivom CO₂ na odklon od povprečne letne temperature. 75 % variance odklona od povprečne letne temperature v °C je pojasnjeno z vplivom ocenjenega skupnega sončnega sevanja, CO₂ pa na odklon od povprečne letne temperature nima vpliva (Soon, 2005, str. 4).

Slika 2: Odklon od povprečne letne temperature v °C na Arktiki, koleriran z ocenjenim skupnim sončnim sevanjem (zgornji graf) in atmosfersko koncentracijo CO₂ (spodnji graf) od leta 1875 do 2000

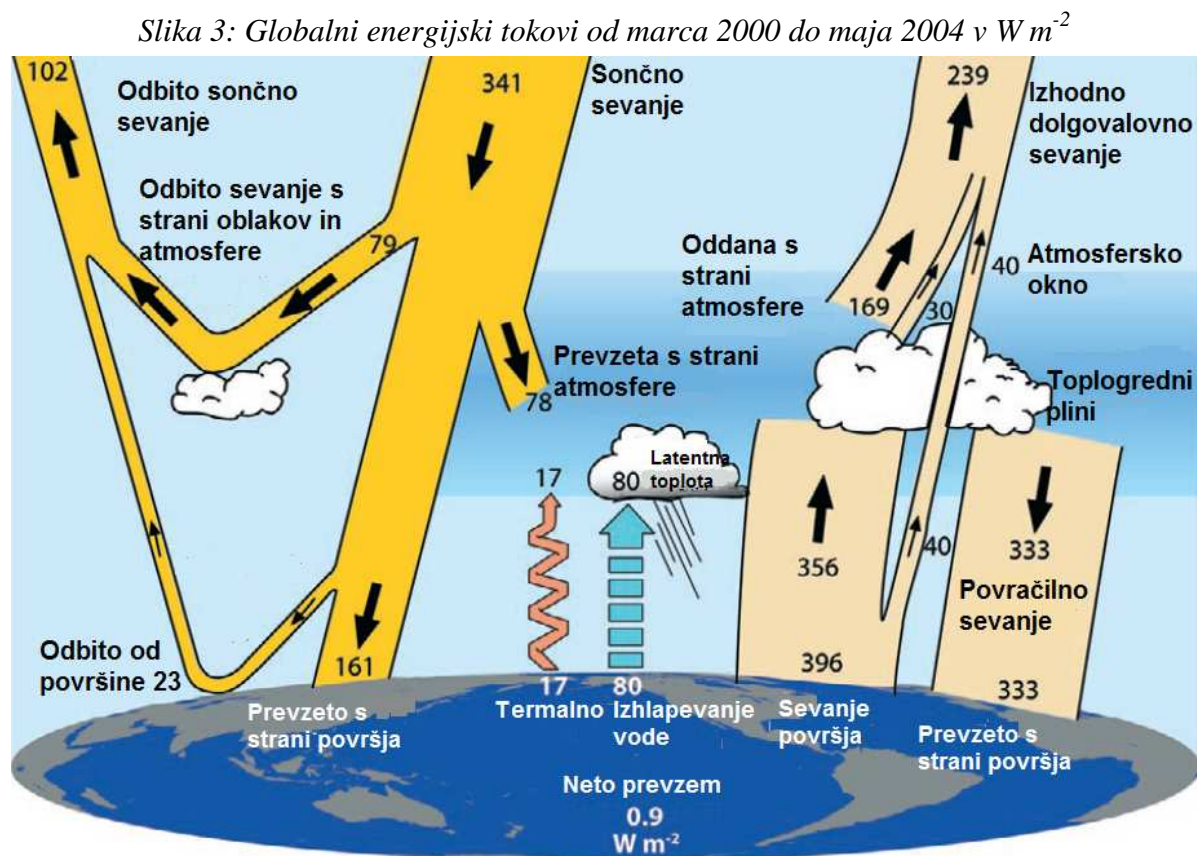


Vir: W. H. Soon, Variable solar irradiance as a plausible agent for multidecadal variations in the Arctic-wide surface air temperature record of the past 130 years, 2005, str. 2.

Pomemben dejavnik segrevanja ozračja je sevalni prispevek. Ta predstavlja spremembo v ravnovesju med sevanjem, ki v ozračje vstopa, in sevanjem, ki iz njega izstopa. Pozitivni sevalni prispevek v povprečju segreva površino Zemlje, negativni pa jo ohlaja. TGP npr. ustvarjajo pozitivni sevalni prispevek – zadržujejo izstopajoče zemeljsko (infra-rdeče) sevanje, ki povzroča rast temperature na površju Zemlje. V nasprotju s pozitivnim pa negativni sevalni prispevek oblakov in večine aerosolov, ki sevanje odbijajo nazaj v vesolje, učinkuje kot hladilni mehanizem. Sevalni prispevek zaradi antropogenega povečanja koncentracij toplogrednih plinov (glede na predindustrijsko dobo) je pozitiven (segrevanje) z majhnim razponom negotovosti; tisti zaradi neposrednega učinka aerosolov je negativen (ohlajanje) in manjši. Negativni sevalni prispevek zaradi neposrednih učinkov aerosolov je morda velik, vendar ni dobro kvantificiran. Stratosferni aerosoli, ki izvirajo iz velikih

izbruhov vulkanov, so prav tako povzročili pomembne, vendar kratkotrajne negativne sevalne prispevke (Podnebne spremembe – priročnik, 2005, str. 2).

Na Sliki 3 je prikazan globalni povprečni letni energijski poračun od marca 2000 do maja 2004 (v $W m^{-2}$). Posamezne puščice shematsko prikazujejo tokove energije glede na velikost posameznega dejavnika.



Vir: K. E. Trenberth, J. T. Fasullo & J. R. Kiehl, Earth's Global Energy Budget, 2009.

Posledice podnebnih sprememb so že vidne in v nadaljevanju jih bom prikazal po posameznih pojavih (Svetovne podnebne razmere v letu 2007).

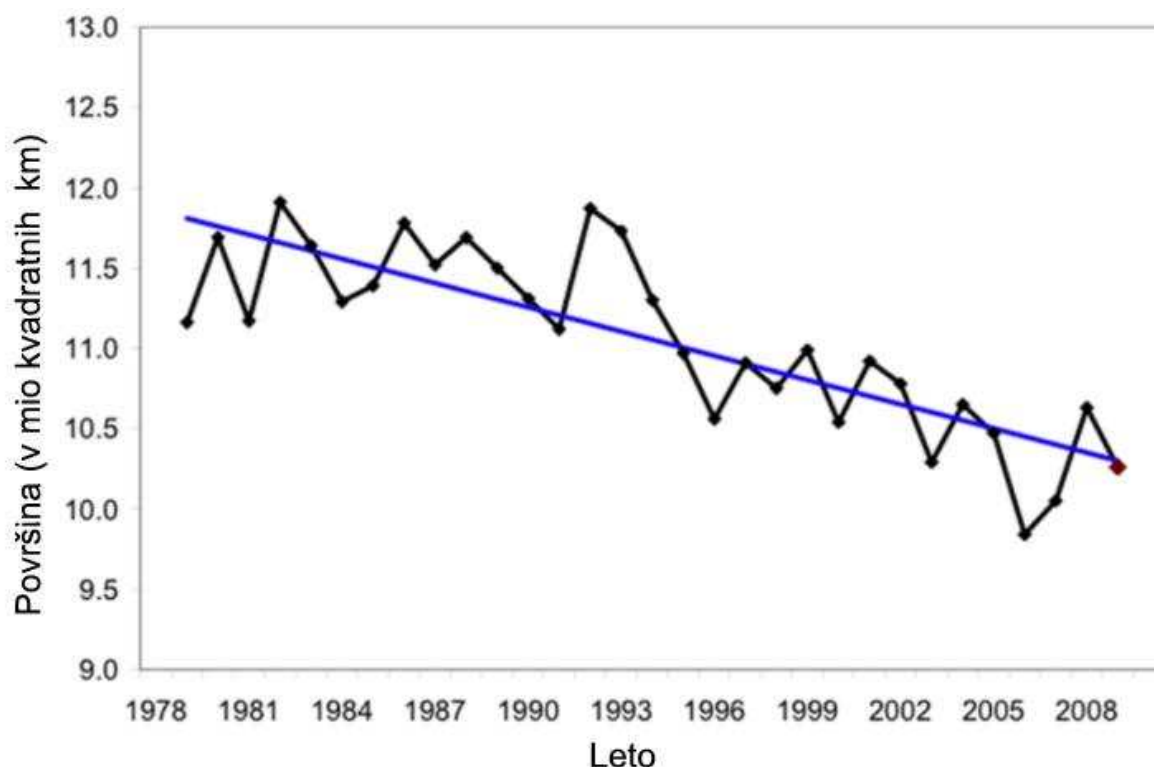
Padavine so v 20. stoletju naraščale predvsem v srednjih in visokih geografskih širinah severne poloble, v nasprotju z zmanjšanjem v večini subtropskih področij (Fung, 1997, str. 2943). Prav tako je v 20. stoletju prišlo do segrevanja zemeljske površine in oceanov, z najvišjim povišanjem temperature v srednjih in visokih geografskih širinah severnih kontinentov (IPCC AR4, 2007, str. 30).

V poročilu IPCC AR4 predvidevajo, da je segrevanje v 20. stoletju pomembno vplivalo tudi na dvig povprečne morske gladine, ki je bila zaznana. Segrevanje povzroča dvig morske gladine s toplotno ekspanzijo morskih vod in zaradi taljenja ledu (Bindoff et al, 2007, Chapter 5.5.6). Morska gladina se še naprej dviguje s stopnjo nad povprečjem 20. stoletja, in sicer 1,7 mm/leto. Meritve kažejo, da je povprečna gladina morja 20 cm višja od gladine v

letu 1870. Po meritvah sodobnih satelitov povprečna gladina od leta 1993 dalje raste 3 mm/leto (Svetovne podnebne razmere v letu 2007, 2008).

Septembra 2008 je bil obseg ledu na Arktiki 39 % manjši od dolgoletnega povprečja 1979–2000 in 23 % manjši od najnižjega obsega izpred dveh let, septembra 2005. Prvič v zgodovini je staljen morski led za približno pet tednov odprl kanadski severozahodni prehod za plovbo, z začetkom 11. avgusta 2007. Na Arktiki, od leta 1979 dalje, znaša septembrska stopnja izgube morskega ledu približno 11,2 % na desetletje. V zadnjem času se je trend zmanjševanja ledu rahlo obrnil, saj je bila v septembru 2009 površina morskega ledu večja za 1,06 milijona kvadratnih kilometrov, kot je znašala najnižja površina ledu v septembru 2005, in 690.000 kvadratnih kilometrov večja, kot je znašala druga najnižja vrednost v letu 2008 (Arctic sea ice extent remains low; 2009 sees third-lowest mark).

Slika 4: Povprečna mesečna površina morskega ledu arktičnega morja v novembru (1979 – 2009)



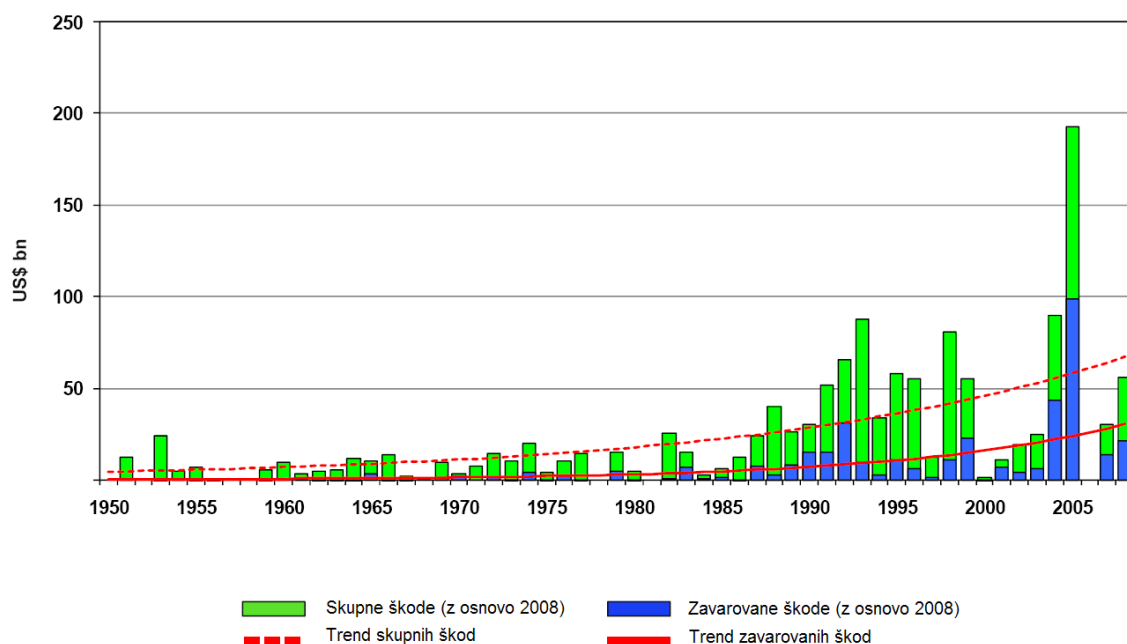
Vir: Prirejeno po NSIDC, 2010.

Število z vremenom povezanih katastrof se je dvigovalo trikrat hitreje kot število nevremenskih dogodkov, navkljub splošni pripravljenosti na nesreče. Prav te vremenske katastrofe predstavljajo največje ekonomske škode.

Na Sliki 5 so prikazane škode zaradi vremenskih pojavov. Razvidno je, da škode ves čas, od leta 1950 do 2008, zelo naraščajo. Izrazita škoda, ki je razvidna v letu 2005, je orkan Katrina, ki je opustošil mesto New Orleans v ameriški zvezni državi Louisiana in povzročil najvišjo škodo, ki je bila pripisana vremenskim pojavom v zgodovini. Za škodo v New

Orleansu pa niso odgovorne samo podnebne spremembe, temveč je do poplave mesta prišlo tudi zaradi slabo zgrajenih nasipov in depresije območja. Če bi bili nasipi pravilno grajeni, bi območje po vsej verjetnosti ne bilo poplavljen oziroma bi bile posledice precej manjše. Napačno je, da je ta katastrofa predstavljena kot izrazit pokazatelj posledic podnebnih sprememb, saj njene posledice zelo močno izstopajo glede na dolgoletni trend, kot je razvidno iz spodnje Slike 5. Po letu 2005 pa so bile škode manjše in precej pod dolgoletnim povprečjem.

Slika 5: Pomembne vremenske katastrofe – skupne in zavarovane škode ter trend od leta 1950 do 2008



Vir: Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, Geo Risk Research, NatCatSERVICE, 2009.

1.2 Prihodnost in podnebne spremembe

Človeštvo bo primorano ublažiti podnebne spremembe in izboljšati sposobnosti prilagajanja. V nasprotnem primeru bo po znanstvenih napovedih v 21. stoletju prišlo do pomembnih daljnosežnih učinkov v različnih sistemih in sektorjih, ki bodo prizadeli ljudi in okolje. Medvladni odbor za podnebne spremembe pri OZN (IPCC) je prvič v zgodovini ovrednotil povezavo med podnebnimi vplivi in prihodnjim naraščanjem temperature. V zadnjih 100 letih (1906–2005) se je povprečna temperatura zemeljskega površja zvišala za 0,74 °C (IPCC AR4, 2007, str. 30). Obstaja pa odprto vprašanje vzroka naraščanja temperature in povezanih podnebnih sprememb. Poročilo IPCC AR4 zagovarja, da so podnebne spremembe večinoma posledica antropoloških dejavnikov, drugi znanstveniki pa trdijo nasprotno (Gerhard, 2004, str. 1215). V odprtem pismu 100 znanstvenikov (Open Letter From 100 Scientists to Ban Ki-moon, 2009) generalnemu sekretarju ZN Ban Ki-moonu je bilo navedeno, da je bilo poročilo IPCC narejeno na podlagi navodil vlad in lobistov ter da ne odraža dejanskega stanja podnebnih sprememb. Poleg tega je navedeno,

da se podnebnih sprememb ne da ustaviti in da je treba vsa vlaganja usmeriti v prilagoditev na podnebne spremembe.

Ne glede na to, kdo je povzročitelj podnebnih sprememb, bo v prihodnosti potrebno prilagajanje na podnebne spremembe v primeru višanja temperature. Trenutno znanje in sposobnost prilagajanja sta nezadostna za zanesljivo predvidevanje prihodnjih prilagoditev (Smith et al., 2001, str. 880).

Februarja 2008 sta bila izdana dva znanstvena članka, v katerih so bili analizirani podnebni modeli, ki vključujejo globinsko morsko segrevanje, in ki zaključujeta, da bi morala biti emisija TGP skoraj nična, da bi preprečili povišanje temperature v višini 4 °C do leta 2100 (Schmittner et al., 2008, str 17). Ta spoznanja se ujemajo z rezultati raziskave Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Climate Change 2007: Synthesis Report, 2007). V slednji je navedeno, da je nujno zmanjšanje izpustov ogljika za 50–85 % do leta 2050, da se temperatura ne bi zvišala za več kot 2 °C do leta 2100. Na začetku leta 2008 je bilo izdano tudi poročilo inštituta Earth Policy iz Washingtona, v katerem je navedeno, da je emisija CO₂ pri izgorevanju fosilnih goriv v letu 2006 dosegla rekord 8,38 gigatone ogljika (GtC) letno, to je 20 % več kot leta 2000. Emisija CO₂ je tako naraščala od leta 2000 do 2006 z letno stopnjo 3,1 %, kar je dvakrat več, kot je bila rast v zadnjem desetletju prejšnjega stoletja.

Znanstveniki, zbrani pod okriljem IPCC, predvidevajo do leta 2100 dvig temperature zemeljskega površja za 1,4 do 5,8 °C. Morska gladina naj bi se do konca stoletja dvignila za 9 do 88 cm, neurja in poplave pa naj bi povzročale vse več škode. Spremenjene podnebne razmere naj bi vplivale tudi na zdravje ljudi. Z otoplitvijo ozračja pričakujemo povečanje toplotne obremenitve, vročinski valovi bodo pogostejši in izrazitejši. Spremenjene podnebne razmere bodo vplivale na razširjenost bolezni, ki se prenašajo prek vode, hrane in žuželk. Posredno lahko zdravje ljudi ogroža tudi vpliv podnebnih razmer na razpoložljivost pitne vode in pridelavo hrane ter na onesnaženost zraka. Spremembe prevladujočih splošnih zračnih tokov bi lahko povzročile spremembo temperature in padavinskega režima. Večina napovedi predvideva v Sredozemlju vse bolj sušna poletja. Že spremembe v zastopanosti posameznih vremenskih tipov lahko povzročajo opazna odstopanja od običajnih razmer. Značilen primer ekstremnih razmer, ki so vztrajale več mesecev, je bilo poletje 2003 v Zahodni in Srednji Evropi.

Obstaja velika verjetnost, da bo v 21. stoletju obstoj številnih ekosistemov ogrožen, in sicer zaradi kombinacije podnebnih sprememb in z njimi povezanih motenj (npr. poplave, suše, požari v naravi, žuželke, kisanje oceanov) ter drugih spodbujevalcev sprememb, kot so sprememba rabe tal, onesnaževanje, čezmerno izkoriščanje naravnih virov ipd. Če se povprečna svetovna temperatura dvigne za več kot 2 do 3 °C nad predindustrijsko ravniyo, lahko pričakujemo, da bodo motnje v delovanju nekaterih ekosistemov tako velike, da bodo imele negativne učinke tudi na oskrbo s pitno vodo in hrano. V tem primeru lahko

pričakujemo, da bo nevarnost izumrtja ogrozila od 20 % do 30 % rastlinskih in živalskih vrst (po sedanjih ocenah). Koradni grebeni bodo zaradi svoje nizke sposobnosti prilagajanja ogroženi zaradi toplotnih obremenitev in postopnega kisanja oceanov. Dvig morske gladine bo imel negativne posledice na obalna mokrišča, kot so slana močvirja in mangrove (IPCC AR4 Part II – Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability, Summary, 2007, str. 2).

Glede na različne verjetnosti dviga povprečne svetovne temperature je v naslednjih alinejah navedeno, katere posledice bi povzročil dvig temperature v različnih razponih (IPCC AR4 Part II, 2007, str. 2):

- Dvig do 1,5 °C bi povečal obstoječe ključne ranljivosti in povzročil druge, kot so negativne posledice za zdravje ljudi zaradi vročinskih valov, poplav in suš, podhranjenost in nalezljive bolezni, pri čemer bi veliko več ljudi občutilo posledice vse pogostejšega pomanjkanja kakovostne vode ter naraščajočih škod zaradi neviht in poplav.
- Dvig od 1,5 do 3,5 °C bi povečal število negativnih učinkov na vseh ravneh: veliko več ljudi bi bilo ogroženih zaradi poplavljanja obalnih območij, prihajalo bi do obsežnih izgub biotske raznovrstnosti, taljenje grenlandskih in zahodnoantarktičnih ledenih plaščev pa bi dvignilo morsk gladino.
- Dvig za več kot 3,5 °C bi presešel zmogljivosti vseh sistemov (fizičnih, bioloških in družbenih, zlasti človeških skupnosti) za prilagoditev tako obsežnemu segrevanju, zlasti ker bi bilo to še bolj izraženo v posameznih regijah. Kot primer lahko navedemo, da bi prišlo do izgube okrog 30 % obalnih mokrišč in do splošnega umiranja koral.

Stroški in koristi podnebnih sprememb bodo zelo različni glede na lokacijo in razsežnosti. Nekateri učinki na območjih z zmernim podnebjem in polarnih območjih bodo pozitivni, drugi učinki drugod po svetu pa bodo negativni. Na splošno lahko rečemo, da večje in hitrejše kot bodo podnebne spremembe, bolj bodo njihovi učinki negativni. Najranljivejše gospodarske panoge, naselja in družbe so na splošno na obalnih in poplavnih območjih, tj. območjih, katerih gospodarske dejavnosti so tesno povezane s podnebno občutljivimi viri. Zlasti ranljive so revne skupnosti, posebej tiste, ki so strnjene na območjih, kjer so tveganja visoka. Po napovedih bo v osemdesetih letih 21. stoletja veliko več ljudi ogroženih zaradi poplavljanja obalnih območij, ki ga bo povzročil dvig morske gladine, zlasti v gosto naseljenih in nizko ležečih območjih, kjer je sposobnost prilagajanja na spremembe razmeroma nizka in kjer se ljudje že spopadajo z drugimi izzivi, kot so tropske nevihte ali lokalno pogrezanje obale. Največ ljudi bo ogroženih v velikih deltah Azije in Afrike, pri čemer bodo najbolj izpostavljeni manjši otoki (Podnebje prihodnosti, 2009).

Območja, ki bodo zlasti prizadeta, so na primer Arktika, Afrika (predvsem južna Afrika), majhni otoki in azijske velike delte, kot sta Ganges-Brahmaputra in Zhujiang. Če stvar pogledamo konkretnije, znanstveniki pričakujejo, da bodo podnebne spremembe imele

naslednje učinke v posameznih podnebno občutljivih sistemih in sektorjih (IPCC AR4 Part II, 2007, str. 2):

- Obstaja velika verjetnost, da se bosta količina odtekajoče vode in njena razpoložljivost povečali na visokih geografskih širinah in na nekaterih mokrih tropskih območjih, nasprotno pa se bosta zmanjšali v nekaterih suhih regijah na srednjih geografskih širinah in na suhih tropskih območjih, kjer vode ponekod že tako ali tako primanjkuje. Količina vode, shranjene v ledenikih in snegu, se bo zmanjšala, z njo pa tudi njena razpoložljivost na območjih, kjer danes živi več kot milijarda ljudi (šestina svetovnega prebivalstva).
- V regijah z zmernim podnebjem bi lahko dvig povprečne temperature za 1,5 do 3,5 °C nad predindustrijsko ravniyo imel manjše pozitivne učinke na pridelavo poljščin, ki pa bo v nekaterih regijah manjša, če bo dvig temperature večji. Na območjih na nizkih geografskih širinah bodo tudi zmerni dvigi temperature imeli negativne učinke na produktivnost obdelovalnih površin, pri čemer bodo pogostejše suše in poplave ogrozile kmetijstvo, zlasti v sektorjih samooskrbe.
- Znanstveniki menijo, da bo imelo globalno segrevanje negativne učinke na zdravje velikega števila ljudi, zlasti na tiste, ki živijo v regijah z nizko sposobnostjo prilagajanja na spremembe. V teh regijah se bo povečala stopnja podhranjenosti, kar bo imelo negativne posledice na rast in razvoj otrok. Na splošno lahko pričakujemo večjo umrljivost, obolevnost ter več poškodb zaradi vročinskih valov, poplav, neviht, požarov in suš. Število bolezni srca, ožilja in dihal se bo povečalo zaradi višjih koncentracij prizemnega ozona, pričakovati pa je tudi nekatere mešane učinke, kot sta na primer povečanje ali zmanjšanje dosega in potenciala prenašanja malarije v Afriki.

2. EKONOMIJA PODNEBNIH SPREMEMB

2.1 Uvod v ekonomijo podnebnih sprememb

Končni izziv za javno politiko je opredeliti vpliv emisij TGP na temperaturne spremembe in njihovo omejevanje. Temperatura ozračja in morska gladina se povečujeta, pojavljajo se uničujoči vremenski pojavi, degradacija okolja pa ogroža bodočo oskrbo s pitno vodo, hrano in drugimi nujnimi potrebščinami za normalno življenje. Ekonomija podnebnih sprememb z raziskovanjem išče sistematične pristope za razvoj učinkovite politike blaženja podnebnih sprememb in človeškega prilagajanja nanje.

Znanost o podnebnih spremembah vključuje vzročne zveze med dogodki skozi dolgo časovno razdobje, saj ima npr. CO₂ življenjsko dobo približno pol stoletja, preden se izloči iz ozračja. Ostali procesi so še počasnejši, kot npr. vpliv spremembe ozračja na temperature oceanov v globinah, saj traja nekaj stoletij, da se ponovno vzpostavi temperaturno ravnovesje. Na podlagi tega je bilo ocenjeno, da tudi če bi emisija TGP padla na raven pred dobo industrializacije, bi raven morske gladine še vedno naraščala, in sicer primarno zaradi

termalne ekspanzije morja za naslednjih 300 let. Najhujše posledice podnebnih sprememb naj bi bile tako vidne šele v naslednjih generacijah (Ackerman, 2007, str. 3).

Zemeljsko ozračje in podnebje sta del naravnega bogastva, ki sta dostopna vsem ljudem za zadovoljevanje njihovih potreb in želja skozi čas. Z ekonomskega stališča se podnebna politika ukvarja z merjenjem in primerjanjem ocene vrednosti podnebja kot naravnega kapitala. To pomeni, da primerja alternativno rabo v različnih časovnih obdobjih in na podlagi teh rezultatov predlaga najboljše možne rešitve. Uspešna podnebna politika bo našla ustrezno ravnotežje med stroški in koristmi glede porabe podnebnega naravnega kapitala ter poštene porazdelitve slednjega med sedanjimi in bodočimi generacijami.

Podnebne spremembe naj bi v glavnem povzročale emisije TGP (IPCC AR4, 2007, str. 36). Povzročitelji emisij pa navadno ne odgovarjajo za škodo, ki jo s tem povzročajo. Po standardni teoriji o eksternalijah², ob predpostavki gotovosti, popolne konkurence in enotne vlade bi moral povzročitelj emisij nositi celotne mejne socialne stroške (angl. *Marginal Social Cost* – MSC).³ Ti stroški pa bi se morali alocirati prek trgovanja z izpusti in neposredne regulative z oškodovancev na povzročitelje. Problem izvedljivosti te teorije v praksi pa je, da obstaja veliko jurisdikcij, neprisotnost verjetnih oškodovancev (prihodnje generacije), dolg časovni razpon ter mednarodna obravnava, negotovost in neuspešnost trga (angl. *Market Failure*). Vseeno nam standardna teorija o eksternalijah zagotavlja začetno pomoč pri razumevanju problema. Vendar je ekonomski problem veliko večji in kompleksnejši. Slednji zahteva medgeneracijsko mednarodno reševanje problema z veliko negotovostjo glede prihodnjega razvoja in povezano neuspešnostjo trga (Stern et al, 2006, str. 451).

Glede na zgoraj navedeno mora ekonomija podnebnih sprememb upoštevati zelo širok spekter dejavnikov in delovati multidisciplinarno. Znotraj ekonomskega področja pa upoštevati različna področja ekonomije, kot so ekonomija rasti in razvoja, ekonomika industrije, ekonomija inovacij in tehnoloških sprememb, institucionalna ekonomija, ekonomija demografije in preseljevanja, ekonomija javnih financ, ekonomija informacij in negotovosti ter okoljska in splošna ekonomija (Metzger et al., 2005, str. 260).

Da bi politika učinkovito reševala vprašanja podnebnih sprememb, mora najti skupno in enotno globalno smer na podlagi dolgoročnih mednarodnih sporazumov, znotraj katerih bi lahko gospodarstvo učinkovito delovalo. Doseganje navedenih sporazumov zahteva splošno

² O zunanjih učinkih ali eksternalijah govorimo tedaj, kadar s proizvodnjo določenega proizvoda ali storitve ali z dejavnostjo določenega gospodarskega subjekta nastajajo določene dobrobiti ali škode za gospodarske subjekte, ki niso neposredno vpleteni v porabo ali proizvodnjo tega blaga ali v dejavnost tega subjekta. Zunanji učinki torej nastanejo v odnosih med gospodarskimi subjekti in se ne izrazijo na trgu. Ti vplivi so lahko škodljivi in drugim povzročajo stroške (Tajnikar, 1994, str. 341).

³ Mejni socialni stroški so celotni stroški družbe za proizvodnjo dodatne enote. Ti stroški ne bremenijo samo proizvajalca, temveč tudi zunanje okolje in družbe. Izračun je naslednji: $MSC = MPC + MEC$, kjer MPC predstavlja mejne zasebne stroške in MEC mejne zunanje stroške.

razumevanje posledic in predvidenih obveznosti sporazumov. Za spodbujanje delovanja v tej smeri pa bi morali obstajati določeni instituti, ki bi spodbujali ekonomske, socialne in politične perspektive udejstvovanja v skladu s sporazumi.

Narava problema, glede na vzroke in posledice, zahteva, da so upoštevana etična vprašanja, ki so povezana z odgovornostjo, kapitalom, poštenostjo, pravičnostjo, svobodo, vzdržnostjo in nadzorom. Med navedenimi obstajajo temeljne etične razlike, vendar se vse končno merijo na podlagi rezultata, kot so dohodek, kapital in blagostanje v povezavi z okoljem, zdravjem, izobrazbo in načinom življenja (Markandya et al., 2002, str. 26–28).

2.2 Ekonomske teorije podnebnih sprememb

2.2.1 Ekonomske teorije

Osnovni teoretični argument za vladno aktivnost na okoljskem področju je, da je onesnaževanje eksternalija. Slednja je nezaželena posledica tržnih odločitev, ki vpliva na posameznike namesto na odločevalca. Internalizacija eksternalije je dolgo veljala za teoretično rešitev tega problema (Stavins, 2007, str. 1).

Ekonomija podnebnih sprememb se ukvarja z modeliranjem gospodarske rasti glede na predvidene emisije, z raziskovanjem in modeliranjem ekonomije tehnoloških opcij, izračunom socialnih stroškov emisij CO₂ ter raziskovanjem davkov in taks⁴ na emisije, trga in povezanih struktur. Osnovna struktura problema in teorija sta se v zadnjem obdobju delno že vzpostavili. Sedaj je potrebno, da se teorija dodatno razvije in dopolni z ustreznimi modeli ter analizira in predvidi ustrezna politika posamezne države. Na podlagi tega pa je treba vzpostaviti skupno mednarodno politiko na področju podnebnih sprememb.

Standardna ekonomska teorija ni primerna za obravnavanje problema, kot so podnebne spremembe. Znano je, da ekonomija stremi k temu, da je na trgu čim manj intervencij, posplošuje prihodnost ter zajema ozek in pomanjševalen pristop do posledic podnebnih sprememb in njihovih zunanjih vplivov (Ackerman, 2007, str. 4). Filozofija tržne ekonomije vpliva na način razmišljanja ekonomistov o osnovah ekonomije. Bistvo neoklasične ekonomije je, kako lahko trgi dosežejo višjo stopnjo usklajenosti brez centralnega planiranja (Milgrom & Roberts, 1992, str. 57). Navadno so rezultati standardnega pristopa takšni, da ni treba storiti skoraj ničesar glede podnebnih sprememb, ker trenutni stroški blaženja podnebnih sprememb znašajo več, kot je diskontirana sedanja vrednost prihodnjih koristi. Največji problem je določitev dejanskega vpliva emisij TGP na temperaturne spremembe. Obstajajo dokazi, da so posledice podnebnih sprememb škodljive, vendar natančnega vpliva trenutno skoraj ni mogoče napovedati. Zaradi navedenega kar nekaj ekonomistov vztraja pri

⁴ Davki in takse se nanašajo na izpuste TGP v ozračje. Navadno se izražajo v denarni enoti na tono izpusta (npr. 50 USD/t CO₂).

zelo zmerni in počasni politiki ukrepanja proti podnebnim spremembam (Mendelsohn, 2006, str. 46).

Neoklasična ekonomska teorija se izogiba intervencijam na privatnem trgu. Samoregulacijsko delovanje trga predstavlja tržno ravnovesje, to je stanje, ki se ne da izboljšati, ne da bi bil kdo oškodovan (Ackerman, 2007, str. 4). Čeprav redkokateri ekonomist trenutno zagovarja, da današnji trg predstavlja ta utopični ideal, jih večina trdi, da smo blizu tega in da je možno uvesti le manjše popravke trenutnega sistema, ne pa večjih sprememb. Kot primer vmešavanja na trg pa lahko vzamemo trg kmetijskih izdelkov, na katerem veliki izvozniki, kot sta npr. ZDA in EU, z visokimi kmetijskimi subvencijami nižajo cene kmetijskim pridelkom, kar posledično vodi v neravnotežje tako na trgu s kmetijskimi pridelki kot na mednarodnem trgu vode za namakanje (Cojanu, 2008, str. 2).

Pred več kot 100 leti je Vilfred Pareto objavil zelo znan normativni kriterij za ocenjevanje, ali določena socialna sprememba doda koristi svetu. Sprememba je tako Pareto učinkovita, če ima najmanj ena oseba koristi, ne da bi drugi osebi nekaj odvzela (1986). Petdeset let kasneje sta Nicholas Kaldor (1939) in John Hicks (1939) spremenila kriterij v bolj pragmatičnega in ga poimenovala »potencialni Pareto doprinos«. Slednji tako določa, da morajo načeloma tisti, ki imajo koristi, v celoti kompenzirati tiste, ki imajo izgubo, tako da ima vsaj eden neto korist (Stavins, 2007, str. 1).

Osnovno izhodišče teorije neoklasičnih ekonomistov je sistem popolne konkurence, ki ima večinoma manjše proizvajalce in zelo majhne kupce, vsi udeleženci pa imajo popolne informacije in zelo ozke želje in potrebe. Za to stanje so narejene primerjave dogodkov in rešitev (Ackerman, 2007, str. 5). Temeljni teorem ekonomske blaginje (angl. *Fundamental theorems of welfare economics*) prikazuje, da tržno ravnovesje že obstaja in je Pareto optimalno. To pomeni, da bi vsaka deviacija od trenutno sprejetega stanja nekemu škodovala. Isti teorem zagovarja tudi stališče, da je vsako stanje, ki je Pareto optimalno, tudi tržno v ravnovesju ob začetni distribuciji produkcijskih faktorjev. Okoljski problemi so tako samo stranski vpliv v obliki eksternalij. Ta vpliv predstavlja neocenjeno škodo, povzročeno drugemu. Eksternalijam je mogoče določiti vrednost in jih internalizirati, bodisi s Pigoujevimi davki, Coasovimi pogajanji⁵ ali z ustanovitvijo trgov z onesnaževalskimi pravicami (Ackerman, 2007, str. 5). Z internalizacijo eksternalij bi bilo tako tržno ravnovesje ponovno vzpostavljeno.

Če podnebne spremembe opredelimo po Ronaldu Coasu, je metodološka rešitev ekonomskega problema možna na dva načina. Možno je, da se omeji onesnaževalca in se škodo monetarno opredeli. Druga rešitev pa je tehtanje koristi z odstranitvijo onesnaževalca s koristmi, ki bi jih imeli brez njegove odstranitve, in s sklenitvijo ustreznega socialnega

⁵ Coasova pogajanja izhajajo iz Coasovega teorema, ki pravi, da če so lastninske pravice natančno določene in če so stroški transakcij enaki nič, vodi popolna konkurenca do ponotranjenja zunanjih učinkov, in sicer ne glede na to, kako so lastninske pravice razporejene med posamezniki oziroma podjetji (Tajnikar, 1994).

sporazuma. Tako je treba z najnižjimi oportunitetnimi stroški zmanjšati škodne učinke onesnaževalca. Po Coasu sistem za določanje cene ustvarja transakcijske stroške, zato je najbolje, da se kompenzacije med oškodovanci in povzročitelji škode nadomestijo s politiko, ki bi maksimalno povečala skupen neto socialni produkt glede na različne tržne dogovore (Cojanu, 2008, str. 3).

Večina ekonomskih izračunov je osredotočenih na splošno ravnovesje. Druga znanstvena področja, kot sta fizika in tudi ekologija, pa so usmerjena v dinamiko razvoja. Enačbe za ravnotežje izhajajo iz zgodnje fizikalne teorije. Utemeljitelji neoklasične ekonomije s konca 19. stoletja so sprejeli te enačbe od fizikov, ki so takrat dosegli velike uspehe, kot je npr. termodinamično ravnovesje (Mirowski, 1991, str. 193). Analogijo k termodinamičnem ravnovesju je sredi 20. stoletja upošteval Paul Samuelson, ki je zelo veliko prispeval k formaliziranju matematične obravnave ekonomske teorije. Kljub temu pa je bila povezanost med fiziko in ekonomijo neustrezna in nepopolna. Skupno analitično ogrodje, ki v fiziki zelo dobro deluje, je bilo v ekonomski teoriji manj uspešno (Ackerman, 1999, str. 6).

Predanost ekonomije k teorijam uravnoteženosti je odraz normativne in analitične pomembnosti uravnoteženosti v družbenih vedah. Termodinamično ravnotežje in neravnotežje sta stanji narave. Nasprotno pa je ravnotežje v ekonomskih modelih popolnih trgov Pareto optimalno. V tem modelu tržno ravnovesje zagotavlja najvišjo učinkovitost, kar je zaželen socialni cilj. Tako je postal zvezan s teorijo laissez-faire, kar naj bi po nekaterih ekonomistih zagotavljalo pot k ekonomski svobodi. Milton Friedman zagovarja, da je glavna vloga tržne organiziranosti ekonomske aktivnosti preprečiti posamezniku, da bi vplival na večino aktivnosti drugega. Večina argumentov proti prostemu trgu je prav pomanjkanje zaupanja v svobodo (Friedman, 1962, str. 14).

Glede navedenega obstajata najmanj dva ključna problema. Eden je, da je v realnosti popolna konkurenca nemogoča. Friedman in drugi zagovorniki laissez-faire trdijo, da je gibanje k nereguliranemu konkurenčnemu trgu zaželeno, saj se tako dejansko stanje na trgu približuje idealu. Teorija second best (»drugega najboljšega«) Richarda Lipseyja in Kevina Lancasterja, ki je že starejšega izvora, zagovarja, da v primeru, da eden od pogojev za Pareto optimum ni zagotovljen, druga najboljša rešitev zahteva odklon od vseh drugih vidikov nedoseženega optima⁶ (Lipsey & Lancaster, 1956, str. 11). Ta zelo preprosta in tudi uporabna ideja ogroža pomembnost konkurenčnega modela trga kot normativnega cilja. Ker popolnoma konkurenčnega trga ne moremo doseči, ni zagotovila, da približevanje k temu cilju zagotavlja uspešnost.

Druga značilnost Friedmanove vizije je svet brez pomembnih eksternalij. Gre za delovanje trga po načelu preprečiti posamezniku, da bi vplival na drugega v večini življenjskih

⁶ Kot primer lahko vzamemo, da je najhitrejša pot za prevoz skozi mesto zaprta. Druga najhitrejša možnost je povsem drugačna pot, ki pa se v celoti razlikuje od prve poti. Enaka sta si samo začetek in konec poti.

aktivnosti. Kriza podnebnih sprememb je natanko takšen problem, ki ga povzročajo tržne aktivnosti in iz njih izhajajoče emisije TGP, ki bodo vplivale na celotno prebivalstvo. Te vrste eksternalij ni preprosto internalizirati, ampak je nasprotno posledica moderne tržne aktivnosti, ki ogroža lasten obstoj.

Obstajajo tudi ekonomske teorije, ki predvidevajo, da je stanje na trgu neuravnoteženo oziroma da vsaj ni popolne konkurence (Ackerman, 1999, str. 6). Makroekonomska teorija Johna Maynarda Keynesa, kot npr. teorija gospodarskih ciklov, je primarno analizirala pojav trajne neprostoVOLjne nezaposlenosti. Rezultati, ki se oddaljujejo od Pareto optimuma, so tudi sodobne teorije o asimetričnosti in omejenosti informacij ter nove behavioristične teorije, ki se oddaljujejo od tradicionalnih behaviourističnih teorij, ki poudarjajo racionalno egoističnega homo economicusa. Te teorije pa ne vsebujejo inherentne dinamične nestabilnosti. Nasprotno pa podnebne spremembe vodijo v to, da bo lahko obstoječi trg ogrožal lastno nadaljevanje.

Globlji vidik notranjega protislovja in nestabilnosti je bil prisoten tudi v dveh povsem drugačnih vejah politične ekonomije 19. stoletja, in sicer v teoriji Marxa in Malthusa. Slednji je bil korak dlje od Marxa glede podnebnih problemov, saj je opisoval pot, kako neizogibno bo tržna aktivnost privedla do poslabšanja podnebja in posledično zmanjšanja dohodka. Njegova teorija razlaga, da povečevanje blagostanja vodi v rast prebivalstva in s tem potrebe po hrani, ki bo preseгла zmožnost produktivnosti kmetijstva. Ni pa dejansko obravnaval grožnje posledic podnebnih sprememb (Ackerman, 2007, str. 6).

Naravne omejitve ekonomske rasti so v zadnjem obdobju aktualna tema v okoljski ekonomiji. Glavna misel te veje ekonomije je bila ustvarjena na podlagi dela Hermana Dalyja in drugih, ki zagovarjajo, da je ekonomija del zemeljskega ekosistema (Ackerman, 2007, str. 7). To pa ustvarja omejitve trajnostnega razvoja proizvodnje in omejitve emisij. Čeprav je to obetajoč prispevek, z velikim pomenom za omejevanje podnebnih sprememb, je potrebno še oblikovanje nove sinteze okoljske ekonomije s splošno ekonomsko teorijo. Trenutno pa okoljska ekonomija še nima nobenega konkretnjšega vpliva na sedanjo ekonomsko teorijo.

Trga, ki mu podnebne spremembe grozijo, da bodo povzročitelj velikih škod in katastrof v manj kot stoletju, ekonomske teorije niso primerno opredelile, saj te zahtevajo stabilnost in popolno uravnoteženost trga. Tržno ravnovesje je zaželeno in implicitno je domnevano, da je trajno. Pravzaprav, če konvencionalne teorije optimalnega trga spodbujajo javno politiko, da naj ne ukrepajo glede podnebnih sprememb, ironično same ustvarjajo nepopoln trg.

2.2.2 Značilnost eksternalij pri podnebnih spremembah

Prevladujoča ekonomska teorija vztraja pri jasnih dokazih o tržnih nepravilnostih, preden bi zahtevala vladno intervencijo na trgu. Eden izmed dokazov za tržne nepravilnosti je prisotnost eksternalij. Okoljska ekonomija prepoznava pomembnost eksternalij in nasprotuje

politiki laissez-faire. Prevladujoče razumevanje eksternalij je neprilagojeno reševanju podnebnih sprememb ali drugih pomembnih okoljskih težav (Ackerman, 2007, str. 11).

Osnovni koncept eksternalij temelji na treh ravneh, in sicer na predpostavkah ločljivosti, predvidljivosti in monetizaciji. Eksternalije, kot so opisane v splošni ekonomski literaturi, se zgodijo druga za drugo, vsaka ima razlog za nastanek in izpolnjuje pogoje za reševanje s strani politike. Predpostavka o ločljivosti je v pomoč pri začetnem obravnavanju dogodka, vendar pa ne ustreza kompleksni zmešnjavi različnih in nepodobnih učinkov, ki jih povzročajo podnebne spremembe. Kljub temu pa celotna teorija eksternalij temelji na njihovi ločljivosti. Že od prvih avtorjev, kot je Pigou, do sodobnih teorij okoljske ekonomije so eksternalije razumljene kot individualni učinek individualnega vzroka.

Podobno velja za predpostavko, da eksternalije niso množične. Po njihovi odstranitvi bi moral trg ponovno delovati optimalno. Razvoj politike za individualne eksternalije ne glede na to, ali temeljijo na davkih ali ustanovitvi trga za trgovanje z izpusti, je zelo drag in časovno potraten proces.

Učinkovita podnebna ekonomija zahteva zaradi različnih in zapletenih učinkov razvoj takšne politike, ki se naslanja na skupne vzroke, v našem primeru na podnebne spremembe. Da bi lahko vzpostavili učinkovit sistem, se je treba izogniti individualnim izračunom in ocenjevanjem (Ackerman, 2007, str. 11).

Naslednja predpostavka eksternalij je predvidljivost. Predvideva se, da je natančno definirana grožnja povezana s specifičnim vzrokom. Ekonomska teorija je to analizo tako razširila, da upošteva tveganost na podlagi verjetnostne porazdelitve. Na podlagi tega pa lahko izračunamo verjetne vrednosti negotovih rezultatov. Kljub temu so podnebne spremembe nepredvidljive v vseh pogledih. Vzrok pa ni v tem, da podnebne spremembe ne bi bile znanstveno raziskovane, ampak v nepredvidljivi naravi podnebja. Podnebje je namreč kompleksen, zelo nelinearen sistem, s fizičnimi interakcijami in tako pozitivnimi kot tudi negativnimi odzivi. Modeli, ki se ukvarjajo s predvidevanjem, uporabljajo matematiko kaosa in kompleksnostno teorijo (Ackerman, 2007, str. 12). V nekaterih primerih so nam znani samo povprečni, minimalni in maksimalni rezultati. Kljub temu pa je občutljivostna odvisnost od začetnih pogojev⁷ glavna značilnost kaotičnih sistemov. Ta teorija je postala znana z delom Edwarda Lorenza s poenostavljenim modelom atmosfere (Wikipedija, 2009).

V svetu kaotične dinamike in občutljivostne odvisnosti od začetnih pogojev imajo ekonometrična predvidevanja omejeno vrednost. Identifikacija specifičnih pričakovanih rezultatov ali celo verjetnostne distribucije za specifične prihodnje grožnje navadno ni možna. Verjetno je, da se bodo ekstremni vremenski pojavi v prihodnosti zaradi podnebnih

⁷ Ta fenomen se pogosto naslavlja kot »učinek metulja«. Majhna začetna sprememba lahko v nekem časovnem obdobju pripelje do veliko večje spremembe. V teoriji ima lahko zamah kril metulja viden učinek na podnebje na drugem delu sveta.

sprememb stopnjevali, vendar pa je nemogoče natančno določiti, za koliko in kdaj. Danes je nemogoče določiti, kakšni hurikani bodo naslednje leto. Zaradi tega je področje predvidevanja in računanja pričakovanih groženj nerelevantno. Edini možen odgovor na takšno kaotično situacijo je učinkovita preventivna politika, ki stremi k temu, da nas s čim nižjimi stroški varuje pred najslabšimi možnimi situacijami, ki se lahko zgodijo.

Zadnja predpostavka eksternalij je monetizacija. Internalizacija eksternalij zahteva denarno ovrednotenje njihovih vrednosti. Žal pa je opredeljevanje vrednosti podnebnih eksternalij nemogoče (Ackerman, 2007, str. 12). Z istim problemom se srečujemo pri ocenjevanju vrednosti življenja posameznika. Obstaja problem, kako se lahko človeško življenje ovrednoti ter ali se vrednoti življenja posameznikov enako po svetu ali različno (denimo življenja na Danskem ali v Kongu).

2.2.3 Skupne dobrine in njihovo lastništvo

Blaginja ni odvisna samo od tehnološkega napredka, ampak tudi od razvoja pravnih, političnih in ekonomskih institucij, kot so lastninsko pravo, tržno pravo, pogodbeno pravo in drugo pravo. Pravo omogoča uporabo dobrin za ustvarjanje blagostanja brez povzročanja konfliktov in sporov med udeleženci in brez pretirane degradacije v primeru obnovljivih virov. Uspešnost delovanja zgoraj navedenih institucij je odvisna predvsem od lastnosti dobrin (Holtz-Eakin, 2003, str. 23). Tržne institucije pa ne delujejo učinkovito v primeru javnih dobrin. Značilnost slednjih je, da je ljudem skoraj nemogoče preprečiti, da jih ne bi trošili, in jih pripraviti do tega, da bi za njihovo trošenje tudi plačevali (angl. *non-excludable goods*). Glavna značilnost teh dobrin je, da je strošek novega uporabnika te dobrine skoraj ničen (angl. *nonrival goods*). Tržne nepravilnosti pa nastanejo tudi v primeru, ko večje število porabnikov uporablja isto dobrino in tako vplivajo drug na drugega.⁸ Zaradi navedenih lastnosti je nemogoče ustvariti in braniti lastništvo javnih dobrin. Zasebni kapital tako nima interesa ustvarjati takšnih dobrin, potrošniki pa nimajo spodbude, da bi z njimi ravnali vzdržno.

Ozračje in oceane je tako nemogoče umestiti v sfero privatnega lastništva. Čeprav se z nekaterimi institucijami poizkuša ustvarjati omejitve glede trošenja navedenih naravnih javnih dobrin, je dostopnost do teh dobrin še vedno brez vsakršnih omejitev. Problem je, da te dobrine nimajo lastništva in jih vsakdo lahko uporablja brez vsakršnega plačila (Holtz-Eakin, 2003, str. 24). Pred današnjim napredkom tehnologije in takšno gostoto prebivalstva je bil dostop do naravnih dobrin dokaj uravnotežen, saj so se ti viri sproti obnavljali. Visoka rast prebivalstva in napredek v tehnologiji pa sta spremenila način in intenzivnost rabe naravnih dobrin. Slednje so postale žrtev prekomernega izkoriščanja ali celo pustošenja. Če so dobrine proste, je v naravi človeka, da jih bo trošil več, kot jih potrebuje. To je fenomen, ko vsak želi toliko trošiti proste dobrine, da jih izrabi, čeprav tako povzroča škodo drugim

⁸ V primeru denimo prometne konice nastaneta zamašek in onesnaževanje. V tem primeru je potrošnja neizključujoča, vendar pa je rivalna.

(Holtz-Eakin, 2003, str. 1). V primeru podnebja pa ljudje prekomerno uporabljajo ozračje za izpuščanje TGP iz naslova proizvodnje hrane, pridelave stavbnega lesa in trošenja fosilnih goriv, čeprav lahko to dolgoročno negativno vpliva na podnebje.

Onesnaževanje ozračja je kompleksen problem. To pa predvsem zato, ker ne obstaja trg, na katerem bi lahko kupil ali prodal ozračje. Prav zato pa zanj ne obstaja tržna cena. Poleg tega pa različne stopnje onesnaženosti ozračja različno vplivajo na posamezne subjekte. Težko je dokazati povezanost manjše stopnje onesnaženosti z nastalimi posledicami (npr. zdravstvene težave). Jasno vidne posledice so razvidne šele v primerih visoke stopnje onesnaženosti. Obstaja pa še problem pri ugotavljanju onesnaževalca, saj lahko emisije povzročajo različni viri. Onesnaževanje lahko izvira iz termoelektrarn, proizvodnih obratov, gradbeništva, gospodarskega prevoza in uporabe osebnih vozil. Vsak od tisočih voznikov osebnih vozil zaradi emisij prispeva majhen delež k povzročanju zdravstvene škode ljudem. Tako ni možno, da bi vsak državljan z vsakim voznikom barantal glede njegovega razmeroma majhnega prispevka k onesnaževanju in posledično s tem k oškodovančevi osebni zdravstveni škodi.

Prav tako je zelo težko izmeriti ekonomske oportunitetne stroške in koristi. Koristi zmanjševanja onesnaževanja, kot npr. boljše zdravje, manjše škode zaradi neurij, čistejši zrak, so realne, ampak jih je zelo težko oceniti, ker zanje tržišče ne obstaja (Holtz-Eakin, 2003, str. 26). Prav tako je zelo težko oceniti stroške zmanjševanja emisij. Navadno so na eni strani tisti, ki onesnažujejo, in na nasprotni tisti, ki imajo koristi od manjšega onesnaževanja. To zelo otežuje ocenjevanje in pravično alokacijo stroškov in koristi zmanjševanja onesnaževanja prek tržišča (Holtz-Eakin, 2003, str. 26). Osnovni problem predstavljajo transakcijski stroški⁹ zaradi števila udeležencev in števila medsebojnih povezav. Prav zaradi navedenega morajo vlade posameznih držav prevzeti vaje v svoje roke in uporabljati take instrumente, ki bodo zadovoljivo prerazporedili stroške in koristi med udeležence.

Podnebne spremembe vključujejo zelo visoke transakcijske stroške. Emisije nastajajo skoraj pri vsaki dejavnosti, ki troši energijo. Potencialno breme pa bodo prevzeli vsi ljudje, tudi tisti, ki sploh še niso rojeni. Skoraj nemogoče je natančno določiti individualne pravice in obveznosti za številne dejavnosti, ki povzročajo podnebne spremembe in njihove možne posledice (Holtz-Eakin, 2003, str. 25). Nekatero vrste pravic, kot je pravica do izpusta TGP pri izgorevanju fosilnih goriv, se lahko brez večjega problema opredelijo. Druge pravice, kot je olajšava za shranjen ogljik v zemlji, drevesih ali v oceanih, so težje določljive. Prav tako so nemerljive pravice do prebivanja v določenem podnebjem v določenem predelu Zemlje in v določenem času. Brez natančno določenih in unovčljivih pravic posamezniki ne morejo uspešno in pravično uresničevati svojih pravic med seboj.

⁹ To so stroški motiviranja in upravljanja izmenjave koristi in stroškov med udeleženci.

Politika se bo morala soočiti z zelo zahtevno nalogo upravljanja z dobrino v nikogaršnji lasti, od katere pa bo verjetno odvisna celotna populacija v prihodnosti (Holtz-Eakin, 2003, str. 25). Vlade posameznih držav bi morale medsebojno sodelovati, da bi bil sistem omejevanja uspešen. Doseči skupen dogovor na področju omejevanja izpustov TGP je zelo pomemben izziv, ker ima vsak posameznik lasten vzgib za delovanje brez omejitev. Uspešen sporazum ne zahteva enakomerne razporeditve bremena zmanjšanja onesnaževanja med državami. Slednje pa imajo različno zgodovino in ekonomsko moč, s katero so pripravljene in sposobne zmanjševati emisije TGP oziroma sposobne prevzeti stroške prihodnjih podnebnih sprememb.

Nadaljnja težava v primeru dosega določenega mednarodnega sporazuma glede zmanjševanja onesnaževanja je morebitna nesposobnost oziroma koruptivnost vlad, da učinkovito in pošteno upravljajo s temi pravicami in obveznostmi. Navadno vlade posameznih držav ne delujejo v skladu z načeli popolne konkurence, temveč na podlagi privatnih koristi in z izgovarjanjem na birokracijo kujejo lastne dobičke. Tako ni nobenega zagotovila, da bodo vlade ob relativno majhnih stroških resnično sposobne učinkovito ravnati z javnimi dobrinami.

2.2.4 Ekonomsko ravnotežje med stroški in koristmi

Bistvo ekonomskega ocenjevanja je ugotovitev ravnotežja med stroški in koristmi skozi čas. Viri so omejeni, zato morajo potrošniki izbirati med substituti in se odpovedati določeni dobrini, da lahko trošijo drugo, ki je za posameznika pomembnejša (Holtz-Eakin, 2003, str. 26). Cena dobrine je določena z njeno vrednostjo v očeh potrošnika. Cena je torej določena s koristmi oziroma tudi s kompenzacijo za izgubljene koristi.¹⁰

Če tržni mehanizmi delujejo pravilno, je tržna cena odraz potrošnikove preference. V primeru neučinkovitega trga pa cena dobrine ne izkazuje resnične vrednosti, ki jo ima za potrošnika. To se dogaja v primeru javnih dobrin, lastništvo katerih ni določeno (Holtz-Eakin, 2003, str. 26). Ista težava se pojavi v primeru omejenih informacij glede vrednosti dobrine. Na podlagi tega potrošnik ne zaznava prave vrednosti dobrine. Celotno znanstveniki niso enotni glede prihodnjih podnebnih sprememb in njihovega vpliva na ljudi, živali in ekosisteme. Prav v tem se kaže dejavnik negotovosti v primeru podnebnih sprememb.

Za upravljanje zgoraj navedenih dobrin bo morala politika na podlagi ekonomskih modelov za javne dobrine predvideti pripravljenost potrošnikov za plačilo določene cene za uporabo teh dobrin. Vendar imajo politiki omejene informacije glede stroškov v prihodnosti, saj bodo rezultati vidni šele čez nekaj desetletij. Učinkovito upravljanje z ozračjem pomeni uravnoteženost med skupnimi koristmi uporabe ozračja za emisije TGP (Holtz-Eakin, 2003,

¹⁰ Ljudje lahko izbirajo substitute, npr. cenejši stavbni les. Tako bi ohranili tropski gozd in živalske vrste. S tem bi dokazali lastno voljo za žrtvovanje koristi za ohranitev gozda in okolja.

str. 26). To pomeni doseganje dodatne koristi na dodano zadnjo tono emisije TGP¹¹ glede na prihodnje povečane stroške (koristi) podnebnih sprememb (Holtz-Eakin, 2003, str. 26). Upravljanje med trenutnimi stroški in bodočimi koristmi vključuje tudi tehtanje stroškov zmanjševanja emisij danes za ublažitev oziroma odstranitev podnebnih sprememb v prihodnosti. Če so stroški ublažitve izpustov TGP danes večji kot stroški prilagajanja podnebnim spremembam v prihodnosti, je stroškovno učinkoviteje, da se prilagodimo v prihodnosti, kot pa da danes znižamo izpuste.

Učinkovita podnebna politika v sedanjosti sprejema takšne ukrepe, ki bodo zagotovili bodoče koristi ugodnega podnebja v prihodnosti (Holtz-Eakin, 2003, str. 26). Ukrepi so lahko v različnih oblikah, kot so omejitve na izpuste, dodatne raziskave na področju raziskovanja podnebnih sprememb, razvoj alternativnih energij fosilnih goriv itd.

Podnebna politika mora prav tako upoštevati tehtanje za razdelitev sredstev med investicijami, ki bodo prinesle koristi na podlagi ohranjanja podnebja, in drugimi, s podnebjem nepovezanimi investicijami (izobraževanje, razvoj novih tehnologij, investicije v fizični kapital ipd.¹²). Če pa podnebne spremembe ne bodo relativno škodljive, bi zelo restriktivna politika z visokimi stroški ublažitve izpustov neučinkovito alocirala sredstva iz investicij z večjimi donosi v tiste z nižjimi. V primeru relativno visoke škodljivosti podnebnih sprememb pa bi takšna politika pomenila pravilno odločitev z visokim donosom.

Ker bodo sredstva za delovanje podnebne politike preusmerjena iz drugih investicij, bi bilo pravilno, da se vse koristi vseh investicij obravnavajo z enako mejno stopnjo donosa¹³ (Holtz-Eakin, 2003, str. 27). Kljub temu pa je določanje stopnje donosa za podnebne spremembe izredno kompleksno zaradi dolgoročnosti in tveganosti. Primerljivih investicij investicijam v podnebne spremembe skoraj ni, saj je možnih veliko različnih rezultatov z globalnimi posledicami in zelo dolgo časovno vrsto. Prav zaradi dolgoročnosti pa so rezultati zelo občutljivi glede na uporabljeno diskontno stopnjo.

Ustrezen način delovanja in primerna količina investicij v podnebne spremembe sta odvisna od posameznikovega tehtanja koristi za sedanje in bodoče generacije ter upoštevanja tako znanstvene kot tudi ekonomske negotovosti glede rezultatov. To tehtanje pa se odraža skozi želeno diskontno stopnjo za navedene investicije.

¹¹ Atmosfera je delno obnovljiv vir za odlaganje TGP, saj lahko oceani prevzamejo določeno količino TGP. Presežna količina TGP pa se nalaga v atmosferi in tako postopoma vpliva na podnebje. Po predvidevanjih znanstvenikov naj bi bili oceani sposobni letno prevzeti do 1 milijarde ton CO₂. To pomeni, da je atmosfera neobnovljiva.

¹² Oprema in vse (surovine, energija, zgradbe), kar imamo fizično na voljo, da lahko uporabimo v proizvodnji z namenom ustvariti dobrine in storitve.

¹³ Donos za zadnjo dodano denarno enoto na investicijo.

2.2.5 Ekonomska rast in emisije TGP

Kognitivna diskrepancija med znanstveniki, ki opozarjajo na potencialne katastrofe v primeru, da se ne obvlada emisij, na eni strani ter politične in ekonomske teorije o zmerni rasti emisij na drugi determinirajo enega izmed najpomembnejših ekonomskih problemov 21. stoletja (Harris, 2008, str. 2). Glavno vprašanje je, ali je možno ohranjati dolgoročno gospodarsko rast ob predpostavki zmanjševanja izpustov CO₂.

Razpravljanje o gospodarski rasti in njenem vplivu na okolje ima dolgoletno tradicijo, vendar ta do zdaj ni vključevala podnebnih sprememb. Omejitve rasti so teoretiki povezali s populacijo, kmetijstvom, energijo, obnovljivimi viri in odpadki (Harris & Goodwin, 2003, str. 15). Ekološki ekonomisti (npr.: Kenneth E. Boulding, Nicholas Georgescu-Roegen, Herman Daly, Robert Costanza) zagovarjajo, da omejitve okolja in virov determinirajo in postavljajo meje ekonomske rasti. Neoklasični ekonomisti (npr.: Frank P. Ramsey, Robert Sollow) pa načeloma zavračajo stališče, da obstajajo omejitve rasti, povezanih z omejitvami okolja. Razlike med navedenima teorijama so še vedno prisotne. Panoge, pri katerih so meje vzdržnosti okolja že bile dosežene (prekomeren ribolov, degradirano kmetijstvo, izgube ekosistemov ipd.), so pomembne, vendar jih ne štejejo kot grožnjo za omejevanje globalne gospodarske rasti. Nasprotno pa globalne podnebne spremembe prek škod neposredno vplivajo na gospodarsko rast, tako v gospodarsko razvitih državah kot tudi v državah v razvoju.

Cilj zmanjšanja izpustov ogljika za 50–85 % do leta 2050, ki ga je predlagala organizacija IPCC (Climate Change 2007: Mitigation, 2007), da se temperatura ne bi zvišala za več kot 2 °C, je v konfliktu z obstoječimi vzorci ekonomske rasti, ki so odvisni predvsem od povečane porabe fosilnih goriv. Teoretično je možno, da gospodarska rast ne bi bila povezana s porabo fosilnih goriv, vendar bi to pomenilo drastično spremembo dosedanjih ekonomskih vzorcev (Harris, 2008, str. 3).

Splošna makroekonomska teorija je usmerjena h konstantni gospodarski rasti. Nihanja v ekonomski aktivnosti, kot sta visoka konjunktura ali recesija, predstavljajo samo trenutna odstopanja od povprečne dolgoročne rasti. Ekonomska zgodovina zadnjih 150 let nas uči, da ta teorija drži, kljub nekaterim večjim odklonom, med katerimi je bila velika depresija leta 1930. Tudi trenutna finančno-gospodarska kriza pomeni odklon.

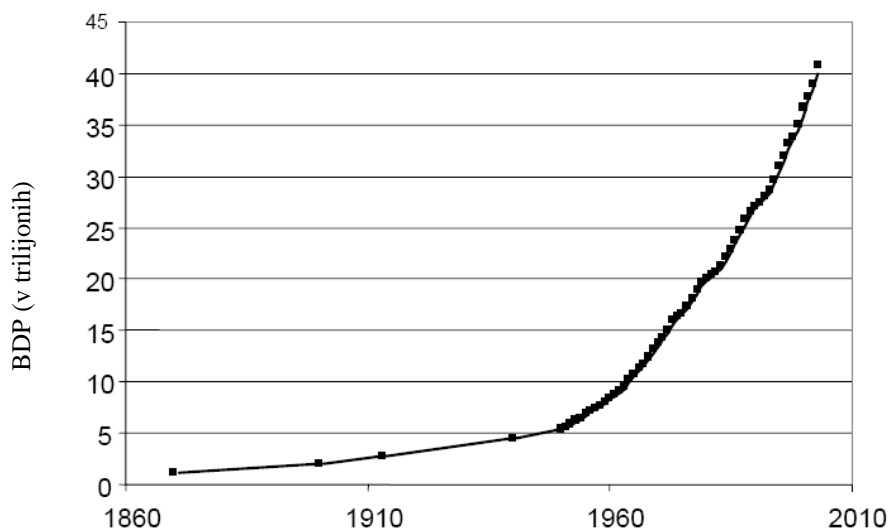
V Tabeli 1 je razvidno, da je v nekaterih državah gospodarska rast nepovezana z emisijami CO₂. To velja predvsem za Nemčijo, Poljsko, Rusijo in Veliko Britanijo. Emisije so bile zmanjšane zaradi uporabe okolju prijaznejših tehnologij in selitve težke industrije v razvijajoče se države, kot so Kitajska, Brazilija, Indonezija, Tajski itd.

Tabela 1: Sprememba BDP in emisij CO₂ za 25 največjih onesnaževalcev v obdobju 1992–2006

Država	% sprememba v emisijah CO ₂	% sprememba BDP
Argentina	34,8	48,0
Avstralija	49,0	67,4
Brazilija	62,2	51,7
Kanada	23,0	57,3
Kitajska	140,4	281,1
Francija	2,7	31,8
Nemčija	-7,1	21,3
Indija	90,9	145,2
Indonezija	102,7	72,0
Iran	98,3	70,6
Italija	13,3	21,6
Japonska	9,9	18,5
Koreja (Južna)	68,4	104,1
Mehika	37,9	49,5
Nigerija	6,4	74,3
Poljska	-7,9	88,1
Rusija	-20,8	20,0
Saudska Arabija	67,2	42,3
Južna Afrika	37,0	57,4
Španija	49,4	55,3
Tajska	121,6	77,9
Turčija	77,0	80,3
Ukrajina	-44,3	-18,4
Velika Britanija	-2,1	49,5
ZDA	16,7	54,8

Vir: Climate Analysis Indicators Tool (CAIT), Version 7.0., 2009.

Slika 6: Dolgoročna rast globalnega BDP od leta 1870 do 2004

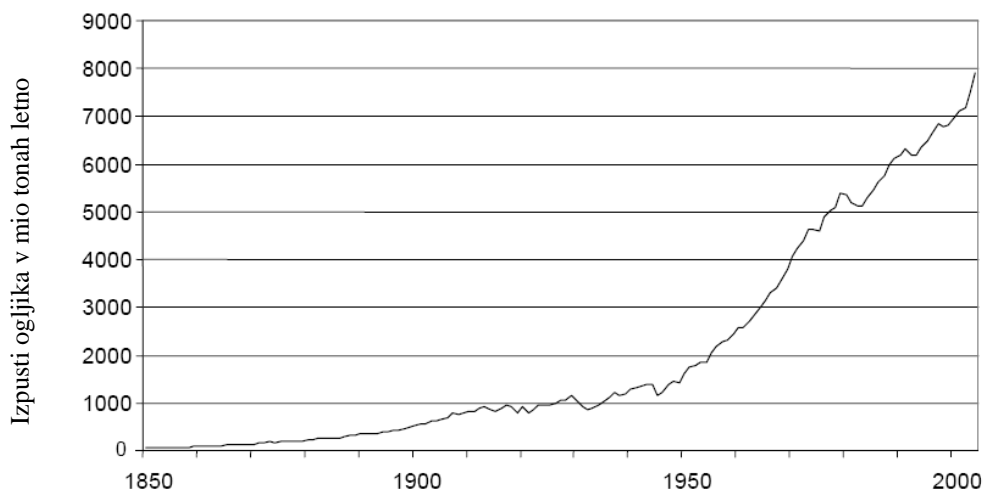


Vir: D. J. Maddison, The amenity value of the climate: the household production function approach, 2003.

Dolgoročna globalna ekonomska rast pa je visoko korelirana z dolgoročno porabo fosilnih goriv in emisijami CO₂. Na Slikah 6 in 7 je vidna ta korelacija med rastjo globalnega BDP

in rastjo emisij. Gospodarska rast se je v celotnem obdobju konstantno povečevala, prav tako so se povečevale emisije CO₂.

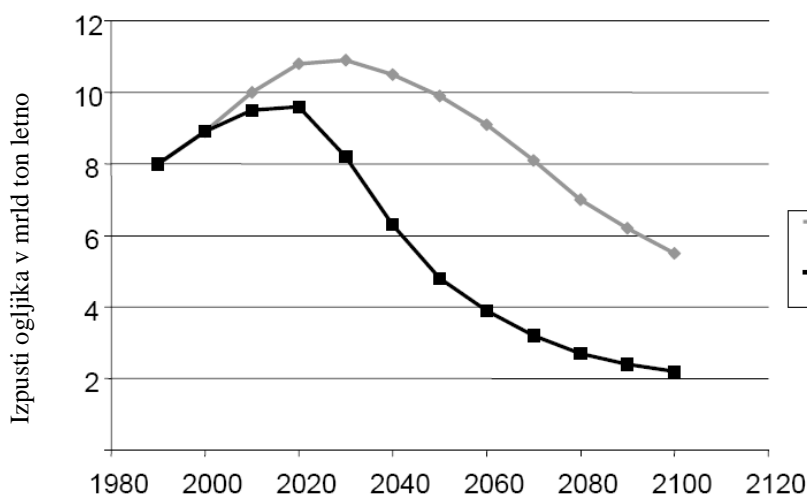
Slika 7: Emisija CO₂ iz porabe fosilnih goriv od leta 1850 do 2004



Vir: Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC), 2009.

Slika 8 prikazuje predlagani krivulji s strani IPCC za zmanjšanje koncentracije CO₂ v ozračju. Krivulji predstavljata pot do stabilizacije CO₂ na vrednosti 450 ppm in 550 ppm. Vendar tudi ti dve vrednosti kažeta skoraj dvojno koncentracijo CO₂ v primerjavi s predindustrijsko dobo. Za doseg navedenih koncentracij bi morala biti rast emisij CO₂ ustavljena v letih 2020–2030, kasneje pa bi se morala rast emisij drastično skržiti. To zahteva, da se morajo emisije v razvitih državah zmanjševati še pred letom 2020. Glede na današnjo tehnologijo to pomeni, da bi bila rast BDP v teh državah ustavljena, vendar je verjetneje, da države v razvoju ne bodo omejevale izpustov.

Slika 8: Stabilizacijski krivulji emisij CO₂ do vrednosti 450 ppm ali 550 ppm koncentracije CO₂ v ozračju



Vir: IPCC, 2001.

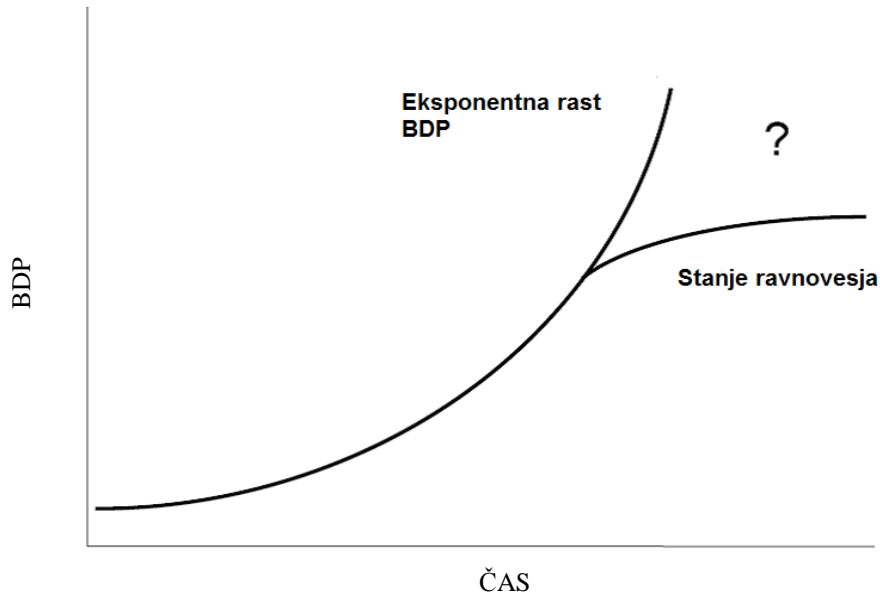
Hitro zmanjšanje izpustov CO₂, kot je zgoraj navedeno, bi lahko vplivalo na rast BDP na naslednje načine (Harris, 2008, str. 5):

- če bodo tehnološki, investicijski in potrošniški vzorci ostali enaki današnjim, bi omejevanje emisij CO₂ povzročilo drastično zmanjšanje ekonomske rasti, kar bi vodilo v globoko recesijo in nezaposlenost, države v razvoju pa bi stagnirale;
- hitra sprememba energijske tehnologije in industrijskih vzorcev bi dovoljevala nadaljevanje ekonomske rasti, vendar strogo v smeri energijsko učinkovite proizvodnje in ob uporabi virov energije brez emisij TGP. To predpostavlja prestrukturiranje večine svetovne energijske, industrijske in gradbene infrastrukture;
- rast bi lahko bila zmerna, ampak manj škodljiva, kot je navedeno v prvi alineji, prek zmanjšane porabe s strani povpraševanja. Za doseg te rešitve je potrebna stabilizacija prebivalstva in preusmeritev potrošnje v večjo uporabo človeškega kapitala (izobraževanje, zdravstvo ipd.). Dodatno bi bila poudarjena prosti čas in domača pridelava namesto povečevanja proizvodnje blaga;
- rast kot cilj bi bila v celoti nadomeščena z zmerno potrošnjo v smeri sonaravne proizvodnje z več kapitala. To velja predvsem za bogatejše države. Zmerna potrošnja tako zahteva zmanjšanje sedanje potrošne ravni. Za države v razvoju bi bil cilj dosegati rast največ v obsegu srednje ravni globalne potrošnje. Cilj ekonomskega razvoja bi bil tako usmerjen v izboljšano socialno in kulturno bivanje.

Zadnja alineja zveni zelo poduhovljeno in dokaj utopično ter predstavlja t. i. stanje ravnovesja.¹⁴ To je nazorno prikazano na krivuljah na Sliki 9 kot radikalna alternativa standardnemu konceptu eksponentne gospodarske rasti skozi čas (kot je prikazana z zgornjim delom krivulje). Med njima obstaja veliko možnosti. To se nanaša predvsem na drugo in tretjo alinejo zgoraj. Če sprejmemo nujno po zmanjšanju emisij CO₂ in se hočemo izogniti posledicam, ki so navedene v prvi alineji zgoraj, potem mora prihodnja gospodarska rast upoštevati navedena načela. Vendar se tu poraja vprašanje, kako naj se klasična ekonomska teorija prilagodi tem spremembam.

¹⁴ Povezano s škotskim ekonomistom Adamom Smithom (1723–1790). Stanje ravnovesja (angl. *Stationary state*) je situacija z ničelno rastjo, ko je zaloga blaga vedno enaka. Količina potrošnje je enaka količini proizvodnje v časovnem obdobju. Donosi produkcijskih faktorjev so tako minimalni.

Slika 9.: Različni pogledi na prihodnost ekonomske rasti



Vir: J. M. Harris, *Ecological Macroeconomics: Consumption, Investment, and Climate Change*, 2008.

2.2.6 Okoljska vprašanja podnebnih sprememb

Podnebne spremembe so del medsebojno povezanih okoljskih dejavnikov, ki vplivajo na gospodarsko rast. Okoljski dejavniki vključujejo populacijo, kmetijstvo, upravljanje z viri in industrijsko tehnologijo. Med njimi je rast prebivalstva verjetno temeljni vzrok podnebnih sprememb. Kot primer lahko vzamemo ZDA, ki imajo rast prebivalstva in rast emisij CO₂ približno 1 % letno od leta 1990 dalje. To pomeni, da bi stabilna populacija v ZDA imela majhno oziroma ničelno rast emisij v tem obdobju. Projekcije rasti svetovnega prebivalstva do leta 2050 nihajo med 1,6 in 3 milijardami dodatnega prebivalstva glede na leto 2000, kar predstavlja rast med 26 % in 49 % po ocenah OZN iz leta 2007. To bo vsekakor vplivalo na večjo porabo energije in posledično na povečane emisije TGP, kar bo zelo oteževalo zniževanje emisij TGP glede na postavljene cilje (Harris, 2008, str. 7).

Povečana intenzivnost kmetijstva je prav tako pomemben dejavnik podnebnih sprememb. Kmetijstvo vpliva tako na povečano porabo energije kot tudi na večje sproščanje metana. Največ metana se sprošča na riževih poljih, pa tudi v živinoreji in pri razpadanju kmetijskih odpadkov. Na drugi strani pa je kmetijstvo zaradi političnih motivov prisiljeno k proizvodnji biogoriv. Opaženo pa je zmanjšanje stopnje rasti širitve kmetijskih zemljišč. To se predvsem odraža v zmanjšanju krčenja gozdov v te namene. Tudi drugi okoljski problemi se zaostrejo, kot npr. vse manjše zaloge pitne vode ter izginjanje živalskih in rastlinskih vrst. Zmanjševanje ledeniških in snežnih vodnih zalog je posledica segrevanja ozračja. To predstavlja največje težave v predelih, kot so zahodna Severna Amerika ter del Indije in Bangladeša, kjer so odvisni predvsem od vodnih zalog Himalaje.

2.2.6.1 Vpliv potrošnje

Prepoznavanje fizičnih in okoljskih omejitev zahteva nov način dojemanja potrošnje. Potrošnja predstavlja najpomembnejšo sestavino BDP in je tudi osnova za bolj ekološko usmerjene ukrepe, kot je Genuine Progress Indicator (GPI).¹⁵ Daly (1991) zagovarja, da se fizična potrošnja glede na teorijo omejene makroekonomske rasti ne more povečevati v nedogled (Harris, 2008, str. 7). Kombinacija virov, končnih proizvodov in odpadkov mora biti pod nadzorom, da se preprečita prekomerna izraba virov in nastanek škode ekosistemu.

Klasični makroekonomski modeli predvidevajo neskončno rastočo potrošnjo z investicijsko dejavnostjo, ki omogoča največjo možno potrošnjo skozi čas. To izhaja iz teze zlatega pravila akumulacije kapitala.¹⁶ Vendar ekologija predvideva omejitev potrošnje. V tem primeru se sredstva preselijo iz potrošnje v investicije, kar ponovno povzroči povečano potrošnjo skozi čas. Če se investicije zmanjšajo, pa se nasprotno poveča nezaposlenost. Edina možna rešitev problema so investicije, ki povzročajo blagostanje brez povečevanja potrošnje materialnih dobrin in neobnovljivih virov energije. To pomeni investiranje v človeški in naravni kapital ali v investicije, ki povečujejo energijsko učinkovitost. Subvencije bi morda spodbudile izbiro takšnih investicij, vendar je največ odvisno od javnega investiranja (država, javni zavodi ipd.).

Potrošnjo lahko prikažemo s pogoji uravnavanja splošne makroekonomske enačbe:

$$Y = C + I + G + (X - M) \quad (1)$$

kjer Y pomeni dohodek oz. BDP, C potrošnjo, I investicije, G državno porabo, X izvoz in M uvoz.

Na zunanji ravni ni možne rešitve z zunanjim trgovinskim sektorjem (X-M), ker so zunanjetrgovinske bilance med seboj uravnovežene. Povečanje I v tržni ekonomiji je lahko motivirano samo s povečevanjem prihodkov in s tem z večjo C. Rešitev problema je lahko v povečanju G in s tem ohranjanju zaposlenosti in Y. Povečanje G pa ima na drugi strani odpor, saj tako vlada preveč troši in se preveč zadolžuje. Prevelik G pa lahko povzroča tudi podnebne spremembe.

¹⁵ GPI je koncept zelene ekonomije in ekonomije blagostanja za poskus meritve, ali bo državna rast (povečana proizvodnja blaga in storitev) dejansko privedla do izboljšanja blagostanja za ljudi v državi. Zagovorniki GPI trdijo, da ta zanesljiveje meri napredek gospodarstva, saj razlikuje med dejansko in neekonomsko rastjo. Predstavlja nadomestno merilo za ekonomsko rast, ki je merjena z BDP.

¹⁶ Izraz angleškega ekonomista Ernesta Phelps (1906–1944). To pravilo analizira najboljši načrt za doseg ekonomske rasti, ki bo zagotavljal optimalno potrošnjo per capita v ekonomiji. Domneva teorije je, da vsaka generacija prihrani del dohodka za prihodnje generacije.

2.2.6.2 Vpliv okoljskih in socialnih investicij

Cilji za stabilizacijo koncentracije CO₂ v ozračju zahtevajo zelo visoke investicije v ohranjanje narave, obnovljive vire energije in v nove tehnologije.¹⁷ Te investicije morajo biti uresničene v kratkem do srednje dolgem času s predvideno dolgoročno vračilno dobo in donosnostjo. Trenutna kratkoročna pristranskost makroekonomske politike omejuje sprejemanje takšnih investicij. Ob investicijah, ki so povezane s podnebnimi spremembami, obstajajo še druge okoljsko povezane investicije, kot so investicije v ohranjanje biotske raznovrstnosti, ohranjanje sveže vode in čiščenje odpadnih vod, varovanje zdravja, transport in splošne komunalne opremljenosti.

Ekonomski stroški zmernega ukrepanja proti podnebnim spremembam, kot so omejitve izpustov iz Kjotskega protokola, so majhni, kljub temu pa zagotavljajo neto ekonomsko korist (Nordhaus & Boyer, 2000, str. 167). Da pa bi dejansko uspeli s stabiliziranjem koncentracije TGP v ozračju, bi potrebovali drastične ukrepe s stopnjami omejitve globalnih izpustov od 50 % do 85 %, kar bi povzročilo ogromne stroške (Climate Change 2007: Mitigation, 2007). Foley (2007, str. 10) pa zagovarja drugačno ekonomsko stališče glede smiselnosti investicij. Kljub eventualni koristi so zanj okoljske investicije predrage. Slednje bi zahtevale prestrukturiranje sedanje proizvodnje industrializiranih držav tako:

- da bi se energijska učinkovitost povečala za najmanj 50 %;
- da bi bil izveden prehod z uporabe fosilnih goriv na obnovljive vire;
- da se zagotovi tehnološki transfer v države v razvoju;
- da bi države v razvoju uporabljale enako visoko učinkovito in okolju prijazno tehnologijo.

To bi vsekakor zahtevalo velike privatne in javne investicije, ki bi bile precej večje od vseh do sedaj.

Globalno uničevanje gozdov, mokrišč ter obalnih in oceanskih ekosistemov se nadaljuje s stabilno ali celo z naraščajočo rastjo (Living Beyond Our Means: Natural Assets and Human Well-being, 2005, str. 3). Komercialni interesi kmetijstva, živinoreje in rudarstva, posek gozdov, ribolov ter ribogojstvo ustvarjajo velike pritiske na okolje in presegajo vse druge ukrepe ohranjanja okolja. Nekatere rešitve na tem področju že omogočajo, da je izkoriščanje naravnega kapitala okolju prijaznejše. Tak primer so individualne prenosljive kvote v ribolovu. Ohranjanje ekosistemov kot javne dobrine pa je mogoče samo prek političnih instrumentov (npr. javno investiranje¹⁸).

Najproduktivnejše investicije v ohranjanje človeškega blagostanja so investicije v javno zdravstvo, prehrano in izobrazbo, ki imajo pogosto okoljsko varovalno značilnost. Revne

¹⁷ Npr. skladiščenje in zajemanje CO₂.

¹⁸ Za ta namen je npr. bila ustanovljena mednarodna agencija Global Environment Facility.

države pa nimajo sredstev za navedene investicije in tako niso sposobne same zagotavljati pravice do čiste vode, kanalizacije in preventive oziroma kurative nalezljivih bolezni (AIDS, malarija ipd.), zato potrebujejo mednarodno pomoč. Podnebne spremembe bodo povečale pomembnost teh pravic, saj bodo dodatno povzročale grožnje oskrbi s pitno vodo in produktivnosti kmetijstva v tropskih predelih ter širjenje nalezljivih bolezni (Epstein & Mills, 2006, str. 6).

Vplivi demografskih, okoljskih in socialnih investicij pa so nam v pomoč pri reševanju vpliva potrošnje. Investicije bi morale imeti takšne lastnosti, da ne bi pretirano vplivale na povečevanje potrošnje. Te investicije so tudi rešitev za ohranjanje zaposlenosti z omejeno potrošnjo. Vse to lahko zapišemo z makroekonomskimi agregati. Za pravilen prikaz pa bomo enačbo razdelili na naslednje elemente (Harris, 2008, str. 11):

$$Y = [C_g + C_s + C_m] + [I_{me} + I_{mc} + I_n + I_h] + [G_g + G_s + G_{me} + G_{mc} + G_n + G_h] + (X-M) \quad (2)$$

kjer je:

C_g = potrošnja netrajnih dobrin in energijsko intenzivnih storitev

C_s = potrošnja človeško kapitalno intenzivnih storitev¹⁹

C_m = gospodinjska poraba trajnih dobrin

I_{me} = investicije v energijsko intenzivna sredstva

I_{mc} = investicije v nizkoenergijska sredstva

I_n = investicije v naravni kapital²⁰

I_h = investicije v človeški kapital

G_g = državna potrošnja netrajnih dobrin in energijsko intenzivnih storitev

G_s = državna potrošnja človeško kapitalno intenzivnih storitev

G_{me} = državno investiranje v energijsko intenzivna sredstva

G_{mc} = državno investiranje v nizkoenergijska sredstva

G_n = državno investiranje v naravni kapital

G_h = državno investiranje v človeški kapital

Ekološke omejitve vplivajo na C_g , I_{me} , G_g in G_{me} . Preostali elementi lahko rastejo, ne da bi negativno vplivali na okolje. Nasprotno pa imajo lahko celo pozitivni učinek, tj. v primeru investicij v naravni kapital oziroma investiranja v varčna energijska sredstva. Zgornjo enačbo lahko preuredimo tako, da združimo skupaj makroekonomske agregate, ki pozitivno vplivajo na okolje, in tiste, ki jih je treba omejiti.

¹⁹ Storitve pri izračunu BDP vključujejo širok spekter dejavnosti, kot so zdravstvo, izobraževanje, informacijske storitve, transport in druge uporabne storitve. V zgornji enačbi so storitve razdeljene na energijsko intenzivne, kot je transport, in bolj človeško kapitalne storitve, kot je izobraževanje.

²⁰ Koncept »naravni kapital« je bil spodbujen s strani ekoloških ekonomistov, da se poudari pomembnost zdravih ekosistemov in naravnih virov za ekonomsko produktivnost in človeško blagostanje. Investicije v naravni kapital ohranjajo oziroma izboljšujejo njihovo funkcionalnost (ohranjanje gozdov in mokrišč ter obnova tal) (Ekins et al., 2003, str. 166).

$$Y = [C_g + I_{me} + G_g + G_{me}] + [C_s + C_m + I_{mc} + I_n + I_h + G_s + G_n + G_{mc} + G_h] + (X - M) \quad (3)$$

Za izpolnjevanje trajnostnih meril bi morali elemente iz prvega dela enačbe stabilizirati oziroma zmanjšati. Elementi drugega dela enačbe pa se lahko povečujejo. To omogoča makroekonomski politiki proste roke glede ohranjanja zaposlenosti. Glede zunanje trgovine pa je lahko deficit oziroma suficit sprejemljiv glede na situacijo posamezne države, vendar se je treba izogibati velikim trgovinskim nesorazmerjem povezanih s prekomerno potrošnjo (npr. ZDA) ali nesorazmernimi kapitalskimi tokovi (npr. servisiranje dolga države v razvoju).

2.2.6.3 Vpliv populacije

Naslednji problem je stabiliziranje prebivalstva. Ekološka načela odpornosti okolja omejujejo število prebivalcev. Čeprav je bilo v preteklosti veliko razprav glede rasti prebivalstva, je sedaj splošno sprejeto, da bo nadaljnja rast povzročila globalno škodo okolju in ekonomskemu blagostanju (Kelley, 1998, str. 1687). Tako normativne kot tudi pozitivne perspektive (politika omejevanja rasti prebivalstva ali spontanega zmanjšanja stopnje plodnosti) predlagajo stabiliziranje globalnega prebivalstva do sredine enaindvajsetega stoletja. Stabilizirano prebivalstvo pa je staro prebivalstvo. Zaradi vse daljše življenjske dobe in vse manj novorojencev postaja stopnja starega prebivalstva glede na celotno populacijo vse večja. To pa povzroča druge socialne stroške, kot so pokojnine, skrb za starejše, zdravstveni stroški ipd. Hkrati pa to povzroča zmanjšanje prihodkov, saj je vse manj delovno sposobnega in delovno aktivnega prebivalstva. Ohranjanje okolja je hudo makroekonomsko breme tako za razvite države kot tudi države v razvoju.

Problem, povezan s staranjem prebivalstva in socialnega varstva, je trenutno najaktualnejši v ZDA in v Evropi. Pomemben del teh razprav so demografski kazalci. Vse več starejšega prebivalstva zahteva višje stroške njihovega oskrbovanja. Ti pritiski bodo vse večji glede na dolgoročno predvidene proračune držav. Nemčija, Rusija in nekatere druge evropske države imajo že negativni prirast prebivalstva. S podobnimi problemi se bodo v bližnji prihodnosti srečevali tudi v razvijajočih se državah, kjer pa bodo ti problemi bistveno večji v absolutnih številkah. Kitajska je kot primer skoraj na vrhu tranzicije iz naraščajočega v stabilno ali padajoče prebivalstvo z zelo velikim deležem starega prebivalstva. Tudi druga gospodarstva bodo sledila temu (Population Bulletin, 2008). Nekateri ekonomisti zagovarjajo, da staranje prebivalstva nasprotuje politiki stabiliziranja prebivalstva (Longman, 2004), vendar politika povečevanja števila prebivalstva prelaga problem v poznejše obdobje. Zaradi vse večjega deleža starejšega prebivalstva se problem absolutno širi, kar pa bo povzročalo tako okoljske kot ekonomske probleme.

Vpliv populacije na podnebne spremembe je rešljiv, ko spoznamo, da povečanje potrošnje oziroma investicij v zagotavljanje javnega zdravstva, prehrano, izobraževanje, zaščito okolja in pomoč starejšim ter prehod na čisto tehnologijo omogočata ohranjanje

zaposlenosti, socialnega blagostanja in okoljskega trajnostnega razvoja. Po Keynesovi teoriji povečevanje agregatnega povpraševanja v podzaposleni ekonomiji povzroča neto koristi tako s trošenjem kot na podlagi multiplikatorja. Poleg tega se zbrana sredstva iz uvedbe t. i. zelenega davka na okolju škodljivo potrošnjo lahko uporabi za spodbujanje okoljsko sprejemljive potrošnje. Pozitivni stranski učinek zelenega davka pa je tudi znižanje potrošnje okolju škodljivih proizvodov.

2.2.6.5 Keynesianski pogled na okoljska vprašanja

Trajna ideja neoklasičnih ekonomistov je, da ima ekonomska rast svojo krivuljo, od katere so samo kratkoročna nihanja. Ta nihanja pa se uravnavajo z makroekonomsko stabilizacijsko politiko. Bolj razdrobljena enačba nam prikazuje, da obstajajo različne krivulje, za katere lahko predpostavimo, da ležijo med eksponentno rastjo in stanjem ravnovesja, kot je prikazano na Sliki 9. Ekonomska politika ima vodilno vlogo pri stabilizaciji krivulje oziroma pri ustvarjanju njene smeri. Navedene smeri krivulj Daly (2005, str. 3) imenuje razvojne krivulje, in ne krivulje rasti. Razvojne krivulje lahko tudi rastejo, ampak ne na podlagi proizvodnje, temveč drugih okolju prijaznejših agregatov. Originalen Keynesov pristop je bil večkrat izkrivljen za poudarjanje pomena rasti, vendar njegov pristop nima neposredne povezave polne zaposlenosti s povečano materialno potrošnjo.

Glede na zadnjo enačbo iz prejšnjega poglavja je potrebno standardna Keynesova ekonomska orodja za fiskalno in monetarno politiko ustrezno dopolniti z drugimi orodji, kot so zeleni davki oziroma omejitve izpustov. Na podlagi teh se potem potrošnja in investicije preselijo iz prvega dela enačbe v drugi del. Prihodki, ustvarjeni z navedenimi orodji, se potem uporabijo pri stimuliranju dohodka lastniškega kapitala ali pri socialnih investicijah (oba tradicionalna keynesianska cilja).

Internalizacija zunanjih stroškov²¹ ima dobro podlago v klasični ekonomiji, vendar Keynesova ekološka verzija opredeljuje internalizacijo na makroekonomski, in ne na mikroekonomski podlagi. Na strani potrošnje niso vsi izdatki za zdravstvo, izobraževanje in okoljske investicije obravnavani kot velike investicije. Sistem, ki bi decentraliziral subvencije, spodbujal lokalne iniciative in zagotavljal mikro kreditiranje, bi lahko spodbujal okolju prijazno povpraševanje in investicije (Harris, 2008, str. 13). Npr. davčne olajšave za nakup solarnih sistemov kombinirajo makroekonomsko politiko z mikroekonomsko iniciativo. Po drugi strani pa bi morali obdavčiti negativne eksternalije.

²¹ Proces, v katerem morajo tisti, ki proizvajajo blago ali ponujajo storitve, ki negativno vplivajo na okolje ali družbo, pri bodočih ekonomskih odločitvah računati tudi z možnimi negativnimi posledicami take proizvodnje.

Klasična monetarna ekonomija dviguje oziroma znižuje obrestne mere, vendar to velja za vse investicije in posojila enako. Lahko pa bi monetarna politika prilagodila sistem tako, da bi se financiralo okoljske investicije po nižji obrestni meri od tržne.

Trgi niso samostojno sposobni spremeniti načina investiranja, zato potrebujejo državno regulativo, ki bi ustrezno vodila in prek lastnih instrumentov uresničevala do okolja prijazno potrošnjo in investicije. Problem je predvsem v tem, da je okolje javna dobrina in da mora država ustrezno obdavčiti potrošnjo te dobrine. Rast BDP per capita je odvisna od rasti produktivnosti. Po Keynesu je v primeru rasti produktivnosti brez zadostnega povpraševanja možen socialni problem, ki vodi v trajno nezaposlenost. Temu lahko dodamo, da je dosedanja rast produktivnosti temeljila na vse večjem deležu vhodnih dobrin v primerjavi z deležem dela, kar povzroča povečano uničevanje okolja. Makroekonomska politika bi tako morala voditi produktivnost v smeri, ki bi povečevala človeško blagostanje in izboljševala okolje.

2.2.7 Določitev diskontne stopnje

Diskontiranje je verjetno eno izmed spornejših vprašanj na področju ekonomije podnebnih sprememb. Diskontiranje uporabljamo za določitev sedanje vrednosti bodočih finančnih tokov. Človeške aktivnosti lahko povzročijo kratkoročne in dolgoročne okoljske škode. V primeru podnebnih sprememb bi bila sedanja vrednost prihodnjih škod zelo nizka, ob predpostavki, da uporabimo običajno dolgoročno obrestno mero za investicije. Na drugi strani nizka diskontna stopnja zahteva veliko večje investicije za sedanje generacije, čeprav naj bi prihodnje generacije bile bogatejše. Uporaba različnih diskontnih stopenj pa vodi do težav pri izbiri ustrezne investicijske in podnebne politike.

Trenutno ne obstaja konsenz glede primerne diskontne stopnje, vseeno pa del ekonomistov priznava, da bi morala biti nižja od diskontnih stopenj tipičnih analiz stroškov in koristi. Za to obstajajo različni razlogi (Holtz-Eakin, 2003, str. 27):

- dolgoročne družbene naložbene možnosti so negotove;
- ne obstajajo finančni trgi z instrumenti s stoletnimi dospelostmi, v katere je možno vlagati brez tveganja ali na podlagi katerih bi bilo možno določiti pravilno diskontno stopnjo;
- družbeni odnos do daljne prihodnosti se ob predpostavki diskontne stopnje, ugotovljene na zgodovinskih tržnih donosih, ne odraža pravilno.

V primeru uporabe nižjih diskontnih stopenj za določanje stroškov in koristi na zelo dolgi rok, bi bilo treba upoštevati tudi enako diskontno stopnjo za povečevanje zaloge drugega dolgoročno trajnega kapitala. S povečevanjem investicij do točke, na kateri bi zadnja investicija dosegla donose, primerljive z znižano diskontno stopnjo, bi se potrošnja prenesla v prihodnost z zmanjševanjem današnje potrošnje.

2.2.7.1 Pomen diskontiranja

Diskontiranje je postopek, ki omogoča preračunavanje sedanje vrednosti bodočih denarnih tokov. Diskontiranje se uporablja pri analizi stroškov in koristi za računanje neto sedanje vrednosti, kar je pomemben kriterij pri odločitvi za investicijo. S primerjanjem diskontne stopnje in stopnje donosa investicije lahko povzamemo, da nižja kot je diskontna stopnja, večja je donosnost investicije. Diskontna stopnja tako prikazuje ravnotežje med sedanjim in prihodnjim blagostanjem.

Kot je dejal Irving Fisher, diskontiranje odraža tako produktivno naravo naše ekonomije kot tudi posameznikovo oziroma družbeno neučakanost. Slednja je sestavljena iz časovne vrednosti in pričakovanja o dvigu dohodka per capita glede na znižano mejno koristnost. V svetu brez tržnih nepopolnosti, davkov in tveganja bi to lahko prikazali z naslednjo enačbo:

$$i = r = \rho + \theta * g \quad (4)$$

kjer i predstavlja stopnjo donosnosti investicije, r družbeno stopnjo časovne vrednosti, ρ časovno vrednost, θ absolutno vrednost elastičnosti mejne stopnje koristnosti dohodka in g rast BDP per capita. Tvegane investicije običajno zahtevajo višje stopnje donosa, zato je treba donos upoštevati pri določanju diskontne stopnje iz tržne diskontne stopnje. Kljub vsemu investicije ne smejo biti določene na podlagi stopnje donosnosti, ampak morajo biti izračunane iz neto sedanje vrednosti z uporabo enotne diskontne stopnje, po upoštevanju možnih rešitev, tehtanih z njihovo verjetnostjo uspeha (Lind, 1982, str. 24). V nadaljevanju bomo preprosto upoštevali, da i je največ r .

Navadno diskontiramo prihodnje denarne tokove s fiksno diskontno stopnjo. Diskontni faktorji so izračunani na podlagi naslednje enačbe $1/(1+r)^t$ (5), ki prikazuje eksponentno diskontiranje. Posledično imajo denarni tokovi v daljni prihodnosti zelo nizko sedanjo vrednost. Kot primer lahko navedemo, da je sedanja vrednost škode, povzročene čez sto let, v višini 1 milijon evrov in ob 3 % letni diskontni stopnji 52.000 evrov, ob predpostavki 8 % diskontne stopnje pa samo 455 evrov. Bolj kot se oddaljujemo v prihodnost oziroma večja kot je diskontna stopnja, bolj se približujemo vrednosti nič.

Različne raziskave so pokazale, da se preference spreminjajo. Po Koopmanu ima prebivalstvo obratno preferenco, za katero velja hiperbolično diskontiranje, ki znižuje implicitne diskontne stopnje za izbire in dogodke v daljni prihodnosti (Frederick et al., 2002, str. 360). Model s fiksno diskontno stopnjo je nezdržljiv tudi z empiričnimi dokazi, da so izgube diskontirane po nižji stopnji kot dobički in da so tudi večji zneski diskontirani po nižji stopnji kot manjši zneski. Ker so zaradi podnebnih sprememb predvidene zelo visoke izgube, je v skladu s tem potrebna tudi uporaba nižje diskontne stopnje. Kljub temu del ekonomistov še vedno uporablja fiksno obrestno mero, ker predvidevajo, da izračunljivost pretehta empirično nenatančnost izračuna.

Možna rešitev je torej uporaba zelo nizkih diskontnih stopenj za povečanje sedanje vrednosti prihodnjih stroškov. Sternovo poročilo o ekonomiji podnebnih sprememb tako uporablja diskontno stopnjo, ki varira glede na scenarije, v povprečju pa znaša 1,4 % (Ackerman, 2009, str. 2). Analize Wiliama Clina prav tako uporabljajo nizko diskontno stopnjo, ki znaša 1,5 %. Clinova analiza občutljivosti analize stroškov in koristi prikazuje, da njegova trditev glede aktivne politike izgublja pomen z višjo diskontno stopnjo in jo v celoti izgubi pri diskontni stopnji 3,5 % ali več (Lomborg, 2004, str. 37). Ekonomist Richard Howarth (2003, str. 24) pa zagovarja, da bi morala biti diskontna stopnja osnovana na sistemu določitve tržne obrestne mere. Tako bi bila njegova diskontna stopnja netvegana obrestna mera po davkih.

Naslednja alternativa je uporaba hiperboličnih oziroma padajočih diskontnih stopenj. Pri tem se zelo oddaljeni dogodki diskontirajo hitreje v začetnih nekaj letih zaradi višje diskontne stopnje, vendar se ta upočasnjuje skozi čas, tako da se diskontna stopnja s potekom časa približa ničli.

Deskriptivna metoda diskontiranja pa predvideva, da obrestne mere in trg kapitala prikazujejo časovne preference družbe (Bruce et al., 1995, str. 125). V idealiziranem stanju ekonomije bo ravnovesje med ponudbo prihrankov in povpraševanjem po sredstvih za investicije odražalo preferenco med sedanjo in bodočo potrošnjo. Ravnovesje pa določa obrestno mero. Kljub Howarthovi teoriji o nizki diskontni stopnji večina ekonomistov meni, da so povprečne obrestne mere veliko višje, tudi do 5 % od navedenega (Bruce et al., 1995, str. 125). S tem lahko ovržemo vse teorije, ki zagovarjajo takojšnje ukrepanje na področju podnebnih sprememb.

Vendar ena od smeri deskriptivne metode uporablja negotovost pri določanju prihodnjih obrestnih mer. Ta predvideva, da se obrestne mere skozi čas zmanjšujejo. Obstaja več scenarijev glede prihodnjega razvoja obrestne mere, vsak pa ima svojo sedanjo vrednost za prihodnje tokove. Vsakemu scenariju dodelimo verjetnost in tako dobimo povprečno obrestno mero, na podlagi katere izračunamo sedanjo vrednost. Daljše kot je obdobje, nižja je obrestna mera zaradi vpliva scenarijev z najnižjo obrestno mero. Tako se tudi efektivna obrestna mera znižuje.

Alternativna perspektivna metoda poskuša določiti diskontno stopnjo na podlagi etičnih in filozofskih načel (Bruce & Haites, 1995, str. 49). V zgodnjih delih Franka Ramseyja (1928, str. 38) je družbena diskontna stopnja za dolgoročne odločitve določena kot vsota časovne preference, če bi vse generacije imele enake dohodke per capita, in dela, ki nastane zaradi pričakovane rasti dohodka. Slednji je zasnovan na splošno sprejetem načelu, da bodo prihodnje generacije bogatejše in zato znižujejo nujnost investiranja danes omejenih sredstev za prihodnjo korist. Več o etiki in pravičnosti je navedeno v naslednjem poglavju.

2.2.7.2 Pravičnost diskontiranja za prihodnje generacije

Pogosta pripomba glede diskontiranja je, da je neetično. Dobrobit prebivalstva ne sme biti ovrednotena manj samo zato, ker živijo v drugem časovnem obdobju. Časovna preferenca je sprejemljiva, če prikazuje individualno odločitev, vendar ne v medgeneracijskem smislu. Cline je tako postavil časovno preferenco na ničlo, saj mu to omogoča uporabo nizke diskontne stopnje (2 %) za izračunavanje neto sedanje vrednosti bodočih stroškov podnebnih sprememb (Lomborg, 2004, str. 37). Rezultat tega je, da je sedanja vrednost bodočih stroškov visoka in tako spodbuja takojšnje ukrepanje.

Obstajajo pa pomanjkljivosti zgornjega pogleda v medgeneracijskem smislu. Na diskontno stopnjo je treba gledati tudi s stališča, da bodo prihodnji rodovi bogatejši. Zato bi bilo nepravilno zahtevati več sredstev od današnje »revnejše« generacije. V primeru striktno etičnosti glede na časovno preferenco je treba dosledno upoštevati tudi nasprotni učinek na bogastvo (Arrow et al., 1995, str. 15). Kot primer lahko vzamemo način max-min²², ki posledično daje θ neskončno vrednost tudi diskontni stopnji, čeprav bi v celoti zanemarili časovno preferenco. Vendar bi takšno diskontno stopnjo lahko uporabili le v primeru investicij, ki imajo medgeneracijski učinek.²³ Diskontiranje prihodnosti tako ni etično vprašljivo, če bi lahko diskontirali koristi prihodnjih generacij brez upoštevanja njihove potrošnje (ob upoštevanju realne rasti BDP). V tem smislu diskontiranje prihodnosti ni niti v nasprotju s Fisherjevo tezo, da produktivna narava ekonomije upraviči diskontiranje.

Možno pa je, da bi bili prebivalci, ki bodo prejeli bodoče koristi, enako bogati kot sedanji, ki imajo trenutno stroške. To bi lahko bilo v primeru katastrofalnih podnebnih sprememb. Tisti, ki bi morali danes zmanjšati izpuste TGP, so prebivalci industrializiranih držav, tisti, ki bodo verjetno imeli koristi, pa so predvsem prebivalci držav v razvoju, ki nimajo zadostnih sredstev za prilagoditev podnebnim spremembam. Glede na značilnosti podnebnih sprememb bi bili tudi v prihodnosti prebivalci držav v razvoju revnejši od prebivalcev v razvitih državah. Zaradi tega bi lahko izključili časovno preferenco in učinek bogastva. To pomeni, da moramo v primeru podnebnih sprememb uporabiti ničelno ali celo negativno diskontno stopnjo, kot so jo predlagali nekateri.²⁴ Investicije v blažitev podnebnih sprememb naj bi po mnenju nekaterih avtorjev (Philibert, 2003, str. 140) tako tekmovala z drugimi razvojnimi investicijami in uporabljale diskontno stopnjo, ki se jo uporablja za investicije v državah v razvoju. Te pa so navadno višje, kot je diskontna stopnja za investicije v razvitih državah, zaradi pomanjkanja kapitala.

²² Rawls (1996) opredeljuje to načelo kot pravilo, ki navaja, da morajo biti socialne in ekonomske neenakosti urejene tako, da »naj bi bile največje koristi namenjene članom družbe z najmanj prednosti«.

²³ To bi lahko tudi upoštevali pri investicijah za blažitev podnebnih sprememb, saj so kratkoročni učinki zelo majhni.

²⁴ Azar in Sterner predpostavljata, da je rast možna do stopnje, dokler ne bomo postali desetkrat bogatejši, potem se bo dohodek izravnal.

Trenutno še ni jasno, ali se bo diskontna stopnja na podlagi časovne preference v prihodnosti spreminjala. Dohodkovni del družbene diskontne stopnje pa se lahko spreminja preprosto. V nasprotju z optimističnim gledanjem na rast bogastva prihodnjih generacij bi lahko bila diskontna stopnja nižja zaradi prihodnje nujnosti reševanja podnebnih sprememb, saj bi s sedanjim neukrepanjem ali neuspehom pri odpravljanju vzrokov podnebnih sprememb povzročili, da bi bile prihodnje generacije revnejše. Podnebna kriza bi lahko sama po sebi povzročila padanje diskontnih stopenj. V ekstremnih razmerah bi lahko celo povzročila negativne diskontne stopnje, kar bi prihodnjim stroškom celo povečalo sedanjo vrednost, ker bi bile prihodnje generacije revnejše od današnjih (Dasgupta et al., 2000, str. 13). Ekonomist Partha Dasgupta, ki je eden od skrajnih zagovornikov nastanka hujših posledic podnebnih sprememb, je poudaril, da sodbe ekonomistov glede resnosti podnebnih sprememb vplivajo na njihovo določanje obrestne mere. Tisti, ki pričakujejo nižje stroške podnebnih sprememb, pričakujejo večjo rast dohodka in tako uporabljajo višjo diskontno stopnjo. To pa privede do rezultata, da trenutno ni potrebe po investiranju na tem področju (Dasgupta, 2001, str. 190).

Če povzamemo vse navedeno, bi se morale diskontne stopnje zniževati, in sicer zaradi percepcije ljudi o prihodnosti, negotovosti glede prihodnjih obrestnih mer in ker naj bi podnebne spremembe v prihodnosti zmanjševale prihodnje dohodke, kar bo oteževalo njihovo soočenje s spremenjenimi razmerami. Tako lahko eden ali vsi izmed navedenih razlogov razrešijo paradoks diskontiranja in postavijo politiko, orientirano v prihodnost (Pearce et al., 2003, str. 139). Žal pa je ta paradoks nedokazan. V primeru, da so diskontne stopnje na začetku dovolj visoke, lahko njihov vpliv v zgodnjih letih bistveno zniža sedanjo vrednost oddaljenih stroškov. Padajoče diskontne stopnje imajo potem naprej zanemarljiv vpliv. Kot rezultat pa ima izračun stroškov in koristi v bližnji prihodnosti prevelik pomen. Ker pa se celotna teorija o podnebnih spremembah sklicuje na dolgoročnost problema, hipoteze glede stroškov in koristi, nastalih v začetnih letih, bistveno vplivajo na rezultate sedanje vrednosti (Ackerman, 2007, str. 10). Analiza stroškov in koristi na podlagi izračunane neto sedanje vrednosti, ki je podvržena kratkemu časovnemu razdobju, tako ne odgovarja na vprašanje, ki si ga zastavljamo glede podnebnih sprememb.

2.2.8 Negotovost

Negotovost je ključen element teorije ekonomije podnebnih sprememb. Kriteriji za sprejemanje odločitev morajo upoštevati stopnjo negotovosti, dolgoročnost opazovanja in paleto možnih rezultatov. Predvsem je treba upoštevati tiste rezultate, ki povzročajo nepovratne spremembe podnebja. Verjetno so med njimi tudi takšni, s katerimi do sedaj še nimamo izkušenj. Negotovost bo zelo vplivala tudi na izbiro instrumentov na področju podnebnih sprememb v smislu davkov, trga, dovoljenj in regulative (Stern et al, 2006, str. 325).

Kritična točka v razumevanju podnebnih sprememb in povezanih blažitev je obravnavanje negotovosti. Uporaba besede »nevarnost« v ciljih UNFCCC²⁵ je opredeljena v IPCC (IPCC, 2007, str. 19) kot tehtanje med tveganjem podnebnih sprememb in tveganjem ogrožanja ekonomske vzdržljivosti zaradi ukrepov za blaženje podnebnih sprememb. Problem se očitno nanaša na neznana tveganja (negotovosti) odzivanja podnebnega sistema na povečevanje TGP (primarno CO₂) v zemeljsko ozračje s strani človeka, na znana tveganja politike ublažitve in manjša tveganja stranskih koristi ublažitve, kot je npr. izboljšana kakovost zraka. Obravnava teh tveganj in negotovosti razlikuje tradicionalne od novih ekonomskih analiz (Barker, 2008, str. 9).

Klasična ekonomija opredeljuje tveganje kot lastnost rezultata z določljivo stopnjo verjetnosti in negotovost kot lastnost rezultata z neznano verjetnostjo. V klasični analizi stroškov in koristi je oblika funkcije verjetnostne porazdelitve preprosto domneva, s tem da so pomembne negotovosti navadno zanemarjene, kljub kompleksnosti znanstvenega dojetanja. Domneva se tudi, da so tveganja simetrična, kljub ključni značilnosti nesorazmerno višjega tveganja zaradi višjih temperatur, zato se uporablja enaka diskontna stopnja tako za stroške kot tudi koristi, kljub razlikam v tveganjih med njima (Frederick et al., 2002, str. 377). Veliko analiz stroškov in koristi je enostavno determinističnih, saj ne pretvarjajo negotovosti v gotovo ekvivalenco in niti ne uporabljajo analize občutljivosti (Dietz, et al., 2007, str. 156-157). Vendar pa je oblika škodne krivulje negotova in aktualna znanost o podnebnju zagovarja znatno (tj. več kot 1 %) možnost katastrofe. Ta je npr. opredeljena s strani Weitzmana (2007, str. 42), ko bi se povprečne globalne temperature zvišale za več kot 5 °C nad temperaturo v predindustrijski dobi. Weitzman je razširil tradicionalne analize stroškov in koristi za pretvorbo negotovosti v tveganost drugega reda. Ob tem je podvomil v veljavnost analize stroškov in koristi. Težava je v tem, da obstaja zelo široka distribucija verjetnosti, to pa lahko vodi do nepravilnih rezultatov. Verjetno bi zelo težko prišli do natančnejših rezultatov, kot so jih do sedaj prikazale študije.

Rezultati analize stroškov in koristi v literaturi o podnebnih spremembah so zavajajoči, ker študije ne upoštevajo oziroma zanemarjajo negotovost stroškov in koristi. Problematično je, da so v modelih uporabljene dolgoročne stopnje rasti v celoti določene eksogeno,²⁶ tako da ni upoštevan vpliv podnebnih sprememb na delo in tehnologijo in s tem vpliv na gospodarsko rast. Predvideni stroški podnebnih sprememb in optimalni davek na ogljik, izračunan na podlagi analiz stroškov in koristi, so tako subjektivne ocene posameznih avtorjev (Nordhaus, Tol²⁷ in drugi). Tol je v letu 2005 predstavil količinsko opredeljene razpone stroškov, kljub temu da večkrat priznava negotovost rezultatov. Nasprotno pa je

²⁵ UNFCCC (1992) kot cilj obravnava doseganje stabilizacije TGP v atmosferi na takšni ravni, ki bo preprečila nevarne antropogene motnje podnebnega sistema.

²⁶ Določene so na podlagi ponudbe dela in tehnologije.

²⁷ Tol zanemarja vrednostne ocene, ki so osnova vsem analizam stroškov in koristi, pri katerih je ravnovesni rezultat racionalnega obnašanja posameznikov (angl. *rational self-interest*) v nekem smislu optimalen za družbo. Njegove analize temeljijo predvsem na subjektivnih ocenah običajno sorodnih avtorjev glede funkcije gostote verjetnosti.

leta 2007, ko se je odzval na Weitzmanovo analizo, priznal, da je zgornja meja stroškov verjetno nedoločljiva. Naslednji primer je rezultat študije Nordhaua DICE2007, v kateri navaja, da je celotna diskontirana vrednost vseh stroškov brez ublažitev v okviru 23 bilijonov ameriških dolarjev (Nordhaus, 2008, str. 181). Takšne vrednostne ocene so preveč natančne, saj v projekcijah upoštevajo škode, nastale s povprečno temperaturo nad 5 °C nad povprečjem pred industrijsko dobo. To je pomembno, saj so ekonomisti, ki so naredili te izračune, sprejeli znanstveni konsenz in tako branijo navedeni način. Ti avtorji zagovarjajo, da se lahko družbeni strošek ogljika natančno določi in da niha v razponu z določeno gotovostjo, tako da se lahko vodi ustrezna politika preprečevanja podnebnih sprememb. Weitzman trdi, da je meja v razponu 95 % meje zaupanja v višini 100 USD/t CO₂ v študiji Tola iz leta 2005 subjektivna in zavajajoča. Z izjemami je bila literatura glede družbenega stroška ogljika v zadnjih 16 letih preoptimistična, saj je zanemarjala vpliv negotovosti prihodnjih stroškov, zmanjševala verjetnost teh stroškov in diskontirala tvegane rezultate (Barker, 2008, str. 10).

Prav tako obstaja negotovost glede stroškov ublažitve podnebnih sprememb. V tradicionalni ekonomiji pomenijo mejni stroški zmanjšanja tisti strošek (MAC), ki nastane pri vsaki nadaljnji enoti zmanjšanja emisij TGP. Mejne koristi zmanjšanja (MAB) zaradi nižanja škode zaradi TGP nastanejo pri vsaki nadaljnji enoti zmanjšanja emisij TGP. Glede na predpostavko ekonomije obsega se ob večji aktivnosti glede zmanjševanja TGP stroški na enoto zmanjšujejo in koristi rastejo. Na določeni točki, kjer se MAC in MAB izenačijo, je maksimalna koristnost in v tej točki se lahko izračuna optimalna davčna stopnja za izpuste. Mejno pomeni »zanemarljivo majhno« in se izračuna s primerjanjem krivulj stroškov, za katere pa teorija zahteva, da so konstantne. Vendar pa je v ravnovesnih modelih za podnebne spremembe »mejno« uporabljeno precej ohlapno.²⁸ MAB pomenijo preprečene stroške glede na stroške v primeru nedejavnosti skupaj z denarnimi ocenami preprečevanja dolgoročnih katastrof. MAC pa pomenijo široko paleto stroškov, ki so bolj kratkoročne narave, javni ali privatni, s tržno vrednostjo ali brez nje, vendar so vsi povezani z zmanjševanjem emisij TGP. Ti stroški pa ne vsebujejo stroškov izvrševanja politike zmanjševanja emisij TGP in uvedbe instrumentov zmanjševanja. Te gospodarske stroške se lahko kompenzira s pomožnimi okoljskimi koristmi ali izboljšavami učinkovitosti uporabe davčnih prihodkov. Vendar se literatura analize stroškov in koristi pogosto niti ne zmeni za te koristi. Tako jih lahko izloči zaradi njihove negotovosti ali domneve, da ne bodo upravljane s strani podnebne politike.

Obstajajo pa težave glede uporabe MAC in iz njih izračunanih skupnih stroškov. Prva težava je v vplivu razvoja tehnologije in s tem povezane negotovosti. Iz teorije izhajajo, da so v prihodnosti načrtovani stroški vnaprej znani in neodvisni od politike. V resnici pa so negotovi in obstajajo dokazi, ki kažejo, da se bodo prilagodili bodoči politiki zmanjševanja

²⁸ Sklicuje se denimo na diskretne, sistemske spremembe, npr. prehod s fosilnih goriv na vodik pri prevozu.

izpustov. Tehnologija bo šla v smeri razvoja nizke porabe ogljika²⁹ zaradi višje realne obremenitve izpustov z okoljskimi davki (Popp, 2002, str. 25). V tem primeru je MAC odvisen od obdavčenja ogljikovih izpustov, zato je dolgoročno predvidevanje MAC negotovo in nestabilno.

Negotovost problema nas lahko vodi do večje ali manjše aktivnosti glede njegovega reševanja v odvisnosti od njegove narave (Webster et al., 2002, str. 2). Aktivnost reševanja problema je odvisna tudi od lastnosti prebivalstva in naklonjenosti tveganju. Z drugimi besedami, koliko so ljudje danes pripravljeni plačati, da se izognejo negotovim, vendar verjetno visokim stroškom v prihodnosti. Večja kot je nenaklonjenost tveganju, več so ljudje danes pripravljeni žrtvovati za zmanjšanje škodljivih posledic podnebnih sprememb v prihodnosti. Študije, ki upoštevajo negotovost v svojih izračunih, predlagajo večja vlaganja za preprečitev podnebnih sprememb danes, kot tista, ki tega ne upoštevajo.

Druga težava je ta, ki jo je Stern označil kot nemejna narava ekonomije (angl. *non-marginal nature of economics*). Na podlagi praznin in odvisnosti od trenutnega gospodarskega sistema je uvajanje sprememb v sedanji sistem zavajajoče, saj so sistemi s staro in novo tehnologijo (npr. mešanice, osnovane na olju in vodiku) zelo malo verjetni (Barker, 2008, str. 11). Predvsem zaradi ekonomije obsega, specializacije in učinka »lock-in«.³⁰

Modeliranje ekonomskega tveganja v kontekstu podnebnih sprememb je še napredovalo s poststernovskim delom Dietza, v katerem je rezultat dodajanja tveganja v analizo stroškov in koristi bistveno povečanje stroškov podnebnih sprememb (Barker, 2008, str. 12). Glavna značilnost analize tveganja je, da sta tveganje in negotovost, povezana s podnebnimi stroški, zaradi systemske nepovratnosti in nelinearnosti veliko večja v primerjavi z ublažitvami podnebnih sprememb, ki so znane iz preteklih izkušenj. Bolj prilagodljiv alternativni model nove ekonomije glede analize stroškov in koristi je zasnovan na ekonomski zgodovini institucionalnih struktur. Ta poudarja obračunavanje in ekonomijo specializacije ter dopušča povečane prihodke obsega v enačbah factorskega povpraševanja. V kritičnih sektorjih je tehnologija prirejena za doseganje masovne produkcije in s tem ekonomije obsega s povečano rastjo povpraševanja. Možni scenariji, ki dopuščajo bistvene spremembe v tehnologiji, se lahko razvijejo v tej smeri. Tako bi z novo tehnologijo tudi ob višji produkciji in zmanjševanju stroškov prišli do ugodnega razmerja med stroški in koristmi.

Drugo območje negotovosti, ki je pogosto zanemarjeno v ekonomskih analizah, upošteva smer delovanja prihodnjega vladnega sistema in politike. Integrirane presoje in analize, ki prikazujejo takšne rezultate, da je potrebna nizka aktivnost na področju preprečevanja podnebnih sprememb, predvidevajo, da bodo prihodnji politiki strožji v izvrševanju ublažitve in preprečitve podnebnih sprememb. Vendar se prihodnje vlade morda ne bodo

²⁹ Glede na vse višje cene energije se je tehnologija usmerila v energijsko varčno porabo, kar ji tudi uspeva.

³⁰ Lock-in učinek je stanje, ko je uporabnik nekega blaga ali storitve odvisen od dobavitelja in ima zamenjava slednjega velike stroške. Lock-in stroški predstavljajo tudi visoke stroške vstopa konkurence v to panogo.

sposobne zavezati k vse strožji politiki. Ta problem je le del globlje težave v doseganju dolgoročnih ciljev, saj trenutne generacije nimajo vpliva na obnašanje bodočih.

Glede na negotovost in dolgo obdobje obravnavanja se bo politika podnebnih sprememb zagotovo sproti odločala. Na krajša obdobja se bodo določali kratkoročni cilji, in sicer glede na tedanje razpoložljive informacije. Ob naslednjem odločanju pa bodo glede na rezultate in dogajanje sprejemali nove odločitve ali nadaljevali z obstoječim sistemom.

2.3 Behavioristični pogled na ekonomijo podnebnih sprememb

Behavioristična ekonomija gleda na področje ekonomije z eksperimentalnega stališča (Gowdy, 2007, str. 2). Osnovno načelo klasične ekonomije je potrošnikova izbira, pri behavioristični pa je osnova hipoteza, ki se jo lahko testira, in ta predstavlja branljivo znanstveno lastnost človeškega vedenja. Ekonomisti naj ne bi imeli veliko argumentov za zagovarjanje modela homo economicusa, ki zadovoljivo prikazuje človeško odločanje. Prav tako se ljudje ne obnašajo tako, da bi upoštevali zakone teorije racionalne izbire. Znanstveni eksperimenti, kot so igra ultimata (angl. *Ultimatum Game*) in igra javnih dobrin (angl. *Public Goods Game*), so v zadnjem obdobju dognali številne zakonitosti človeškega vedenja, kot so nenaklonjenost izgubi, privajanje, čista nesebičnost, nesebično kaznovanje in hiperbolično diskontiranje prihodnosti (Gowdy, 2007, str. 2). Vsi ti vzorci so bili testirani z nevrološkimi eksperimenti, pri katerih se je vedenje odražalo v možganski aktivnosti.

Uporabnost behavioristične teorije v ekonomiji podnebnih sprememb je zelo pomembna, saj z njeno pomočjo ugotovljamo, kako posamezniki dojemajo podnebne spremembe, in prisotne neracionalnosti, kar je prikazano v nadaljevanju.

2.3.1 Behavioristična znanost v podnebnih spremembah

Trdnost izsledkov behavioristične ekonomije povečuje splošno spoznanje, da ima model ekstremne racionalnosti omejeno vrednost kot napovedovalec človeškega vedenja in kompleksnih socialnih položajev (Camerer et al., 2005, str. 54). Po mnenju behavioristov je naslednji korak zamenjava modela racionalnega človeka javne politike (angl. *Rational Actor Model*) z modelom, ki vsebuje zakonitosti človeškega vedenja, ki jih je odkrila behavioristična znanost.³¹

Walrasova osnova ekonomske teorije nam ne daje navodil, kako zmanjšati porabo fosilnih goriv, razen na osnovi preferenc, izraženih v situacijah na trgih ali navideznih trgih (Gowdy 2007, str. 20). Če upoštevamo, da so preference dane, potem se današnja potrošnja ne more izogniti problemu podnebnih sprememb v prihodnosti. To lahko prikažemo na naslednji način: »Današnje prebivalstvo skrbi stabilnost podnebja v prihodnosti, vendar bolj ceni

³¹ Ekonomisti, ki uporabljajo dokaze behavioristične znanosti in predlagajo spremembo javne politike, so Layard, 2005; Frey in Stutzer, 2002; Kahneman in Sudgen, 2005, ter Frank, 1999.

sedanje drage počitnice, velike hiše in terenska vozila.« Cilj Walrasove politike, ki temelji na dveh osnovnih teoremi ekonomije blagostanja, je izravnati cene in distribucijo (skozi večje denarne transferje) in tako dosegati pogoje za konkurenčno ravnotežje. Tako končni cilj standardne ekonomske teorije ni rešitev konkretnega problema. Cilj politike je ustvariti sistem za alokacijo na podlagi duck/pigeon modela človeškega vedenja, ki predpostavlja, da je optimalen socialni rezultat dosežen z racionalnimi agenti, ki se mehanično odzivajo na cenovne signale (Gowdy, 2007, str. 20). V tem sistemu cene predstavljajo spodbudo za doseganje socialne odgovornosti. Edina možnost za odgovornost do prihodnjih generacij je vplivanje prek socialne diskontne stopnje. Glede na enostavnost predpostavk modela se vse drugo samostojno prilagodi.

Vendar je globalno segrevanje fizični problem, ki vključuje interakcijo med fizično ekonomsko produkcijo in fizičnimi lastnostmi atmosfere. Povišanje cen na podlagi davka na ogljik oziroma sistema cap-and-trade³² za optimalno alociranje pridobljenega zmanjšanja izpustov je sekundarnega pomena, zato bi morali ekonomisti predlagati boljše rešitve. Generaliziran darvinistični pristop k politiki prepozna, da so makro rezultati posledica dejavnosti vedenjskih spodbud posameznikov. Poleg tega obenem tudi prepozna, da spodbude vsebujejo več kot le cene in so kulturološko pogojene. Tako bi morala jasno definirana struktura spodbud biti del javne politike.

Drugi pomemben problem glede pravilnega sistema določanja cene je, da lahko finančne iniciative izrinejo občutek družbene odgovornosti (Frey, 1997, str. 1-2). Monetarne iniciative lahko tako zatrejo vsa vedenja, ki so potrebna za rešitev kolektivnih socialnih problemov, kot so npr. podnebne spremembe. Vsi okoljski problemi vsebujejo prvine splošnega dobra. Behavioristični eksperimenti prikazujejo, da splošno dobro izgubi na pomenu ob omembi denarja. Glede na navedeno imajo politični predlogi večine ekonomistov, ki se navezujejo na monetarne spodbude za reševanje družbenih problemov, kot so podnebne spremembe, lahko nasproten učinek (Gowdy, 2007, str. 21). Kar nekaj okoljskih filozofov zagovarja stališče, da imata dajanje ljudem skupne odgovornosti in neposredno apeliranje na splošno dobro boljši učinek za sprejemanje okoljske politike (Gowdy, 2007, str. 21).

V zadnjih stotih letih sta potrošništvo in materializem postala vodilna načina vedenja v industrijskih državah, pri čemer se to širi po vsem svetu. To vedenje je enakopravno drugim vedenjem, ki so se razvijala skupaj z zgodovino človeka. Kot drugi kulturni vzorci je tudi potrošništvo dominantno zaradi kulturnega sistema kazni in nagrajevanja. Prebivalci razvitih držav dnevno prejemajo nešteto reklamnih sporočil. Ta sporočila ne prinašajo samo

³² Primer delovanja sistema cap-and-trade: Imamo dve tovarni in vsaka od njiju poskuša izdatke za reduciranje emisij kar najbolj znižati. Tovarna B npr. lahko zmanjša svoje emisije z nižjimi stroški kot tovarna A, tako da lahko proda dovoljenja za emisije tovarni A. Vendar bolj kot tovarna B zmanjšuje svoje emisije, dražja so nadaljnja znižanja stroškov. Sčasoma dosežeta obe tovarni točko, pri kateri je reduciranje stroškov za dodatno tona onesnaževanja za obe enako.

informacije o nekem izdelku ali storitvi, temveč tudi vnašajo vzorec življenjskega stila, ki temelji na materialni potrošnji. Države v razvoju, kot sta Kitajska in Indija, so prav tako že ujete v ta način vedenja, saj prebivalci teh držav dokazujejo svoj status s potrošnjo in materialom. Čeprav se nam zdi spreminjanje tega vedenja brezupno, nam to prikazuje, kako je človeško vedenje prilagodljivo. Na podlagi tega lahko poiščemo rešitev glede uvedbe sistema nagrajevanja in kazni, kar bi vzpodbudilo okoljsko in socialno prijazen način vedenja in s tem doseganja statusa.

2.3.2 Behavioristični pogledi na politiko podnebnih sprememb

Behavioristični model racionalnega človeka je prevladoval v ekonomski teoriji prejšnjega stoletja. Behavioristična ekonomija pa pridobiva na pomenu šele v zadnjem desetletju, zato še ni pričakovati, da bi bila osnova za prihodnje odločanje o ekonomiji podnebnih sprememb (Gowdy, 2007, str. 23). Kljub temu pa so bili ugotovljeni splošni vedenjski vzorci, ki so opora za globalno podnebno politiko. V nadaljevanju so prikazani ti vzorci in njihov pomen.

Povečanje potrošnje še ne pomeni izboljšanja družbenega blagostanja

Glavni vzrok povečane koncentracije CO₂ v ozračju je izgorevanje fosilnih goriv, ki se uporabljajo za proizvodnjo potrošniškega blaga. Številne raziskave so pokazale, da obstaja meja, pri kateri se povečevanje dohodka per capita ne odraža v povečanem blagostanju (Gowdy, 2007, str. 24). Posledica tega je, da upočasnjevanje rasti dohodka per capita ne zmanjšuje družbenega blagostanja. To je zelo pomemben podatek, saj je posledica zmanjšane porabe fosilnih goriv zaradi ohranjanja stabilnega podnebja tudi manjša proizvodnja potrošnih dobrin. Številni ekonomisti predlagajo spremembo cilja blaginjske politike, tako da se cilj spremeni iz dohodka v blagostanje. To ne velja samo za razvite države, ampak tudi za države v razvoju (Frey et al., 2002, str. 19).

Absolutni dohodek ni koreliran z blagostanjem, temveč je s slednjim koreliran relativni dohodek

Ljudje so zelo zaskrbljeni za svojo pozicijo v družbi in ta zaskrbljenost vodi vzorec trošenja. Politika podnebnih sprememb mora upoštevati tudi to in svoj razvoj voditi tako, da sorazmerno glede na status posameznih družbenih slojev ne izvaja redistribucije med posamezniki (Gowdy, 2007, str. 24). Najbolj prizadeti pa lahko dobijo nadomestila za izgubo. Za odrekanje v skupno dobro bi lahko bogatejši bili nagrajeni s prepoznavanjem v družbenem smislu.

Razvojni cilji niso potrebni samo za doseganje večje potrošnje

Za razvoj v tretjih državah ni potrebno, da sledi razvoju industrializiranih držav v dvajsetem stoletju. Sen (1999, str. 40) poziva k takšnemu razvoju, ki bo poudarjal sposobnost živeti informirano in polno življenje, in ne samo ustvarjanje dohodka. Nussbaum (2000, str. 96) pa

je šel še dlje in poziva k razdelitvenemu pravu, ki bi ustvarjal pogoje za doseg celotnih centralnih človeških zmožnosti. Takšna politika bi poleg pomoči tretjim državam tudi zmanjšala pritisk onesnaževanja na podnebje. S ciljem individualnega zadovoljstva in samoaktualizacije bi se države v razvoju lahko relativno približale razvitim državam brez tekmovanja s potrošnjo, ki je bila gonilo zadnje ekonomske rasti.

Sposobnost sodelovanja z nepoznanimi je edinstvena lastnost človeštva

Ljudje in nekateri bližnji primati imajo spodobnost sodelovanja na visoki ravni. Zadnje raziskave nam dokazujejo, da to sodelovanje presega tradicionalne razlage, ki temeljijo na sorodstvu in recipročnosti po načelu »jaz tebi, ti meni« (angl. *tit for tat*) (Vogel, 2004, str. 1129). Razlog za obstoj človeka kot vrste v nevarnem okolju je bilo sodelovanje v majhnih skupinah. Skupine ljudi, ki so bile sposobne sodelovati, so premagale te, ki niso (Gowdy, 2007, str. 25). Ravnanje z globalnimi podnebnimi spremembami zahteva sodelovanje med ljudmi, z radikalno različnimi vrednotami in različnimi potrebami, na tako visoki ravni, ki do sedaj še ni bila dosežena. Izvajanje politike, ki vpliva na našo socialno in genetsko zasnovano sodelovanja, je najboljše upanje za uspeh.

Sodelovanje temelji na sposobnosti kaznovanja »prostih strelcev«

Boyd in Richerson (1992, str. 179) zagovarjata, da se vsako človeško obnašanje lahko popravi na podlagi socialnega kaznovalnega sistema. Henrich dodaja, da sta sodelovanje in kaznovanje medsebojno povezana. Ljudje so pripravljene pomagati drugim, če imajo zagotovilo, da bodo drugi (»prosti strelci«) v primeru okoriščanja na podlagi altruističnega vedenja kaznovani. Trenutni medkulturni rezultati študije iz 15 različnih populacij kažejo, da so vse populacije pripravljene kaznovati »proste strelce« in da je vrednost kaznovanja različna med različnimi skupinami (Henrich et al., 2006, str. 61). Višina kazni pa je pozitivno korelirana z altruističnim vedenjem. Ti in drugi rezultati teorij iger imajo pomembno vrednost za izvajanje politike podnebnih sprememb.

Stiglitz (2006, str. 2) predlaga, da bi uporabili mednarodni trgovinski sistem za kaznovanje držav, ki zavračajo sodelovanje pri zniževanju emisij CO₂ (primer je bila Busheva administracija). Tako bi lahko Japonska, EU in druge podpisnice Kjotskega protokola prek WTO tožile ZDA za nepošteno trgovinsko subvencioniranje, ki izhaja iz okoljske in energijske politike ZDA.

Vprašanje poštenosti

Ena pomembnejših tem podnebnih sprememb je vprašanje poštenosti politike omejevanja emisij glede na države v razvoju. Neizpodbitno je dejstvo, da so industrializirane države povzročile povečanje koncentracije CO₂ z 280 ppm na 380 ppm v zadnjem stoletju. Razvite države so si ustvarile bogastvo z izrabo fosilnih goriv, zdaj pa se od držav v razvoju zahteva, naj tega ne počnejo. Stiglitz (2006, str. 3) predlaga, da bi bil pošten sistem rešitve

te dileme uvedba splošnega globalnega davka na izpuste ogljika. Davčni prihodki pa bi bili namenjeni zmanjševanju davkov na kapital in delo po posamezni državi. Radikalnejša pa je ideja, da bi davčne prihodke zbirali v skupno blagajno, ki bi potem bili porabljeni za izobraževanje, zdravstvo in alternativne energetske projekte, predvsem za najrevnejše države.

Frey (1997, str. 5) zagovarja, da lahko monetarne spodbude izrinejo civilne motive, vendar pa priznava, da jih lahko denar tudi spodbudi, če je porabljen za priznavanje socialne vrednosti posameznikovega prispevka. To je pomembno za prenos finančnih pomoči za blažitev podnebnih sprememb v države v razvoju. Denarne kompenzacije in tehnološki transferji v države v razvoju pomenijo priznavanje odgovornosti razvitih držav za dosedanje prekomerne izpuste TGP.

Realno svetovno sodelovanje je odvisno od specifične povezanosti

Ljudje so med sesalci edinstveni zaradi stopnje medsebojnega sodelovanja. Vendar je tudi res, da so ljudje posebni, ker zatirajo člane iste vrste, ki ne spadajo v isto skupino (Gowdy, 2007, str. 27). Eksperimenti in raziskovanja kažejo, da ljudje raje sodelujejo s člani iz iste skupine kot s člani iz zunanje skupine. Obstaja povečan interes za socialno kohezijo in njene vpletenosti v vzpone in padce celotnih skupnosti (Turchin, 2005, str. 48).

3 MODELI EKONOMIJE PODNEBNIH SPREMEMB

V ekonomiji podnebnih sprememb obstaja veliko raziskav in modelov o vplivu izpustov TPG na podnebje in s tem povzročenih gospodarskih škod. Pomembnejši deli na tem področju sta raziskavi avtorja Nordhaus in Sterna. Nordhaus je razvil lasten model DICE2007 za ocenjevanje stroškov podnebnih sprememb, Stern pa je v svojem poročilu uporabil model PAGE2002, katerega avtor je Hope. V nadaljevanju sta predstavljena navedena modela z izsledki in kritikami. Večji poudarek je namenjen modelu DICE2007, ker je bolj priznan v ekonomiji podnebnih sprememb. Sternovo poročilo pa je prikazano predvsem zaradi odmevnosti v političnem in znanstvenem svetu.

3.1 Sternovo poročilo in model PAGE2002

3.1.1 Poročilo in njegov pomen

Zakladnica Velike Britanije je dne 30. oktobra 2006 objavila Sternovo poročilo o ekonomiji podnebnih sprememb (Stern et al., 2006). To ni bila prva objavljena analiza stroškov in koristi glede podnebnih sprememb (glej npr. Cline 1992; Mendelsohn & Neumann 1999; Nordhaus & Boyer 2000), vendar je bila prva analiza, ki je bila podprta s strani mednarodno pomembne vlade, kot je britanska. Prav zaradi tega ima Sternovo poročilo pomembno politično težo in s tem možnost vpliva na politiko.

Poročilo zelo poudarja pomen takojšnjega reševanja in blaženja problema podnebnih sprememb, saj predvideva zelo visoke škode podnebnih sprememb v prihodnosti. Politiki in nevladne organizacije, ki zagovarjajo hitro in močno blaženje emisij TGP, so z navdušenjem in nekritičnostjo sprejeli Sternovo poročilo, skeptiki podnebnih sprememb in tudi drugi znanstveniki s tega področja pa so ga ostro kritizirali. V kratkem po izdaji je bilo napisanih več pomembnih kritik s strani priznanih ekonomistov (Nordhaus (2007), Dasgupta (2006), Maddison (2006), Mendelsohn (2007), Tol (2006), Yohe (2006) ter Yohe in Tol (2007)), ki argumentirajo in navajajo, da so predpostavke, argumenti in priporočila napačna ter pristranska. Drugi ekonomisti (Quiggin (2006), Neumayer (2007) in Arrow (2007)) pa so poročilu bolj naklonjeni.

Sternovo poročilo sestavljajo trije pomembni vsebinski sklopi, in sicer:

- ocenjuje verjetne stroške podnebnih sprememb do leta 2200 pod pogojem nespremenjenega vedenja (business as usual – BAU), ko ni nič strojeno za nadzor stopnje emisij ali koncentracije TGP v ozračju;
- ocenjuje stroške in koristi različnih ravni blaženja izpustov in podnebne stabilizacije;
- ocenjuje politične opcije v luči analiz iz zgornjih dveh alinej.

3.1.2 Vsebina poročila in model PAGE2002

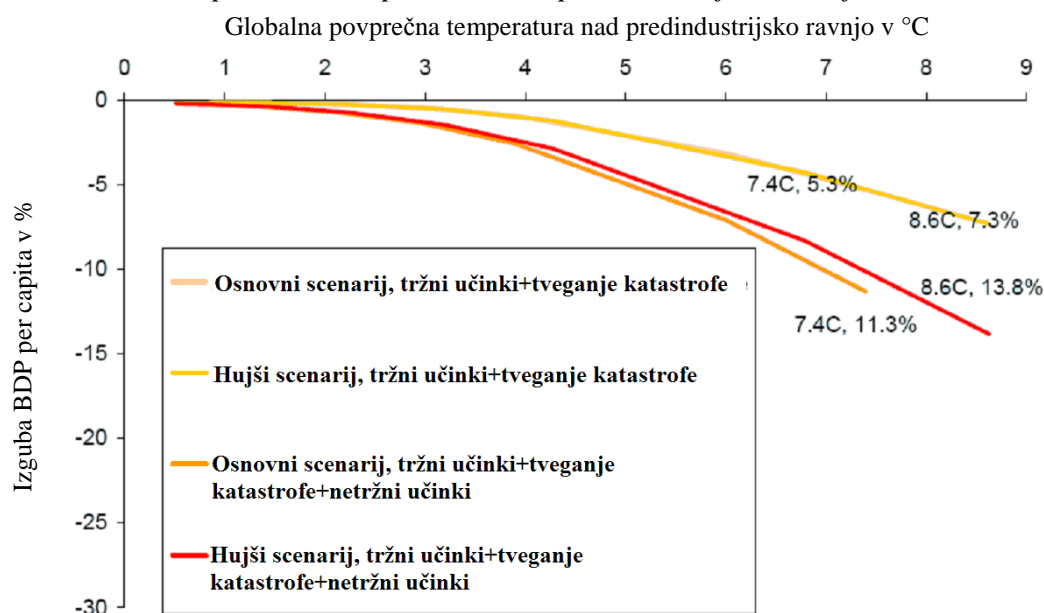
Ocenjevanje stroškov podnebnih sprememb zahteva poseben model, ki je sestavljen iz statističnih podatkov o emisijah in koncentracijah TGP v atmosferi ter njihovih posledicah. Cilj integriranega ocenjevalnega modela (angl. *Integrated Assessment Model* – IAM) je simulirati proces podnebnih sprememb prvotno na podlagi emisij in atmosferskih koncentracij TGP in iz tega izračunati podnebne in socialnoekonomske posledice podnebnih sprememb. Sternovo poročilo uporablja model IAM PAGE2002³³, katerega avtor je Cris Hope (2006).

Model meri socio-ekonomske posledice podnebnih sprememb pri različnih stopnjah gospodarske rasti in scenarijih. Slednji variirajo od predpostavke ničelnih sprememb koncentracije TGP v ozračju do neomejevanih izpustov TGP na drugi strani. Relacije med emisijami TGP, stopnjami koncentracije CO₂, podnebnimi spremembami, zdravstvenim stanjem ljudi in sociološkimi ter ekonomskimi posledicami so podvržene visoki stopnji negotovosti, ki narašča skozi čas. V modelu so vključeni tudi funkcija ekstremnih podnebnih dogodkov in povračilni dogodki (npr. izpust metana iz permafrosta). Glede slednjih je IPCC v poročilu Third Assessment Report (AR3, 2001) opozoril na skrb glede teh posledic, ki jih je Hope (2006) vključil v svoj model PAGE2002.

³³ PAGE pomeni »Policy Analysis of the Greenhouse Effect« (Stern et al., 2006, str. 153).

Model PAGE2002 upošteva negotovost tako, da vključi 79 različnih spremenljivk v analizo Monte Carlo, ki poda različne rezultate z različnimi kombinacijami navedenih spremenljivk³⁴ (Hope, 2006, str. 36 – 37). Model je bil zagnan tisočkrat in je tako ustvaril prikaz niza možnih rasti BDP per capita v zvezi s podnebnimi škodami (Maddison, 2006, str. 4). Tako je ustvaril funkcijo gostote verjetnosti ekonomskih rezultatov škod za različne emisije TGP skozi čas. Na Sliki 10 pa so ponazorjene škode po štirih različnih možnih scenarijih glede na povišano temperaturo nad predindustrijsko ravniyo.

Slika 10: Povprečna izguba BDP per capita po 4 scenarijih podnebnih sprememb glede na povišano temperaturo nad predindustrijsko ravniyo



Vir: N. H. Stern et al., Stern Review: The Economics of Climate Change, 2006, str. 159.

Na podlagi modela PAGE2002 so v Sternovem poročilu želeli oceniti tako povprečno pričakovano škodo podnebnih sprememb kot tudi stroške izrednih škodnih primerov. Poročilo kritizira prejšnje študije zaradi omejevanja analiz na najbolj znane in najmanj škodljive posledice (Stern et al., 2006, str. 151). Predvsem niso upoštevali posledic, ki imajo višje stopnje negotovosti, in prav te posledice imajo najvišje možne škode. Iz tega sledi, da je vsaj v delu Sternovo poročilo mišljeno kot analiza koristi in stroškov na podlagi najslabšega možnega izida podnebnih sprememb.³⁵

Za lažjo vključitev pomembnih nepredvidenih dogodkov v velikem obsegu v škodno funkcijo je model PAGE2002 konsistenten s projekcijo poročila IPCC TAR z majhnimi

³⁴ Te spremenljivke vključujejo emisije TGP, stopnje koncentracije CO₂, koncentracije žvepljenih aerosolov, regionalne temperaturne učinke za osem svetovnih regij, nelinearne in začasne izgube, regionalne ekonomske rasti, investicije v prilagoditev podnebnim spremembam in možnosti nastanka pomembnih nepredvidenih dogodkov (Hope, 2006, str. 20-21).

³⁵ Weitzman (2007, str. 3) prav tako navaja, da je ocena poročila nagnjena k predpostavkam in formulacijam, ki poudarjajo pesimistične in visoke stroške zaradi toplogrednega ogrevanja, glede na druge študije ekonomije podnebnih sprememb.

odkloni. Poleg projekcij IPCC TAR so v modelu PAGE2002 in Sternovem poročilu upoštevani tudi nepredvideni dogodki v velikem obsegu. Verjetnost takšnih dogodkov pa postane pomembna šele, ko se povprečna temperatura poviša za najmanj 5 °C nad predindustrijsko ravnijo, pri čemer se za vsako povišanje za 1 °C verjetnost takega dogodka poviša za 10 % (IPCC 2001, str. 947). PAGE2002 predvideva, da bi vsak takšen dogodek povzročil 10 % škodo BDP EU. Glede na spoznanje, da bi druge svetovne regije utrpele večje oziroma manjše škode (nekateri bi celo imele dobiček) zaradi povišane temperature, so pričakovane dohodkovne posledice tehtane za omogočanje primerjave in združevanja med regijami (Hope, 2006, str. 23 – 24).

Zaradi visoke negotovosti glede uresničevanja in učinkov pomembnih nepredvidenih dogodkov v velikem obsegu PAGE2002 zagotavlja širok spekter parametrov. Vendar tako Hope (2006, str. 25) kot tudi Stern (Stern et al., 2006, str. 151) opozarjata, da tudi če obstaja visoka negotovost, je navedene dogodke treba upoštevati.

3.1.2.1 Uporaba modela

V modelu PAGE2002 ob upoštevanju predpostavke BAU sta uporabljena dva osnovna scenarija. Prvi je konsistenten z IPCC TAR (kot v Hope 2006), drugi scenarij pa predpostavlja nelinearne podnebne škode. Drugi scenarij ima tako višjo verjetnost temperaturnih sprememb in posledično višjih socialnih stroškov. Glede na Sterna (Stern et al., 2006, str. 158) je povprečna razlika v temperaturi med prvim (3,9 % nad predindustrijsko dobo) in drugim (4,3 % nad predindustrijsko dobo) scenarijem 0,4 °C. Vendar avtorji poročila zanemarjajo lastne besede o previdnosti v pridobivanju ocen povprečnih izgub v globalnem BDP, ki npr. v letu 2200 variirajo med 5,3 % in 13,8 % glede na velikost podnebnih povratnih učinkov in vrste ocen netržnih posledic (Stern et al. 2006, str. 155). Kljub vsemu pa predvidevajo, da bo rast BDP v prihodnosti omogočila večje bogastvo prihodnjih rodov glede na sedanje (Stern et al., 2006, str. 159).

Velikost stroškov podnebnih sprememb pa ni edina pomembna predpostavka, pomembna je tudi distribucija stroškov. Distribucija teh stroškov ne bo razdeljena enakomerno ali naključno po svetu. Najvišji stroški so pričakovani v regijah, ki so najmanj pripomogle k emisiji TGP. Te države pa same tudi niso sposobne nositi teh bodočih stroškov. V osnovnem podnebnem scenariju z vključenimi vsemi tremi kategorijami ekonomskih učinkov (tržni, netržni in tveganje katastrofe) je izračunano, da je povprečni strošek za Indijo in JV Azijo 6 % BDP v letu 2100 v primerjavi s svetovnim 2,6 % (Stern et al., 2006, str. 158). S takšno porazdelitvijo stroškov podnebnih sprememb je zelo pomembno etično vprašanje politike podnebnih sprememb, ki jo Stern v poročilu poudarja.

3.1.2.2 Izbira vrednosti parametrov

Za izračunavanje stroškovnih rezultatov Stern uporablja standardne ekonomske predpostavke iz teorije ekonomije blagostanja. Upošteva pa tudi predpostavke o

zmanjševanju mejne koristnosti dohodka v vrednotenju tveganja in prihodnjega blagostanja. Stern namerno uporabi zelo nizko koristno diskontno stopnjo (čista časovna obrestna mera časovne preference) v višini 0,1 % letno. Potrebno pa je razlikovati med koristno diskontno stopnjo in obrestno mero, uporabljeno za diskontiranje potrošnje (Weitzman, 2007, str. 5).

Glede na izbrane parametre analiza Sternovega poročila kaže, da pod predpostavko nenadzorovane emisije TGP v prihodnosti znaša strošek podnebnih sprememb v obdobju med letoma 2100 in 2200 5 % svetovnega letnega BDP z možnostjo celo 20 % škode (Stern et al., 2006, str. 164). Kot je navedeno, pričakovane škode predstavljajo 1/100 z uporabo drugih parametrov (npr. $r = 6\%$).

3.1.2.3 Ocena stroškov in koristi blaženja in stabilizacije ogljikovih izpustov

V skladu s poročilom IPCC TAR ugotavljajo, da stabilizacija emisij TGP na raven, s katero bi se izognili podnebnim škodam, zahteva zmanjšanje emisij za najmanj 25 % do leta 2050 z nominalnim padcem od 30 do 35 Gt CO₂ letno (Stern et al., 2006, str. 200). Za doseg tega cilja bi morale emisije doseči vrh v naslednjih dveh desetletjih in potem padati od 1 % do 3 % letno (Stern et al., 2006, str. 201). V Sternovem poročilu je navedeno, da bi bil strošek zmanjšanja emisij za 25 % do leta 2050 1 % letnega BDP (približno 1.000 milijard letno v letu 2050) plus minus 3 %. S tem bi se stabilizirala koncentracija ogljika v ozračju v obsegu od 500 do 550 ppm CO₂ (Stern et al., 2006, str. 232). Stern je izračunal, da bi se z investiranjem v višini 1 % svetovnega letnega BDP od izdaje poročila v neskončnost prebivalstvo izognilo letnim stroškom v višini 10 % svetovnega BDP (Stern et al., 2006, str. 285).

V Sternovem poročilu so upoštevane različne opcije za blaženje emisij TGP. Priporoča pa Pigoujev davek oziroma sistem tržnih dovoljenj za doseganje cene ogljika, ki bi se zelo približala ravni socialnih stroškov. Čeprav Sternovo poročilo izčrpno in natančno prikazuje uvedbo različnih političnih opcij, jih ne vključi v primerjalno analizo stroškov in koristi za različne opcije za doseganje cilja stabilizacije CO₂ na raven od 500 do 550 ppm do leta 2050.

3.1.3 Kritike Sternovega poročila in modela PAGE2002

V tem poglavju so prikazane kritike s strani znanstvenikov z dolgoletnimi izkušnjami na področju podnebnih sprememb in ki se predvsem nanašajo na analizo stroškov in koristi. Z vstopnimi podatki za analizo pa se ne bomo ukvarjali, saj to presega namen tega dela, čeprav obstajajo tudi kritike, da so podatki nepravilno analizirani in uporabljeni (npr. Carter et al., 2006). Glavna kritika poročila, ki sta jo predstavila avtorja Yohe in Tol (2007, str. 39), pa je, da je treba na poročilo gledati kot na politični dokument, in ne znanstveni.

Pomembne kritike Sternovega poročila se predvsem nanašajo na ocene škod in ocene parametrov, ki vključujejo čisto časovno preferenco denarja (ρ), izbiro elastičnosti (η) in stopnjo rasti BDP per capita (g). Parametri so uporabljeni v naslednji enačbi³⁶:

$$r = \rho + \eta * g \quad (6)$$

kjer je r obrestna mera za diskontiranje potrošnje. Kritike so v nadaljevanju predstavljene po posameznih vsebinah.

Problemi z ocenjevanjem škode

Yohe in Tol (2007, str. 40, Tabela 1) naštevata kar nekaj vzrokov za skrb in dvom glede ocene stroškov Sternovega poročila, glede na to, da so s škodami prekoračili druge študije za 3 standardne deviacije, kar je povezano s Sternovo predpostavko bolj pesimističnega scenarija. Mendelsohn (2007, str. 44) pa tudi dodaja, da Sternove ocene škod ne upoštevajo možnih prilagoditev³⁷ in vključujejo zelo visoke netržne škode, brez podpornih dokazov. Največja pomanjkljivost pa je, da Stern ne specificira predpostavk ocen za človeška življenja in drugih netržnih dobrin, kar onemogoča, da bi škodne ocene bile ocenjene oziroma reproducirane, to pa krši načela dobre prakse pri analizah stroškov in koristi.

Čista časovna preferenca denarja (ρ)

Nedvomno najspornejši vidik Sternovega poročila je vrednost čiste časovne preference denarja (ρ), ki znaša 0,1 %. Višina te spremenljivke pa bistveno vpliva na rezultat analize stroškov in koristi. Zelo nizek ρ v kombinaciji z nizkim koeficientom η nam da nenavadno nizko obrestno mero ($r = 1,4$ %) za diskontiranje prihodnjih dogodkov. Yohe in Tol (2007, str. 39) navajata, da bi se z zvišanjem ρ z 0,1 % na 3 % ocena škode na podlagi istih podatkov znižala in bi bila med 10 % in 20 % ocene iz Sternovega poročila.

Če primerjamo z drugimi študijami, Sternovo poročilo uporablja zelo nizko diskontno stopnjo, kar posledično povzroča višje ocenjene škode. Tol (2005) je analiziral 28 objavljenih študij s 103 ocenami mejnih stroškov emisij CO₂. Diskontna stopnja v teh 28 študijah je nihala med 1 % in 3 % (nekatero so uporabljale hiperbolično diskontiranje). Na podlagi analize je ugotovil (Tol, 2005, str. 2072), da ima diskontna stopnja zelo velik vpliv na ocene škode in negotovosti. Tako je Tol (2006, str. 979) zaključil, da Sternovo poročilo prekomerno ocenjuje stroške podnebnih sprememb in tako povečuje sedanje koristi zaradi zmanjšanja emisij. Nasprotno pa Arrow (2007, str. 5) zagovarja, da je boljše takojšnje ukrepanje kot biti neaktiven, in sicer za vsako čisto časovno preferenco (ρ), ki je nižja od 8,5 %.

³⁶ Enačba avtorja Franka Ramseyja s posodobljeno enačbo Irvinga Fischerja glede dinamičnega splošnega ravnovesja, modela interakcije preferenc in tehnoloških sprememb (Weitzman, 2007, str. 7).

³⁷ Npr. jezovi in morski zidovi, ki bi zmanjšali nevarnost poplav morja.

Prav tako kot Tol tudi Nordhaus zagovarja, da ima uporaba tako nizke diskontne stopnje odločilen vpliv na rezultate in da so ti rezultati precenjeni. Nordhausove študije so v zadnjih letih uporabljale 3 % diskontno stopnjo, ki se je znižala na 1 % v 300 letih (hiperbolično diskontiranje). Sternovo poročilo (Stern et al., 2006, str. 151) pa navaja, da je Nordhaus v svojih študijah³⁸ z uporabo modela DICE sistematično podcenil stroške podnebnih sprememb glede na scenarij neaktivnosti.

Elastičnost mejne koristnosti (η)

Kritika Sternovega poročila, ki jo je podal Parta Dasgupta (2007), nima pripomb na izbiro čiste časovne preference denarja v višini 0,1 %, saj tudi sam zagovarja ničelno ali celo negativno stopnjo časovne preference, če so stroški tako pomembni, da zahtevajo zmanjšanje potrošnje. Vseeno pa je Dasgupta zelo kritičen do Sternove izbire elastičnosti mejne koristnosti. Predpostavka, da je (η) enako 1, pomeni, da distribucija blagostanja med ljudmi ni pomembna, da bi sedaj trošili visoke zneske za prihodnje generacije, všteti tveganje, da je pričakovati, da bodo prihodnji rodovi bogatejši od sedanjih (Dasgupta, 2007, str. 6).

Za predstavitev te kritike je naveden naslednji primer. Če bi bila stopnja donosnosti investicije 4 % p.a., bi po Sternovih predpostavkah $\rho = 0,1$ % in $\eta = 1$ socialna varčevalna mera znašala 97,5 %, kar je nepojmljivo. Če pa npr. povečamo η na 3, bi bila stopnja še vedno 25 %. Dasgupta (2007, str. 6) opozarja, da Sternovo poročilo ne vsebuje analize občutljivosti za predpostavke, ki jih uporablja (ρ , η in g). S stališča najboljših praks je to največja pripomba na Sternovo analizo stroškov in koristi.

Prispevek Dasgupta, ki navaja, da je η v poročilu prenizek, je pomembna osnova za zapostavljeno predpostavko, ki skupaj z ostalimi tvori r . η upošteva tri pomembne ocene, in sicer oceno stopnje nenaklonjenosti tveganju, oceno glede širine statične dohodkovne neenakosti med ljudmi in oceno glede širine dinamične dohodkovne neenakosti med posamezniki skozi čas. Zaradi kolizije med temi ocenami te vplivajo druga na drugo in na skupne ocene η . Weitzman (2007) meni, da so avtorji Sternovega poročila želeli imeti nizek η zaradi določenih razlogov, višji η pa iz drugih razlogov. Uporaba nekonsistentnih vrednosti η se tako odrazi v kršenju najboljših praks uporabe analize stroškov in koristi.

³⁸ Prav tako drugi avtorji, ki uporabljajo IAM.

3.2 Nordhaus in model DICE2007

3.2.1 Predstavitev modela DICE2007

William D. Nordhaus velja za zmernega pripadnika neoklasičnih ekonomistov na področju ekonomije podnebnih sprememb, na katerem deluje že več desetletij. V zgodnjih devetdesetih letih so Nordhaus in njegovi sodelavci razvili osnovni model RICE³⁹ in kasneje še model DICE, ki pripada zadnji generaciji modelov s področja podnebnih sprememb in je tudi med najbolj uporabljenimi modeli za ocenjevanje stroškov podnebnih sprememb (Murphy, 2009, str. 197). Med vzroki, da je model tako široko uporabljen, je tudi odločitev avtorja, da ga je prosto ponudil javnosti prek svoje spletne strani, tako da je postal odprti standard za ekonomsko modeliranje politike podnebnih sprememb. Model povezuje dejavnike, ki vplivajo na ekonomsko rast, rast emisij CO₂, ogljikov cikel, podnebne spremembe in politiko podnebnih sprememb. Enačbe v modelu so povzete iz ekonomije, ekologije in drugih ved, ki so povezane s podnebnimi spremembami.

Osnova modela je neoklasična teorija gospodarske rasti (Nordhaus, 2008, str. 32). Ta predvideva, da gospodarstvo investira v kapital, izobraževanje in tehnologijo, ki preusmerjajo današnjo potrošnjo na potrošnjo v prihodnosti. Posebnost modela DICE je v tem, da upošteva naravni kapital podnebnih sistemov kot dodatno vrsto zaloge kapitala. V modelu so upoštewane različne vrste politik glede na vpliv na ekonomsko blagostanje za različne generacije.

V modelu DICE je del spremenljivk danih oz. predpostavljenih. Glavne med njimi so razdeljene po regijah, in sicer so to prebivalstvo, zaloge fosilnih goriv in stopnja tehnološkega napredka. Najpomembnejše spremenljivke so endogene ali generirane s strani modela. Med endogenimi spremenljivkami so svetovni BDP, zaloga naravnega kapitala, emisije in koncentracije CO₂, globalne temperaturne spremembe in podnebne škode (Nordhaus, 2008, str. 33). V modelu se lahko preverja vplive različnih politik glede zmanjševanja izpustov. Pomembna pomanjkljivost modela pa je, da je tehnološki razvoj eksogena spremenljivka (Nordhaus, 2008, str. 34), namesto da bi se spreminjala glede na spremenjene tržne in gospodarske razmere.

Glavni instrument politike v modelu DICE je davek na ogljik, s katerim se zvišujejo stroški, zmanjšujejo pa se emisije ogljika v ozračje in s tem tudi temperatura ozračja ter prihodnji stroški podnebnih sprememb. Čeprav se model DICE nanaša na davek na ogljik, je njegovo obravnavanje precej abstraktno. V modelu ni nikjer zahtevano, da se stroške ogljika izraža skozi davek na ogljik, zato bi lahko v modelu uporabili tudi dovoljenja oziroma druge instrumente omejevanja izpustov.

³⁹ Regional Integrated model of Climate and the Economy.

Model DICE si lahko predstavljamo kot ledeno goro: enačbe in sistem modela predstavljajo vrh ledene gore, osnovo pa stotine študij po posameznih sestavinah modela, ki so jih naredili znanstveniki tako naravoslovnih kot tudi družboslovnih ved (Nordhaus, 2008, str. 7). Nordhaus uporablja podatke za model iz poročila IPCC.

V nadaljevanju je predstavljenih deset najpomembnejših ugotovitev, ki jih je Nordhaus ugotovil na podlagi modela DICE2007 (Nordhaus, 2008, str. 195–204). Glavna ugotovitev je, da je idealna in učinkovita podnebna politika razmeroma poceni in hkrati ima pomemben vpliv na dolgoročne podnebne spremembe. Cilj optimalne podnebne politike je zmanjšanje emisij CO₂ in s tem podnebnih sprememb, tako da se čim bolj poveča ekonomsko blagostanje za človeštvo. Ocena modela je, da je sedanja vrednost globalnih stroškov blaženja podnebnih sprememb 2 trilijona ameriških dolarjev, kar znaša 0,1 % globalnega BDP. Optimalna podnebna politika kot cilj predpostavlja, da se lahko globalna temperatura glede na leto 1900 dvigne za 2,6 °C v letu 2100 in za 3,4 °C v letu 2200. V primeru, da bi omejili npr. koncentracijo CO₂ na dvojno koncentracijo predindustrijske vrednosti, bi znašali dodatni stroški 0,4 trilijona ameriških dolarjev. Če pa bi omejili dvig temperature za 2,5 °C, bi znašali dodatni stroški 1,1 trilijona ameriških dolarjev. Čeprav je neto rezultat podnebne politike razmeroma nizek, so celotni podnebni stroški zelo visoki. Model predpostavlja, da znaša sedanja vrednost podnebnih škod brez omejevanja emisij 22,6 trilijona ameriških dolarjev, z optimalno podnebno politiko pa bi stroški znašali 17,3 trilijona ameriških dolarjev.

Druga ugotovitev se nanaša na rezultate o socialnih stroških ogljika (SCC) v povezavi z davki na izpuste. Rezultat modela v osnovnem primeru⁴⁰ je znesek davka 28 ameriških dolarjev na metrično tono ogljika⁴¹ v letu 2005. Optimalen davek na ogljik prikazuje stopnjo zaustavljanja emisije ogljika, ki je potrebna, da se doseže ekonomsko optimalno uravnoteženost koristi in stroškov. Osnovni SCC tako predstavljajo maksimalno vrednost stroška, ki si jo lahko privoščijo program za blaženje podnebnih sprememb.

Tretja ugotovitev poudarja potrebo po stroškovno učinkoviti politiki. To se predvsem nanaša na harmoniziranje davkov na ogljik med sektorji in državami, tako da ne obstajajo izjeme in da je harmoniziranje časovno usklajeno. Vse navedeno pa je nerealistično v današnjem svetu. Sodelovanje vseh držav je nujno potrebno za učinkovito blaženje podnebnih sprememb. Razlog za to je konveksnost krivulje učinkovitosti blaženja podnebnih sprememb. Po ocenah Nordhauusa (2008, str. 198) sodelovanje le polovice udeležencev namesto vseh povzroči dodatne stroške v višini 250 % za sodelujoče države. Težava je tudi, da vlade posameznih držav problem podnebnih sprememb rešujejo parcialno (npr. standardi porabe goriva pri avtomobilih). Nižanje izpustov bi moralo biti vseobsegajoče, tako da bi bile vključene vse panoge.

⁴⁰ Osnovni primer predpostavlja, da ni aktivne politike proti blaženju podnebnih sprememb.

⁴¹ Večkrat se stroški izraženi na tono CO₂ (delimo s faktorjem 3,67), kar znaša 7,40 ameriških dolarjev v letu 2005.

Četrta ugotovitev se nanaša na projekcije modela DICE za izpuste TGP in podnebnih sprememb. Projekcije modela se namreč razlikujejo od projekcij, uporabljenih v poročilih IPCC. Osnovna krivulja modela DICE brez aktivne politike na področju blaženja podnebnih sprememb se giblje v spodnjem delu krivulj do leta 2030. Po tem letu pa začne hitro naraščati, ostale krivulje, navedene s strani IPCC, pa začnejo po tem letu stagnirati.

Peta ugotovitev navaja, da bi bile v primeru iznajdbe stroškovno nizke in okolju prijazne tehnologije njene ekonomske koristi velikanske, in sicer v smislu neto učinkov, preprečenih stroškov blaženja podnebnih sprememb, preprečenih škod ter razmerja koristi in stroškov. V modelu so ocenili, da je vrednost takšne tehnologije 17 trilijonov ameriških dolarjev (Nordhaus, 2008, str. 198).

Šesta ugotovitev analizira Kjotski protokol. V študiji navajajo, da je Kjotski protokol zelo pomanjkljiv, in sicer tako v okoljskem smislu kot tudi pri ekonomskih rezultatih. Način zaustavitve emisij za skupino držav podpisnic Kjotskega protokola ni povezan s posameznimi cilji, kot so koncentracija ogljika, temperatura oziroma škode. Zaradi tega so neto koristi Kjotskega protokola manjše glede na druge možne politike reševanja problema podnebnih sprememb. Kjotski protokol ima tako neto koristi v višini 0,15 trilijona ameriških dolarjev, učinkovit sistem pa 3,4 trilijona ameriških dolarjev.

Sedma ugotovitev se nanaša na zelo ambiciozne predloge, kot so Sternovo poročilo in predlogi Ala Gora. Ti predlogi so zelo ostri v omejevanju izpustov in zahtevajo zelo visoke začetne stroške. Po izračunih Nordhauusa imata npr. Sternov in Gorov predlog neto stroške v višini od 17 trilijonov do 22 trilijonov ameriških dolarjev, kar predstavlja več stroškov, kot da ne bi ničesar storili glede zmanjšanja izpustov.

Osma ugotovitev predstavlja paradoks, da so rezultati pomembnih podnebnih sprememb, kot npr. sprememba temperature, pozitivno korelirani s potrošnjo. To pa vodi do paradoksalnega rezultata, da obstaja negativna premija za tveganje na pomembne podnebne spremembe. Paradoks je nastal zato, ker je v izračunih modela negotovost glede skupne rasti factorske produktivnosti (ki je pozitivno kolerirana s potrošnjo) prevladala nad negotovostjo glede podnebnih sprememb in škodne funkcije, ki so negativno kolerirane s potrošnjo.

Deveta ugotovitev se ukvarja z redistribucijo dohodka s potrošnikov in proizvajalcev na državo. Davčni transferji tako predstavljajo 2 % svetovnega BDP. Kot primer bi zmanjšanje emisije za 50 % v letu 2015 zahtevalo davek na ogljik v višini 300 ameriških dolarjev na tono ogljika, kar globalno predstavlja transfer v višini 1.500 trilijonov ameriških dolarjev. Optimalno bi bilo postopno zviševanje davkov za zmanjševanje emisij do 1 % globalnega BDP, kar je že pomembna sprememba v fiskalni politiki in politično zelo zahteven projekt.

V zadnji ugotovitvi Nordhaus analizira instrumente zmanjševanja izpustov, kot so dovoljenja, davki in hibridne omejitve (cap-and-tax). Ugotovil je, da so hibridne omejitve najboljše, saj do določene količine plačaš za 1 tono ogljika določen davek, nad tem pa imaš npr. 50 % doplačilo. V Kjotskem protokolu predstavljajo instrumente zmanjševanja izpustov dovoljenja, pri katerih lahko prihaja do nepravilne prerazporeditve med povzročitelji emisij in do korupcije. V modelu DICE2007 je uporabljen klasičen davek na ogljik.

3.2.2 Kritike modela DICE2007

Nordhausov način izračuna optimalnega davka na ogljik (kot funkcije časa) je premosorazmeren. Predpostavlja, da gospodarska aktivnost sprošča TGP in s tem povečuje koncentracijo CO₂ v ozračju. Povečana koncentracija pa vodi v povišano temperaturo, kar povzroči neto ekonomsko škodo prihodnjim generacijam. Ker je predpostavljeno, da trenutna generacija skrbi za blagostanje prihodnjih rodov, je današnja emisija mejne tone ogljika v atmosfero prenesena (diskontirana) v izgubo današnje koristi (Murphy, 2009, str. 200). Nordhaus tako sklene, da tržne cene ne izražajo pravilne vrednosti, tako da je uporaba Pigoujevega davka na ogljik upravičena (Nordhaus, 2008, str. 149). Za ekonomsko učinkovitost pa bi moral davek kompenzirati sedanjo diskontirano vrednost zmanjšane prihodnje koristi, ki jo lahko pripišemo segrevanju, ki ga mejna enota emisije povzroči (Murphy, 2009, str. 200). Izračunan davek na ogljik je tako odvisen od ocenjenih podatkov modela DICE.

V modelu DICE2007 pa obstaja negotovost glede prihodnjih koncentracij TGP v ozračju. Vpliv TGP na temperaturo ozračja je odvisen od trenutne koncentracije TGP v ozračju. Tako mora učinkovit davčni sistem upoštevati projekcije prihodnjih koncentracij TGP kot funkcije časa in davkov (Murphy, 2009, str. 201). Te projekcije pa niso linearne, saj je treba upoštevati tudi izločanje ogljika iz ozračja, npr. v oceane. Oceani namreč znižujejo koncentracijo TGP v ozračju in blažijo škode iz naslova dela emisij TGP. Problem pa je določiti sposobnost oceanov za sprejemanje TGP, saj po določeni stopnji ne bodo več sposobni črpanja TGP iz ozračja. Glede na navedeno je Nordhaus v modelu DICE uporabil tristopenjski rezervoar, ki je osnovan na obstoječih cikličnih modelih ogljika in podatkov iz preteklosti (Nordhaus, 2008, str. 36). Pomanjkljivost navedenega je v tem, da oceani trenutno niso nasičeni in da nam je ta meja neznan. V primeru, pa da bi bili oceani nasičeni, bi bila rast koncentracije TGP v ozračju neprimerljivo višja, kot je bila do te točke.

V znanstvenih krogih obstaja splošen konsenz (Doran et al., 2009), da povečana koncentracija CO₂ povzroči neposreden dvig temperature. V primeru dvojne koncentracije glede na predindustrijsko dobo⁴² bi povprečna globalna temperatura površja narasla za 1,2 °C (Randall et al., 2007, str. 631). V poročilu IPCC AR4 je navedeno, da dvojno povečanje

⁴² Osnovno leto je leto 1750 s koncentracijo CO₂ 280 ppm.

koncentracije CO₂ vodi v dolgoročno ravnovesje⁴³ povišane temperature, ki bi bila verjetno⁴⁴ v razponu med 2,0 °C in 4,5 °C, z najboljšo oceno pa 3,0 °C (Meehl et al., 2007, str. 799). Razpon ocene je precej višji, kot je neposredni učinek, ker je predpostavljeno, da bi sam dvig temperature povzročil nadaljnjo rast⁴⁵ temperature (Murphy, 2009, str. 201). Nordhaus je v svojem modelu DICE2007 uporabil oceno 3,0 °C za izračun optimalnega davka na ogljik (Nordhaus, 2008, str. 126). V navedenih rezultatih pa obstaja negotovost glede dejanskega vpliva povratnih učinkov na rast temperature. V modelu General Circulation Model (GCM) avtorjev Seniorja in Mitchella so bili rezultati povišanja temperature zaradi dvojnega povečanja CO₂ izpred industrijske dobe v razponu med 1,9 °C in 5,4 °C in sicer predvsem zaradi spremembe lastnosti radioaktivnosti oblakov. Pri tem pa lahko rezultat kompleksnega podnebnega modela drastično spremenimo s spremembo lastnosti radioaktivnosti oblakov (Le Treut et al., 2007, str. 114). To samo kaže, kako pomembna je negotovost glede rezultatov modelov.

Občutljivost na spremembe parametrov ima v modelu DICE2007 isti metodološki problem, kot je bil naveden v modelu GCM. V modelu DICE2007 je občutljivost na podnebne spremembe bolj pesimistična, kot nam prikazujejo pretekli trendi. Glede na leto 1750 je koncentracija CO₂ narasla za 35 % (z 280 ppm na 379 ppm), temperatura pa za približno 0,7 °C. Če bi bila funkcija med koncentracijo CO₂ in globalnim segrevanjem linearna, bi bil rezultat dvojnega povečanja CO₂ rast temperature za približno 2,0 °C, kar je najnižja ocena spremembe v IPCC AR4. V poročilih IPCC pa je navedeno, da je funkcija med koncentracijo CO₂ in globalnim segrevanjem logaritemska, rezultat pa bi bil še nižja rast temperature (Forester et al., 2007, str. 140). Seveda bi zagovorniki poročila IPCC nasprotovali zgornji uporabi funkcij, ker je ocena podnebne občutljivosti spremembe temperature za 3,0 °C zaradi dvakratnega povečanja koncentracije CO₂ v konceptu dolgoročnega ravnovesja. Tudi če bi se koncentracija CO₂ v ozračju stabilizirala danes, bi se temperatura površja povečevala zaradi ocenjene podnebne občutljivosti.

Poleg CO₂ pa na atmosfero in temperaturo vplivajo tudi drugi dejavniki, kot so povečanje drugih TGP, spremembe v sončnem sevanju, izbruhi vulkanov ipd. Za pošten prikaz bi bilo veliko bolje, da bi vključili vse sevalne prispevke in ne samo CO₂, ki je uporabljen v poročilih IPCC (Murphy, 2009, str. 203). Na podlagi teh podatkov bi ob predpostavki ceteris paribus tako pridobili sevalni prispevek, ki bi bil povzročen s hipotetičnim dvakratnim povečanjem CO₂.

Poročilo IPCC AR4 nam daje oceno sevalnega prispevka v višini +1,6 W na m² (Wm⁻²) kot skupni sevalni prispevek vseh sprememb, in sicer tako antropoloških kot tudi naravnih

⁴³ Ravnovesje v podnebni občutljivosti se ne nanaša na višjo globalno temperaturo površja, ki bi se povišala v trenutku dosega dvojne koncentracije. Nasprotno bi občutljivostno ravnovesje zaradi dvojne koncentracije CO₂ čez čas vodilo v dolgoročne učinke povišane temperature.

⁴⁴ Glede na poročilo IPCC AR4 to pomeni več kot 66 %.

⁴⁵ Če se temperatura poviša zaradi povečane koncentracije TGP, posledično atmosfera zadrži več vlage, kar dodatno poveča vpliv tople grede.

(sončna aktivnost in aerosoli iz vulkanskih izbruhov), ki so nastale od leta 1750 do leta 2005 (Forester et al., 2007, str. 205). Ocenjeni skupni prispevek tako primerjamo s porastom temperature za 0,7 °C. Tako bi hipotetično dvakratno povečanje CO₂ (ostali dejavniki nespremenjeni glede na predindustrijsko dobo) proizvedlo sevalni prispevek v višini +3,7 Wm⁻² (Forester et al., 2007, str. 140). Predpostavljeno je, da ima sevalni prispevek linearno funkcijo z globalno temperaturo (Forester et al., 2007, str. 197). Povišana temperatura in izračunani skupni sevalni prispevek iz predindustrijskega obdobja do leta 2005 nam torej podata podnebno občutljivost v višini 1,6 °C, kar je nekaj več kot polovica od najboljše ocene v modelu DICE2007 (Murphy, 2009, str. 203).

Zgoraj navedene simulacije so konsistentne z zgodovinskimi podatki in dejstvo je, da so bile tako uporabljene, da se predvsem prikaže trdno povezanost med antropološkim onesnaževanjem ozračja s CO₂ in povišanjem temperature v dvajsetem stoletju (Hegerl, 2007, str. 684). Glede na navedeno je v prihodnjih podnebnih modelih treba upoštevati vse vrste dejavnikov, ki vplivajo na temperaturne spremembe in povračilne učinke.

Ekonomske škode zaradi povišane temperature so lahko tudi precenjene. V nadaljevanju je prikazan še zadnji korak v Nordhausovem modelu, in sicer vpliv povečane temperature na škodo, ki je izražena v denarju. Težava je v tem, da je temperaturno spremembo zelo težko ovrednotiti s škodo.

Osnovni pristop Nordhauusa je oceniti škodo v glavnih sektorjih in področjih (kmetijstvo, obmorska področja itd.) in tako izračunati izgubljen delež v BDP zaradi škode iz naslova globalnega segrevanja za neko povečanje temperature. Podatke o škodah pa je povzel iz različnih študij. Možen problem je v tem, da bolj pesimistične študije povzročajo metodološke napake in tako nastane določena pristranskost rezultata (Murphy, 2009, str. 204).

V Tabeli 2, ki je povzeta po Nordhausu in Boyerju (2000, str. 97), so prikazane njune ocene podnebnih škod v milijardah ameriških dolarjev za ZDA za dvig temperature za 2,5 °C v primerjavi z ocenami drugih avtorjev. Pri tem pa negativne številke pomenijo koristi. Če pregledamo Tabelo 2, lahko ugotovimo, da so Nordhausove in Boyerjeve ocene škod primerne. V študiji Mendelsohna in Neumanna (1999, str. 9–22) imajo podnebne spremembe celo pozitiven učinek na ZDA. Te upoštevajo, da je smrtnost zaradi vročinskih valov bolj odvisna od temperaturnega nihanja kot od same temperature, da se skladno s spremembo temperature spreminjajo tudi obdelovalne površine (premik z enega področja na drugega), da povečana koncentracija ogljika povečuje produktivnost kmetijstva, da bo zviševanje gladine morja postopno skozi stoletje ter da je zaradi toplejšega vremena več zunanjih aktivnosti in prostega časa. Največja razlika med to študijo ter študijo Nordhauusa in Boyerja je v tem, da slednja ne upošteva takšne koristi od kmetijstva in gozdarstva, kot to predvideva študija Mendelsohna in Neumanna.

Tabela 2: Primerjava študij podnebnih škod v mrd ameriških dolarjev (osnova 1990) za ZDA pri dvigu temp. za 2,5 °C

Avtorji:	Frankhauser 1995	Tol 1995	Mendelsohn in Neumann 1999	Nordhaus in Boyer 2000
Sektor				
<i>Tržni učinki</i>				
Kmetijstvo	8	10	-11	4
Energija	8	b.p.	3	0
Dvig gladine morja	9	9	0	6
Lesna industrija	1	b.p.	-3	0
Voda	16	b.p.	4	0
Skupaj tržni učinki	42	19	-8	11
<i>Netržni učinki</i>				
Zdravje, pitna voda in človeška življenja	19	37	6	1
Migracije	1	1	b.p.	b.p.
Udobnost, rekreacija in prosti čas	b.p.	12	-4	-17
Izguba vrst	8	5	b.p.	b.p.
Gibanja prebivalstva	b.p.	b.p.	b.p.	6
Vremenske katastrofe	0	0	b.p.	25
Skupaj netržni učinki	28	56	2	17
Skupaj tržni in netržni učinki milijarde USD z osnovo 1990	70	74	-7	28
delež v BDP v %	1,30	1,50	-0,10	0,50

Vir: W. D. Nordhaus & J. Boyer, Warming the World: Economic Models of Global Warming, 2000, str. 97.

Velik delež škod v Nordhausovi in Boyerjevi študiji predstavljajo podnebne katastrofe, ki so definirane kot dolgoročna izguba globalnega BDP. Primer slednjih so hitra rast gladine morja, spreminjajoči se monsuni, nebrzdan učinek tople grede, stalitev zahodnega antarktičnega ledu in sprememba morskih tokov, ki bi imele največji vpliv predvsem na države OECD v Evropi. Verjetnost, da bi se takšne katastrofe zgodile do leta 2090, če se temperatura poveča za 3 °C, je 0,6 %. Ocena je bila pridobljena na podlagi raziskave in je zelo variirala med znanstveniki ter med disciplinami (Nordhaus & Boyer, 2000, str. 87). Avtorja sta v model na podlagi lastnih ocen vnesla predpostavko, da je verjetnost katastrof z 2,5 °C povečano temperaturo dvakrat večja, kot je za 3 °C povečano temperaturo, ki izhaja iz raziskave, ter namesto 25 % izgube BDP sta predpostavila 30 % izgubo (Nordhaus & Boyer, 2000, str. 88). Zadnje raziskave pa so pokazale, da so bile napovedi nekaterih katastrofalnih dogodkov prenačljene.⁴⁶

⁴⁶ Glede na poročilo IPCC AR4 so nenadne podnebne spremembe, kot je propad zahodnega antarktičnega ledu, hitra izguba grenlandskega ledu ali pomembne spremembe morskih tokov, težko verjetne, da bi se glede na dosedanje modele zgodile v 21. stoletju. Spremembe bi bile možne ob predpostavki, da bi se nadaljevale motnje podnebnega sistema (Meehl et al., 2007, str. 818).

V Tabeli 3 so povzete globalne škode (tehtane glede na BDP po posamezni regiji) pri dvigu globalne temperature za 2,5 °C, kar skupaj zneso 1,5 % globalnega BDP, od tega pa je 1,02 % (to je 68 % celotnih škod) pripisan prej navedenim katastrofalnim dogodkom. Ta znesek predstavlja delež BDP, ki bi ga družba želela plačati, da se izogne tveganju katastrofalnih podnebnih sprememb. Ker katastrofalni dogodki temeljijo na subjektivno pridobljenih podatkih, lahko vodijo v pretirano oceno škodnih dogodkov glede na trenutne emisije ogljika.

Tabela 3: Povzetek vpliva podnebnih škod na BDP v % v primeru dviga temperature za 2,5 °C

	Globalni BDP	Afrika	Indija	Rusija	Evropa	Japonska	Kitajska	ZDA
Skupaj (2,5 °C)	1,5	3,91	4,93	-0,65	2,83	0,5	0,22	0,45
Kmetijstvo	0,13	0,05	1,08	-0,69	0,49	-0,46	-0,37	0,06
Drugi občutljivi trgi	0,05	0,09	0,4	-0,37	0	0	0,13	0
Obalna	0,32	0,02	0,09	0,09	0,6	0,56	0,07	0,11
Zdravje	0,1	3	0,69	0,02	0,02	0,02	0,09	0,02
Prosti čas	-0,29	0,25	0,3	-0,75	-0,43	-0,31	-0,26	-0,28
Migracije	0,17	0,1	0,1	0,05	0,25	0,25	0,05	0,1
Katastrofe	1,02	0,39	2,27	0,99	1,91	0,45	0,52	0,44

Vir: Prirejeno po W. D. Nordhaus & J. Boyer, *Warming the World: Economic Models of Global Warming*, 2000, str., str. 91.

Glavni namen modela DICE je izračun optimalnega davka na ogljik. V primeru, da bi za izračun optimalnega davka na ogljik odvezli vpliv katastrof na BDP, bi bili rezultati bistveno drugačni. Ob predpostavki dviga globalne temperature za 2,5 °C zaradi dvakratnega povečanja ogljika v ozračju lahko model spremenimo tako, da vpliv podnebnih škod kot tehtan delež škod v BDP zmanjšamo z 1,5 % na 0,48 %.⁴⁷ Prav tako spremenimo ocenjeno temperaturno spremembo s 3,0 °C na 2,5 °C. V modelu bomo tako znižali parameter T2XCO2 s 3,0 na 2,5 ter izračunali nov parameter A2 (*d*) (Damage quadratic term), tako da ga znižamo z 0,0028388 na 0,000768. Formula za izračun škode na BDP je naslednja (Ackerman et al, 2009, str. 5):

$$d = aT^N / (1 + aT^N) \quad (7)$$

d predstavlja škodo izraženo v deležu BDP, *a* je izraz kvadratne škode, T pomeni povečanje temperature od baznega leta, N pa mnogokratnik povečanja izpustov. Zgoraj navedeno formulo preoblikujemo tako, da izračunamo *a*:

$$a = \frac{-d}{dT^N - T^N} \quad (8)$$

⁴⁷ Celotna odstranitev vpliva podnebnih katastrof na BDP je neupravičena. Uporabili pa jo bomo zato, da prikazemo vpliv tega dejavnika na celoten izračun optimalnega davka na ogljik.

V tem primeru bi se drastično spremenil ekonomsko učinkovit Pigoujev davek na ogljik. V Tabeli 4 so prikazane razlike v višini davka v primeru, da izračunamo davek brez upoštevanja katastrofalnih dogodkov.

Tabela 4: Optimalni davek na ogljik na podlagi modela DICE in popravljen davek na ogljik v ameriških dolarjih

	2015	2025	2035	2045	2055	2065	2075
Nordhaus 2008	41,90	53,39	66,48	81,31	98,00	116,77	137,82
Popravljen	9,46	12,02	14,94	18,23	21,91	26,03	30,62

Vir: Prirejeno po W. D. Nordhaus, A Question of Balance - Weighing the Options on Global Warming Policies, 2008, str. 92 in R. P. Murphy, Rolling the DICE – William Nordhaus's Dubious Case for a Carbon Tax, 2009, str. 210.

Verjetno je, da bi bila pravilnejša višina davka na ogljik nekje v sredini med zgoraj navedenima vrednostima, saj kot je navedeno, je negotovost glede predvidenih škod v modelu DICE velika in trenutno temelji predvsem na predpostavkah. V prihodnosti, ko bomo podnebne spremembe bolje poznali, bo lažje prilagoditi davek na višjo vrednost.

3.3 Pomembnost pravih scenarijev v modelih

Pomen modelov za pripravo ustreznih političnih in davčnih programov je zelo velik. Ker vsi modeli temeljijo na negotovih predpostavkah, lahko vodijo v ustvarjanje napačnih in preveč obremenjujočih novih ekoloških davčnih sistemov. Napačen model lahko vodi tudi v ogromne neto stroške blaženja podnebnih sprememb. Prav tako so modeli preveč optimistični glede učinkovitosti davčnega sistema in premalo glede samostojne regulacije trga. Obstaja velika možnost, da bi vlade uporabljale davke na ogljik za doseg drugih ciljev, in ne za blaženje podnebnih sprememb. Kot primer lahko vzamemo uvozni davek na ogljik za izdelke iz Kitajske, ki bi jih ZDA zaračunale bolj iz protekcionističnih razlogov kot iz okoljskih.

Model DICE2007 vsebuje različne vrste scenarijev, med katerimi sta osnovni scenarij (brez omejevanja) in scenarij z optimalnim davkom na ogljik. Navedeni izračuni kažejo na nevarnost izbire preveč omejevalne ali nepravilno strukturirane politike, ki bi uničila vse koristi pravilno naravnane in učinkovitega scenarija. Kot je prikazano v Tabeli 5, ima Nordhausov optimalni scenarij neto koristi v višini 3.000 milijard ameriških dolarjev (5.000 milijard ameriških dolarjev v zmanjšanih podnebnih škodah in 2.000 milijard ameriških dolarjev v stroških blaženja). Nekateri scenariji pa imajo celo stroške, ki presegajo koristi. Najslabši predlog je bil podan s strani Al Gora za zmanjševanje emisij za 90 % do leta 2050. V modelu DICE2007 je izračunano, da bi bil s tem svet revnejši za 21.000 milijard ameriških dolarjev, kot če ne bi bilo omejevanja izpustov.

Tabela 5: Koristi različnih podnebnih politik, izračunanih v modelu DICE2007 (v 1.000 mrd ameriških dolarjev)

Podnebna politika	Sedanja vrednost (PV) razlike do podnebne politike 1.	PV podnebnih škod	PV stroškov blaženja	Vsota škod in stroškov
1. Brez omejevanja izpustov	0,00	22,55	0,04	22,59
2. Optimalni davek	3,07	17,31	2,20	19,52
3. Omejitev CO ₂ na 560 ppm	2,67	15,97	3,95	19,92
4. Kjotski protokol z ZDA	0,63	21,38	0,58	21,96
5. Kjotski protokol brez ZDA	0,10	22,43	0,07	22,49
6. Sternovo poročilo – diskontna stopnja	- 14,18	9,02	27,74	36,77
7. Omejitev temp. na 1,5 °C	- 14,44	9,95	27,08	37,03
8. Omejitev CO ₂ na 420 ppm	- 14,60	9,95	27,24	37,19
9. 90 % omejitev izpusta CO ₂ Ala Gora	- 21,36	10,05	33,90	43,96

Vir: Prirejeno po W. D. Nordhaus, A Question of Balance - Weighing the Options on Global Warming Policies, 2008, stran 89.

Podnebna politika optimalnega davka je najboljša rešitev, in sicer zaradi dveh razlogov. Po eni strani je naravnana tako, da uravnava mejne stroške blaženja podnebnih sprememb z mejnimi stroški in koristmi preprečenih podnebnih škod. Po drugi strani pa tudi uporablja fleksibilno orodje (časovno spreminjajoče kazni za uporabo ogljika), ki je lahko korelirano s škodo, ki je povzročena okolju (Murphy, 2009, str. 211). Nasprotno pa je Gorov predlog v celoti škodljiv.

V podnebni analizi stroškov in koristi so najpomembnejše tiste škodne postavke, ki so povzročene ljudem zaradi podnebnih sprememb. V modelu DICE2007 in verjetno tudi v realnem svetu se te škode lahko pripišejo določenemu povišanju temperature, slednjega pa lahko pripišemo koncentraciji CO₂ in njegovim emisijam (Murphy, 2009, str. 212). Otopela politika, ki se ne bi spreminjala skozi čas, bi povzročala dodatno škodo. To lahko prikažemo s primerjavo politike omejitve koncentracije CO₂ na 420 ppm s politiko omejitve dviga temperature za 1,5 °C. Kot je navedeno v Tabeli 5, sta obe politiki v smislu zmanjševanja podnebnih škod približno enako koristni (sedanja vrednost podnebnih škod je 9,95 tisoč milijard ameriških dolarjev), vendar je politika omejitve koncentracije CO₂ na 420 ppm dražja za 160 milijard ameriških dolarjev. Ironija je, da politika omejitve koncentracije CO₂ na 420 ppm dopušča večje globalno segrevanje kot tista, ki omejuje dvig temperature. Ta paradoks nastane, ker se koncentracija CO₂ pri politiki omejitve dviga temperature dvigne čez 420 ppm in se kasneje zniža zaradi omejevanja dviga temperature. Politika, ki omejuje dvig koncentracije CO₂ nad 420 ppm, pa zahteva zelo visoke stroške omejevanja izpustov, brez temu ustreznih koristi.⁴⁸ Naslednje trditve so najbolj plastično prikazane v Tabeli 6.

⁴⁸ Izračunano na podlagi modela DICE2007.

Tabela 6: Gibanje spremenljivk glede na politiko blaženja podnebnih sprememb

Politika in spremenljivka	Leto					
	2005	2015	2025	2050	2100	2200
Omejitev na 420 ppm						
Koncentracija CO ₂	379,80	405,20	415,10	420,20	420,20	420,20
Dvig temperature (°C)	0,73	0,94	1,10	1,36	1,61	1,78
Omejitev dviga za 1,5						
Koncentracija CO ₂	379,80	405,20	418,20	434,40	400,40	388,20
Dvig temperature (°C)	0,73	0,94	1,12	1,43	1,50	1,50

Vir: Prirejeno po W. D. Nordhaus, A Question of Balance - Weighing the Options on Global Warming Policies, 2008., stran 103 in 106.

Na podlagi navedenega lahko sklepamo, da bi z odločitvijo politike za uporabo napačnega scenarija povzročili negativne posledice z omejevanjem sedanje potrošnje in gospodarske rasti, kar bi vodilo v nižje blagostanje sedanjih in prihodnjih rodov.

4 INSTRUMENTI ZMANJŠEVANJA EMISIJ TGP

4.1 Značilnosti okoljskih instrumentov

Začetne ekonomske analize politike podnebnih sprememb so bile usmerjene primarno na davek na ogljik, ker je ta enostaven za oblikovanje in uvedbo. Primer takšnega davka je davek na fosilna goriva (nafta, premog in zemeljski plin), ki se obračunava glede na vsebnost ogljika v gorivu. Ker izgorevanje fosilnih goriv ali njegovih rafiniranih izdelkov vodi do izpustov CO₂ glede na delež ogljika, je davek na ogljik tudi učinkovit davek na izpuste CO₂. Če v preprosti analizi izenačimo davek na ogljik z mejno podnebno škodo zaradi izgorevanja ogljika, bi bila učinkovitost davka najvišja. Kljub temu pa v kompleksnih analizah z upoštevanjem negotovosti, tržnih nepravilnosti in distribucijskih vplivov ugotovimo, da prednost davka na ogljik pred drugimi instrumenti ni več tako bistvena.

Oblikovalci politike lahko uporabijo več instrumentov za pospeševanje zmanjševanja emisij TGP. Možni instrumenti so emisijski davki, subvencije za zmanjšanje emisij, emisijske kvote, tržna emisijska dovoljenja in različni standardi. Oblikovalci politike lahko izbirajo med neposrednimi in posrednimi instrumenti. Neposredni instrumenti se oblikujejo prek programa za trgovanje z emisijami, pri posrednih pa se politika oblikuje na z onesnaževanjem povezanim blagom ali storitvijo (davek na gorivo ali tehnološka subvencija).

Glavni kriteriji za ocenjevanje instrumentov reševanja podnebnih sprememb so:

- okoljska učinkovitost (potrebno je doseganje pomembnega zmanjšanja emisij TGP in zaviranja podnebnih sprememb);

- stroškovna učinkovitost (stroški doseganja okoljskih in distribucijskih ciljev morajo biti čim nižji);
- distribucijski cilji (pomembna je poštenost, predvsem v zvezi s politično praktičnostjo);
- administrativna prilagodljivost (nekatero politike so administrativno okorne in lahko povzročajo zmanjšanje prilagodljivosti instrumentov).

V Tabeli 7 so na podlagi zgoraj navedenih kriterijev ocenjeni posamezni instrumenti.

Tabela 7: *Okoljski instrumenti po kriterijih*

KRITERIJI				
INSTRUMENTI	Okoljska učinkovitost	Stroškovna učinkovitost	Doseganje distribucijskih predpostavk	Izvedljivost v praksi
Regulative in standardi	Emisijske ravni so določene neposredno. Odvisne so od možnosti odložitve in skladnosti.	Odvisne so od modela; enoznačna uporaba navadno vodi v višje stroške doseganja.	Odvisne so od ravni. Novi in manjši udeleženci so lahko v slabšem položaju.	Odvisne so od tehnične sposobnosti. Priljubljeni so pri regulatorjih v državah s slabo razvitimi trgi.
Davki in takse	Odvisni so od sposobnosti določitve stopnje davka, ki bo dosegel vedenjsko spremembo.	Boljše s široko uporabo. Višji administrativni stroški, pri katerih so institucije šibke.	Regresivno, lahko se izboljša z recikliranjem prihodka.	Pogosto politično nepriljavni. Težko jih je uveljavljati v primeru slabše razvitih institucij.
Tržna dovoljenja	Odvisna so od emisijske kapice, sodelovanja in skladnosti.	Zmanjšujejo se z omejeno udeležbo in manjšim deležem sektorjev.	Odvisna od začetne alokacije dovoljenj. Lahko povzročijo težave manjšim emitorjem.	Zahtevajo dobro razvite trge in komplementarne institucije.
Prostovoljni sporazumi	Odvisni so od programskega modela, ki vključuje jasne cilje, osnovni scenarij, vključevanje tretjih za modeliranje, poročanje in nadzorovanje določb.	Odvisni so od fleksibilnosti in širine vladnih spodbud, nagrad in kazni.	Koristi so namenjene samo udeležencem.	Politično popularni. Zahtevajo pomembno število administrativnih delavcev.
Subvencije in druge olajšave	Odvisne so od programskega modela. Manj gotove od regulative ali standardov.	Odvisne od ravni in programskega modela. Lahko povzročajo tržne nepravilnosti.	Koristi so za izbrane udeležence, med katerimi so lahko takšni, ki subvencij ne potrebujejo.	Popularne so za prejemnike. Možne pripombe s strani neprejemnikov. Opuščanje je težko.
Raziskave in razvoj	Odvisne so od doslednosti spodbujanja. Ko je tehnologija razvita, so dolgoročne koristi.	Odvisne so od programskega modela in stopnje tveganja.	Koristi so namenjene samo začetnim udeležencem. Lahko se sredstva porabijo nepravilno.	Zahtevajo večje število odločitev. Odvisne so od raziskovalne sposobnosti in dolgoročnosti spodbujanja.

»se nadaljuje«

»nadaljevanje«

KRITERIJI

INSTRUMENTI	Okoljska učinkovitost	Stroškovna učinkovitost	Doseganje distribucijskih predpostavk	Izvedljivost v praksi
Informacijska politika	Odvisna je od tega, kako potrošniki uporabljajo informacije. Najučinkovitejša v kombinaciji z drugimi instrumenti.	Potencialno majhni stroški, vendar je odvisna od programskega modela.	Lahko je manj učinkovita za skupine z nižjimi dohodki, ki nimajo dostopa do informacij.	Odvisna je od sodelovanja med posebnimi interesnimi skupinami.

Vir: Prirejeno po IPCC AR3, 2001.

4.2 Izbira najustreznejšega instrumenta

V nadaljevanju so prikazane razlike in glavne prednosti oziroma pomanjkljivosti posameznih instrumentov omejevanja izpustov TGP z namenom izbire najprimernejša instrumenta. Lastnosti posameznega instrumenta niso opisane, saj to presega namen magistrskega dela.

Davki v primerjavi s kvotami

Davki in kvote imajo različen vpliv na zmanjševanje negotovosti v prihodnosti. Teoretična in empirična dela Kolstada (1996, str. 2) ter Newella in Pizera (2003, str. 417) predlagajo, da je krivulja mejne koristnosti (izognjena škoda) za zmanjšanje emisij relativno položna. Weitzmanova (1974) razvojna analiza je tudi pokazala, da so glede na navedene predpostavke pričakovane izgube blaginje manjše pri instrumentu, ki je vezan na cene, kot pa pri kvantitativnem instrumentu, kot so emisijske kvote ali sistemi tržnih emisijskih dovoljenj. Bolj zaželeno je pustiti količine emisij negotove (davki) kot negotovo mejno ceno emisij (kvote). Kljub tem blaginjskim argumentom in zadnjim hibridnim pristopom veliko okoljevarstvenih zagovornikov daje prednost sistemu količinskih omejitev, ker odpravlja pomembnejšo negotovost glede emisije izpustov TGP (Pizer, 2002, str. 428).

Fiskalni učinki in izbira najustreznejšega instrumenta

Drugi pomemben vpliv za izbiro najustreznejšega instrumenta je glede na obstoječi sistem obdavčenja fiskalni, saj se od obdavčenja izpustov ogljika oziroma avkcioniranja tržnih dovoljenj za izpuste generirajo javnofinančni prihodki. Številne študije so dokazale, da uporaba takšnih prihodkov za zmanjševanje obstoječe davčne obremenitve (davek na dobiček, dohodnina itd.) učinkoviteje doseže želene cilje na področju zniževanja emisij (Goulder et al., 1999, str. 19). Zaradi tega bi se onesnaževalci preusmerili v zeleno tehnologijo z manjšimi davki. Prav tako so s tega stališča subvencije v nasprotju z davki in dovoljenji stroškovno neugodne, saj trošijo sredstva.

Distribucijski pomen

Kljub temu da davki na ogljik in avkcije tržnih emisijskih dovoljenj ustvarjajo pomembne javnofinančne prihodke, politika raje uporablja prosto razdeljiva dovoljenja. Velika Britanija in Nova Zelandija denimo uvajata davek na ogljik (razen za težko industrijo), EU in Kanada sta uvedli trgovske programe, s katerimi se tržna dovoljenja prosto razporejajo, v ZDA pa obstajajo vsi konvencionalni okoljski trgovski programi.

So pa med sistemom prosto dodeljenih dovoljenj in sistemom avkcioniranih dovoljenj (ali davka na ogljik) politične razlike glede na distribucijo bremena zmanjševanja emisij. V obeh primerih bodo privatna podjetja povečala ceno izdelkov oziroma storitev zaradi novega stroška, povezanega z emisijami ogljika. Če so dovoljenja dana brezplačno, bodo podjetja zadržala rento iz naslova večjih cen izdelkov oziroma storitev, kar nadomesti ostale stroške za skladnost. Nasprotno pa, če so dovoljenja avkcionirana, podjetja ne dobijo te rente. Tako podjetja v primeru prosto dodeljenih dovoljenj nosijo pomembno manjši delež stroškov zmanjševanja emisij. Kljub temu Bovenberg in Goulder (2000, str. 4) prikazujeta, da bi prosta dodelitev vseh dovoljenj za emisije ogljika dobaviteljem fosilnih goriv v ZDA povzročila, da bi ta podjetja imela višje dobičke kot v odsotnosti sistema. Tako bi prosta razdelitev dovoljenj v višini do 20 % ohranila dobičke podjetij na enaki ravni. Ta premislek nas opozarja na verjetne škarje med učinkovitostjo in politično izvedljivostjo. Politika pobiranja fiskalnih prihodkov (davki in avkcije) je najbolj stroškovno učinkovita, politika, ki ne pobira fiskalnih prihodkov (prosto dodeljena dovoljenja), pa ima distribucijske posledice, ki lahko zmanjšujejo politično odpornost sistema (Goulder et al., 2006, str. 9).

Emisijski instrumenti v primerjavi s tehnološkimi instrumenti

Glede na dolgoročno naravo problema podnebnih sprememb so tehnološke spremembe glavno vprašanje političnega obravnavanja. Ekonomske analize tako predlagajo, da sta neposredna emisijska politika in spodbujevalna tehnološka politika enakopravni pri reševanju problema tržnih nepravilnosti. Neposredna emisijska politika ima podporo, saj emisije pri izogrevanju fosilnih goriv in ostale emisije TGP ustvarjajo negativne eksternalije v obliki škode, ki jo povzročajo podnebne spremembe. Spodbujevalna tehnološka politika (tehnološke in R&R spodbude) pa ima podporo zaradi dejstva, da si inovatorji ne prisvojijo vseh družbenih koristi iz naslova inovativnih novih tehnologij. Zadnja navedba se nanaša na raziskave in razvoj nasploh in je zlasti pomembna, če prva tržna nepravilnost ni v celoti odpravljena (Fischer, 2004, str. 32). Kvantitativne ocene razkrivajo bistvene stroškovne prihranke pri kombiniranju obeh instrumentov hkrati (Fischer et al., 2004, str. 44).

Politični model za dviganje fleksibilnosti

Iz prejšnjih poglavij je razvidno, da noben posamezen instrument ne pokriva vseh aspektov reševanja podnebnih sprememb. Slednji so negotovost, fiskalna povezanost, distribucija in razvoj tehnologije. Naslednje vprašanje je, kako vzpostaviti takšen sistem, ki bo omogočal

podjetjem in državam fleksibilnost pri izbiri ustreznega in najcenejšega instrumenta za blaženje emisij. Za količinske in cenovne politike je pomembna fleksibilnost z zajemanjem čim več emisijskih virov in z zagotavljanjem priložnosti za regulirane vire emisij, da s kompenzacijo ustreznih zunanjih aktivnosti zmanjšajo svoje obveznosti. Za količinsko osnovane programe je lahko fleksibilnost zagotovljena tudi z ukrepi, ki omogočajo trženje dovoljenj med posameznimi TGP, v različnih časovnih obdobjih in prek državnih meja. Takšna fleksibilnost je samodejno zagotovljena s cenovno osnovanimi programi, ker ti ne upoštevajo količinskih emisijskih omejitev. Ker pa količinsko osnovani programi zagotavljajo tudi te fleksibilnosti, zmanjšujejo argumente za cenovno osnovane programe.

5 MEDNARODNI SPORAZUMI

V nadaljevanju so prikazani glavni sporazumi na področju zmanjševanja TGP. Glavni sporazum je Kjotski protokol, ki je bil sprejet leta 1992. Zelo uspešen primer sporazuma pa je tudi Montrealski protokol, ki omejuje izpuste, ki škodujejo ozonskemu plašču. Pred nedavnim pa je bila v Kopenhavnu podnebna konferenca, ki pa ni prinesla nobenega večjega napredka na področju omejevanja podnebnih sprememb.

5.1 Kjotski protokol

5.1.1 Opis Kjotskega protokola

Kjotski protokol je bil sprejet leta 1997 na osnovi Okvirne konvencije Združenih narodov o spremembi podnebja iz leta 1992. Slednja je prvi mednarodno zavezujoč dokument, ki na mednarodni ravni obravnava vprašanje odziva na spreminjanje podnebja. Cilj te konvencije je doseči ustalitev koncentracij TGP v ozračju na takšni ravni, ki bo preprečila nevarno antropogeno poseganje v podnebni sistem. Kjotski protokol pa je mednarodni sporazum, s katerim naj bi zmanjšali emisije CO₂ in drugih petih TGP.⁴⁹ Do začetka leta 2009 ga je podpisalo 183 držav. Veljati pa je začel šele 16. februarja 2005 z ratifikacijo Ruske federacije. To pomeni, da je 37 razvitih držav in EU-15 (15 držav članic v času podpisa protokola) zavezanih k doseganju ciljev Kjotskega protokola. Samo ZDA kot velika država, ki je podpisala pogodbo, je potem ni ratificirala.

V prvem ciljnem obdobju 2008–2012 naj bi države, ki so protokol ratificirale, skušale zmanjšati emisije za najmanj 5 % v primerjavi z letom 1990. Če ta cilj primerjamo s količino emisij, ki bi jih pričakovali za leto 2010 brez uresničevanja ciljev protokola, pomeni to pravzaprav 29 % znižanje (Podnebne spremembe, 2005).

⁴⁹ Didušikov oksid, metan, fluorirani ogljikovodiki (HFCs), perfluorirani ogljikovodiki (PFCs) in žveplov heksafluorid (SF₆).

Možna je tudi uporaba ekonomskih instrumentov – t. i. kjotski mehanizmi, ki naj bi državam Aneksa I omogočali fleksibilnost pri doseganju zastavljenih ciljev. Med kjotske mehanizme sodijo:

- mednarodno trgovanje z emisijami – International Emissions Trading (IET);
- mehanizem čistega razvoja – Clean Development Mechanism (CDM);
- skupni projekti implementacije – Joint Implementation (JI).

Že po opredelitvi v Kjotskem protokolu naj bi bili ti mehanizmi le podpora in dodatek k ukrepom, ki zagotavljajo zmanjševanje TGP v vsaki državi podpisnici. Mednarodna skupnost tudi pričakuje, da naj bi posamezne države z nakupovanjem emisijskih kuponov izpolnile le manjši del svojih obveznosti iz naslova zmanjšanja emisij. Izvajanje protokola bo zahtevalo še sprejem nekaterih novih predpisov, ki bodo omejili emisije CO₂ in drugih TGP. Ti predpisi se bodo nanašali na izolacije zgradb, ravnanje z odpadki, normiranje porabe goriva za motorna vozila itd.

Bistvo mehanizma mednarodnega trgovanja z emisijami (IET) je spodbujanje trgovanja z emisijami. Vlade naj bi v svoji državi izdale le toliko dovoljenj, da bo njihova skupna količina emisij enaka ciljni količini emisij. Lastniki dovoljenj lahko dovoljenje obdržijo in proizvajajo emisije, druga možnost pa je, da zmanjšajo svojo količino emisij in prodajo dovoljenje. Dejstvo, da ima dovoljenje tržno vrednost, naj bi spodbudilo lastnike k prodaji dovoljenj in tako vodilo k zmanjševanju emisij TGP.

Skupni projekti implementacije (JI) spodbujajo države investitorke pri vlaganju denarja v države gostiteljice, v katerih naj bi se kot posledica investicij zmanjšale emisije TGP. Države investitorke naj bi v zameno za vloženi denar od držav gostiteljic prejele emisijske kredite za določeno količino TGP. Do te količine bi nato lahko povešale svojo domačo količino TGP. Zagovorniki JI poudarjajo, da bi razvite države s takšnim načinom mednarodnega sodelovanja lahko dosegle zmanjšanje svojih emisij z znatno nižjimi stroški, hkrati pa bi ti projekti spodbudili tuje investicije v države v razvoju.

Razlika med JI in mehanizmom čistega razvoja (CDM) je, da se je CDM začel uporabljati že leta 2000, JI pa bodo prišli v uporabo šele po letu 2008. CDM je namenjen investiranju razvitih držav v države v razvoju in v nerazvite države, ki niso podpisnice Aneksa I k UNFCCC. JI pa predvidevajo investiranje razvitih držav v države v razvoju, ki so podpisale Aneks I. Države, ki niso podpisale Aneksa I, so s tem zavrnile sprejem kakršnih koli obveznosti glede zmanjševanja emisij TGP, dokler države podpisnice Aneksa I same ne dosežejo znatnih zmanjšanj emisij TGP v svojih državah. Namen mehanizma CDM je torej pomagati državam, ki niso podpisale Aneksa I, da te dosežejo trajnostni razvoj, hkrati pa omogočiti državam podpisnicam Aneksa I, da te dosežejo zastavljene cilje glede zmanjševanja izpustov TGP.

5.1.2 Pomanjkljivosti Kjotskega protokola

Empirični podatki gibanja emisij po podpisu Kjotskega sporazuma kažejo, da ima ta precej manjši učinek, kot je bilo predvideno ob podpisu. Poleg odpora do podpisa s strani ZDA ima Kjotski sporazum še veliko pomanjkljivosti, ki preprečujejo, da bi se emisije TGP zmanjšale, kot je bilo prvotno predvideno. Kjotski protokol sproža predvsem veliko polemik zaradi zelo visokih stroškov, ki jih izvajanje protokola prinaša. Po ocenah bodo stroški uresničevanja Kjotskega protokola do konca prve faze (do leta 2012) znašali med 500 in 1.000 milijardami ameriških dolarjev.

Ena izmed večjih pomanjkljivosti pri uresničevanju Kjotskega sporazuma je, da so države prisiljene zmanjšati svoje emisije TGP pod raven iz leta 1990 ne glede na stroške in koristi tega početja. Študije različnih avtorjev v splošnem dokazujejo, da ta ukrep ni opravičljiv niti učinkovit. Kjotski protokol zgolj upočasnjuje stopnjo segrevanja ozračja, segrevanja pa ne preprečuje. Posledično predstavljajo koristi protokola le delež ocenjene škode, ki bi jo povzročilo nekontrolirano segrevanje. Pozitivni učinki Kjotskega protokola se bodo pokazali šele čez nekaj desetletij, stroški pa nastajajo že danes. Zaradi navedenega za večino razvitih držav Kjotski protokol prinaša malo koristi in ogromno škode. Nordhaus (2008, str. 89) ugotavlja, da Kjotski protokol nima nobene povezave z ekonomsko orientirano strategijo, s katero bi dosegli ravnotežje med stroški in koristmi. Izračunal je, da neto sedanja vrednost koristi znaša 100 milijard ameriških dolarjev ob predpostavki, da ZDA ne ratificirajo sporazuma.

Glavni instrument Kjotskega sporazuma so emisijska dovoljenja, s katerimi se lahko trguje na mednarodnem trgu. Glede na dejstvo, da na področju globalnega segrevanja ni jasnega stališča o dejanski vrednosti mejnih stroškov zmanjševanja emisij, ustvarja neučinkovitost sistema. Sistem trgovanja z emisijskimi dovoljenji ima tudi politično komponento, saj s tem prihaja do večjih prerazporeditev dohodka iz držav v druge države. Trgovanje in alokacija dohodka sta nerešljivo povezana pojma. Če je trgovanje pomembno za učinkovitost, je zelo velika verjetnost, da bo to trgovanje prineslo tudi alokacijo dohodka. Kot primer lahko vzamemo naslednji izračun. V letu 1990 so ZDA proizvedle približno 1.340 milijonov ton ogljika v obliki emisij CO₂. Glede na to, da bo količina emisij v ZDA najverjetneje naraščala, predpostavimo, da bodo morale ZDA do leta 2010 uvoziti emisijska dovoljenja za približno 20 % emisij iz leta 1990 oziroma za približno 268 milijonov ton ogljika. Čeprav je cena za emisijsko dovoljenje še vedno neznanka, je ocenjena vrednost med 100 in 200 USD/tono. Po tej ceni bi morale ZDA za nakup emisijskih dovoljenj iz tujine zapraviti od 27 do 54 milijard ameriških dolarjev vsako leto. To močno presega znesek 8 milijard ameriških dolarjev, ki so jih ZDA v letu 2000 namenile za mednarodni razvoj in humanitarno pomoč (McKibbin et al, 2002, str. 126). Prav zaradi tega ZDA niso pristopile k sporazumu.

Problem Kjotskega sporazuma je tudi ogromen pritisk na svetovni sistem trgovanja. Trgovinska bilanca za državo, ki bi morala uvažati emisijska dovoljenja, bi se drastično

spremenila, kar potencialno vodi do povečanega nihanja menjalnih tečajev. Države v razvoju, ki bi bile izvoznice emisijskih dovoljenj, bi bile deležne apreciacije menjalnih tečajev, kar lahko povzroči, da bo izvoz drugih artiklov in panog upadel. Države v razvoju dodatnega dohodka od mehanizma za čisti razvoj ne bi smele uporabiti po lastni presoji, temveč bi ga morale investirati v ekološko posodobitev tehnologije. Takšna strategija pa je zanje dolgoročno tudi precej nepriljubljena (Boyle, 2006, str. 1).

Nobena posamezna država nima interesa, da bi strogo nadzirala upoštevanje določil Kjotskega protokola, saj je njegovo izvajanje zelo drago. Kaznovanje domačih proizvajalcev, ki ne upoštevajo protokola, prinaša koristi zlasti tujim državam, domačim proizvajalcem in potrošnikom pa predvsem stroške. Zato imajo države močno tendenco, da spregledajo neupoštevanje protokola s strani gospodarstva. Da bi bil protokol verodostojen, bi morale biti vse države prepričane, da ga vsi upoštevajo. Kjotski protokol bi bil uspešen le, če bi deloval strog mednarodni nadzorni organ, ki bi strogo sankcioniral neupoštevanje določil protokola (McKibbin et al., 2002).

Ironično je, da se, tudi če bi države v tem trenutku začele upoštevati Kjotski protokol, količina emisij ne bi zmanjšala še nekaj časa. Emisije Velike Britanije, Nemčije in zlasti Rusije so že pod ravnijo iz leta 1990. Razlogi so različni, vendar nobeden izmed njih ni povezan s politiko zmanjševanja emisij. Emisije v Veliki Britaniji so se zmanjšale kot rezultat sprememb v premogovni industriji, ki so se začele pod vlado Thatcherjeve. V Nemčiji so se emisije zmanjšale kot rezultat združitve in odstranitve velikega števila neučinkovitih onesnaževalcev iz nekdanje Vzhodne Nemčije. Ruske emisije so se zmanjšale zaradi kolapsa v letu 1990. Če ZDA ne bodo podpisale Kjotskega protokola (kar je zelo verjetno), bodo emisije preostalih držav približno 400 milijonov ton pod ciljno vrednostjo. To pomeni, da je zelo malo verjetno, da se bodo emisije znatno zmanjšale v obdobju 2008–2012, na katerega se nanašajo ciljne vrednosti emisij. Poleg tega limiti za drugo obdobje po letu 2012 še niso določeni (McKibbin et al., 2002, str. 126).

5.2 Montrealski protokol

Pod okriljem OZN so vlade z vsega sveta leta 1985 sprejele konvencijo o zaščiti ozonske plasti, dve leti pozneje pa Montrealski protokol o snoveh, ki škodljivo vplivajo na ozonski plašč, ki zavezuje države podpisnice k zmanjševanju ter preprečevanju izpustov in proizvodnje ozonu škodljivih snovi. Izvajanje protokola je bilo zelo uspešno, saj se je svetovna poraba ozonu škodljivih snovi od leta 1986 zmanjšala kar za 80 %.

Sporazum je bil podpisan 16. septembra 1987 in začel veljati 1. oktobra 1989 s prvim srečanjem v Helsinkih maja 1989. Od takrat je sporazum prešel sedem revizij, in sicer leta 1990 (London), 1991 (Nairobi), 1992 (København), 1993 (Bangkok), 1995 (Dunaj), 1997 (Montreal) in 1999 (Peking). Pričakuje se, da če bo sporazum v celoti izpolnjen, bo ozonski plašč okreval do leta 2050. Glede na širok mednarodni sprejem in uvedbo predstavlja ta sporazum izjemno uspešno mednarodno sodelovanje. To dokazujejo tudi besede Kofija

Anana,⁵⁰ da »je verjetno edini uspešen mednarodni sporazum do zdaj Montrealski protokol«. Do januarja 2009 je protokol ratificiralo 194 od 196 držav članic OZN razen države San Marino in Timor-Leste. Manj držav pa je ratificiralo kasnejše dopolnitve. Samo 150 držav pa je ratificiralo amandma, sprejet v Pekingu.

Sporazum je strukturiran po skupinah halogeniranih hidrokarbonatov, ki škodujejo ozonu. Te substance vsebujejo klor oziroma brom. Za vsako skupino ima sporazum časovni rok, ki predvideva, do kdaj morajo biti te substance opuščene oziroma celo odstranjene.

Od začetka veljavnosti Montrealskega protokola so se atmosferske koncentracije najpomembnejših klorofluorogljikovodikov (CFC) in sorodnih klorovih hidrokarbonatov izravnale oziroma so celo padle. Koncentracije plina halona se še vedno povečujejo, ker je trenutno plin shranjen v gasilnih aparatih. Vendar se njegova rast zmanjšuje in pričakovati je, da bo do leta 2020 začela njegova koncentracija celo padati. Vendar se je koncentracija delno halogeniranih klorofluorogljikovodikov (HCFC) drastično povečala, predvsem zaradi zamenjave CFC s HCFC (npr. uporabljeni v zamrzovalnih aparatih). Obstajajo pa tudi poskusi tihotapljenja CFC iz nerazvitih držav v razvite. Zadnje raziskave so pokazale, da Montrealski sporazum deluje, saj se zmanjšuje celotna koncentracija ozonu škodljivih plinov v ozračju in se že kažejo znaki okrevanja ozonskega plašča.

Na žalost pa so ugotovili, da HCFC in halogenirani fluoroogljikovodiki (HCF) prispevajo k antropogenemu globalnemu segrevanju. Glede na posamezno molekulo so HCFC 10.000-krat močnejši TGP, kot je CO₂. Glede na navedeno Montrealski protokol trenutno zahteva, da se tudi koncentracija HCFC izravna do leta 2030, ne predvideva pa zmanjšanja koncentracije HFC. Ker CFC enako vplivajo na TGP kot HFC, substitucija HFC s CFC stopnje antropogenega globalnega segrevanja ne povečuje bistveno, vendar bo dolgotrajna uporaba verjetno vplivala na podnebne spremembe.

5.3 Kopenhavnski dogovor

Kopenhavnski dogovor je bil glavni izid Konference ZN o podnebnih spremembah, ki je potekala v Kopenhavnu od 7. do 19. decembra 2009. Dogovor nima pravne veljave, kljub temu pa je večina držav izrazila odločenost, da bodo nadaljevale pogajanja na njegovi osnovi. Dogovor na dveh in pol straneh so vodje 28 razvitih držav in držav v razvoju ter Evropska komisija dosegli s pogajanja na zadnji dan konference. Te države prispevajo prek 80 % k svetovnim emisijam TGP.

Konferenca je potekala tudi v znamenju afere »Climategate«, ki je razkrila, da obstajajo možnosti, da bi bili podatki o globalnem segrevanju prikrojeni in da so podatki o taljenju ledenikov v Himalaji napačni. Sprožitelji afere »Climategate« so bili hekerji, ki so vdrli v

⁵⁰ Najdeno 03. 06. 2009 na spletnem naslovu <http://www.theozonhole.com/montreal.htm>.

strežnik oddelka Climatic Research Unit (CRU) z univerze University of East Anglia in so njihova e-sporočila ter baze podatkov razkrili javnosti dne 19. novembra 2009. Iz slednjega naj bi bilo razvidno, da so znanstveniki prikrojevali podatke tako, da so prikrivali hlajenje Zemlje v zadnjih letih. Pri taljenju ledenikov na Himalaji pa so v poročilu IPCC AR4 navedli, da se bodo ledeniki na Himalaji stalili do leta 2035 (Cruz, 2007, str. 493). Kasneje so v IPCC dne 19. januarja 2010 javno priznali, da je ta navedba napačna.

Københavnski dogovor določa, da je treba globalno segrevanje ozračja omejiti pod 2 °C glede na predindustrijsko obdobje. Države pa so bile pozvane, da naj do 31. januarja 2010 naznanijo svoje zaveze za omejitev izpustov do leta 2020. Sprejetih pa ni bilo nobenih konkretnih številki niti glede srednjeročnih niti dolgoročnih ciljev, tj. do leta 2050, in sicer zaradi nestrinjanja Kitajske in Indije. Do 3. marca 2010 je dogovor potrdilo 119 držav, vključujoč 27 držav EU, kar predstavlja 83,30 % globalnih emisij TGP, pet držav pa je izjavilo, da dogovora ne bodo upoštevale. Slednje predstavljajo samo 0,58 % globalnih emisij TGP (Najdeno 03. 04. 2010 na spletnem naslovu <http://www.usclimatenetwork.org/policy/copenhagen-agreement-commitments>).

Tudi glede finančne pomoči državam v razvoju v podnebnem boju v dogovoru ni bilo nič novega. Razvite države se zavezujejo, da bodo prispevale 10 milijard dolarjev v obdobju 2010–2012, in naznanjajo cilj, da bodo zbrale 100 milijard dolarjev letno do leta 2020 iz različnih virov – javnih in zasebnih, dvostranskih in večstranskih, vključno z alternativnimi viri financiranja.

SKLEP

Namen magistrskega dela je bil dokaz hipoteze, da bodo zaradi povečevanja koncentracije CO₂ in drugih TGP v ozračju in posledično zaradi povišanja zemeljske temperature podnebne spremembe ob nespremenjeni podnebni politiki povzročale pomembno škodo svetovnemu BDP. To mi je uspelo dokazati na podlagi obstoječe literature, različnih študij, kot je poročilo IPCC AR4, analize modela DICE2007 in splošno priznanih teorij različnih avtorjev.

Vpliv povečanja koncentracije TGP na svetovni BDP je pomemben, kar je dokazano tudi z vse večjimi škodami in njihovo pogostostjo glede na preteklost. Določitev natančnega vpliva je danes še zelo otežena, predvsem zaradi nejasnosti oz. nedoločenosti najpomembnejših dejavnikov vpliva na podnebne spremembe in zaradi podnebnih katastrof, ki imajo zelo nizko verjetnost nastanka, škodljive posledice pa so zelo visoke. Tudi če bi vpliv katastrofalnih dogodkov izvzeli, bi bil vpliv na BDP še vedno pomemben, saj bi po modelu DICE2007 dvig temperature za 2,5 °C nad predindustrijsko dobo povzročil škodo v višini 0,48 % BDP. Vsekakor pa ne smemo zanemariti tudi vpliva katastrof na BDP.

Težava v določanju obsega vpliva na BDP v ekonomiji podnebnih sprememb je, da predvidevanja večinoma temeljijo na negotovih predpostavkah. Podnebje je zelo

kompleksen sistem, z nešteto dejavniki in povračilnimi ukrepi. Znanstveniki pa si niso enotni niti glede dejavnikov, ki vplivajo na višanje površinske temperature. Tako lahko trenutne odločitve glede blaženja podnebnih sprememb vodijo v napačne odločitve, tako da lahko bodisi preveč bodisi premalo obremenjujejo sedanjo potrošnjo za namen boljšega blagostanja prihodnjih rodov. V prihodnosti bo tako treba politiko blaženja podnebnih sprememb prilagajati takratnemu stanju.

Pomembna dilema je tudi na področju določanja diskontne stopnje za diskontiranje stroškov in koristi podnebnih sprememb. Znanstveniki si glede njene višine niso enotni. Diskontna stopnja pa drastično vpliva na sedanjo vrednost bodočih stroškov, kar je prikazano v poglavju o diskontni stopnji.

Ekonomisti so v svojih teorijah preveč optimistični glede učinkovitosti davčnih sistemov in poštenosti vlad, saj obstaja velika možnost, da bi vlade uporabljale davke na izpuste za dosego drugih ciljev in za namene, ki ne blažijo podnebnih sprememb. To velja predvsem za razvite države, ki bi z uvedbo novega davka omejevale uvoz iz držav v razvoju, ki postajajo največje onesnaževalke. Poleg teoretičnih težav ne smemo zanemariti možnosti, da se bodo politiki verjetno naslanjali na politično motivirane razprave, kot je v nekem smislu Sternovo poročilo, in ne na čiste znanstvene podlage za izvršitev programov blaženja podnebnih sprememb.

Modeli podnebnih sprememb morajo biti skozi čas fleksibilni ter morajo omogočati spreminjanje politike blaženja podnebnih sprememb glede na prihodnje razmere in tehnologijo. Obstaja verjetnost, da bo v bližnji prihodnosti tehnologija tako napredovala, da bodo izpusti vse manjši, na drugi strani pa so omejene tudi zaloge fosilnih goriv, ki so med glavnimi povzročitelji emisij.

Uporaba davka na izpuste TGP je zelo učinkovit način zmanjševanja izpustov, saj so tako posamezniki prisiljeni, da zmanjšujejo emisije TGP. To jih tudi sili k razvijanju novih tehnologij in varčevanju. Znanstveniki bi morali pri izračunu davka upoštevati omejen vpliv katastrof, tako da bi z ohlapnejšim davkom omogočali visoko gospodarsko rast v smeri dolgoročne nizkoemisijske proizvodnje. To bi dosegli predvsem z regulativami in standardi. Če bo človeštvo bogatejše, pa se bo tudi lažje prilagodilo novim podnebnim razmeram.

Kot primer dobre prakse na tem področju v obliki mednarodnih sporazumov lahko vzamemo Montrealski protokol, katerega cilji so skoraj v celoti izpolnjeni. Na drugi strani pa Kjotski protokol ni ravno uspešen pri zmanjševanju emisij, povzročča pa tudi prerazdeljevanje dohodka iz držav onesnaževalk v države, ki manj onesnažujejo, in sicer na podlagi mednarodnega trgovanja dovoljenj za izpuste.

Menim, da bodo podnebne spremembe onemogočale višjo rast svetovnega BDP, kot bi bila sicer v okolju brez povzročanja škod s strani podnebnih sprememb. V naravi človeštva je,

da vse bolj izrablja naravne vire in prostor ter s tem ustvarja pogoje za nastanek podnebnih škod. Takšni primeri so povečevanje prebivalstva na poplavnih področjih, izsekavanje gozdov, spreminjanje prostora itd.

V pomoč blaženju podnebnih sprememb je tudi behavioristična teorija, ki obravnava neracionalno vedenje posameznikov. Na podlagi njihovih dognanj bi tako lahko prišli do načina, kako spremeniti vedenje posameznikov za doseg skupnega cilja zmanjšanja emisij TGP.

Verjetno bodo še nekaj časa obstajale samo nepopolne informacije, na osnovi katerih se bodo sprejemale politične odločitve. Slednje pa bodo vplivale na ves svet še stoletja naprej. V primeru, da bi politika sprejela stališče, da bodo posledice podnebnih sprememb v prihodnosti povzročile velike škode, bi morala prepričati ljudi, da se danes žrtvujejo za bodoče generacije, čeprav trdni dokazi za to ne obstajajo. Nasprotno pa lahko zanemarjanje vpliva podnebnih sprememb vodi v pomembno znižanje prihodnjega blagostanja tako današnjih kot tudi prihodnjih rodov.

Danes je namreč nemogoče določiti denimo, kakšni hurikani bodo naslednje leto. Zato je področje predvidevanja in računanja pričakovanih groženj oteženo. Edini možen odgovor na takšno kaotično situacijo je učinkovita preventivna politika, ki stremi k temu, da nas s čim nižjimi stroški varuje pred najslabšimi možnimi situacijami, ki se lahko zgodijo.

LITERATURA IN VIRI

1. Ackerman, F. (1999). *Still Dead After All These Years: Interpreting the Failure of General Equilibrium Theory*. Medford: Tufts University.
2. Ackerman, F. (2007). *Economics for a Warming World*. Medford: Tufts University.
3. Ackerman, F. (2009). *The Stern Review vs. its Critics: Which Side is Less Wrong?* Medford: Tufts University.
4. *Aerosol effects and climate, Part II: the role of nucleation and cosmic rays* (2009), Najdeno 04. aprila 2010 na spletnem naslovu <http://www.realclimate.org/index.php/archives/2009/04/aerosol-effects-and-climate-part-ii-the-role-of-nucleation-and-cosmic-rays/>
5. *Arctic sea ice extent remains low; 2009 sees third-lowest mark* (2010). Najdeno 21. decembra 2009 na spletnem naslovu http://nsidc.org/news/press/20091005_minimumpr.html).
6. Arrow, K. J. (2007). Global Climate Change: A Challenge to Policy. *The Economists' Voice*, 4 (3), Article 2.
7. Arrow, K., Bolin, B., Costanza, R., Dasgupta, P., Folke, C., Holling, C. S., Jansson, B. O., Levin, S., Mäler, K. G., Perrings, C., & Pimentel, D. (1995). Economic Growth, Carrying Capacity, and the Environment. *Science*, 520–521.
8. Barker, T. (2008). *The Economics of Avoiding Dangerous Climate Change*. Cambridge: University of Cambridge.
9. Bindoff, N. L., Willebrand, J., Artale, V., Cazenave, A., Gregory, J., Gulev, S., Hanawa, K., Le Quéré, C., Levitus, S., Nojiri, Y., Shum, C.K., Talley, L.D., & Unnikrishnan, A. (2007). *Observations: Oceanic Climate Change and Sea Level*. In Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M. Averyt, K. B., Tignor, M. & Miller, H.L. (eds.). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press: Cambridge.
10. Bovenberg, A. L., & Goulder L. H. (2000). *Neutralizing the Adverse Industry Impacts of CO₂ Abatement Policies: What Does it Cost?* Washington: National Bureau of Economic Research.
11. Bovenberg, A., & Goulder L. (2001). *Neutralizing the adverse industry impacts of CO₂ abatement policies: what does it cost?* In Behavioral and Distributional Effects of Environmental Policies. Chicago: University of Chicago Press.
12. Boyd, R., & Richerson, P. (1992). Punishment allows the evolution of cooperation (or anything else) in sizable groups. *Journal of Ethology and Sociobiology*, 171–195.
13. Boyle M. (2006). *Asia-Pacific Partnership sets up task forces at inaugural meeting*. Washington: Platt's International Coal Report.

14. Bruce, J. P., Lee H., & Haites, E. F. (1995). *Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions of Climate Change (IPCC Working Group III)*. Cambridge: Cambridge University Press.
15. Camerer, C., Loewenstein, G., & Prelec, D. (2005). Neuroeconomics: how neuroscience can inform economics. *Journal of Economic Literature*, XLIII, 9–64.
16. Carbon Dioxide Information Analysis Center (podatki za grafe)(2010). Najdeno 15. januarja 2010 na spletnem naslovu <http://cdiac.ornl.gov/>
17. Carter, R. M., Freitas, de C. R., Goklany, I. M., Holland, D., & Lindzen, R. S. (2006). *The Stern Review: A Dual Critique: Part I: The Science*. Najdeno 10. 9. 2009 na spletnem naslovu <http://meteo.lcd.lu/globalwarming/Carter/WE-STERN.pdf>.
18. Chaos Theory (2009). Najdeno 21. decembra 2009 na spletnem naslovu http://en.wikipedia.org/wiki/Chaos_theory.
19. Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 7.0 (2009). Washington, DC: World Resources Institute. Najdeno 21. decembra 2009 na spletnem naslovu <http://cait.wri.org/cait.php>.
20. *Climate Change 2007: Mitigation* (2007), Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge & New York: Cambridge University Press.
21. *Climate Change 2007: Synthesis Report* (2007). Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge & New York: Cambridge University Press.
22. Cline, W. R. (1992). *Optimal Carbon Emissions over Time: Experiments with the Nordhaus DICE Model*. Washington, D.C.: Institute for International Economics.
23. Cojanu, V. (2008). The 'market' metaphor and climate change: an epistemological application in the study of green economics. *International Journal of Green Economics*, 2 (3), 284–294.
24. Cole, S., & McCarthy, L. (2010). *RELEASE: 10-017 NASA Research Finds Last Decade was Warmest on Record, 2009 One of Warmest Years*. Najdeno 04. aprila 2010 na spletnem naslovu http://www.nasa.gov/home/hqnews/2010/jan/HQ_10-017_Warmest_temps.html
25. Cruz, R. V., Harasawa, H., Lal, M., Wu, S., Anokhin, Y., Punsalmaa, B., Honda, Y., Jafari, M., Li, C., & Huu Ninh, N. (2007). "10 Asia", *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, (str. 469–506). Najdeno 02. aprila 2009 na spletnem naslovu <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-chapter10.pdf>
26. Daly, H. E. (2005). Economics in a full World. *Scientific American*, 293 (3).

27. Dasgupta, P. (2001). *Human Well-Being and the Natural Environment*. Oxford: Oxford University Press.
28. Dasgupta, P. (2006). *Comments on the Stern Review's Economics of Climate Change*. Foundation for Science and Technology, London: Royal Society of London.
29. Dasgupta, P. (2007). *Commentary: The Stern Review's Economics of Climate Change*. ZDA: National Institute Economic Review, (199), 4–7.
30. Dasgupta, P., Mäler, K. G., & Barrett, S. (2000). *Intergenerational Equity, Social Discount Rates, and Global Warming*. Washington, D.C.: Resources for the Future.
31. Dietz, S., Stern, N., Hope, C., & Zenghelis, D. (2007). Reflections on the Stern Review (1): A Robust Case for Strong Action to Reduce the Risks of Climate Change. *World Economics*, 8 (1), 121–168.
32. Doran, P. T., & Zimmerman, M. K. (2009). *Examining the Scientific Consensus on Climate Change*. Chicago University of Illinois at Chicago. Najdeno 4. aprila 2010 na spletnem naslovu: http://tigger.uic.edu/~pdoran/012009_Doran_final.pdf.
33. Ekins, P. Simon, S., Deutsch, L., & Folke, C. (2003). A Framework for the Practical Application of the Concepts of Critical Natural Capital and Strong Sustainability. *Ecological Economics*, 44, 165–185.
34. Epstein, P., & Mills E. (2006). *Climate Change Futures: Health, Ecological and Economic Dimensions*. Center for Health and the Global Environment, Boston: Harvard Medical School.
35. Fischer, C. (2004). *Project-Based Mechanisms for Emissions Reductions: Balancing Trade-offs with Baselines*. Discussion Papers dp-04-32. Washington D.C.: Resources for the Future.
36. Fischer, C., & Newell, R. (2004). *Environmental and Technology Policies for Climate Mitigation*. Discussion Papers dp-04-05. Washington D.C.: Resources For the Future.
37. Foley, K. D. (2007). *The economic fundamentals of global warming*. New York: New School for Social Research.
38. Forster, P., Ramaswamy, V., Artaxo, P., Bernsten, T., Betts, R., Fahey, D. W., Haywood, J., Lean, J., Lowe, D. C., Myhre, G., Nganga, J., Prinn, R., Raga, G., Schulz, M., & Dorland, R. Van (2007). *Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing*. In *Climate Change: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
39. Fourth Assessment Report (AR4) of the IPCC (2007) on Climate Change, Part II – Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability, Summary 06/04/07. IPCC Deutsche Koordinierungsstelle.
40. Frederick, S., Loewenstein, G., & O'Donoghue T. (2002). Time Discounting and Time Preference: A Critical Review. *Journal of Economic Literature*, XL, 351–401.

41. Frey, B. (1997). A constitution of knaves crowds out civic virtues. *Economic Journal*, 107, 1043-1053.
42. Frey, B., & Stutzer, A. (2002). *Happiness and Economics: How the Economy and Institutions Affect Well-Being*. New York: Princeton University Press.
43. Friedman, M. (1962). *Capitalism and Freedom*. Chicago: University of Chicago Press.
44. Fung, D. A. I. Y., & Del Genio, A. D. (1997). Surface observed global land precipitation variations during 1900–1988. *J. Climate*, 10, 2943–2962.
45. Gerhard, L. C. (2004). *Climate change: Conflict of observational science, theory, and politics*. *AAPG Bulletin*, 88 (9), 1211–1220.
46. Gerhard, L. C. (2007). *Introduction to Geological Perspectives of Global Climate Change*. Najdeno 05. aprila 2010 na spletnem naslovu <http://www.searchanddiscovery.net/documents/2007/07005gerhard/index.htm>
47. Global Environmental Outlook (GEO 4) (2007): Environment for Development. United Nations Environmental Programme (UNEP). Nairobi: UNEP.
48. Goulder, L. H., & Pizer, W. A. (2006). *The Economics of Climate Change*. Washington D.C.: Resources for the Future.
49. Goulder, L., Parry, I., Williams III, R., & Burtraw, D. (1999). The cost-effectiveness of alternative instruments for environmental protection in a second-best setting. *Journal of Public Economics*, 72, 329–60.
50. Gowdy, J. M. (2007). *Behavioral Economics and Climate Change Policy*. Rensselaer: Rensselaer Polytechnic Institute, Department of Economics.
51. Harris, J. M. (2008). *Ecological Macroeconomics: Consumption, Investment, and Climate Change*. Global development and environment institute. Working paper št. 08-02. Medford: Tufts University.
52. Harris, J. M., & Goodwin, N. R. (2003). *Reconciling Growth and Environment*. Global Development and Environment Institute. Working Paper 03–03. Medford: Tufts University.
53. Hegerl, G. C., Zwiers, F. W., Braconnot, P. N., Gillett, P., Luo, Y., Marengo Orsini, J. A., Nicholls, N., Penner, J. E., & Stott, P. A. (2007). *Understanding and Attributing Climate Change*. In *Climate Change: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. (pp. 663–746). Cambridge: Cambridge University Press.
54. Henrich, J. M., McElreath, R., Barr, A., Ensminger, J., Barrett, C., Bolyanatz, A., Cardenas, J., Gurven, M., Gwako, E., Henrich, N., Lesorogol, C., Marlowe, F., Tracer, D., & Ziker, J. (2006). Costly punishment across human societies. *Science*, 312, 1767–1770.
55. Holtz-Eakin, D. (2003). *The Economics of Climate Change: A Primer*. Washington D.C.: CBO Study.

56. Hope, C. (2006). The marginal impact of CO₂ from PAGE2002: An integrated assessment model incorporating the IPCC's five reasons for concern. *Integrated Assessment Journal*, 6, 19–56.
57. Howarth, R. B. (2003). Discounting and Uncertainty in Climate Change Policy Analysis. *Land Econ*, 79, 369–438.
58. IPCC (2001). Climate Change 2001, 1, The Scientific Basis. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
59. IPCC (2001). Third Assessment Report. Najdeno 06. avgusta 2009 na spletnem naslovu <http://www.ipcc.ch/pub/reports.htm>
60. IPCC (2008): Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Ženeva: IPCC.
61. Kelley, A. C. (1998). Economic Consequences of Population Change in the Third World. *Journal of Economic Literature*, 26, 1685–1728.
62. Keynes, J. M. (1964 [original 1936]). *The General Theory of Employment, Interest, and Money*. New York: Harcourt, Brace (originalen izvod London: Macmillan).
63. Kolstad, C. D. (1996). Learning and Stock Effects in Environmental Regulation: The Case of Greenhouse Gas Emissions. *Journal of Environmental Economics and Management, Elsevier*, 31 (1), 1–18.
64. Kushnir, Y. (2000). *Solar Radiation and the Earth's Energy Balance*. Najdeno 04. aprila 2010 na spletnem naslovu <http://eesc.columbia.edu/courses/ees/climate/lectures/radiation/>
65. Layard, R. (2005). *Happiness: Lessons from a New Science*. New York: Penguin Press.
66. Le Treut, H., Somerville, R., Cubasch, U., Ding, Y., Mauritzen, C., Mokssit, A., Peterson, T., & Prather, M. (2007). *Historical Overview of Climate Change*. In *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (str. 93–128). Cambridge: Cambridge University Press.
67. Lind, R. C. (1982). *A Primer on the Major Issues Relating to the Discount Rate for Evaluating National Energy Options* (str. 21–94). Discounting for Time and Risk in Energy Policy. Washington, DC: Resources for the Future.
68. Lindzen, R. S. (2007). Taking Greenhouse Warming Seriously. *Energy & Environment*, 18 (7+8).
69. Lipsey, R. G., & Lancaster K. (1956). *The General Theory of Second Best*. *Review of Economic Studies*, XXIV, 11–32.

70. Living Beyond Our Means: Natural Assets and Human Well-being (2005). Najdeno 21. januarja 2010 na spletnem naslovu <http://www.millenniumassessment.org/en/BoardStatement.aspx>
71. Lomborg, B. (2004). *Global Crises, Global Solutions*. Cambridge: Cambridge University Press.
72. Longman, P. (2004). *The Global Baby Bust*. Foreign Affairs. Najdeno 24. marca 2009 na spletnem naslovu <http://www.catholiceducation.org/articles/population/pc0044.htm>
73. Maddison, D. J. (2003). The amenity value of the climate: the household production function approach. *Resource and Energy Economics*, 25, 155–175.
74. Maddison, D. J. (2006). *Further Comments on the Stern Review*. Najdeno 25. marca 2009 na spletnem naslovu <http://www.economics.bham.ac.uk/maddison/Stern%20Comments.pdf>
75. Markandya, A., & Halsnaes, K. (2002). *Climate Change and Sustainable Development: Prospects for Developing Countries*. London: Earthscan Publications.
76. McKibbin W. J., & Wilcoxon, P. J. (2002). The Role of Economics in Climate Change Policy. *Journal of Economic Perspectives*, 16 (2), 107–129.
77. Meehl, G. A., Stocker, T. F., Collins, W. D., Friedlingstein, P., Gaye, A.T., Gregory, J. M., Kitoh, A., Knutti, R., Murphy, J. M., Noda, A., Raper, S. C. B., Watterson, I. G., Weaver, A. J., & Zhao, Z.-C. (2007). *Global Climate Projections*. In *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (str. 747–845). Cambridge: Cambridge University Press.
78. Mendelsohn, R. O. (2007). *A Critique of the Stern Report. Regulation*. Winter. Najdeno 25. marca 2009 na spletnem naslovu <http://www.cato.org/pubs/regulation/regv29n4/v29n4-5.pdf>
79. Mendelsohn, R. O., & Neumann, J. (1999). *The Impact of Climate Change on the United States Economy*. Cambridge: Cambridge University Press.
80. Metzger, M. J., Leemans, R., & Schroter, D. (2005). *A multidisciplinary multi-scale framework for assessing vulnerabilities to global change*, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 7 (4). Bridging Scales and Epistemologies - Linking Local Knowledge with Global Science in Multi-Scale Assessments, 253–267.
81. Milgrom, P., & Roberts, J. (1992). *Economics, Organization & Management*. Prentice Hall, New Jersey.
82. Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Washington, D.C.: Island Press.

83. Mirowski, P. (1991). *More Heat than Light: Economics as Social Physics, Physics as Nature's Economics*. Cambridge: Cambridge University Press.
84. Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, Geo Risk Research, NatCatSERVICE, 2009. Najdeno 21. decembra 2009 na spletnem naslovu <http://www.munichre.com/en/reinsurance/business/non-life/georisks/natcatservice/default.aspx>.
85. Murphy, R. P. (2009). Rolling the DICE – William Nordhaus's Dubious Case for a Carbon Tax. *The Independent Review*, 14 (2), 197–217.
86. NASA, GISS (Goddard Institute for Space Studies) Surface Temperature Analysis. Spletni naslov: <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/>.
87. National Snow and Ice Data Center (NSIDC). Najdeno 21. decembra 2009 na spletnem naslovu <http://nsidc.org/index.html>.
88. Neumayer, E. (2007). *A Missed Opportunity: The Stern Review On Climate Change Fails to Tackle the Issue of Non-Substitutable Loss of Natural Capital*. Najdeno 24. marca 2009 na spletnem naslovu <http://ssrn.com/abstract=980740>
89. Newell, R. G., & Pizer, W. A. (2004). Uncertain Discount Rates in Climate Policy Analysis. *Energy Pol'y*, 32 (4), 519.
90. NOAA, Climate services. Spletni naslov: <http://www.climate.gov/#dataServices>.
91. Nordhaus, W. D. (2007). *The Stern Review on the Economics of Climate Change*. New Haven: Yale University Press.
92. Nordhaus, W. D. (2008). *A Question of Balance - Weighing the Options on Global Warming Policies*. New Haven: Yale University Press.
93. Nordhaus, W. D., & Boyer, J (2000). *Warming the World: Economic Models of Global Warming*. Cambridge: Mass: MIT Press.
94. Nussbaum, M. (2000). *Women and Human Development*. Chicago: University of Chicago Press.
95. Open Letter From 100 Scientists to Ban Ki-moon (2009). Najdeno 07. aprila 2010 na spletnem naslovu <http://www.nowpublic.com/environment/open-letter-100-scientists-ban-ki-moon-0>
96. Pachauri, R. K., & Reisinger, A. (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Ženeva: IPCC.
97. Pearce, D., Groom, B., Hepburn, C., & Koundouri, P. (2003). Valuing the Future: Recent Advances in Social Discounting. *4 World Economics* 121–141.
98. Phelps, E. S. (1961). The Golden Rule of Accumulation. *American Economic Review* 51, 648–653.
99. Philibert, C. (2003). *Discounting the future*. International Energy Agency.

100. Pigou, A. C. (1932). *The Economics of Welfare*. London: Macmillan and Co.
101. Pizer, W. (2002). Combining price and quantity controls to mitigate global climate change. *Journal of Public Economics* 85, 409–434.
102. Podnebje prihodnosti (2009) ARSO. Najdeno 05. aprila 2010 na spletnem naslovu <http://www.arso.gov.si/podnebne%20spremembe/poro%c4%8dila%20in%20publikacije>
103. Podnebne spremembe – priročnik (2005). Ljubljana: Fokus, društvo za sonaraven razvoj.
104. Popp, D. (2002). Induced innovation and energy prices. *American Economic Review*, 92 (1), 160–180.
105. Population Bulletin 63.3 2008 (2009). Population Resource Bureau. Najdeno 02. aprila 2010 na spletnem naslovu www.prb.org
106. Poročilo o udeležbi delegacije Republike Slovenije na skupnem zasedanju Konference pogodbenic Okvirne konvencije ZN o spremembi podnebja (COP 15) in Konference pogodbenic Kyotskega protokola (CMP 5), ki je bilo od 7. do 19. decembra 2009 v Københavnu, Danska-predlog za obravnavo (2010). Ljubljana: Služba Vlade RS za podnebne spremembe.
107. Quiggin, J. (2006). *Stern and the critics on discounting*. Najdeno 24. marca 2009 na spletnem naslovu <http://johnquiggin.com/wp-content/uploads/2006/12/sternreviewed06121.pdf>
108. Ramsey, F. P. (1928). A Mathematical Theory of Saving. *38 Economics Journal*, 543–559. Najdeno 24. marca 2009 na spletnem naslovu <http://folk.uio.no/gasheim/zRam1928.pdf>
109. Randall, D. A., Wood, R. A., Bony, S., Colman, R., Fichet, T., Fyfe, J., Kattsov, V., Pitman, A., Shukla, J., Srinivasan, J., Stouffer, R. J., Sumi, A., & Taylor, K. E. (2007). *Climate Models and Their Evaluation*. In *Climate Change 2007: The Physical Science Basis* (str. 589–662). Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.
110. Rawls, J. (1996). *Political Liberalism*. New York: Columbia University Press.
111. Schmittner, A., Oschlies, A., Matthews, H. D., & Galbraith, E. D. (2008). Future Changes in Climate, Ocean Circulation, Ecosystems, and Biogeochemical Cycling Simulated for a Business-as-usual CO₂ Emission Scenario until Year 4000 AD. *Global Biogeochemical Cycles*, 22 (21).
112. Sen, A. (1999). *Development as Freedom*. New York: Anchor Books.
113. Siegenthaler, U., Stocker, T., Monin, E., Luthi, D., Schwander, J., Stauffer, B., Raynaud, D., Barnola, J.-M., Fischer, H., Masson-Delmotte, V., & Jouel, J. (2005).

- Stable carbon cycle-climate relationship during late Pleistocene. *Science*, 310, 1313–1317.
114. Smit, B., & Pilifosova, O. (2001). *Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity*. Cambridge University Press, Cambridge, 877–912.
 115. Soon, W. H. (2005). Variable solar irradiance as a plausible agent for multidecadal variations in the Arctic-wide surface air temperature record of the past 130 years. *Geophysical Research Letters*, 32 (L16712).
 116. Stavins, R. N. (2007). *Environmental Economics*. Working Paper 13574. Cambridge: Cambridge University Press.
 117. Stern, N. H., Peters, S., Bakhshi, V., Bowen, A., Cameron, C., Catovsky, S., Crane, D., Cruickshank, S., Dietz, S., Edmonson, N., Garbett, S.-L., Hamid, L., Hoffman, G., Ingram, D., Jones, B., Patmore, N., Radcliffe, H., Sathiyarajah, R., Stock, M., Taylor, C., Vernon, T., Wanjie, H., & Zenghelis, D. (2006). *Stern Review: The Economics of Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
 118. Stiglitz, J. (2006). A New Agenda for Global Warming. *Economists' Voice*, 3 (7).
 119. *Svetovne podnebne razmere v letu 2007* (2008). Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje.
 120. Tajnikar, M. (1994). *Mikroekonomija s poglavji iz teorije cen*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
 121. Talbot, D. (2006). *CO₂ and the »Ornery Climate Beast«*. Technology review. Najdeno 04. aprila 2010 na spletnem naslovu <http://www.integrityresearchinstitute.org/climatechart.pdf>
 122. Tol, R. S. J. (2005). The marginal damage costs of carbon dioxide emissions: an assessment of the uncertainties. *Energy Policy*, 33, 2064–2074.
 123. Tol, R. S. J. (2006). *The Stern Review of the Economics of Climate Change: A Comment*. *Energy & Environment*, 17, 977–981.
 124. Tol, R. S. J., Fankhauser, S., Richels, R. G., & Smith, J. B. (2000). How Much Damage Will Climate Change Do?. *World Economics*, 1 (4), 179–206.
 125. Trenberth, K. E., Fasullo, J. T., & Kiehl, J. R. (2009). Earth's Global Energy Budget. *American Meteorological Society*, 90, 311–324.
 126. Turchin, P. (2005). *Historical Dynamics: Why States Rise and Fall*. Princeton: Princeton University Press.
 127. United Nations Framework Convention on Climate Change (2004). *The First Ten Years*. Halesworth: UNFCCC.
 128. Vogel, G. (2004). The evolution of the golden rule. *Science* 303, 1128–1131.

129. Water vapour: feedback or forcing?. Real Climate (2005). Najdeno 04. aprila 2010 na spletnem naslovu <http://www.realclimate.org/index.php?p=142>
130. Webster, M., Forest, C., Reilly, J., Babiker, M., Kicklighter, D., Mayer, M., Prinn, R., Sarofim, M., Sokolov, A., Stone P., & Wang C. (2002). *Uncertainty Analysis of Climate Change and Policy Response. Report št. 95*. Cambridge: Institute of Technology Joint Program on the Science and Policy of Global Change.
131. Weitzman, M. L. (1974). Prices versus Quantities. *Review of Economic Studies*, 41, 477–492.
132. Weitzman, M. L. (2007). The Stern Review of the Economics of Climate Change. *Journal of Economic Literature XLV*, 703–724.
133. Who's On Board With The Copenhagen Accord? Najdeno 03. aprila 2010 na spletnem naslovu <http://www.usclimatenetwork.org/policy/copenhagen-accord-commitments>
134. Yohe, G. W. (2006). Some thoughts on the damage estimates presented in the Stern Review – An Editorial. *The Integrated Assessment Journal*, 6, 65–72.
135. Yohe, G. W., & Tol, R. S. J. (2007). The Stern Review: Implications for Climate Change. *Environment*, 49, 36–42.
136. Zwiers, F. W. (2002). The 20-th Year Forecast. *Nature*, 416, 690–691.

PRILOGE

KAZALO PRILOG:

Priloga 1: Tabela z glavnimi vrednostmi negotovih parametrov v modelu DICE2007	1
Priloga 2: Tabela s podatki o povprečni temperaturi v °C in koncentraciji CO₂ v ppm v ozračju od leta 1959 do leta 2008	2
Priloga 3: Regresijska analiza tabele s podatki o povprečni temperaturi v °C in koncentraciji CO₂ v ppm v ozračju od leta 1959 do leta 2008.....	3
Priloga 4: Seznam kratic.....	5

Priloga 1: Tabela z glavnimi vrednostmi negotovih parametrov v modelu DICE2007

Parameter	Definicija	Enota	Povprečje	Standardna deviacija
g(TFP)	Stopnja rasti skupne faktorske produktivnosti	Leto	0,0092	0,0040
g(CO ₂ /GDP)	Stopnja dekarbonizacije	Leto	-0,007	0,002
T2_CO ₂	Koeficient občutljivosti uravnane temperature	°C za 2XCO ₂	3,00	1,11
DamCoeff	Škodni koeficient	Delež globalnega BDP	0,0028	0,0013
P(back)	Strošek tehnologije za takojšnje prenehanje izpustov	v USD za tono zmanjšanja ogljika	1.170	468
Pop	Asimptota globalne populacije	mio	8.600	1.892
CarCyc	Prenosni koeficient v ogljikovem krogu	dekada	0,189	0,017
Fosslim	Skupne zaloge fosilnih goriv	milijarde ton ogljika	6.000	1.200

Vir: Prirejeno po W. D. Nordhaus, A Question of Balance - Weighing the Options on Global Warming Policies, 2008, str. 127.

Priloga 2: Tabela s podatki o povprečni temperaturi v °C in koncentraciji CO₂ v ppm v ozračju od leta 1959 do leta 2008

Leto	Povprečna letna temperatura v °C	Koncentracija CO ₂ v ppm
1959	14,05	315,98
1960	13,98	316,91
1961	14,10	317,64
1962	14,05	318,45
1963	14,02	318,99
1964	13,75	319,62
1965	13,85	320,04
1966	13,92	321,38
1967	13,98	322,16
1968	13,91	323,04
1969	14,00	324,62
1970	14,04	325,68
1971	13,90	326,32
1972	13,95	327,45
1973	14,18	329,68
1974	13,94	330,17
1975	13,98	331,08
1976	13,79	332,05
1977	14,16	333,78
1978	14,07	335,41
1979	14,14	336,78
1980	14,28	338,68
1981	14,40	340,11
1982	14,09	341,22
1983	14,34	342,84
1984	14,15	344,41
1985	14,12	345,87
1986	14,19	347,19
1987	14,35	348,98
1988	14,42	351,45
1989	14,28	352,90
1990	14,48	354,16
1991	14,44	355,48
1992	14,15	356,27
1993	14,19	356,95
1994	14,32	358,64
1995	14,46	360,62
1996	14,39	362,36
1997	14,41	363,47
1998	14,72	366,50
1999	14,46	368,14
2000	14,42	369,40
2001	14,57	371,07
2002	14,69	373,17
2003	14,67	375,78
2004	14,60	377,52
2005	14,76	379,76
2006	14,66	381,85
2007	14,74	383,71
2008	14,54	385,57

Vir: Prirejeno po podatkih NASA - GISS in NOAA, 2009.

Priloga 3: Regresijska analiza tabele s podatki o povprečni temperaturi v °C in koncentraciji CO₂ v ppm v ozračju od leta 1959 do leta 2008

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,902395968
R Square	0,814318483
Adjusted R Square	0,810450118
Standard Error	0,118894796
Observations	50

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	2,97572332	2,975723	210,5072	3,57E-19
Residual	48	0,67852668	0,014136		
Total	49	3,65425			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
Intercept	10,18840687	0,27982405	36,41005	1,28E-36	9,625783	10,75103	9,625783	10,75103
X Variable 1	0,011725371	0,00080815	14,50886	3,57E-19	0,0101	0,01335	0,0101	0,01335

RESIDUAL
OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted Y</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	13,89338965	0,15661035	1,330868
2	13,90429424	0,07570576	0,643344
3	13,91285376	0,18714624	1,590361
4	13,92235131	0,12764869	1,084753
5	13,92868301	0,09131699	0,776008
6	13,93607	-0,18607	-1,58122
7	13,94099465	-0,0909947	-0,77327
8	13,95670665	-0,0367067	-0,31193
9	13,96585244	0,01414756	0,120225
10	13,97617077	-0,0661708	-0,56232
11	13,99469685	0,00530315	0,045066
12	14,00712575	0,03287425	0,279364
13	14,01462998	-0,11463	-0,97412
14	14,02787965	-0,0778797	-0,66182
15	14,05402723	0,12597277	1,070511
16	14,05977266	-0,1197727	-1,01782
17	14,07044275	-0,0904428	-0,76858
18	14,08181636	-0,2918164	-2,47984
19	14,10210125	0,05789875	0,492021
20	14,12121361	-0,0512136	-0,43521
21	14,13727737	0,00272263	0,023137
22	14,15955557	0,12044443	1,023532
23	14,17632285	0,22367715	1,900799
24	14,18933801	-0,099338	-0,84417
25	14,20833312	0,13166688	1,1189

26	14,22674195	-0,0767419	-0,65215
27	14,24386099	-0,123861	-1,05257
28	14,25933848	-0,0693385	-0,58924
29	14,28032689	0,06967311	0,592079
30	14,30928856	0,11071144	0,940821
31	14,32629035	-0,0462903	-0,39337
32	14,34106432	0,13893568	1,18067
33	14,35654181	0,08345819	0,709224
34	14,36580485	-0,2158049	-1,8339
35	14,3737781	-0,1837781	-1,56174
36	14,39359398	-0,073594	-0,6254
37	14,41681021	0,04318979	0,367025
38	14,43721236	-0,0472124	-0,40121
39	14,45022752	-0,0402275	-0,34185
40	14,4857554	0,2342446	1,990601
41	14,50498501	-0,044985	-0,38228
42	14,51975897	-0,099759	-0,84775
43	14,53934034	0,03065966	0,260544
44	14,56396362	0,12603638	1,071052
45	14,59456684	0,07543316	0,641028
46	14,61496899	-0,014969	-0,12721
47	14,64123382	0,11876618	1,00927
48	14,66573984	-0,0057398	-0,04878
49	14,68754903	0,05245097	0,445726
50	14,70935822	-0,1693582	-1,4392

Vir: NASA, NOAA in lastni izračuni.

Priloga 4: Seznam kratic

BDP	Bruto domači proizvod
CDM	Clean Development Mechanism (mehanizem čistega razvoja)
CO ₂	Ogljikov dioksid
CDIAC	Carbon Dioxide Information Analysis Center
DICE2007	Dynamic Integrated model of Climate and the Economy
EU	European Union (Evropska unija)
GtC	Gigatona ogljika
IPCC	Medvladni odbor za podnebne spremembe
JI	Joint implementation (skupni projekti implementacije)
MAB	Marginal Abatement Benefits (mejne koristi zmanjšanja)
MAC	Marginal Abatement Cost (mejni strošek zmanjšanja)
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
OZN	Organizacija združenih narodov
PAGE2002	Page Policy Analysis of the Greenhouse Effect
ppm	Število delcev na milijon
RICE	Regional Integrated model of Climate and the Economy
RS	Republika Slovenija
SCC	Social Carbon Cost (socialni stroški ogljika)
TGP	Toplogredni plini
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UNEP	The United Nations Environment Programme
WTO	World Trade Organization
ZDA	Združene države Amerike